

Erdwärmesonden für das surPLUShome

Anlagen zur Nutzung von oberflächennaher Geothermie werden zunehmend zur Wärmeversorgung von Neu- und Bestandsgebäuden eingesetzt. Nachdem das surPLUShome, Gewinner des Solar Decathlon Wettbewerbs 2009, nach Darmstadt zurückgekehrt ist, wird die Wärmeversorgung der integrierten Wärmepumpe von Luft auf Erdwärme umgestellt, um das Haus noch effizienter betreiben zu können. Hierfür stehen zwei prinzipiell unterschiedlich konstruierte Erdwärmesondentypen zur Verfügung, deren Leistung mit Hilfe der integrierten Messtechnik in einer Langzeitbeobachtungsreihe unter realistischen Nutzungsbedingungen wissenschaftlich untersucht wird.

► Borehole heat exchangers for the surPLUShome

Installations for the usage of shallow geothermal energy are increasingly using this heat supply for new and asset buildings. When the surPLUS-home, winner of the Solar Decathlon Competition 2009, will be back in Darmstadt the heat supply for the integrated heat pump will be changed from air to geothermal energy to increase the efficiency of the house. Two different constructed borehole heat exchanger systems will be used. Furthermore, the integrated measuring equipment will serve for a scientific long-term investigation under realistic terms of use.

Ingo Sass • Gebäude lassen sich auf vielerlei Art und Weise beheizen, eine der energetisch effizientesten Möglichkeiten stellt die Nutzung von Erdwärme dar. Daher wird auch das energetische Konzept des surPLUShome auf der Lichtwiese durch die thermische Versorgung mit Erdwärme ergänzt. Das Haus besitzt eine Wärmepumpe, welche als Energiequelle sowohl Luft als auch über den Untergrund erwärmtes Wasser verwenden kann. Während des Solar Decathlon Wettbewerbes wurde die Wärmepumpe aufgrund der notwendigen Mobilität des Hauses mit Luft betrieben. Sobald das Haus nach Darmstadt zurückkehrt, wird die Betriebsweise aber auf Erdwärme umgestellt. Hierfür wurden eine koaxiale und eine Doppel-U-Rohr-Erdwärmesonde mit einer Länge von jeweils 40 m auf dem zukünftigen Grundstück des surPLUShome abgeteuft. Die Erdwärmesonden weisen im Vergleich zu herkömmlichen Systemen einige Besonderheiten auf, so dass sie neben der Wärmeversorgung sowohl zu Forschungszwecken als auch für die Ausbildung von Studenten genutzt werden können.



Die Sonden wurden im Bauplan des Solar Decathlon Hauses so integriert, dass sie an die dort vorhandene Wärmepumpe angeschlossen werden können. Der Standort der Erdwärmesonden wurde so gewählt, dass die Sonden jederzeit für Messtätigkeiten zugänglich sind: Sie werden sich unterhalb von Sitzkonstruktionen außerhalb des Gebäudegrundrisses befinden.



Bau der Erdwärmesonden

Die Bohrungen für die Erdwärmesonden wurden mit einem Zweifachkernrohr durchgeführt. Durch dieses spezielle Bohrverfahren war es möglich über die gesamte Bohrungslänge Bohrkern zu gewinnen, welche detaillierte Informationen über den geologischen Untergrund liefern. Zusätzlich wurden geophysikalische Messungen im Bohrloch durch-

Abbildung 1
Diamantbesetzte
Bohrkronen zur
Gewinnung von
Bohrkernen.

Warum Geothermie?

In Deutschland wird für die Wärmeversorgung von Gebäuden derzeit ca. 60 % der Primärenergie verwendet. Die Nutzung von oberflächennaher geothermischer Energie ermöglicht Effizienzsteigerungen um den Faktor 4-5, wodurch der Bedarf auf bis zu 25 % gesenkt werden kann.

geführt, welche erweiterte Aussagen zum Aufbau des Untergrundes liefern. Die Erdwärmesonden bestehen aus Polyethylen hoher Dichte. Bei der Doppel-U-Rohr-Erdwärmesonde handelt es sich um die am häufigsten eingesetzte Bauform mit 32 mm Einzeldurchmesser. Die Koaxialsonde, ein neuer Sondentyp mit einem Außendurchmesser von 63 mm, wurde in das zweite Bohrloch eingebracht. Beide Sonden wurden mit thermisch verbesserten Füllmaterialien hinterfüllt, um eine optimale Anbindung der Erdwärmesonden an den Untergrund zu gewährleisten. Die Effizienz der unterschiedlichen Sondentypen, insbesondere der neuartigen Koaxialsonde, kann aufgrund des gleichen geologischen Untergrundes direkt miteinander verglichen werden. Zusammen mit den Erdwärmesonden wurde ein innovatives Messsystem in den Bohrlöchern verbaut.

