Erdgas in Erdwärmesonden – eine Herkunftsanalyse

Bei der Erstellung eines Geothermiefeldes in Rothrist (AG) sind die zuständigen Geologen auf Erdgas gestossen. In einem Gebäude neben dem neuen Geothermiefeld wurde kurz davor im primären Glykolkreislauf der Sonden Methangas nachgewiesen. Der Chemismus und die Isotopie des Gases lassen interessante Rückschlüsse auf die Herkunft und die Diffusionsprozesse zu.

OLIVER SACHS, MARK EBERHARD

Bohrungen für zwei Erdwärmesondenfelder, die in den Jahren 2005 sowie 2011 in Rothrist (AG) stattfanden, haben interessante und bisher unbekannte Resultate zutage gebracht: Die zuständigen Geologen haben ein brennbares Gas in den Erdwärmesonden (EWS) des ersterstellten Geothermiefeldes vorgefunden. Verschiedenste Analysen haben gezeigt, dass Erdgas in die EWS diffundierte. Dieser bisher unbekannte Prozess muss künftig bei der Realisierung von EWS in kohlenwasserstoffhaltigen Gesteinsschichten berücksichtigt werden.

Wo alles seinen Anfang nahm

Im Jahr 2005 fanden erste Bohrungen für ein neues Geothermiefeld in Rothrist statt. Sie zielten darauf ab, die über Erdwärmesonden (24 Sonden à 190 Meter) gewonnene Energie einige Monate später dem Neubau «Blumenbörse» zur Verfügung zu stellen. Bereits während dieser Bohrarbeiten traf man auf mehrere erdölhaltige Schichten. Zu diesem Zeitpunkt konnte aber noch kein Erdgas-Austritt nachgewiesen werden. Die Bohrlöcher wurden mit konventionellen Doppel-U-Sonden aus schwarzem Polyethylen ausgestattet. Insgesamt installierte man so rund 18'240 Meter EWS-Röhren im Untergrund. Die EWS-Anlage «Blumenbörse Rothrist» nahm Anfang 2006 ihren Betrieb auf.

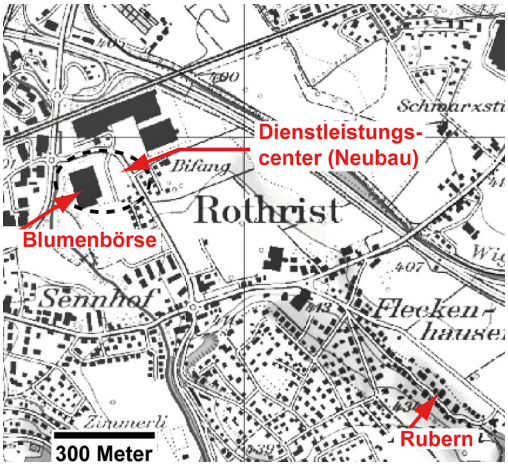
Ein zweites Erdwärmesondenfeld

Im Verlauf der Jahre 2010 sowie 2011 entstand etwa 100 Meter neben der «Blumenbörse» der Neubau des «Dienstleistungscenters Ausfahrt 46». In diesem mehrstöckigen Gebäude werden auf rund 7'000 Quadratmetern Ausstellungs-, Verkaufs- und Büroflächen entstehen. Das Gebäude soll mittels eines EWS-Feldes (31 Sonden à 170 Meter) geheizt und gekühlt werden.

Im Mai 2011 fanden erste Bohrungen für das Grossprojekt statt. Während des Einbaus der ersten EWS kam es zu einem schwachen Erdgasaustritt aus dem Bohrloch. In den folgenden Wochen konnte in den umliegenden Bohrungen kein Erdgas mehr nachgewiesen werden. Am 6. Juli 2011 informierte der zuständige Bohrmeister die «EBERHARD & Partner AG» aber darüber, «dass an der fertig ausgebauten EWS Nummer 20 noch nicht ausgehärtetes Hinterfüllungsmaterial herausgedrückt werde und Erdgas aus dem Bohrloch austrete». Das Erdgas wurde noch am gleichen Tag beprobt – zur weiteren geochemischen Analyse und für ergänzende Bestimmungen der isotopischen Zusammensetzung.

