

Unter den regenerativen Energieträgern nimmt die Geothermie eher eine nachrangige Stellung ein. Zwei Quellen können nutzbar gemacht werden: einerseits der radioaktive Zerfall natürlicher Radionuklide, der einen Wärmestrom an die Erdkruste verursacht, bzw. andererseits die Speicherung der Sonnenenergie in den oberflächennahen Erdschichten. Sie ist damit an vielen Stellen verfügbar und zusätzlich saisonal unabhängig, wenngleich manche Regionen höhere Potentiale aufweisen als andere. Die Anlage in der Stadt Prenzlau – eine schon zu DDR-zeiten bestehende Anlage und 1995 reaktiviert – war die erste weltweit, in der mittels einer 2.9 km tiefen Sonde Wärme ohne Stoffaustausch aus dem Erdinnern gewonnen wurde.

## ALLGEMEINE ASPEKTE

Prenzlau liegt im Bundesland Brandenburg, ungefähr 100 km nördlich von Berlin und 40 km von der polnischen Grenze entfernt in der Seenregion Uckermark. Es ist Anfang des 12. Jh. entstanden und besitzt daher viele alte Bauten, die im zweiten Weltkrieg stark zerstört wurden. Heute leben dort 23.000 Menschen. Mehrere Fachhochschulen und Industriezweige sind dort angesiedelt.

### Klimadaten:

Jahresdurchschnittstemperatur (Heizperiode): 3,8 °C



## KONTEXT

Im Nordosten Deutschlands sind nördlich einer gedachten Linie Cottbus, Berlin, Magdeburg geologische Schichtwässer anzutreffen. In Tiefen von 1.000 bis 1.500 m verfügen sie über Temperaturen von 40 bis 55° und in 1.500 bis 2.000 m Tiefe von 55 bis 80° C. In der DDR gab es drei geothermische Heizzentralen, davon eine in Prenzlau, die 1987 in Betrieb genommen wurde. Zum damaligen Zeitpunkt versorgte sie mit 42° C warmem Thermalwasser 501 Wohnungen mit Wärme. Diese Anlage funktionierte mit Stoffaustausch. 1989 kam wegen starker Schädigung der Sandsteinspeicher, aus denen das Thermalwasser gefördert wurde, das Aus für diese Anlage. Die Tatsache, daß die Anlage still gelegt worden ist, spricht nicht gegen die Nutzung der Geothermie, sondern ist auf das mangelhafte technische Konzept der Anlage zurückzuführen.

Ausgehend von den vorhandenen Wärmeversorgungsanlagen und der bevorstehenden Sanierung von einigen Wohnkomplexen ließ die Stadt 1991 ein Wärmeversorgungskonzept für das gesamte Stadtgebiet erstellen. Anhand dessen beschloß die Stadtverwaltung, die bestehenden Wärmelieferverträge zu erweitern, das Fernwärmenetz auszubauen und Konzepte für eine wirtschaftliche und umweltschonende Nutzung des Tiefenwassers zu entwickeln. Am 10.11.1994 nahm die neue *Geothermische Heizzentrale Prenzlau* (=GHZ) den Betrieb auf.

# ERFAHRUNGEN IN PRENZLAW

Die GHZ wurde durch einen sorgfältig geplanten Um- und Neubau der Erzeugeranlagen errichtet. Sie umfasst im Endausbauzustand:

- 3 öl-/gasgefeuerte Heißwasserkessel ( 2 Kessel à 4,1 MW und 1 Kessel mit MW Heizleistung)
- eine Geothermieanlage bestehend aus
  - Plattenwärmetauscher (150 kW) für Direkttwärmeaustausch
  - Wärmepumpe (350 - 500 kW) zum Wärmeentzug des Sondenwassers

In einem ersten Schritt wurden die drei Heizkessel mit allen peripheren Einrichtungen installiert. Sämtliche Um- und Ausbaumaßnahmen, die während des Einbaus der Geothermieanlage nötig waren, mußten während des laufenden Betriebes, d.h. ohne Versorgungsunterbrechungen vorgenommen werden.

Das Grundelement der neuen Geothermieanlage war die Vertiefung der bis etwa 1050 m reichenden Injektionssonde bis auf 3.000 m Teufe. Dazu wurden etwa 950m der alten Verrohrung der Injektionssonde (in 9<sup>6</sup>/<sub>8</sub> Zoll) genutzt. Nach seitlichem Aufschneiden der Rohrtour und Ablenkung konnte die Bohrung dann mit 6<sup>5</sup>/<sub>8</sub> Zoll weitergeführt und bis zur Endteufe gebracht werden. Dies war die Voraussetzung, daß die entsprechende Verrohrung für Nutzung der Erdwärme angebracht werden konnte.

