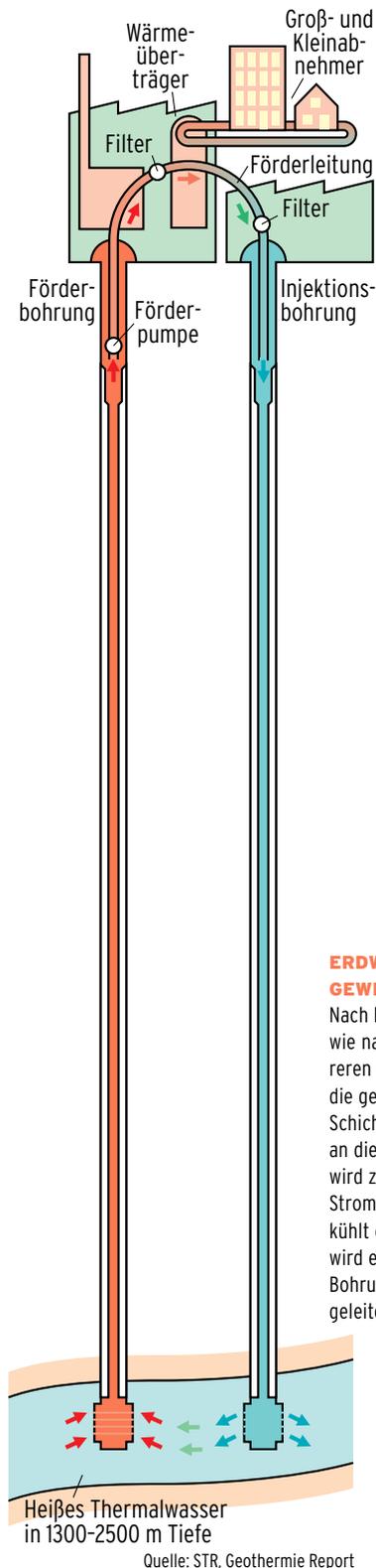


7. GEOTHERMIE

THERMALWASSERKREISLAUF für hochsalinäres Wasser



ERDWÄRME: WIE GEWINNT MAN SIE?

Nach heißem Wasser bohrt man wie nach Öl. Stößt man in mehreren hundert Metern Tiefe auf die gesuchte wasserführende Schicht, pumpt man das Wasser an die Oberfläche. Das Wasser wird zum Heizen (oder zur Stromerzeugung) genutzt, dabei kühlt es sich ab. Anschließend wird es über eine zweite Bohrung wieder in die Tiefe geleitet.

BOHREN NACH Erd- wärme

ALS DIE STRAUBINGER IM JAHR 1910 NACH KOHLE GRUBEN, fanden sie in der Tiefe einen ganz anderen „Bodenschatz“, mit dem sie nicht gerechnet hatten: warmes Wasser. Unmittelbar neben der Donau stieß man auf 30 Grad warme Thermalsole. Das Salzwasser schoss aus der Erde, und der Gutachter protokollierte: „Es ergoss sich eine haushohe Fontäne, schmeckt nach Salz und steht im Unterschied zu den bis dato erschlossenen Wässern.“

Nachdem die warme Quelle zunächst wieder in Vergessenheit geriet, bohrte man sie in den neunziger Jahren wieder an und speist nun damit eine moderne Wärmeversorgung. Die Anlage mit einer installierten Leistung von sechs Megawatt beliefert über zwei Fernwärmenetze zahlreiche öffentliche und private Großabnehmer, etwa die Stadthalle, Behörden, Museen und Schulen, soziale Einrichtungen, Wohnanlagen und Geschäftshäuser sowie das Thermalbad AQUAtherm.

Wärme aus dem Inneren der Erde

JE TIEFER MAN IN DAS ERDINNERE VORDRINGT, um so wärmer wird es. Im Zentrum der Erde liegt die Temperatur nach heutigen Schätzungen zwischen 3000 und 10.000 Grad Celsius. In der Erdkruste entsteht zudem Wärme durch den Zerfall natürlicher radioaktiver Isotope des Urans und des Thoriums. Infolgedessen ergibt sich ein Wärmestrom zur kühleren Erdoberfläche hin. An manchen Stellen - etwa in Island oder in Italien - tritt diese Energie in Form von heißen Quellen oder Geysiren direkt zu Tage. Man kann sie dort direkt als Wärmequelle oder zur Stromerzeugung einsetzen.