Temperaturmessung mit Glasfasern

Das Messsystem wurde entlang der Erdwärmesondenrohre verlegt und besteht aus Glasfasern, welche als Temperatursensoren fungieren. Das als Distributed Temperature Sensing bezeichnete Verfahren ermöglicht es mit hoher zeitlicher Auflösung alle 50 cm die Untergrundtemperaturen zu erfassen, so dass Temperaturänderungen durch den Erdwärmesondenbetrieb tiefenabhängig ausgewertet werden können.

Wärmeleitfähigkeit

Die Wärmeleitfähigkeit des geologischen Untergrundes ist der wichtigste Kennwert für die Planung von Erdwärmesondenanlagen. Sie gibt an, wieviel Energie aus der Umgebung an die Erdwärmesonde transportiert werden kann und beeinflusst damit maßgeblich die benötigte Länge der Erdwärmesonde. Klassischerweise wird die Wärmeleitfähigkeit des Untergrundes über Geothermal Response Tests an



Erdwärmesonden bestimmt. Dabei wird aufgeheiztes Wasser durch die Erdwärmesondenrohre zirkuliert. Über die eingespeiste Energiemenge und die sich einstellende Temperaturdifferenz kann die Wärmeleitfähigkeit als Summenwert über die gesamte Erdwärmesonde ermittelt werden. Für das surPLUShome wurden parallel zur Glasfaser auch Kupferkabel in das Bohrloch eingebaut. Diese Kabel können über einen Trennstromtrafo beheizt werden.

Abbildung 2
Abteufen der Erdwärmesondenbohrungen auf der Lichtwiese im Dezember 2008.

In Kombination mit der Glasfaser kann hierdurch ein tiefenbezogenes Temperaturprofil erzeugt werden und darauf aufbauend die Wärmeleitfähigkeit des Untergrundes für einzelne Tiefenabschnitte ausgewertet werden.



Ingo Sass ist seit 2005 Professor an der TU Darmstadt. Im Jahr 2009 wurde eine Stiftungsprofessur für das neue Fachgebiet „Angewandte Geothermie“ eingerichtet, auf die der Hydrogeologe Sass berufen wurde.

Praxisnahe Forschung und Lehre

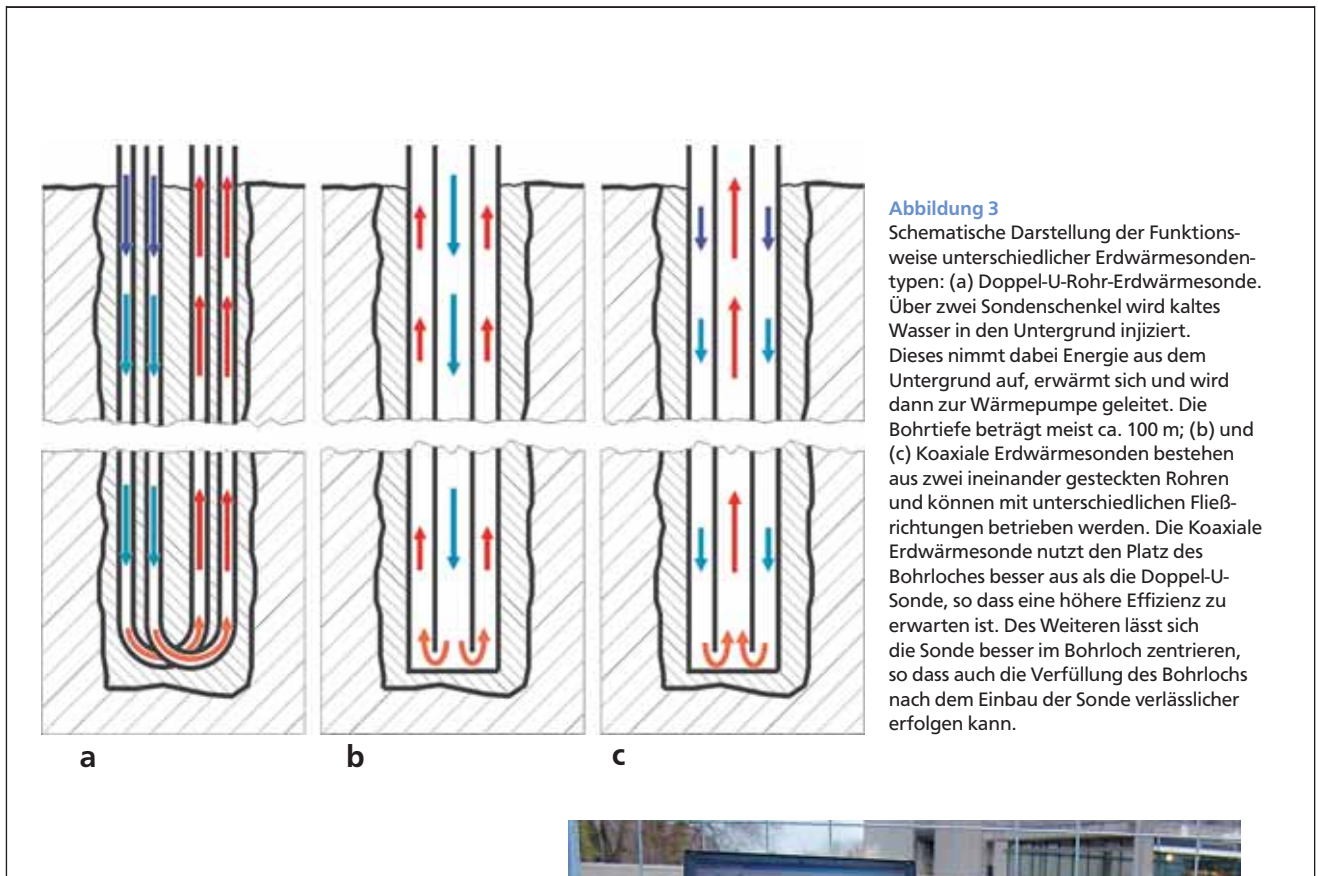
Die effiziente Versorgung des surPLUShome bietet also die notwendigen Randbedingungen, um eine mindestens über fünf Jahre andauernde Langzeitbeobachtungsreihe unter realistischen Nutzungsbedingungen wissenschaftlich untersuchen zu können. Dies beinhaltet auch die Durchführung von geothermischen Feldpraktika, in denen die Studierenden eine praxisnahe Ausbildung erhalten.

