

## **DAS GEOTHERMALE POTENTIAL AM KALKALPEN-SÜDOSTRAND ERFAHRUNGEN AUS DEN BOHRUNGEN PAYERBACH TH1 UND AFLENZ TH1**

R. GRATZER , R. SAUER , CH. SCHMID, J. SCHÖN & G. WESSELY

### **Zusammenfassung**

Die Bohrungen Payerbach Th1 und Aflenz Th 1 wurden abgeteuft, um Thermalwasser in Speichergesteinen des Unter- und Mittelostalpin zu erschließen. Es wurden in beiden Fällen hochmineralisierte Wässer mit normalen (Aflenz Th 1) und etwas untertemperierten Bedingungen (Payerbach Th1) angetroffen. Da noch nicht die von der Oberfläche bekannten optimalen Speichergesteine erfasst wurden, sind die Fördermengen begrenzt. Die Annahme eines vorhandenen geothermalen Potentials ist aber weiterhin berechtigt. Im Zuge beider Projekte lieferten geologische und vor allem seismische Untersuchungen wichtige Vorarbeiten, petrographische Untersuchungen einen wesentlichen Beitrag zur Erstellung der Bohrprofile. Geologische Schnitte durch die Bohrungen bei Anwendung seismischer Interpretationen und vorliegenden oberflächengeologischer Karten ermöglichen eine erweiterte Sicht bei der Auflösung der Geologie südlich des Kalkalpenrandes.

### **Die Erfahrungen im Überblick**

G. WESSELY und CH. SCHMID

Die Beispiele Payerbach Th1 und Aflenz Th 1 zeigen die Problematik der Erschließung von Wässern für geothermale und balneologische Zwecke am Südostrand der Kalkalpen auf. Eine endgültige Bewertung der betreffenden Zone, die abgesehen von der Grauwackenzone nördliches Unter- bis Mittelostalpin umfasst, erlauben sie aber dennoch nicht. In keinem der beiden Fälle wurden nämlich die eigentlich geplanten Zielobjekte Mitteltriaskalke und –dolomite erfasst. Da diese jedoch an der Oberfläche jeweils in unmittelbarer Nachbarschaft anstehen, müssen sie weiterhin in die Überlegungen für eine Erschließung von Thermalwässern - und zwar als positiver Faktor – einbezogen werden.

Wie in der Kohlenwasserstoffprospektion muss eine ausreichende Kubatur an Speichergestein unmittelbar oder über geeignete Wegsamkeiten mittelbar vorhanden sein. Viele der aufgeschlossenen Karbonate des Unter- und Mittelostalpin würden diesen Anforderungen hinsichtlich Kluftporenraum (oft starke tektonische Zerrüttung vor allem der Dolomite), Ausdehnung und Mächtigkeit entsprechen. die Speichergesteinsqualitäten wurden auch im Untergrund des Wiener Beckens nachgewiesen (Tests und Messungen). Sehr eingeschränkte Porosität, auch bei Karbonaten, ist dann gegeben, wenn aus benachbarten Anhydriten oder aus anhydritischen Zwischenlagen Mobilisierung des Anhydrites erfolgte und dieser in den Klüften ausgefällt wurde. Daher erbrachte auch die angeführte Zusatzperforation in den mittelostalpinen Karbonaten von Payerbach Th 1 keine wesentliche Verbesserung. Die an der Oberfläche so porös erscheinenden Rauwacken sind Umwandlungsprodukte aus Anhydriten, daher ist ihr Stellenwert als Speichergestein ab einer bestimmten Tiefe eher als gering einzuschätzen.

Die Porositätsverhältnisse im Störungszonen sind abhängig von mehreren Faktoren. Zunächst ist die Art der Störung maßgeblich dafür. Verschiebungen mit seitlicher Komponente führen zu stärkerer Zerrüttung, vor allem wenn in ihrem Verlauf transpressionale und transtensionale Abschnitte wechseln. Ein weiterer Faktor ist die Art des Gesteins, wobei spröde Gesteinstypen günstiger für Kluftbildung sind als duktil reagierende. Als wichtiger Faktor muss die Verbindung der

Störungslinie mit einem entsprechend großen Porositätskörper angesehen werden. Einfluss auf die Wegsamkeit entlang einer Störung üben das Ausmaß sekundärer Zementierung der Klüfte und der Anteil an dichteren Kataklysebereiche an der Zerrüttungszone aus. Eine Ausrichtung geothermaler Erschließung ausschließlich auf eine Störung birgt ein weit höheres Risiko als eine solche, die sich nach einem stratiformen Speichergesteinskörper orientiert.

Die strukturellen Gegebenheiten beider Bohrungen haben problematische und günstige Seiten. Problematik des Aufschlusses im Mittel- und Unterostalpin liegt in den starken alpinen Verformungen, Steilstellungen und Abscherungen in diesen Zonen und damit der Treffsicherheit des angestrebten Speichergesteins in der Tiefe. Spätere Seiten- und Vertikalverstellungen erschweren diese zusätzlich.

