

## VERWENDUNG AUFGELEASENER KOHLEGRUBEN ZUR NUTZUNG GEOHERMISCHER ENERGIE IN SPRINGHILL, N.S., KANADA

*Burkhard Sanner*

In Springhill, einer kleinen Stadt im Nordwesten der kanadischen Provinz Nova Scotia, wurde seit 1870 Kohle abgebaut. Die Kohleflöze gehören zum Karbon (Westphal B) des Appalachenzuges. In der insgesamt 790 m mächtigen Abfolge mit 39 Kohleflözen sind fünf bauwürdige Flöze von 1,40 bis 3 m Mächtigkeit angetroffen worden [1]. Die Bergbauaktivitäten folgten vom Ausstreichen der Schichten den Flözen mit einem Einfallen von ca. 32° in die Tiefe. Jedem bauwürdigen Flöz war ein eigenes Bergwerk zugeordnet, die Grubenbau liegen somit übereinander, sind jedoch untertage miteinander vielfach verbunden. Die bedeutendste Grube, Mine No. 2, erreichte eine Teufe von 1323 m und ist damit eine der tiefsten Nordamerikas (Abb. 1).

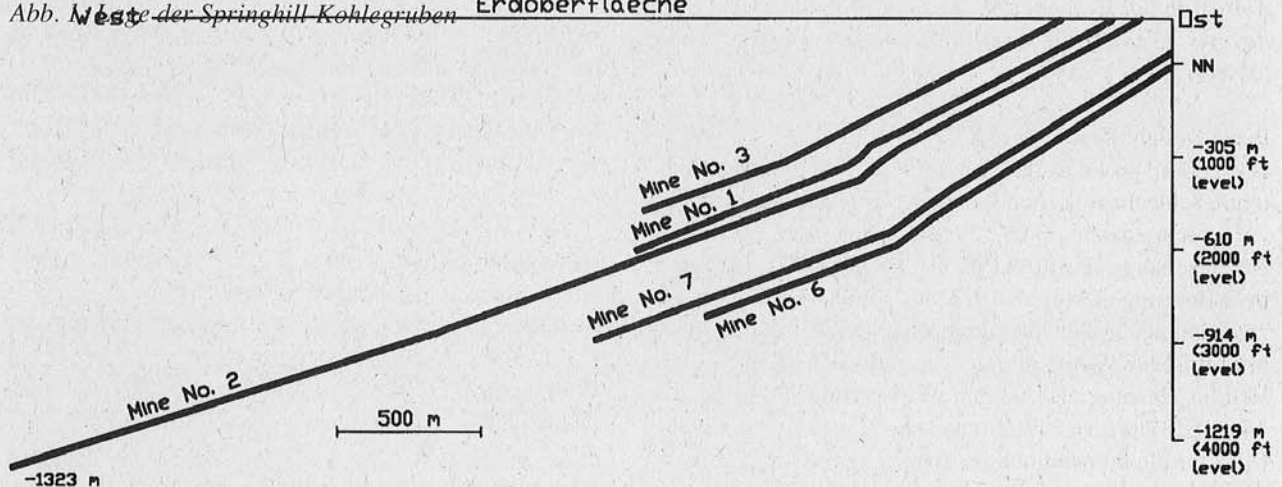
21 °C und bemerkenswerter Sauberkeit konnten gezogen werden. Das Wasser war in Bewegung, durch Konvektion strömt es im zentralen Schrägstollen nach oben, verteilt sich in den seitlichen Abbaustrecken und sinkt durch Überhaue oder andere Verbindungen randlich wieder zur Teufe hin ab, wo es sich erneut erwärmt. Der Wasserspiegel im Grubenbau liegt 10-20 m unter der Erdoberfläche.

