Vol. 15/1, 2010

Separatabdruck

Erdgasausbruch bei einer Erdwärmesondenbohrung in Rothrist-Buchrain – ein Erfahrungsbericht

Oliver Sachs, Mark Eberhard

Swiss Bulletin

für angewandte Geologie
de géologie appliquée
di geologia applicata
for Applied Geology

VSP/ASP
SFIG/GSGI

Erdgasausbruch bei einer Erdwärmesondenbohrung in Rothrist-Buchrain – ein Erfahrungsbericht

Oliver Sachs[1], Mark Eberhard[1]

Stichworte: Erdwärmesonde, Bohrung, Öl- und Gasvorkommen, Vorsichtsmassnahmen, Massnahmenkonzept, Sanierungskonzept.

Zusammenfassung

Bei der Erstellung von Erdwärmesonden (EWS) sind in der Schweiz wiederholt kleinere Erdgaslager erschlossen worden. Aufgrund der derzeitigen und in den kommenden Jahren noch zu erwartenden Bohraktivitäten soll der vorliegende Bericht die gewonnenen Erfahrungen und Erkenntnisse beim Umgang mit einem Erdgasausbruch infolge einer Erdwärmesondenbohrung zusammenfassen.
Bei einer EWS-Bohrung am Buchrainweg in Rothrist, Kanton Aargau, wurde in einer Tiefe von 190 m u. T. in den Gesteinsschichten der Unteren Süsswassermolasse Erdgas angetroffen. Zu Beginn strömte das Gas mit einem Druck von 4 bis 5 bar aus dem Boden. Durch die im Vorfeld getroffenen Sicherungsmassnahmen wurde das Erdgas umgehend in eine Fackel abgeleitet und kontrolliert verbrannt. Nach etwa 13 Stunden war das Erdgas abgefackelt und das Erdwärmesondenprojekt konnte gefahrlos realisiert werden.
Beim angetroffenen Erdgas handelt es sich grösstenteils um Methangas (90.1%). Aufgrund der in ihm enthaltenen höheren Kohlenwasserstoff-Verbindungen wird auf eine hauptsächlich thermogene Entstehung geschlossen. Neben dem Erdgas wurden zudem geringe Mengen von Erdöl gefördert.

Abstract

During the construction of borehole heat exchangers, several small natural gas reservoirs have been recovered in Switzerland. Because of drilling activities in the present and the future, this paper shall share the experience and provide the necessary technical expertise to handle a natural gas emanation while drilling.
During a heat exchange boring in Rothrist at the street Buchrainweg (Canton Aargau) natural gas was encountered in sediments of the Lower Freshwater Molasse in a depth of 190 m. At the beginning, the gas started to escape with a flowing pressure of 4–5 bar. In the preliminary stages of the boring the taken safety precautions helped in deflecting the gas into a flare. Thus, it could be burned with safety for the immediate surrounding environment. After 13 hours the gas was burned completely and the drilling project could be finished. The raised natural gas consisted predominantly of methane (90.1%). Due to the enhanced amount of high-molecular-weight hydrocarbon compounds a thermal origin of the methane is presumable. Beside the natural gas, a small quantity of crude oil was raised.

Résumé

En Suisse, on a déjà découvert du gaz naturel lors de nombreux forages pour des sondes géothermiques. Le présent rapport a comme but, de résumer l'expérience obtenue avec des échappements de gaz pendant les travaux de forage.
Lors de la réalisation d'une sonde géothermique au Buchrainweg à Rothrist (canton d'Argovie) une poche de gaz a été rencontrée dans la molasse d'eau douce inférieure à une profondeur de 190 m. Au début, le gaz remontait dans le forage avec une pression de 4 à 5 bars. Grâce aux mesures de sécurité prévues au préalable, le gaz a été évacué et brûlé à l'aide d'une torche. Après 13 heures, la poche de gaz était vide et la sonde géothermique a été réalisée comme prévue. Le gaz naturel se composait à 90.1 % de méthane. Des hydrocarbures à chaîne plus longue ont également été détectés et laissent présumer que le gaz naturel est d'origine thermique. De plus, des traces de pétrole ont été observées.