Positiv zu bewerten ist die Steilstellung des jeweiligen Aquifer für die Erlangung einer geothermisch günstigen Tiefenlage. Dazu trägt die Auflage der dichten Grauwackenzone mit ihrer meist kalkulierbar flachen Überschiebung bei.

Die Temperaturen entsprechen zum Teil der normalen geothermischen Tiefenstufe (Aflenz Th1), zum Teil sind sie darunter (Payerbach Th 1), was auf nahen Kaltwassereinfluss (Kalkalpen oder nahe wegsame Karbonate der Semmeringtrias) zurückzuführen sein kann. Neben der Grundvoraussetzung von Speichergesteinen in entsprechender Tiefe, spielt die zu erwartende Wasserqualität hinsichtlich wirtschaftlicher Verwertbarkeit eine wesentliche Rolle. Gering mineralisierte Wässer genießen sowohl bei der balneologischen wie auch bei der geothermalen Nutzung einen höheren Stellenwert. Die Kosten für die Entsorgung von niedermineralisierten Tiefenwässern nach der Nutzung sind wesentlich günstiger als von sehr hoch mineralisierten und/oder salinaren Wässern. Dementsprechend sind karbonatische Aquifere höher einzuschätzen als etwa kristalline Kluftaquifere.

Bei Kluftaquiferen würden abgelenkte Bohrungen senkrecht zum Streichen der vermuteten Störungen das Fündigkeitsrisiko verbessern. Da die Kosten für derartige Bohrprojekte aber deutlich über jenen einer Vertikalbohrung liegen, wird diese Technik nur in Ausnahmefällen bei Aufschlussprojekten angewandt. Bei standfestem Gebirge im Aquiferbereich kann auf den Einbau von Filterrohren verzichtet werden. Neben einer wesentlichen Kostenersparnis können dadurch die Zuflussbedingungen deutlich verbessert werden. Eine Säurestimulation zur Verbesserung der Zuflussbedingungen ist nur in karbonatischen Aquiferen erfolgversprechend, ansonst wird dadurch oftmals nur der Filterkuchen bzw. der Einfluss der Bohrspülung durch derartige Maßnahmen vermindert.

In den Konzessionsgebieten der Kohlenwasserstoffindustrie ist der tiefere Untergrund durch Seismik, Aufschluss- und Förderbohrungen weitgehend erkundet. Nicht fündige Öl- oder Gasbohrungen waren der Grundstein für manche Geothermie- bzw. Balneologieprojekte in Oberösterreich und der Steiermark. Die Erschließung höher temperierter bzw. mineralisierter Tiefenwässer ist hingegen im Bereich der Zentralalpen mit einem wesentlich höherem Risiko behaftet. Hier fehlen Tiefenaufschlüsse zur Kalibrierung der Geophysik, und dementsprechend ist das Auffinden von wasserwirtschaftlich interessanten Tiefengrundwasserleitern schwierig.

Das auslösende Moment für Aktivitäten zur Erschließung von höher temperierten bzw. mineralisierten Tiefenwässern sind oftmals die Aussagen von Rutengehern und Wassermutern. Nachvollziehbare Prospektionsarbeiten können meist nur mittels oberflächengeologischer Aufnahmen und reflexionsseismischer Voruntersuchungen begonnen werden. Seismische Untersuchungen können niemals in dem Umfang durchgeführt, wie sie bei Prospektionsarbeiten für die Kohlenwasserstoffindustrie seit langem Stand der Technik sind. Die betreuenden Geologen müssen aus Kostengründen die Zahl und Länge der seismischen Linien sehr gering halten.

Oftmals sind aus Grundbesitzüberlegungen eng begrenzte Gebiete vorgegeben. Die Geophysik dient in diesem Fall nur zur Untergrundserkundung im Bereich einer festgesetzten Bohrlokation, um damit das Bohr- und Verrohrungsschema konzipieren zu können. Die Profillängen weisen in

diesem Fall meist nur die erforderliche Mindestlänge zum Erreichen der angestrebten Untersuchungstiefen auf.

Die Bohrungen Payerbach Th 1 und Aflenz Th1 haben wesentliche Erkenntnisse über geologisch-hydrologische Möglichkeiten und Grenzen erbracht, aber auch Erfahrungen hinsichtlich eines einzufordernden Umfangs an Voruntersuchungen und eines optimierten Vorgehens beim Bohr- und Testvorgang. Demgemäß ist im Falle von Folgeschritten weiterhin die Chance auf eine Thermalwassergewinnung in diesem Raum gegeben.