## Technische Daten der Bohrung

- Nutzung einer vorhandenen Bohrung durch deren weitere Abteufung
- Endteufe: 2.786 m
- Gesteinstemperatur bei Endteufe: 108 ° C
- Innendurchmesser der wärmeaustauschenden Rohrtour: bis 950 m:
  - 9<sup>6</sup>/<sub>8</sub> Zoll, danach bis Endteufe 6<sup>5</sup>/<sub>8</sub> Zoll

## Prinzip der Bohrung

- unterirdischer Wärmetauscher in Form eines Koaxialrohres
- aktive Oberfläche für Wärmetausch: 1 463 m<sup>2</sup>
- isoliertes Innenrohr zur Medienführung nach oben
- Wärmequelle: Erdwärme, Nutzung der geothermischen Tiefenstufe
- Verweilzeit des Mediums in der Sonde: 4-10 h
- Fließgeschwindigkeit: 5 bis 65 m/min

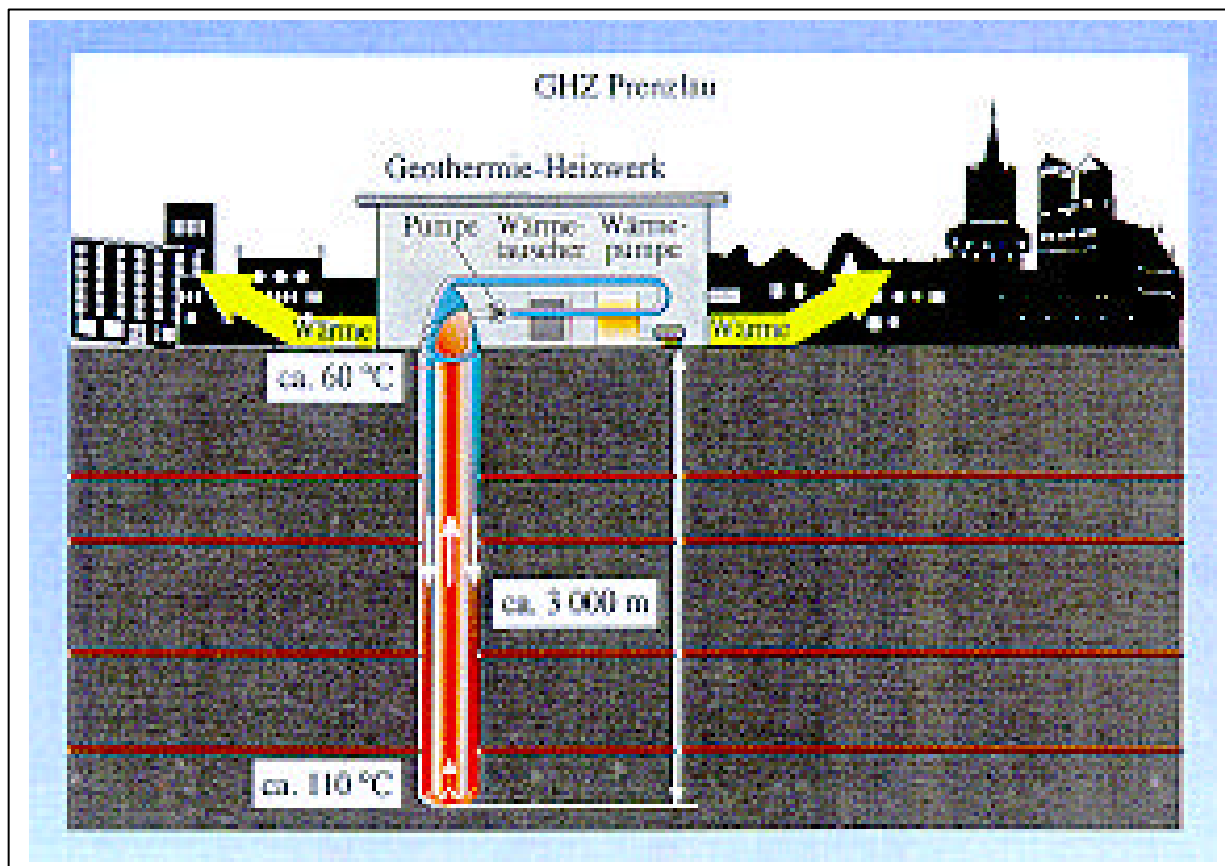
## Sondentechnologie:

