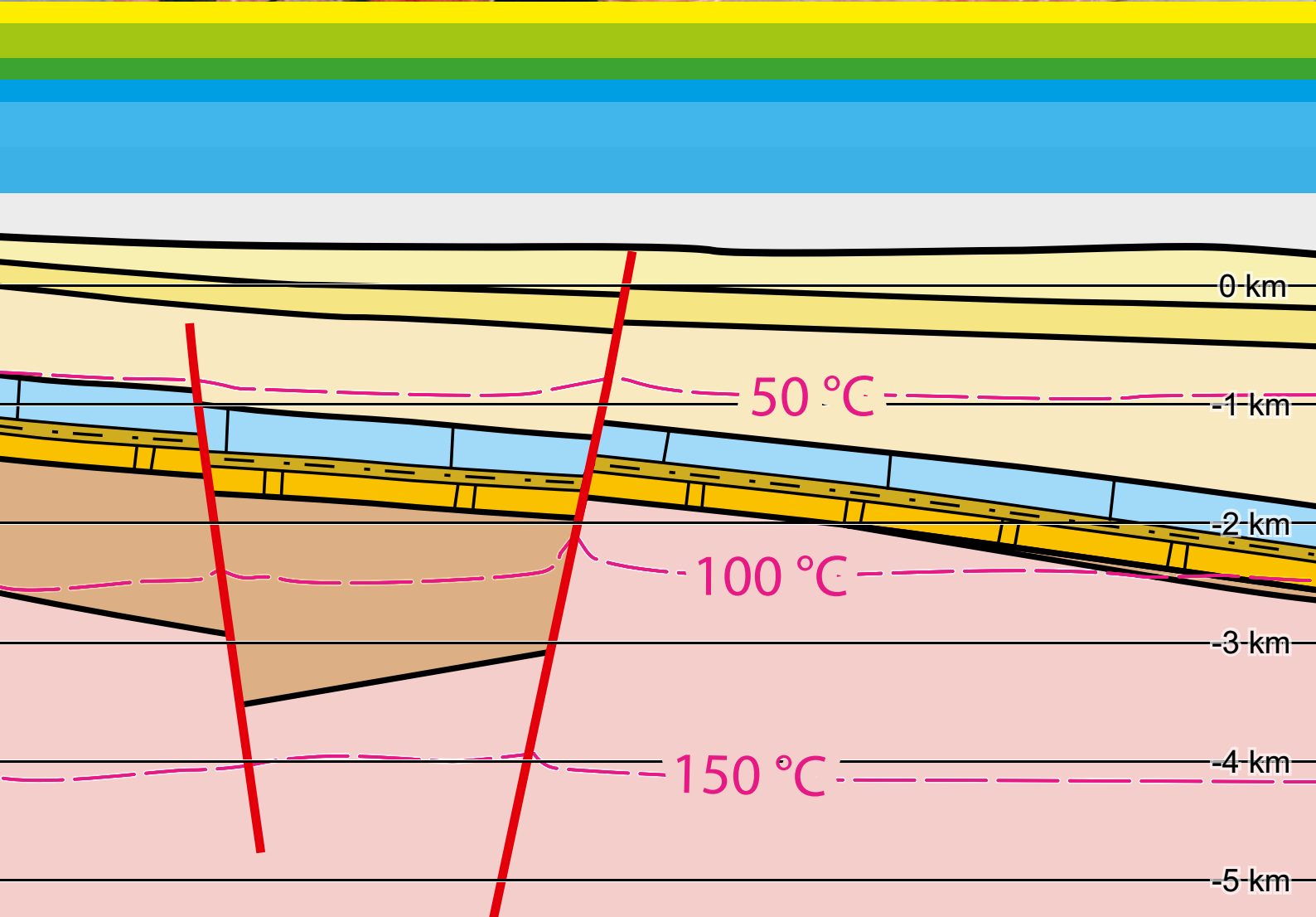


Geothermie im Kanton Thurgau

Nutzung, Potenziale, Perspektiven





Vorwort

Die Geothermie ist ein Hoffnungsträger für eine sichere und umweltfreundliche Energieversorgung. Der Thurgauer Regierungsrat hat dies erkannt und stützt die energiepolitische Strategie auf zwei Pfeilern ab, die Nutzung der erneuerbaren Energien und die Verbesserung der Energieeffizienz. Im Konzept zur «Förderung der erneuerbaren Energien und der Energieeffizienz» vom März 2007 nimmt die Geothermie in der künftigen Energieversorgung des Kantons einen wichtigen Platz ein.