## **Payerbach Thermal 1**

G. WESSELY und R. SAUER,

### **Vorarbeiten**

Für eine Erschließung von Thermalwasser im alpinen Raum des Bezirkes Neunkirchen im südlichen Niederösterreich wurde als geeignetes Untersuchungsgebiet das Semmeringmesozoikum in Betracht gezogen (Abb.1,2). Im Kalkalpin dominiert auf Grund seiner seichten Lage Kaltwasserbedingung, dem auch das Wiener Hochquellwasser zu verdanken ist. Als geeignet für geothermale Zwecke bot sich das Semmeringsystem deshalb an, weil es im mesozoischen Verband Speichergesteine führt und unter der dichten Grauwackenzonen Tiefen erreicht, die eine Erwärmung von Wässern durch die Tiefenwärme und eine Mineralisierung durch Anhydrite annehmen ließ. Porositäten waren in geklüfteten Dolomiten und Quarziten zu erwarten, wie dies aus Bohrungen im Semmeringmesozoikum im Untergrund des Wiener Beckens abgeleitet wurde. Erneuerbarkeit der Wässer von der Oberfläche war anzunehmen. Es wurde ein geologisches Profil vom Semmering über das Schwarzatal bis in die Kalkalpen entworfen, welches die Grundlage für weitere Überlegungen bildete (Wessely 1990). Die Lagerung der Überschiebungsflächen wurde aus den geologischen Karten von Cornelius 1951 (mit Erläuterungen) und Cornelius 1936 abgeleitet, ebenso von Arbeiten vor allem von MANDL und MATURA in: HERRMANN et al.1992, sowie MANDL u. MATURA 1994. Über die geologischen Verhältnisse des Semmeringgebietes gaben u.a. Arbeiten von TOLLMANN 1968, NEUNER 1964 und NOVOTNY und ROCKENSCHAUB 1995 Auskunft. Neue Konzepte über Bau und Geodynamik der Grauwackenzonen lieferten NEUBAUER et al. 1994.

Die Tiefenlage des Semmeringsystems (Mittel- und Unterostalpin) unter der Grauwackenzonen wurde bei etwa 2200m angenommen.

Nach Festlegung des Aufschlussgebietes wurde von OMV-Proterra eine seismische Untersuchung nach dem Vibroseisverfahren durchgeführt. Sie umfasst drei Profile, zwei davon in Querrichtung und eines in Längsrichtung des lokalen alpinen Streichens. Die Ergebnisse der Seismik waren in Anbetracht der im alpinen Überschiebungsbereich üblichen, oft unbefriedigenden Reflexionsbedingungen als erfolgreich zu bezeichnen und bestätigten die geologisch vorhergesagte Lage der Überschiebungseinheiten im wesentlichen. Sie wurden nach Interpretation und Tiefenumwandlung in einer Studie von Niederbacher 1992 für die Vorplanung eines Bohrprojektes verwendet und damit eine Bohrlokation festgelegt. Spätere Verschiebungen des Bohrpunktes lagen weiterhin im Zielareal des Projektes. Als offene Frage verblieb, welche Schichten des Semmeringsystems unter der Grauwackenzonen angetroffen würden und ob geklüftete Dolomite oder Quarzite darin enthalten wären.

### **Durchführung der Bohrung**

Die Bohrung Payerbach Thermal 1 wurde 1995 durch OMV abgeteuft und bei einer Maximalteufe von 2700 m beendet. Es war dies die erste Bohrung mit einer derartig langen Bohrstrecke in der Grauwackenzonen und dem Semmeringsystem.

Das geologische Profil beruht auf einer kontinuierlichen lithologischen Erfassung der Spülproben (max. 5m Bohrabstand), einem Bohrkern sowie folgenden Bohrlochmessungen (OMV): CNL/GR, CE, IEL, LL3, IC, Kaliber, Temperatur. Der petrographische Befund bestätigt im wesentlichen die ermittelte Lithologie. Es wurden je nach Erfordernis in Abständen von 20-30m Dünnschliffe von

Gesamtproben als auch selektierte Cuttings untersucht, statistisch ausgewertet und dokumentiert (Abb.3). Die Bohrlochmessungen erhärteten bzw. präzisieren die stratigraphisch-tektonischen Grenzen. Das bisherige Gesamtergebnis der Bohrung ist in einem Internbericht (PRÖGLHÖF und WESSELY 1995) und WESSELY 1997 festgehalten.

### **Bohrergebnis**

Die Bohrung hat im wesentlichen das angenommene und durch die Seismik gestützte geologische Profil (Tab.1) angetroffen, nämlich Grauwackenzone und Semmeringsystem mit Mittel- und Unterostalpinem Permomesozoikum.

