

Zeitschrift: Tec21
Herausgeber: Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
Band: 130 (2004)
Heft: 3-4: Energiezukunft

Artikel: Strom und Wärme aus der Tiefe: Geothermie in der Schweiz
Autor: Würsten, Felix
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-108353>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 22.01.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Strom und Wärme aus der Tiefe

Geothermie in der Schweiz

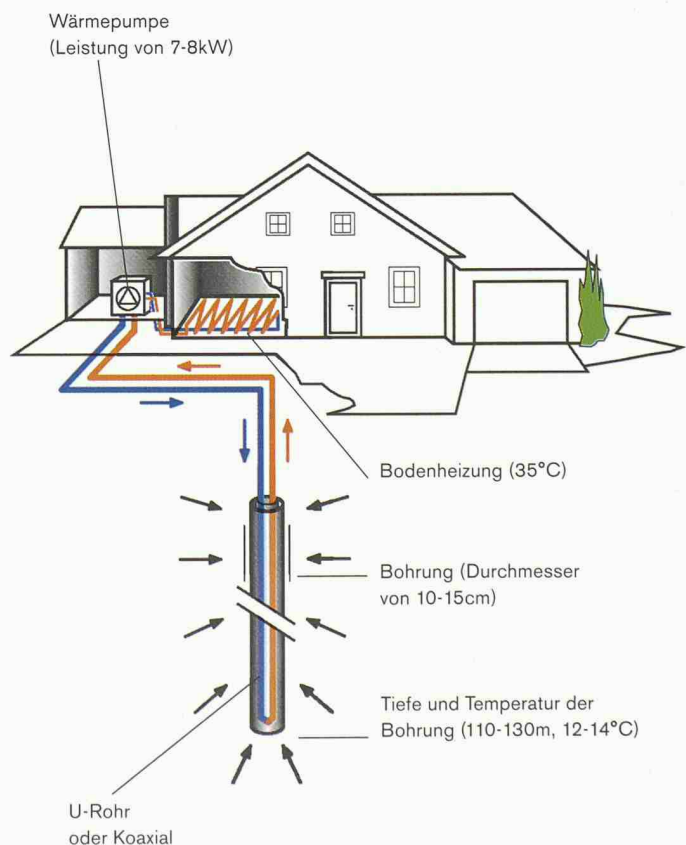
Geothermie gilt als zukunftssträchtige Technologie, denn sie zapft eine erneuerbare Energiequelle an. Zudem sind solche Anlagen platzsparend, landschaftsschonend und emissionsfrei. Inzwischen hat die Wärmeproduktion mittels Geothermie in der Schweiz einen beachtlichen Stellenwert erreicht. Ihre Verfechter möchten in absehbarer Zeit mit Erdwärme auch Strom erzeugen. Eine Pilotanlage in Basel soll zeigen, ob diese Pläne umsetzbar sind.

Bezogen auf die Bevölkerung nimmt die Schweiz bei der geothermischen Wärmeproduktion – dazu gehört auch die Nutzung von Grund- und Thermalwasser – weltweit den dritten Rang ein. Insbesondere bei der Wärmeversorgung von kleinen Wohnhäusern hat sich die Geothermie hierzulande als valable Energieform etabliert. Bislang wurden mehr als 30 000 Erdwärmesonden in Betrieb genommen. Zum überwiegenden Teil handelt es sich um kleine Anlagen mit einer Heizleistung von weniger als 30 kW (Bilder 1–3).

