

Aktuelle Entwicklungen in der Tiefengeothermie in der Schweiz

Actual developments in deep geothermal energy in Switzerland

Roland Wyss¹

¹ Dr. Roland Wyss, GEOTHERMIE.CH, Schweizerische Vereinigung für Geothermie SVG, Frauenfeld, Schweiz, wyss@rwgeo.ch

Zusammenfassung

In den letzten Dekaden sind in der Schweiz mehrere Geothermieprojekte für die Fernwärmeversorgung oder balneologische Nutzungen realisiert worden. «Tiefengeothermischer Strom» wird hingegen bis heute nicht produziert. Durch die Ereignisse in Fukushima und den beschlossenen Atomausstieg im Jahr 2011 haben sich die Perspektiven der Tiefengeothermie markant verbessert und die Entwicklung hat sich seither beschleunigt. Die Akzeptanz ist gegenwärtig hoch, gleichzeitig sind jedoch auch die Erwartungen an die Tiefengeothermie gestiegen. Die Tiefengeothermie besitzt in der Schweiz ein enormes Potenzial und könnte in der Zukunft eine wichtige Rolle in der Schweizer Energieversorgung einnehmen, jedoch sind für die Erreichung dieses Ziels Herausforderungen unterschiedlichster Art anzugehen.

Schlüsselworte: Tiefengeothermie, Stromproduktion, Potenzial, Herausforderungen, Zukunft

Abstract

In the last decades, several geothermal projects for district heating or balneological usage were realized in Switzerland. In contrast, «deep geothermal power» has not been produced yet. Through the events in Fukushima and the enacted nuclear phaseout, the perspectives of deep geothermal energy have been distinctively improved and the development has accelerated. The acceptance is currently high, but the expectations related to deep geothermal energy increased simultaneously. Deep geothermal energy is of high potential in Switzerland and could play an important role in Swiss energy supply in the future, but to achieve this goal challenges of the most different kind must be tackled.

Keywords: Deep geothermal energy, power production, potential, challenges, future

1 Tiefengeothermie – Systeme

Prinzipiell werden zwei Arten von Tiefengeothermie-Systemen unterschieden. Dies sind die hydrothermalen und petrothermalen Systeme (Abb. 1). Bei beiden Systemtypen werden mindestens zwei Tiefbohrungen abgeteuft, eine zum fördern des Heisswassers (Förderbohrung) und eine für die Rückgabe des abgekühlten Tiefenwassers in den Untergrund (Reinjektionsbohrung).

Für eine Stromproduktion mit ausreichend gutem Wirkungsgrad der Energiekonversion muss das geförderte Tiefenwasser eine Temperatur von mindestens 120 °C aufweisen. Des Weiteren muss die langfristig erzielbare Förderrate genügend groß sein. In Abhängigkeit der angestrebten Kraftwerksleistung variiert dieser Wert von Anlage zu Anlage.

1.1 Hydrothermale Systeme

Bei Vorliegen von für eine Stromproduktion geeignetem Tiefenwasser wird die etablierte hydrothermale Systemtechnologie eingesetzt. Die natürliche Durchlässigkeit kann zur Erhöhung der Förderraten durch chemische und/oder hydraulische Stimulationsmaßnahmen erhöht werden. Ne-

ben Poren- und Karst-Aquiferen können insbesondere auch geklüftete Zonen im Bereich von Störungen potenziell geeignete Tiefenwasservorkommen aufweisen. Bei guten geologischen Voraussetzungen können hydrothermale Reservoirs lokal und regional sehr ergiebig sein.

1.2 Petrothermale Systeme

In den meisten Regionen der Schweiz ist die natürliche Durchlässigkeit im tiefen Untergrund für hydrothermale Anlagen zu gering. Um das enorme Potenzial der Festgesteinswärme zu erschließen, bietet sich die petrothermale Systemtechnologie an. Bei diesem Systemtyp werden zunächst künstliche Wärmetauscher im Untergrund generiert. Dafür wird Wasser mit hohem Druck in den tiefen Untergrund gepresst, um dort Mikrorisse zu dilatieren, mit dem Ziel, ein möglichst großes Reservoirvolumen zu erschließen (hydraulische Stimulation). Alternative Bezeichnungen sind Enhanced oder Engineered Geothermal Systems (EGS) sowie auch Hot-Dry-Rock (HDR).

Petrothermale Systeme sind grundsätzlich standortunabhängig und theoretisch in vielen Gesteinstypen zu verwirklichen. Gegenwärtig ist in der Schweiz das Kristallin das Haupterkundungsziel.



Bei den geplanten Projekten wird das in Basel oder auch in Soutz-sous-Fôrets eingesetzte Verfahren zur Reservoirierung modifiziert (Abb. 1b). Anstelle von subvertikalen Bohrungen und einem einzigen großen Reservoir sollen die Bohrungen im Zielhorizont horizontal angelegt und der Untergrund abschnittsweise hydraulisch stimuliert werden (Abb. 2). Das Gesamtvolumen dieses Multi-Reservoir-systems entspricht in der Summe einem einzelnen großen Reservoir. Insbesondere die Reservoirgeometrie und die Höhe der maximalen Magnitude der induzierten Seismizität können dadurch besser kontrolliert werden.