[1] EBERHARD & Partner AG, General Guisan-Strasse 2, 5000 Aarau, Schweiz

1. Einführung

In den letzten Jahren wurden bei Bohrarbeiten entlang des Südrandes der Born-Engelberg-Antiklinale wiederholt kleinere Erdgasvorkommen erschlossen. Dies belegen Bohrungen in Rothrist, Kölliken oder Oftringen. Im Februar 2009 kam es durch die unkontrollierte Erdgasentzündung direkt an einer Bohrstelle in Oftringen zu einem Personenschaden. Aus eben diesen Gründen sollten in potentiell gefährdeten Gebieten bereits im Vorfeld Schutzmassnahmen getroffen werden. Im vorliegenden Fall sollte zur Beheizung eines landwirtschaftlich genutzten Anwesens in Rothrist eine 200 m tiefe EWS-Anlage erstellt werden (Fig. 1). Kurz vor Erreichen der projektierten Endteufe kündigte sich in 190 m Bohrtiefe ein Erdgasausbruch schrittweise an. Zu Beginn des Gasausbruches wurde vom Bohrmeister ein schwacher Gaszutritt gemeldet. Obwohl die Bohrung sofort gestoppt wurde, stieg die Gaskonzentration am Bohrloch binnen fünf Minuten rapide an. Gleichzeitig wurde durch die Spülleitung nicht mehr Bohrspülung, sondern zunehmend Erdgas gefördert. Anfangs, solange nicht kontrolliert abgefackelt wurde, bestand eine erhebliche Explosionsgefahr im gesamten Umfeld der Bohrstelle. Der Vorfall war ein Testfall für die vorbereiteten Schutzmassnahmen.

2. Der kontrollierte Gasausbruch

Aufgrund eines früheren Erdgasausbruches in Rothrist-Rubern (Wyss 2008, Wyss 2009) wurde die Bewilligung zur Realisierung einer EWS nur unter besonderen Auflagen erteilt. Von der technischen Seite her sollte die Bohrung möglichst innert eines Tages abgeteuft und ausgebaut werden. Ferner durfte das Bohrloch zu keinem Zeitpunkt unbeaufsichtigt sein, das Bohrteam musste zwingend mit tragbaren Gaswarngeräten ausgerüstet sein, die Bohrstelle abgesperrt sowie mit Warnschildern wie «Explosionsgefahr» und «absolutes Rauchverbot» gekennzeichnet sein. Zusätzlich wurde ein aufschraubbarer Gaspreventer mit verschiedenen Abgängen für das Bohrgestänge bereit gestellt (Fig. 2, A). Ferner hat die Bohrfirma AEB Erdwärme AG ein Verlängerungsstück für die Spülungslei-

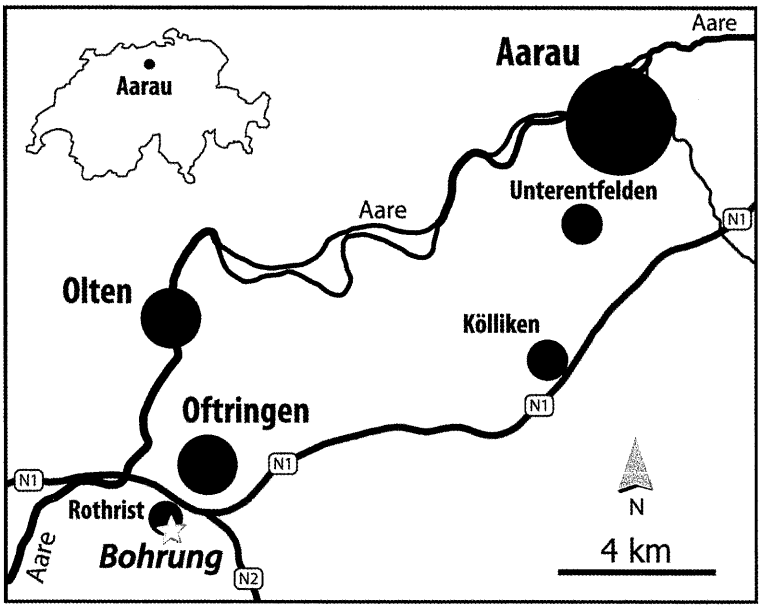

Fig. 1: Übersichtskarte mit der Lage des Bohrpunktes am Buchrainweg in Rothrist (Kanton Aargau).

tung anfertigen lassen, welches mit einem Absperrschieber mit zwei Leitungsabzweigungen versehen ist (Fig. 2, B). Gerade dieser Schieber ermöglichte eine Druckmessung des ausströmenden Gases beziehungsweise gewährleistete eine sichere Beprobung des Erdgases.

Nachdem das Gaswarngerät des Bohrmeisters (Gasman N, Sensor für «brennbare Gase») einen ersten Gasaustritt gemessen hat (Alarm 1; 10% der unteren Alarmgrenze für Methan), ist trotz sofortigen Bohrstopps die Gaskonzentration in der Umgebung des Bohrloches binnen 5 Minuten sehr schnell angestiegen (Alarm 2; 20% der unteren Alarmgrenze für Methan). Bis schliesslich die Feuerwehr Rothrist und der begleitende Geologe vor Ort waren, strömte über die Spülungsleitung für das Bohrklein massiv Erdgas in die Absetzmulde (Fig. 3, links). Ein Umbau der Spülungsleitung konnte erst erfolgen, nachdem die Feuerwehr Rothrist alle Sicherungsmassnahmen (Wasservorhang, einsatzbereite Löschmittel) installiert hatte. Nachdem dies geschehen war, wurde das Verlängerungsstück mit dem offenen Schieber an der Spülungsleitung befestigt. Das Ende der Verlängerung wurde auf zwei in den Boden geschlagene und gekreuzte Holzpflöcke gelegt. Nun konnte das Erdgas frei auf das offene Feld entweichen (Fig. 3, rechts).