Erdwärmesonden und Geostrukturen

Etwas weniger gut sieht die Situation bei den grossen Gebäuden aus. «Auch bei Bürobauten bietet sich die Nutzung des Untergrundes als Wärmequelle und -speicher an», meint Markus Geissmann, Bereichsleiter Abwärmenutzung, Geothermie und Wind beim Bundesamt für Energie (BfE). Dabei kommen Erdwärmesondenfelder oder Geostrukturen zum Einsatz. Gebäude mit Geostrukturen besitzen spezielle Tiefen- oder Pfahlfundationen mit Rohrleitungen zur Energiegewinnung. Diese Technologie hat sich allerdings noch nicht durchgesetzt. Zum Vergleich: Mit herkömmlichen Erdwärmesonden allein werden in der Schweiz jährlich 533 GWh Wärme erzeugt, mit Geostrukturen nur gerade 9 GWh. Auf die gesamte geothermische Wärmeproduktion gerechnet beträgt der Anteil der Geostrukturen nur gerade 0,9 Prozent.

Für diese Situation gibt es mehrere Gründe. Einerseits mangelt es häufig am nötigen Wissen, wie solche Anla-



1

In der Schweiz wird heute in fast jedem zweiten neuen Einfamilienhaus eine Wärmepumpe installiert, in etwa der Hälfte der Fälle wird zusätzlich noch eine Erdwärmesonde eingebaut (Bild: Schweizerische Vereinigung für Geothermie)



2

Bohrung für die Erdwärmesonde: Ein neuer Bohrkopf wird eingesetzt
(Bild: Schweizerische Vereinigung für Geothermie)

3

Die Erdwärmesonde ist eingesetzt und hinterfüllt, damit sie fest im Boden verankert ist (Bild: Thomas Kohl)

gen zu konzipieren sind. Andererseits ist bei grossen Gebäuden eine Nutzung der Erdwärme nicht immer möglich. Ein gewisser Wärmefluss im Boden muss vorhanden sein. Ungünstige Standortverhältnisse lassen sich bei kleinen Häusern mit einer entsprechend tiefen Sonde wettmachen. Bei grösseren Bauten jedoch können das Fundament oder die Pfähle nicht beliebig weit in den Untergrund verlegt werden.

Wo sich günstige Standorte für Geostrukturen befinden, ist jedoch oft nicht bekannt. Man weiss aber, dass sich das Mittelland besser für die Geothermie eignet als die Alpen (Bild 4). In der Westschweiz wollen nun einige Kantone die nötigen Planungsgrundlagen erarbeiten, um günstige Geothermie-Standorte in zukünftigen Bauprojekten berücksichtigen zu können. Im Kanton Waadt wurden die entsprechenden Kartierungen



