

Mitt. österr. geol. Ges.	83 (1990) Themenband Umweltgeologie	S. 57-67 3 Abb.	Wien, Februar 1991
--------------------------	---	--------------------	--------------------

Geologische und geophysikalische Ergebnisse im Thermalwassergebiet von Badgastein (Salzburg, Österreich)

Von Heinrich JANSCHKE und Franz KAHLER^{*)}

Mit 3 Abbildungen

Zusammenfassung

Bei der Sanierung der Quelfassungen im Thermalgebiet von Badgastein wurden Beobachtungen gemacht, die auf das Vorkommen einer großen, gegen Nordwesten gerichteten Mylonitzone im Granit schließen lassen.

Ihr Vorkommen war geophysikalisch als Schwächezone nachgewiesen und ist durch Bohrungen allerdings noch ungenügend bekannt. Sie wird als Hauptförderweg des Thermalwassers aufgefaßt. Ihre Kenntnis könnte für die Fassung des Thermalwassers im Fels und zum Aufschluß weiterer Wassermengen bedeutsam werden.

Summary

Indications for the existence of an important northwest striking mylonitic zone were obtained during the restoration of the spring wells within the thermal spring area in Badgastein.

This zone had been proved geophysically and was recognized, although insufficiently, in wells too. It is considered as the main path way for the percolation of the thermal water. A better understanding of this zone might be of major interest for future prospecting activities of the thermal water.

Einleitung

Um 1970 begann im Auftrag der Gemeinde Badgastein die bereits dringend gewordene Sanierung der Quelfassungen im Thermalgebiet, soweit diese im Eigentum der Gemeinde sind. Dipl.-Ing. Peter RAINER beriet den technischen, F. KAHLER den geologischen und H. JANSCHKE den geophysikalischen Bereich.

Mit dem Forschungsinstitut Gastein bestand durch das Interesse von Univ.-Prof. Dr. F. SCHEMINZKY eine sehr enge Arbeitsgemeinschaft, sodaß auch die geologischen Vorarbeiten von Prof. Dr. MUTSCHLECHNER des Institutes zugänglich waren. Das Bauamt der Gemeinde, insbesondere in den letzten Jahren durch Bauamtsleiter Ing. LAVENTHALER vertreten, koordinierte.

Mit Ausnahme des Rudolfstollens, der eine besondere Problemstellung hat, ist die Sanierung inzwischen vollendet und von den Berichterstattern die Grundlage weiterer wichtiger Erkundungen erarbeitet. Darüber wird hier berichtet.

^{*)} Adressen der Verfasser: Dipl.-Ing. Dr. Heinrich JANSCHKE, Ressnigweg 46, A-9170 Ferlach;
Dr. Franz KAHLER, Linsengasse 29, A-9020 Klagenfurt, Österreich.

1.00 Einige geologische Ergebnisse (F. KAHLER)

1.10 Im Jahr 1971 gliederte ich das rechtsufrige Quellengebiet nach der Höhenlage in eine Extremlage mit 1034 m S. H. und einer Wasserspende von maximal 200 qm/Tag, eine Haupthöhenlage 1.018 — 885 m S. H. mit maximal 3600 qm/Tag, die tieferen Quellen bei 983 — 964 m S. H. mit 600 qm/Tag und die extrem tiefen Quellen bei 954 — 937 m S. H. mit unsicherer, stark gemischter Quellspende. Die Bohrerergebnisse im Neuen Franz Josef-Stollen zeigen, daß die bisher festgestellte größte Steighöhe des Thermalwassers bei rund 1040 m S. H. liegt (Abb. 1).

1.20 Der in der Mitte des vorigen Jahrhunderts vorgetriebene Alte Franz Josef-Stollen war im vorderen Teil durch schweren Hangdruck gefährdet. Mehrere Sanierungen genügten nicht, das schöne marmorne Portal drohte zu kippen. Auffallend war, daß der bewegte Teil trotz eines knapp unterhalb liegenden Steilhanges fast nur waagrecht herausglitt. Die Erklärung dafür: geophysikalisch konnte der anstehende Fels überraschend schon in -7 Meter unter Stollensohle nachgewiesen werden. Nachträglich abgeteufte Bohrungen bestätigten diesen Wert für die nur sehr schwach geneigte Felsoberfläche vor und unterhalb des Stollens. Einige Meter vor dem Portal fällt aber der Fels steil zur alten Mühlbachschlucht ab, seine Böschung ist mit Moränen und Hangschutt überdeckt.

Der erfahrene Bergmann des Tauerngoldbergbaues REISSACHER hatte den Stollen auf gut Glück in jener Höhe angesetzt, in der das erhoffte Thermalwasser ohne Pumpbetrieb, der damals noch äußerst schwierig war, in das von ihm geleitete „Badeschloß“ fließen konnte. Dadurch kam er mit dem Stollen in die Überlagerung, die über 60 Meter lang bis zum Fels anhielt und ihm teilweise größte Schwierigkeiten brachte.