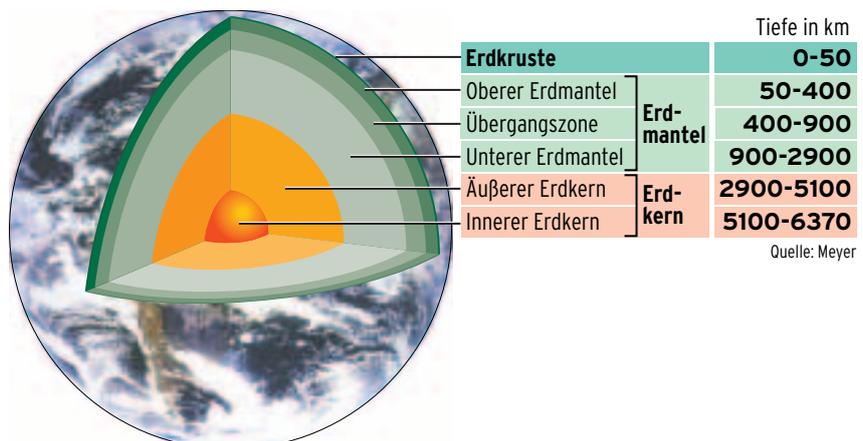




Geht man von der Erdoberfläche in die Tiefe, so steigt die Temperatur durchschnittlich um drei Grad pro 100 Meter an. An einigen Stellen der Erde, die als „geothermische Anomalien“ bezeichnet werden, dringt die Wärme aber auch wesentlich näher an die Oberfläche. Dort kann warmes oder heißes Wasser schon in so geringer Tiefe (500 bis 2000 Meter) vorkommen, dass es sich lohnen kann, danach zu bohren und es technisch zu nutzen.

Die so genannte Erdwärme beruht zu 70 Prozent auf radioaktiven Zerfallsprozessen und zu 30 Prozent auf Wärme aus dem Erdinneren, wird also ständig aus der Tiefe „nachgeliefert“. Nach menschlichen

DER AUFBAU DES ERDINNEREN





Geysir in Island

ERDWÄRME FÜR DEUTSCHLAND

Geothermische Beschaffenheit



ERDWÄRME-VORKOMMEN IN BAYERN

Für die energetische Nutzung der Erdwärme in Bayern sind insbesondere die Kluft- und Karstwässer aus den Schichten des Malmjura im Süden des Landes interessant.

Maßstäben ist sie deshalb „unerschöpflich“. Das heiße Wasser kann man zum Heizen von Wohngebäuden, öffentlichen Gebäuden, Gewächshäusern oder für die Fischzucht anzapfen.

Ist das Wasser aus der Tiefe heißer als 60 Grad, kann man es direkt zum Heizen verwenden. Ist es kühler, muss man es mit Hilfe einer Wärmepumpe auf eine nutzbare Temperatur bringen. Wärmepumpen werden übrigens auch für die Nutzung oberflächennaher Erdwärme eingesetzt. Hierbei nutzt man die Umgebungswärme direkt unterhalb der Erdoberfläche (siehe Kapitel Wärmepumpe).

Erdwärme kann man auch zur Stromerzeugung verwenden. Hierzu gibt es mehrere Verfahren. Wenn Wasserdampf mit mehr als 150 Grad aus der Erde kommt, kann man mit ihm direkt eine Turbine und damit einen Generator antreiben. Ein anderes, allerdings sehr aufwendiges Verfahren ist die Hot-Dry-Rock-Methode. Sie benötigt keine heißen Wasservorkommen. Normal temperiertes Oberflächenwasser wird bei diesem Verfahren mit hohem Druck in unterirdisches heißes Gestein gepresst und wieder nach oben gepumpt; das so erhitze Wasser kann dann der Strom- oder Wärmeproduktion dienen.

Bayern nutzt die Erdwärme

DIE NUTZUNG DER ERDWÄRME - Fachleute sprechen auch von „Geothermie“ - zum Heizen hat eine lange Tradition. So gab es zum Beispiel schon um 1500 v. Chr. ein gemauertes Thermalbad auf der Insel Lipari bei Sizilien. Die erste Erdwärmeheizung baute Larderello 1904 in der Toskana. Dort ging 1913 auch das erste geothermische Kraftwerk in Betrieb.

Auch in Bayern nutzen die Menschen Thermalwasser seit vielen Jahrzehnten, vor allem für medizinische und zunehmend auch für energetische Zwecke.

Erdwärme ist zwar überall vorhanden, für eine sinnvolle Nutzung kommen aber nur Stellen in Frage, wo Heiß- bzw. Warmwasservorkommen in verhältnismäßig geringer Tiefe liegen und ein ausreichend großer, ortsnaher Wärmebedarf vorliegt.

Im Freistaat sind heute Anlagen mit einer Leistung von insgesamt rund 40 Megawatt installiert, weitere Anlagen befinden sich im Bau bzw.

in Planung. Damit nimmt Bayern die Spitzenposition in Deutschland ein, denn die Gesamtleistung der 24 größeren deutschen Erdwärme-Anlagen liegt bei rund 60 Megawatt. Die bayerischen Warmwasser-Quellen liefern zwischen 4 und 90 Litern pro Sekunde, ihre Temperatur liegt zwischen 26 und 80 Grad Celsius.