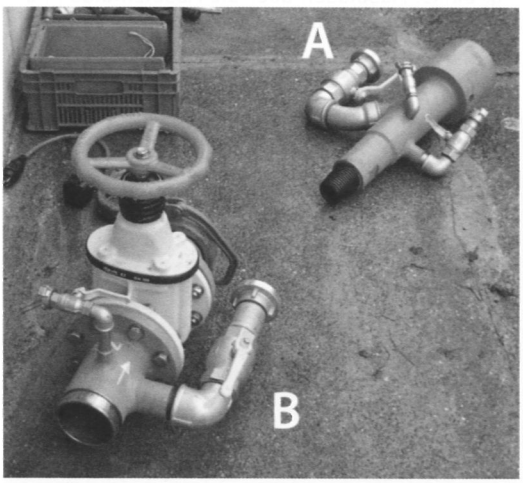

Fig. 2: Die von der Bohrfirma bereitgestellten Spezialgeräte: A] aufschraubbarer Gaspreventer für das Bohrgestänge; B] Absperrschieber für die Spülungsleitung.

Zu diesem Zeitpunkt war nicht klar, wie lange das Erdgas aus dem Bohrloch ausströmen würde. Aus diesem Grunde wurde parallel zu den eingeleiteten Massnahmen vor Ort eine Tankreinigungsfirma damit beauftragt, eine Abfackelungsanlage an der Bohrstelle zu installieren. Mit Hilfe der Anlage sollte die zu erwartende mehrere Meter hohe Flamme gezielt in den Himmel gelenkt werden. Da das Bohrloch ein Gemisch aus Gas/Wasser förderte (Fig. 3, rechts), konnte die Gasfackel jedoch nicht eingesetzt werden. Es wurde entschieden, dass die mit der Spülungsleitung improvisierte Fackel von der Feuerwehr gezündet werden sollte (Fig. 4, links). Nach einer Beobachtungszeit von 15 Minuten wurde eine Gasbeprobung durch einen Geochemiker durchgeführt. Hierfür wurde vom kleinen Rohrabzweiger mit separatem Kugelhahn des Absperrschiebersegments (Fig. 2, B) eine Schlauchleitung installiert. Nachdem der Kugelhahn kurz geöffnet und mit Erdgas gespült wurde, konnte ein zuvor mit Wasser gefülltes Gasprobenrohr («Gasmaus») mit der Schlauchleitung verbunden werden. Gleichzeitig wurden der Kugelhahn und die beiden Ventile des Gasprobenrohrs geöffnet, damit das Erdgas das im Probenrohr enthaltene Wasser herausdrücken konnte (Fig. 4, rechts). Für weitere geochemische Kontrollmessungen wurde die Beprobung insgesamt drei Mal durchgeführt.

Bislang war nicht klar, ob das ausströmende Gas neben brennbaren auch toxische Komponenten enthielt. Um schnell Sicherheit über die Gaszusammensetzung zu erhalten wurden die entnommenen Proben umgehend ins Labor gebracht. Noch am Abend war der grobe chemische Aufbau des Erdgases bekannt. Es waren keine toxischen Komponenten enthalten.

Unmittelbar nach der Probennahme wurde

der Probenahmeschlauch entfernt und ein Druckmanometer aufgeschraubt. Die Feuerwehr Rothrist brachte am Ende der Gasfackel eine etwa 3 m lange brennende Lunte in Position. Nachdem der Absperrschieber zugedreht war, erlosch die Fackel und die Druckanzeige stieg auf 4 bar. Allerdings konnte man am Bohrloch deutliche Geräusche des entweichenden Gases hören. Es ist davon auszugehen, dass das Erdgas mit einem Druck von etwa 5 bis 6 bar aus dem Bohrloch strömte. Nach dem Aufdrehen des Schiebers entzündete sich das Methangas wieder an der brennenden Lunte und wurde wieder sicher abgefackelt.