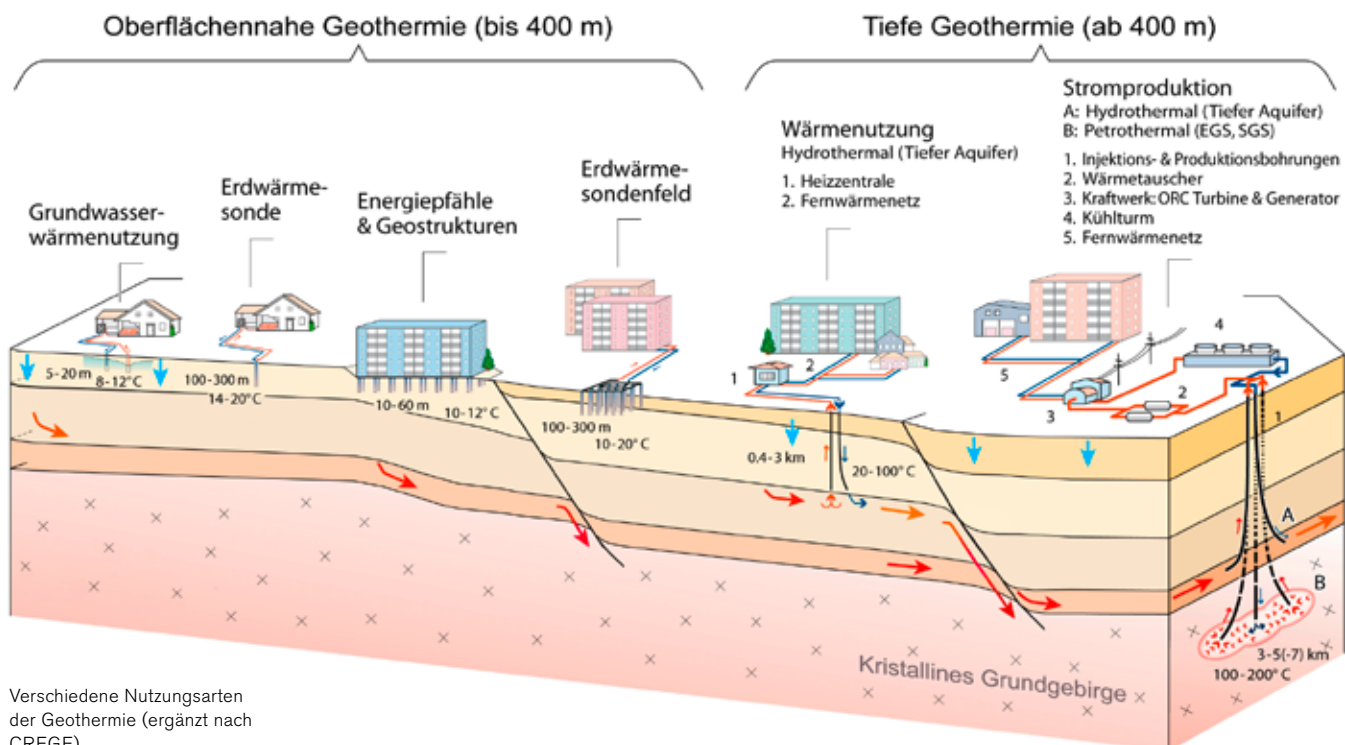
Eine im Auftrag der Kantone Thurgau und Schaffhausen erstellte Potenzialstudie zur Geothermie wurde im Herbst 2009 der Öffentlichkeit präsentiert. Die wesentlichen Erkenntnisse aus dieser Studie sind in dieser Broschüre zusammengefasst.

Ich persönlich freue mich über diese spannenden Entwicklungen und hoffe, dass wir im Kanton Thurgau in naher Zukunft einige Tiefengeothermieprojekte realisieren können, um damit die vorhandene Innovationskraft in unserem Kanton weiter zu stärken. Ich danke Ihnen für Ihr Interesse und wünsche Ihnen eine spannende Lektüre.

Dr. Kaspar Schläpfer, Regierungsrat

Geothermie – die nachhaltige Energiequelle

Die Nutzung der Erdwärme, insgesamt als Geothermie bezeichnet, wird unterschiedlich umgesetzt. Einerseits spricht man von der oberflächennahen Geothermie mit einer Wärmegewinnung bis zu einer Tiefe von 400 Metern, andererseits von der Tiefengeothermie, bei der die Wärmegewinnung ab 400 Meter bis rund 7 Kilometer im Untergrund erfolgt.



