

Erdwärme : Eine saubere und nachhaltige Energie für alle

Editorial

Während Jahrtausenden haben die Menschen auf allen Kontinenten die Wärme, die als Thermalquellen und Dampf aus dem Untergrund tritt, genutzt. Seit dem Anfang des 20. Jahrhunderts erlaubte es die Entwicklung der Bohrtechnik auch reichhaltige, natürliche Quellen von Warmwasser und Dampf aus mehr oder weniger grossen Tiefen auf effiziente Weise zu erschliessen. Heute wird die umweltfreundliche, geothermische Energie in gegen 60 Ländern genutzt und ist nun auch wirtschaftlich durchaus mit der fossilen oder nuklearen Energie zu vergleichen. Der mit der Geothermie erzeugte Strom ist für mehr als 50 Millionen Menschen eine umweltschonende Energie ohne Verschmutzung der Luft, der Wassers oder des Bodens. Ebenso wird mit Thermalwasser CO₂-frei geheizt, sei es in Wohnvierteln, für Treibhausanlagen oder Fischzuchten. Schliesslich kann das geothermische Potenzial auch im Niedertemperaturbereich für die Wärmeversorgung und Klimatisierung von Einfamilienhäusern als auch Grossbauten genutzt werden.

Zur Zeit wird erst ein winzig kleiner Teil des globalen geothermischen Potenzials genutzt. Technische Verbesserungen sowie eine vertiefte Aufklärung über den Nutzen der Geothermie könnte in den meistens Ländern der Welt zu einem starken Entwicklungsschub dieser sauberen und verlässlichen Energie führen.

Die geothermische Energie ist ein zentraler Teil einer erneuerbaren Zukunft. Tatsächlich hat eine Untersuchung über das globale geothermische Potenzial gezeigt, dass 39 Länder in Afrika, Lateinamerika und Südostasien 100% ihres Strombedarfs durch die Geothermie decken und so 620 Millionen Menschen versorgen könnten.

F.-D. Vuataz

Geothermische Vorkommen und Entwicklungen in der Welt

Die Nutzung der im Untergrund gespeicherten Wärme wird Geothermie genannt. Diese Wärme stammt im Wesentlichen von natürlichen radioaktiven Zerfallsprozessen im Gestein der Erdkruste und zu einem kleineren Teil aus dem Wärmeaustausch mit den inneren Zonen der Erde her. Es ist wichtig zu wissen, dass 99 % der Erdmasse eine Temperatur von über 1000° C aufweist und nur 0,1% unter 100° C liegt.

In den meisten Regionen der Welt hat das Gestein in 1 km Tiefe allgemein eine Temperatur von 35 bis 40° C. In derselben Tiefe kann die Temperatur bei besonders vorteilhaften geologischen Bedingungen, oder in vulkanischen Regionen, 100 bis 400° C erreichen.



Schüttende Thermalquelle im Yellowstone Nationalpark, USA (Foto F.-D. Vuataz)

Die Förderung der Wärme aus dem Untergrund muss auf eine konzentrierte Art und Weise erfolgen. Dies wird durch Bohrungen erreicht, wodurch die im Gestein gespeicherte Wärme heraufgeholt wird. Die heutige Bohrtechnologie erlaubt es Vorkommen in bis zu 5000 m Tiefe und bis zu 400° C zu erschliessen.

Man unterscheidet in der Geothermie entsprechend der Quelltemperatur zwei Arten der Energienutzung : die direkte Wärmenutzung sowie die Umwandlung der Wärme zu Strom.



Die direkte Wärmenutzung

Das aus einem geothermischen Vorkommen stammende Warmwasser kann direkt für die Versorgung von Fernwärmenetze, von Schwimmbecken von Thermalbädern, von Fischzuchten, von Treibhäusern und anderem verwendet werden.