Es war geplant, dass das Erdgas mindestens bis zum nächsten Tag weiter verbrannt werden sollte. Der Bohrplatz sowie die Fackel wurden während dieser Zeit von der Feuerwehr Rothrist überwacht und gesichert. In den ersten Stunden strömte das Gas/Wasser-Gemisch sehr gleichmässig aus dem Bohrloch und wurde mit einer 8 bis 10 m hohen Flamme abgefackelt. 3½ Stunden nach der kontrollierten Zündung wurde das Bohrgestänge vorsichtig aus dem Bohrloch gezogen. Mit dieser Massnahme sollte ein Festsitzen des Gestänges durch einen möglichen Versturz der Bohrung verhindert werden. Gleichzeitig konnte das Erdgas leichter

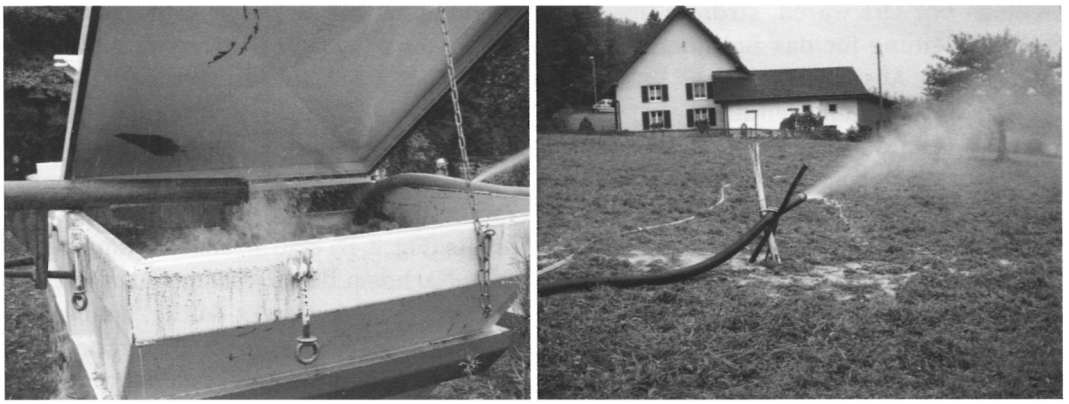

Fig. 3: Erdgasaustritt vor der kontrollierten Entzündung. Links: Ausblasen über die Absetzmulde in die Absetzmulde für Bohrklein. Rechts: Verlängerte und umgelegte Spülungsleitung auf das freie Feld.

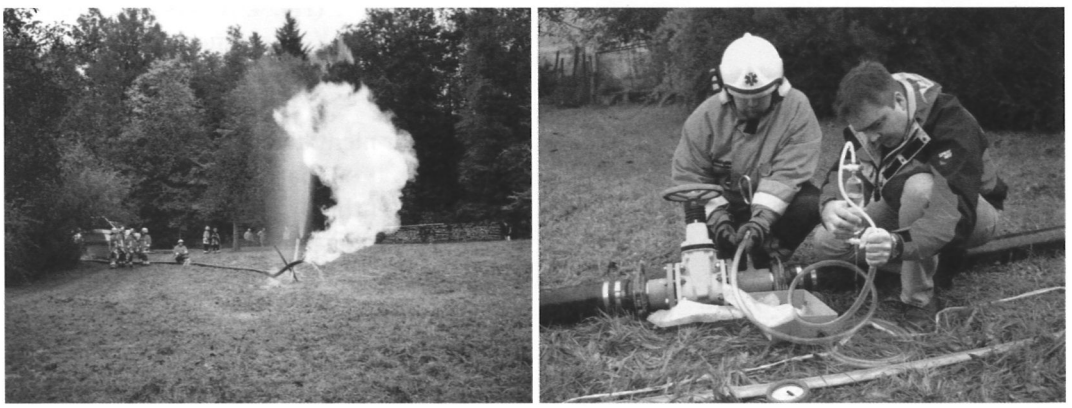

Fig. 4: Links: Erdgasaustritt nach der kontrollierten Entzündung durch die Feuerwehr. Rechts: Gasbeprobung am Absperrschieber der Spülungsleitung. Für eine folgende Druckmessung wurde nach Abschluss der Probenahmen ein Manometer (im Vordergrund des Bildes) an die Abzweigung geschraubt.

entweichen. Zwei Stunden nach dem Ziehen des Bohrgestänges änderte sich das Bild langsam. Die Flamme wurde schwächer beziehungsweise wurde immer wieder durch stossweise mitgefördertes Wasser kurzzeitig unterbrochen. Im weiteren Verlauf musste die Feuerwehr das Gas immer wieder entzünden. Etwa 13 Stunden später strömte schliesslich kein Gas mehr aus.
Am folgenden Morgen wurden weitere Gas- und Druckmessungen am Bohrloch durchgeführt. Es konnte kein ausströmendes Erdgas mehr nachgewiesen werden. Aufgrund dieser Ergebnisse wurde beschlossen, das Bohrloch in 190 m Tiefe mit einem Bentonit-Zement-Gemisch abzudichten und die Erdwärmesonde zu installieren. Der Einbau konnte ohne weitere Vorkommnisse erfolgen. Spätere Kontrollmessungen am Bohrloch zeigten keinerlei Methangaskonzentrationen in der Umgebungsluft an.
Vom Erdwärmesondenhersteller (HakaGeodur) wurde uns mündlich mitgeteilt, dass PE-Rohre nicht nur für EWS, sondern auch für Erdgasleitungen eingesetzt werden. Es ist bekannt, dass sehr geringe Mengen Methan über lange Zeiträume durch ein PE-Rohr diffundieren können. Nach dem bisherigen Kenntnisstand sollte der Diffusionseffekt für Methan vernachlässigbar sein.