Seit 1987 wurde mit Testbohrungen zuerst die Mine No. 2 erschlossen. Eine Bohrung traf den Schrägstollen in etwa 40 m Tiefe, ein anschließender Pumpversuch erbrachte Wasser von 18,8 °C bei einer Förderrate von ca. 61 m<sup>3</sup>/h. Das Grubenwasser ist neutral (pH 6,8-7,4), enthält jedoch bis zu 22 mg/l Eisen [2].

Bis Ende 1992 wurden insgesamt 16 Bohrungen niedergebracht, 3 davon verfehlten die Grubenbaue, 10 Bohrungen werden energetisch genutzt:

Ropak Can Am Ltd.	seit 1989
Pizza Delight Restaurant	seit 1990
Surette Battery Ltd.	seit 1992
Nova Scotia Power Corp.	seit 1993

Abb. Weste der Springhill Kohlegruben Erdoberflaeche



(Mächtigkeit der Abbaubereiche unmaßstäblich), nach [2], vereinfacht und mit Daten aus [1] ergänzt

Die Länge der Schrägstollen von der Tagesoberfläche bis zum Abbauort betrug bis zu 4 km. Von den Schrägstollen wurden etwa alle hundert Meter seitliche Abbaustrecken vorangetrieben, die im Mittel zwei km lang sind. In den Jahren 1957 und 1958 wurden die beiden letzten Gruben nach katastrophalen Gebirgsschlägen in Teufen unter 1 km geschlossen. Der noch verbliebene Vorrat an guter Kohle in großen Mengen liegt in einer Tiefe, die wegen der Bergschlaggefahr zur Zeit keinen Abbau mehr erlaubt.

1984 wurde durch einen Tagebruch ein Zugang zu oberflächennahen Teilen des Grubenbaus von Mine No. 3 ermöglicht. Wasserproben mit einer Temperatur von

Zwei Bohrungen versorgen das „Geothermal District Heating System“, an das bislang M.B.B. Mechanical Services Ltd (1990) und die Behindertenwerkstatt G.O.V.R.C. (1992) angeschlossen sind, weitere Nutzer sind geplant.

Ropak Can Am Ltd.:

Die älteste Anlage in Springhill beheizt und kühlt eine Fabrikationsstätte für Plastikverpackungen (Abb. 2). Als 1988 eine Erweiterung der ca. 6000 m<sup>2</sup> großen Werkschale (in einem ehemaligen Zechenhaus) um etwa 7400 m<sup>2</sup> anstand, entschied man sich für die Nutzung des warmen Grubenwassers [3]. Eine 136 m tiefe Bohrung erschließt die 470-Fuß-Sohle von Mine No. 2, wo Wasser mit 20,1 °C angetroffen wird, 19,1 m<sup>3</sup>/h werden entnommen und erreichen die Wärmepumpen mit 17,8 °C. Die Rückleitung des Wassers erfolgt durch eine nur 30

m tiefe Bohrung in Mine No. 3 (s. Abb. 1), die an verschiedenen Stellen mit Mine No. 2 in Verbindung steht. Eine direkte Kurzschlußströmung ist somit ausgeschlossen. 11 Wärmepumpen im neuen Bau, später 4 zusätzliche im alten Gebäudeteil, wurden installiert, alle haben eine Nennheizleistung von 17 kW (zus. 255 kW). Alle Wärmepumpen sind reversibel und können im Sommer auch zur Gebäudeklimatisierung eingesetzt werden. Im ersten Jahr ergab sich bereits eine Energiekosteneinsparung von 15.000,- Cd-\$ trotz mehr als verdoppelter Gebäudefläche.