Die Grauwackenzone beginnt unter geringmächtigem Flussschotter der Schwarza mit Metadiabas bzw. Amphibolit, der als Vertretung der Kaintaleck-Decke nach Neubauer et al. 1994 angesehen werden kann. Darüber liegt nach genannten Autoren die Norische Decke, die jedoch bereits nördlich außerhalb der Bohrung zutage tritt. Norische Decke, Kaintaleck-Decke und die darunterliegende Silbersberg Decke, wie sie bei Neubauer et al. 1994 definiert sind, werden hier als Obere Grauwackendecken zusammengefasst. In der Bohrung folgt unter den Amphiboliten die Silbersbergdecke mit einer sehr mächtigen Serie von Chlorit- und Serizitphylliten, Quarzphylliten und Serizitquarziten mit Einlagerungen von Quarzkonglomeraten der Silbersberggruppe, wie sie von der Oberfläche bekannt sind (MATURA in HERRMANN et al., Geol.Karte 1:50.000, 1992). Innerhalb der Serie ist eine 246 m mächtige Strecke von Forellengneis eingeschaltet. Aus dem Ostende der nordalpinen Grauwackenzone wurde der Riebeckit - oder Forellengneis u.a. von KOLLER et a. 1991 sowie ZEMANN 1995 einer näheren Bearbeitung unterzogen. Neuere Datierungen legen eine kretazische Eindringung eines Magmas in das Paläozoikum der Grauwackenzone nahe (Neubauer et al. 1994). Im Gamma Ray-Log ist er durch eine scharf abgegrenzte Strecke stark erhöhter Strahlung gekennzeichnet. Bei 1855 m wurde die Überschiebung der Silbersbergdecke auf die Untere Grauwackendecke (Veitscher Decke) durchbohrt, deren Gesteinsinhalt aus anthrazitisch-graphitischen Schwarzschiefern, Quarzkonglomeraten und Quarziten besteht. Im Verlauf dieser Bohrstrecke traten Gasanzeigen auf, die als Methan und etwas Ethan, Propan und Butan identifiziert wurden und offensichtlich im Zusammenhang mit den kohligten Substanzen der Schwarzschiefer stehen. Mit einem Isotopenwert  $\delta^{13}C_1$  von -34,40‰ PDB handelt es sich eindeutig um thermokatalytisch gebildetes Gas.

Die Überschiebung der Grauwackenzone auf das Semmeringsystem wurde bei 2053m durchbohrt. Dieses beginnt mit Semmeringtrias in Form eines Karbonat-Anhydritkomplexes. Der Position nach entspricht er den obertags über eine große Erstreckung beständigen mitteltriadischen Rauhwackenhorizont (Reichenhaller Niveau) des Mittelostalpin. Er wird unterlagert von Serizitschiefern, Serizitquarziten und Feldspatquarzit. Gegen die Basis erscheinen auch graue Schiefer, die an Tattermannschiefer des Verrucano erinnern. Ab 2185m folgt darunter Unterostalpin mit Quarzit in ziemlich einheitlicher Ausbildung bis 2340m. Typisch dabei ist immer ein stärkerer Anteil von Feldspat und vor allem Anhydrit in Adern und im Sediment. Auf Grund der Lithologie, vor allem der Assoziation mit Anhydrit wurde der Quarzit dem Keuper zugeordnet. Dies auch im Hinblick auf Unterlagerung durch eine ab 2340m einsetzende Serie von bunten (grünen und violettgrauen) Serizitschiefern und grünen Serizitquarziten, denen sich im höheren Teil rötlichbraune Dolomite ("Marzipandolomite" nach Neuner 1964) einschalten und die gegen Sohle

Geologisches Kurzprofil (Tab 1):

Teufe (m)	Tektonische Haupteinheit	Tektonische Untereinheit	Zeitliche Einstufung	Lithologie
0-4			Quartär	Grobschotter
4-17		Kaintaleckdecke		Amphibolit
17-539	Obere Grauwackendecken	Silbersberg Decke	Paläozoikum, ? Perm	Serizit- und Chloritphyllite, grünlich, grau, teils violetter Stich (385-520 m); Quarzkonglomerate; Metawacken; Serizitquarzite; Kalzitadern
539-785				Riebeckit-Gneis
785-1855			Paläozoikum, ? Perm	Serizitphyllite, grünlich, teils violetter Stich (1200-1855 m); Serizitquarzite; Quarz- sowie Kalzitadern
1855-2053	Untere Grauwackendecke	Veitscher Decke	Paläozoikum, Karbon	Tonschiefer graphitisch; Einlagerungen von Quarzkonglomeraten und Quarzwacken
2053-2112	Zentralalpin, Semmeringsystem	Mittelostalpin	Mitteltrias	Anhydrit-Karbonat-Komplex (=obertägiger Rauhackenhorizont)
2112-2185			Untertrias/ Oberperm	Semmeringquarzit und Verrucano. Quarzit und Serizitschiefer (grünlich-grau)
2185-2340		Unterostalpin	Obertrias, Keuper	Quarzit; Serizitquarzit; 2250-2325 m gestört, z.T. mylonitisiert
2340-2700				Tonschiefer, grün und violett, mit Lagen von Dolomit, rötlich bis bräunlich (2394-2470 m) sowie Quarzitlagen; 2685-2695 m Anhydrit, weiß