Die im GHZ Prenzlau angewandte verfahrenstechnische Lösung enthält ausschließlich Elemente, die Betreibern von Wärmeerzeugungsanlagen vertraut sind. Die Tiefensonde ist mit einem Koaxialrohr komplettiert. Mit ihrer Hilfe wird als Wärmequelle das umliegende Gestein erschlossen. Im Ringspalt des Koaxialrohres wird kaltes Wasser nach unten geleitet. Während der langsamen Bewegung durch das Gestein erwärmt es sich konvektiv und steigt aufgeheizt im isolierten Mittelrohr nach oben. Dort gelangt das warme Wasser in die oberirdische Wärmenutzungsanlage, wo es ausgekühlt und mit einer Sondenkreispumpe wieder dem Ringraum zugeführt wird. Somit entsteht ein in sich geschlossener, einfacher und gut handhabbarer Kreislauf, der mit hoher Zuverlässigkeit und Lebensdauer arbeitet.

Die Geothermieanlage wurde in den Rücklauf des Niedertemperatur-Fernwärmenetzes eingebunden, da in dieser Variante die größte Effektivität zu erwarten war. Die Wärmeenergie des Sondenkreislaufes wird ganzjährig über den Wärmetauscher auf den Heizungsrücklauf übertragen. Die Betriebsführung der Gesamtanlage erfolgt – einschließlich der Folgeschaltung für den Betrieb aller Wärmeerzeuger – vollautomatisch. Dabei ist zwischen Sommer- und Winterbetrieb zu unterscheiden.

Im Winter sind die Heizkessel in Betrieb, während die Wärmepumpe nur in der Sommerperiode eingeschaltet wird und somit nur zur Warmwasserversorgung dient. Der kleine Heizkessel wird gegebenenfalls in Spitzenlastzeiten zugeschaltet, im Wesentlichen wird jedoch der Energiebedarf im Sommer über die Geothermie gedeckt. Im ersten Betriebsjahr war die Wärmepumpe auch im

Winter in Betrieb, dies hat sich jedoch als nicht wirtschaftlich erwiesen, da die Leistungsziffer der Wärmepumpe zu gering ist und die Heizkessel ohnehin in Betrieb sind.



Die gesamte Energieanlage in Prenzlau versorgt 2000 Wohnungen, davon 1200 mit Heizwärme und Warmwasser, zusätzlich zwei Schulen mit Turnhallen und 3 Geschäftsgebäude und besitzt einen Gesamtanschlußwert von 10,5 MW. Die Kosten für ihre Errichtung wurden von der Europäischen Kommission, der Bundesrepublik Deutschland, dem Land Brandenburg und der Stadt Prenzlau anteilig getragen. Die angeschlossenen Kunden hingegen haben keine Kosten berechnet bekommen. Mit dem Abschluß der neuen Wärmelieferungsverträge wurde der Übergabepunkt auf das Absperrventil nach der Hauptanschlußstation im beiderseitigen Einverständnis festgelegt.

#### Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

##### Wärmebedarf

Jahreswärmebedarf	11.500 MWh/a
Warmwasserdurchschnittsbedarf	1500MWh/a

##### Wärmeerzeugung

Wärmeerzeugung – Geothermie	3.900 MWh
Wärmeerzeugung – Kessel	7.600 MWh

##### Investitionen

Investitionen Untertage	3.000 TDM
Investitionen Übertage	1.000 TDM
Annuität	9 %

##### Jahreskosten

Instandhaltung	10 TDM/ a
Energie	215 TDM/ a
Personal	7,5 TDM/ a
Kapitaldienst	360 TDM/ a
<b>insgesamt</b>	<b>592.5 TDM/ a</b>

