

Erdwärmesonden-Versuchsanlage in Korea mit deutscher Hilfe aufgebaut

Burkhard Sanner

Abstract

Starting from a co-operation in the framework of the International Energy Agency's (IEA) energy storage program, and fostered by some energy technology export activities of the state of Nordrhein-Westfalen, a fruitful partnership has been established between German and Korean companies on the sector of shallow geothermal energy applications. German ground source heat pump technology was presented by the author at a seminar in Chungju, Korea, in November 2000, and a delegation from the Korean Electric Power Research Institute (KEPRI) visited Germany in summer 2001.

After a preparation phase in 2002, the plans for an experimental installation of borehole heat exchangers (BHE) on the premises of KEPRI in the „science city“ Daejeon were finalized, and pipes, grouting material and other components were shipped from Germany. In spring 2003 4 boreholes were drilled, and 3 different BHE types (2 double-U, 1 single-U) have been installed. One hole is kept as a reserve. The ground consists of micashists with a thermal conductivity of $\lambda = 3,2-3,5 \text{ W/m/K}$, determined by thermal response test. The experimental plant is operated by HP System Tech, a spin-off company of KEPRI dedicated to novel heat pump applications, and the construction was assisted and supervised by the German companies UBeG Gbr, Wetzlar, and EWS GmbH & Co KG, Delbrück. The BHE are coupled to a heat pump designed by HP System Tech. The heat pump can work on a hot water storage for heating or an ice storage for cooling purposes. Comparative measurements are planned to familiarize the Korean partners with ground heat technology.

Meanwhile the first large German-Korean plant for heating and cooling with BHE is under design for an

office building in the Yoksam Market area of Seoul. More than 60 BHE will be installed under the building, which will be occupied partly by the offices of the owner and developer, Todah Construction Co., Ltd.

Vorgeschichte

Seit einigen Jahren bestehen durch die Zusammenarbeit im Energiespeicherprogramm der Internationalen Energie Agentur (IEA) Kontakte nach Südkorea zum Korean Electric Power Research Institute (KEPRI). KEPRI hat seinen Sitz in der „Wissenschaftsstadt“ Daejeon im Zentrum Südkoreas und arbeitet u.a. an der Entwicklung von Wärmepumpen mit Eisspeichern, um die in Südkorea wichtige Raumkühlung mit günstigem Nachtstrom betreiben und die Bedarfsspitzen am Tag abbauen zu können.

Anlässlich einer durch das Wirtschaftsministerium NRW organisierten Delegationsreise mit Seminar im Herbst 2000 konnten diese Kontak-

te vor Ort ausgebaut werden, und im Sommer 2001 kam eine Delegation von KEPRI nach Deutschland und in die Schweiz, um sich über den Bau erdgekoppelter Wärmepumpen und besonders von Erdwärmesonden zu informieren (s. Abb. 1). Im weiteren Verlauf wurde dann der Bau einer Erdwärmesonden-Versuchsanlage auf dem Gelände von KEPRI diskutiert, um mit deutschem Know-How Erfahrungen im Südkorea zu sammeln und sich auf den Bau größerer Erdwärmesondenanlagen zum Heizen und Kühlen vorzubereiten.

Standort und Grundlagen

Der Bau der Erdwärmesonden-Versuchsanlage wurde im Jahr 2003 durch die Fa. HP System Tech, einem Spin-off-Unternehmen von KEPRI, auf dem Gelände des Forschungsinstituts vorgenommen. Die deutschen Unternehmen UBeG GbR in Wetzlar und EWS Erdwärme-Systemtechnik GmbH & Co KG in Delbrück stellten die nöti-



Abb. 1: Delegation des Korean Electric Power Research Institutes (KEPRI) in Deutschland im Sommer 2001, unter der Leitung von Dr. B.Y. Choi (im rechten Bild Mitte, neben Sigbert Effenberger, technischer Leiter der Stadtwerke Neckarsulm). Links Besuch bei Bohrarbeiten im Erdwärmesonden-Neubaugebiet Werne-Fürstenhof, rechts Besichtigung des solaren Erdwärmesondenspeichers in Neckarsulm.

Oberflächennahe Geothermie

gen Kenntnisse zur Verfügung und lieferten wichtige Komponenten nach Südkorea.

