

Mitteilungen der Schweizerischen Vereinigung für Geothermie (SVG)/Bulletin de la Société Suisse pour la Géothermie (SSG), Nr. 30, 11. Jahrgang/11. Année, Juni/Juin 2001

Geothermische Prognose im Tunnelbau

A. Busslinger, HBI Haerter AG, Bern, Th. Kohl, L. Rybach, Institut für Geophysik, ETH Zürich

Zusammenfassung

Geothermische Prognosen können effiziente Werkzeuge bei der Projektierung von Tunnelanlagen sein. Einerseits fließen prognostizierte Felstemperaturen in die Auslegung der Tunnelbelüftung/-klimatisierung ein, andererseits können mittels geothermischer Modellierung wichtige Beiträge zu bestehenden geologischen und hydrogeologischen Prognosen geleistet werden. Im Folgenden wird anhand des Beispiels der Piöra-Zone erläutert, welche Erkenntnisse durch gezielte geothermische Modellierung gewonnen werden können. Mittels dem Vergleich zwischen Modell und Messung konnten wichtige Informationen zur räumlichen Ausdehnung des wasserführenden Bereiches, sowie zum hydraulischen Charakter der Zone gefunden werden. Zudem weisen die erzielten Resultate auf die immense Kühlwirkung einer derartigen Kaltwasserzone hin. Bereits während der Bauphase des Piöra Sondierstollens konnte dieses Verfahren erfolgreich zur Vorauserkundung der Piöra Störzone einsetzen.

Résumé

Des prévisions géothermiques peuvent être utilisées efficacement dans les projets de tunnels. D'un part les températures de roche peuvent servir au dimensionnement du système de ventilation/climat du tunnel, d'autre part des modèles géothermiques aideront améliorer des pronostics géologiques et hydrogéologiques. Dans cet article on discute des résultats gagnés d'un modèle géothermiques à l'exemple de la zone de Piora. Par comparaison entre modèle et mesure on a trouvé des informations importants concernant la géométrie de la partie conduisant l'eau ainsi que le caractère hydraulique de la zone de Piora. Puis les résultats montrent l'effet de refroidissement immense d'une zone contenant de l'eau froid. Déjà pendant la construction de la galerie de sondage Piora cette procédure pouvait être utilisée avec succès à la détection de la zone de perturbation Piora.

Abstract

Geothermal predictions may be efficient tools in tunnel projects. Predicted rock temperatures are used to dimension tunnel ventilation/climate systems. Furthermore geothermal models help optimise geological and hydrogeological predictions. The following concentrates on results that may be gained by geothermal models within the example of the Piora zone. By comparison of model and measurement important information could be found concerning the geometry of the water bearing part as well as the hydraulic character of the Piora zone. The results point to the tremendous cooling effect of such a cold water bearing zone. Already during construction of the Piora adit this procedure was successfully used for prediction of the Piora fault zone.

GÉOTHERMIE CH



EDITORIAL

Die energetischen Geostrukturen: Grosses Entwicklungspotential

Die letzte technische SVG-Tagung vom 20. April 2001, welche den *energetischen Geostrukturen* gewidmet war, hat das Interesse und das Entwicklungspotential dieser Technologie klargestellt. Rufen wir uns in Erinnerung, dass man im Bereich des Spezialtiefbaus unter dem Begriff Geostrukturen im Boden ausgeführte oder mit ihm in Kontakt stehende Betonelemente versteht, welche ein Gebäude tragen (Pfähle, Wände, horizontale Platten) oder welche den unstabilen Untergrund oder Fels zu stützen haben. Die energetischen Geostrukturen sind zusätzlich als Wärmetauscher ausgebildet.

Seit dem Beginn des letzten Jahrzehnts, d.h. während 10 Jahren, sind in unserem Land rund 30 solcher Anlagen gebaut worden, d.h. im Mittel 3 pro Jahr. Im Jahr 2000 haben sie insgesamt rund 5 MWh Wärme/Kälte produziert. Im gleichen Zeitraum hat eine einzige Spezialfirma im benachbarten Ausland 5 Mal mehr solcher Anlagen gebaut, in einem Gebiet bedeutend kleiner als die Schweiz.

Dieses Beispiel zeigt, dass durch eine intensive Förderung eine bedeutende Erhöhung der Anzahl von mit energetischen Geostrukturen ausgerüsteten Anlagen in den nächsten Jahren erzielt werden kann. Bedingung ist, dass keine äusseren Hindernisse, vor allem konjunktureller Art, den Förderanstrengungen entgegenwirken.

Unter diesen Umständen scheint es legitim, ein eher ehrgeiziges Ziel anzustreben bezüglich die Energiemenge, welche mittel- bis langfristig aus dieser Quelle erzeugt wird. So ist die Zahl von 50 MWh in 10 Jahren zwar als optimistisch, aber nicht völlig utopisch anzusehen. Wie der in diesem Bulletin veröffentlichte Bericht zeigt, sind die an der Technischen Tagung vorgestellten Möglichkeiten zur Anwendung dieser Technologie vom kleinsten bis zum grössten Gebäude praktisch unbegrenzt.

Es wurde aber auch auf die umfassende Förder- und Informationsarbeit hingewiesen, welche für die interessierten Kreise für diese neue Technologie noch durchgeführt werden muss. Im Rahmen der Ziele, welche das von Bund und Kantonen initiierte Programm «EnergieSchweiz» setzt, wird dies eine der Aufgaben der SVG sein.



Armierungskorb eines Energiepfahls mit Wärmetauscherrohren. / Cage d'armature d'un pieu avec des tubes échangeurs.

Les géostructures énergétiques: un créneau à développer

La dernière journée technique de la SSG, consacrée aux *géostructures énergétiques*, a mis en évidence l'intérêt et le potentiel de développement de ces réalisations. Rappelons que dans le domaine des travaux spéciaux de fondation du génie civil, on désigne par géostructures les ouvrages exécutés dans le sol, ou en

contact avec celui-ci, destinés à supporter une construction (pieux, parois et dalles), ou à stabiliser un massif de terre ou de rocher (ouvrages de soutènement). Les géostructures énergétiques sont équipées en échangeurs de chaleur au moyen de dispositifs ad hoc.

Depuis le début de la dernière décennie, soit en l'espace de 10 ans, une trentaine d'installations de ce type a été construite dans notre pays, ce qui fait une moyenne de trois par an. Au cours de l'an 2000, elles ont produit un total d'environ 5 MWh d'énergies thermique et frigorifique. Pendant ce laps de temps, dans un pays voisin, une entreprise spécialisée a réalisé à elle seule cinq fois plus d'ouvrages, sur un territoire sensiblement plus petit que la Suisse.

Cet exemple prouve, que moyennant un soutien intensif, on peut envisager un accroissement sensible du nombre de constructions équipées en géostructures énergétiques au cours de ces pro-

chaines années, à condition que des obstacles extérieurs, notamment conjuncturels, ne viennent pas contrecarrer les efforts de promotion.

Dans ce contexte, il semble légitime de fixer un objectif plutôt ambitieux en ce qui concerne les quantités d'énergie générée à moyen/long terme par cette ressource. Ainsi le chiffre de 50 MWh produits dans dix ans peut être considéré comme optimiste, mais pas totalement utopique. Ceci d'autant moins, que les réalisations présentées lors de la journée technique ont démontré les possibilités pratiquement illimitées de ce genre d'application, du plus petit au plus grand des édifices, comme en témoigne le compte-rendu publié dans les pages intérieures du présent bulletin.

Toutefois, on a également pu se rendre compte de l'immense travail de promotion et d'information qui reste à faire pour que les milieux intéressés soient au fait de cette nouvelle technologie. Ce sera une des tâches dévolues à la SSG dans le cadre des objectifs fixés par le programme «SuisseEnergie» lancé par la Confédération et les cantons.

*Jules Wilhelm
Président der SVG*

*Jules Wilhelm
Président de la SSG*

Fachtagung über Geostrukturen zur Energiegewinnung

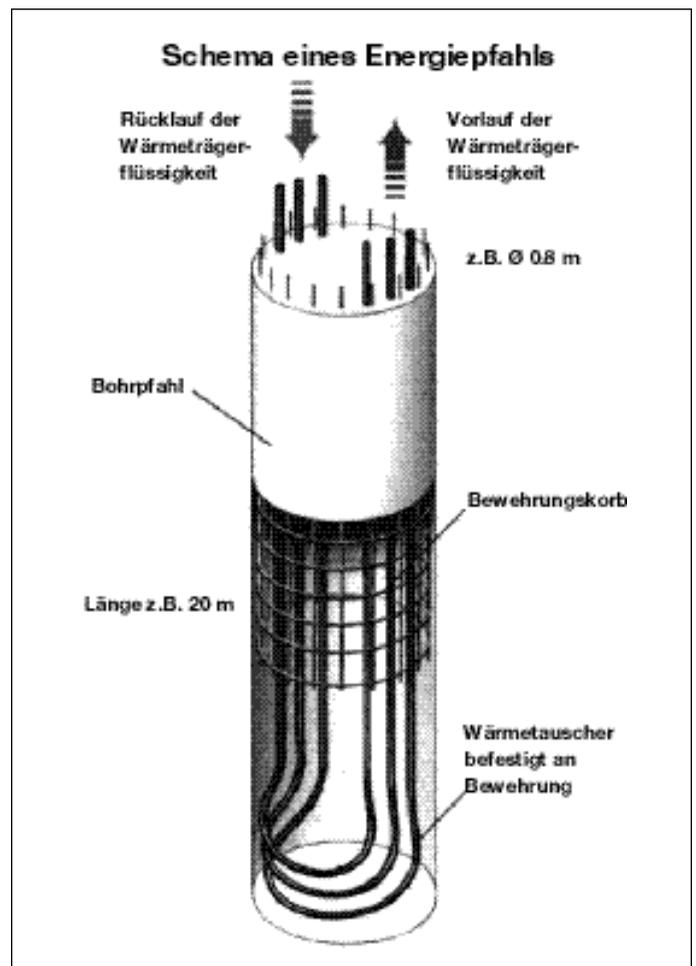
Arthur Fehr

Die SVG hat am 20. April in Bern die 12. Fachtagung mit dem Thema «Gestrukturen zur Energiegewinnung» organisiert, an welcher 35 Fachleute teilgenommen haben. Dabei haben 8 Referenten über die Vorteile und Probleme der relativ jungen Technologie informiert. Die Energiepfähle und ähnliche Geostrukturen haben eine Doppelfunktion, indem sie die Belastbarkeit von schlechtem Baugrund erhöhen und mittels eingebauten Rohrsystemen dem Untergrund Wärme oder Kälte zuführen resp. entnehmen können. Auffällig ist die hohe Anlagendichte in der Nordostschweiz, da dort oder im nahen Ausland Spezialfirmen mit reger Akquisitionstätigkeit ansässig sind.

La SSG a tenu sa 12^{ème} Journée technique le 20 avril 2001 à Berne sur le thème de la production d'énergie grâce aux géostrucures. 35 professionnels y ont été informés par 8 conférenciers sur les problèmes posés par cette technique relativement récente et sur ses avantages. Les pieux énergétiques et les géostrucures apparentées ont une double fonction: augmenter la capacité de charge de sols de mauvaise qualité et, grâce à un système de tuyauterie intégré, servir de dispositif d'injection et d'extraction de chaleur ou de froid dans le sous-sol. Il faut remarquer la grande densité de ce type d'installation dans le nord-est de la Suisse, où règne une grande activité de promotion menée par des firmes spécialisées domiciliées dans la région ou même à l'étranger, à proximité.

Am 20. April 2001 fand in Bern die SVG-Tagung über «Gestrukturen zur Energiegewinnung» (GE) statt, an welcher 35 Teilnehmer neun instruktiven Referaten gefolgt sind. Zweck der Tagung war es, Ingenieure, Architekten und Bauherren über die Möglichkeiten und Vorteile der noch wenig bekannten Technologie zu informieren.

Der Präsident der SVG Herr *Wilhelm* eröffnete die Tagung und gab einen Überblick über Gegenstand und Ziele der Referate und stellte die verschiedenen Typen von GE vor: Energiepfähle (EP), Energiewände und Fundamentplatten aus Beton. Die GE werden vor allem im wenig tragfähigen Baugrund eingesetzt und sind mit Kunststoffrohren ausgerüstet, mittels welchen im Winter Wärme und im Sommer Kälte entzogen werden kann. Die installierte Leistung kann von wenigen kWt bis mehrere 100 kWt variieren. In der Schweiz wurden die ersten EP-Systeme Ende der 80-er Jahre eingesetzt. Anlässlich eines Geothermie-Inventars wurden 1998 25 Anlagen im Nordostteil unseres Landes berücksichtigt, mit einer jährlichen Energieproduktion von insgesamt rund 3 GWh. Bereits 1993 haben verschiedene Fachleute an einer SVG-Tagung über Erfahrungen und Probleme beim Bau und Betrieb solcher Systeme berichtet, wie Dimensionierung, Anordnung, optimales Verhältnis zwischen Wärme/Kältenutzung und Erholung, Temperatureinfluss auf die Tragfähigkeit der EP, Modellsimulation, langfristiges Verhalten u.a.m. Auch Fragen der Wirtschaftlichkeit solcher Doppelnutzungen im Vergleich zu anderen erneuerbaren Energien wurden behandelt. In der Folge wurden verschiedene Anlagen mit Unterstützung des Bundesamtes für Energie vermessen. Ein experimenteller EP der EPF Lausanne erlaubte ein Simulationsprogramm aufzustellen, womit der Temperatureinfluss auf EP und Untergrund abgeschätzt werden kann.



Inhalt/Contenu					
Editorial	J. Wilhelm	1	Mehrzweckhalle Kaltbrunn (Rickentunnel)	R. Cotting	12
Fachtagung vom 20.4.2001	A. Fehr	2	Besuch der DHM-Bohrung Otterbach	A. Fehr	16
Geothermische Prognosen im Tunnelbau	A. Busslinger/ T. Kohl/ L. Rybach	5	Bericht von der GV 2001 der SVG ...	H. Rickenbacher	17
Weltweite Geothermienutzung	J.W. Lund	9	Veranstaltungen/ Manifestations		20
Geothermieprojekt Simbach-Braunau .	J. Goldbrunner	10			

Herr *Laloui* berichtete über die Messungen am erwähnten Experimentierpfahl der EPFL: Mit einer Serie von 7 Tests konnten die mechanischen Wirkungen gezeigt werden, im besonderen die Mehrbelastungen auf die EP durch die Temperaturveränderungen.