Verschiedene Nutzungsarten der Geothermie (ergänzt nach CREGE).

Die oberflächennahe Geothermie

Bei der oberflächennahen Geothermie geschieht die Wärmenutzung in erster Linie mittels Erdwärmesonden. Dies sind in der Regel 100 bis 300 Meter lange, vertikal eingebaute U-Rohre, in denen eine Wärmeträgerflüssigkeit zirkuliert. Mithilfe einer Wärmepumpe wird das erforderliche Temperaturniveau für die Beheizung erzielt.

Die Wärme kann auch direkt aus dem Grundwasser oder mittels erdberührender Bauteile wie Pfahlfundationen gewonnen werden. Die wohl einfachste Nutzung der Geothermie sind warme Quellen. Seit jeher verwenden Thermalbäder das warme Wasser aus dem Untergrund.

Die Tiefengeothermie

Die Tiefengeothermie eignet sich für grössere Anlagen. Bis in rund drei Kilometer Tiefe lässt sie sich für die Wärmergewinnung zu Heizzwecken einsetzen. In noch tieferen Schichten kann zusätzlich zur direkten Wärmenutzung, dank Temperaturen über 100 °C, auch Strom produziert werden.

Voraussetzung für die Gewinnung der Erdwärme sind offene Wasserzirkulationssysteme im Gestein. Hierzu wird grundsätzlich zwischen zwei verschiedenen Nutzungsarten unterschieden. Bei **hydrothermalen Systemen** werden tiefliegende, wasserführende Gesteinsschichten, die sogenannten tiefen Aquifere, genutzt. Der Wärmeentzug wird hierbei durch die natürlich vorhandene Gesteinsdurchlässigkeit ermöglicht. Dagegen muss diese bei **petrothermalen Systemen**, bei welchen der Untergrund nur eine ungenügende Wasserdurchlässigkeit aufweist, künstlich geschaffen werden. Hierzu wird die Technik des «Enhanced Geothermal Systems» (EGS) entwickelt. Diese hat zum Ziel, im tiefen Untergrund künstlich Gesteinsrisse und damit eine nutzbare Wasserdurchlässigkeit für den Wärmeaustausch zu schaffen. Dadurch soll die tiefengeothermische Energiegewinnung in Zukunft standortunabhängig werden.

Die aktuelle Geothermie-Nutzung

Die oberflächennahe Geothermie mit Erdwärmesonden und Grundwasser-Wärmepumpen ist bereits heute verbreitet. Dabei ist ein starkes Wachstum zu verzeichnen: Wurden im Kanton Thurgau im Jahr 2004 Erdwärmesonden mit einer Gesamtlänge von 22 Kilometern bewilligt, so waren es im Jahr 2009 bereits 124 Kilometer.

Im September 2008 existierten auf dem Kantonsgebiet 920 Erdwärmennutzungsanlagen, darunter zwölf Grossanlagen mit bis zu 150 Sonden.

Für die Grundwasserwärmenutzung sind aktuell (Stand 2009) im Kanton Thurgau 17 Anlagen installiert. Zudem werden 21 Fassungen für die Wärmenutzung von Wasser aus Bächen und dem Bodensee betrieben.