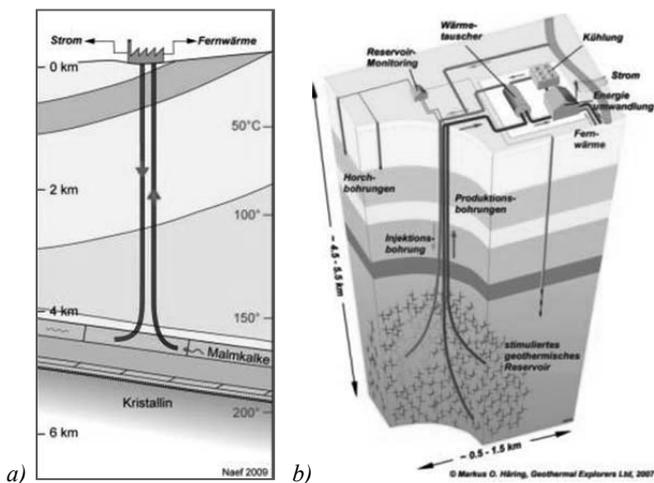


Abb. 1: Hydrothermale Systeme (a) nutzen in der Tiefe vorhandene natürliche Wasservorkommen, von denen petrothermale Systeme (b) unabhängig sind (Quellen: a) Naef, 2009, b) Häring, 2007).

Fig. 1: Hydrothermal systems (a) use natural water resources existing in the deep, of which petrothermal systems (b) are

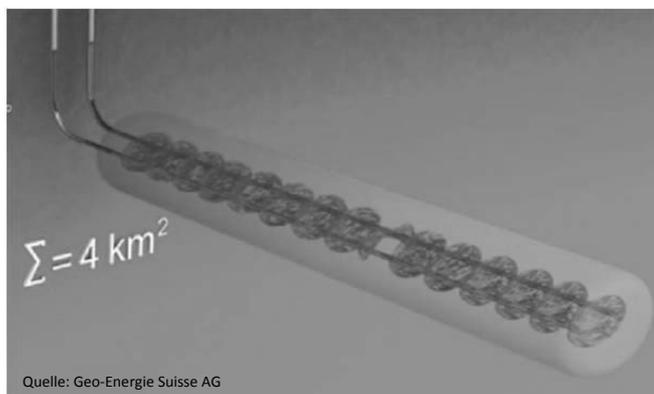


Abb. 2: Multi-Reservoirsystem der in der Schweiz geplanten petrothermalen Anlagen (Quelle: Geo-Energie Suisse AG).

Fig. 2: Multi reservoir system of the petrothermal plants planned in Switzerland (Quelle: Geo-Energie Suisse AG).

2 Kenntnisstand über den tiefen Untergrund in der Schweiz

2.1 Einleitung

Die Schweiz gliedert sich grob in den Tafel- und Faltenjura im Westen und Norden, das mittelländische Molassebecken mit einer im Süden bis zu 4–5 km mächtigen tertiären Sedimentfüllung sowie das alpine Orogen (Abb. 3).

Im Vergleich mit vielen anderen Ländern ist in der Schweiz der tiefe Untergrund bis heute nur wenig untersucht worden. Für die Erkundung werden indirekte Methoden wie insbesondere die Seismik eingesetzt. Diese dient als Grundlage für die Erstellung eines Untergrundmodells. Eine Messung der für die Tiefengeothermie relevanten Parameter Temperatur und Durchlässigkeit bzw. Transmissivität sind nicht möglich.

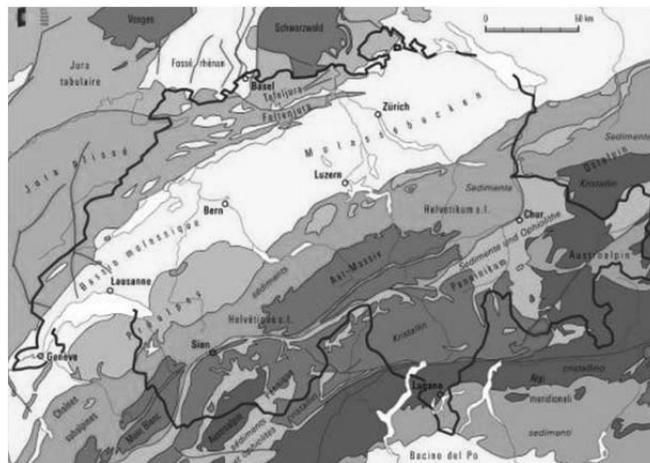


Abb. 3: Grobe geologische Gliederung der Schweiz.

Fig. 3: Rough geological classification of Switzerland.

Um die wahre Schichtfolge einschließlich genauer Tiefenlage sowie die Temperaturen und Durchlässigkeiten im tiefen Untergrund zu erhalten, sind kostenintensive (Explorations-)Bohrungen notwendig. Deren Daten sind zwar präzise, jedoch nur lokal gültig. Bohrungen ermöglichen die Kalibration des mittels Seismik aufgebauten Untergrundmodells.

