

Freies Erdgas im Erdwärmesonden-Kreislauf

# Explosionsgefahr im Heizungskeller



**Bild 2: Kohlenwasserstoffaustritte (Erdöl) während der Erstellung des Geothermiefeldes der «Blumenbörse Rothrist». 2005 wurden in 70, 142 und 154 m Tiefe kleinere Erdöleintritte beobachtet. Das Geothermiefeld befindet sich heute unter dem Fundament der Blumenbörse.**

In Rothrist AG wurde 2005 ein Geothermiefeld erschlossen. Das Feld besteht aus 24 je 190 m langen Erdwärmesonden aus Polyethylen. In den Wasser-Glykol-Kreislauf des Rohrsystems diffundiert Erdgas und wird mit dem Wärmeträgermedium in Richtung Heizzentrale transportiert. Dort reichert es sich im Kältespeicher an und muss kontinuierlich abgeführt werden. Um eine mögliche Explosionsgefahr in der Heizungszentrale auszuschließen, wurde deshalb ein automatisches Entlüftungsventil im oberen Bereich des Kältespeichers angebracht und über eine separate Entlüftungsleitung über das Dach weggeführt.

Oliver Sachs, Mark Eberhard \*

■ Da sich das Erdwärmesondenfeld unterhalb der Bodenplatte des Gebäudes befindet, steigen zusätzlich geringe Mengen von Erdgas aus Bohrungen des Erdwärmesondenfeldes auf und gelangten in das Gebäude. Folglich hat man an der Eintrittsstelle der Erdwärmesondenleitungen ein Absaugrohr installiert und dieses an das Abluftsystem angeschlossen. Seit den Umbaumaßnahmen läuft die Anlage störungsfrei. In der Heizzentrale wurde seither kein Erdgas mehr nachgewiesen.

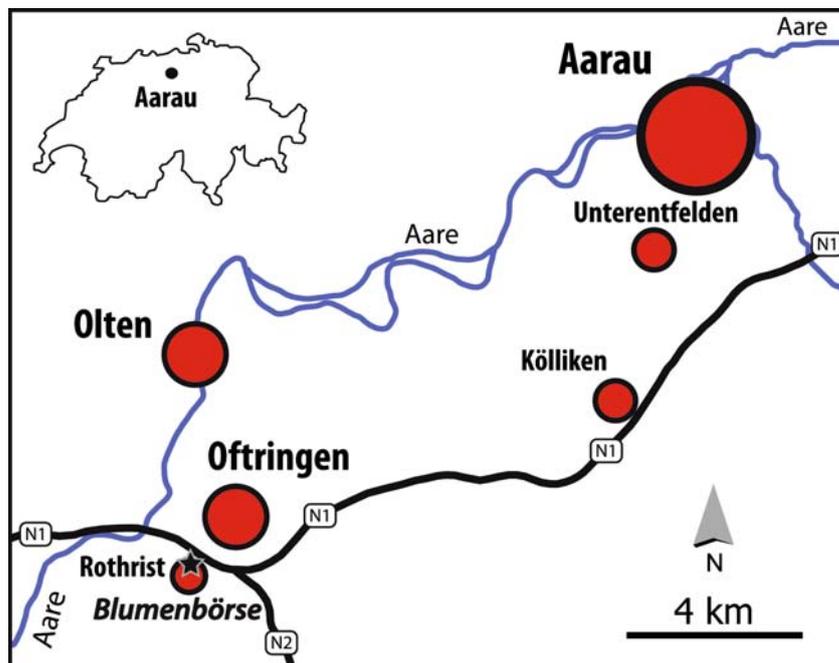
Die Gemeinde Rothrist befindet sich etwa 16km südwestlich von Aarau (Bild1). Aus geologischer Sicht liegt Rothrist im Kontaktbereich zwischen dem Faltenjura und dem nördlichen Rand des Schweizer Molassebeckens. In der Vergangenheit wurden bei Bohrarbeiten in und um Rothrist wiederholt kohlenwasserstoffhaltige Sand- und

Mergelsteine der Unteren Süßwasser-molasse angetroffen. Meist handelte es sich bei den vorgefundenen Kohlenwasserstoffen um Erdöl, in einigen Fällen wurden zudem kleinere Erdgasvorkommen angebohrt (Wyss, 2009; Sachs & Eberhard, 2010).

