

# Geothermische Energie

Mitteilungsblatt der Geothermischen Vereinigung e. V.

Nr. 14

5. Jahrgang

Mai 1996



## NUTZUNG DER GEOTHERMIE IN EUROPA UND DEM MITTELMEERRAUM

### Auswertung der Angaben des World Geothermal Congress 1995, Florenz

Burkhard Sanner\*

*In May 1995 the World Geothermal Congress (WGC 95) convened the world-wide geothermal family and enabled a review of the current status of geothermal energy use. Based on the reports given at WGC 95 (BARBIER et al., 1995) and on some additional sources, the current use of geothermal energy in Europe and the Mediterranean is discussed here. The figures show the situation for heat and for electricity production at the time of WGC 95.*



Abb 1: 20-MW Kraftwerk Travale-Radicondoli, Larderello, Italien

Der World Geothermal Congress im Mai 1995 in Florenz (WGC 95) hat erstmals in diesem Jahrzehnt die weltweite „Geothermiegemeinschaft“ zusammengeführt und eine Bestandsaufnahme der Entwicklung ermöglicht. Eine Auswertung der Länderberichte anlässlich WGC 95 (BARBIER et al., 1995:3-369) für die Länder Europas und des Mittelmeerraumes zeigt den aktuellen Stand der Nutzung der Geothermie. Dieser ist, ergänzt durch andere Quellen, hier dargestellt, und einige Ausblicke werden versucht.

## Geothermie zur Wärmeversorgung

Für Einzelgebäude kommen, wegen des üblicherweise geringen Wärmebedarfs im Bereich von unter 10 kWth bis maximal einigen 100 kWth, nur Methoden der oberflächennahen Geothermie in Frage. Lediglich Tiefe Erdwärmesonden können bei großen Gebäuden sonst noch sinnvoll sein. Da die gewinnbaren Temperaturen niedrig sind, muß in der Regel eine Wärmepumpe eingesetzt werden, um ausreichend hohe Nutzwärmetemperaturen zu erreichen. Für die Raumkühlung oder bei Einspeicherung von Wärme auf höherem Temperaturniveau kann teilweise auch auf Wärmepumpen verzichtet werden.

Erdgekoppelte Wärmepumpen haben in Mitteleuropa noch keinen durchgreifenden Markterfolg erzielt, im Gegensatz zu Nordamerika, wo die Verkaufszahlen stetig steigen und auch einige sehr große Anlagen mit mehreren MWth Heiz- und Kühlleistung erstellt wurden. Eine Ausnahme bildet die Schweiz; sie weist mit z. Zt. über 6.000 Anlagen allein mit Erdwärmesonden in Europa die größte Nutzungsdichte auf. Für Deutschland schätzen KALTSCHMITT et al. (1995) die Zahl erdgekoppelter Wärmepumpen aller Varianten auf momentan 15.000-27.500. Außer in der Schweiz und in Deutschland sind erdgekoppelte Wärmepumpen vor allem in Österreich und Schweden zu finden, einzelne Anlagen auch in anderen Ländern, z.B. Frankreich und Griechenland.

Unterirdische thermische Energiespeicherung hat sich in Europa vor allem in Schweden und den Niederlanden etabliert. In Schweden bestehen im Süden in der Region Malmö diverse Anlagen, aber auch in anderen Landesteilen bis hin nach Luleå nahe dem Polarkreis, wo sich ein Hochtemperaturspeicher für bis zu 80 °C mit 120 Bohrungen in Granit befindet, sind Aquifer- und Erdwärmesondenspeicher zu finden. In den Niederlanden hat die unterirdische saisonale Kältespeicherung bislang die weiteste Verbreitung gefunden; als Beispiele seien das Krankenhaus „Groene Hart“ in Gouda, das Rijksmuseum in Amsterdam und die Prinz-von-Oranje-Halle auf dem Messegelände (Jaarbeurs) in Utrecht genannt. Aber auch Wärmespeicherung gibt es in den Niederlanden; auf dem Campus der Universität Utrecht wird Wärme aus Kraft-Wärme-Kopplung, die im Sommer nicht verwertet werden kann, in einem über 200 m tief gelegenen Aquifer bei bis zu 90 °C gespeichert und im Winter zur Heizung mit herangezogen.