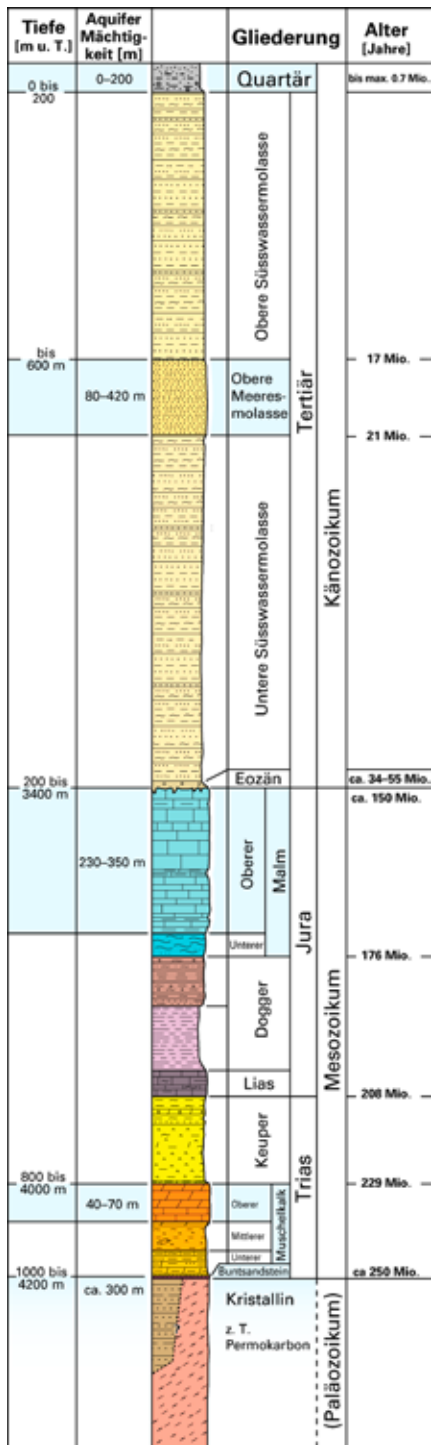
Die Nutzung der Tiefengeothermie erfolgt im Thurgau bislang lediglich in Kreuzlingen. Aus der im Jahr 1988 erstellten Bohrung wird aus einer Tiefe von 400 bis 600 Metern rund 30 °C warmes Wasser gefördert und damit das Thermalbad Egelsee beheizt.

Die geologischen Kenntnisse

Geothermische Nutzungen bedingen gute Kenntnisse der Gesteine im Untergrund. Diese sind wichtig, um bei Erdwärmesonden die Entzugsleistung pro Sondenmeter und bei der Grundwasserwärmenutzung die mögliche Förderrate zu bestimmen.

Für die hydrothermale Wärmergewinnung, welche die Nutzung der tiefen Aquifere zum Ziel hat, sind gute geologische Modelle des tiefen Untergrundes Voraussetzung. Verlauf, Mächtigkeit und Durchlässigkeiten der wasserführenden Schichten (Aquifere) beziehungsweise der Bruchzonen im Gestein müssen möglichst genau bekannt sein.

Aufgrund bisheriger Kenntnisse können im Kanton Thurgau verschiedene Gesteinseinheiten als potenziell nutzbare Aquifere bezeichnet werden.

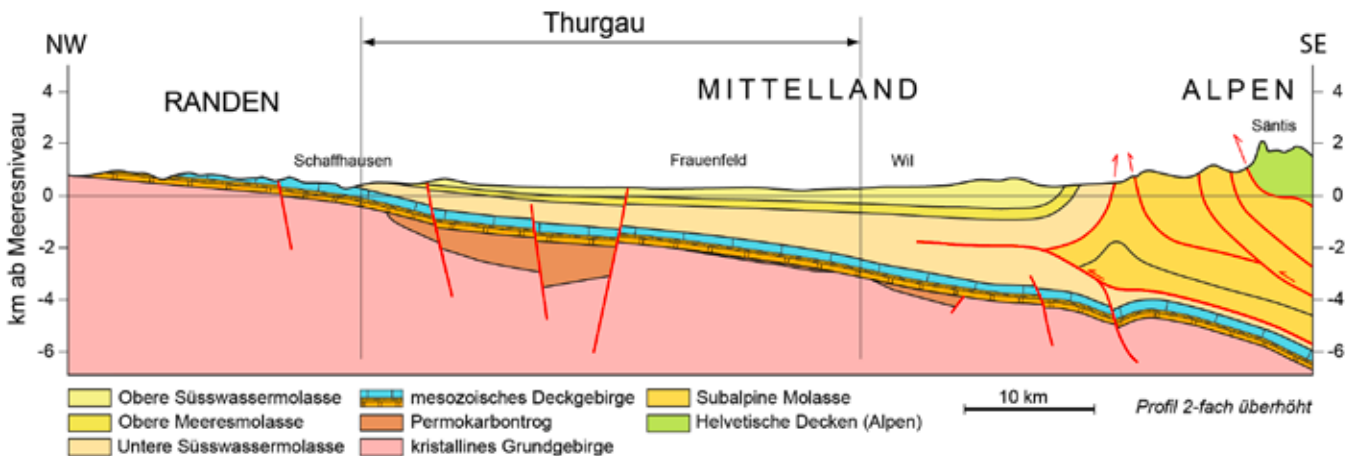


Die geologischen Kenntnisse des tiefen Untergrundes stammen zu einem grossen Teil von verschiedenen Tiefbohrungen im nördlichen Thurgau und den angrenzenden Gebieten. Bei diesen stand in erster Linie die Suche nach Erdöl und Erdgas im Vordergrund. Auch für die Geothermie wurden dadurch wichtige Daten gewonnen.