zu von sandigen Dolomiten mit Anhydrit, Quarzit mit Anhydrit und auch reinem Anhydrit unterlagert werden. Diese Gesteinsvergesellschaftung entspricht dem gipsführenden Keuper, wie er im Göstritz- Mulden- und Faltensystem des Semmeringgebietes auftritt. Ein Bohrkern bei 2293-2302m (Kerngewinn 1m) im Quarzit zeigte stärkere tektonische Zerrüttung und streckenweise Mylonisierung und ließ auf stärkere Kluftporosität schließen. Mylonite bestehen hauptsächlich aus Quarzteilchen. Sowohl im Quarzit als auch im Mylonit wurden Kluftfüllungen durch Anhydrit beobachtet. Das Einfallen des Quarzits beträgt 20°. Bei einer Bohrlochneigung von 22° bei Kernteufe ergibt sich somit entweder flache Lagerung oder ein Einfallen bis zu 42°. Kappungserscheinungen in Abschnitten mit Schrägschichtung lassen auf inverse Lagerung schließen.

Für die Konstruktion eines Schnittes (Abb.2) war zu berücksichtigen, dass die Bohrung einen Abweichverlauf mit einem Neigungswinkel von durchschnittlich 17,1°, max. 31° im Gesamtazimut von 189,1° hat. Die Abweichung ergab sich infolge des Nordfallens der Schichten der Grauwackenzone und vermutlich auch des Semmeringsystems und wurde absichtlich nicht beeinflusst. Dadurch konnte die Überschiebung der Grauwackenzone über das Semmeringsystem in einer höheren Position angetroffen werden und es stand eine größere Bohrstrecke für das Semmeringsystem zur Verfügung. Ebenso konnte zumindest für die Grauwackenzone das Streichen ermittelt werden, da sich der Bohrmeißel meist senkrecht auf Schichtflächen zu stellen trachtet. Somit wurde das ungefähre E-W Streichen auch im Untergrund bestätigt. Mangels Dipmeterinformation konnten jedoch keine Einzelwerte, vor allem keine Einfallswinkel, ermittelt werden. Dennoch ergibt das Bohrprofil eine plausible Darstellung des Baues der Grauwackenzone. Die strukturelle Interpretation unterhalb der Überschiebung der Grauwackenzone muß mangels direkter Anknüpfungsmöglichkeit zur Oberfläche als weniger gesichert angesehen werden. Da an der Oberfläche Mittelostalpin bzw. Tattermannschuppe mit Rauhwacke und mit Permoskythquarzit und Verrucano in sehr beständiger Erstreckung die Veitscher Decke unterlagert, wird diese Anordnung auch hier vermutet. Bei Zugrundelegung der Annahme, dass die Schichten unterhalb 2185m bis Sohle dem Semmering-Keuper angehören und invers liegen, bietet sich als wahrscheinlichste Deutung die einer Faltenbildung an, wobei die Bohrung eben erst gegen einen Muldenkern vorgedrungen ist. Die Vergenz der Falte könnte allerdings auch in Gegenrichtung zeigen. Der Keuper liegt offensichtlich auf der Adlitzschuppe des unterostalpinen Semmeringsystems und kommt als Schichtglied dieser Einheit nicht zutage.

#### **Porositätsverhältnisse** (Loginterpretation Korinek 1995, OMV)

Triasdolomite, die in konventioneller Weise gute Porositäten garantieren würden, wurden nicht angetroffen. Allerdings besitzen die mächtigen Quarzite auf Grund ihrer Klüftung Speichergesteinsbedingungen in bedingtem Ausmaß.

Die Porositätsbestimmungen wurden durch das CNL-GR in Verbindung mit dem Spülprobenprofil ermöglicht, wobei Einzelklüfte kaum erfassbar sind. Von Bedeutung ist eine innerhalb des Keuperquarzites durch Logs, durch den Kern und durch die Unterschiede in der Bohrgeschwindigkeit ermittelte Porositätszone von 2250 2325m. Innerhalb der Keuperschiefer wurden in geringmächtigen Dolomit- und Quarziteinlagerungen einzelne weitere Porositätsbereiche gemessen. All diese Porositäten sind Kluftporositäten und eine einheitliche quantitative Porositätermittlung ist daher nur größenordnungsmäßig durchführbar. Die Porositäten bewegen sich nach Log zwischen 9-13%, was für Kluftlagerstätten eher gute Werte darstellen. Dort, wo das Neutronlog eine hohe Porosität anzeigt, geht im CE der Widerstand trotz des hohen Gesteinswiderstandes zurück, was auf Wasserführung hindeutet. Aus dem Bohrkern (2293-2302m) konnte keine Gesamtporosität (Kluft- und Matrixporosität) ermittelt werden. Die Matrixporosität wurde mit 1,3% gemessen. Dabei handelt es sich um einen Wert, welcher in seiner Größenordnung über den von dolomitischen Speichergesteinen liegt. Die Mylonite im Kern besitzen eine Porosität von 7%.

## Hydrologisches Ergebnis

Nach Abschluss der Bohrtätigkeit wurde ein Openhole Test aus dem Rohrschuh des 7" Liners (Tiefe 2191,5m) durchgeführt (Mai 1995). Ziel des Tests war der Keuperquarzit des Unterostalpin, der bei 2250 – 2325 m eine Porositätszone aufweist.