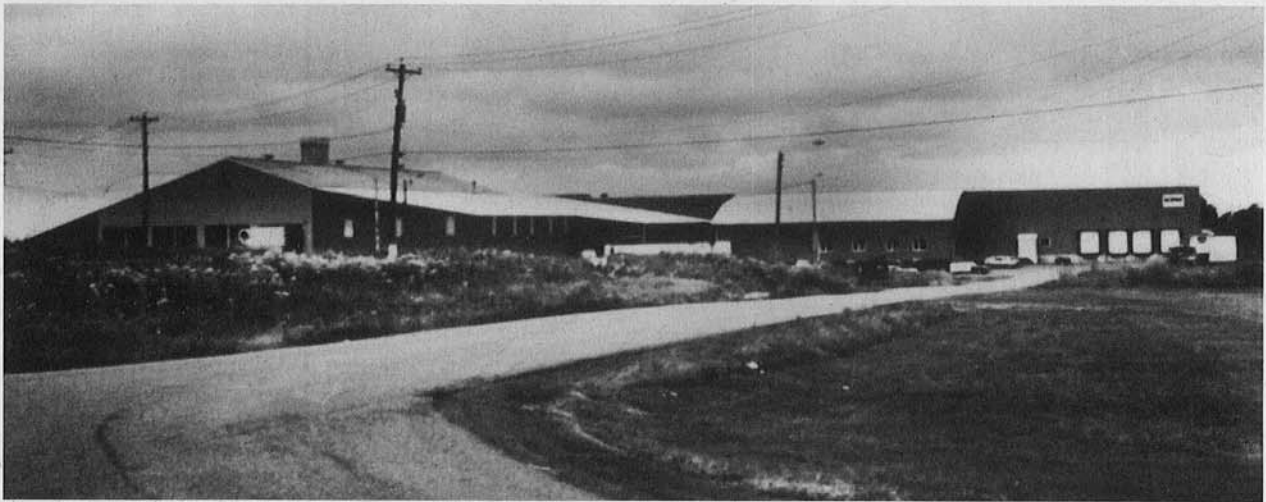


Abb. 2: Ropak Can Am Ltd., August 1993, altes Gebäude links, Erweiterung rechts und hinten (Photo des Verfassers).

#### Pizza Delight Restaurant:

Das 260 m<sup>2</sup> große Restaurant befindet sich in einem älteren, schlecht isolierten Gebäude. Eine Wärmepumpe wird mit Wasser aus einer 120 m tiefen Bohrung in Mine No. 7 versorgt, der Rückfluß erfolgt durch eine 150 m tiefe Bohrung in Mine No. 6 (Abb. 1). Im Vergleich mit zwei ähnlich großen Restaurants der gleichen Kette, die mit Luft-Luft-Wärmepumpen ausgerüstet sind, ergaben sich für Heizung und Kühlung Einsparungen von etwa 44 %. Die jährlichen Energiekosten pro m<sup>2</sup> lagen bei 71 Cd-\$ für die konventionellen Anlagen und 40 Cd-\$ bei der Anlage in Springhill.

#### Surette Battery Ltd.:

Dieses Unternehmen stellt Akkumulatoren her, besonders für den Einsatz in der Industrie und bei Schiffsmotoren. Wegen der gefährlichen Arbeitsstoffe muß das gesamte Luftvolumen der Werkhalle elfmal pro Stunde ausgetauscht werden. Der Heizkessel war dieser Aufgabe nicht gewachsen und wurde 1992 durch 12 Wärmepumpen ersetzt. Das Grubenwasser wird aus Mine No. 2 mit einer 99 m tiefen Bohrung gewonnen und über eine 63 m tiefe Bohrung in Mine No. 1 zurückgeleitet (gleiches Prinzip wie bei Ropak).

#### Nova Scotia Power Corp.:

Die örtliche Betriebsstelle des Stromversorgungsunternehmens für die Provinz Nova Scotia nutzt zwei wäh-

rend der frühen Erkundungen niedergebrachten Bohrungen in Mine No. 2 mit ca. 75 m Tiefe als Wärmequelle für zwei Wärmepumpen mit je 17 kW Heizleistung. Das geförderte Wasser ist über 17 °C warm.