2.2 Bestehende Seismik-Daten

Die in der Schweiz bestehenden Seismik-Linien wurden zum großen Teil im Rahmen der Erdöl- und Erdgassuche in den 1960–1980er Jahren geschossen (SEAG, die «Aktien-gesellschaft für schweizerisches Erdöl», und andere Unternehmen, Abb. 3). Interessensgebiet war das Nordschweizer Molassebecken. Von der Nationalen Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle (Nagra) wurden ebenfalls 2D-Kampagnen sowie eine 3D-Seismik durchgeführt, um potenzielle Zielgebiete für ein Endlager radioaktiver Abfälle näher zu erkunden. Einer dieser für Schweizer Verhältnisse gut untersuchten Standorte liegt im Zürcher Weinland ganz im Norden der Schweiz (Abb. 4).

In der Region der Stadt St.Gallen wurde die zweite 3D-Seismikkampagne durchgeführt. Zweck war die Erkundung der tiefen Untergrundstrukturen und die Festlegung der Bohrländepunkte für das Geothermie-Projekt St.Gallen.

Insgesamt konzentrierten sich die Seismik-Untersuchungen auf das Nordschweizer Molassebecken. Das Gebiet der Alpen ist hingegen bis heute wenig mit Seismik erkundet worden (Abb. 4).



Abb. 4: Bestehende Seismik in der Schweiz.
 Fig. 4: Existing seismic in Switzerland.

2.3 Bestehende Tiefbohrungen

Die Tiefbohrungen (> 400 m) der Schweiz sind ebenfalls teilweise im Zusammenhang mit der Suche nach Erdöl und Erdgas bzw. der Suche nach einem Endlager für radioaktive Abfälle durch die Nagra abgeteuft worden (Abb. 5).



Abb. 5: Bestehende Tiefbohrungen in der Schweiz.
 Fig. 5: Existing deep wells in Switzerland.



Abb. 6: Bestehende Tiefbohrungen in der Schweiz mit Tiefen > 3000 m.
 Fig. 6: Existing deep wells in Switzerland with depths > 3000 m.

Insbesondere im Bereich des Tafel- und Faltenjuras dienen die Bohrungen auch balneologischen Zwecken und der Trinkwassergewinnung («Hydrogeologie»). Des Weiteren wurden tiefe Sondierbohrungen durchgeführt. Eine vergleichsweise große Anzahl an Bohrungen mit einer Tiefe von mehr als 400 m bezweckt eine geothermische Nutzung. Dazu gehören auch Tiefe Erdwärmesonden. Für eine tiefengeothermische Stromproduktion ist der Untergrund in einer Tiefe von mehr als 3'000–4'000 m relevant. Diesen tieferen Untergrund erschließen zum heutigen Zeitpunkt gerade 10 Bohrungen, welche sich auf das südliche Molassebecken entlang des Alpennordrands konzentrieren (Abb. 5).

2.4 Potenzielle Zielgebiete in der Schweiz

In der Schweiz werden sowohl hydro- als auch petrothermale Projekte angedacht. Mögliche hydrothermale Zielhorizonte bzw. -gebiete sind die potenziellen Aquifere des Oberen Malms, des Oberen Muschelkalks sowie des Top Kristallins im Bereich des Mittelländischen Molassebeckens (Abb. 7). Auch tief ins Grundgebirge reichende Störungszonen, wie sie z. B. im Zusammenhang mit permokarbonen Trogstrukturen anzunehmen sind, können mögliche Ziele hydrothermaler Anlagen sein. Petrothermale Anlagen sind theoretisch in der gesamten Schweiz in den verschiedenen geologischen Regionen zu verwirklichen. Gegenwärtig ist das Kristallin im Schweizer Mittelland Zielgestein solcher Systeme.

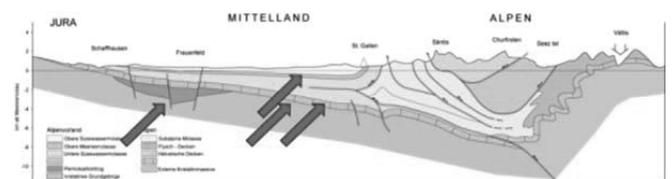


Abb. 7: Mögliche hydrothermale Zielhorizonte bzw. -gebiete im Bereich des Schweizer Molassebeckens.

Fig. 7: Possible hydrothermal target horizons and/or target areas in the region of the Swiss Molasse Basin.

2.5 Potenzialabschätzung

Hydrothermale Systeme sind aufgrund der Abhängigkeit von geeigneten Tiefenwasservorkommen in der Schweiz nur begrenzt zu realisieren. Petrothermale Systeme weisen hingegen ein enormes Potenzial auf und könnten theoretisch die Schweizer Stromversorgung abdecken. Eine Studie des Paul Scherrer Instituts PSI (Hirschberg et al., 2005) schätzte, dass im Gestein zwischen 3 und 7 km Tiefe rund 15'900'000 TWh_{th} Wärme gespeichert ist («heat in Place»). Technisch nutzbar ist aus heutiger Sicht jedoch nur ein kleiner Anteil. Theoretisch könnte mit dieser Wärme bei einem Wärmegewinnungsfaktor von 4 Prozent und einem Wirkungsgrad der Energiekonversion von 10–13 Prozent, je nach Temperatur, rund 82'500 TWh_{el} Strom erzeugt werden. Der jährliche Stromverbrauch der Schweiz liegt zum Vergleich bei 59 TWh_{el}.

Das zukünftig wirtschaftlich und umweltverträglich gewinnbare Potenzial hängt primär von der Entwicklung der petrothermalen Technologie ab.