Ein Kurzzeitpumpversuch testete 1,07l Formationswasser bei 430 m Spiegelabsenkung. Im April 1996 erbrachte ein Langzeitpumpversuch (Mamutpumptest mit 1 l/sec) kein besseres Ergebnis. Ein weiterer Mamutpumptest im Juni 1996 nach einer Säurestimulation zeigte ebenfalls keine Erhöhung des Zuflusses. Es wurde daher beschlossen, eine Zusatzperforation in der Bohrlochverrohrung in Strecken des Semmeringquarzites und Karbonat-Anhydritkomplexes des Mittelostalpin und des Überschiebungsbereiches der Grauwackenzone durchzuführen. Nach anfänglicher Mehrförderung sank der Zufluss wieder auf vorheriges geringes Niveau.

Durch eine kontinuierlich entlang des gesamten Bohrloches durchgeführte Temperaturmessung wurden auf Sohle 57°C und im Förderintervall bei 2300m 49,3° C registriert. Diese etwas zu niedrige Temperatur könnte auf eine regionale Abkühlung durch Oberflächenwässer zurückzuführen sein.

Nach Vergleichen mit anderen genutzten Quellen, dokumentiert bei ZÖTL und GOLDBRUNNER 1993, ist eine hohe Mineralisierung bei relativ geringem Chloridgehalt und hohem Sulfatgehalt festzustellen, der unschwer aus dem Anhydrit des Semmeringkeupers zu beziehen ist.

Chemismus des Wassers nach Analyse des Geotechnischen Institutes der Abteilung Hydrogeologie des Bundesforschungs- und Prüfungszentrums Arsenal (Tab. 2):

Tab. 2

Komponenten	mg/l	Komponenten	mg/l
Bor	0,8	Chrom	0,089
Hydrogencarbonat (HCO <sub>3</sub> )	167	Eisen	24,9
Chlorid(Cl)	133	Kalium	111
Nitrit(NO <sub>2</sub> )	<0,1	Kobalt	<0,005
Nitrat(NO <sub>3</sub> )	<1	Kupfer	0,024
Sulfid(S)	<0,02	Lithium	0,46
Sulfat(S)	3647	Magnesium	199
Aluminium	6,54	Mangan	0,77
Ammonium(NH <sub>4</sub> )	<0,05	Natrium	1310
Barium	0,11	Nickel	0,06
Beryllium	<0,001	Gesamtphosphor(P)	0,33
Blei	0,011	Silber	0,017
Cadmium	<0,001	Strontium	2,55
Calcium	268	Zink	0,1

## Aflenz Th 1

GRATZER, R., SCHMID, CH., SCHÖN, J., WESSELY, G.,

### Vorarbeiten:

### Geologie

Für eine räumliche Erfassung des Projektgebietes war es zweckmäßig, eine Nachuntersuchung des Bohrprofils Groisenbach 1 (gebohrt 1996/97 bis 1111 m Tiefe) mit Hilfe der Spülproben und der geophysikalischen Bohrlochmessungen durch Joanneum Research (Gamma Ray-Log und Elektrik-Log) vorzunehmen.

Folgendes geologische Profil wurde erstellt: (Tab.3)

0 -	485 m	Tertiär, zuoberst Tone, darunter polymikte Brekzien und Sandsteine
-	520 m	Mitteltrias, Thörlers Kalk und Dolomit
-	1111 m	Perm, Verrucano, Serizitschiefer, z.T. quarzitisches. Im höheren Anteil helle, gegen unten zu dunklere Typen, stellenweise rostbraune Vererzungen

Im Tertiär sind in den Sandsteinen und Brekzien unterschiedliche Durchlässigkeiten vorhanden. Die nur fragmentär angetroffenen Thörlers Kalke und Dolomite sind wasserführend. Durchlässigkeit ist von der Strecke 830 - 843 m anzuführen (Störungsdurchgang).

Die Ergebnisse der Pumpversuche, Förderleistung, Mineralisierung und Temperatur sind in einer internen geologischen Dokumentation von Intergeo 1997 angeführt. Die Bohrung konnte aus technischen Gründen keiner Produktion zugeführt werden, weshalb eine weitere Bohrung geplant wurde.

Für eine Korrelation der in der Bohrung Groisenbach 1 angetroffenen Gesteine im Untergrund des Aflenzers Tertiärs mit denen an der Oberfläche war es notwendig, eine Begehung durchzuführen. Das Hauptziel der Begehung war jedoch die Ermittlung des Baues, zumindest des Baustiles, wie er unter das Aflenzers Becken hinunterzuprojizieren ist. Das Ergebnis der Begehungen wurde in einer kompilierten geologischen Karte und einer geologischen Profilsreihe festgehalten (Querschnitte und 1 Längsschnitt unter Einbeziehung der Bohrung Groisenbach, (Abb.4,5).