Bis vier Kubikmeter Gas pro Monat

Einige Tage später teilte das Departement Bau, Verkehr und Umwelt des



Rothrist (AG): Eingezeichnet sind die zwei Standorte der EWS-Felder sowie Rubern, wo bereits früher gebohrt und analysiert wurde. (Bild: EBERHARD & Partner AG)

Probenahmen bei Sonde 20: Eine Probe vor Ort ergibt einen Methananteil von über 91 Prozent. (Foto: Oliver Sachs)

Kantons Aargau der «EBERHARD & Partner AG» mit, dass im primären Sondenkreis der «Blumenbörse» Methangas gefunden wurde. Nach Auskunft von Ernst Studer (Geschäftsführer der «Blumenbörse» Rothrist; mündliche Mitteilung vom Juli 2011) sammelte sich bereits seit einiger Zeit Gas im Kältespeicher und an anderen Anlageteilen an. Dies führte zu einer kontinuierlichen Druckzunahme. Pro Monat sammelte sich eine Gasmenge von bis zu vier Kubikmetern an, welche periodisch abgelassen werden musste.

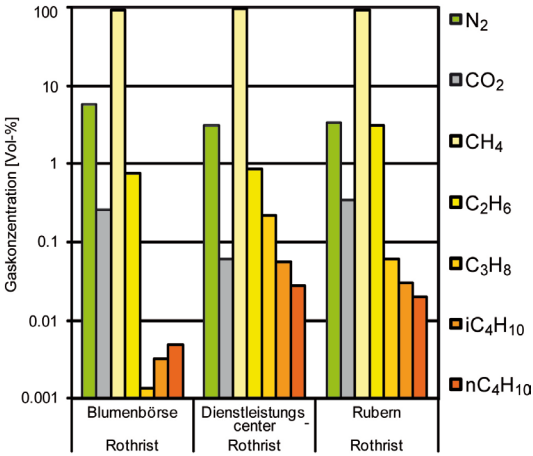
Die Analyse der Gasproben

Anfangs ahnte noch niemand, dass es sich hauptsächlich um brennbares Methangas handelte. Nun wollte man die zeitnah entnommene Erdgasprobe des «Dienstleistungscenters» detailliert mit dem durch die Polyethylen-Sonden in den Wasser-Glykol-Kreislauf diffundierten Erdgas vergleichen. Zu diesem Zeitpunkt war nicht klar, woher das Gas kam, ob sich die Isotopenwerte durch Fraktionierung veränderten und inwieweit das Methan mit dem Wasser-Glykol-Gemisch reagierte. Zur Klärung dieser Fragen wurden beide Gasproben durch die «Hydroisotop GmbH» (Schweitenkirchen, Deutschland) analysiert. Die vom Kanton Aargau publizierten chemischen Analyseergebnisse einer EWS-Bohrung in Rothrist (Rubern) wurden den neu gewonnen Analyseresultaten gegenüber gestellt.

Chemische Analyse

Die Erdgas- bzw. Methangaskonzentration betrug in der Probe «Dienstleistungscenter» 95.73 Volumenprozent. Dies stellte die höchste gemessene Gaskonzentration dar. In Rubern konnte ein Gehalt von 93.11 Volumenprozent nachgewiesen werden, in der Probe aus dem Primärkreislauf «Blumenbörse» stiess man auf 93.04 Volumenprozente. Ver-

Einbau der ersten Erdwärmesonde: Ein leichtes Ausgasen von Erdgas ist bereits hier erkennbar. (Foto: Oliver Sachs)



Chemische Analyse: Die Resultate zeigen, dass bei der Probe «Blumenbörse» ab C_3H_8 starke Fraktionierungsprozesse stattfinden. (Diagramm: Hydroisotop GmbH)

gleicht man diese Werte mit anderen Erdgasproben aus der Region Wettingen-Aarwangen, so liegen alle gemessenen Methangasgehalte in einem für Erdgas typischen Konzentrationsbereich.

Dasselbe gilt für Stickstoff (N_2), Kohlendioxid (CO_2) und Ethan (C_2H_6). Erst ab Propan (C_3H_8) weichen die Analyseresultate aus dem Primärkreis der «Blumenbörse» von den anderen Proben ab. Der Diffusionsprozess durch die Rohrwandung der EWS aus Polyethylen stellt demnach für die Kohlenwasserstoffe ab Propan (C_3H_8) eine signifikante Barriere dar. Zudem scheinen beim Butan (C_4H_{10}) chemische Fraktionierungsprozesse abzulaufen. In den natürlichen Erdgasproben aus der Region überwiegt normalerweise die verzweigte Strukturform des Butans (i-C_4H_{10}). Die geradkettige Form (n-C_4H_{10}) tritt zurück. Bei der Probe aus dem Rohrsystem der «Blumenbörse» kehrte sich dieses Verhältnis um.