Gemäss den Untersuchungen von Herrn *Pahud* muss die Tragfähigkeit der EP bei verschiedenen Temperaturen gewahrt sein. Die Temperatur des im EP zirkulierenden Wassers darf niemals 0°C unter- resp. 40°C überschreiten. Diese Einschränkung beeinflusst die Leistung der angeschlossenen Wärmepumpe und damit das Wärme-/Kältepotential des EP. Für einen erfolgreichen Betrieb sind die thermisch-mechanischen Eigenschaften des EP und des Untergrundes zu bestimmen und ist die optimale Integration in das Gesamtsystem erforderlich. Frühzeitige Modellsimulationen sind eine notwendige Hilfe bei der Realisierung eines Projektes.

Der Vertreter der Firma Nägelebau, Herr *Preg* befasste sich in seinem Referat mit den Erfahrungen an über 350 EP-Anlagen in Österreich, Deutschland, Fürstentum Liechtenstein und der Schweiz und griff einige Grossbauten heraus: Die *Mehrzweckhalle Dornbirn* wird sowohl als Messe- als auch als Sporthalle genutzt. In die 320 Ortbetonpfähle von 18 m Länge sind 65 km Kunststoffrohre eingebaut, mit welchen dem Untergrund Wärme entnommen und zugeführt wird. Vom Kühlregat können im Herbst bis 800 kW Ausschusswärme im Boden eingelagert werden. Im *Medienhaus Schwarzach* werden die gerammten EP vor allem für die Kühlung der Druckerei und der Computerräume im Sommer (Absorberleistung der Wärmepumpe 240 kW), im Winter zur Vorwärmung der Lüftung eingesetzt. Die Beheizung und Kühlung des *Kunsthause Bregenz* mit einer Nutzfläche von 3400 m² erfolgt über EP, Schlitzwände und Decken mit einer Heiz- resp. Kühlleistung von je 100 kW. Statt einer Wärmepumpe wird ein kleiner Gaskessel verwendet. Das im Bau befindliche 8-stöckige Hochhaus der *Norddeutschen Landesbank in Hannover* mit einer Nutzfläche von 28000 m² ruht auf 122 Grossbohrpfählen mit Wärmetauscherrohren. Das dem Untergrund entnommene Kühlwasser mit 13°C wird direkt zur Klimatisierung genutzt (free cooling). Während der Heizperiode wird die Wärmepumpe von 150 kW zugeschaltet, mit einer Heizleistung vom 80 MWh/a.

Herr *Felder* von der Firma SACAC stellt das EP-System «Pilottherm» vor. In die gerammten Hohlpfähle werden Rohrschleifen eingelegt, hinterfüllt und an die Wärmepumpe angeschlossen. Ein Vorteil der Hohlpfähle ist die Kontrollierbarkeit der Wärmetauscherrohre. Auch kann die Pfahllänge den Untergrundverhältnissen angepasst werden. Die Anlage *Lidwil* besteht aus 120 hohlen EP mit bis 26 m Länge. Der Heizleistungsbedarf wird durch 3 Wärmepumpen gedeckt. Die jährlich produzierte Wärmemenge beträgt im Mittel 283 MWh. Pro Laufmeter wird dem Untergrund somit eine Wärmemenge von 91 kWh entnommen.

Das von Herrn *Hubbich* vorgetragene Grossprojekt *Dock Midfield* des Flughafens Zürich ist bereits im Bulletin Nr. 27 beschrieben worden. Im Winter wird dem Boden mittels 315 EP rund 1100 MWh Wärme entzogen und mit einer Wärmepumpe (Leistung bis 630 kW) in Niedertemperaturwärme von 40°C umgewandelt. Im Sommer wird die interne Abwärme im free cooling-Betrieb gesammelt, entsprechend 470 MWh Kälteenergie. Die EP wurden im Sommer 2000 in rund 100 Tagen erstellt. Ab Herbst 2002 wird die Anlage während 2 Jahren

vermessen, um das komplexe System zu optimieren, die Simulationsdaten zu validieren und für ähnliche künftige Anlagen Erfahrungen zu sammeln.

Über EP-Anlagen für Hochhäuser in der Innenstadt von *Frankfurt* informierte Herr *von der Hude*. Bisher wurden 3 Hochhäuser mit EP geplant. Tragfähige Schichten werden erst zwischen 40 und 55 m Tiefe angetroffen, der Grundwasserspiegel liegt zwischen -3 und -5 m, bei einer Temperatur von 17-19°C. Der *Main Tower* mit einer Höhe von 195 m wird von 112 Grossbohrpfählen getragen, welche bis in 50 m Tiefe mit Rohrschlangen ausgerüstet sind. Auch die umgebende Bohrfahlgwand wurde halbseitig mit EP ausgebildet. Das *Hochhaus Gallileo* mit 37 Obergeschossen mit einer Höhe von 136 m und 1200 m² Grundfläche liegt über 47 EP bis in eine Tiefe von 30 m. Als jüngstes Bauvorhaben wird das *Hochhaus der IG Metall* mit einer Höhe von 90 m vorgestellt, das auf 48 EP mit einer Länge von je 20 m steht. Das Wasser in den Wärmetauscherrohren wird dem nahen Main entnommen und wieder zugeführt. Die spezifische Leistung der EP wurde bei den 3 Bauten auf 26 W/m² errechnet. Messwerte beim Betrieb der 3 Anlagen sind jetzt erforderlich, um Aussagen bezüglich der Konfiguration der komplexen Systeme bei verschiedenen Betriebszuständen sowie über die Wärmeleitfähigkeit des Untergrundes und der lokalen Speicherkapazität machen zu können.



Einbau eines Armierungskorbs in das Bohrloch

Herr *Ansetz* stellte die EP-Anlage des *Schulzentrums Fully* (VS) vor. 41 der 118 gerammten, bis 23 m langen Pfähle wurden mit Rohrschleifen versehen und an 4 Wärmepumpen angeschlossen. Während einer Versuchsperiode im Februar 2000 konnten dem Untergrund mehr als 13 GWh Wärme entzogen werden. Die Betriebsaufnahme ist auf Herbst 2001 vorgesehen.

Herr *Schönbächler* berichtete zum Abschluss der Vortragsreihe über ein *Wohn- und Geschäftshaus in Willerszell* (SZ), das sich auf 900 m.ü.M. über einem Trinkwasservorkommen befindet. Der Anteil der 42 EP belief sich in der Heizperiode 1998/99 auf 13 MWh Wärme. Auch im Winter 1997/98 mit Temperaturen von bis -23°C haben sich die Temperaturen der EP rasch erholt.

In der anschliessenden Diskussion wurde darauf hingewiesen, dass EP und ähnliche «Geostrukturen» dazu beitragen, die endlichen, traditionellen Energieträger umweltfreundlich zu schonen, dass aber bei der Planung, dem Bau und Betrieb noch viele Erfahrungen bezüglich Dimensionierung und Anordnung, Einfluss der Bodenbeschaffenheit und des Grundwassers, der Steuerung und Sicherheit der komplexen Systeme, ihrer Wirtschaftlichkeit, Lebensdauer uam. gesammelt werden müssen. Die ins Auge fallende erhöhte Anlagendichte in der Nordostschweiz ist wohl auf die rege Akquisitionstätigkeit der in diesem Gebiet aktiven Spezialfirmen zu erklären.



Energie-Pfahlwand

Die Tagung war vorbildlich organisiert und es konnten unter den Fachleuten nützliche Kontakte hergestellt werden, doch blieb die Teilnehmerzahl weit unter den Erwartungen. Es ist zu hoffen, dass in künftigen ähnlichen Anlässen vermehrt Vertreter der Baubranche teilnehmen, ist doch die Doppelnutzung der EP auch wirtschaftlich von Interesse.

Kühlenergie aus Erdberührten Betonbauteilen



enercret – Energiesystem zur Klimatisierung
am Beispiel Kunsthaus Bregenz, Austria

Kühlen und Heizen mit geothermischer-Energie absorbiert über Energie-Schlitzwände System Nägelebau

Bauzeit: 1994 – 1997

Nutzfläche: 3.336 m²

Umbauter Raum: 27.974 m³

Raumtemperatur Winter: 21° C

Raumtemperatur Sommer: 24° C

Kühlleistungen
Absorbersystem 100 KW

enercret®

naegele

energie- und haustechnik gmbh

Bundesstraße 20, A-6832 Röthis

Tel. ++ 43 / 5522 / 9001-0

www.naegelebau.at

Geothermische Prognose im Tunnelbau

Andreas Busslinger, Thomas Kohl und Ladislaus Rybach

Geothermische Prognosen können effiziente Werkzeuge bei der Projektierung von Tunnelanlagen sein. Einerseits fließen prognostizierte Fels-temperaturen in die Auslegung der Tunnelbelüftung-/klimatisierung ein, andererseits können mittels geothermischer Modellierung wichtige Beiträge zu bestehenden geologischen und hydrogeologischen Prognosen geleistet werden. Im Folgenden wird anhand des Beispiels der Piora-Zone erläutert, welche Erkenntnisse durch gezielte geothermische Modellierung gewonnen werden können. Mittels dem Vergleich zwischen Modell und Messung konnten wichtige Informationen zur räumlichen Ausdehnung des wasserführenden Bereiches, sowie zum hydraulischen Charakter der Zone gefunden werden. Zudem weisen die erzielten Resultate auf die immense Kühlwirkung einer derartigen Kaltwasserzone hin. Bereits während der Bauphase des Piora Sondierstollens konnte dieses Verfahren erfolgreich zur Vorauserkundung der Piora Störzone eingesetzt werden.

1. Einleitung

Bereits früh in der Geschichte des Tunnelbaus hat man erkannt, dass die Gebirgswärme einerseits das Arbeits- und Betriebsklima untertage massiv beeinflussen kann, andererseits Anomalien wie z.B. wasserführende Störzonen anzeigt. Motiviert durch diese Erfahrungen wurden Verfahren zur geothermischen Vorhersage entwickelt.

Heute dienen geothermische Prognosen im Tunnelbau grundsätzlich zwei Zwecken:

- Der Auslegung der Belüftungs- bzw. Klimatisierungsmassnahmen während Bau und Betrieb des Tunnels
- Der Präzisierung der geologisch/hydrogeologischen Prognose

Zum ersten Punkt: Das Klima (Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit) speziell langer, tiefliegender Tunnel wird neben Faktoren wie Tunnelgeometrie, Verkehr oder Feuchteeintrag massgeblich durch die Felstemperatur bestimmt. Aus diesem Grund wurde z.B. für den geplanten Gotthard-Basistunnel eine Felstemperaturprognose erstellt (vgl. Busslinger, Kohl, Rybach 1998; Busslinger 1998; Busslinger, Rybach 1999a; Rybach, Busslinger 1999b).

Der zweite Punkt wird im Folgenden anhand der für AlpTransit Gotthard durchgeführten Studie zur Piora-Zone illustriert. Die Piora-Zone wird, neben anderen Gesteinsformationen wie dem Aar- oder Gotthard-Massiv vom zukünftigen Gotthard-Basistunnel durchquert. Sie kann im geothermischen Sinne als Naturphänomen betrachtet werden. Die deutlich ausgeprägte Kaltwasserzirkulation innerhalb der Zone wirkt sich auf das Nebengestein wie ein Kühlaggregat aus. Dies haben die umfangreichen im Piora-Sondierstollen durchgeführten Temperaturmessungen deutlich gezeigt (vgl. Abb. 3, Busslinger, Rybach 1999a). Der hydrogeologischen Charakter und die Ausprägung der Piora-Zone konnte erst mittels numerischer Simulation besser verstanden werden.

2. Vorgehen

Zur genaueren hydraulisch-thermischen Untersuchung des beobachteten Phänomens wurde mittels des am Institut für Geophysik der ETH Zürich entwickelten Programmes FRACTure (Busslinger, Kohl, Rybach 1998) ein 3D Finite-Elemente-Modell der Piora-Zone erstellt. Das Prognosewerkzeug berück-

Des prévisions géothermiques peuvent être utilisées efficacement dans les projets de tunnels. D'une part les températures de roche peuvent servir au dimensionnement du système de ventilation ou de climatisation du tunnel, d'autre part des modèles géothermiques aideront à améliorer des pronostics géologiques et hydrogéologiques. Dans cet article, on commente les résultats obtenus à partir d'un modèle géothermique à l'exemple de la zone de Piora. Par comparaison entre modèle et mesure on a obtenu des informations importantes sur la géométrie de la partie conduisant l'eau ainsi que les caractéristiques hydrauliques de la zone de Piora. Les résultats montrent l'effet important de refroidissement d'une zone contenant de l'eau froide. Déjà pendant la construction de la galerie de sondage Piora, cette procédure a pu être utilisée avec succès pour la détection de la zone de perturbation Piora.

sichtigt die Einflüsse der 3D Topographie, von zirkulierenden Gebirgswässern und von instationären Effekten (Klimaschwankungen, Hebung/Erosion). Das Prognoseprofil zum gesamten Gotthard-Basistunnel wurde aufgrund eines rund 75 x 15 x 50 km grossen Modells mit nahezu 200'000 Elementen gekoppelt/instationär berechnet. Die Prognose weist auf die Einflüsse der Topographie und der geologischen Einheiten bzw. Schieferungsorientierungen auf die Felstemperatur hin. Ferner sind auch die Bergwässer für die Verteilung der Temperaturen im Felsuntergrund bedeutsam. Verglichen mit rein konduktiv/stationär berechneten Felstemperaturen führt die Tiefengrundwasserzirkulation, hervorgerufen durch das ausgeprägte Relief des Bergwasserspiegels, zu einer Umverteilung der Wärme: generell sind unter Bergkämmen die Temperaturen erniedrigt und um Talböden erhöht. Dies führt dazu, dass die Felstemperatur im Gotthard-Basistunnel selbst in Bereichen höchster Überlagerung vermutlich unter 45°C bleibt. Bei Tunnelkilometer 35 (ab Nordportal Erstfeld) zeichnet sich der Kühleffekt der zum Tunneltrasse quer verlaufenden Wasserzirkulation in der Piora-Zone überdeutlich ab (ΔT nahezu 20 °C; siehe Abb. 1).