Anlagen mit Nutzung warmer Wasser aus größerer Tiefe (Hydrothermale Geothermie) müssen wegen der hohen Kosten für Tiefbohrungen (meist Doubletten) für größere Leistungen im Bereich von mehreren MWth aufwärts ausgelegt sein und eignen



sich daher z.B. für Grundlastversorgung in Fernwärmenetzen. Neben der Temperatur ist das Vorhandensein von durchlässigen, wasserführenden Schichten in der Tiefe eine Voraussetzung. Damit sind die Nutzungsmöglichkeiten der Hydrogeothermie auf die geologischen Beckengebiete Europas beschränkt, in Deutschland also auf die Norddeutsche Tiefebene, den Oberrheintalgraben und das Alpenvorland (Molassebecken). In Regionen mit sehr hohen geothermischen Gradienten kann unter Druck stehendes Wasser mit mehr als 100 °C angetroffen werden. Dies trifft für einen Teil der isländischen Geothermiebohrungen zu, wie z.B. für das Gebiet Nesjavellir, von dem aus ein wichtiger Teil der Fernwärmeversorgung der Hauptstadt Reykjavik gespeist wird.

Geothermisch gespeiste Fernwärmeversorgungen gibt es in vielen Ländern Europas. Die Vulkaninsel Island, in der 85 % der Haushalte derartig beheizt werden, nimmt hier eine Sonderstellung ein; aber auch in Mitteleuropa gibt es eine ganze Anzahl von Anlagen. Die Zahlen zur Nutzung der Hydrothermalen Geothermie nach den Länderberichten des WGC 95 sind in Abb. 2 zusammengefaßt.

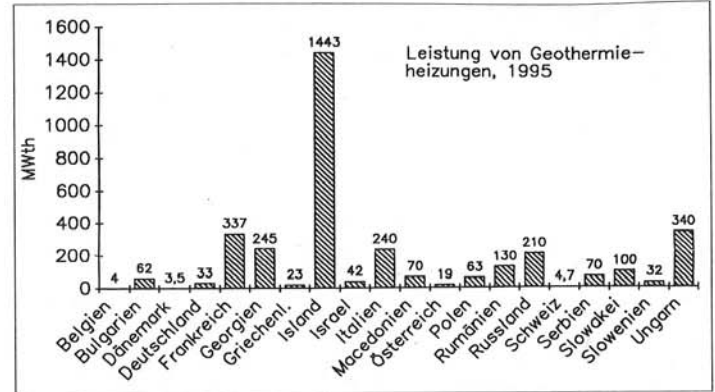


Abb 2.: Nutzung geothermischer Energie zur Wärmegewinnung in Europa, nach Werten des WGC 95 (ohne oberflächennahe Geothermie)

In Frankreich, Deutschland, der Schweiz und Italien wird geothermische Fernwärmeversorgung überwiegend zur Gebäude-

## Inhalt

	Seite
Nutzung der Geothermie in Europa und dem Mittelmeerraum, Auswertung der Angaben des World Geothermal Congress 1995, Florenz <i>Burkhard Sanner</i>	1
Eine große Doubletten-Anlage in Frankreich: Chevilly-Larue <i>Burkhard Sanner</i>	5
Innovationszentrum Wiesenbusch <i>Werner Bußmann &amp; RWE Energie</i>	6
Nutzung der Grubenwärme zur Energiegewinnung <i>Heinz-Joachim Schulz &amp; Werner Rühl</i>	9
Information Systems and Technology Transfer Programs on Geothermal Energy and other Renewable Sources of Energy <i>Marcelo J. Lippmann &amp; Emilio U. Antúnez</i>	11
<b>Dokumentation - Diskussion</b>	18
IEA Implementing on Geothermal Energy Kleine Anfragen der Bundestagsfraktionen SPD und Bündnis 90/Grüne	
<b>Personalien</b>	21
<b>Aus der Branche</b>	22
<b>Lokal - Regional - Global</b>	22
<b>Tagungen - Kongresse - Termine</b>	25
Bonn: Parlamentarischer Abend Symposium „Energiegewinnung aus erdberührten Betonbauteilen“	
<b>Publikationen - Materialien</b>	31
<b>GtVeV intern</b>	32
<b>Impressum</b>	35
<b>ZuguterLetzt</b>	36