#### Geothermal District Heating System:

Ausgehend von der ersten produktiven Versuchsbohrung aus dem Jahr 1987 wurde 1990 eine 174 m lange, nicht isolierte Rohrleitung zur Werkstatt der M.B.B. Mechanical Services Ltd. verlegt und ein Rückgabebrunnen bis in Mine No. 2 gebohrt. Die Rohrleitung wurde so dimensioniert, daß weitere Nutzer versorgt werden können. M.B.B. vergrößerte seine Werkhalle, in

der Rohre und Komponenten für Dampferzeuger und Kessel hergestellt werden, von 651 m<sup>2</sup> auf 1300 m<sup>2</sup> und installierte 11 Wärmepumpen. Das Grubenwasser wird mit 13 m<sup>3</sup>/h gefördert und hat im Werk noch eine Temperatur von ca. 14 °C [4]. Während vorher die Temperatur in der Werkhalle im Winter bis auf etwa 4 °C absank, wurden nunmehr minimal 17,8 °C gemessen. Auch im Sommer bringt die Anlage durch die Raumkühlung erhebliche Erleichterungen für die Arbeiter.

Im Dezember 1992 wurde die Behindertenwerkstatt G.O.V.R.C. an die Rohrleitung angeschlossen. Zwei Wärmepumpen heizen und kühlen die Werkstatt für Holzarbeiten, eine weitere ein Treibhaus.

Zwei weitere Gebäude, eines davon das Büro der Wirtschaftsförderung des Springhill Geothermal Industry Park, sind demnächst zum Anschluß vorgesehen.

Insgesamt werden in Springhill über 700 kW Heizleistung durch Nutzung der Grubenwässer bereitgestellt. Bislang dienen alle Anlagen zur Heizung und Kühlung mittels Wärmepumpen, weshalb ein höheres Temperaturniveau des Wassers nicht erforderlich und auch nicht gewünscht ist. Grundsätzlich ist durch die Anlage der Gruben (Abb. 1) jedoch auch Wasser etwas höherer Temperatur gewinnbar, sei es durch gezielte Bohrungen oder Rohrleitungen entlang der Schrägstollen.

Die oberflächennah vorgefundene Temperatur von 18-20 °C ist das Resultat von Konvektionsströmungen in den Gruben. Der geothermische Gradient wird mit 67 m/K (15 K/km) angegeben [5] und ist somit recht ge-

ring. Demnach muß die ursprüngliche Gesteinstemperatur im Grubentiefsten mit ca. 27 °C angenommen werden (bei einer mittleren Lufttemperatur von 7-8 °C). Ob hier der erheblich höhere Aufwand der Nutzung tieferer Teile der Gruben die besseren Arbeitszahlen der Wärmepumpen im Heizbetrieb lohnt, ist unwahrscheinlich. Eine direkte Nutzung der Grubenwässer ist somit ebenfalls nicht sinnvoll.

Eine erste „Springhill Geothermal Energy Conference“ fand im Oktober 1992 statt, ein zusammenfassender Bericht liegt vor [5]. Ein Verzeichnis aufgelassener Bergwerke der Provinzen Quebec und Nova Scotia ist in Arbeit und kann eine Hilfe bei der Auswahl geeigneter Standorte sein. Zur Zeit der Konferenz waren 213 Kohlegruben und 179 Erzbergwerke in Nova Scotia erfaßt [5].

Weitere Informationen und Unterlagen durch: Ron Jefferson, Springhill Geothermal Industrial Park, P.O.Box 1000, Springhill, N.S. B0M 1X0, Kanada, Tel. 001-902-597-8216, Fax 001-902-597-3637. Der Park hat einen Slogan:

Created by Nature - Geothermal Energy

## DANKSAGUNG

Die Besichtigung konnte während einer vom Bundesminister für Forschung und Technologie (BMFT) finanzierten Dienstreise erfolgen, wofür herzlich gedankt sei. Many thanks to Brenda Butler, Ron Jefferson and Ralph Ross, who made the visit possible and provided necessary information!