Das Sanierungsproblem lag in der beträchtlichen Wasserführung dieses Stollens. Bei einem Verbruch mit folgender Wasserstauung wäre eine schwere Vermurung in ein verbautes Gebiet erfolgt und die Nachbrüche im Abrissgebiet hätten eine rasche Sanierung mit hoher Lebensgefahr bedeutet. Die Lösung war der Anschlag eines neuen Stollens vom südlichen anstehenden Fels. Der neue Franz Josef-Stollen wurde in einem Bogen geführt, damit er zwei steil abwärts verlaufende Rinnen, die mit Lockermassen erfüllt und geophysikalisch festgestellt waren, auswich. Als eine Vorbohrung von 17 Meter in einer angenommenen Verkürzung dieses notwendigen Bogens noch den anstehenden Fels erwies, geriet der veränderte Vortrieb in eine etwa 5 Meter breite, mit Grobsand und teilweise mit ungewöhnlich großen Blöcken erfüllte, parallel zum Hang stehende Schlucht. Die Vorbohrung war um einen Meter zu kurz gewesen, weil das vorhandene Gerät nicht mehr leistete. Die Füllung war trocken und kurzfristig standfest, der Vortrieb dennoch schwierig.

Der Alte Franz Josef-Stollen hatte vor Erreichen des Felsens einen schweren Wasser- und Sandeinbruch gehabt, der die Belegschaft in hohe Lebensgefahr brachte.

Die Angaben von REISSACHER über diesen Einbruch waren nur schwer deutbar, weil er in seinem Stollen die südliche Flanke einer Schlucht nicht traf.

So enttäuschend das Anfahren dieser verschütteten Schlucht war, so schwierig auch die Durchörterung, so nützlich war die Erkenntnis. Aller Wahrscheinlichkeit war es die ursprüngliche Trennfuge einer Bergzerreißung, die in der Randkluft des abschmelzenden Gletschers zu einer Klamm ausgeformt und dann verschüttet wurde. Schließlich kroch Hangschutt darüber. Sie erklärt auch die im Flügelstollen angetroffenen geologischen Verhältnisse.