## Realisation der Erdwärmesondenfelder «Blumenbörse» und «Dienstleistungszentrum Ausfahrt46»

Beide EWS-Felder hat die Eberhard & Partner AG, Aarau geologisch begleitet und dokumentiert. Damit waren die geologische Profilaufnahme, die Beprobung und die Auswertung der beiden Geothermiefelder gut miteinander vergleichbar.

Für den Neubau der «Blumenbörse» wurde 2005 ein Geothermiefeld mit 24 Erdwärmesonden (EWS) von jeweils 190 m Tiefe erstellt. Dabei sind während der Bohrarbeiten mehrere erdöhlaltige Schichten angetroffen worden (Bild2). Zu diesem Zeitpunkt konnte kein Austritt von Erdgas nachgewiesen werden. Zum Einsatz kamen konventionelle Doppel-U-Sonden aus schwarzem Polyethylen. Insgesamt sind rund 18240m Erdleitungen im Untergrund verlegt worden. Heute befindet sich das Erdwärmesondenfeld unterhalb der Bodenplatte der Blumenbörse. Die



**Bild 1: Lageplan von Rothrist mit dem eingezeichneten Geothermiefeld «Blumenbörse» (Stern).**

Geothermieanlage «Blumenbörse Rothrist» nahm Anfang 2006 den Betrieb auf. Die Anlage dient seither im Winter zur Beheizung und im Sommer zum Kühlen des Gebäudes.

Das «Dienstleistungszentrum Ausfahrt 46» entstand etwa 100m nordöstlich der «Blumenbörse» in den Jahren 2010/2011. In dem mehrstöckigen Objekt befinden sich rund 7000m<sup>2</sup> Ausstellungs-, Verkaufs- und Büroflächen. Das Gebäude soll ebenfalls mittels eines EWS-Feldes mit 31 Sonden à 170m beheizt und gekühlt werden. Hierfür wurden im Mai 2011 rings um das Gebäude die ersten Bohrungen abgeteuft. Während des Einbaus der EWS Nr. 1 kam es zu einem schwachen Gasaustritt am Bohrloch. In den folgenden Wochen hat man in den umliegenden Bohrungen kein Erdgas gemessen. Am 6. Juli 2011 ist die Eberhard & Partner AG, Aarau, vom zuständigen Bohrmeister informiert worden, dass an der Sonde Nr. 20 noch nicht ausgehärtetes Hinterfüllungsmaterial herausgedrückt wurde und Erdgas am Bohrloch austritt. Das Gas ist noch am selben Tag für weitere geochemische und isotopengeochemische Analysen beprobt worden (Bild 3).



**Bild 3: Beprobung des aus der Erdwärmesonde No. 20 ausströmenden Erdgases. Eine unmittelbar vor Ort durchgeführte erste Messung ergab einen Methananteil von über 91 %.**

#### Das Gas aus dem primären EWS-Kreislauf der «Blumenbörse Rothrist»

Einige Tage nach dem Gasaustritt von Sonde Nr. 20 teilte das Departement Bau, Verkehr und Umwelt des Kantons Aargau mit, dass im primären Sondenkreis der «Blumenbörse» Methangas gefunden wurde. Nach Auskunft von Herrn Studer (Geschäftsführer der «Blumen-

börse Rothrist», mündliche Mitteilung vom Juli 2011) reicherte sich bereits seit einiger Zeit Gas im Kältespeicher und anderen Anlagenteilen an. Die mit Abstand grösste Gasmenge akkumulierte sich im 5000 Liter fassenden Kältespeicher (Bild 4). Dies hatte auch eine kontinuierliche Druckzunahme in der Anlage zur Folge. Pro Monat sammelte sich eine

## DAS SYSTEM GENIAL DEZENTRAL

- Hydraulischer Abgleich automatisch
- Ein- und Ausbau der Pumpe bei befüllter Anlage ohne Werkzeug und ohne Wasseranstritt möglich
- Ausfallsichere Speicherung aller Anlagendaten
- Einbau des Pumpenadapters mit altbekannter Anschluss- und Montagetechnik

# Die Revolution in der Pumpentechnik... Wilo-Geniax

Die herkömmliche Angebotsheizung mit einer zentralen Heizungspumpe wird durch eine Bedarfsheizung abgelöst – gepumpt wird nur, wenn Wärme benötigt wird...

