

# OMNIUM TECHNIC

## GEBÄUDETECHNISCHE BETRIEBSFÜHRUNG

### **Studie über Störabschaltungen einer Erdreich-Wärmepumpe (Auszug)**

Herausgeber: Omnum Technic, Luxemburg  
Verfasser : Prof. Dr.-Ing. Werner Ameling, Trier

#### **Anlass für die Studie**

Die in einem Einfamilienhaus in der Eifel installierte Erdreich-Wärmepumpenheizung lässt sich nach der Außerbetriebnahme im Sommer nicht wieder in Betrieb nehmen.

#### **Ausgangssituation**

Im Anwesen des Bauherrn wurde eine Wärmepumpe mit Nutzung von Erdwärme eingebaut. Hierzu wurde eine 75 m tiefe Erdwärmesonde installiert. Die Anlage ging Anfang des Jahres 2002 in Betrieb.

Da die Anlage ausschließlich der Beheizung dient, wird sie regelmäßig zum Ende der Heizperiode abgeschaltet. Zu Beginn der folgenden Heizperioden entstand wiederholt das Problem, dass der Bauherr die Wärmepumpe nicht wieder in Betrieb setzen konnte. Folglich musste regelmäßig die Installationsfirma kommen.

Anlässlich zweier Ortstermine führte die Lieferfirma aus, dass zur Wiederinbetriebnahme stets der Solekreislauf entlüftet wurde. Hierzu sei der gesamte Kreislauf über längere Zeit gespült worden. Danach sei die Wärmepumpe regulär angelaufen.

### **Bestandsaufnahme**

Die elektrisch betriebene Kompressorwärmepumpe dient zur Heizwärmeversorgung des Einfamilienwohnhauses. Dabei handelt es sich um ein Kompaktgerät, in das alle für den Betrieb erforderlichen Bauteile wie Verdampfer, Verflüssiger usw. eingebaut sind. Die wichtigsten Daten:

Wärmeträger	Sole/Wasser
Elektr. Leistung	1,5 kW
Heizleistung	6,0 kW

Wärmequelle ist eine 75m tiefe Erdwärmesonde aus Doppel-U-Rohren. Sie besteht aus 2 Vor- und 2 Rücklaufleitungen, die parallel in einem Graben zum Sammler und Verteiler verlegt wurden.

Verteiler und Sammler sind die höchsten Punkte im Erdwärmesonden-System. Zur Entlüftung des Leitungssystems wurde auf dem unten liegenden Sammler ein automatischer Schwimmerentlüfter installiert.

Im Technikraum treten die Soleleitungen aus dem Fußboden. Über einen in der Soleeintrittsleitung installierten Luftabscheider und eine Umwälzpumpe ist die Soleeintrittsleitung an die Wärmepumpe angebunden. Die Soleaustrittsleitung verläuft direkt von der Wärmepumpe durch den Fußboden ins Erdreich zum Verteiler.

Nach Auskunft des Bauherrn wurde die Wärmepumpe im vergangenen Winter nicht betrieben, um dem Sachverständigen das Betriebsverhalten im Anfahrzustand zu demonstrieren.

Zu Beginn der Inbetriebnahme betrug der Vordruck im Solekreislauf 0,5 bar. Die Soleeintrittstemperatur betrug 11 °C und die Soleaustrittstemperatur 8,9 °C. Nach Inbetriebnahme sank der Vordruck zunächst kurzzeitig auf 0 bar ab und stieg dann kontinuierlich auf ca. 1,5 bar an.

Nach Öffnen des Kugelhahns am Soleverteiler trat eine nicht unerhebliche Gasmenge und danach ein Soleschaum aus. Nach einer Betriebszeit von ca. 5 bis 8 Minuten erfolgte eine Störabschaltung der Wärmepumpe. Zu diesem Zeitpunkt betrug die Soleeintrittstemperatur unverändert 11°C und die Soleaustrittstemperatur -8°C.