Temperaturmessung im Sondierstollen Pioramulde (NEAT)

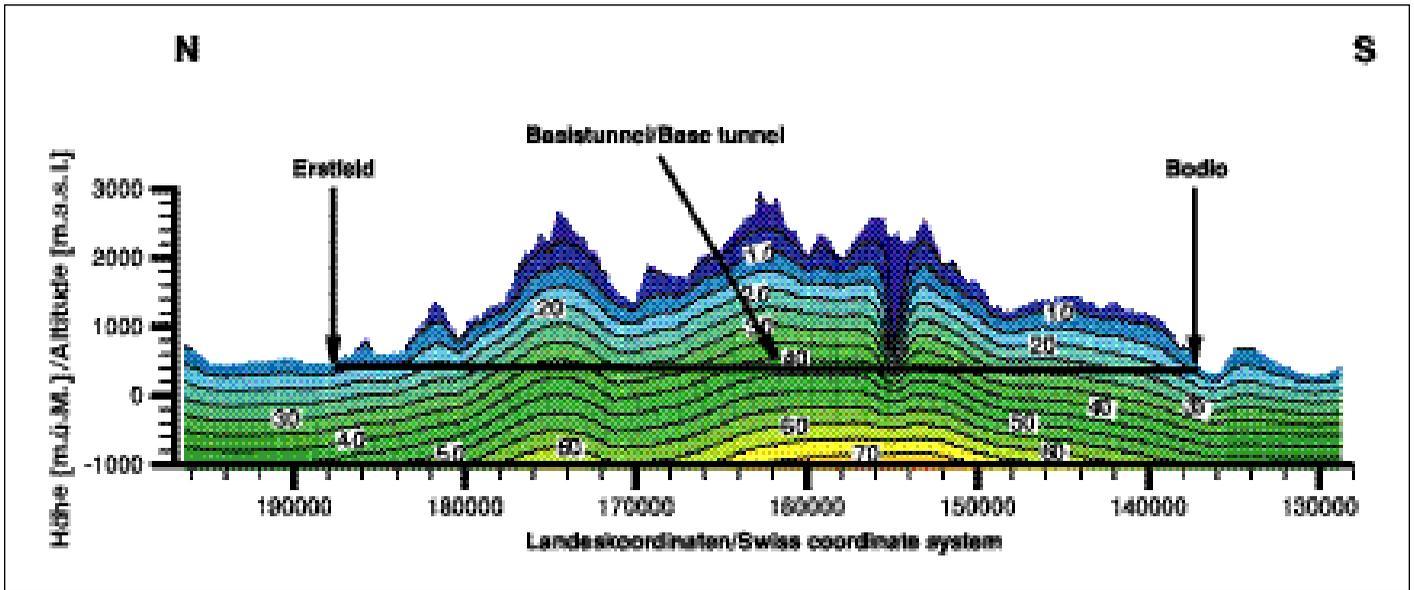


Abb. 1: Modelliertes Temperaturprofil im Vertikalschnitt entlang des geplanten Gotthard Basistunnels. Isothermen im Abstand von 5°C, vierfach überhöhte Darstellung. Hydraulisch-thermisch gekoppeltes, transientes 3D-Modell. Simulationsdauer 10'000 Jahre.

Da wenig Informationen über die räumliche Ausdehnung der Zone vorhanden waren, musste bei dem spezifischen Modell der Piorazone darauf geachtet werden, dass sowohl die Geometrie als auch die hydraulischen Eigenschaften der Piorazone variiert werden können. Es entstand ein Modell mit einer W-E-Erstreckung von 30 km, eine N-S-Erstreckung von 14

km und eine Tiefenerstreckung von 5 km bis unter Meeresniveau, welches ca. 80000 Elemente beinhaltet (vgl. Abb. 2). Unterschieden werden im Modell grundsätzlich die hochpermeablen, wasserführenden Bereichen der Piorazone und die beinahe undurchlässigen Bereiche des angrenzenden kristallinen Nebengesteins.

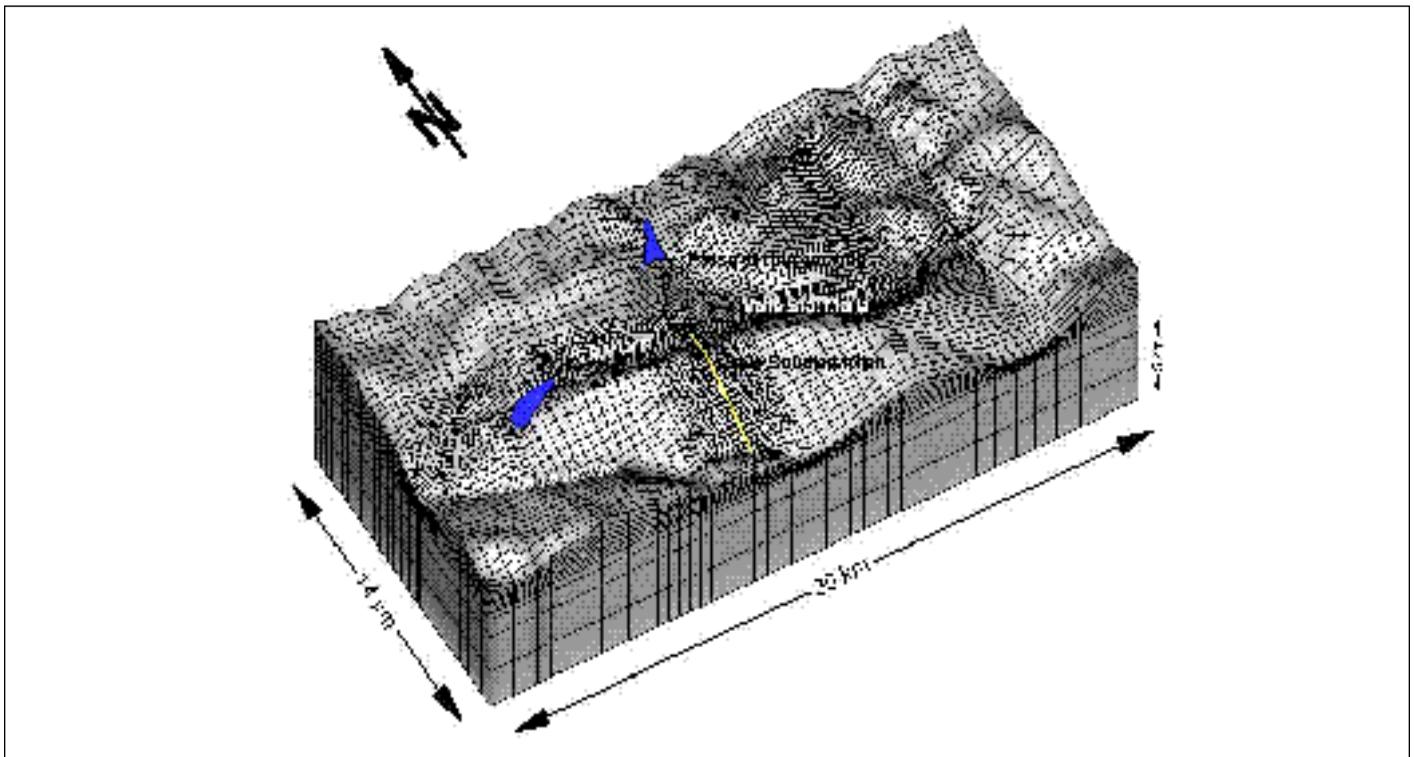


Abb. 2: Gesamtansicht des numerischen 3D Modells der Piora-Zone (71188 Elemente). Die wasserführenden Zonen befinden sich in den zentralen Bereichen.

3. Resultate

Mittels der am Ende des Sondierstollens gegen N abgeteufte Schrägbohrungen hat man festgestellt, dass die Piora-Zone in ihrem tieferen Bereich (auf Niveau des geplanten Basistunnels) aus trockenem festen Dolomit besteht. Die Grenze zwischen diesem und dem stark wasserführenden oberen Teil der Zone, welcher den zuckerkörnigen Dolomit beinhaltet, bildet offenbar ein undurchlässiger Gipsspiegel. In den erwähnten Bohrungen wurden zudem Temperaturmessungen durchgeführt. Auf diese Weise wurde die Piora-Zone im Nahfeld des Sondierstollens geothermisch grossflächig erfasst. Die gemessenen Daten werden mit dem oben beschriebenen Modell sehr gut wiedergegeben (vgl. Abb. 3). Die Simulationsrechnung postuliert hierbei die Lage des Gipsspiegels in etwa 200 m über dem geplanten Basistunnel. Die Basis des wasserdurchtränkten Teils der Piora-Zone ist dabei durch eine erhöhte Zirkulation aufgrund einer Ausweitung gegen Nord und/ oder erhöhter hydraulischer Leitfähigkeit charakterisiert. Allgemein ist die kühlende Wirkung der Kaltwasserzirkulation in der Piora-Zone immens. Nicht nur in lateraler Richtung ist, wie dies im Fall des Sondierstollens beobachtet werden konnte, eine massive Auskühlung vorhanden, auch vertikal nach unten (bis unter Niveau des geplanten Gotthard-Basistunnels) muss mit einer deutlichen Absenkung der Gebirgstemperatur gerechnet werden. Dies kann deutlich aus der Verteilung der Felstemperaturen in einem Vertikalschnitt durch die Piora-Zone ersehen werden (vgl. Abb. 4).

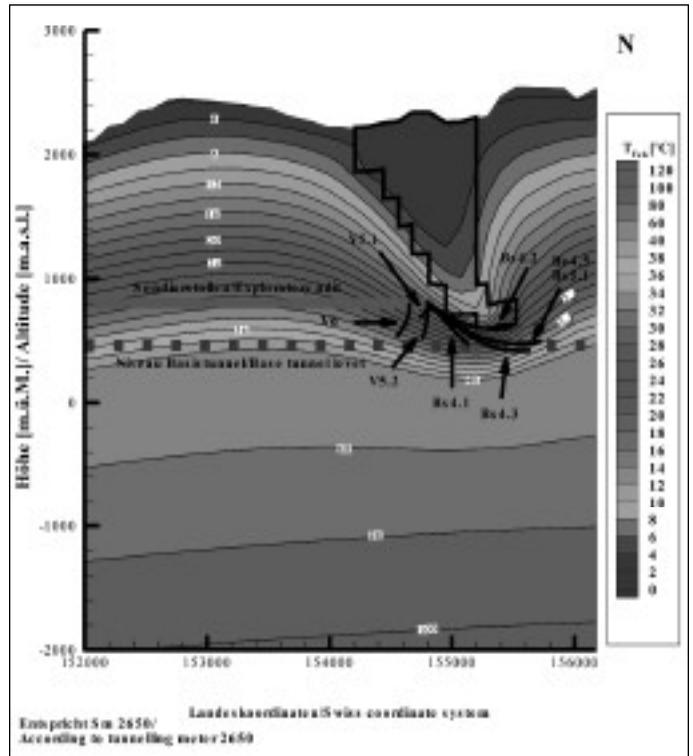


Abb. 4 Verteilung der Felstemperatur in einem Vertikalschnitt durch die Piora-Zone (in der Linie des Sondierstollens). Eingetragen sind die Umrisse des wasserführenden Teils der Piora-Zone (gemäss Modell).

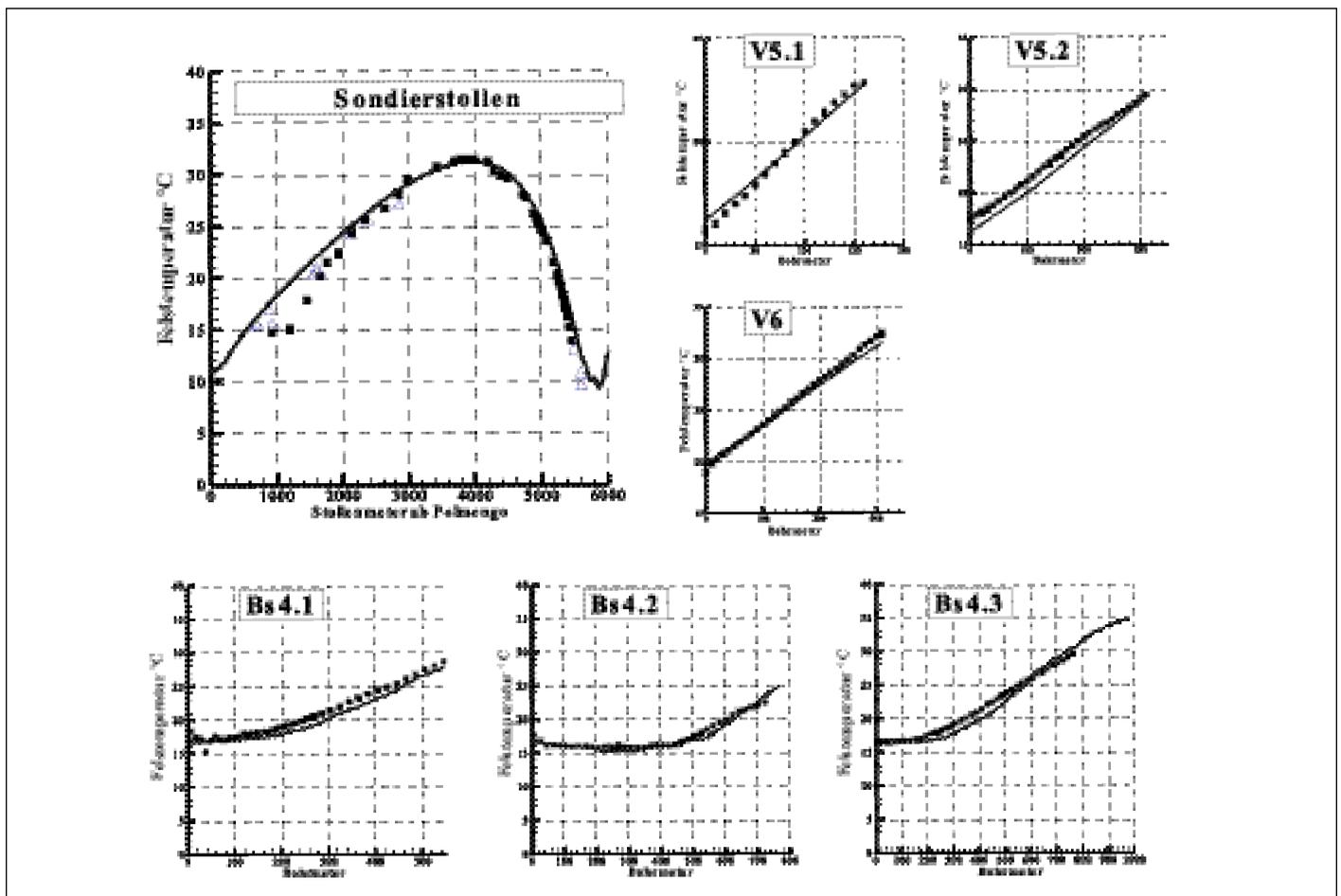


Abb. 3: Vergleich von Messdaten (Symbole) und simulierten Felstemperaturen (Linien). Die hydraulische Leitfähigkeit des Gesteins innerhalb der Piora-Zone variiert von ca. 10^{-7} ms^{-1} bis 10^{-6} ms^{-1} . Die Simulationsdauer beträgt 10000 Jahre ab Ende der letzten Eiszeit.