Der Untergrund des KEPRI-Geländes besteht aus paläozoischen Glimmerschiefer in relativ steiler Lagerung (s. Abb. 2). Insgesamt finden sich in Südkorea Gesteine aus fast der gesamten Erdgeschichte, häufig metamorph bzw. magmatisch (vor allem im Norden und in der Mitte), aber auch als Sedimente vom Paläozoikum bis hin zum Tertiär im äußersten Süden. Die Bedingungen sind daher sehr vielfältig, wobei sich große Bevölkerungszentren wie die Hauptstadt Seoul im Bereich der kristallinen Gesteine befinden. Der Glimmerschiefer in Daejon bietet für das Bohren keine großen Probleme, die Bohrlöcher sind standfest, und die thermischen Eigenschaften des Untergrundes recht gut. Mit einem nach deutschem Vorbild (Fa. UBeG) in Korea gebauten Gerät zum Thermal Response Test (Abb. 3) wurde an allen drei Erdwärmesonden Werte von mehr als 3 W/m/K ermittelt (s. Tab. 1).



Abb. 3: Gerät zum Thermal Response Test, in Korea nach deutschem Vorbild gebaut (Sommer 2003)

Einbau der Erdwärmesonden im Frühjahr 2003

Im Frühjahr 2003 wurden Erdwärmesonden, Verteiler und thermisch verbessertes Verpressmaterial nach Südkorea geliefert (Abb. 4). Im April 2003 wurden 4 Bohrungen auf je 100 m abgeteuft (Abb. 5), und Ende April wurden unter Anleitung aus Deutschland die Erdwärmesonden eingebaut und verpresst (Abb. 6-7).

In die vier Bohrungen wurden folgende Erdwärmesonden eingebaut:



Abb. 2: Der Untergrund am Standort der Versuchsanlage besteht aus Glimmerschiefer (links ein Aufschluß ca. 200 m entfernt)

Tab. 1: Effektive Wärmeleitfähigkeit des Untergrunds am Standort KEPRI, gemessen mit Thermal Response Test

EWS1 (German double)	$\lambda = 3,25 \text{ W/m/K}$
EWS2 (German single)	$\lambda = 3,50 \text{ W/m/K}$
EWS3 (Korean double)	$\lambda = 3,23 \text{ W/m/K}$

Tab. 2: Thermischer Bohrlochwiderstand der Erdwärmesonden am Standort KEPRI, gemessen mit Thermal Response Test

EWS1 (German double)	$rb = 0,07 \text{ K/W/m}$
EWS2 (German single)	$rb = 0,11 \text{ K/W/m}$
EWS3 (Korean double)	$rb = 0,08 \text{ K/W/m}$

Tab. 3: Ergebnisse einiger Thermal Response Tests an Doppel-U-Erdwärmesonden aus Deutschland (UBeG GbR); der thermische Bohrlochwiderstand bei thermisch verbessertem Verpressmaterial (Stüwatherm bzw. ThermoContact) ist gelb unterlegt.

Nr.	Projekt	Geologie	Wärmeleitfähigkeit λ_{eff}	Therm. Bohrl.-widerstand rb
1	Ba	Mesozische Sedimente	2,7 W/m/K	0,10 K/(W/m)
2	Bo	Terassenschotter ü. Paläozoikum	3,1 W/m/K	0,10 K/(W/m)
3	Do	Mergel („Emschermergel“, Kreide)	2,0 W/m/K	0,12 K/(W/m)
4	Gü	Sand/Schluff, Mergel (Kreide)	2,3 W/m/K	* 0,08 K/(W/m)
5	La1	Sand und Ton (Quartär/Tertiär)	2,8 W/m/K	0,11 K/(W/m)
6	La2	Sand und Ton (Quartär/Tertiär)	2,3 W/m/K	* 0,08 K/(W/m)
7	La4	Sand und Ton (Quartär/Tertiär)	2,2 W/m/K	* 0,07 K/(W/m)
8	Mi	Mergel, tonig	2,5 W/m/K	0,12 K/(W/m)
9	St	Mergel, Sandstein, Kalkstein (Trias)	4,0 W/m/K	* 0,08 K/(W/m)
10	We	Mergel, tonig (Kreide)	1,5 W/m/K	0,11 K/(W/m)
11	Xa	Schluff, sandig (Quartär/Tertiär)	3,4 W/m/K	* 0,06 K/(W/m)