heizung betrieben, in Südosteuropa und im Mittelmeerraum überwiegt dagegen das Interesse an landwirtschaftlicher Nutzung (Treibhäuser, z.B. in Frankreich, Griechenland, Italien, Tunesien, Türkei und Israel).

Generell beschränken sich die Möglichkeiten der Hydrogeothermie in Deutschland auf den Raum nördlich der Mittelgebirge, den Oberrheingraben und das Alpenvorland. Tab. 1 führt die für diese Regionen errechnete maximal installierbare Leistung auf. Nach BACHMANN et al. (1995) könnte allerdings wegen nachfrageseitiger Einschränkungen von den theoretisch erschließbaren 220.000 MWth nur höchstens 40.000 MWth tatsächlich genutzt werden.

Region	Fläche ca. km <sup>2</sup>	Installierbare Leistung, MWth
Norddeutsches Tiefland	100.000	55.000
Oberrheingraben	5.000	67.000
Alpenvorland	20.000	98.000
Deutschland gesamt	125.000	220.000

Tab. 1: Potential der Hydrogeothermie in Deutschland (nach Werten aus BACHMANN et al., 1995)

In Frankreich sind z.Zt. 337 MWth geothermische Heizleistung installiert. Die Anlagen befinden sich überwiegend im Pariser Becken (insges. 38 Doubletten), einige auch im aquitanischen Becken (Region Bordeaux). Die größte Anlage, in Chevilly-Larue, einem südlichen Vorort von Paris gelegen, versorgt 13.500 Wohneinheiten. Wegen geänderter Abschreibungsbedingungen und fallenden Ölpreisen Ende der 80er Jahre sind in den letzten Jahren keine neuen Anlagen hinzugekommen. In Frankreich hat sich, mit Unterstützung staatlicher Stellen wie BRGM (Orleans) und ADEME (Paris), eine regelrechte Geothermieindustrie gebildet, die auch über die Landesgrenzen hinaus aktiv ist.

Italien verfügt über hydrothermale Geothermie z.B. in der Po-Ebene. Allein in den Städten Vicenza, Ferrara und Bagno di Romagna wird für Fernwärme insgesamt 294 TJ (81,7 GWh) pro Jahr an geothermischer Energie gewonnen. Dazu kommen Gewächshäuser, die größte Anlage bei Civitavecchia leistet 169 TJ (47 GWh) pro Jahr, und sogar Fischfarmen, wie in Castelnuovo di Valcecina, wo Abwärme aus den geothermischen Kraftwerken der Larderello-Region zur Optimierung der Fischzucht verwendet wird.

In der Schweiz hat es eine intensive Suche nach hydrogeothermischen Ressourcen gegeben, unterstützt durch die Schweizerische Vereinigung für Geothermie (SVG) und die Ende 1994 aufgelöste Eidgenössische Kommission für Geothermie und Unterirdische Speicherung (KGS). Als Ergebnis gibt es heute mehrere kleinere Anlagen, die Wasser mit 20-30 °C aus mittlerer Tiefe aus dem Molassebecken über Wärmepumpen nutzen und lokale Nahwärmenetze versorgen, zwei tiefe Erdwärmesonden in Weggis am Vierwaldstädter See und in Weissbad bei Appenzell, und die Doubletten-Anlage Riehen bei Basel. In Riehen, das direkt an der deutsch-schweizerischen Grenze liegt, wird ein lokales Fernwärmenetz versorgt, und da die Kapazität der Geothermieanlage ausreichend groß ist, wird momentan über einen grenzüberschreitenden Zusammenschluß eine Einspeisung in die Fernwärmeversorgung der deutschen Stadt Lörrach geplant.