Eine große geothermische Anlage betreibt seit 1998 die Gemeinde Erding bei München. 1982 hatte man bei Suchbohrungen zur Erschließung von Ölvorkommen in einer Tiefe von 2350 Metern eine 65 Grad heiße Thermalquelle entdeckt. Aus dem Tiefenbrunnen mit dem klangvollen Namen „Ardeoquelle“ könnten 55 Liter heißes Wasser pro Sekunde sprudeln; es werden aber nur 24 Liter genutzt. Das Thermalwasser speist ein Geoheizwerk mit einer Wärmeleistung von 9 Megawatt. Zusätzlich sind zwei Heißwasserkessel mit je 5 MW installiert. Über ein zehn Kilometer langes Fernwärmenetz gelangt die Wärme zu den Kunden: private Haushalte, öffentliche Gebäude und Industrieabnehmer. Geowärme versorgt schon acht Prozent der Erdinger Haushalte und spart damit drei Millionen Liter Heizöl pro Jahr ein.

Eine Attraktion für die ganze Region ist außerdem das Thermalbad „Therme Erding“. Zur Zeit befindet sich eine Anlage, mit der man das abgekühlte Thermalwasser zu Trinkwasser aufbereiten kann, im Probetrieb. So kann man auf intelligente Weise Energie- und Trinkwassergewinnung miteinander verbinden. Die Investitionen für Thermalwasserförderung, Wärmeerzeugung, Wärmeverteilung und Wasseraufbereitung betragen rund 25 Millionen Mark.

Erdwärme: umweltschonend, aber teuer

ANLAGEN ZUR NUTZUNG DER ERDWÄRME SIND SEHR TEUER. Schon die Kosten für die Bohrungen, die ja immer das Risiko mit einschließen, dass man nicht oder nur teilweise fündig wird, sind erheblich. Dazu kommen die Aufwendungen für das Fernwärmenetz, ohne das die Erdwärme kaum sinnvoll genutzt werden kann. So lässt sich die Energieversorgung durch Erdwärme ohne staatliche Finanzhilfen heute meist nicht wirtschaftlich realisieren. Andererseits macht Erdwärme unabhängig von Importenergie. Wie die beiden Ölpreiskrisen in den siebziger Jahren gezeigt haben, können Ölförderländer unsere Energieversorgung von Preis und Menge her jederzeit beeinflussen. Erdwärme dagegen ist eine heimische Energieform.

Die ökonomischen Rahmenbedingungen hängen stark von den jeweiligen örtlichen Gegebenheiten ab. Günstig ist es, wenn man die Thermalquelle mehrfach nutzen kann, neben der Wärmeerzeugung etwa für die Bäderanwendung. Vor allem können Geothermieanlagen nur dann wirtschaftlich arbeiten, wenn das heiße Wasser das ganze Jahr über, also nicht nur im Winter, genutzt wird.

Die Nutzung der Erdwärme ersetzt fossile Brennstoffe und trägt zur Schonung der natürlichen Ressourcen und zur Minderung der Emissionen bei.

Die Erdwärme-Anlage in Simbach-Braunau im Inntal nutzt das 80 Grad heiße Wasser aus 2300 Metern Tiefe. Mittels eines Wärmetauschers heizt dieses unter anderem über das Fernwärmenetz angeschlossene Haushalte, Gewerbebetriebe, Krankenhäuser und Schulen. Das Wasser kühlt sich auf weniger als 50 Grad ab, erfährt aber sonst keine Veränderungen. Es muss dann aus wasserwirtschaftlichen Gründen prinzipiell wieder in die tiefer liegenden Erdschichten zurückgepresst werden, wo es sich erneut auf natürlichem Wege erwärmt. Die gesamte geothermische Anlage arbeitet abgasfrei. Lediglich an Tagen mit besonders hohem Wärmebedarf schaltet man konventionell befeuerte Spitzenlastkessel zu.

ERDWÄRME DIENT DEM KLIMASCHUTZ

Bei gleicher Heizleistung ergeben sich für die Nutzung von Erdwärme 80 Prozent weniger Kohlendioxid als bei fossil befeuerten Heizanlagen. Dabei ist der Aufwand für die Errichtung der Heizzentrale bereits mit eingerechnet.

ENTLASTUNG DER UMWELT

Mit der Erdwärmeversorgung lassen sich in Simbach und Braunau im Vergleich zu fossiler Heizung jährlich 8500 Tonnen Kohlendioxid, 7 Tonnen Schwefeldioxid und 6 Tonnen Stickoxide vermeiden.