Abb. 4: Gebäude der HP System Tech in Daejon mit für den Einbau bereitliegenden Erdwärmesonden und Verpressmaterial



Abb. 5: Bohrung auf dem Gelände von KEPRI in Daejon im April 2003 (im Hintergrund das Verwaltungsgebäude, die Institute sind auf einem weiträumigen Campus verteilt; links der Zaun zum Gebäude HP System Tech)



Abb. 6: Einbau der Erdwärmesonden über eine provisorische Einbringhilfe (Ende April 2003)



Abb. 7: Misch- und Pumpgerät für die Verpressung mit ThermoCon-tact

- EWS1 (German double) Doppel-U-Sonde aus Deutschland
- EWS2 (German single) Einfach-U-Sonde aus Deutschland
- EWS3 (Korean double) Doppel-U-Sonde aus koreanischem PE
- Bohrung 4 Reserve

Alle Bohrungen wurden mit EWS ThermoContact verpresst.

Die vor Inbetriebnahme der Wärmepumpe mit dem Responsetest gemessenen Werte für den thermischen Bohrlochwiderstand (Tab. 2) liegen bei den beiden Doppel-U-Erdwärmesonden in dem theoretisch bestimmten und auch in Deutschland vielfach gemessenen (Tab. 3) Bereich deutlich unter $r_b = 0,1 \text{ K/W/m}$. Die Einfach-U-Sonde hat natürlich einen deutlich höheren Widerstand. Die gemessenen Werte entsprechen sehr gut den allgemein für ein Verpressmaterial mit der Wärmeleitfähigkeit $\lambda = 1,6 \text{ W/m/K}$ errechneten Werten von $r_b = 0,075 \text{ K/W/m}$ bzw. $r_b = 0,112 \text{ K/W/m}$ (Sanner et al., 2003).

Wärmepumpe und Eisspeicher

Im Sommer 2003 wurde eine bei KEPRI und HP System Tech entwickelte Wärmepumpe mit Eisspeicher aufgebaut und an die Erdwärmesonden angeschlossen. Abb. 8 zeigt die zwischen dem Gebäude von HP System Tech und dem Erdwärmesondenfeld im Freien aufgestellte Versuchseinrichtung. Sie besteht aus zwei großen Speichertanks (Warmwasserspeicher und Eisspeicher) mit der dazwischen angeordneten Wärmepumpe. Die drei Erdwärmesonden können jeweils einzeln oder gemeinsam an den Wärmepumpenverdampfer (Heiz-

betrieb) wie auch den Verflüssiger (Kühlbetrieb) angeschlossen werden, die Speichertanks erlauben Versuchsbetrieb in jeder Richtung unanhängig von den Verbrauchern (die Anlage ist so an das Gebäude gekoppelt, daß sie dort auch Heiz- und Kühlaufgaben wahrnehmen kann).



Abb. 8: Versuchs-Wärmepumpe von HP System Tech mit Warmwasserspeicher und Eisspeicher (Oktober 2003)

Die Kombination der speziellen Eisspeichertechnologie von HP System Tech mit den Erdwärmesonden als Wärmequelle und -senke verspricht eine besonders hohe Wirtschaftlichkeit vor allem im Kühlbetrieb. Durch die geographische Lage Südkoreas mit heißen und feuchten Sommern ist ein hoher Bedarf gegeben.



Abb. 9: Haspel zum Einbau von Erdwärmesonden; daneben Dr. Byoung-Youn Choi, HP System Tech, Dr. Erich Mands, UbeG GbR, und Y. Chul Park, Todah Corporation (Oktober 2003)

Inzwischen wurden auch andere Anregungen aus Deutschland zur Optimierung des Erdwärmesonden-einbaus umgesetzt, u.a. eine Haspel als Ersatz für die primitive Einbringhilfe von April 2003. Im Oktober 2003 konnte sich der UBeG-Geschäftsführer und der Verfasser ein Bild über den aktuellen Stand in Daejon machen (Abb. 9).