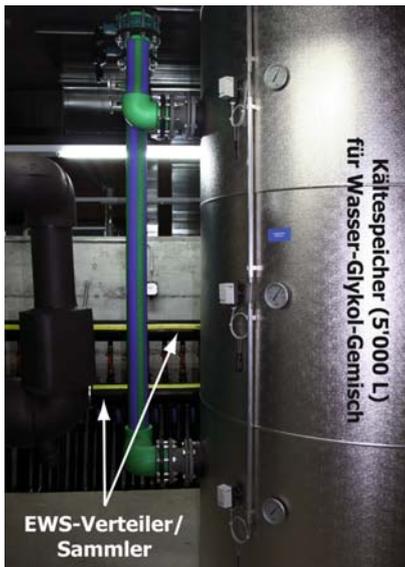
**bis zu 40% Heizkosten sparen!**

**Komfort-Temperatur  
auf Knopfdruck**

**EMB**  
PUMPEN AG

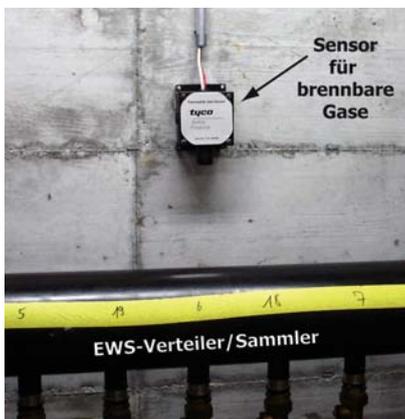
EMB PUMPEN AG  
CH-4310 Rheinfelden  
Telefon 061 836 80 20  
[www.info-emb-pumpen.ch/geniax/](http://www.info-emb-pumpen.ch/geniax/)





**Bild 4:** Kältespeicher für den primären EWS-Kreislauf (Volumen: 5000L). Im Hintergrund ist ein Ausschnitt des EWS-Verteilers/Samplers zuerkennen.

Gasmenge von bis zu  $4\text{m}^3$  an, welche periodisch abgelassen wurde. Anfangs ahnte niemand, dass es sich hauptsächlich um brennbares Methangas handelte. Als während des Entlüftens eine offene Flamme an das ausströmende Gas gehalten wurde, bildete sich eine Stichflamme. Von da an war klar, dass zur Sicherheit verschiedene technische Massnahmen ergriffen werden mussten. Ein geochemischer Vergleich der natürlichen Erdgasprobe vom «Dienstleistungscenter Ausfahrt46» mit einer Gasprobe aus dem Primärkreislauf der «Blumenbörse» belegte zweifelsfrei, dass es sich um das gleiche Gas handelt (Sachs & Eberhard, 2011). Eine chemische Reaktion zwischen dem Erdgas und dem Wasser-Glykol-Gemisch aus dem Kreislauf konnte nicht belegt werden.



**Bild 6:** Installierter Sensor für brennbare Gase (z. B. Methan, Erdgas) im Bereich des EWS-Schachtes. Der Sensor ist Teil eines Überwachungssystems, welches bei Überschreitung eines Schwellwertes Alarm gibt.



**Bild 5:** Ansicht des Schachtes, in welchem die einzelnen Erdwärmesonden in das Gebäude geführt werden. Kontrollmessungen ergaben, dass sich hier Erdgas angesammelt hat. Die nachträglich eingebaute stationäre Absaugleitung hat sich als wirksame Massnahme gegen die Anreicherung von Erdgas erwiesen.