Im südlichen Kantonsgebiet beschränken sich die Kenntnisse des tieferen Untergrundes auf die Interpretation seismischer Untersuchungen zur Eruiierung der Tiefenlage von Schichten und Strukturen. Bekannt ist dadurch das Abtauchen der potenziellen Aquifere in Richtung Alpen (Südosten), was den südlichen Thurgau interessant für die geothermische Stromproduktion macht. Die wasserführenden Schichten liegen hier tief und bieten daher höhere Temperaturen für die Energienutzung. Allerdings gibt es noch beträchtliche Wissenslücken bezüglich der Unterschiede und der räumlichen Verteilung der Wasserdurchlässigkeiten innerhalb der potenziellen Aquifere.

Stratigrafisches Übersichtsprofil für den Kanton Thurgau. Die potenziellen Aquifere sind hellblau gekennzeichnet.

Geologisches Übersichtsprofil durch den Kanton Thurgau quer zu den Alpen.



Das Potenzial der Geothermie

Das gesamte Energie-Potenzial durch Erdwärmesonden liegt, bezogen auf die Siedlungsfläche und ohne Berücksichtigung der Bewilligungspraxis, rund viermal höher als der gesamte heutige Raumwärme- und Warmwasserbedarf des Kantons.

Eine hydrothermale Wärmenutzung mit Temperaturen über 35 °C ist grundsätzlich auf dem ganzen Kantonsgebiet möglich, da sich überall potenziell wasserführende Schichten (Aquifere) in geeigneter Tiefenlage befinden.

Nutzung	Wärmeleistung / Wärmeentzug
Einzelne Erdwärmesonde	ca. 35 – 40 W / m
Erdwärmesondenfeld, nur Heizen, Sondenlänge 150 m	80 – 100 kWh pro m ² und Jahr
Erdwärmesondenfeld, Heizen und Kühlen, Sondenlänge 250 m	110 – 130 kWh pro m ² und Jahr

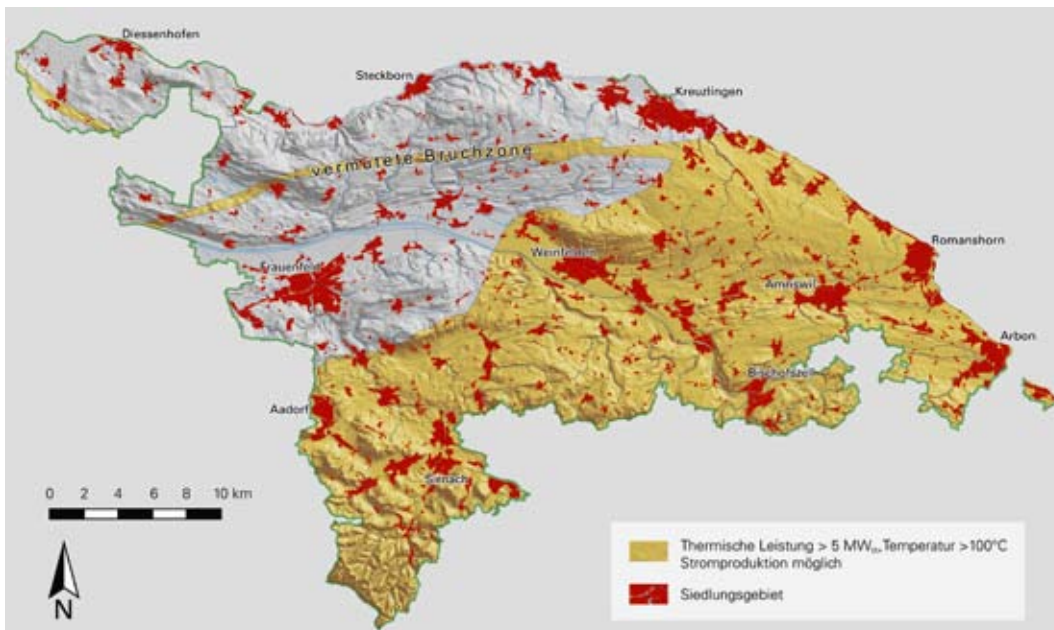
Spezifischer Leistungsentzug resp. spezifische Wärmeleistung von Erdwärmesonden im Kanton Thurgau (oberflächennahe Geothermie).