Erstes größeres, gemeinsames deutsch-koreanisches Erdwärmesondenprojekt

Die Yoksam Market Area im Südosten von Seoul, der Hauptstadt Südkoreas, ist ein älteres Gewerbe- und Wohngebiet, das vollständig saniert werden soll. Das koreanische Bauunternehmen Todah Construction Co., Ltd., wird dort auf einem dreieckigen Grundstück (Abb. 10) ein Büro- und Geschäftsgebäude mit etwa 10 Geschossen und 3 Tiefgaragengeschossen errichten, in das auch die Todah-Büros einziehen sollen. Der Todah-Chef, Byung-Mook Yoon, Vizepräsident des koreanischen Bauindustrieverbandes, begeistert sich für deutsche Technik und möchte das neue Gebäude „Todah Deutsch Turm“ nennen.



Abb. 10: Das für den Neubau vorgesehene Grundstück mit älterer Bebauung, Zustand Herbst 2003

In Zusammenarbeit mit UBeG GbR in Wetzlar wird eine Erdwärmeson-

Oberflächennahe Geothermie

den-Anlage zum Heizen und Kühlen des Gebäudes entworfen. Die abzudeckenden Heizlasten liegen bei rund 500 kW, die Kühllasten bei fast 700 kW; dies zeigt deutlich die klimatischen Verhältnisse in Südkoreas Hauptstadt. Ein möglichst großer Teil der Kühllast soll über die Erde abgedeckt werden, evtl. ist eine zusätzliche Rückkühlung des Untergrundes z.B. im Winter erforderlich. Nach ersten Berechnungen müssten über 60 Erdwärmesondenbohrungen von je 150 m Tiefe in der Baugrube des Neubaus abgeteuft werden (Abb. 11). Die Planungen sollen nach der Räumung des Geländes mit einer Probebohrung und einem Thermal Respons Test fortgeführt werden, um eine optimal auf den Standort ausgerichtete Anlage zu erhalten.

Probebohrung, Responsetest und auch der eigentliche Anlagenbau sollen unter deutscher Supervision und mit deutscher Zulieferung von koreanischen Unternehmen ausgeführt werden. UBeG GbR und Todah Construction Co., Ltd., haben im Oktober 2003 eine entsprechende Rahmenvereinbarung geschlossen; die bisherige Planung ist, trotz der

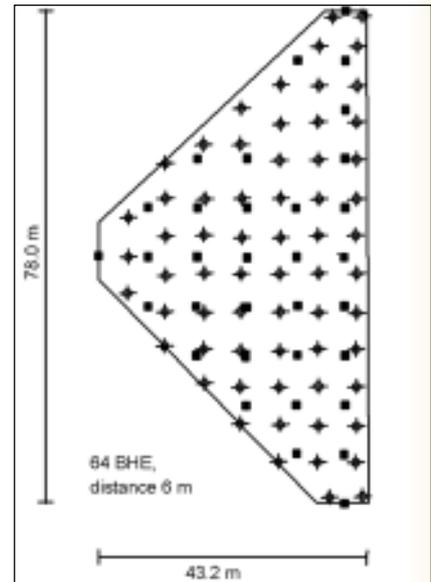


Abb. 11: Aufsicht des geplanten Gebäudes (links) sowie Vorschlag zur Anordnung der Erdwärmesondenbohrungen in der Baugrube (rechts, mit eingezeichneten Stützen des Gebäudetragerwerks); der Blick in Abb. 10 geht von unten rechts auf das Grundstück

Entfernung und Sprachbarriere, in sehr vertrauensvoller und konstruktiver Zusammenarbeit verlaufen.

Schrifttum:

Sanner, B., Karytsas, C., Mendrinou, D. & Rybach, L. (2003): Current status of ground source heat pumps

and underground thermal energy storage in Europe. – Geothermics 32 (2003), S. 579-588, Elsevier

Dr. Burkhard Sanner, A sternweg 2
D-35633 Lahna u
Tel.: 06441 / 963416
Fax: 06441 / 962526
e-mail: Burkhard.Sanner@t-online.de

Planungsbüro für oberflächennahe Erdwärmesysteme

Beratung · Konzepterstellung · Planung
GU-Ausführung · Contracting





„Sie haben Anforderungen – Wir haben Lösungen!“

EWS Erdwärme-Systemtechnik GmbH • www.erdwaerme-systeme.de
Fon: 05250/995850 • Fax: 05250/995851

ANZEIGE