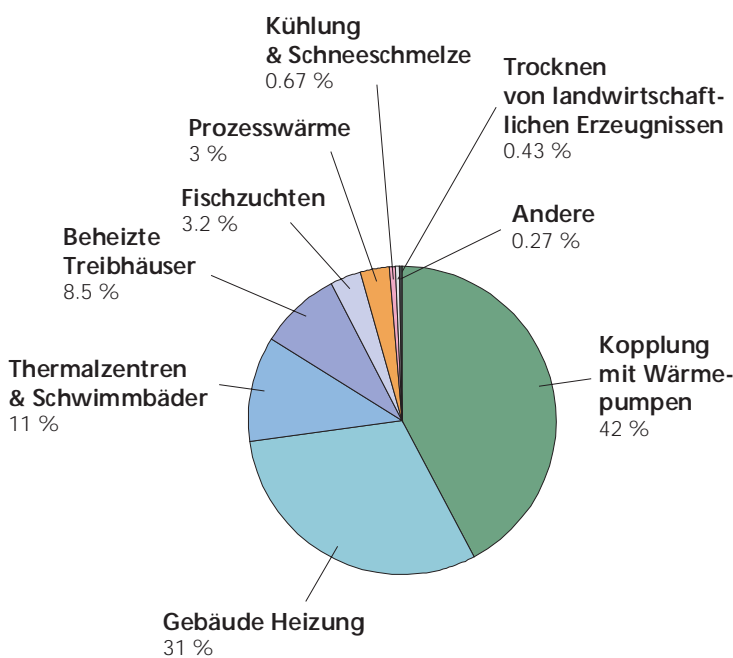
Die bis heute realisierten geothermischen Anlagen werden hauptsächlich zu Heizzwecken (Ein- und Mehrfamilienhäuser, Industriegebäude und Landwirtschaft), für Heilbäder und für Fischzuchten eingesetzt.



Durch Geothermie beheizte Treibhäuser in der Toskana, Italien (Foto F.-D. Vuataz)

Dabei kommt der gesamte Temperaturbereich zwischen 15 und 100° C zu Einsatz. In den Heizzentralen wird die Wärme der geothermischen Flüssigkeit mit Hilfe eines Wärmetauschers auf eine Arbeitsflüssigkeit eines Versorgungsnetzes übertragen. Die dabei abgekühlte geothermische Flüssigkeit wird in die Tiefe zurückgegeben.

Wenn in starken Kälteperioden die Quelltemperatur nicht ausreicht, kann für die Deckung der Spitzenlast eine zusätzliche Energiequelle zugeschaltet werden (Strom, Gas, Oel).



Prozentuale Verteilung der geothermischen Anlagen mit direkter Nutzung weltweit für das Jahr 2000 (total : 17'200 MWth in 55 Ländern)

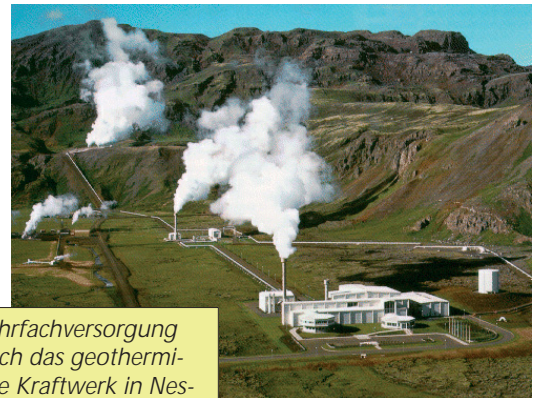
Die Grösse der Anlagen ist sehr unterschiedlich und reicht von 7 kWth¹ bei Einfamilienhäusern bis 100'000 kWth für Fernwärmenetze zur Versorgung von Tausenden von Wohnungen, einschliesslich Schulen, Spitäler, etc.

Die Wärmeumwandlung zu Strom

Die Stromproduktion mit Hilfe der Erdwärme basiert auf einem System aus Dampfturbine und Generator. Beim Aufstieg in der Bohrung fällt in der geothermischen Flüssigkeit der Druck und eine teilweise Verdampfung tritt ein. Der den Bohrkopf erreichende Dampf steht unter hohem Druck und hoher Temperatur, womit die Turbine angetrieben wird. Der damit verbundene Generator produziert dann den Strom. Es gibt verschiedene Kraftwerkstypen, je nach Temperaturniveau, Druck und Dampfvolumen.

Die Kapazität der Kraftwerke variieren entsprechend der Art und Grösse eines geothermischen Vorkommens: die kleinsten haben nur eine Turbine von 1 bis 5 MWe², während die meisten Anlagen eine installierte Leistung von 20 bis 50 MWe aufweisen. Die grössten Kraftwerke übersteigen gar 100 MWe.