Im großtektonischen Bau dieses Bereiches fällt im Normalfall das Mittelostalpin mit Internstrukturen gegen Norden unter die Grauwackenzone. Diese gliedert sich in eine tiefere, aus dunklen, meist kohligten Karbon-Schiefeln und grauen Quarzwacken bestehenden Unteren Grauwackendecke (Veitscher Decke) und eine aus überwiegend Quarzphyliten und im oberen Anteil aus Phorphyroiden bestehenden Oberen Grauwackendecke. Die Interngliederung der Grauwackenzone sowie ihre nordfallende Überschiebungsbahn ist mit 30 - 40° eher flach. Über die Grauwackenzone sind mit ebenfalls flach nordwärts fallender Überschiebungsbahn die Kalkalpen, basal mit Werfener Schichten, geschoben.

Im Mittelostalpin bildet die über dem Kristallin liegende Gesteinsserie des permischen Verrucano, des skythischen Semmeringquarzites und der Mitteltrias (Thörlers Kalke und Dolomite) eine beutelförmige Mulde entlang des Stübmingsbachtals. An diese schließt sich nördlich eine Antiklinale an. Eine Mitteltriasbedeckung der Nordflanke dieses Sattels ist an der Oberfläche durch einen Rest einer aufrechten Lage von Thörlers Kalk und Dolomit am Nordabhang des Mitterberges nördlich Kropfrast vorhanden. Ihr gehört offensichtlich auch der Kalk in der Bohrung Groisenbach 1 bei 485-520 m an. Ein Spezifikum ist hier, dass das Mittelostalpin des Mitterberges und Stübmingsbachtals sekundär weit über das Gebiet der Grauwackenzone aufgeschoben wurde.

Diese Situation wurde durch die Seismik realisiert. Ein breites südfallendes Reflexionsband ist einer entsprechenden Aufschiebung zuzuschreiben. Eine NW-SE streichende sinistrale Seitenverschiebung, längs der dieser Überschiebungskeil vorgeschoben wurde, ist ersichtlich im Bereich der Siedlung Apfelhuben NE Palbersdorf. Entlang dieser Verschiebung grenzt Karbon der Grauwackenzone direkt an Gesteine des Mittelostalpin, wobei etliche Schollen des Thörlers Kalkes in die Störung eingeschleppt sind. Die Seitenverschiebung erfolgte im wesentlichen vor Ablagerung des Tertiärs des Aflenzers Beckens und die Nordgrenze des Keiles muss unter dem Becken verdeckt liegen. Nachbewegungen an der Apfelhubenstörung betreffen aber offensichtlich noch das Tertiär. Nach den geologischen Karten des weiteren Rahmens dürfte im NE der Keilvorschub des Mittelostalpin nicht von einer Störung begleitet sein. Hier erfolgt nur ein bruchloses Herausdrehen der Strukturen. In Verbindung damit steht offensichtlich die Einmuldung der Trias des Stübmingsbachtals.

Das Aflenzers Tertiärbecken stellt, wie schon die Bohrung Groisenbach 1 zeigt, ein asymmetrisches Becken mit stärkerer störungsbedingter Einsenkung im Süden und flacher Flanke im Norden dar. Oberflächengeologisch äußert sich die Störung nur indirekt und streckenweise. Die Talung des Groisenbaches folgt sicherlich einer Zerrüttungszone entlang eines Bruches. Die Störungen betreffen auch den Bau des Untergrundes. Neben Abschiebungen sind auch Seitenverschiebungen anzunehmen.

### **Seismik**

Im Frühjahr 1998 wurden unter Einbeziehung der Bohrung Groisenbach 1 zum Zwecke der Kalibrierung der Geophysik in einem eng begrenzten Gebiet des Aflenzers Beckens reflexionsseismische Untersuchungen vom Institut für Angewandte Geophysik von JOANNEUM RESEARCH durchgeführt und ausgewertet. Diese Messungen hatten folgende Ziele:

- Erfassung und Gliederung der tertiären Beckenfüllung
- Erfassung relevanter alpiner Decken
- Erfassung von geologischen Störungszonen

Insgesamt wurden zwei sich kreuzende seismische Profile mit einem Spur- und Schusspunktstand von 10 m mit 50- bis 60-facher Untergrundsüberdeckung gemessen, processed und interaktiv bearbeitet bzw. geologisch interpretiert. Die Ergebnisse der reflexionseismischen Profile zeigten innerhalb der tertiären Beckensedimente eine sehr gute Auflösung. In den das Tertiär unterlagernden Gesteinen der Grauwackenzone konnten durch die Seismik entlang beider Profile charakteristische, unterschiedlich einfallende Reflexionsbänder nachgewiesen werden.