Der zur gemessenen Temperaturabsenkung notwendige minimale Durchfluss durch die gesamte Piora-Zone bewegt sich in der Grössenordnung von 50 ls^{-1} . Dabei liegt der Bereich mit der höchsten Darcygeschwindigkeit (um 10^{-7} ms^{-1}) in den obersten 500- 600 m und somit relativ oberflächennah.

4. Schlussfolgerung

Die Geothermik hat einiges zur Klärung der geologischen Fragen zur Piora-Zone beitragen können. Mittels der thermisch-hydraulisch gekoppelten Modellierung konnten mehrere Aussagen zum tunnelbautechnisch problematischen, wassergesättigten Teil der Piora-Zone gemacht werden. All diese Daten sind in das laufende Tunnelprojekt Gotthard-Basistunnel eingeflossen (u.a. in die aktuelle Prognose der Felstemperatur entlang dem Gotthard-Basistunnel) und wurden in den tunnelbautechnischen Entscheidungsprozess miteinbezogen. Die angewandte Technik lässt sich gut zur Vorauserkundung von Störungszonen anwenden. Es muss jedoch darauf hingewiesen werden, dass mittels der vorgestellten Methode nur relevante Aussagen zu einer Störungszone gemacht werden können, wenn zur Kalibrierung und Anpassung des Modells genügend Messwerte aus Tunnel und/oder Bohrungen vorliegen, wie dies für die Untersuchungen zur Piora-Zone der Fall ist. Oder mit anderen Worten: Jede Messung erhöht die Verlässlichkeit der Modellierung.

Die prognostizierten Felstemperaturen bilden ebenfalls die Basis für Abschätzungen des Potentials hinsichtlich Tunnelwärmenutzung. Die dargestellten geothermischen Prognosen beschränken sich auf die NEAT Achse Gotthard (spezifisch: Gotthard Basistunnel). Für den Lötschbergtunnel wären entsprechende Untersuchungen (insbesondere eine moderne Felstemperaturprognose) sinnvoll und notwendig.

Literatur

Busslinger, A., Kohl, T., Rybach, L. 1998. Numerical procedure to investigate geothermal conditions and processes in complex 3D Alpine settings. Proceedings GOCAD ENSG Conference, 3D Modeling of Natural Objects: A Challenge for the 2000's, 4-5 June 1998.

Busslinger, A. 1998. Geothermische Prognosen für tiefliegende Tunnel. Dissertation ETH Zürich Nr. 12715, 193p.

Busslinger, A., Rybach, L. 1999a. Geothermische Vorhersage von wasserführenden Zonen. TUNNEL 1/99, 33 - 41.

Busslinger, A., Rybach, L. 1999b. Felstemperaturprognose für tiefliegende Tunnel. TUNNEL 1/99, 24 - 32.

Tarife für Inserate/ Tarif des annonces

½ Seite/page Fr. 500.-

¼ Seite/page Fr. 275.-

⅓ Seite/page Fr. 150.-

Rabatt für Mitglieder der SVG /
Rabais pour les membres de la SSG

Info: Sekretariat SVG/SSG

FORALITH AG

Bohr- und Bergbautechnik St.Galler Strasse 12 Telefon 071 388 89 29
CH-9201 Gossau SG Telefax 071 388 89 25

Ein Schweizer Bohrunternehmen, das wirklich in die Tiefe geht, bis 4000 Meter.

- Bohrungen für Erkundung und Erkundung von Lagerstätten, Geothermie, Tiefengrundwasser, Produktionsbohrungen.
- Tiefbohrungen mit Seilkern- und Rotary-Verfahren.
- Zielgenaue Bohrungen auch für Kabelführung, Lüftung und Entwässerung, in sämtlichen Richtungen.
- Grossloch- und Raibebohrungen
- Schachtbau
- Dükerbohrungen für Werkleitungen aller Art zur Unterquerung von Hindernissen
- Horizontalfilterbrunnen, vertikale Grossfilterbrunnen
- Beratung
- Planung
- Ausführung

Heat mining™

Weltweite Nutzung geothermischer Energie im Jahr 2000

Region	Elektrischer Strom				Direkte Nutzung (Wärme)			
	MW _e	%	GWh/a	%	MW _{th}	%	GWh/a	%
Afrika	53,5	0,7	396,5	0,8	125,4	0,8	503,4	1,0
Amerika	3389,9	42,5	23341,9	47,4	4355,3	28,8	7268,6	13,7
Mittelamerika	406,9		2190,9		5,0		37,6	
Nordamerika*	2983,0		21151,0		4307,8		7012,9	
Südamerika	0		0		42,5		218,1	
Asien**	3095,3	38,8	17509,5	35,5	4607,5	30,4	24415,2	45,9
Europa	998,2	12,5	5744,6	11,7	5714,3	37,7	18904,1	35,5
Zentral/Ost	0		0		1283,6		4405,2	
West/Nord***	975,2		5659,6		3871,5		11036,0	
GUS****	23,0		85,0		559,2		3462,9	
Ozeanien	437,2	5,5	2268,9	4,6	342,3	2,3	2064,7	3,9
gesamt	7974,1	100	49261,4	100	15144,8	100	53156,0	100

* einschl. Mexico
 ** einschl. Türkei
 *** einschl. Azoren und Guadeloupe
 **** Russland und Georgien

Quelle: Bull. GtV

Adressen der Autoren / Adresses des auteurs

Andreas Busslinger
 Dipl. Geophys. ETH
 HBI Haerter AG
 Beratende Ingenieure
 Thunstrasse 2
 3000 Bern
 Tel. 031 357 24 24

René Cotting
 Ingenieurbüro AG
 Ernetswilerstrasse 16
 Postfach 120
 8730 Uznach
 Tel. 055 290 10 90

Dr. Arthur Fehr
 Bitziusstrasse 49
 3006 Bern
 Tel. 031 352 75 17

Prof. Dr. Johann Goldbrunner
 GEOTEAM, Techn. Büro für
 Hydrogeologie, Geothermie und
 Umwelt GmbH
 Weizerstrasse 19
 A-8200 Gleisdorf
 Tel. 0043-3112-6515

Dr. Thomas Kohl
 Institut für Geophysik
 ETH Hönggerberg
 8093 Zürich
 Tel. 01 633 33 32

Hans Rickenbacher
 Büro Inter-Prax
 Dufourstrasse 87
 2502 Biel
 Tel. 032 341 45 65

Prof. Dr. Ladislaus Rybach
 Institut für Geophysik
 ETH-Hönggerberg
 8093 Zürich
 Tel. 01 633 20 76

Pierre Santschi
 Ing. phys. EPFL
 Traductions
 Couchant 40
 1007 Lausanne
 Tél. 021 625 65 07

Jules Wilhelm Ing.
 chemin du Fau-Blanc 26
 1009 Pully
 Tél. 021 728 11 78



Geothermieprojekt Simbach-Braunau (D/A)

Johann Goldbrunner

In den Grenzstädten Simbach am Inn (D) und Braunau am Inn (A) wurde eine staatenübergreifende geothermische Fernwärmeversorgung eingerichtet. Die geothermische Doublette besteht aus einer abgelenkten Förderbohrung mit einer Endteufe von 3.203 m und einer 1.848 m tiefen vertikalen Reinjektionsbohrung. Für die Geothermienutzung beträgt die Förderrate 74 l/s (266 m³/h) bei einer Temperatur von 80,5 °C. Das in Aufbau begriffene Fernwärmenetz hat einen max. Anschlusswert von 30 MW; 5,4 MW werden durch die Geothermie abgedeckt.

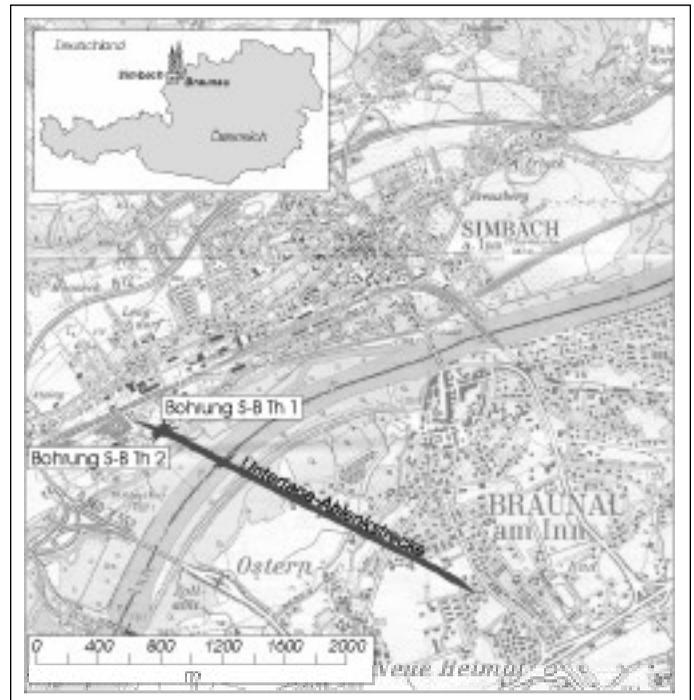
Dans les villes frontalières de Simbach am Inn (Allemagne) et de Braunau am Inn (Autriche), on a mis en place un réseau de chauffage urbain géothermique supra-national. Le doublet géothermique se compose d'un puits de production dévié d'une profondeur finale de 3.203 m et d'un puits de réinjection vertical d'une profondeur de 1.848 m. Le débit requis pour l'utilisation géothermique est de 74 l/s (266 m³/h) à une température de 80,5 °C. La puissance de raccordement du réseau de chauffage urbain en construction est de 30 MW, dont 5,4 MW étant couvert par l'énergie géothermique.

1. Einleitung

Das Projekt Simbach-Braunau (D/A) ist ein Beispiel für die gelungene Zusammenarbeit zweier Staaten der Europäischen Union auf dem Gebiet der Geothermienutzung. Mitte der 1990er Jahre haben sich die am Fluss Inn gelegenen Städte Simbach (D, 10.000 Einwohner) und Braunau (A, 18.000 Einwohner) mit regionalen Energieversorgern zu einem Konsortium mit dem Ziel zusammengeschlossen, eine geothermische Fernwärmeversorgung in beiden Städten zu installieren. Die notwendigen Tiefbohrungen für die geothermische Doublette wurden 1999 niedergebracht, das Wärmeversorgungsnetz ist seit dem Jahr 2000 im Aufbau. Im Januar 2001 begann der Probebetrieb des Fernwärmenetzes im Rahmen der wasserrechtlich vorgeschriebenen Pump- und Reinjektionsversuche. Der Ausbau des Netzes soll 2002 abgeschlossen werden. Das Projekt wird durch die Europäische Union, den Freistaat Bayern, das Land Oberösterreich und die Republik Österreich gefördert.

2. Die geothermische Doublette

Erschließungsziel der Doublette waren die Karbonatgesteine des in fränkischer Ausbildung vorliegenden ausseralpinen Malm, der den wichtigsten Tiefenaquifer des Süddeutschen Molassebeckens darstellt. Die Entnahme- und die Reinjektionsbohrung wurden von einem Sammelbohrplatz in Simbach am Inn (Bayern) mit einem Abstand der Bohrkeller von 15,5 m abgeteuft. Die als Reinjektionsbohrung dienende Bohrung Simbach-Braunau Thermal 1 wurde als Vertikalbohrung niedergebracht; sie erreichte nach Durchörterung von 1.421 m tertiären Schichten (Obereozän bis Untermiozän) und 312 m Oberkreide (Obercenoman bis Santon) den Top des Zielhorizontes in einer Tiefe von 1.737,1 m und erschloss bis zur Endteufe von 1.848 m 111 m Kalke mit dolomitischen Lagen des Purbeck (Oberer Malm). Die Karbonate weisen hohe Porositäten auf (Gesamtporosität im Durchschnitt 11 %, Kluftporosität 4,5 %), die Nettomächtigkeit wurde nach geophysikalischen Bohrlochmessungen mit 17 m oder 15 % der Bruttomächtigkeit ermittelt. Die durch Pump- und Auslaufversuche bestimmte Transmissivität beträgt $3,0 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$, entsprechend einer Durchlässigkeit k von $1,8 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$. Die maximale Rate im freien Überlauf (Schliessdruck 3,2 bar, Fliessdruck 0,9 bar) betrug 81 l/s (292 m³/h) bei einer Temperatur von 76,0 °C am Sondenkopf. Mit einer Summe an gelösten festen Stoffen von



1,1 g/l und dem Natrium-Hydrogencarbonat-Chlorid-Typ entspricht das Wasser von Simbach-Braunau Thermal 1 dem in Niederbayern und Oberösterreich verbreiteten gering mineralisierten Malmwassertypus.