3 Bisherige Entwicklungen in der Schweiz

In den Jahren 1987–1998 gewährte der Bund eine Risikogarantie für Tiefengeothermieprojekte. Das Thema Wärmeversorgung stand damals im Zentrum. Im Rahmen der Risikogarantie wurden insgesamt 12 Projekte realisiert. Dabei waren 4 Erfolge, ein Teilerfolg und 7 Misserfolge zu verzeichnen (Abb. 8).

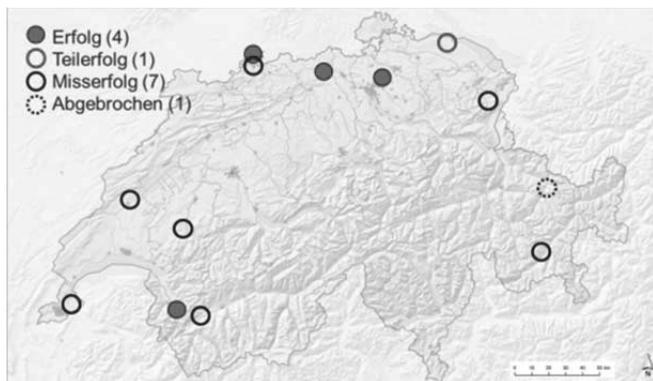


Abb. 8: Ergebnisse der Geothermieprojekte von 1887–1998.
Fig. 8: Results of the geothermal projects from 1887–1998.

Seit Ende der 90er Jahre wurden unter dem Begriff «DHM» («Deep Heat Mining») verschiedene Studien zur Tiefengeothermie durchgeführt, die u.a. durch das Bundesamt für Energie (BFE) unterstützt wurden (Abb. 9). In Basel sind mit zwei Bohrungen erste Sondierungen erfolgt (1999/2001). Einzelne Westschweizer Kantone führten ab 2003 geothermische Potenzialstudien durch, welche sowohl die oberflächennahe Geothermie als auch die Tiefengeothermie behandelten. Ende 2004 erschien der geothermische Ressourcenatlas, welcher das Potenzial der Tiefengeothermie in der Nord- und der Ostschweiz abschätzte. Der Ressourcenatlas der Westschweiz folgte 2007.

Im Jahr 2006 erreichte die Geothermiebohrung Basel die Zieltiefe und die durchgeführten hydraulischen Stimulationsarbeiten brachten die Tiefengeothermie nicht nur in der Schweiz in die Schlagzeilen. Dies forderte einerseits die noch kleine Schweizer Fachgemeinschaft heraus, andererseits wurde die Tiefengeothermie der breiten Öffentlichkeit bekannt.

Die Einführung der kostendeckenden Einspeisevergütung (KEV) sowie der Risikogarantie des Bundes für Strom produzierende Anlagen im Jahr 2008 schuf die Basis für die weitere Projektentwicklung. Seitdem wurden im Auftrag kantonaler Fachstellen nicht mehr nur in der Westschweiz, sondern auch verstärkt in der Deutschschweiz verschiedene Potenzialstudien durchgeführt. Die Machbarkeitsstudie St. Gallen aus dem Jahr 2009 und die Zustimmung des St. Galler Stimmvolks bildeten die Grundlage für die Realisierung des Projekts. In Zürich erfolgte 2009/10 die Bohrung Sonnengarten/Triemli, die als tiefe Erdwärmesonde genutzt werden wird. In der Westschweiz erstellten vorwiegend lokale und regionale Energieversorger Machbarkeitsstudien und entwickelten Vorprojekte.

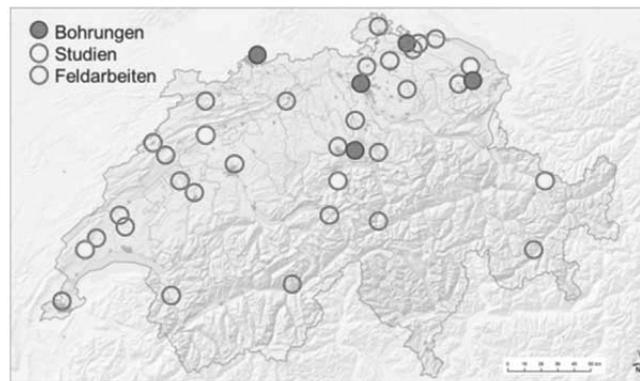


Abb. 9: Geothermiestudien und -projekte in der Schweiz zwischen 1999 und 2013.

Fig. 9: Geothermal studies and projects in Switzerland between 1999 and 2013.

Trotz der beiden Förderinstrumente KEV und Risikogarantie sowie der zahlreichen Studien ist bis heute kein tiefengeothermisches Kraftwerk errichtet worden. Einzig die beiden Pionierprojekte AGEPP (Deep Geothermal Power Production) in Lavey-les-Bains sowie St. Gallen wollen dies ändern. Die Risikogarantie wurde zwischenzeitlich beiden Projekten gewährt. Die schleppende Entwicklung verdeutlicht, dass in der Schweiz Hemmnisse bestehen, welche auch mithilfe dieser beiden Fördermaßnahmen bis heute nicht überwunden werden konnten.