Aquifer	Temperatur (tiefenabhängig)	Max. Entzugsleistung, Doublette (in Bruchzonen)
Obere Meeresmolasse	10 – 35 °C	Bis 3 MW (> 8 MW)
Oberer Malm	20 – 130 °C	Bis 4 MW (> 8 MW)
Obere Meeresmolasse	10 – 35 °C	Bis 3 MW (> 8 MW)
Oberer Muschelkalk	40 – 150 °C	Bis 3 MW (> 8 MW)
Verwittertes / Zerklüftetes Kristallin	45 – 155 °C	Bis 8 MW (> 8 MW)

Die potenziellen Aquifere im Vergleich (tiefe Geothermie).

Für eine hydrothermale Stromproduktion ist nur das südöstliche Kantonsgebiet interessant. Hier können in den tiefliegenden Aquifere die notwendigen Temperaturen von über 100 °C erreicht werden. Eine sich wirtschaftlich lohnende thermische Entnahmeleistung von rund 5 MW scheint hier denn auch möglich. Dennoch ist die geothermische Stromproduktion heute erst dann ökonomisch, wenn für die bei der Stromproduktion anfallende Restwärme ebenfalls Abnehmer vorhanden sind. Bohrstandorte sollten sich deshalb idealerweise nahe der Siedlungsgebiete befinden.

Ein grosser Unsicherheitsfaktor besteht bei der Wasserdurchlässigkeit der Aquifere. Es wird angenommen, dass diese besonders entlang von Bruchzonen stark erhöht ist. Solche Zonen mit durch Deformation zerbrochenem Gestein stellen denn auch die interessantesten Erkundungsziele innerhalb der Aquifere dar. Standorte ohne ideale Wasserdurchlässigkeiten können zukünftig nur mittels EGS-Technik wirtschaftlich erschlossen werden. Hier schlummert ein grosses Potenzial.



Bereiche, in welchen im Kanton Thurgau eine hydrothermale Stromproduktion potenziell möglich ist.

Die wirtschaftlichen Aspekte

Bei der oberflächennahen Geothermie stehen Erdwärmesondenheizungen in Konkurrenz zu konventionellen Heizungen. Die Installation einer einzelnen Erdwärmesonde kostet derzeit 80 bis 90 Franken pro Bohrmeter. Hinzu kommen Kosten für die Anschlüsse an die Wärmepumpe sowie die Wärmepumpe selbst. Für eine Erdwärmesondenheizung spricht, nebst der Unabhängigkeit von Erdöl und Erdgas, auch der finanzielle Aspekt. Langfristig gesehen sind die Betriebskosten tiefer als bei einer konventionellen Heizung.

Die Investitionskosten einer Tiefengeothermieanlage sind massgeblich durch die Bohrkosten gegeben. Diese nehmen mit der Tiefe exponentiell zu. Eine 1 Kilometer tiefe Bohrung kostet bereits über eine Million Franken, bei einer 5 Kilometer tiefen Bohrung ist mit rund 40 Millionen Franken zu rechnen.

Die Umwelteinflüsse

Grundsätzlich sind die Umwelteinflüsse der oberflächennahen Geothermie bei qualifizierter Ausführung sehr gering. Insbesondere bei der Grundwassernutzung besteht jedoch ein Konflikt mit der Trinkwassergewinnung.

Bei einer hydrothermalen Nutzung tiefer Aquifere kann möglichen Umwelteinwirkungen während der Bauphase mit entsprechenden Bewilligungsaufgaben entgegengewirkt werden. Damit wird dem Lärm-, Boden- und Gewässerschutz Rechnung getragen.