#### Technische Massnahmen im Heizungskeller

Nachdem festgestellt wurde, dass sich Erdgas in der Heizungsanlage der «Blumenbörse» ansammelt, wurden Gasmessungen an verschiedenen Stellen im Gebäude durchgeführt. Es zeigte sich, dass im Bereich des Schachtes, durch welchen die Erdwärmesonden in das Gebäude geführt werden, Methangas vorhanden war (Bild 5). Eine Abdichtung der Durchgangsbohrungen hat nicht den gewünschten Erfolg gebracht. Erst als eine stationäre Absaugleitung in den Schacht installiert wurde, konnte kein Erdgas mehr nachgewiesen werden. Die Absaugleitung ist an die Leitung für die Gebäudeabluft angeschlossen worden (Bild 7, links). Ergänzend wurde ein Warnsystem für brennbare Gase installiert. Bild 6 zeigt einen Sensor, welcher im Bereich des EWS-Schachtes installiert ist. Die Anlage dient ausschliesslich zur Überwachung der Heizzentrale auf brennbare Gase. Bei Überschreitung eines Grenzwertes wird automatisch Alarm ausgelöst und ein Warnruf an den Betreiber der Anlage per Modem weitergeleitet.

#### Ergänzungen am Heizungssystem

Die Analyse des Heizungssystems zeigte, dass sich die mit Abstand grösste Gasmenge im Pufferspeicher anreichert. Aus diesem Grunde wurde an dieser Stelle nach einer möglichst effektiven Lösung gesucht. Im oberen Teil des Kessels war ein Kugelhahn installiert, durch welchen die Anlage sporadisch von Hand entlüftet werden konnte. Als

Umbaumaassnahme wurde vor dem Kugelhahn ein Abzweig mit einer weiteren Absperrung geschaffen. Dadurch kann auch während des Betriebs eine Beprobung durchgeführt werden. Gleichzeitig kann jederzeit von Hand nachentlüftet werden. An der Hauptentlüftungsleitung wurde ein selbsttätiges Entlüftungsventil installiert (Bild 7, links). Das abgeschiedene Gas wird direkt über das Dach abgeleitet (Bild 7, rechts). Zum Schutz vor Korrosion besteht das gesamte Leitungssystem aus Edelstahl.

#### Schlussfolgerungen

Die Erkenntnis, dass Gase in grossen Mengen in Erdwärmesonden diffundieren, ist relativ neu. So stammen die ersten Berichte aus dem Jahre 2009, wo beschrieben wird wie im primären Kreislauf Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ) eindiffundiert ist (z. B. Ameling, 2009). Bis zu diesem Zeitpunkt wurde das Problem der Gasdiffusion in Erdwärmesonden in der Fachliteratur nicht erwähnt. Insofern ist es neu, dass auch natürliches Erdgas durch das PE-Rohr einer EWS diffundieren und sich in signifikanten Mengen in der Heizungsanlage ansammeln kann. Das Beispiel der «Blumenbörse» hat gezeigt, dass es grundsätzlich zwei Möglichkeiten gibt, durch welche Erdgas in ein Bauobjekt eindringen kann: einerseits durch unter der Bodenplatte liegende Bohrungen, andererseits mittels Gasdiffusion durch das EWS-Kunststoffrohr. Hierbei wird die Sättigungsgrenze für Erdgas in dem Wasser-Glykol-Gemisch überschritten, wodurch es sich als freies Gas im Heizungssystem anreichern kann. Dieser Prozess war bislang nicht bekannt.

Die relativ einfachen Umbaumaassnahmen in der «Blumenbörse» haben gezeigt, dass das Problem der Erdgas-Diffusion beherrschbar ist. Trotzdem muss sich der Fachmann darüber im Klaren sein, dass von dem Erdgas eine nicht unerhebliche Explosionsgefahr ausgeht. Dies bedeutet, dass essenzielle Regeln beim Umgang mit solchen Anlagen eingehalten werden müssen. So sollte beim Entlüften der Anlage ein Warnsensor für brennbare Gase eingeschaltet sein. Offenes Feuer oder Funkenbildung muss unbedingt vermieden werden. In bestimmten Fällen kann Erdgas in Hohlräume eindringen. Hierzu können EWS-Durchführungen, Aufzugschächte, Kanalisationsrohre, kleine Lagerräume oder die Schächte von Dachwasserversickerungsanlagen zählen. Folglich sollte ein besonderes Augenmerk auf

**Literatur**

Ameling, W. (2009). Studie über Störabschaltungen einer Erdreich-Wärmepumpe. Gesundheits-Ingenieur, 130/3, 169-170.