##### spezifische Kosten

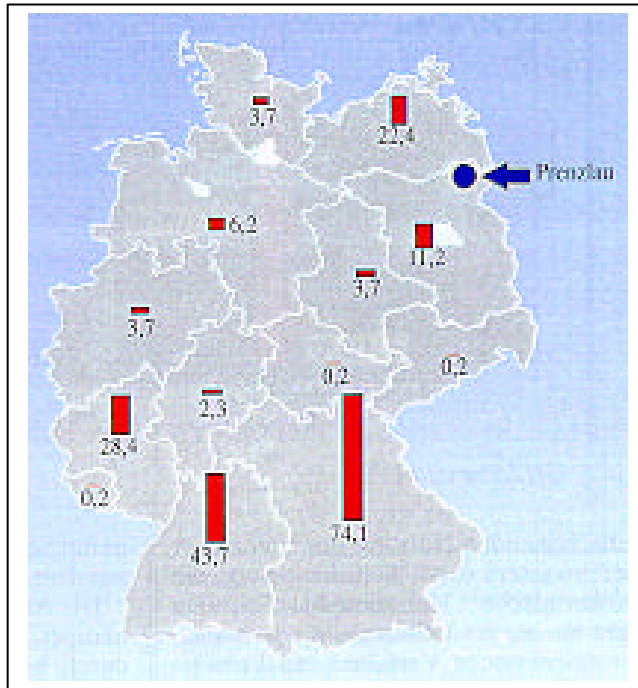
Wärme für Heizung	11500 MWh/ a
spezif. Energiekosten	74,06 DM/ MWh
dito. ohne Zinszahlungen	29,06 DM/ MWh

Am Standort Prenzlau sanken die Emissionen von CO und Kohlenmonnoxid nach der Heizwerksinbetriebnahme um 20%. Bevor dieses Heizhaus gebaut wurde, ist der Dampf von einer Zuckerfabrik geliefert worden. Das Heizhaus der Fabrik wurde mit Braunkohle befeuert. Das heutige Heizhaus verwendet Erdgas und Heizöl als Brennstoff und vermeidet dadurch die Emission der oben genannten Stoffe. Durch die Geothermieanlage werden gut 30% des Energiebedarfs in dem Ferwärmevesorgungsgebiet gedeckt.

# EVALUATION UND PERSPEKTIVEN

Die Tiefensondentechnologie bietet mehrere Vorteile:

- kein Bohrrisiko, kein Suchrisiko (z.B. Suche nach Thermalwasser)
- kein Stoffaustausch, kein Eingriff in Stoffgleichgewichte, da die Tiefensonde ein geschlossenes Gefäß bildet und deshalb ökologisch unbedenklich ist
- hohe Lebensdauer, da praktisch keine Abnutzungen in der Sonde
- vernachlässigbare Wartungs- und Instandhaltungskosten
- einfache und gefahrlose Betriebsführung
- hohe Zuverlässigkeit
- ganzjährig als Wärmequelle verfügbar



Die Untersuchungen in Prenzlau zeigen, daß eine breitere Anwendung der Geothermie nur erreicht werden kann, wenn die rechtlichen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen eine rentable Funktion der Geothermie im Vergleich zu anderen Energien ermöglichen. Dazu zählen eine Senkung der Bohrkosten durch Breitenanwendung und vereinfachte Bohrungsverfahren, da die Kostenstruktur einer geothermischen Anlage im wesentlichen durch die Kapitalkosten bestimmt wird. Die Betriebskosten der reinen Geothermie gehen gegen Null, lediglich für die Instandhaltung der Umwälzpumpen sowie die Steuer- und Regelungstechnik sind Ausgaben in das Kalkül einzubeziehen. Einsparpotentiale an der Anlage in Prenzlau bestehen in der Optimierung des Abnehmersystems und der sich damit ergebenden Möglichkeit des Wegfalls der Wärmepumpe.

Die Stadtwerke Prenzlau haben in einem noch nicht voll erschlossenen Industriegebiet weitere Anlagen, mit denen sie Erdwärme oder Thermalwasser produzieren könnten. Diese könnten in Betrieb genommen werden, wenn entsprechenden Kunden daran interessiert wären.

## WEITERGEHENDE INFORMATIONEN

Horst Wetzel  
VEAG  
Chausseestr. 23  
D - 10115 BERLIN  
Tel: +49 30 51 50 3773  
Fax: +49 30 51 50 2874  
E-mail: [HoWetzel@VEAG.de](mailto:HoWetzel@VEAG.de)

R. Stutzke  
Stadtwerke Prenzlau GmbH  
Friedrichstraße 20  
D – 70221 PRENZLAU  
Tel: +49 3984 8530  
Fax: +49 3984 8531  
E-mail: [r.stutzke@t-online.de](mailto:r.stutzke@t-online.de)

Die vorliegende Fallstudie wurde von Energie-Cités in Zusammenarbeit mit der Vereinigten Energiewerke AG (VEAG) und den Stadtwerken Prenzlau und dank finanzieller Unterstützung durch die Europäische Kommission DG XVII im Rahmen des Förderprogrammes ALTENER ausgearbeitet.