Dank

Wir bedanken uns bei der TERRASOND GmbH & Co. KG für die Bohr- und Bauarbeiten, bei der FRANK GmbH für die Bereitstellung der Erdwärmesonden und bei der HeidelbergCement AG für die Lieferung von ThermoCem, dem thermisch

• Institut für Angewandte Geowissenschaften

Prof. Dr. Ingo Sass
Tel.: 06151/16-2871
E-Mail: sass@geo.tu-darmstadt.de
www.geo.tu-darmstadt.de

**Abbildung 3**

Schematische Darstellung der Funktionsweise unterschiedlicher Erdwärmesondentypen: (a) Doppel-U-Rohr-Erdwärmesonde. Über zwei Sondenschenkel wird kaltes Wasser in den Untergrund injiziert. Dieses nimmt dabei Energie aus dem Untergrund auf, erwärmt sich und wird dann zur Wärmepumpe geleitet. Die Bohrtiefe beträgt meist ca. 100 m; (b) und (c) Koaxiale Erdwärmesonden bestehen aus zwei ineinander gesteckten Rohren und können mit unterschiedlichen Fließrichtungen betrieben werden. Die Koaxiale Erdwärmesonde nutzt den Platz des Bohrloches besser aus als die Doppel-U-Sonde, so dass eine höhere Effizienz zu erwarten ist. Des Weiteren lässt sich die Sonde besser im Bohrloch zentrieren, so dass auch die Verfüllung des Bohrlochs nach dem Einbau der Sonde verlässlicher erfolgen kann.

Abbildung 4
Messeinrichtung zur Durchführung eines Geothermal Response Tests zur Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit des Untergrundes und des thermischen Bohrlochwiderstandes.

verbesserten Hinterfüllmaterial. Die Firma GTC Kappelmeyer GmbH unterstützte uns bei der Beschaffung und Installation der Glasfaserkabelmesstechnik und war bei der Durchführung der ersten Messungen behilflich. Dem Hessischen Landesamt für Umwelt und Geologie danken wir für die geophysikalischen Bohrlochmessungen. Mit weiteren Temperatur-/Tiefenmessungen unterstützte uns das Büro für Umwelt- und Geotechnik Hamm & Theusner GbR.

Literatur

Kaltschmitt, M., Huenges, E. & Wolff, H. (1999): Energie aus Erdwärme: Geologie, Technik und Energiewirtschaft. 265 S., Stuttgart (Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie).

Katzenbach, R. & Sass, I. (2008): Planung und Bemessung oberflächennaher Geothermischer Anlagen. Geothermal Summer School, 07.-11.07.2008, TU Darmstadt.

VDI 4640 Blatt 1-4 (2000-2004): Thermische Nutzung des Untergrundes, VDI-Gesellschaft Energietechnik.