Die Bohrung Simbach-Braunau Thermal 2 wurde als abgelenkte Bohrung konzipiert und erreichte eine Endteufe von 3.203 m MD = Measured Depth = Bohrmeter (= 1.941,75 m TVD = True Vertical Depth). Sie wurde bis ca. 630 m vertikal niedergebracht, dann erfolgte die Ablenkung in Richtung Österreich. Mit Einsatz eines steuerbaren Untertagemotors wurde auf eine maximale Neigung von 69,5° gegenüber der Vertikalen aufgebaut. Die Bohrung durchfuhr die Staatsgrenze zwischen Deutschland und Österreich in einer horizontalen Distanz von 470 m vom Ansatzpunkt in einer Tiefe von 1.080 m und erschloss das Bohrziel Malm in einer Entfernung von 2.068 m; bei Endteufe beträgt sie 2.102 m. Bei den Genehmigungsverfahren waren aus den unterschiedlichen Rechtsordnungen in beiden Staaten resultierende Schwierigkeiten zu überwinden. Da in Österreich Grundwasser und daher auch thermales Tiefen-

Grundwasser nach dem Wasserrechtsgesetz ein Privatgewässer darstellt, muss bei einer abgelenkten Bohrung vor Inangriffnahme des Projektes die Zustimmung der jeweiligen Grundeigentümer zum Untertage-Verlauf der Bohrstrecke und zur Grundwasserentnahme eingeholt werden. Dies setzt eine präzise geologische Planung voraus, da die Grundeigentümer bereits in das Bewilligungsverfahren zur Niederbringung der Bohrung einbezogen werden müssen. Insgesamt waren für die Bohrarbeiten und die Pump- und Auslaufversuche Bewilligungen von 4 Behörden (Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Verkehr und Technologie; Regierung von Oberbayern, Bergamt Südbayern; Amt der Oberösterreichischen Landesregierung, Wasserrechtsabteilung und Berghauptmannschaft bzw. Montanbehörde in Österreich) notwendig.

Simbach-Braunau Thermal 2 durchfuhr ein lithologisch-stratigraphisch ähnliches Profil wie die Vertikalbohrung; Top Malm wurde bei einer Messtiefe von 3.148 m (TVD 1.898 m) um 161 m tiefer angetroffen als in der 1. Bohrung und bis Endteufe 3.203 m MD erbohrt. Bei Endteufe der Bohrung wurde das Bohrziel, ein seismisch auskartierter synthetischer Bruch erreicht. Die damit zusammenhängenden Kluftporositäten bewirkten Totalen Spülungsverlust, der schlussendlich zur Beendigung der Bohrung zwang. Aufgrund der Rohrreibungsverluste beträgt der freie Überlauf 45 l/s; bei Pumpversuchen mit Mammutpumpe wurden 70 l/s gefördert. Aufgrund der höheren Sondenkopftemperatur von 80,5 °C wurde Simbach-Braunau Thermal 2 als Fördersonde komplettiert und eine Tauch-

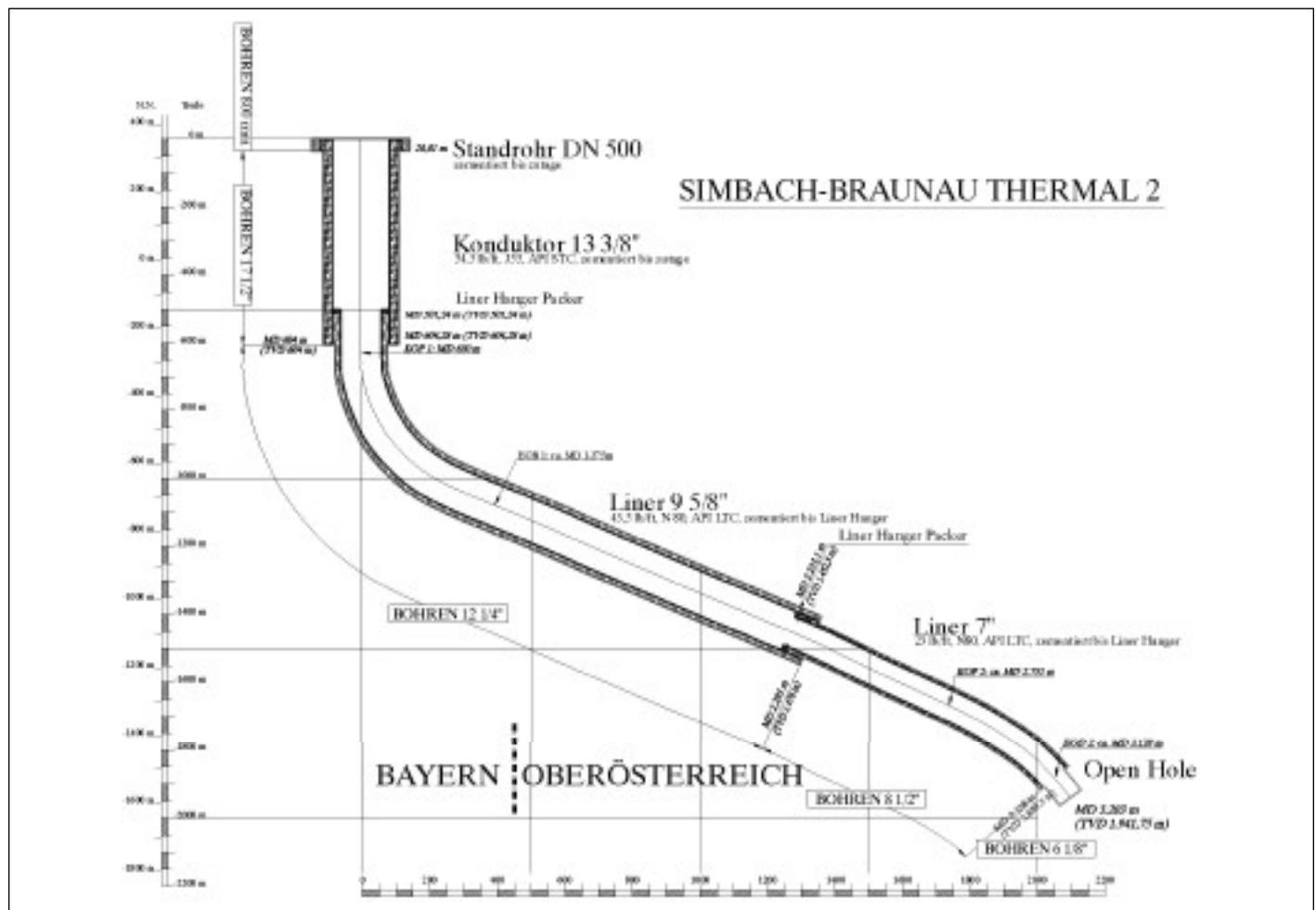
kreiselpumpe mit einer Leistung von 130 kW, ausgelegt für eine Dauerförderrate von 74 l/s (266 m³/h) bei 220 m eingebaut. Aufgrund der wasserwirtschaftlichen Versuche wurde eine Transmissivität von 2,0 * 10⁻³ m²/s bzw. eine Durchlässigkeit von 3,1 * 10⁻⁴ m/s ermittelt. Der erste Pump- und Reinjektionsversuch wurde über eine Dauer von 84 Tagen mit einer Rate von 60 l/s (216 m³/h) gefahren. Die Reinjektionsdrücke an der Sonde Simbach-Braunau Thermal 1 betragen max. 4,6 bar.

3. Das Fernwärmenetz

Das Fernwärmenetz in den beiden Städten ist seit 2000 im Aufbau begriffen und wurde einem erfolgreichen Probetrieb im Rahmen des ersten Pump- und Reinjektionsversuches im Januar bis März 2001 unterzogen.

Daten des Fernwärmenetzes (Endausbau 2002):

Gesamtlänge	30 km
Gesamt-Anschlußwert	> 30 MW
Anzahl Abnehmer	ca. 500
Geothermie-Leistung	5,3 MW
Zusatzbefeuerung	Gas
Erzeugerleistung Geothermiezentrale	14 MW
Dezentrale Anlagen	> 6 MW



Mehrzweckhalle Kaltbrunn: Wärmenutzung aus dem Rickentunnel

René Cotting

Das Bundesamt für Energiewirtschaft beauftragte im Jahre 1994 im Rahmen des Aktionsprogramms Energie 2000 eine Gruppe von Ingenieurbüros, das Wärmepotential und die Nutzungsmöglichkeiten warmer Tunnelwässer in der Schweiz zu untersuchen. Von den 700 Eisenbahn- und Strassentunnels wurden 124 bezüglich ihrer Voraussetzungen zur Machbarkeit untersucht und 5 als Pilotprojekte ausgewählt. Dazu gehörte der nach Süden geneigte Rickentunnel zwischen Kaltbrunn und Wattwil im Toggenburg. Mit dem warmen Tunnelwasser und den Wärmepumpen können eine Mehrzweckhalle mit Turnhalle und Zivilschutzanlage sowie ein Kindergarten beheizt werden, doch wird damit erst ein Drittel des Wärmepotentials genutzt.

1. Einleitung

Der Rickentunnel mit einer Länge von 8'603 m gehört zur wichtigen Ostschweizer Eisenbahnlinie St. Gallen-Rapperwil. Unmittelbar am Rand des Dorfs Kaltbrunn liegt sein Südportal, aus welchem 690 l/min Bergwasser mit einer Temperatur von 12.3°C fließen. Dieses Wasser wird zur Beheizung einer Mehrzweckhalle und weiterer Bauten genutzt.

Mit der Realisierung der Pilot- und Demonstrationsanlage entstehen Mehrkosten gegenüber der Erstellung einer konventionellen Heizung. Diese werden von folgenden Stellen bzw. Organisationen getragen:

- Bundesamt für Energiewirtschaft:
- Kanton St. Gallen:
- NOK/SAK:
- Gemeinde Kaltbrunn

Der vorliegende Bericht beschreibt das realisierte Projekt und erläutert das Messkonzept. Die erhobenen Daten wurden ausgewertet und mit den Annahmen der Machbarkeitsstudie verglichen. Mit den erhaltenen Resultaten wird einerseits die erstellte Anlage energetisch optimiert, andererseits können Rückschlüsse auf die Wirtschaftlichkeit und die Umweltverträglichkeit gezogen werden.

2. Technische Angaben

2.1 Wärmegewinnung

Das Tunnelwasser fließt heute in einem offenen Kanal auf einer Strecke von 200 m entlang dem Bahntrasse bis zu einem Schacht, von welchem es zum Dorfbach geleitet wird. Vom Ende dieses Kanals wird das Wasser mit einer unisolierten, doppelwandigen Kunststoffleitung zum Wärmeversorgungsgebiet geführt. Die Leitung weist eine Länge von rund 900 m auf. Der Höhenunterschied zwischen dem Portal und dem Abnehmergebiet beträgt ca. 40 m. Das Wasser muss nicht gepumpt werden.

2.2 Wärmenutzung

Für die erste Etappe, d.h. für die Beheizung der Mehrzweckhalle, wird dem Tunnelwasser mit einer Wärmepumpe Wärme entnommen und auf die geforderte Heizwassertemperatur ge-

bracht (Fig. 1). Die benötigte Wärmeleistung beträgt 156 kW. Zusätzlich werden eine Turnhalle und eine Zivilschutzanlage, sowie ein Kindergarten beheizt. Damit wird erst ein Drittel des Wärmepotentials genutzt.

2.3 Einsparung fossiler Energieträger

Mit der energetischen Nutzung des Wassers aus dem Rickentunnel können beträchtliche Mengen an fossilen Energieträgern eingespart werden. Für die erste Etappe entspricht die Einsparung etwa 28'000 m³ Erdgas (entsprechend 23'700 kg Heizöl) pro Jahr. Die Energieeinsparung ist mit einer Reduktion des CO₂-Ausstosses im Vergleich zu Erdgas um 55.7 Tonnen pro Jahr gekoppelt. Dabei werden für den Antrieb der Wärmepumpen-Heizungsanlage 79'000 kWh (Etappe 1) an elektrischer Energie benötigt.



Fig. 1: Mehrzweckhalle Kaltbrunn

2.4. Vergleichungsgrundlage Gasheizung

Nach umfassenden Studien mit verschiedenen Wärmeträgern (Öl, Gas, Öl-/Gas, Gasheizung mit solarer Brauchwarmwassererwärmung, Wärmepumpe mit Grundwassernutzung, Wärmepumpe mit Wärmekraftkopplung) wurde ursprünglich aus Investitionsgründen die Variante mit reiner Gasfeuerung gewählt und ins Bauprojekt integriert.

2.5. Fassung, Zuleitung und Rückführung des Tunnelwassers/ Wärmetransportleitung

Der Rickentunnel weist ein einseitiges Gefälle von 1.5% von Wattwil nach Kaltbrunn auf und wird vollständig zum Südportal entwässert. Gemäss Angaben der SBB erreichte der Wasserandrang während des Baus des Tunnels (Eröffnung am 1. Oktober 1910) im Mittel Werte von 1'200 und im Maximum von 1'620 l/min.

Ein Wert von 1'200 l/min wurde auch im Februar 1965 gemessen, womit sich die mittlere Abflussmenge in 60 Jahren seit dem Bau des Tunnels nicht verändert hat. Wasserproben, die im Dezember 1965 an verschiedenen Stellen entnommen wurden, ergaben, dass das anfallende Wasser nicht betonaggressiv ist.

Tunnelwassermenge und Temperatur haben einen ganz entscheidenden Einfluss darüber, wie viel Wärmeabnehmer mit dieser Wärmequelle versorgt werden können. Es ist deshalb ausserordentlich wichtig, sowohl Wassermenge als auch Temperatur am Tunnelportal genau zu kennen. Da die letzten Erhebungen bereits über 30 Jahre zurückliegen, wurden deshalb vom Ingenieurbüro Kuster + Hager am 29. März 1996 erneut Messungen durchgeführt.