4 Aktuelle Entwicklungen

4.1 Aktuelle Herausforderungen

Durch die Neuausrichtung der Schweizer Energiepolitik im Jahr 2011 muss die Frage, welche Stellung die Tiefengeothermie als mögliche Erzeugerin von Bandenergie in der zukünftigen Schweizer Stromversorgung einnehmen kann, dringend beantwortet werden.

Um das theoretisch enorme Potenzial der Tiefengeothermie gewinnbar zu machen, müssen aus geologisch-technischer Sicht zwei Herausforderungen angegangen 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 Durchlässigkeiten bzw. zur Schaffung effizienter Wärmetauscher optimiert werden. Dies 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.

Parallel zur Erkundung und Evaluation des Untergrunds sowie der Optimierung der Technologien müssen geeignete Rahmenbedingungen geschaffen werden.

Diese umfassen zum einen eine Verbesserung des Förder-systems und zum anderen die Gewährleistung des Rechtsschutzes und der Investitionssicherheit. Dafür sind die rechtlichen Grundlagen insbesondere zur Nutzung der Tiefengeothermie zu schaffen und die Verfahren zu regeln.

Für die Etablierung der Tiefengeothermie sind alle gefordert. Während Stromversorgungsunternehmen bzw. Projektanden für die Umsetzung von Projekten zuständig sind, müssen Bund und Kantone für die Schaffung der dafür notwendigen Rahmenbedingungen sorgen.

Tiefengeothermie ist in der Schweiz zum Teil nur namentlich bekannt. Um über die Technologie zu informieren und die notwendige breite Akzeptanz zu gewinnen, muss die Öffentlichkeitsarbeit intensiviert werden. In den Regionen, in denen Tiefengeothermiekraftwerke gebaut werden sollen, ist zusätzlich der offene Dialog zwischen Projektanden, Gemeinden und der Bevölkerung notwendig.

4.2 Neue Schweizer Energiepolitik – Energiestrategie 2050

4.2.1 Ausgangslage

Die derzeitige nationale Förderpolitik zielt praktisch ausschließlich auf Tiefengeothermie-Projekte zur Stromproduktion. Zum einen kann eine Risikogarantie für eine Reduktion der Investitionsverluste gesprochen werden. Dies für den Fall, dass im Reservoir nicht die projektspezifisch definierten Mindestwerte bezüglich der Temperatur und/oder der Förderrate erreicht werden und die geplante Anlagenleistung kleiner als erwartet ist. Die Risikogarantie deckt im Fall der Nichtfündigkeit maximal 50 Prozent der Kosten für die Bohr- und Testarbeiten ab. Es stehen gegenwärtig max. 150 Mio. CHF zur Verfügung.

Zum anderen wird eine spätere Stromproduktion mittels kostendeckender Vergütung (KEV) gefördert. Die Höhe der Stromvergütung richtet sich nach der elektrischen Nennleistung des Kraftwerks. Bis max. 5 MW_{el} werden 40 Rp./kWh ausbezahlt. Bei höheren Nennleistungen reduziert sich die Leistung anteilmäßig bis auf minimal 22,7 Rp./kWh bei mehr als 20 MW_{el}. Die Schweizer Vergütung ist im europäischen Vergleich ein Spitzenreiter. Die KEV ist jedoch durch einen Gesamt- sowie durch einen technologiespezifischen Teildeckel begrenzt.

4.2.2 Energiestrategie 2050

Am 25. Mai 2011 hat der Schweizer Bundesrat entschieden, seine Energiepolitik neu auszurichten und schrittweise aus der Atomenergie auszustiegen.

Mit der Energiestrategie 2050 werden die zukünftigen Ziele der Schweizer Energiepolitik und die für deren Erreichen notwendigen Instrumente und Maßnahmen definiert.

Wichtigster Baustein, nach der Steigerung der Effizienz, ist die Erhöhung der Stromproduktion durch erneuerbare Energien. Die Säule der Schweizer Stromversorgung bilden zum heutigen Zeitpunkt Wasserkraft- und Kernkraftwerke sowie Stromimporte. Kombikraftwerke und insbesondere die erneuerbaren Energien spielen nur eine untergeordnete Rolle bezüglich der aktuellen Strombereitstellung. Durch den geplanten sukzessiven Wegfall des «Atomstroms» müssen neue Energiequellen erschlossen werden, um die Nachfrage nach Strom weiterhin abdecken zu können.

Bis 2050 sollen mit «neuen erneuerbaren Energien-Anlagen» insgesamt 25'000 GWh Strom pro Jahr produziert

werden. Das größte Potenzial wird der Photovoltaik beigegeben, gefolgt von der Tiefengeothermie, der Windkraft sowie der Biomasse (Abb. 10). Das Ausbaupotenzial der Wasserkraft ist insbesondere im Vergleich zur bereits installierten Leistung beschränkt.

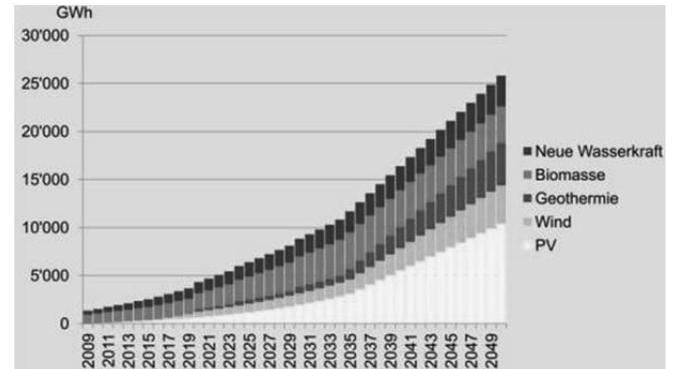


Abb. 10: Entwicklung der erneuerbaren Energien gemäss Energiestrategie 2050 (Quelle: Bundesamt für Energie BFE nach Prognos, 2012).