Der Wirkungsgrad der Stromumwandlung hängt von der Temperatur ab, welche über 180° C betragen sollte. Daher werden geothermische Kraftwerke für Temperaturen zwischen 150 und 250° C geplant.



Mehrfachversorgung durch das geothermische Kraftwerk in Nesjavellir, Island : 60 MW elektrisch für das nationale Stromnetz und 150 MW Wärme für eine 27 km lange Leitung bis Reykjavik (Foto E. Thor)

Indessen werden seit einigen Jahren auch geothermische Vorkommen mit tieferen Temperaturen (100 bis 150° C) für die Stromproduktion genutzt.

Um einen möglichst hohen Ausnutzungsgrad eines geothermischen Vorkommens zu erreichen, sollte die Temperatur der reinjizierten Flüssigkeit so tief wie möglich sein. Da die Temperatur am Austritt der Dampfturbine noch gegen 100° C beträgt, ist eine weitere Abkühlung durch eine direkte Wärmenutzung sinnvoll.

¹ 1 kWth = 7 Kilowatt thermisch : Leistung zur Deckung des Wärmebedarfs eines Einfamilienhauses unter den klimatischen Bedingungen der Schweiz.

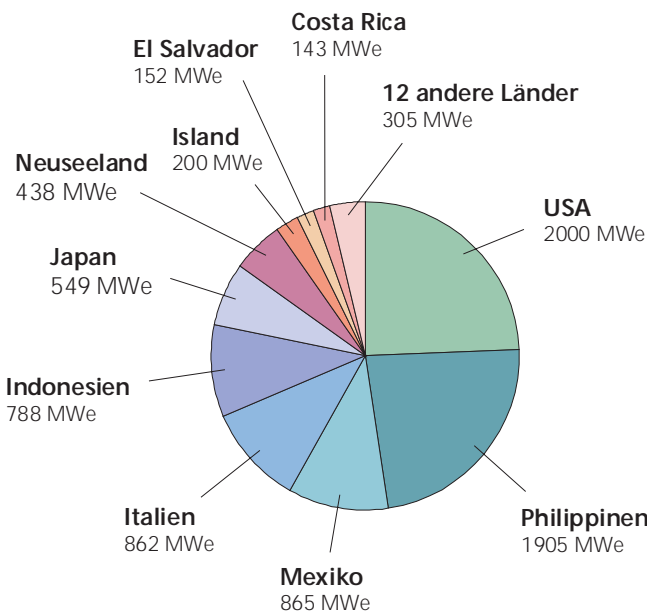
² 1 MWe = 1 Megawatt elektrisch (1000 Kilowatt) : Leistung zur Deckung des Strombedarfs von etwa 1000 Einwohnern mit dem Standardverbrauch der Schweiz.



Geothermische Strom- und Wärme-
produktion für das Thermalbad Bad
Blumau, Österreich (Foto F.-D. Vuataz)

Die Geothermie in der Welt

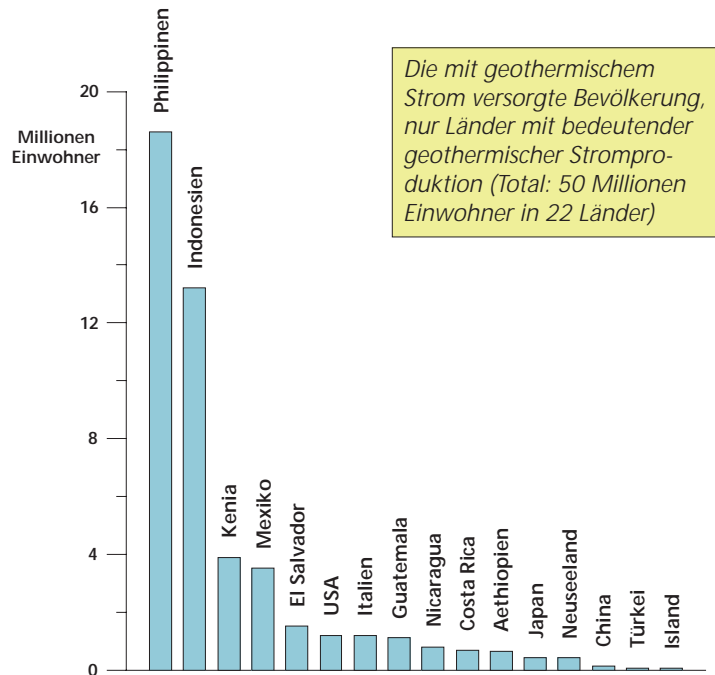
Die ersten geothermischen Kraftwerke wurden ab 1900 in Italien und Japan gebaut. Während beinahe 50 Jahren beheimatete das geothermische Feld in Larderello in der Toskana die einzige Anlage zur Stromproduktion. Ab 1960 begann die industrielle Entwicklung der geothermischen Stromerzeugung und umfasst heute 22 Länder, hauptsächlich die USA, die Philippinen, Mexiko, Italien und Indonesien. Zur Zeit wird bereits in fünf Ländern 10 bis 22% des Stroms mit der Geothermie erzeugt (Philippinen, El Salvador, Island, Nicaragua und Costa Rica).