Zur Überprüfung der Sole beauftragte der Sachverständige ein Analyselabor in Trier, folgende Proben zu nehmen und zu analysieren:

- Gasprobe am Kugelhahn des Verteilers
- Trinkwasserprobe an der Entnahmestelle in der Küche
- Probe aus dem Solekreislauf am Kugelhahn des Verteilers
- Probe aus neu hergestellter Sole

Mit dem Glykol des Wärmepumpenherstellers wurde vor Ort eine neue Sole hergestellt mit 33 % Glykol und 67 % Wasser.

Die Analysen ergaben, dass sich im Solekreislauf keine Bakterien befinden, die in einem Zersetzungsprozess das Gas erzeugen. Somit wird das im Solekreislauf befindliche Gas nicht durch gasbildende Bakterien hergestellt. Ferner ergaben die Untersuchungen der Gas- und Soleprobe, dass es sich bei dem austretenden Gas um Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) handelt. Im ebenfalls analysierten Trinkwasser und in der neu hergestellten Wasser/Glykol-Mischung konnte hingegen kein Kohlendioxid nachgewiesen werden.

### **Schlußfolgerungen**

Da das Kohlendioxid nur im Solekreislauf nachgewiesen werden kann und nicht in der neuen Soleprobe und sich zudem keine gaserzeugenden Bakterien im Solekreislauf befinden, muss das Kohlendioxid von außen - also aus dem Erdreich - in die Sole gelangen.

Wie ausgeführt, wurde die Erdwärmesonde aus PE-Rohren hergestellt. Dieser Kunststoff hat sich aufgrund seiner guten Verarbeitbarkeit und seiner dauerhaften Haltbarkeit zum Bau von Erdwärmesonden seit Jahren bewährt. Allerdings sind

diese Rohre aufgrund ihres molekularen Gefüges für Gase mehr oder wenig durchlässig. PE-Rohre können besonders gut von Kohlendioxid durchdrungen werden. So ist die Diffusionsrate von Kohlendioxid rund doppelt so hoch wie die von Sauerstoff.

Für den vorliegenden Fall bedeutet dies, dass das Kohlendioxid von außen durch die Wandung der PE-Rohre diffundiert und sich in der Sole bis zur Sättigung anreichern kann.

Hierzu führte der Sachverständige mit dem Geologischen Landesamt Rheinland-Pfalz ein Gespräch. Das Landesamt führte u.a. aus, dass sich in der Region Eifel und Hunsrück zahlreiche Kohlendioxid-Quellen befinden, die vom Erdinneren reichlich mit Kohlendioxid versorgt würden.

Die Anlaufschwierigkeiten der Wärmepumpe im Herbst werden somit durch folgenden Vorgang ausgelöst:

Zum Ende der Heizperiode wird die Wärmepumpe samt Solekreislauf außer Betrieb genommen. Da die Sole nicht mehr zirkuliert, steht sie am Fuß der Erdsonde in einer Tiefe von 75 m unter einem Überdruck von mindestens 7,5 bar. Das im Erdreich vorhandene Kohlendioxid diffundiert durch die Rohrwand des PE-Rohres und löst sich so lange in der Sole, bis sich ein Sättigungszustand einstellt. Dieser Vorgang läuft bei hohen Drücken besonders gut ab, d.h. in der unter hohem Druck stehenden Sole kann sich besonders viel Kohlendioxid lösen. Es stellt sich somit ein Zustand ein, der dem einer geschlossenen Mineralwasserflasche gleicht.

Zu Beginn der Heizperiode werden die Wärmepumpe und der Solekreislauf wieder in Betrieb genommen. Die Umwälzpumpe fördert nun die am Fuß der Erdwärmesonde unter Überdruck stehende, mit Kohlendioxid weitgehend gesättigte Sole an die Erdoberfläche. Hier steht die Sole nur noch unter dem Vordruck des Ausdehnungsgefäßes, der zum Zeitpunkt der Ortsbesichtigung 0,5 bar betrug. Da bei diesem Druck die Löslichkeit des Kohlendioxids viel geringer ist, erfolgt eine Entgasung: Das Kohlendioxid entweicht aufgrund der

Drucksenkung schnell aus der Sole. Dies ist mit einer starken Schaumbildung verbunden. Verstärkt wird die Kohlendioxidgasung durch Strömungsvorgänge im Rohrnetz. Prinzipiell beobachtet man den gleichen Vorgang, wenn eine Mineralwasserflasche erst kräftig geschüttelt und anschließend geöffnet wird.