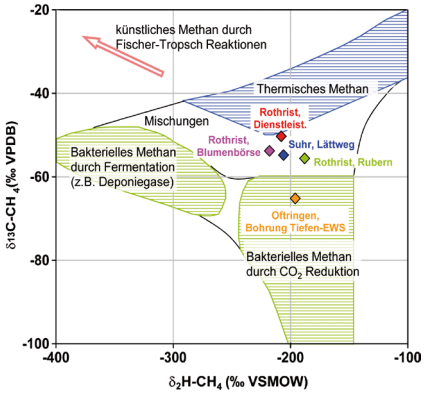
Isotopenanalytische Charakterisierung

Die Isotopenwerte des Methans aus dem Wasser-Glykol-Kreislauf der «Blumenbörse» beweisen, dass das im Rohrsystem gefundene Erdgas einerseits thermisch, andererseits aber auch biologisch durch Bakterien gebildet wurde.

Aus früheren Gasanalysen von Rothrist und Umgebung sind vergleichbare Mischungen von thermisch beziehungsweise biologisch gebildetem Erdgas bekannt. Damit liegen die in der «Blumenbörse» vorgefundenen Isotopenwerte des Methans im natürlich vorkommenden Spektrum des Jura-Südfuss-Gebietes. Eine Isotopenfraktionierung hat nicht stattgefunden. Daneben konnte eine Isotopenverschiebung durch eine mögliche Reaktion des Methans mit dem Glykol beziehungsweise dem zugemischten kalkhaltigen Leitungswasser nicht nachgewiesen werden.

Natürlich entstandenes Erdgas

Die Chemie des Gases sowie die Isotopenverteilung belegt, dass die im Heiz- beziehungsweise Kühlsystem der «Blumenbörse» in Rothrist vorgefundene Gasphase auf natürliches Erdgas zurückzuführen ist. Dieses Erdgas ist über die Erdwärmesonden in den Geothermiekreislauf eindiffundiert. Eine chemische Reaktion mit dem Wasser-Glykol-Gemisch konnte nicht belegt werden. Die geringere Konzentration an höheren Kohlenwasserstoffen (>C_2H_6) in der «Blumenbörse» wird mit der zunehmenden Grösse der organischen Verbindungen erklärt. Die grösseren Moleküle können demnach die EWS-Rohrwandung weniger leicht passieren. Eine Isotopenfraktionierung hat nicht stattgefunden.



Isotopenanalytischer Vergleich der Methanprobe «Blumenbörse» mit natürlichen Erdgasproben: VPDP und VSMOW sind Referenzstandards. (Diagramm: Hydroisotop GmbH)

Ein gemeinsames Forschungsprojekt

Die Gemeinde Rothrist befindet sich etwa 16 Kilometer südwestlich von Aarau im Kanton Aargau. Aus geologischer Sicht liegt Rothrist im Kontaktbereich zwischen dem südlichen Schenkel der Born-Engelberg-Antiklinale und dem nördlichen Rand des Schweizer Molassebeckens. In der Vergangenheit wurden bei Bohrarbeiten in und um Rothrist wiederholt kohlenwasserstoffhaltige Sand- und Mergelsteine der Unteren Süsswassermolasse angetroffen. Häufig handelte es sich bei den vorgefundenen Kohlenwasserstoffen um Erdöl, in einigen Fällen wurden zudem kleinere Erdgasvorkommen angebohrt. Der geologische Kontext, die Vorkommen und Verteilung der Kohlenwasserstoffe sowie deren Chemismus und Isotopie werden derzeit im Rahmen eines gemeinsamen Forschungsprojektes von der «EBERHARD & Partner AG» (Aarau) und der «Nagra» (Wettingen) für den Raum Wettingen-Aarwangen im Detail untersucht.

Oliver Sachs und Mark Eberhard
Forschung und Entwicklung Geothermie
EBERHARD & Partner AG
General Guisan-Strasse 2, 5000 Aarau
service@eberhard-partner.ch
www.eberhard-partner.ch
www.info-geothermie.ch

Geosciences ACTUEL

4/2011

sc | nat

Geosciences
Platform of the Swiss Academy of Sciences