Die Risiken

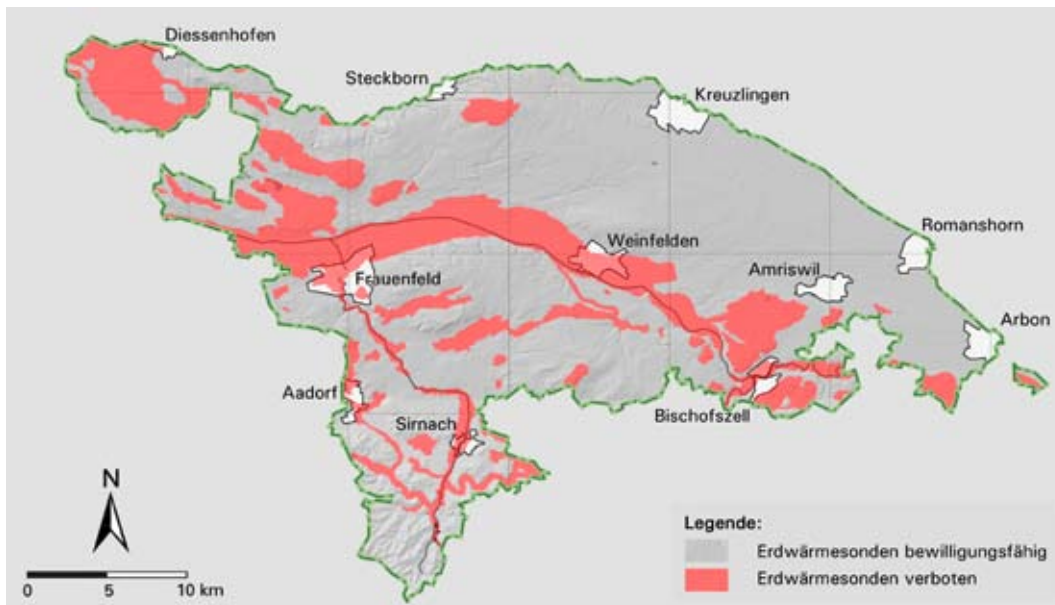
Die Technologie der oberflächennahen Geothermie ist etabliert und ausgereift. Es gilt aber zu beachten, dass in einzelnen Gebieten unter Druck stehendes Grundwasser zu bohrtechnischen Problemen führen kann. Die Gefahr durch quellfähige Formationen (z.B. Anhydrit), welche zur Anhebung des Untergrundes führen können, oder durch Spülungsverlust, zum Beispiel in Karsthöhlen, ist im Kanton Thurgau nicht gegeben. Ebenfalls sind Vorfälle durch das Zuströmen von natürlichem Erdgas und der damit verbundenen Explosionsgefahr nicht bekannt.

Bei tiefen hydrothermalen Projekten bestehen die für tiefere Bohrungen normalen technischen Risiken wie Bohrlochinstabilitäten oder Gesteinsbrüche. Aus wirtschaftlicher Sicht kommt bei der hydrothermalen Tiefengeothermie das Risiko hinzu, nicht genügend heisses Wasser zu finden (Fündigkeitsrisiko). Die Durchlässigkeit eines hydrothermalen Systems kann mittels Einpressen eines Säure-Wasser-Gemisches optimiert werden. Generell muss der Frage der induzierten Seismizität (Erschütterung des Erdreichs) Beachtung geschenkt werden, insbesondere bei Anwendung der zukunftssträchtigen EGS-Technik.

Die rechtlichen Rahmenbedingungen

Für die Errichtung von Erdwärmesondenbohrungen ist eine Bewilligung des Kantons erforderlich. Als wichtige Orientierungshilfe dient die Erdwärmenutzungskarte (www.thurgis.tg.ch). Diese zeigt, wo Anlagen grundsätzlich bewilligungsfähig sind. Ab einer Bohrtiefe von über 200 Metern sowie im Gebiet bekannter Vorkommen von gespanntem, unter Druck stehendem Grundwasser wird eine geologische Begleitung und möglicherweise eine hydrogeologische Vorabklärung verlangt.

Die rechtlichen Rahmenbedingungen für die geothermische Grundwassernutzung sind durch das Gewässerschutzgesetz definiert. Die Bewilligungspraxis sieht die Konzentration auf grosse Wärmenutzungsanlagen vor. Damit wird eine mögliche Beeinträchtigung des Grundwassers minimiert. Für die Nutzung des Grundwassers ist eine Konzessionsgebühr an den Kanton zu entrichten. Für die tiefe Geothermie liegt es im Kompetenzbereich des Kantons, Nutzungsrechte zu erteilen. Er stützt sich dabei auf das Wasserrecht. Ein ausführliches Konzept für die Nutzung der Geothermie im Kanton Thurgau ist in Bearbeitung.



Die Erdwärmekarte zeigt auf, in welchen Gebieten Erdwärmesonden grundsätzlich erlaubt respektive verboten sind. Massgebend ist hierbei vor allem der Grundwasserschutz. Die Erdwärmekarte ist auf www.thurgis.tg.ch öffentlich zugänglich.



Gebiete mit Grundwasservorkommen in oberflächennahen, quartären Lockergesteinen. Hier ist eine Grundwasserwärmenutzung möglich. Eine solche ist bewilligungs- und konzessionspflichtig.