Installierte Leistung der geothermischen
Stromproduktion 2003 in den 10 wichtigsten
Ländern (total : 8'200 MWe in 22 Ländern)

Die Dampfvorkommen mit hoher Temperatur und hohem Druck werden im Wesentlichen für die Stromproduktion verwendet. Die geothermischen Vorkommen von mittlerer oder tiefer Temperatur werden meistens direkt für die Gebäudebeheizung und Thermalbäder, aber auch für Treibhäuser, Fischzuchten oder industrielle Nutzungen verwendet. Die Nutzungen von 55 Ländern zusammengenommen (China, USA, Island, Frankreich, Ungarn, Japan, Italien, Neuseeland, etc.) ergibt eine installierte Leistung von über 17'000 MWth.

Die Anwendungen und die eingesetzten Techniken sind von Land zu Land sehr verschieden. In Westeuropa versorgen die grossen geothermischen Anlagen vor allem Fernwärmenetze, während kleine Anlagen zusammen mit Wärmepumpen meistens den Wärmebedarf von Einfamilienhäusern sicherstellen. In Osteuropa sind die Nutzungsarten unterschiedlicher, insbesondere bei den Anwendungen in zahlreichen Treibhäusern.



Die mit geothermischem
Strom versorgte Bevölkerung,
nur Länder mit bedeutender
geothermischer Strompro-
duktion (Total: 50 Millionen
Einwohner in 22 Ländern)

Interview

Christian Fouillac

Direktor der Forschung
Groupe BRGM
Orléans, Frankreich



Die weltweiten geothermischen Vorkommen sind enorm, wieso geht deren Erschliessung und Nutzung nicht rascher voran ?

C. F.: Die Erschließung geothermischer Ressourcen erfordert mehr oder wenige tiefe Bohrungen, deren Ergebnis vorher nie bekannt ist. Das damit verbundene finanzielle Risiko erscheint vielen Investoren zu hoch, auch wenn die Erfolgchancen statistisch gesehen relativ hoch sind. Die oft sehr gute Kenntnis des Untergrundes durch die Erdölprospektion verringert diese Risiken noch weiter, insbesondere bei der Erschließung niedriger Temperaturen. Bei der Stromproduktion in vulkanischen Gebieten sind die Risiken größer, aber es gibt bereits viele nachgewiesene Vorkommen die nur auf ein geeignetes Finanzierungs-konzept für ihre Erschließung warten.

Während mehrerer Jahren ist der Energiepreis tief geblieben : sollte man diese Periode nicht für die Entwicklung von erneuerbaren Energien und insbesondere der Geothermie nutzen ?

C. F.: Da der Preis für fossile Energieträger unausweichlich steigen wird, ist es sinnvoll, schon heute in die Entwicklung erneuerbarer Energien zu investieren, um nicht morgen unter großem Zeitdruck handeln zu müssen. Innerhalb der erneuerbaren Energien bietet die Geothermie wichtige Vorteile: Unempfindlichkeit gegenüber klimatischen Risiken, geringer Platzbedarf, Möglichkeit der kontinuierlichen Energieproduktion zur Deckung des Grundbedarfs, Möglichkeit Strom und/oder Wärme zu produzieren. Es handelt sich also um eine Zukunftsinvestition.

Welche Bereiche der Forschung würden die Entwicklung der Geothermie beschleunigen ?