3. Geologisch-hydrogeologische Situation

Der ganze Bereich, auf dem sich der Bohransatzpunkt befindet, baut sich aus den quartären Moränenablagerungen des letzteiszeitlichen Maximums (LGM) auf. Lithologisch bestehen diese Schichten meist aus leicht verkitteten, oberflächlich verlehmten Moränensedimenten (Fig. 4). Im Liegenden folgen die tertiären Gesteine der Unteren Süsswassermolasse (USM, Chattien mit Aarwanger Molasse und/oder Bunter Molasse). Lithologisch werden diese aus Mergel-, Silt- und (Fein-)Sandsteinen aufgebaut. Lokal können Ölsande, die gelegentlich neben Erdöl auch Erdgas enthalten, eingeschaltet sein. Weiter in der Tiefe folgen die Malm-Kalke der Wettinger- und Badener- Schichten, welche von der kalkigen Villigen-Formation unterlagert werden. In einer Tiefe von rund 500 m folgen die Kalke, Mergel und Mergelkalke der Wildegg-Formation, vor allem die Effinger-Schichten (Müller et al. 1984).
Während der Bohrung wurde nur sehr wenig Hangwasser angetroffen (Fig. 5).

3.1 Charakterisierung des Gasvorkommens

Kommt es bei einer EWS-Bohrung zu einem Zwischenfall, bei dem Erdgas führende Schichten erbohrt werden, so sollte schnell Klarheit über seine Zusammensetzung herrschen. Natürliches Erdgas hat bezüglich seiner Komponenten ein unterschiedliches Gefährdungspotential. Methangas bildet bereits in sehr geringen Konzentrationen (ab etwa 5 Vol. %) mit der Umgebungsluft ein hochexplosives Gasgemisch. Erhöhte Kohlendioxidgehalte können anfangs zu Atemnot und ab Konzentrationen von 20 Vol. % tödlich wirken. Daneben können sehr toxische Gase wie Schwefelwasserstoff enthalten sein. Im Hinblick auf die mögliche allgemeine Gefährdung durch das ausströmende Erdgas, aber auch in wissenschaftlicher Hinsicht, stimmte das Aargauer Departement Bau, Verkehr und Umwelt, Abteilung für Umwelt, einer weiteren Untersuchung der Gasprobe von Rothrist-Buchrain zu.
Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass bei der Erteilung eines Auftrags zur Gasanalyse immer auch auf eventuell vorhandenen Sauerstoff hin untersucht werden muss. Wird Sauerstoff gefunden, so handelt es sich definitiv um ein Probenahmeartefakt (Zutritt von Luft bei der Probenahme) und muss folglich bei der weiteren Auswertung rechnerisch korrigiert werden. Im vorliegenden Fall wurden keine Isotopenanalysen durchgeführt. Aufgrund der räumlichen Nähe, der vergleichbaren Geologie und der Tiefenlage werden bei der Interpretation die Isotopenanalysen des Gasausbruchs von

PROJEKT: EWS-Bohrung (Hammerschlagbohrung)					EBERHARD & Partner AG Geologie · Energie · Umwelt
BAULEITUNG:	EBERHARD & Partner AG General Guisan-Strasse 2 5000 Aarau; Tel: 062 823 27 07				STANDORT: 4852 Rothrist OKT: ca. 468 m ü.M. KOORDINATEN: 632'269 / 238'156 RICHTUNG: - NEIGUNG: vertikal GESAMTLÄNGE: 190 m PROJEKT-NR.: A1254 / A1304 BEWILLIGUNGS-NR.: 31.8385
UNTERNEHMER:	AEB Erdwärme AG, 2545 Selzach				
GEOL. AUFNAHME S. Fuchs BOHRBEGINN: 22.10.2009		BOHRENDE: 26.10.2009			