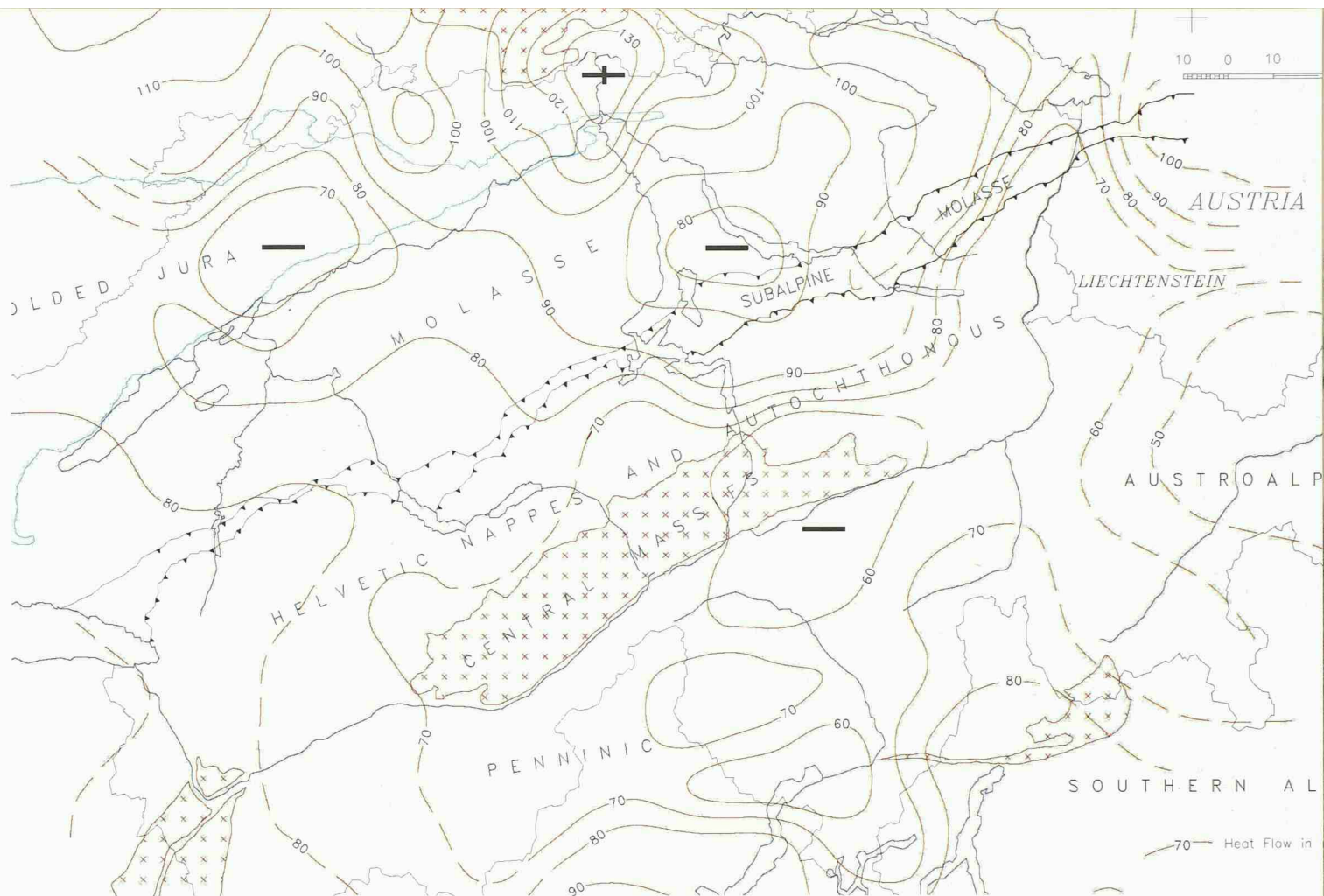
bereits durchgeführt, wie Geissmann erklärt. In den Kantonen Freiburg und Neuenburg sind ähnliche Projekte vorgesehen.

Stromproduktion als Ziel

In absehbarer Zeit soll die Erdwärme in der Schweiz auch für die Stromerzeugung genutzt werden, so wie dies in Island, auf den Philippinen oder im Westen der USA heute schon üblich ist. Da in Mitteleuropa die geologischen Gegebenheiten bedeutend weniger günstig sind als in Zonen mit aktivem Vulkanismus, lässt sich eine Stromproduktion nur mit «Enhanced Geothermal Systems» (EGS) bewerkstelligen.

Das Funktionsprinzip eines EGS ist relativ simpel. Mit Hilfe von mindestens zwei Bohrlöchern wird im Erdinnern eine Wasserzirkulation aufgebaut. Das injizierte Wasser wird in der Tiefe aufgeheizt, zurück an die Erdoberfläche gepumpt und dort für die Stromerzeugung genutzt. Theoretisch eröffnet sich damit eine unerschöpfliche Energiequelle, die gegenüber anderen erneuerbaren Energieträgern wesentliche Vorteile bietet. Ein geothermisches Kraftwerk liefert Bandenergie, benötigt wenig Platz, beeinträchtigt das Landschaftsbild nicht und kann im Prinzip überall aufgestellt werden.

Wie so oft liegen die Tücken in der praktischen Umsetzung. «Gewisse geologische Bedingungen müssen erfüllt sein», erklärt Thomas Kohl, Privatdozent am Institut für Geophysik der ETH Zürich. «EGS sind zwar unter dem Namen «Hot Dry Rock»-Systeme bekannt.