### Schrifttum

[1] Douglas, R.J.W. (1968): *Geology and economic minerals of Canada*. - 838 S. + 12 Karten, *Economic Geology Report No. 1*, Dept. Energy, Mines and Resources Canada, 2 Bde., Ottawa

[2] Ross, R. (1993): *Development and application of geothermal minewater energy from abandoned coal mines in the Springhill coal fields, Springhill, Nova Scotia, Canada*. - 16 S., *Town of Springhill, Springhill*

[3] CEA (1990): *Ropak Can Am Ltd.* - 2 S., *Case Study No. 26*, Canadian Electrical Association, Montreal

[4] CEA (1992): *MBB Mechanical Services Ltd.* - 2 S., *Case Study No. 41*, Canadian Electrical Association, Montreal

[5] Arkay, K. (1993): *1st Springhill Geothermal Energy Conference, Summary Report*. - 60 S., *Katherine Arkay Consulting, Ottawa*

## UNTERSUCHUNGEN ZUR WEITERVERWENDUNG DER GEOTHERMIEBOHRUNG BÜHL 1 ALS TIEFE ERDWÄRMESONDE

Joachim Poppei, Herbert Schneider, Reinhard Werner

Im Stadtgebiet Bühl/Schwarzwald wurde in den Jahren 1979/80 die Tiefbohrung BÜHL 1 bis in 2 699 m Teufe niedergebracht. Eine direkte Nutzung der Bohrung war aufgrund der geologischen Ergebnisse in der vorgesehenen Art nicht möglich. Da über eine eventuelle anderweitige Verwendung kurzfristig nicht entschieden werden konnte, verblieb die Bohrung bis zur Gegenwart in dem Zustand, der sich nach Abschluß der Testarbeiten eingestellt hatte.

Die technische Ausführung der Bohrung (Bohrlochkonstruktion, Zementation) gestattet deren Weiterverwendung als tiefe Erdwärmesonde durch Installation eines geschlossenen Zirkulationssystems. Die erreichbare Temperaturzunahme der zirkulierenden Flüssigkeit ist im Vergleich zur direkten Thermalwassergewinnung gering, so daß zur Bereitstellung der geforderten Heiznetz-Vorlauftemperatur eine Wärmepumpe zwischengeschaltet werden muß.

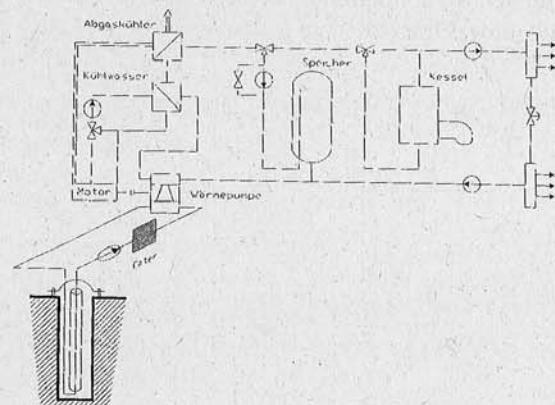


Abb. Prinzipielles Schema der Wärmeversorgungsanlage

Die ausgeführten Untersuchungen - es liegt eine umfassende Studie vor - verweisen auf die Möglichkeit, aus der Bohrung Bühl 1 eine Wärmeleistung von rd. 400kW zu erzeugen.

Die Umsetzung des beschriebenen Vorhabens als Pilotprojekt erscheint unter dem Aspekt der praktischen Erprobung eines innovativen umweltfreundlichen Verfahrens der Wärmegewinnung mit der Option einer späteren breiteren Anwendung in zu liquidierenden Tiefbohrungen gerechtfertigt.

### Zur Funktionsweise einer Erdwärmesonde

Die Erdwärmegewinnung beruht auf der Zirkulation eines Wärmeträgermediums in einer tiefen Bohrung, die nach außen durch die eingebaute Verrohrung völlig abgedichtet ist. Es findet somit kein Stoffaustausch mit dem Gebirge, sondern nur ein Wärmeaustausch statt. Der