

# Erdwärme: Eine saubere und nachhaltige Energie für alle

## Die Geothermie

Die Erdwärme wird Geothermie genannt. Diese Wärme stammt hauptsächlich aus dem natürlichen radioaktiven Zerfall des Gesteins der Erdkruste und zu einem kleineren Teil aus dem Wärmeaustausch mit tieferen Erdschichten. In den meisten Regionen der Erde beträgt in einer Tiefe von 500 m die Temperatur etwa 25-30°C, in 1000 m Tiefe etwa 35-45°C. In anderen Regionen können bei entsprechenden geologischen Bedingungen (ausgedünnte Erdkruste, Vulkanismus) diese Temperaturen 100°C, oder sogar 200°C oder mehr erreichen!

Allerdings ist die im Gestein gespeicherte Wärme zu wenig konzentriert um sie ökonomisch direkt fördern zu können; es muss daher eine Flüssigkeit vorhanden sein - üblicherweise ist dies Wasser - um die Wärme an die Erdoberfläche zu transportieren. Wenn das Gestein permeabel ist, kann dieses Fluid bereits von Natur aus im Untergrund vorhanden sein: dies sind die so genannten Grundwasserleiter. In den meisten Fällen befinden sie sich in nur geringen Tiefenlagen, aber es kommen auch Tiefen von 500 bis 2000 m vor. Sind keine natürlichen Grundwasserleiter vorhanden, so können verschiedene Verfahren angewendet werden um die im Gestein gespeicherte Wärme an ein Fluid abzugeben. Die verschiedenen Arten der Geothermie werden entweder bezüglich der Reservoirtemperatur oder der Art der Energienutzung unterschieden.

## Die Nutzung der Geothermie - Umwandlung der Wärme in Elektrizität

Beträgt die Temperatur der geothermischen Wärmequelle über 150°C, so kann eine Umwandlung der Wärme in Elektrizität rentabel sein. Wenn das geothermische Fluid unter hohem Druck und hoher Temperatur im Bohrloch aufsteigt, besteht es aus einem Gemisch von Wasser und Dampf. Der Energieinhalt des unter Druck stehenden Dampfes wird mittels Turbine und Generator in Elektrizität umgewandelt. Die Elektrizität wird dabei in ein existierendes Verteilnetz eingespeist. Am Ausgang der Turbine, also nach der Umwandlung der geothermischen Energie in Elektrizität, beträgt die Temperatur des Fluids noch etwa 100°C. Dies erlaubt anschließend eine direkte Wärmenutzung beispielsweise zur Gebäudeheizung.

## Direkte Wärmenutzung

Beträgt die Temperatur der geothermischen Wärmequelle weniger als 100°C, so wird der Wärmeinhalt des geothermischen Fluids mittels eines Wärmetauschers an einen Heizkreislauf abgegeben. Grundsätzlich ist diese Methode für alle Anwendungen im Bereich der Wärmenutzung oder Klimatisierung verfügbar: für Siedlungen oder Einzelgebäude, für industrielle Gebäude und Treibhäuser, ebenso für Thermalbäder, Hallenbäder, Prozesswärme und Fischzuchten.

Wärmequellen im gehobenen Temperaturbereich erlauben eine Nutzung der Wärme ohne weitere technische Hilfe:

- **Tiefe Aquifere.** Diese werden mit Hilfe einer Tiefbohrung von 400 bis 2000 m zur Beheizung von Stadtteilen mit einem Fernwärmenetz genutzt oder große Gebäudekomplexe über tiefe Erdwärmesonden direkt beheizt.

- **Hydrothermale Wärmequellen.** Quellen mit natürlichem Warmwasser werden schon seit langem für Heilbäder gefasst. Viele moderne Thermalbäder verfügen über eine Tiefbohrung, die Bäder und Schwimmbecken versorgt und sogar die Beheizung der Gebäude erlaubt.

Ab einer Tiefe von ca. 20 m herrscht im Untergrund eine konstante Temperatur zwischen 8 und 12 °C, die weder tägliche noch saisonale Schwankungen aufweist. Diese Temperatur wird vom Wärmefluss aus der Tiefe bestimmt. Unterhalb von 20 m Tiefe steigt die Temperatur etwa alle 33 m um 1°C an. Dieses geothermische Niedrigtemperatur-Potenzial eignet sich gut für dezentralisierte Heizanlagen für Ein- und Mehrfamilienhäuser, ganze Wohnblöcke, Gemeindehäuser, Schulen, Mehrzweckgebäude, usw.

Bei Wärmequellen dieser relativ tiefen Temperaturen wird an die Produktionsanlage eine Wärmepumpe (WP) angekoppelt. Dabei gibt es verschiedene Technologien die Wärme aus dem Untergrund zu fördern:

- **Grundwassernutzungen.** Das Wasser eines in geringer Tiefe liegenden Grundwasserleiters (10-12°C in 5-20 m Tiefe) wird durch eine Bohrung herausgepumpt. Anschließend wird der Wärmeinhalt des Wassers mit einer Wärmepumpe angehoben und an einen Sekundärkreislauf zur Gebäudeheizung abgegeben.

- **Horizontale Erdwärmekollektoren.** Das System ist ähnlich wie das obgenannte mit dem Unterschied, dass die Rohre 1 bis 3 m tief in den Boden horizontal (in Schlaufen) verlegt werden. Diese Technik ist weniger verbreitet als die vertikalen Erdwärmesonden.

- **Warmwasser aus Tunnels und Stollen.** In Bergregionen kann Tunnelwasser ebenso zu Heizzwecken

genutzt werden, wie das Drainagewasser aus Bergwerkstollen indem es über Drainageleitungen abgeleitet wird.