Mit 340 MWth Heizleistung aus Geothermie (14 Anlagen in 9 Städten) werden heute in Ungarn 0,25 % des Gesamt-

energieverbrauches oder 0,38 % des Gebäudewärmebedarfs abgedeckt. Im Gegensatz zum Standard in Ländern wie Frankreich und Deutschland werden in Ungarn allerdings keine Doubletten verwendet, sondern das geförderte geothermische Wasser wird nach Gebrauch oberflächlich in Flüsse und Seen abgeleitet. Hierdurch kommt es bereits zu einem Nachlassen des Reservoirdrucks, und die Umstellung auf ReInjection des benutzten Wassers muß dringend erfolgen. Eine Potentialstudie ergab bei weiterhin erfolgreichem Nichteinleiten eine mögliche geothermische Wärme-gewinnung von 43,5 PJ/a, bei Wiedereinleitung jedoch von 63,5 PJ/a.

In Polen, den meisten GUS-Staaten und auf dem Balkan befindet sich ein mit der Ausnahme von Ungarn noch weitgehend unerschlossenes geothermisches Potential. Besonders aktiv wird z.Zt. in Rumänien, Bulgarien und der Republik Mazedonien auf eine Ausweitung der Nutzung hingearbeitet. Grundsätzlich haben die osteuropäischen Staaten erhebliche Finanzprobleme und können die mit hohen Investitionskosten aufwartenden Geothermieanlagen nur schwer aus eigener Kraft erstellen. Solche Anlagen ermöglichen zwar eine kostengünstige Wärmeerzeugung ohne Energieimport, doch müssen zuerst die Gelder für den Anlagenbau beschafft werden. Westliche Hilfe ist erforderlich; leider ist von deutscher Seite noch keine aktive politische Unterstützung auf diesem Gebiet zu erkennen.

### Geothermie zur Stromerzeugung

In Gebieten mit hohen geothermischen Gradienten, typischerweise in Gebieten mit junger Tektonik und jungem Vulkanismus, kann über Bohrungen Wasser oder Dampf mit derart hohen Temperaturen erschlossen werden, daß eine Stromerzeugung über Dampfturbinen möglich ist. Damit werden in der Regel Kondensationskraftwerke konzipiert, bei relativ niedrigeren Temperaturen von 120-150 °C auch ORC-Kraftwerke, die mit einem Zwischenkreislauf mit einem bei geringeren Temperaturen siedenden Medium arbeiten.

Die Hot-Dry-Rock-Technologie ist noch nicht im wirtschaftlichen Maßstab demonstriert worden. Seit mehreren Jahrzehnten wird geforscht und entwickelt, und in den Versuchen in Los Alamos (USA), 2 Standorten in Japan und dem europäischen Projekt in Soultz-sous-Forêts im Elsaß wurden inzwischen wichtige Durchbrüche erreicht. In Los Alamos wurde schon vor längerer Zeit Strom erzeugt, und in Soultz konnte im Sommer 1994 erstmals geothermischer Dampf in Mitteleuropa erzeugt und 1995 eine Zirkulation erreicht werden.

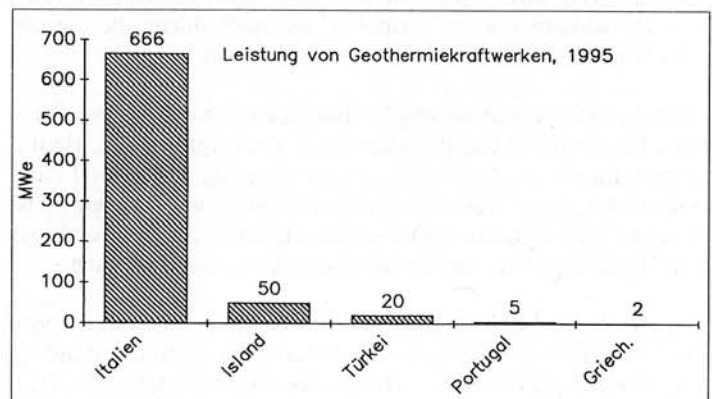


Abb. 3: Nutzung geothermischer Energie zur Stromerzeugung in Europa, nach Werten des WGC 95