Litho-logie	Verroh-rung	Bemerkung	m	Geotechnische Beschreibung des Bohrgutes	Geolog. Interpretation / Gesteinsformation	Geolog. Zeitabschnitt
	Ø 152 mm	*Gasaustritt 5-6 bar*	4	Siltiger Kies, Kieskomponenten kantig-angerundet, hellbraun	Grundmoräne	Quartär (Pleistozän)
			8			
		geringer Hangwas-serzutritt	12	Kies, sandig, Kieskomponenten kantig-angerundet, grau		
			16	Mergelstein, rötlich-hellbraun	Untere Süsswasser-molasse	Oligozän-Miozän (Chattien)
			20	Siltstein, grau		
			24	Mergelstein, rötlich-braun		
			28	Siltstein, grünlich-grau		
			32	Sandstein, grau		
			36	Siltstein, grünlich-grau		
			40	Mergelstein, rötlich-braun		
			44			
			48	Sandstein, grau		
			52	Siltstein, grau		
			56	Mergelstein, dunkelgrau		
			60	Mergelstein, grünlich-grau		
			64			
			68	Sandstein, grau		
		Ölimprägniert	72			
			76	Mergelstein, grünlich-grau		
			80			
			84	Sandstein, grau		
			88			
			92	Mergelstein, grünlich-grau		
			96			
			100	Mergelstein, grau		
			104	Siltstein, grau		
			108	Sandstein, grau		
			112			
			116	Siltstein, graubraun		
			120			
			124	Siltstein, grau		
			128			
			132	Mergelstein, braun bis rotbraun		
		Ölimprägniert	136			
			140	Sandstein, grau		
			144			
			148	Mergelstein, grau		
			152	Sandstein, grau		
			156	Mergelstein, rotbraun		
			160	Siltstein, grau		
			164			
		Ölimprägniert	168	Sandstein, grau		
			172			
			176	Mergelstein, rötlich-braun		
		Ölimprägniert	180	Mergelstein, grau		
			184			
			188	Siltstein, rötlich-braun ET.190m		

Fig. 5: Geologisches Profil der Bohrung Rothrist-Buchrain. Bemerkenswert sind die Ölimprägnationen in den Sanden und Mergeln der Unteren Süsswassermolasse (USM). In Rothrist haben wir bei früheren Bohrungen bereits häufiger Ölzutritte aus verschiedenen Horizonten der USM beobachtet.

Rothrist-Rubern (Wyss 2008) herangezogen. Die ersten, noch am Abend erstellten Analysenresultate haben unter anderem gezeigt, dass es sich bei der «Rothrist-Buchrain-Probe» um ein hochwertiges Erdgas mit mehr als 90% Methangehalt handelt. Weiter enthält es geringere Mengen an Stickstoff, Ethan, Propan und Butan. Toxische Komponenten wie Schwefelwasserstoff wurden nicht nachgewiesen. Die Ergebnisse werden in Tab. 1 mit früheren Gasanalysen von Rothrist-Rubern (Wyss 2008; Wyss 2009) und Wilen (Wyss 2001) verglichen.

Die neuen Analyseergebnisse von Rothrist-Buchrain erlauben eine gute geochemische Interpretation und einen weiteren Vergleich anderer Gasanalysen aus der Schweiz. Stellt man die gemessenen Gaszusammensetzun-

Ort	**Buchrain (Rothrist, AG)**	**Rubern (Rothrist, AG)**	**Bodenmatte (Wilen, OW)**
Koordinaten (L/B)	632'269/238'156	635'575/239'245	659'960/192'660
Bew. Nr.	31.8385	31.7191	nicht bekannt
Datum	23.10.2009	14.02.2008	28.09.2000
Distanz in km (Luftlinie)	-	3.5 km	ca. 53 km
Tiefe [m]	190	217	85 bis 125
Druck [bar]	etwa 5-6	nicht bekannt	etwa 3
Dauer des Austritts / der Abfackelung	13 Stunden	durch Einpumpen von Wasser und Wasser-Zement-Gemisch gestoppt	rund 1 Monat, dann Einleitung von Wasser und Wasser-Zement-Gemisch
Messwerte der Gasanalyse [Vol%]	**Rothrist 2009**	**Rothrist 2008**	**Wilen 2000**, Gasprobe P1
Methan	90.0900	93.11	94.10
Ethan	0.4410	3.07	3.55
Propan	0.0030	0.006	1.196
i-Butan	0.0115	0.003	0.263
n-Butan	0.0038	0.002	0.208
i-Pentan	0.0044	nicht bestimmt	0.084
n-Pentan	unter Nachweisgrenze	nicht bestimmt	0.028
Neopentan	nicht bestimmt	nicht bestimmt	0.003
Höhere KW (C6+)	nicht bestimmt	nicht bestimmt	0.019
Stickstoff	8.9000	3.41	0.425
Kohlendioxid	0.0213	0.340	0.101
Wasserstoff	unter Nachweisgrenze	0.030	0.012
Helium	0.0617	0.030	0.006
Total	**99.537**	**100.001**	**99.995**
Messinstitut	UmweltMess, Lützelflüh	Hydroisotop GmbH, Schweitenkirchen	SVGW/TISG, Zürich