Diese Messungen ergaben zum Erstaunen aller, deutlich geringere Wassermengen als die von den SBB angegebenen und erreichten nur Werte von 690 l/min. Ob die lange Trockenheit, Messungsgenauigkeiten in früheren Jahren oder andere Gründe für diese Einbusse verantwortlich sind, ist unbekannt. In Bezug auf die Wassertemperaturen zeigten die Messungen sowohl am 4. Januar 1996 als auch am 29. März 1996 Werte von 12.3 °C. Die Messwerte entsprachen annähernd den einst von den SBB gemessenen Werten.

Aufgrund dieser Gegebenheiten konnte von folgendem Kennwerten des zufließenden Wasser aus dem Rickentunnel ausgegangen werden:

Tunnelwassermenge:	690 l/min
Temperatur am Portal:	12.3 °C

Das Tunnelwasser tritt in einer Rigole (Schleuderbetonrohr NW 300 mm) am Portal des Rickentunnels aus. Von dort fliesst es in einem U-Profil Kanal etwa 200 m entlang dem Bahngleis und traversiert anschliessend den Bahndamm. In einem Sammelschacht wird das Tunnelwasser gefasst und in einem Kunststoffrohr zur Mehrzweckhalle geleitet (Fig. 2).

Messungen haben gezeigt, dass die Abkühlung des Tunnelwassers im freien Gelände von rund 200 m Länge zwischen Portal und Fassung der Rigole bei einer Aussentemperatur von 2.8 °C rund 0.2 °C beträgt. Eine Kanalabdeckung hätte die Unterhaltsarbeiten erheblich erschwert. Auf eine Abdeckung wurde deshalb verzichtet.

Die Rückführung nach erfolgtem Wärmeentzug des bis auf maximal 4 °C abgekühlten Tunnelwassers erfolgt in die bestehende Meteorabwasserleitung. Dieser Meteorabwasserkanal führt in den Steinenbach. Sofern das Wasser aus dem Rickentunnel nicht im vollen Umfang genutzt werden kann, fliesst das überschüssige Wasser im Überlauf des Fassungschatzes wie bis anhin in den Dorfbach und anschliessend wieder in den Steinenbach.

Als Leitungsart wurde ein unisoliertes HDPE-Doppelrohr verwendet. Das äussere Rohr dient als mechanischer Schutz. Im Förderrohr fliesst das Tunnelwasser. Das Luftpolster wirkt als Isolator, sodass keine signifikanten Temperaturverluste zwischen Wasserfassung und Verbraucher auftreten.

Als Leitungsdurchmesser wurde ein Rohr NW 150 mm bestimmt. Das Tunnelportal liegt auf 483 m.ü.M., die Mehrzweckhalle auf 442 m.ü.M. Als geodätische Höhendifferenz steht ein Druck von etwa 4 bar zur Verfügung. Nach Berücksichtigung der Reibungsverluste bis zur Mehrzweckhalle ist noch ein Betriebsdruck von 3.7 bar vorhanden.

Die günstige topographische Lage der Mehrzweckhalle lassen es zu, dass das Tunnelwasser in freiem Gefälle fließen kann und nicht gepumpt werden muss. Dies hat finanzielle Vorteile, weil dadurch die Aufwände für Umwälzpumpen erspart werden kann.

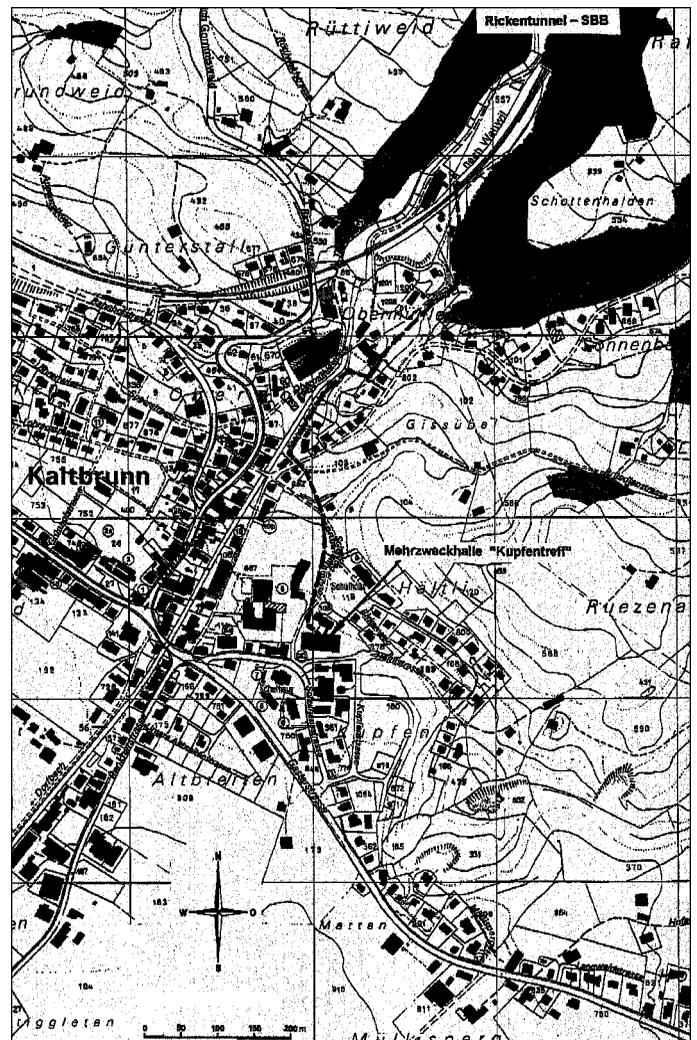


Fig. 2: Situationsplan Kaltbrunn: Trasse der Rohrleitung (---)

2.6. Wärmeerzeugung erfolgt alternierend mit 2 Wärmepumpen mit einer installierten Leistung von je 156 kW (Fig. 3).

2.7. Wasserbehandlung/Dosieranlage/Systemtrennung

Das aus dem Rickentunnel fließende Wasser weist gemäss den Wasserproben vom Ingenieurbüro Kuster + Hager einen sehr tiefen Gehalt an freiem CO₂ auf (1.9 mg/l). Im Vergleich zum Gleichgewichts-CO₂-Gehalt von 11.1 mg/l ist damit ein recht grosses Defizit vorhanden, was dazu führt, dass das Tunnelwasser Kalk ausscheidet.

Die verschiedenen Wasserproben haben gezeigt, dass das Kalk-Kohlensäuregleichgewicht des Tunnelwassers zur Alkalisierung hin verschoben ist und zu Kalkausscheidungen führt.

Um das Wasser zu stabilisieren und Ablagerungen in der Transportleitung und im Verdampfer zu minimieren kamen als Konditionierungsmittel verschiedene Stoffe in Frage:

- Bindung des Kalkes durch Komplexbildner (z.Bsp. Nitrilo-Tri-Acetat [NTA] oder Polyphosphate)
- Ausgleich des Härtegleichgewichtes durch Zugabe von Säure (z.Bsp. Schwefelsäure [H₂SO₄], Salzsäure [HCl])

Die Prüfung der verschiedenen Varianten zeigte, dass Phosphate, insbesondere Phosphorsäuren, im Vorfluter problematisch sind und deshalb gemäss Gewässerschutzgesetz nicht in die öffentlichen Gewässer eingeleitet werden dürfen. Dies hätte die Ableitung des konditionierten Tunnelwassers in die Kläranlage zur Folge und würde zu hohen Betriebskosten führen.

Um das Kalk-Kohlensäure-Härtegleichgewicht zu berichtigen und im Sinne von Umweltschutz und Betriebskosten wurde die Variante mit Mineralsäure gewählt. Schwefelsäure ist sehr kostengünstig und im Vorfluter unproblematisch.

Die Dosieranlage ist in der Heizungszentrale platziert. Durch das Analogsignal des Durchflusszählers im Verdampfernetz wird in Abhängigkeit der Durchflussmenge die Schwefelsäure [H₂SO₄] 30%-wässrig via MDPE-Dosierleitung bei der Wasserfassung beim Rickentunnel zudosiert. Dadurch können Kalkablagerungen in der Wärmetransportleitung und auch im Verdampfer der Wärmepumpe erheblich verringert werden.

2.8. Verlauf Arbeitszahl Wärmepumpe Betriebsjahr 99/00

In der zweiten Messperiode wurde eine mittlere Arbeitszahl der Wärmepumpe von 3.26 erreicht. Er liegt damit über den Erwartungen der Machbarkeitsstudie (Vergleichswert=3.2). Aus Figur 4 ist der Verlauf der Arbeitszahl der Wärmepumpe über die Messperiode ersichtlich. Der Schwankungsbereich liegt zwischen 3.01 und 3.54.

Schlussfolgerungen

Die Auswertung der beiden Betriebsjahre 1998/99 und 1999/2000 liefert die folgenden Ergebnisse (Tabelle 1).

- Unter Berücksichtigung der Hilfsbetriebe liegt die Arbeitszahl der Wärmepumpe (WP) zwischen 3.01 und 3.54. Die im Sommer erreichten Werte liegen wesentlich höher als diejenigen in den Wintermonaten. Die Ursache dafür liegt primär in den höheren Wärmequellentemperaturen.
- Der Schwankungsbereich des Nutzungsgrades der gesamten Energieversorgungsanlage über die beiden bisherigen Betriebsjahre liegt zwischen 141% und 288%.
- Bei der Realisierung einer konventionellen Gasheizung wären die spezifischen Wärmegestehungskosten bei rund 15 Rp./kWh konstant geblieben. Bei der schlussendlich realisierten Heizung wurde in der Machbarkeitsstudie von Wärmegestehungskosten von 27 Rp./kWh ausgegangen. Ergeben haben sich Kosten von 34 Rp./kWh im ersten Betriebsjahr bzw. 30 Rp./kWh im zweiten Betriebsjahr. Die höheren Gestehungskosten werden durch die höheren Investitionskosten sowie durch die geringere Wärmelieferung (Nutzenergie) verursacht. Für die weitere Zukunft ist geplant, noch zusätzliche Wärmeabnehmer anzuschliessen. Damit würden sich die Wärmegestehungskosten beträchtlich reduzieren.
- Die Datenauswertung zeigt, dass mit der energetischen Nutzung des Wassers auf dem Rickentunnel beträchtliche Mengen an fossilen Energieträgern und nicht erneuerbaren Energieträgern eingespart werden konnten. Die Einsparung führt zu einer Reduktion der Emissionen resp. Schadstoffe in der Luft und somit zu einer geringeren Umweltbelastung.

Während den Messperioden auftretende Probleme wurden laufend behoben. Die Anlage ist heute soweit optimiert, dass sie reibungslos funktioniert. Die Mehrkosten gegenüber einer konventionellen Lösung sind durch die erhöhte Umweltverträglichkeit vertretbar.

Tabelle 1 Anlage Kaltbrunn: Energiebedarf/Substitution fossiler Brennstoffe			1998/1999	1999/2000
Energiekenndaten	Energiebedarf thermisch	[kWh/a]	216'700	249'900
	Antriebsenergie WP	[kWh/a]	65'900	75'400
	Energiebedarf fossile Brennstoffe	[kWh/a]	240'700	277'600
	Substitution Gas	[m ³ /a]	24'070	27'760
	Substitution Öl	[l/a]	24'070	27'760
	Energieeinsparung	[kWh/a]	174'800	202'200
Emissionen	CO ₂ Heizöl EL (nach BUWAL)	[g/MJ]	73.7	73.7
	CO ₂ Erdgas (nach BUWAL)	[g/MJ]	55.0	55.0
	CO ₂ Heizöl EL (Substitution)	[t/a]	63.86	73.65
	CO ₂ Erdgas (Substitution)	[t/a]	47.66	54.96