4

Erdwärmennutzung mit Wärmepumpen ist überall möglich. Dies gilt allerdings nicht unbedingt für die rein geothermische Nutzung in Tiefen über 1km. Die Schweizer Karte zeigt Bereiche mit unterschiedlichen natürlichen Wärmeflüssen ($[mW/m^2]$, rotbraune Linien), die insbesondere im Aargau besonders ausgeprägt sind. Der Wärmefluss charakterisiert den Energiefluss, der in der Regel auch proportional zur Temperatur ist (Bild: Institut für Geophysik, ETH Zürich)

Doch gerade bei dichten, trockenen Gesteinen kann es Probleme geben, sollte das Gestein doch eine Klüftung für die Wasserzirkulation aufweisen.» Darüber hinaus erfordert ein EGS hohe Anfangsinvestitionen und eine aufwändige Technik. Die Bohrungen müssen bis in fünf Kilometer Tiefe erfolgen. Und das heisse Wasser ist mit zahlreichen Salzen gesättigt, die es zu kontrollieren gilt.

Pilotanlage Basel

In der Schweiz möchte man nun mit einer Pilotanlage bei Basel konkrete Erfahrungen mit dieser Technik sammeln. Laut Markus O. Häring, Inhaber der Firma Geothermal Explorers Ltd. und treibende Kraft hinter dem Projekt, wurde dieses Jahr eine Sondierbohrung in dreitausend Meter Tiefe erfolgreich abgeschlossen.

«Die Ergebnisse sind viel versprechend. Der geothermische Gradient ist höher als erwartet, und das Gestein weist eine gute Klüftung auf.» Nun soll im nächsten Jahr eine fünftausend Meter tiefe Bohrung in Angriff genommen werden.

Dass die Pilotanlage gerade in Basel entsteht, ist kein Zufall. Der Wärmefluss ist dort relativ hoch (Bild 4), und das warme Wasser ist auch noch für Heizzwecke nutzbar, da ein Fernwärmenetz vorhanden ist. Nur mit einer solchen Kombination lässt sich unter den heutigen Bedingungen ein geothermisches Kraftwerk wirtschaftlich betreiben. Angesichts der hohen Investitionskosten gestaltet sich die Suche nach Investoren schwierig. Immerhin steht nun ein breit abgestütztes Konsortium aus öffentlichen und privaten Geldgebern, das die nächsten drei Bohrungen mit insgesamt 40 Mio. Franken finanziert.

Der Bund, der das Projekt während der Planungsphase direkt unterstützte, gehört nicht mehr zu den Geldgebern. «Mit unseren bescheidenen Mitteln können wir zu wenig bewirken», bedauert Geissmann. In den letzten Jahren standen dem BfE für die Förderung der Geothermie etwa eine Million Franken pro Jahr zur Verfügung. «Damit müssen wir die gesamte Palette von Fördermassnahmen abdecken. Diese reicht von der Schulung von Fachleuten über die Qualitätskontrolle und Evaluation von Pilotanlagen bis hin zur Unterstützung von Forschungsprojekten.»

Trotz der harzigen Geldbeschaffung sind die Verfechter der geothermischen Stromproduktion optimistisch. Sie

Soultz-sous-Forêts: Das ehemalige Experimentierfeld hat sich dermassen bewährt, dass ein Kraftwerk daraus wurde (Bild: Geothermal Explorers Ltd.)



verweisen auf die Erfolge bei der europäischen EGS-Pilotanlage im elsässischen Soultz-sous-Forêts, das europaweit bisher am weitesten fortgeschrittene Projekt (Bild 5). Dieses habe das Potenzial der Technologie bestätigt. «Die Anlage war eigentlich als Experiment gedacht», meint Häring. «Nun wird daraus ein geothermisches Kraftwerk.» Häring ist überzeugt, dass die Strompreise mittel- bis langfristig steigen werden. Dies erhöht die Konkurrenzfähigkeit von Geothermie-Anlagen gegenüber konventionellen Kraftwerken. «Dann lassen sich auch Anlagen bauen, die auf eine reine Stromproduktion ausgerichtet sind. Die Zahl der möglichen Standorte erhöht sich damit um ein Vielfaches.»