Generell ließ sich nach der Seismik folgendes erkennen:

- das Tertiär im Aflenzers Becken im untersuchten Bereich ist gleichmäßig und weitgehend horizontal aufgebaut. Die mittlere Mächtigkeit liegt bei etwa 500 m. Ein höherer, gut stratifizierter Anteil in Beckenmitte ist von einem unruhiger gelagerten reflexionsärmeren tieferen Anteil zu unterscheiden, der auch die Verfolgung gegen den Nordrand erschwert. Der gut stratifizierbare Anteil entspricht einer ruhigen, eher tonig-sandigen Sedimentation, der reflexionsärmere Anteil basaler und randlicher Brekzien und Sandschüttung fluvialer Herkunft. Die Brüche des Südrandes sind infolge ihres steilen Einfallens nicht erfassbar.
- der prätertiäre Beckenuntergrund ist sehr kompliziert aufgebaut und eine nur auf der Seismik basierende Interpretation ist nicht möglich. Das auffallendste Strukturmerkmal bildet ein schräges Reflexionsband, welches auf beiden seismischen Linien festzustellen ist und als sekundäre Überschiebungszone des Mittelostalpin über Grauwackenzone interpretiert werden kann.

- ein Schichtaufbau innerhalb der Grauwackenzone kann aus den seismischen Ergebnissen nicht abgeleitet werden.

Mittels der seismischen Profile und der Interpretation der darin ersichtlichen Reflexionen konnten die geologischen Profile aktualisiert werden, so dass mit der Oberflächengeologie, der Bohrung und der Seismik eine räumliche Vorstellung über den lokalen Aufbau gewonnen werden konnte.

### **Durchführung der Bohrung**

Auf Grund der geophysikalischen und geologischen Untersuchungsergebnisse und der durch Bohrung und Seismik vorliegenden größeren Informationsdichte mit positiven Zufluss-Aspekten in der Bohrung Groisenbach 1 wurde ein Bohrpunkt im Nahbereich derselben vorgeschlagen. In dieser Position wurden drei Ziele angestrebt :

1. Überschiebungskeil des Mittelostalpin mit Thörl Kalk und Dolomit als Speichergestein, eventuell auch Quarzit
2. Aufschiebungsband des Überschiebungskeiles, wobei an eine breite Zerrüttungszone mit Zutritt zu eventuellen weiteren Speichergesteinen gedacht wurde
3. Mittelostalpine Strukturen mit eventuellen Speichergesteinen unter der Grauwackenzone.

Es waren damit auch 3 Chancen durch einen Punkt gegeben, was bei einer Bohrung in einem von Natur aus überwiegend aus dichten Gesteinen aufgebautem Gebiet die Fundwahrscheinlichkeit um einiges erhöht hat. Positiv zu bewerten war auch, dass mit der bestehenden Bohrung Groisenbach 1 temperierte und mineralisierte Zuflüsse festgestellt wurden. Bei Fündigkeit war zwar mit keinen große Schüttungen zu rechnen, doch wären bei geringem Bedarf durchaus Aussichten dafür gegeben.

Die Aufschlussbohrung Aflenz Thermal 1 wurde Mitte August 1999 von OMV-Proterra begonnen. Die Endteufe von 1891 m wurde Anfang September 1999 erreicht. Die 1. Sektion wurde mit 12 ¼" bis 556 m gebohrt. Der 9 5/8" Konduktor wurde mittels Ringraumzementation in das kristalline Grundgebirge eingebunden.

Sektion 2 wurde mit 8 ½" bis 1429 m gebohrt, die technische Kolonne 7" bei 1426 m abgesetzt und bis 460 m in den Konduktor zementiert. Die Sektion 3 wurde mit 6 1/8" bis zur Endteufe von 1891 m gebohrt. Nachdem die Tests in der open hole Sektion ergaben, dass der Zufluss unter 0.3 l/s liegt wurde die 7" Rohrkolonne nach den Bohrlochmessergebnissen in drei Abschnitten perforiert bzw. aufgefräst. Dadurch wurde der Zufluss auf maximal 1.5 l/s erhöht. Während der Förderung dieses Tiefenwassers kam es vermutlich infolge chemischer Reaktionen zu einem scaling-Effekt wodurch der Zufluss negativ beeinträchtigt wurde. Infolge dieser Förderprobleme und der extrem hohen Mineralisation der Tiefenwässer wurden diese Zuflussbereiche aufgegeben und das Bohrloch bis in eine Tiefe von 1200 m entsprechend dem Stand der Tiefbohrtechnik durch die OMV AG verschlossen.

Die Zuordnung der Schichten, vor allem des Verrucano und der Metavulkanite erfolgte nach petrographischen Vergleichen mit Oberflächenproben, die von der Südflanke des Mitterberges entnommen wurden.

Bei den in der Bohrung Aflenz auftretenden Gesteinen des prätertiären Untergrundes handelt es sich entsprechend ihrer mineralogischen Zusammensetzung petrologisch im wesentlichen um Phyllite, die je nach dominantem bzw. farbgebendem Mineralbestand als Quarz-, Graphit-, Serizit- oder Chloritphyllite angesprochen werden können. Ein in den Cuttingproben mitunter gehäuftes