Die Förderung der Geothermie

Der Kanton Thurgau fördert bereits heute die Verwendung des Untergrundes als Wärmequelle. Er unterstützt teilweise den Ersatz bestehender Heizungen durch Wärmepumpen mit Erdwärmesonden mittels Beiträgen. Zudem kann diese Investition von den Steuern abgezogen werden.

Für die Tiefengeothermie gibt es noch keine gesetzlichen Vorgaben für Fördergelder. Der Kanton Thurgau erarbeitet aber gegenwärtig ein Konzept, um diesen Umstand zu ändern. Machbarkeitsstudien für Geothermie-Projekte werden bereits heute mit $\frac{2}{3}$ der Studienkosten oder bis maximal 50'000 Franken unterstützt. Für die Stromproduktion mit Tiefengeothermie bietet der Bund eine Risikodeckung an. Geothermisch erzeugter Strom kann zudem für die kostendeckende Einspeisevergütung (KEV) bei swissgrid.ch angemeldet werden.

Die Perspektiven

Die Nutzungsmöglichkeiten des Untergrundes sind vielfältig: Förderung von Thermal- und Mineralwasser, Erdöl- und Erdgaserkundung, Endlagerung radioaktiver Abfälle, Einlagerung von Kohlendioxid, etc. Dies erfordert ein geeignetes Ressourcenmanagement.

Das theoretische Potenzial für eine geothermische Stromproduktion ist sehr gross. Gegenwärtig ist das technisch nutzbare Potenzial schwierig abzuschätzen, da die Beschaffenheit der Aquifere im südlichen und südöstlichen Kantonsgebiet noch nicht bekannt ist. Daher ist noch unklar, mit welchen Erschliessungsmethoden (hydrothermal, EGS-Technik) das Potenzial dereinst genutzt werden kann.

Die Geothermie im Kanton Thurgau

Die Geothermie steht für eine umweltverträgliche, zukunftsgerichtete Energieversorgung im Kanton Thurgau. Während im oberflächennahen Bereich die Installation von Erdwärmesonden bereits boomt, steckt das eigentliche Potenzial der Zukunft in grösserer Tiefe. Ab rund 3000 Meter Tiefe sind auf dem Kantonsgebiet Temperaturen von über 100 °C zu erwarten. Gelingt es, diese Wärme an die Oberfläche zu bringen und zu nutzen, kann geothermisch sogar Strom erzeugt werden. Noch bestehen für die Nutzung des tieferen Untergrundes grosse Unsicherheiten, welche es mit Hilfe von Pilotprojekten abzubauen gilt. Als innovativer Kanton heisst es jetzt, geeignete Bedingungen für die Zukunft der Geothermie im Thurgau zu schaffen.

Erst am Anfang

Die Entwicklung der Tiefengeothermie zur Stromerzeugung abseits vulkanischer Gebiete steht in Europa und insbesondere in der Schweiz noch am Anfang. Um sie voranzutreiben, braucht es vielfältige Aktivitäten auf den unterschiedlichsten Ebenen. Das Potenzial ist riesig. Im Hinblick auf eine klimafreundliche, Ressourcen schonende Energieversorgung muss abgeklärt werden, in welchem Ausmass es für eine zukünftige Energieversorgung genutzt werden kann.

Die Erde ist heiss

Die Erde ist heiss. In 99% ihres Volumens beträgt die Temperatur über 1000 °C. Ein Teil dieser Wärme stammt noch aus der Zeit der Entstehung der Erde vor 4,6 Milliarden Jahren. Der Rest wird durch radioaktive Zerfallsprozesse fortwährend in der Erdkruste neu generiert. Dies verhindert, dass die Erde auskühlt. Die Wärme wird an die Erdoberfläche transportiert und dort an die Atmosphäre abgegeben. Da die Erdwärme ständig neu gebildet wird und nachfließt, ist sie eine auf lange Sicht erneuerbare, emissionsfreie und vor Ort nutzbare Energiequelle.

Impressum

Herausgeber

Departement für Inneres und Volkswirtschaft
Abteilung Energie
Verwaltungsgebäude
Promenadenstrasse 8
8510 Frauenfeld
Telefon 052 724 24 26
Fax 052 724 22 27
energie@tg.ch

Quelle

«Geothermie-Potenzialstudie Thurgau-Schaffhausen» (November 2009)

Layout

Genius Media AG, Frauenfeld

Download dieser Broschüre

www.energie.tg.ch

November 2010