Die Geothermie-Forschung erstartet

Geissmann ist überzeugt, dass sich auch die Kosten noch senken lassen. «Wir wissen zum Beispiel nicht, ob der Untergrund so umfassend beobachtet werden muss, wie das heute vorgesehen ist. Zudem dürften die Bohrkosten weiter sinken.» Auch Geophysiker Thomas Kohl sieht Verbesserungsmöglichkeiten: «Die Wirtschaftlichkeit von solchen Kraftwerken lässt sich verbessern, wenn die Geothermie mit einer anderen Bandenergie, etwa Bioenergie, kombiniert wird.» Er arbeitet an einem Konzept, bei dem die Bohrungen nur zwei bis vier Kilometer weit reichen. Dies würde massiv Investitionskosten einsparen. Im Gegenzug müsste das Wasser aus dem Untergrund zusätzlich aufgeheizt werden, damit es für eine effiziente Stromproduktion heiss genug ist. Dazu ist die erwähnte Bioenergie-Anlage

Strom durch Geothermie weltweit

(ce) Die ersten geothermischen Kraftwerke zur Stromerzeugung wurden in den Neunzigerjahren in Italien und Japan gebaut. Inzwischen produzieren 22 Länder einen Teil ihres Stroms auf diese Weise. Die USA und die Philippinen sind je mit rund 2000 MWe installierter Leistung die Spitzenreiter. Indonesien, Italien und Mexiko folgen je mit rund 800 MWe. Japan und Neuseeland produzieren je um die 500 MWe. Island (200 MWe) hat sich laut Wissenschaftssendung MTW von SF DRS (27.11.2003) ehrgeizige Ziele gesetzt und plant bereits die totale Umstellung des Landes auf Geothermie. Die geologischen Gegebenheiten haben einen grossen Einfluss auf diese Entwicklung – in Gebieten mit aktivem Vulkanismus ist Geothermie eine lohnende Energiequelle. Darüber hinaus produzieren auch El Salvador und Costa Rica je 150 MWe mit Geothermie. 12 weitere Länder sind zusammen für die restlichen 300 MWe zuständig, die weltweit via Geothermie erzeugt werden (Daten: Info-Geothermie Nr. 6 von Energie Schweiz, Zahlen gerundet).

nötig, die mit Biomasse, z.B. Holz, betrieben wird. An Möglichkeiten für innovative Forschungs- und Entwicklungsprojekte fehlt es also nicht. Doch die Geothermie-Forschung sieht sich in der Schweiz zurzeit in einer heiklen Lage. Mit der Emeritierung von Ladislaus Rybach entstand an der ETH eine Lücke, die bis jetzt nicht geschlossen ist. «Die Geothermie ist irgendwo zwischen den Ingenieurs- und den Erdwissenschaften angesiedelt. Deshalb haben wir Mühe, uns zu behaupten», erklärt Kohl. Geissmann bedauert diese Entwicklung. «Es ist schade, dass sich in der Schweiz keine Hochschule mehr intensiv mit Geothermie beschäftigt. Dabei handelt es sich um eine zukunftssträchtige Energieform.»

Felix Würsten, Dr. phil. nat., ist freischaffender Wissenschaftsjournalist in Zürich, felix.wuersten@freesurf.ch

Weiterführende Links

Homepage des Bundesamtes für Energie (BFE): www.swiss-energy.ch

Homepage der Forschungsgruppe für Geothermik und Radiometrie an der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich: www.gtr.geophys.ethz.ch

Homepage der Geothermie-Firma «Geothermal Explorers»: www.geothermal.ch

Homepage der Schweizerischen Vereinigung für Geothermie: www.geothermal-energy.ch

Informationen zum europäischen Geothermieprojekt in Soultz-sous-Forêts (F): www.soultz.net