- **Energiepfähle und Geostrukturen.** Diese Systeme werden sowohl zur Wärmeproduktion (im Winter) als auch zur Kühlung (im Sommer) verwendet. Diese Technik eignet sich gut für große öffentliche oder industrielle Gebäude.

- **Erdwärmesonden.** Dies sind vertikale Wärmetauscher, installiert in Bohrungen mit einer Tiefe von 50 bis 300 m. Erdwärmesonden sind das am weitesten verbreitete und unempfindlichste System zur Nutzung der Oberflächennahen Erdwärme. Erdwärmesonden sind Wärmetauscher, eingebaut in vertikalen Bohrungen von 50 bis 350 m Tiefe. Darin lässt man eine Flüssigkeit in einem geschlossenen Kreislauf zirkulieren, über die mit Hilfe einer Wärmepumpe dem Untergrund Wärme entzogen wird. Diese EWS werden schlüsselfertig von spezialisierten Unternehmen erstellt. Die Statistik zeigt, dass 70% der EWS weisen eine Tiefe zwischen 80 und 120 m auf und dienen der Beheizung von Einfamilienhäusern.

### **Einbau und Wirkungsweise einer Erdwärmesonde**

Eine EWS kann praktisch in jeden Untergrund eingebaut werden. Dabei werden eine oder zwei Bohrungen mit einem Durchmesser von 10-15 cm in der Nähe des zu beheizenden Gebäudes abgeteuft. Die Bohrtiefe wird durch das zu beheizende Gebäudevolumen und die Zusammensetzung des Untergrunds bestimmt. Aufgrund des Gewässerschutzgesetzes wird eine Bewilligung von den zuständigen Behörden benötigt. In der abgeteuften Bohrung wird üblicherweise ein U-Rohr aus Polyethylen bis zum Grund eingebracht. Der verbliebene Hohlraum wird mit einer Mischung aus Bentonit und Zement verfüllt, um einen guten thermischen Kontakt zwischen dem U-Rohr und der Bohrwand sicher zu stellen. Damit bildet die EWS ein geschlossener Kreislauf, in dem Wasser mit einem Frostschutzmittel zirkuliert wird. Die zirkulierende Flüssigkeit nimmt die Erdwärme auf und versorgt mit dieser geothermischen Energie eine Wärmepumpe (WP).

Die WP wird entsprechend der benötigten Heizleistung dimensioniert und ist im Keller installiert. Mit der WP kann das Temperaturniveau bis auf etwa 35 bis 45°C angehoben werden. Der Anteil der dazu benötigten elektrischen Energie liegt abhängig von Heizungssystem und Eingangstemperatur zwischen 20% und 35% der Gesamtenergieabgabe der WP.

Mit diesem System ist während der gesamten Heizperiode die Versorgung eines Gebäudes mit Bodenheizung oder Niedertemperaturradiatoren sichergestellt. Zusätzlich ist auch die Versorgung mit Warmwasser von 60° C möglich.

Unter gewissen Voraussetzungen, insbesondere bei Neubauten, bewegen sich die Investitionskosten für eine EWS in der Größenordnung einer klassischen Ölheizung. Hingegen sprechen die jährlichen Betriebskosten sehr zu Gunsten einer EWS-Anlage (kein Unterhalt und kein Brennstoff). Im Fall einer Gebäuderestaurierung oder einer Erneuerung der Gebäudeheizung lohnt es sich ebenfalls den Einsatz einer Erdwärmesonde zu prüfen. Letzten Endes ist die Wahl für eine Erdwärmesonde auch ein Entscheid zu Gunsten einer umweltfreundlichen Anlage, im Einklang mit den Luftreinhaltenormen. EWS sind an der Erdoberfläche «unsichtbar», produzieren kein CO<sub>2</sub>- und weisen eine Lebensdauer von ca. 50 Jahren auf, während bei der zugehörigen WP mit etwa 25-30 Jahren Lebensdauer gerechnet werden kann.

Ein wichtiger Faktor bei der Dimensionierung der Erdwärmesonden ist die Kenntnis des Untergrundes. Diese liegen bei den Geologischen Diensten der Bundesländer. Der Geologische Dienst für Bremen stellt wie auch andere Bundesländern diese Daten in einem Leitprojekt der Geoinformationswirtschafts-Kommission des Bundesinnenministeriums zur Verfügung und bietet hiermit eine fundierte Planungsgrundlage für die Errichtung von Erdwärmearanlagen. Im Verlauf des Jahres 2006 sollen die Angebote der Bundesländer im Internet unter [www.Geoenergie.de](http://www.Geoenergie.de) angeboten werden. Der Geologische Dienst für Bremen steht auch telefonisch (0421-2034663) für Auskünfte zur Eignung des Untergrundes für Erdwärmearanlagen zur Verfügung.

Diese Informationen basieren auf Untergrundinformationen von Bohrungen aus mehr als 100 Jahren. Mit der Anzeige von Bohrungen und Weitergabe der erbohrten Schichten kommen sie nicht nur ihrer gesetzlichen Pflicht nach (1), sondern erhöhen auch die Planungssicherheit ihrer und zukünftiger Anlagen! Die Errichtung einer Erdwärmesondenanlage bedarf darüber hinaus einer Wasserrechtlichen Erlaubnis

(1) Die Unterlassung der Anzeige-, Mitteilungs- oder Auskunftspflicht ist nach § 10 Lagerstättengesetz eine Ordnungswidrigkeit, die mit einer Geldbuße bis zu fünftausend Euro geahndet werden kann.

Teile dieser Kurzinformationen entstammen

- der Broschüre Geothermie des Bundesumweltministeriums
- Informationsblättern der Schweizerischen Geothermischen Vereinigung