Eine Aufsummierung der beim WGC 1995 in den Länderreports angegebenen Zahlen ergibt für die Stromerzeugung mit



Geothermie folgendes Bild für die weltweite Entwicklung:

1990:	5832 MWel
1995:	6798 MWel
2000:	9960 MWel (geschätzt)

Die Verteilung der installierten elektrischen Leistung in den europäischen Ländern ist aus Abb. 3 zu ersehen. Zu den einzelnen Ländern können die nachfolgenden Anmerkungen gemacht werden.

**Griechenland:** Es gibt Versuche zu geothermischer Stromerzeugung in der Ägäis, auf den Kykladen (Mylos) und Dodekanesos (Nisyros).

**Island:** In Island kann ausreichend Strom durch Wasserkraft erzeugt werden. Es gibt dennoch 2 geothermische Kraftwerke mit zus. etwa 50 MW elektrischer Leistung in Svartsengi (Reikjanes-Halbinsel) und Krafla (Nordisland). Das in einem aktiven Vulkangebiet liegende Kraftwerk Krafla wird seit 1977 betrieben, jedoch im Sommer jeweils wegen Überkapazitäten in der Stromversorgung für einige Monate stillgelegt. Die Abwärme des Kraftwerks Svartsengi wird für Heizzwecke genutzt, so werden z.B. Flughäfen und NATO-Basis Keflavik versorgt. Um die reichlich vorhandene Energie nutzen zu können, wird versucht, energieintensive Industrie anzusiedeln.

**Italien:** Italien ist das klassische Land geothermischer Stromerzeugung seit den ersten Versuchen des Grafen Conti 1904. Momentan werden etwa 666 MW Strom aus Geothermie gewonnen und damit 1,6 % des italienischen Strombedarfs gedeckt. Die Felder befinden sich in der Toskana (Larderello, Travale-Radicondoli) und Latium (Monte Amiata). Weiter südlich geht die Exploration und Erschließung geothermischer Felder weiter, bis zur schon nahe an Nordafrika liegenden Insel Pantelleria.

**Portugal:** Auf den zu Portugal gehörenden Azoren werden in einer Demonstrationsanlage etwa 5 MW Strom erzeugt. Ein Ausbau ist vorgesehen, um das isolierte Versorgungsnetz der Inseln zu unterstützen. Die geologische Lage der Azoren auf dem mittelatlantischen Rücken entspricht etwa derjenigen Islands.

**Türkei:** Einige geothermische Felder sind im Süden Anatoliens bekannt. In Kizildere werden etwa 20 MW Strom aus Geothermie gewonnen. Die Planungen sehen bis zum Jahr 2010 eine Steigerung auf 260 MW vor. Für die sonst auf Energieimporte angewiesene Türkei kann die geothermische Stromerzeugung eine wichtige einheimische Energiequelle werden.

**Ungarn:** Ungarn, ein Land mit verbreiteter Anwendung geothermischer Wärmenutzung, hat noch keine geothermische Stromerzeugung. Die meisten Lagerstätten sind dazu nicht heiß genug. Etwa 25 MW Strom könnten aus bekannten Feldern gewonnen werden, weitere sind zu vermuten. Dennoch dürfte die thermische Nutzung weiterhin vorherrschend bleiben.

Auch in anderen südosteuropäischen Staaten wie Albanien, Bosnien, Kroatien und Restjugoslawien können regional gute Bedingungen für die geothermische Stromerzeugung vorliegen. Leider fehlen hier Daten fast vollständig. Lediglich aus Slowenien ist bekannt, daß Pläne für ein Geothermiekraftwerk auf der Basis von Heißwasservorkommen im Osten des Landes bestehen.