Der im Aufstellraum der Wärmepumpe installierte Luftabscheider kann die große ausgasende Kohlendioxidmenge nicht abscheiden. Der Schaum wandert zum Verdampfer der Wärmepumpe und reduziert erheblich die Entzugsleistung. Dies führt nach kurzer Zeit zur Störabschaltung der Wärmepumpe.

Alle dem Sachverständigen bekannten Erdsonden werden heute aus PE-Rohr hergestellt. Das PE-Rohr ist jedoch nicht diffusionsdicht. Besonders gut ist es für Kohlendioxid durchlässig. Dies führt dazu, dass es sich in der Stillstandszeit der Wärmepumpe in großen Mengen in der Sole lösen kann und bei der Wiederinbetriebnahme im Herbst in Form einer Druckentgasung unter starker Schaumbildung ausgast.

Rückfragen bei einem der größten Hersteller von Kunststoffrohren ergaben, dass die Problematik der Kohlendioxiddiffusion bei Erdwärmesonden bisher noch nicht bekannt ist. Daher gäbe es zurzeit auch keine Kunststoffrohre, die gegenüber Kohlendioxid diffusionsdicht und für den Einsatz in Erdwärmesonden gut geeignet seien. Marktreife Lösung sollen in Kürze entwickelt werden.

### **Empfehlungen**

Da das Problem der Kohlendioxiddiffusion in Erdwärmesonden bislang der Fachwelt nicht bekannt war, hat aus Sicht des Sachverständigen auch keine der beteiligten Firmen einen technischen Fehler gemacht bzw. gegen die allgemein anerkannten Regeln der Technik verstoßen.

Als Abhilfe empfiehlt der Sachverständige, die Solepumpe am Ende der Heizzeit nicht außer Betrieb zu nehmen. Unter Umständen ist auch der periodische Betrieb der Sole-Umwälzpumpe ausreichend. Dies führt zumindest dazu, dass sich keine so großen Mengen Kohlendioxid wie bisher in der Sole lösen können, da diese dann beim Durchströmen der Erdsonde nur zeitweise unter hohem Druck steht.

Ob diese Maßnahmen das Problem dauerhaft beseitigen, kann der Sachverständige nicht voraussagen. Sichere Abhilfe ist dagegen durch Entgasen des Solekreislauf möglich, indem wie bisher der gesamte Kreislauf über längere Zeit gespült wird.

Weiterhin wird die Sole durch die Lösung des Kohlendioxids korrosiv. Dies kann dazu führen, dass bei längerem Betrieb vorzeitig Korrosionsschäden am Verdampfer der Wärmepumpe oder sonstigen Bauteilen auftreten.

Die endgültige Vermeidung der Kohlendioxiddiffusion ist nur mit Hilfe einer Erdwärmesonde mit diffusionsdichten Rohren möglich. Hierzu fehlen zurzeit noch die geeigneten Kunststoffrohre.

Luxemburg, im März 2009

Omnium Technic, 7-9 rue Guillaume Kroll, L-1882 Luxemburg, Tel. 00352-474848-1  
[www.omnium-technic.com](http://www.omnium-technic.com)

Die Omnium Technic ist ein loser Verbund mittelständischer Unternehmen der TGA-Wirtschaft (Technische Gebäudeausrüstung), die Energie-Dienstleistungen für Kommunal- und Gewerbebauten offerieren. Die Mitglieder beschäftigen insgesamt 1.500 Mitarbeiter. Der jährliche Gesamtumsatz liegt bei 170 Mio. EUR.