Fig. 10: Development of the renewable energies according to the energy strategy 2050 (Source: Federal Office of Energy BFE after Prognos, 2012).

4.2.3 Rolle der Tiefengeothermie

Der Bund hat das große Potenzial der Tiefengeothermie erkannt und bei seiner neuen energiepolitischen Ausrichtung entsprechend berücksichtigt. Das größte Potenzial sieht der Bund in petrothermalen Anlagen, welche mit ihrem theoretisch enorm großen Potenzial ab ca. 2025–2030 in der Schweiz die hydrothermalen Anlagen ablösen werden.

Die Tiefengeothermie soll bis 2050 einen Beitrag von 4'400 GWh pro Jahr leisten. Dies entspricht einem jährlichen Wachstum von 10 Prozent (Abb. 11). Dies ist ein ambitioniertes Ziel, kann jedoch bei geeigneten Rahmenbedingungen und einem engagierten Vorgehen der Energieversorgungsunternehmen bzw. Projektanden erreicht werden.

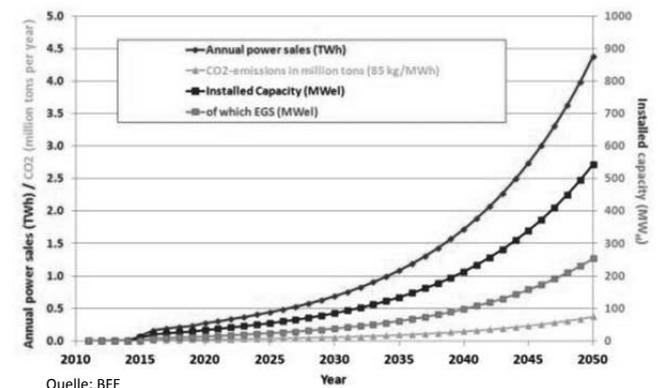


Abb. 11: Entwicklung der installierten Leistung und der Stromproduktion mit Tiefengeothermie bis 2050 (Quelle: Bundesamt für Energie BFE).

Fig. 11: Development of the installed capacity and energy production with deep geothermal energy until 2050 (Source: Federal Office of Energy BFE).



4.2.4 Fördermaßnahmen Tiefengeothermie

Um bis 2050 das Ziel von knapp 900 MW_{el} installierter Leistung zu erreichen, muss die Realisierung von Anlagen zügig beginnen und voranschreiten. Verschiedenste Maßnahmen wurden daher seitens des Bundes entwickelt, welche in den Bereichen Technologie, Ökonomie sowie Gesellschaft und Politik ansetzen. Die Vorlage zur Energiestrategie 2050 war bis zum 31. Januar 2013 in der Vernehmlassung. Welche der angedachten und im Folgenden dargestellten Maßnahmen umgesetzt werden, kann zum heutigen Zeitpunkt nicht abgesehen werden.

Grundsätzlich sollen sowohl der Gesamtdeckel als auch die technologiespezifischen Teildeckel bei der KEV aufgehoben werden. Die KEV für Tiefengeothermie soll weiterhin 40 Rp./kWh über einen Zeitraum von 20 Jahren betragen, jedoch für petrothermale Anlagen ein Technologiebonus von 7.5 Rp./kWh eingeführt werden. Die Vergütungshöhe soll zukünftig rascher angepasst und Ausnahmeregelungen eingeführt werden.

Die Risikogarantie soll zukünftig nicht nur die Bohr- und Testkosten berücksichtigen, sondern soll auf Feldarbeiten wie z. B. Seismik ausgedehnt werden. Zusätzlich sollen 60 anstelle von 50 Prozent der anrechenbaren Kosten abgesichert sein. Der dafür zur Verfügung stehende Fonds soll gemäß Vernehmlassungsvorlage von 150 auf ca. 300 Mio. aufgestockt werden.

Die Zinserträge aus dem Kapital des geäußerten Fonds zur Deckung der Risikogarantie sollen zukünftig der Forschung und Entwicklung zu Gute kommen.

Im Rahmen des «Aktionsplans koordinierte Energieforschung» sollen die Finanzmittel für die Grundlagenforschung und den Kapazitätsaufbau im Bereich Tiefengeothermie und speziell petrothermaler Systeme aufgestockt werden. Forschungsschwerpunkte sind die Exploration, die Erzeugung und die Überwachung eines Reservoirs sowie eine effizientere Energieumwandlung. An der ETH Zürich wurden zusätzlich zum Lehrstuhl an der Universität von Neuchâtel zwei Geothermie-Professuren neu geschaffen und werden aktuell besetzt.