C. F.: Zwei Forschungsrichtungen sind zu forcieren. Auf der einen Seite die Verbesserung der insbesondere geophysikalischen Prospektionsmethoden für die Geothermie bei hohen Temperaturen. Auf der anderen Seite die Entwicklung wirksamer und preiswerter Methoden zur Verringerung kieselliger Ablagerungen im Förderkreislauf, wodurch die Energieausbeute bei der Umwandlung von Wärme in Strom deutlich erhöht werden könnte. Die größte Hoffnung auf Fortschritt ist aber die Machbarkeit neuer Erschließungstechniken, wie „heißes Kluftgestein“ oder „stimulierte geothermische Systeme“. Tatsächlich würde die Erschließung tiefer Wärmequellen, die überall in der Erdkruste vorhanden sind, einen bedeutenden Fortschritt der Geothermie ermöglichen. Dazu müssten aber insbesondere die Kosten für tiefe Bohrungen durch verbesserte Technologien nennenswert gesenkt werden.

Kontakte & Auskünfte

Förderstelle Geothermie Deutsch-Schweiz
 Dr. Mark Eberhard
 Eberhard & Partner AG
 Schachenallee 29 - 5000 Aarau
 Tel.: 062 823 27 07 - Fax: 062 823 27 06
 mark.eberhard@geothermal-energy.ch

Häufig gestellte Fragen

Was ist von geothermischen Anlagen sichtbar ?

Die Erdwärmesonden sowie die tiefen Aquiferbohrungen für die Beheizung von grösseren Überbauungen sind absolut unsichtbar. Nur ein Metalldeckel auf der Oberfläche weist auf deren Existenz hin. Die zugehörigen Heizinstallationen befinden sich im Untergeschoss der Gebäude und brauchen deutlich weniger Platz als eine herkömmliche Ölheizung.

Moderne geothermische Kraftwerke sind sehr kompakt und lassen sich mühelos in eine Landschaft integrieren. Heutzutage haben die Kühltürme kleine Ausmasse und erzeugen keine Dampfwolken.

Ausgewählte Seiten im Internet

International Geothermal Association (IGA)

<http://iga.igg.cnr.it/>

Geothermische Vereinigung Deutschland (GtV)

<http://www.geothermie.de/>

Geo-Heat Center, Klamath Falls, Oregon

<http://geoheat.oit.edu/>

Geothermie bei der Weltbank

www.worldbank.org/html/fpd/energy/geothermal/

!!! Hotline !!!

Veranstaltungen

18. Oktober – 14. Dezember 2003

Ausstellung „Geothermie – sanfte Energie“
 in Freiburg, Kaleidoscope (EEF),
 Bd de Pérolles 25, Freiburg
 Auskünfte: www.few.ch/

20. November 2003

Bildungstagung
 Mise en valeur de l'énergie du sous-sol :
 installations de sondes géothermiques
 Ecole d'ingénieurs de l'arc Jurassien, Le Locle
 Tel. : 032 930 30 30 ; secretariat@eicn.ch

24. – 29. April 2005

Weltkongress Geothermie, Antalya, Türkei
<http://www.wgc2005.org/>

Gratis - Abonnement

Info - Geothermie (3x Jahr)

Deutsch Français Italiano

Firma / Institution: _____

Name / Vorname: _____

Adresse: _____

PLZ / Ort: _____

Tel / Fax: _____

e-mail: _____

Diesen Coupon schicken an Schweizerische Vereinigung für Geothermie (SVG) :

Sekretariat: H. Rickenbacher
 Dufourstr. 87, CH-2502 Biel
 Tel. & Fax 032 341 45 65
svg-ssg@geothermal-energy.ch



Oktober 2003 / Nr. 6

Erscheint 3 mal pro Jahr in deutsch, französisch und italienisch

Herausgeber

Schweizerische Vereinigung für Geothermie SVG, Biel

Redaktion

François-D. Vuataz, CHYN, Univ. NE
francois.vuataz@geothermal-energy.ch

Redaktionskomitee

Harald Gorhan, Thomas Kohl,
 Thomas Mégel, Daniel Pahud,
 Ladislaus Rybach, Jules Wilhelm

Übersetzung

Thomas Mégel, GeoWatt, ZH

Satz/ Grafik

Stéphane Cattin, CHYN, Univ. NE

Druck

Cighélio Sarl, Neuchâtel

Info - Geothermie
Impressum