Sachs, O. & Eberhard, M. (2010). Erdgasausbruch bei einer Erdwärmesondenbohrung in Rothrist-Buchrain. Swiss Bulletin für angewandte Geologie, 15, 43-51.

Sachs, O. & Eberhard, M. (2011). Erdgas in Erdwärmesonden – eine Herkunftsanalyse. Geosciences ACTUEL, 4/2011, 23-26.

Wyss, R. (2009). Eine Erdgasbohrung in Rothrist. Umwelt Aargau, 44, 31-34.

Orte gelegt werden, wo sich unbemerkt im Laufe der Zeit Gas ansammeln kann. Seit den Umbaumaassnahmen in der «Blumenbörse» haben sich weder im primären Heizungskreislauf, noch im EWS-Schacht des Heizungsraumes kritische Erdgasmengen angereichert. Zur Sicherung der Anlage wurde ein Überwachungskonzept entwickelt, welches die grösstmögliche Sicherheit für die Kunden und Mitarbeiter der «Blumenbörse» in Rothrist gewährleistet. Damit

sind Untergründe mit kohlenwasserstoffhaltigen Gesteinen (Erdöl und Erdgas) für Erdwärmesonden kein Hindernisgrund. Es muss jedoch für jedes Objekt individuell geprüft werden, welche Vorkehrungen getroffen werden müssen, damit sich kein brennbares Gas anreichern kann. Aus diesem Grund sollte für jedes gefährdete Objekt eigens ein Sachverständiger mit einbezogen werden.

Aktueller Nachtrag: Die Heizungsanlage im «Dienstleistungscenter Ausfahrt46» nahm Ende 2011 ihren Betrieb auf. Aufgrund der Vorkommnisse bei der «Blumenbörse» wurden vorab technische Vorkehrungen zur Gasabscheidung über das Dach getroffen. Es zeigte sich nun, dass auch bei dieser Anlage Erdgas in den primären Wasser-Glykol-Kreislauf hinein diffundiert. ■

\*Autoren: Dr. Oliver Sachs (Dipl.Geol./CHGEOLCert/EuroGeol), Forschung und Entwicklung Geothermie, sowie Dr. Mark Eberhard (Dipl. Natw. ETH/CHGEOLCert), Geschäftsführer bei der Eberhard & Partner AG, CH-5000 Aarau, www.eberhard-partner.ch, www.info-geothermie.ch



**Bild 7:** Kugelhahn mit Abzweig (Beprobung, manuelle Entlüftung) und automatischer Entlüftung (links). Das abgeschiedene Gas aus dem primären Kreislauf (Kältespeicher) wird in einer Edelstahlleitung direkt zum Dach geführt (rechts).

**ticom**

CH 8912 Obfelden

Tel. +41 44 763 40 10

Fax +41 44 763 40 19

**Qualität ist unser Antrieb**

www.ticom.ch

Unsere TICOVAL-Motorkugelhähne sind bekannt und bewährt. Neu ergänzen wir unser Sortiment mit den **TICOFLY-Motorabsperklappen!** **Ihr Vorteil:** Die Antriebe sind identisch mit denjenigen der Kugelhähne.

Um den höchsten Qualitätsansprüchen gerecht zu werden, haben wir die hochwertigen und etablierten **Klappen von EBRO** adaptiert. Unser Grundsortiment umfasst die Zwischenflanschklappe Z011 und die Anflanschklappe Z014 in den Dimensionen DN20 (3/4") - DN125 (5").

TICOFLY-Motorabsperklappen eignen sich für eine Vielzahl von Anwendungen in der gesamten Gebäudetechnik. Hervorragende Durchflusswerte ergeben direkte Energie- und Kosteneinsparungen.

Durch die Verwendung unserer bewährten TICOVAL-Antriebe profitieren unsere Kunden direkt von der grossen Ausstattungsvielfalt. So ist neben **Auf-/Zu-Antrieben** auch ein **Regelantrieb** erhältlich