Während in Italien Exploration und Nutzung von Hochenthalpielagerstätten weiter steigend ist, muß in den mitteleuropäischen Ländern die erfolgreiche Demonstration der Hot-Dry-Rock-Technik abgewartet werden. Außer in Nischen, in denen Stromerzeugung aus hydrothermalen Geothermie mittels ORC-Technik sinnvoll sein kann, wird erst die Hot-Dry-Rock-Technologie in größerer Tiefe einen wesentlichen Beitrag der Geothermie zur Stromerzeugung z.B. in Frankreich oder Deutschland ermöglichen können. Allerdings stimmen nach Jahrzehnten der Grund-

# GRUNDAG

## Energie aus dem Erdreich mit Grundag- Duplex-Erdwärmesonden®



**Wir senden Ihnen  
gerne unsere  
Dokumentation!**

**Grundag AG** CH-9201 Gossau SG  
Tiefbohrungen Schweiz  
Telefon (+41) 071 388 89 19  
Telefax (+41) 071 388 89 15

lagenforschung nun die Zeichen eher optimistisch, und es ist nicht ausgeschlossen, daß noch vor der Jahrtausendwende in Soultz-sous-Forêts eine Pilotanlage mit Hot-Dry-Rock-Technik geothermisch erzeugten Strom liefert. Andere Standorte, wie Bad Urach, sind ebenso bereits gut untersucht und könnten bald folgen. Für die mitteleuropäische Geothermie jedenfalls könnte das 21. Jahrhundert die Zeit der Hot-Dry-Rock-Nutzung werden.

Schrifttum:

BACHMANN, I., KABUS, F. & SEIBT, P. (1995): Hydrothermale Erdwärmennutzung. - in: KALTSCHMITT, M. & WIESE, A. (Hrsg.), Erneuerbare Energien, S. 366-389, Springer, Berlin

BARBIER, E., FRYE, G., IGLESIAS, E. & PÁLMÓSON, G. (Hrsg.) (1995): Proceedings of the World Geothermal Congress 1995. - 3028 S., IGA, Auckland

KALTSCHMITT, M., LUX, R. & SANNER, B. (1995): Oberflächennahe Erdwärmennutzung. - in: KALTSCHMITT, M. & WIESE, A. (Hrsg.), Erneuerbare Energien, S. 366-389, Springer, Berlin

\*Dr. Burkhard Sanner, Institut für Angewandte Geowissenschaften der Justus-Liebig-Universität, Gießen

## EINE GROSSE DOUBLETTEN-ANLAGE IN FRANKREICH: CHEVILLY-LARUE

Burkhard Sanner\*

*In France, district heating networks supplied by geothermal energy can be found in the Paris Basin and in Aquitain. 38 doublets are operational in the Paris region. In Chevilly-Larue, a large network heating 13500 flats is connected to two doublets ca. 2.2 km deep, tapping the Dogger sediments. Temperature of thermal water is 74 °C at wellhead; total thermal output connected is 75 MW, including 7 decentralized peak-/backup-boilers. Investment cost per flat can be calculated to ca. 15000 FF. Today the plant is operated by the private corporation SEMHACH.*

In Frankreich wird hydrothermale Geothermie im aquitanischen Becken und im Pariser Becken genutzt. Die Anlagenzahlen sind sehr viel höher als in Deutschland, und die Anlagenersteller und -betreiber können auf langjährige Erfahrungen zurückblicken. Momentan werden im Aquitain 15 Bohrungen betrieben, es handelt sich durchweg um reine Produktionsbohrungen ohne Reinjektion, da das Wasser Trinkwasserqualität aufweist und weitergenutzt werden kann. Bei der bisherigen Nutzung gibt es in den erschlossenen Kreideserien, die am Westrand des Massiv Central ausstreichen und dort erhebliche Grundwasserneubildung erfahren, noch keine Probleme mit dem Aquiferdruck; bei steigenden Anlagenzahlen müßte allerdings ggf. reinjiziert werden (die Situation ähnelt somit dem Molassebecken). Im Pariser Becken werden 38 Doubletten betrieben, die überwiegende Mehrzahl ist auf den Dogger angesetzt, 2 auf das Albien.

Bohr- und  
Bergbautechnik

St.Galler Strasse 12    Telefon 071 388 89 29  
CH-9201 Gossau SG    Telefax 071 388 89 25