WIE WIRTSCHAFTLICH SIND ERDWÄRME-ANLAGEN?

Die Investitionskosten für Anlagen zur Wärmeerzeugung mit Geothermie liegen bei 500 bis 750 Euro pro installiertem Kilowatt Leistung. Bezieht man die Kosten für das Heiznetz mit ein, steigen sie um weitere 750 Euro pro Kilowatt und mehr. Wie bei vielen erneuerbaren Energien sind zwar auch bei der Erdwärme die Investitionen hoch, aber die Betriebskosten niedrig. Aus diesem Grund kann die Versorgung mit Erdwärme unter günstigen Umständen sogar konkurrenzfähig mit konventionellen Systemen sein. Weil die einheimischen geothermischen Reservoirs eine zu niedrige Temperatur besitzen, ist Stromerzeugung aus geothermischer Energie in Deutschland vielfach nicht zu wettbewerbsfähigen Preisen möglich.

STROMERZEUGUNG

Ein Geothermie-Projekt mit Stromerzeugung gibt es im oberösterreichischen Altheim. Ein Thermalwasserreservoir, aus dem die meisten Bürger der 4500 Einwohner zählenden Gemeinde bereits mit Fernwärme versorgt werden, dient seit Anfang 2001 auch der Stromerzeugung. Dies wird durch den Einsatz einer modernen Organic-Rankine-Cycle-Turbine (ORC-Turbine) möglich, die das 106° C heiße Wasser zur Stromerzeugung nutzen kann.

BILDNACHWEIS

Titel: Michael Pasdzior, E.ON, Foto Factory/Alexander Obst, Picture Press, look

Seite 6/7: Michael Pasdzior

Seite 8/9: Deutsches Museum, Photonica

Seite 10/11: Deutsches Museum, Michael Pasdzior

Seite 12/13: Bayerisches Wirtschaftsarchiv, Deutsches Museum, look

Seite 15 und 18: Foto Factory/Alexander Obst

Seite 20/21: Foto Factory/Alexander Obst, E.ON Wasserkraft,
Landesverband Bayerischer Wasserkraftwerke

Seite 23: Mauritius

Seite 24/25: Photonica

Seite 26/27: Photonica, Michael Pasdzior

Seite 28/29: Foto Factory/Alexander Obst

Seite 30/31: Foto Factory/Alexander Obst, Tony Stone

Seite 32/33: Foto Factory/Alexander Obst

Seite 34/35: Picture Press, Projekt Greußenheim, Zefa

Seite 36/37: MR-Sulz, Tony Stone

Seite 39: Stefan Moses

Seite 40/41 und 42/43: Dieter Leistner/artur

Seite 44/45: Dieter Leistner/artur, Verlag Gerd Hatje, Verena Herzog-Loibl

Seite 46: Haase & Partner, Fink + Jocher

Seite 48/49: Dieter Leistner/artur, Prestel Verlag

Seite 50/51: Tony Stone

Seite 52/53: Foto Factory/Alexander Obst

Seite 54/55: Messe München, Foto Factory/Alexander Obst

Seite 56/57 und 58/59: Foto Factory/Alexander Obst

Seite 61: FP-Werbung

Seite 63: Tony Stone

Seite 64/65: Foto Factory/Alexander Obst

Seite 66/67: Stadtwerke München

Seite 68/69: Foto Factory/Alexander Obst

Seite 70: Picture Press

HINWEIS

Diese Druckschrift wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Bayerischen Staatsregierung herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlwerbern oder Wahlhelfern im Zeitraum von fünf Monaten vor einer Wahl zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Landtags-, Bundestags-, Kommunal- und Europawahlen. Missbräuchlich ist während dieser Zeit insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken und Aufkleben von parteipolitischen Informationen oder Werbemitteln. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zwecke der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die Druckschrift nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Staatsregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte. Den Parteien ist gestattet, die Druckschrift zur Unterrichtung ihrer eigenen Mitglieder zu verwenden. Die Druckschrift wurde mit großer Sorgfalt zusammengestellt. Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit des Inhalts kann dessen ungeachtet nicht übernommen werden.

IMPRESSUM

Herausgeber: Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Verkehr und Technologie

Postanschrift: 80525 München

Hausadresse: Prinzregentenstr. 28, 80538 München

Telefon: 0 89/21 62-23 03, 0 89/21 62-01

Fax: 0 89/21 62-35 99, 0 89/21 62-27 60

E-Mail: info@stmwvt.bayern.de, Poststelle@stmwvt.bayern.de

Internet: <http://www.stmwvt.bayern.de>

Fachliche und gestalterische Konzeption: Forschungsstelle für Energiewirtschaft, München; Zeitbild Verlag GmbH, München

Druck: Bartels & Wernitz, München

© **Copyright:** Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Verkehr und Technologie