Für die Tiefengeothermie wird insbesondere eine angewandte Forschung mit Pilot- und Demonstrationsanlagen angestrebt, um die bestehenden Technologien unter «wahren» Bedingungen einzusetzen, zu testen und zu optimieren. Zu diesem Zweck wird erwartet, dass dem BFE durch eine Erhöhung der Budgets zukünftig mehr Mittel für Pilot- und Demonstrationsprojekte zur Verfügung stehen werden. Pilot- und Demonstrationsprojekte haben eine Scharnierfunktion zwischen Forschung und Entwicklung und der Bereitstellung von marktreifen Technologien.

Eine Anschubfinanzierung des Bundes beispielsweise in Form rückzahlbarer Finanzhilfen ist bis heute nicht geplant, wenn auch dem Bund deren Bedeutung bekannt ist. Möglich wären grundsätzlich auch Barzuschussäquivalente oder Steuerzuschüsse für die Stromproduktion.

Gute Kenntnisse über den tiefen Untergrund sind notwendig, um tiefengeothermische Anlagen planen und das Fündigkeitsrisiko reduzieren zu können. Bestehende und zu-

künftige Daten über den tiefen Untergrund sollen daher in einem gesamtschweizer Informationssystem zusammengeführt, bedarfsorientiert aufbereitet und öffentlich zugänglich gemacht werden.

Die Realisierung von Projekten bedarf einer breiten Akzeptanz und des notwendigen Know-hows der zuständigen Behörden. Daher wird eine verstärkte Kommunikation forciert. Die zusätzlichen Mittel sollen ab Beginn 2014 zur Verfügung stehen. Der Bund sieht sich zudem in der Verantwortung, sich für möglichst klare und einheitliche Regelungen und Normen sowie für beschleunigte Bewilligungsverfahren einzusetzen.

4.3 Schaffung rechtlicher und verfahrenstechnischer Rahmenbedingungen

Die Rechtsgrundlagen zur Nutzung der Tiefengeothermie müssen in der Schweiz erst geschaffen werden. Auch die notwendigen Verfahren müssen definiert und insbesondere koordiniert werden. Des Weiteren müssen bestehende Regelungen z. B. bezüglich Raumplanung, Umwelt- und Gewässerschutz sowie der Gewässernutzung auf möglicherweise notwendige Anpassungen überprüft werden.

Die Hoheit über die Bodenschätze und die Nutzung des Untergrunds steht in der Schweiz den Kantonen zu. Ob, und wenn ja auf welche Weise die Kantone dieses Recht wahrnehmen bzw. regeln, steht ihnen frei. In der Schweiz bestehen 26 unterschiedliche kantonale Regelungen.

Einige Kantone haben verfassungsmäßige andere wiederum zivilrechtliche Grundlagen bezüglich eines Bergrechts. 14 Kantone verfügen über eine eigene Berggesetzgebung und ein paar wenige haben gar keine Regelungen. Erdwärme gilt gegenwärtig in nur wenigen Kantonen als Regal.

Die bisher realisierten Geothermie-Anlagen wurden insbesondere über die Gesetzgebung zur Gewässernutzung geregelt. Insbesondere hinsichtlich Raumplanung, Umwelt- und Gewässerschutz sowie Gewässernutzung gibt der Bund die Rahmenbedingungen vor. Ein Entwurf zur Ausdehnung der Raumplanung auf den Untergrund ist bereits erarbeitet worden.

Von großer Relevanz für die Investitionssicherheit sind auch koordinierte Verfahren. Diese sichern dem Projektanden zu Projektbeginn zu, dass er alle notwendigen Bewilligungen für die spätere Nutzung erhalten kann.

4.4 Aktivitäten der Energieversorger, Projektanten

Mehrere Projekte finden sich in verschiedenen Phasen der Projektentwicklung (Tab. 1). Am weitesten fortgeschritten sind das von den Sankt Galler Stadtwerken durchgeführte Geothermie-Projekt St.Gallen sowie das Projekt AGEPP in Lavey-les-Bains, welche sich in bzw. kurz vor der Bohrphase befinden. Beiden Projekten wurde die Risikogarantie zugesprochen. Das Projekt AGEPP befindet sich in einer Region, in der durch aufsteigende Tiefenwässer eine oberflächennahe Temperaturanomalie vorliegt. Im Thermalbad von Lavey-les-Bains (Abb. 12) werden aus einer Tiefe von 201 bzw. 600 m 33 l/s Wasser mit einer Temperatur von max. 66 °C gefördert.



Abb. 12: Das Thermalbad von Lavey-les-Bains nutzt bis zu 66 °C heisses Wasser aus geringen Tiefen (Quelle: AGEPP).

Fig. 12: The thermal bath of Lavey-les-Bains uses hot water with temperatures up to 66 °C from shallow depths (Source: AGEPP).

Tab. 1: Tiefengeothermie-Projekte in der Schweiz (Auswahl).

Tab. 1: Deep geothermal energy projects in Switzerland (Selection).