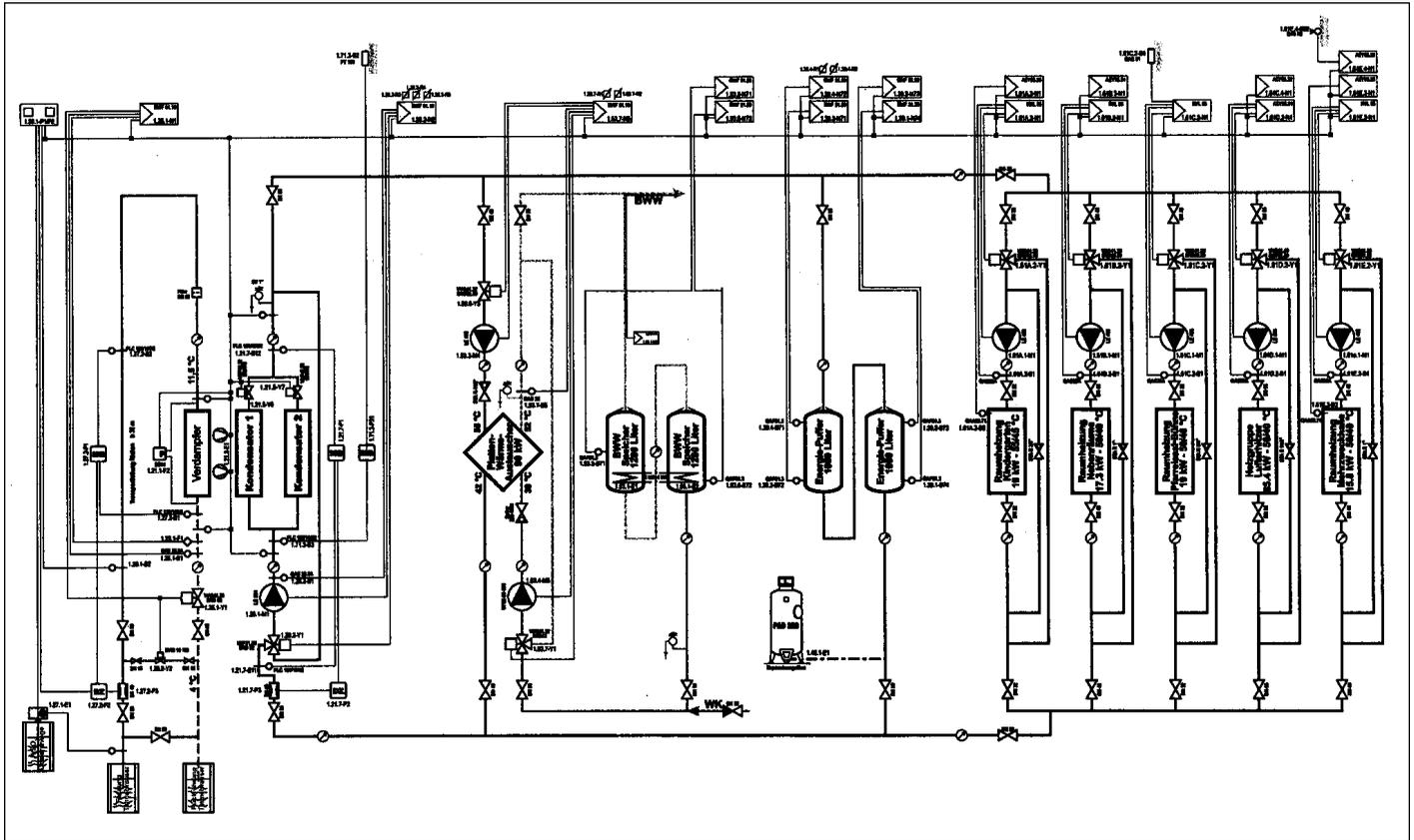


Fig. 3: Schema der Anlage Kaltbrunn

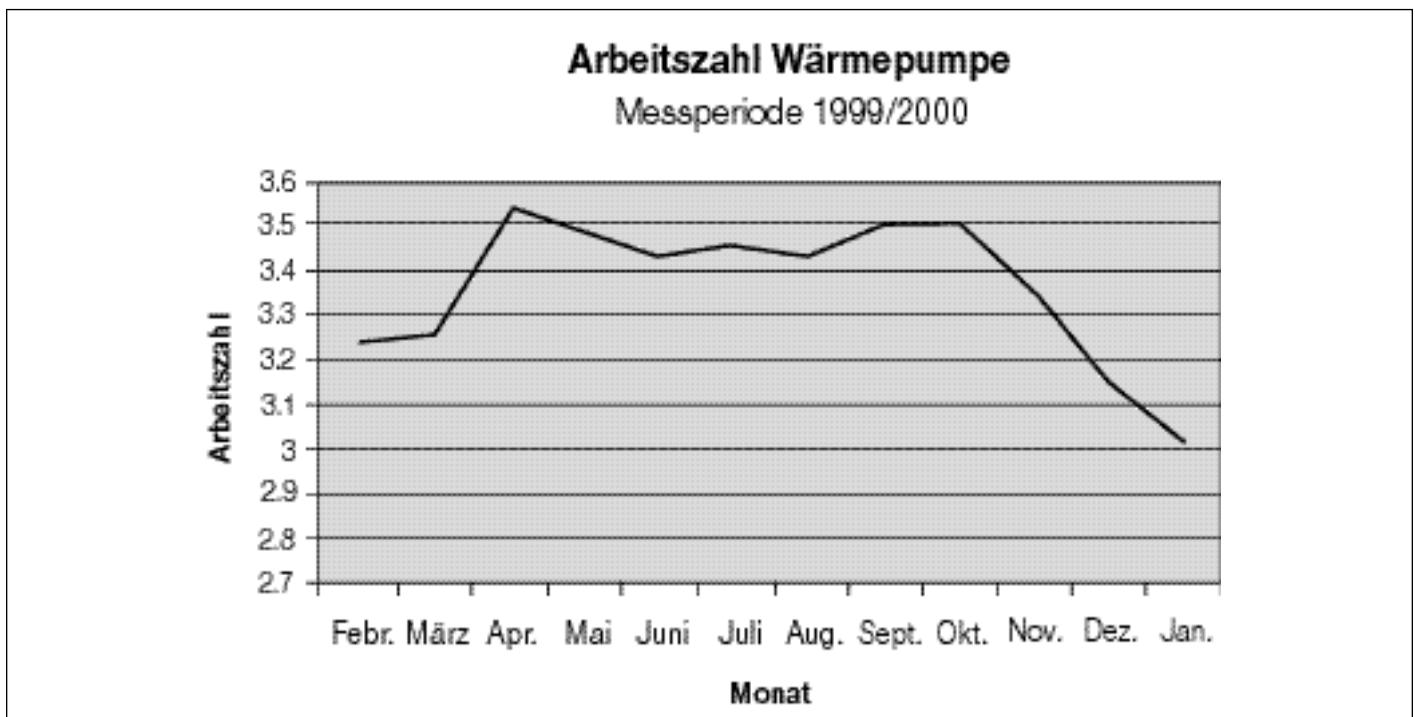


Fig. 4: Arbeitszahl der Wärmepumpe

Besuch der DHM-Bohrung Otterbach-2

Am 25.4. hat die SVG ein Augenschein der DHM-Bohrung *Otterbach-2* bei Basel veranstaltet, an welchem 25 Personen teilgenommen haben. Der zuständige Geologe, Herr Dr. Häring gab in der Besucherkabine bekannt, dass die Bohrung am 15.3. begann und eine Tiefe von 1914 m erreicht hat. Das Bohrloch ist bis 1540 m verrohrt (9%) und befand sich im Rotliegenden (unteres Perm) und liegt etwa 2 km westlich vom Ostrand des Rheintalgrabens. Wasser- oder Gaszutritt sind keine angetroffen worden, Kerne sollen erst im Kristallin gezogen werden. Im Anschluss an die instruktiven Ausführungen hatten die Teilnehmer Gelegenheit, die verschiedenen Messapparaturen und die Cuttings anzuschauen und die Bohranlage (IRI Franks 900 aus Ostdeutschland) zu begehen. Ein ausführlicher Bericht über die Bohrung erfolgt in einer der nächsten Nummern des Bulletins. P.S. Am 10. Juni wurde die Endtiefe von 2755m im Kristallin erreicht. Zurzeit wird das Bohrloch gespült und für das Logging vorbereitet. Der Temperaturgradient beträgt 38°C/km.

A. Fehr

Le 25 avril, la SSG a organisé une visite du chantier de forage DHM *Otterbach-2* près de Bâle, à laquelle ont pris part 25 personnes. Dans le pavillon des visiteurs, Dr M. Häring, le géologue responsable, indiqua que le forage, commencé le 15 mars, atteignait la profondeur de 1914 m. Jusqu'à 1540 m, le trou est équipé d'un tube de 9%, arrive dans les couches du Rotliegend (Permien inférieur) et se trouve à environ 2 km à l'ouest de la faille est du fossé rhénan. On n'a constaté ni arrivée d'eau, ni émission de gaz, et des carottes ne seront prises que dans le socle cristallin. Au terme de ces explications instructives, les participants ont eu l'occasion d'observer les différents appareils de mesure ainsi que les cuttings et d'admirer l'appareil de forage (IRI Franks 900 de la société UGS, d'Allemagne orientale). L'un des prochains bulletins présentera des données détaillées du forage. P.S. Le 10 juin, la profondeur finale de 2755 m a été atteinte, le forage a été nettoyé et préparé pour les diagraphies. Le gradient géothermique est 38°C/km.



Gestänge und Bohrtisch im Hintergrund.



Herr Häring erklärt den Besuchern die Bohranlage.

Deep Heat Mining Program

Parameters	Characteristics
Underground system	1 injection well and 2 production wells connected to the reservoir Reservoir: stimulated volume of fractured crystalline rock Circulation pumps Heat exchanger (binary cycle system) Steam turbine
Surface installation	Electricity generator Cooling system Connection to the power grid Connection to the district heating network
Depth of the wells	About 5000 m 200°C in the fractured reservoir
Temperatures	170°C at the production wellhead 70°C at the injection wellhead
Flow rate	70 kg/sec
Output power	3 MW electric and 20 MW thermal
Energy production	Power: 20'000 MWh/year Heat: 80'000 MWh/year
Milestones	1996: beginning of the DHM project, concept 1997-98: preliminary, drilling of 1st exploration well, evaluation of the crystalline basement 2003-04: drilling of 1st deep well, reservoir definition 2005-06: drilling of wells 2+3, production tests 2007-08: long-term flow test and concept of the pilot plant 2009-10: building of the pilot plant, start of power production
Future potential	Creation of new DHM sites in Switzerland World-wide application of the DHM technology

For more informations apply to the web site:

www.dhm.ch

**Bericht von der Generalversammlung
2001 der SVG**

Nur 19 Mitglieder (von rund 320) trafen sich zur diesjährigen GV. Sie fand statt am 20. April im Anschluss an die Fachtagung «Geostrukturen zur Energiegewinnung» im Hotel Bern der Bundesstadt.

Umso reger das Interesse an Punkt 6 der Tagesordnung «Programm EnergieSchweiz – Mandat des BFE an die SVG». Die Herren Wilhelm und Gorhan stellten den Rahmen und die Projekt-Organisation vor und hatten verschiedene Fragen zu beantworten. Das Mandat umfasst die vier Module *Information und Beratung, Aus- und Weiterbildung, Qualitätssicherung sowie Marktkontakte*. Die Anwesenden erteilten schliesslich dem Vorstand einstimmig die Kompetenz, den vorgestellten 5-Jahres-Rahmenvertrag und das daraus abgeleitet Jahresprogramm für 2001 zu unterzeichnen. Die SVG führt ihre bisherigen Aktivitäten fort, verstärkt diese jedoch im Rahmen des Mandats zur indirekten Förderung der Geothermie. Projektleiter ist Dr. Harald Gorhan, Elektrowatt Engineering AG, Zürich.

Die statutarischen Traktanden wie Jahresbericht, Rechnungsabschluss, Budget, gaben keinen Anlass zu breiten Diskussionen.

Wahlen:

a) Ergänzungswahlen in den Vorstand:

Mit dem Austritt von Martin Brunner aus dem BFE wurde auch sein Platz im Vorstand der SVG frei. Sein Nachfolger im BFE, Herr Markus Geissmann, wird künftig neu im Beobachterstatus an den Sitzungen teilnehmen. Seit einem Jahr war ein Sitz vakant. Beide Sitze konnten nun besetzt werden. Mit Akklamation wurden die Herren Dr. Daniel Pahud, SUPSI, Lugano und Dr. Thomas Mégel, Mégel Geowatt, Zürich gewählt.

b) Revisoren: Als Ersatz für den zurücktretenden Alfred Béro, Belmont, dessen Arbeit verdankt wurde, wählten die Anwesenden Christian Rieben, MFR Géologie-Géotechnique SA, Bienne.

c) Präsidium

Jules Wilhelm hat dem Vorstand seit längerem bekannt gegeben, dass er als Präsident der SVG zurücktreten möchte. Der Vorstand hat diese Absicht sehr bedauert und versuchte, Herrn Wilhelm zum Weitermachen zu bewegen. Der Präsident blieb jedoch bei seinem Entschluss.

Es wurden verschiedene Persönlichkeiten kontaktiert. Leider konnte sich bisher niemand bereit erklären, diese Funktion zu übernehmen, sodass der GV kein Wahlvorschlag unterbreitet werden konnte.

Jules Wilhelm ist jedoch bereit, die Geschäfte noch ein halbes Jahr weiterzuführen bis zu einer ausserordentlichen Generalversammlung im Herbst dieses Jahres.

Die Mitglieder der SVG haben das Protokoll dieser Versammlung und den Tätigkeitsbericht 2000 schriftlich zugestellt erhalten. Weitere Interessenten können diese Dokumente beim Sekretariat beziehen.

Hans Rickenbacher

GRUNDAG

**Energie aus dem Erdreich
mit Grundag-
Duplex-Erdwärmesonden®**

**Wir senden Ihnen
gerne unsere
Dokumentation!**

Grundag AG CH-9201 Gossau SG
Tiefbohrungen Schweiz
Telefon (+41) 071 388 89 19
Telefax (+41) 071 388 89 15

**Compte-rendu de l'assemblée générale
2001 de la SSG**

Sur un total d'environ 320, ce ne sont que 19 membres qui ont assisté à l'AG de cette année, organisée le 20 avril en la ville fédérale, à l'Hôtel Bern, après la journée technique «Géostruc-tures énergétiques».

L'intérêt pour le point 6 de l'ordre du jour «Programme Suis-seénergie – Mandat de l'OFEN à la SSG», n'en fut pas moins fort vif. Messieurs Wilhelm et Gorhan en présentèrent le cadre ainsi que l'organisation du projet et eurent à répondre à de nombreuses questions. Le mandat se compose de quatre modules: *Information et conseil, formation de base et formation conti-nue, assurance qualité ainsi que Contacts avec le marche*. L'as-ssemblée, à l'unanimité, délégua finalement au comité la com-pétence de conclure le contrat-cadre quinquennal ainsi que le programme annuel 2001 qui en découle. La SSG poursuit ses activités antérieures, mais y renforce, dans le cadre du mandat, la promotion indirecte de la géothermie. Le chef de projet est le Dr Harald Gorhan, d'Elektrowatt Engineering AG, Zürich.-

Les points statutaires que constituent le rapport annuel, les comptes et le budget ne donnèrent lieu à aucune discussion marquante.

Elections:

- a) Election complémentaire au comité: la démission de M. Martin Brunner, de l'OFEN, laissait libre une place au comité. Son successeur à l'OFEN, M. Markus Geissmann, partici-pera dorénavant aux séances du comité à titre d'observa-teur, ce qui est nouveau. En outre depuis une année, un siège était vacant. Deux sièges étaient donc disponibles. C'est par acclamation que furent élus Dr Daniel Pahud, de SUPSI à Lugano et Dr Thomas Mégel, de Mégel Geowatt, Zürich.
- b) Contrôleurs des comptes: pour remplacer M. Alfred Bérod, de Belmont, qui se retire et qui fut remercié pour son excel-lent travail, l'assemblée choisit M. Christian Rieben, de MFR Géologie-Géotechnique SA, Bienne.
- c) Présidence: M. Jules Wilhelm a depuis longtemps fait savoir qu'il désirait remettre la présidence de la SSG à un succes-seur. Le comité a profondément regretté cette intention et a essayé de convaincre M. Wilhelm de rester. Mais le prési-dent s'est montré inébranlable. Plusieurs personnalités ont été contactées, mais malheureusement aucune d'entre elles ne s'est déclarée prête, jusqu'à maintenant, à reprendre le flambeau, si bien qu'aucune proposition n'a pu être faite à l'AG.
M. Wilhelm a toutefois accepté d'exercer la fonction encore un semestre, jusqu'à une AG extraordinaire à tenir en au-tomme 2001.