Tab. 1: Messwerte der Gasanalyse von Rothrist-Buchrain und ältere Gasanalysen von Rothrist-Rubern (Wyss 2008, Wyss 2009) und Wilen (Wyss 2001).

gen der beiden Vorkommen von Rothrist gegenüber, so fällt die grosse geochemische Verwandtschaft der beiden Proben auf. Einzig auffällig sind die erhöhten Stickstoff- und Heliumkonzentrationen, der geringere Ethangehalt sowie das völlige Fehlen von Wasserstoff bei der neuen Bohrung von Rothrist-Buchrain.
Die Gasanalysen Rothrist-Buchrain bestätigen die Ergebnisse von Wyss (2009): Das Erdgas von Rothrist unterscheidet sich deutlich von anderen Gasproben vom Alpennordrand wie beispielsweise jenes von Wilen. Bei dem Erdgas von Wilen wurden deutlich höhere Konzentrationen kurzkettiger Kohlenwasserstoff-Verbindungen (Propan bis Pentan) gefunden, was wiederum als Indiz für eine höhere thermische Beanspruchung bzw. für einen höheren Reifegrad des Erdgases gewertet werden kann.

3.2 Geologische Interpretation

Die Bohrung hat neben Erdgas auch Wasser und sehr wenig Erdöl (insgesamt etwa 1 Liter) gefördert, welches sich auf der Wasseroberfläche der Absetzmulde gesammelt hat. In der Schweizer Molasse ist das Vorkommen von Kohlenwasserstoffen (KW) normalerweise immer an den etwa 100 m mächtigen Schichtkomplex der tieferen Unteren Süsswassermolasse (USM; Chattien, Bunte Molasse) gebunden.
Ein interessantes Ergebnis der geochemischen Analyse der Rothrist-Buchrain Gasprobe ist das völlige Fehlen von Wasserstoff-Gas. Ammann & Schenker (1989) haben bei ihren Untersuchungen gezeigt, dass unter anderem Wasserstoff als ein Indikator für Aussagen über den strukturellen Aufbau des Nordschweizer Untergrundes herangezogen werden kann. Wakita et al. (1980), Sato et al. (1986) und Ammann & Schenker (1989) zeigten mit ihren Untersuchungen, dass im Bereich aktiver Störungszonen erhöhte Wasserstoff-Konzentrationen gemessen wurden. Im Umkehrschluss deuten wir das völlige Fehlen von Wasserstoff als einen möglichen Beleg für einen heute nicht mehr aktiven Störungsbereich.
Die Isotopenanalysen der Bohrung Rothrist-Rubern belegen die Annahme, dass der Hauptteil des geförderten Methans durch thermokatalytische Reifungsprozesse gebildet wurde (Wyss 2008). Auch die bei der Gasanalyse Rothrist-Buchrain gefundenen höheren Kohlenwasserstoffe lassen auf einen hauptsächlich thermogenen Ursprung des Gases von Rothrist schliessen. Bereits Erni & Kelterborn (1948) und Kelterborn (1948) nahmen an, dass das in den Ölsanden der USM gefundene Erdöl nicht in situ in der Schweizer Molasse gebildet wurde. Vielmehr wird bis heute angenommen, dass das Öl aus dem mesozoischen Untergrund stammt und entlang von Klüften in die Sandsteine der USM eingewandert ist. Als Muttergesteine können beispielsweise die Gesteine des Jura (Opalinus-Ton, Posidonien-Schiefer) in Frage kommen. Die Isotopenuntersuchungen des Erdgases von Rothrist-Rubern stützen diese Annahme (Wyss 2008).
Es handelt sich bei den in Rothrist gefundenen Kohlenwasserstoff-Vorkommen um kleinere, sekundär gebildete, kleine Reservoirformationen. Das Muttergestein der Öl- und Gasvorkommen ist bis heute nicht genau bekannt, allerdings wird davon ausgegangen, dass die Kohlenwasserstoffe entlang von Störungen aus den marinen Sedimenten der unterlagernden Gesteine migriert sind. Als Quelle und Auslöser der kleineren Bruchzonen kommt die nördlich von Rothrist gelegene Born-Antiklinale in Betracht. Südlich der Antiklinale sind zudem weitere Ölsandvorkommen bekannt. Aufgrund dieser und weiterer Bohrungen (z. B. in Rothrist oder Oftringen) kann von einem deutlich grösseren Kohlenwasserstoff-Vorkommen ausgegangen werden.