Projekt	Projektant(en)	Phase
AGEPP (VD)	Diverse Gemeinden und Energieversorgungsunternehmen	Bohrung in Vorbereitung
Arbon, Romanshorn, Amriswil (TG)	EKT Elektrizitätswerk des Kantons Thurgau, Axpo Power AG	Vorstudien, 3D-Seismik 2013/14
Avenches (VD)	Geo-Energie Suisse AG	Planungsphase, Öffentlichkeitsarbeit
Bassecourt (JU)	Geo-Energie Suisse AG	Planungsphase, Öffentlichkeitsarbeit
Eclépens (VD)	BKW / sol-E Suisse AG und weitere	Planungsphase
Etzwilen bei Stein am Rhein (TG)	Geo-Energie Suisse AG	Planungsphase, Öffentlichkeitsarbeit
Geothermie St.Gallen (SG)	Sankt Galler Stadtwerke	Bohrstart 4. März 2013
Herisau-Gossau (SG)	Axpo Power AG, Sankt Galler Stadtwerke, St. Gallisch-Appenzellische Kraftwerke AG	Vorstudien, Machbarkeitsstudie im Gange
Sursee-Mittelland (LU)	Geo-Energie Suisse AG	Planungsphase, Öffentlichkeitsarbeit
Zürich Nord und Aargau (ZH, AG)	Axpo Power AG	Vorstudien
Kanton Genf	SIG	Studien

In einer fortgeschrittenen Planungsphase befindet sich das Projekt Eclépens in der Westschweiz, nördlich von Lausanne. Dort wird angedacht, ein hydrothermales Reservoir mittels gezielt eingesetzten chemischen und/oder hydraulischen Stimulationsmaßnahmen wirtschaftlich nutzbar zu machen.

Neben der Axpo und der BKW / sol-E Suisse arbeitet die Geo-Energie Suisse an der Realisierung von Tiefengeothermieprojekten, wobei hier petrothermale Anlagen im Fokus stehen.

Neben diesen Projekten der schweizweit bzw. überregional tätigen Unternehmen werden von städtischen und kantonalen Elektrizitätswerken weitere Tiefengeothermieprojekte angedacht.

5 Fazit und Ausblick

Das Potenzial der Tiefengeothermie und speziell der petrothermalen Systeme ist in der Schweiz mittel- bis langfristig sehr groß.

Aktuell ist der Untergrund in der Schweiz wenig erkundet und das standortspezifische Potenzial der Tiefengeothermie noch nicht bekannt. Die rechtlichen und verfahrenstechnischen Grundlagen zur Nutzung der Tiefengeothermie fehlen. Trotz des seit 2008 bestehenden nationalen Fördersystems (KEV, Risikogarantie) wurde bislang keine tiefengeothermische Stromproduktionsanlage realisiert. Dies, obwohl seit Ende der 1990er Jahre zunächst in der West- und später auch der Ostschweiz viele Studien zum Potenzial durchgeführt und Projekte angedacht wurden.

Seit dem vom Bundesrat beschlossenen Ausstieg aus der Atomenergie haben sich die Chancen für die Tiefengeothermie in der Schweiz markant erhöht. Bund, Kantone, viele Städte und Gemeinden, aber auch die Energieversorgungsunternehmen haben das große Potenzial erkannt. Die Akzeptanz in der Bevölkerung wächst, wie z. B. die deutliche Zustimmung zum St.Galler Geothermie-Projekt zeigt.

Bevor jedoch die Tiefengeothermie ihre Aufgabe als zukünftige erneuerbare Energiequelle wahrnehmen kann, müssen verschiedenste Herausforderungen gelöst werden. Tiefenwasservorkommen bzw. geeignete Gesteine zur Schaffung von künstlichen Wärmetauschern müssen besser vorausgesagt werden können. Dazu sind die Untergrundkenntnisse zu verbessern. Des Weiteren müssen die Verfahren zur Erhöhung der natürlichen Durchlässigkeiten sowie zur Schaffung effizienter Wärmetauscher optimiert werden. Geeignete rechtliche und verfahrenstechnische Rahmenbedingungen sowie ein optimiertes Fördersystem sind notwendig.

Bund und Kantone sind dabei, die bestehenden Gesetzeslücken zu schließen. Die Kantone müssen vor allem die Nutzung der Tiefengeothermie sowie die Verfahren regeln. Erste Kantone haben Gesetzentwürfe vorgelegt.

Gemäß Energiestrategie 2050 soll die Tiefengeothermie einen wichtigen Beitrag zur zukünftigen Stromversorgung beitragen. Die Ziele sind mit einem jährlichen Wachstum von 10 Prozent ambitioniert, sodass rasch mit dem Bau von Anlagen begonnen werden muss. Um dies zu erreichen,



wurde ein umfassendes Paket an Fördermaßnahmen entwickelt. Viele Kantone sind bereit, Ihren Beitrag zur Förderung der Tiefengeothermie zu leisten. Für die Umsetzung der Projekte sind jedoch die Energieversorgungsunternehmen verantwortlich. Diese forcieren aktuell die Realisierung.

Schreitet die Entwicklung im begonnenen Maße fort und können damit die Herausforderungen gelöst werden, wird die Tiefengeothermie zukünftig einen größeren Stellenwert in der Schweizer Energiepolitik einnehmen.

Literatur

- HIRSCHBERG, S., BAUER, C., BURGHERR, P., BIOLLAZ, S., DURISCH, W., FOSKOLOS, K., HARDEGGER, P., MEIER, A., SCHENLER, W., SCHULZ, T., STUCKI, S. & VOGEL, F. (2005): Ganzheitliche Betrachtung von Energiesystemen (GaBE) – Neue erneuerbare Energien und neue Nuklearanlagen: Potenziale und Kosten. – PSI Bericht Nr. 05–04, Villigen Mai 2005, 433 S.