Les membres de la SSG ont reçu par la poste le procès-verbal de cette assemblée ainsi que le rapport d'activité 2000. D'autres intéressés peuvent obtenir ces documents auprès du secrétariat de la SSG.

Hans Rickenbacher

broder ag
St. Gallerstrasse 128 / 7320 Sargans
Tel: 081 720 00 33 / Fax: 081 720 00 34
eMail: broder@broder.ch
http://www.broder.ch

Tiefen-bohrungen

von broder

Tiefenbohrung
mit Erfahrung
und Kompetenz

Wer von Tiefenbohrungen spricht, denkt an broder. Wir gehören auf diesem Gebiet zu den erfolgreichsten Unternehmen der Schweiz. broder besitzt eine über 20jährige Erfahrung und hat schon mehr als 270'000 Meter gebohrt.

broder 
Tiefenbohrungen

(Gewünschtes ankreuzen, per Post zusenden).

Senden Sie mir bitte ausführliche Unterlagen über:

- Sondenbohrungen für Erdwärme-Heizanlagen (WP)
- Kern-, Grundwasser-, Rammsondier- und Zielbohrungen
- Fertiggaragen
- Sieb-, Trommel- und Recyclinganlagen
- Maschinenbau/Engineering

Name/Vorname: _____
Adresse: _____
PLZ/Ort: _____
Telefon: _____



broder ag / St. Gallerstrasse 128 / 7320 Sargans
Tel: 081 720 00 33 / Fax: 081 720 00 34
eMail: broder@broder.ch / http://www.broder.ch 

GEOTEST

GEOLOGEN
INGENIEURE
GEOPHYSIKER
UMWELTFACHLEUTE

Geophysikalische Bohrlochmessungen (slimhole logging) für Hydrogeologie und Geothermie in Tiefbohrungen bis 2000 m.

Unsere Logs liefern Ihnen wertvolle Zusatzinformationen aus dem Bohrloch:

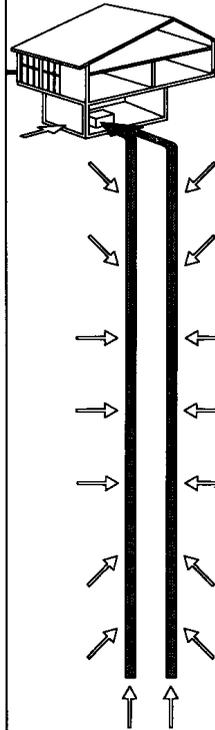
- Anzahl und Lage von Wasserzuflüssen
- Ergiebigkeit produktiver Zonen
- Temperatur und Mineralisation des Formationswassers
- kontinuierliche Angaben betreffend Lithologie sowie Gesteinszerklüftung
- Standfestigkeit der Bohrung

GEOTEST AG Tel. 031/ 911 01 82
Birkenstrasse 15 Fax 031/ 911 51 82
3052 Zollikofen E-mail: Geotest@swissonline.ch

Tiefbohrungen

Frutiger

Frutiger AG
3661 Uetendorf
Tel 033 346 46 46
Fax 033 346 44 11



Erdwärmesonden sicher, sauber, effizient

Nutzen Sie die Erdwärme, die andere, erneuerbare Energie!

- sie ist dauernd verfügbar
- sie ist einheimisch
- sie ist überall nutzbar, wo es Gewässerschutzvorschriften erlauben
- sie hat sich in der Schweiz tausendfach bewährt

Für Ihr Einfamilienhaus mit 10 kW Heizleistung sind 150 m Erdwärmesonden nötig.

Die Erdwärmenutzung ist ein namhafter Beitrag zur Erreichung der Ziele von Energie 2000.

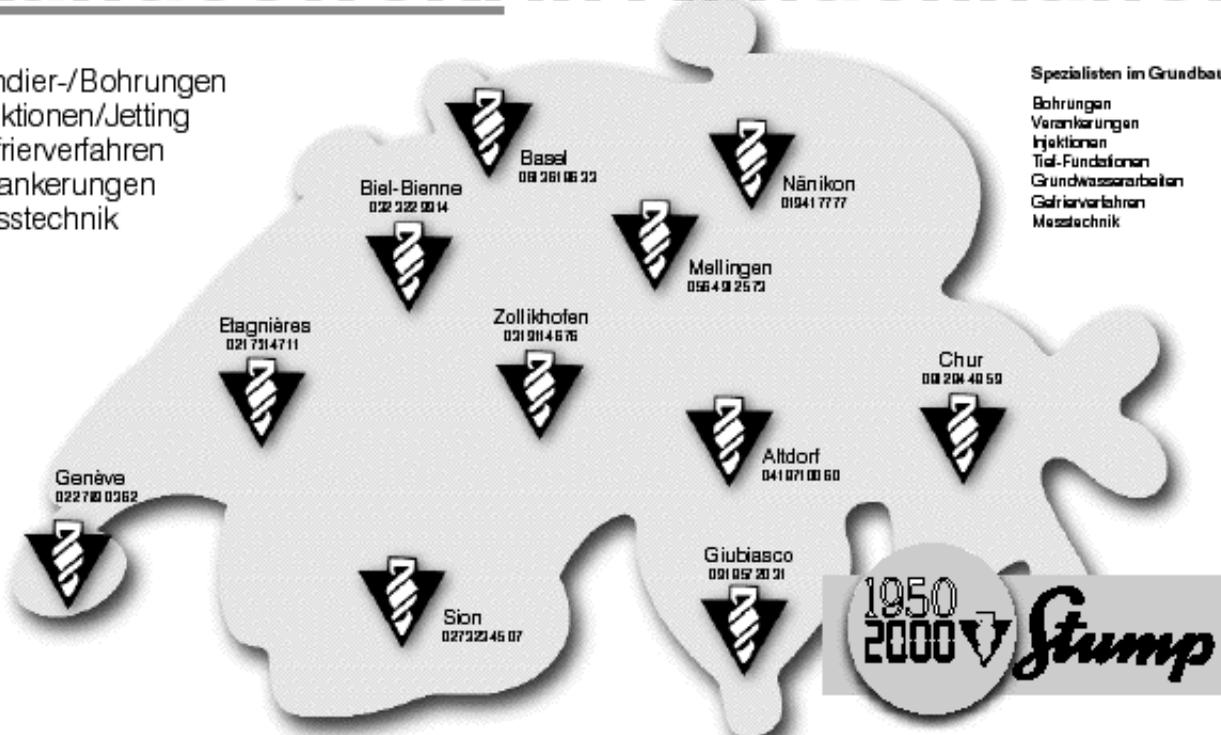
QS-Zertifikat nach ISO 9001

Landesweit: in Kundennähe!

Sondier-/Bohrungen
Injektionen/Jetting
Gefrierverfahren
Verankerungen
Messtechnik

Spezialisten im Grundbau

Bohrungen
Verankerungen
Injektionen
Tief-Fundationen
Grundwasserarbeiten
Gefrierverfahren
Messtechnik



1950
2000

Stump

Stump Bohr AG, 8606 Nänikon, Tel. 01/941 77 77, Fax 01/941 78 00, www.stump.ch

Landesweit in Kundennähe - Filialen in: Altdorf/UR, Basel, Biel-Bienne, Chur, Elagnières/VD, Genève, Giubiasco/TI, Mellingen/AG, Sion, Zollikhofen/BE

- 7.-10.7.2001 **38th US Rock Mechanics Symposium**, Washington DC, USA, J.W. Marriott Hotel. Contact: John Tinucci, Technical Program Chairman, Pan Technica Corporation; e-mail: jtinucci@panttechnica.com
- 8.-12.7.2001 **4th International Thermal Energy Congress**, Csmelzmir, Turkey, Altinyunus Resort Hotel. Contact: Gulden G. Gunerhan. Web site: <http://www.geocities.com/itec.2001>
- 26.-29.8.2001 **2001 GRC Annual Meeting**, San Diego, California, Town&Country Hotel. Contact: GRC, POBox 1350, Davis, CA 95617-1350, USA. Tel. +1-530-758-2360; Fax +1-530-758-2839; e-mail: grc@geothermal.org; web site: <http://www.geothermal.org>
- 31.8.-2.9.2001 **Zukunftsenergie Passivhaus NRW**, Alfred Fischer Halle – Ökozentrum NRW Hamm. Info: Erneuerbare Energie, Unter den Linden 15, Postfach 1565, D-72705 Reutlingen, Tel. +49(0) 7121-3016-0, Fax +49(0) 7121-3016-100, e-mail: redaktion@energie-server.de, www.energie-server.de
- 3.-7.9.2001 **6th International Conference on Rare Gas Geochemistry**, Posada Jacarandas Hotel, Cuernavaca, Mor. México. Contact: Dr. Nuria Segovia, e-mail: 6icrgg@tonatiuh.igeofu
- 17.-22.9.2001 ***International Geothermal Days «Germany 2001»**, Bad Urach, Germany. Contact: Prof. Kiril Popovski. Tel./Fax: +49-389-91-119686; e-mail: isskiril@freemail.org.mk
- 8.-10.10.2001 **Power Generation and Sustainable Development**, Liege, Belgium. Contact: AIM. Fax: +32-4-222-2388; e-mail: aimulg@misc.ulg.ac.be
- 21.-25.10.2001 **18th World Energy Congress – Energy Markets: The Challenges of the New Millenium**, «Le Rural» Convention & Exhibition Center, Buenos Aires, Argentina. Contact: Congresos Internacionales S.A. Moreno 584, 9º Piso – C1091AAL Buenos Aires, Argentina. Tel.: +54-11-4342-3216/3283/3408; Fax: +54-11-4331-0223 or +54-11-4334-3811; e-mail: registration@congresosint.com.ar
- 7.-10.11.2001 **Renewable Energy Indonesia 2001**, Jakarta, Indonesia. Contact: Mr. Stephen Luff, Overseas Exhibition Services, London. Fax: +44-0-20-7862-2098; e-mail: sluff@montnet.com
- 21.-23.11.2001 **International Conference on Geothermal Energy in Underground Mines**, Ustron, Poland. Contact Zbigniew Malolepszy, Faculty of Earth Sciences, University of Silesia, Bedzinska 60, 41-200 Sosnowiec, Poland. Phone: +48-32-291-83-81; Fax: +48-32-291-58-65; e-mail: malol@us.edu.pl; web site: http://kgp.wnoz.us.edu.pl/conf_geo
- 2005 **World Geothermal Congress WGC 2005**, Antalya, Turkey

*** International Geothermal Days
«Germany 2001»
(Tentative program)**

1. International Workshop on *Direct Application of Geothermal Energy for Balneology and "Water Tourist Centers"*. September 17-18.2001
 - Technological background
 - Economical background
 - Experiences
 Invited speakers from European countries and U.S.A. will present the existing «know-how» and experiences and will identify the needs and possibilities in different European countries for further development of this particular use of geothermal waters.
2. International Course on *Geothermal Heat Pumps*, September 18-20.2001
 - Technology. Fundamentals
 - Technology. Specific components
 - Design of subsurface parts
 - Advanced design methods
 - Economy
 - Applications, Experiences
 Experts from European countries and USA will offer systematized lessons and try a comprehensive transfer of Know how in this field. More than 15 countries will present experiences in different social and economical conditions of application.
3. International Seminar on *Hot Dry Rock Technology*
 - Experiences and Future
 Experiences and future of application of this advanced technology for geothermal energy use will be presented.
4. *Technical Excursions*
Several technical excursions will be organized to the projects in Bad Urach and nearby.
5. *Meetings*
At the margin of the official events, the meetings of the IGA European Branch Forum and European Geothermal Energy Council will be performed.

Ich interessiere mich für eine Mitgliedschaft

bei der Schweiz. Vereinigung für Geothermie.
(Fr. 50.– für Einzelmitglieder, Bulletin inbegriffen.)

bei der International Geothermal Association. (zusätzlich Fr. 32.–/Jahr)

Je souhaite devenir membre

de la Société Suisse pour la Géothermie.
(Cotisation individuelle Fr. 50.– par an, bulletin compris.)

de l'International Geothermal Association. (Fr. 32.– par an, en sus)

Name/Nom: _____

Vorname/Prénom: _____

Firma/Maison: _____

Strasse, Nummer
Rue et No: _____

PLZ, Ort/
NPA, Localité: _____

Tel./Tél.: _____ Fax: _____

e-mail: _____

Bitte einsenden an / A envoyer à:
SVG – SSG, Büro Inter-Prax, Dufourstr. 87, 2502 Biel/Bienne, Fax 032/341 45 65,
e-mail: interprax@bluewin.ch

Impressum

GEOTHERMIE CH
Bulletin der Schweiz. Vereinigung für Geothermie (SVG)
Bulletin de la Société Suisse pour la Géothermie (SSG)

Redaktion und Inserate
Rédaction et annonces:
Arthur Fehr
Bitziusstrasse 49, 3006 Bern
Tel. 031/352 75 17

Redaktionskommission/Commission de rédaction:
Arthur Fehr, Thomas Mégel,
Pierre Santschi, François-D. Vuataz,
Jules Wilhelm

Administration:
Sekretariat SVG / *Secrétariat SSG*
c/o Büro Inter-Prax
Hans Rickenbacher & Partner
Dufourstrasse 87
CH-2502 Biel-Bienne
Telefon/Fax 032/341 45 65
e-mail: interprax@bluewin.ch

Herstellung/Production:
Geiger AG, Bern