4. Neue Erkenntnisse und Empfehlungen

Das Vorkommen von Kohlenwasserstoffen (Öl und Gas) ist meist an eine bestimmte Geologie beziehungsweise an typische tektonische Strukturen gebunden. Der erfahrene Geologe kann aufgrund des geologischen Umfeldes bereits eine potentielle Gefährdung erkennen. Im Falle von Rothrist-Buchrain wurde aufgrund der im Vorfeld der Bohrung getroffenen Sicherheitsmassnahmen sehr gefasst und überlegt auf das ausströmende Erdgas reagiert. Nach dem gleichen Ablaufschema wurde im März 2010 in Suhr (AG) verfahren. Auch hier wurde die geplante Erdwärmesonde schliesslich realisiert. Für die eigentliche Sanierung einer Gas führenden Bohrung sollte unbedingt ein erfahrener Geologe hinzugezogen werden.

Die aktuellen Fälle haben gezeigt, dass Vorsichtsmassnahmen das Gefährdungspotential massgeblich reduzieren können. Der Anteil an geplanten und realisierten EWS-Anlagen hat in den letzten Jahren stark zugenommen. Aufgrund des damit verbundenen Anstiegs der Erdgasvorkommnisse wird durch die EBERHARD & Partner AG derzeit eine Erdgas/Erdölgefährdungskarte für den Kanton Aargau (Schweiz) erstellt. Weiter sollte bei Bohrungen in einem dicht besiedelten Gebiet (z. B. Wohnüberbauung, Wohnsiedlung) sollte bereits im Vorfeld eine Bohrtiefenbegrenzung oder ein alternatives Bohrverfahren in Erwägung gezogen werden. So kann bei einer Rotationsspülbohrung der hydraulische Gegendruck einen unkontrollierten Gasaustritt von vorneherein verhindern. Ebenso kann es sinnvoll sein, einen Notfallplan zu haben. Wo und wie könnte abgefackelt werden? Welche Firma kann eine Abfackelungsanlage bereitstellen? Sollten weitere Sachverständige hinzugezogen werden?

Weiter wäre zu empfehlen, dass Gasanalysen nach einheitlichen Standards durchgeführt werden, das heisst, es sollten immer die gleichen Parameter (chemisch und isotopengeochemisch) möglichst von zertifizierten Labors gemessen werden. Für Isotopenanalysen kommen ohnehin nur ganz wenige Laboratorien in Frage.

Dank

Wir danken dem Baudepartement des Kantons Aargau, Abteilung für Umwelt, für die finanzielle Unterstützung dieser Studie. Unser besonderer Dank geht an Dr. Daniel Schaub und Ksenija Jurinak (beide vom Baudepartement des Kantons Aargau, Abteilung für Umwelt) für die Genehmigung, die Untersuchungsergebnisse veröffentlichen zu dürfen.

Die im vorliegenden Artikel dargestellten Gaspreventer (Fig. 1) wurden im Auftrag der AEB Erdwärme AG in Selzach entwickelt und gebaut. An dieser Stelle sei den beiden Geschäftsführerinnen Caroline und Sabine Schär herzlich gedankt, die beiden Gaspreventer in der vorliegenden Arbeit abdrucken zu dürfen.

Literatur

Ammann, M. & Schenker, F. 1989: Nachweis von tektonischen Störungen in 2 Bodengasprofilen in der Nordschweiz. Beiträge zur Geologie der Schweiz 81, 1–47.

Erni, A. & Kelterborn, P. 1948: Ölgeologische Untersuchungen im Molassegebiet südlich Wangen a. d. Aare – Aarburg. Beiträge zur Geologie der Schweiz, Geotechnische Serie 26, Teil 2, 1–37.

Kelterborn, P. 1948: Die Erdölfrage im Molassegebiet von Aarau und Umgebung. Beiträge zur Geologie der Schweiz, Geotechnische Serie 26, Teil 2 (Anhang), 39–51.

Müller, W. H., Huber, M., Isler, A. & Kleboth, P. 1984: Erläuterung zur «Geologischen Karte der zentralen Nordschweiz 1:100'000». Nagra, Technischer Bericht 84-25.

Sato, M., Sutton, A. J., McGee, K. A. & Russell-Robinson, S. 1986: Monitoring of hydrogen along the San Andreas and Calaveras Faults in Central California in 1980-1984. Journal of geophysical Research 91/B12, 12315–12326.

Wakita, H., Nakamura, Y., Kita, I., Fujii, N. & Notsu, K. 1980: Hydrogen release: A new indicator of fault activity. Science 210, 188–190.

Wyss, R. 2001: Der Gasausbruch aus einer Erdsondenbohrung in Wilen (OW). Bull. angew. Geol. 6, 25–40.

Wyss, R. 2008: Erdwärmesondenbohrung Rothrist – Erdgasausbruch. Dokumentation und Resultate der Gasanalyse (Unveröffentlichter Bericht für das Baudepartement des Kantons Aargau, Abteilung für Umwelt), 9 Seiten plus Beilagen.

Wyss, R. 2009: Eine Erdgasbohrung in Rothrist? Umwelt Aargau 44, 31–34.