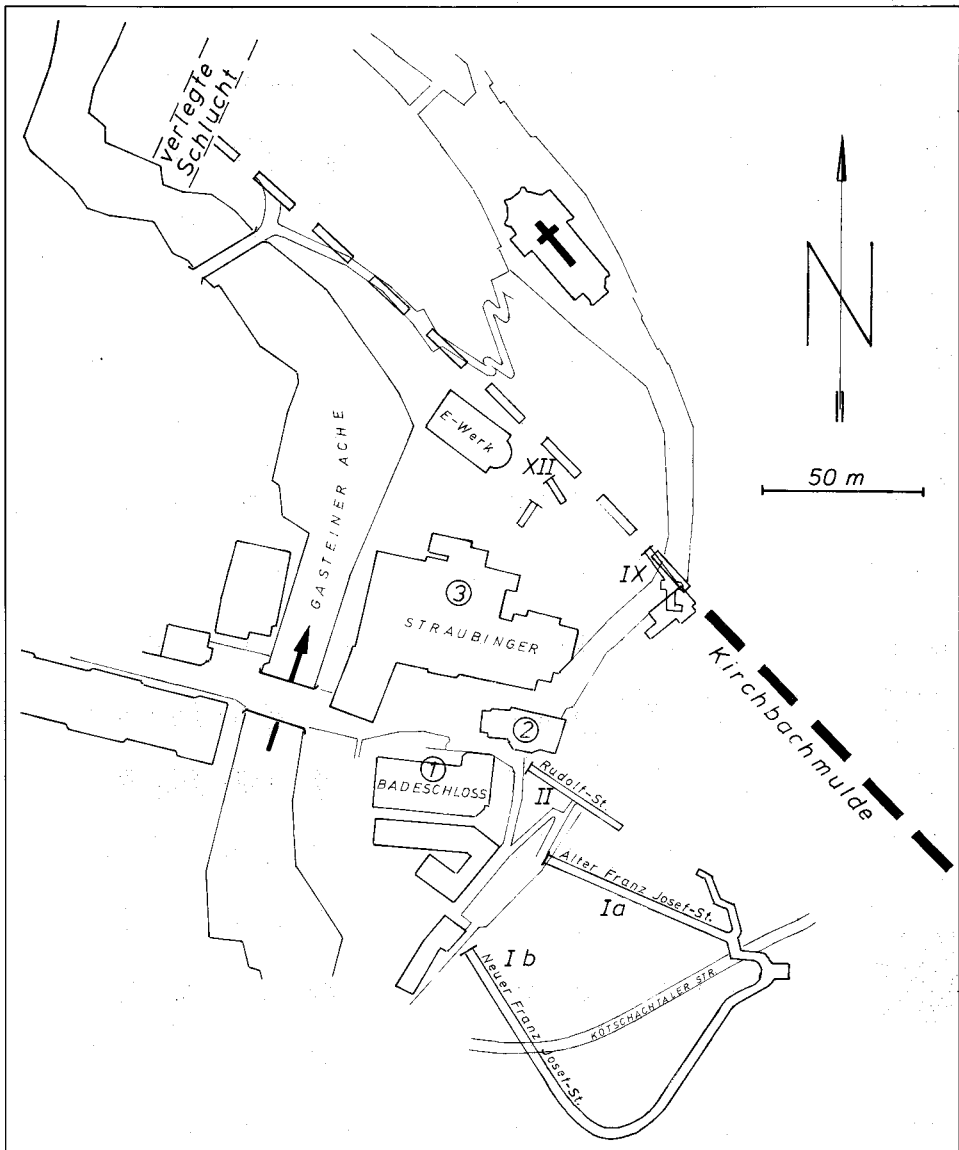


Abb. 1: Übersicht über das Thermalgebiet von Badgastein nach MUTSCHLECHNER, vereinfacht, aber ergänzt. Gebäude: 1 Badeschloß, 2 Post, 3 Straubinger; Quellen: Ia Alter Franz Josef-Stollen mit Flügelstollen, Ib Neuer Franz Josef-Stollen, II Rudolf-Stollen, IX Elisabeth-Stollen, XII Reissacher-Stollen, ● ● konstatierter und ○ ○ vermuteter Verlauf einer Zerrüttungszone im Granit als Hauptförderweg des Thermalwassers von Südosten her.

Das Gestein, technisch als Schiefergneis zu bezeichnen, hatte die im ganzen Raum herrschende flache Lagerung. Die meist glatten Schieferungsflächen waren hier aber wellig, das Gestein hatte einen stark welligen Feinbau. Trotz einer Klüftung war die Standfestigkeit gut. Quarzlinsen waren selten, die Klüfte durchwegs nicht mineralisiert und offen, daher wasserwegig.

Vorherrschend im Raum ist die Nord 10 Grad Ost-Richtung mit steilem Einfallen und ein etwa West-Ost verlaufendes, ebenfalls recht häufiges Kluftsystem. Schräg dazu verläuft eine schwere Zerrüttungszone im Hang östlich der Gasteiner Ache in der Nordwest-Richtung, die wir erst während der Sanierungsarbeit erkannten, da sie nicht aufgeschlossen ist, und in der wir die Hauptförderzone von etwa 4000 qm/Tag Thermalwasser, also eine große Wassermenge sehen, als anscheinend idealen Wasserweg. Sie dürfte so wie das übrige Kluftsystem fast senkrecht stehen und schneidet durch dieses. Dadurch wird die Thermalwasser-Hauptförderzone an verschiedenen Stellen leck, wodurch sich die meisten der stark verteilten Quellaustritte im engeren Thermalgebiet von Badgastein erklären lassen.

Die eingangs erwähnte Haupthöhenlage der Quellen liegt hiebei etwa 40 Meter unter der bisher festgestellten Steighöhe des Thermalwassers. Es ist wahrscheinlich, daß letztere durch die starken Ausflüsse im Bereich der Hauptquellen abgesenkt wird. Im bisher vom Bohrfächer des Neuen Franz Josef-Stollens erkundeten Teil des Kluftsystems ist dieses in einer Breite von 65 Meter ab der Hauptförderzone mit Thermalwasser erfüllt, wobei ein Teil des darin enthaltenen Thermalwassers bisher nicht zu Tage getreten ist oder nach dem Austritt in den Schuttmantel des Quellgebietes zu tieferen Austritten sinkt. Letzteres konnten wir im Bereich des Rudolf-Stollens mit zunächst 40 qm/Tag beweisen.

1.30 Nach dem Ende des Ersten Weltkrieges trieb man einen recht unglücklichen **Flügelstollen vom Ende des Alten Franz Josef-Stollens** gegen Norden. Er war wohl zunächst im Fels angeschlagen worden, hatte aber bald am linken Ulm bis zur Mitte der Firste Sand, der wie wir jetzt wissen, zur Schluchtausfüllung gehört.

Sicherlich hat bei dieser Stollenführung die Sorge mitgespielt, durch Schießarbeit im Feld die Wasserführung zu schädigen. Wahrscheinlich hat aber auch der rasche Vortrieb eine Rolle gespielt.

Denn es ist bemerkenswert, daß auch bei anderen Stollenfassungen im Thermalgebiet wichtige Stollen in Lockermassen von Schluchten geführt wurden, so im Rudolf-Stollen, im Hauptstollen Elisabeth, im Reissacher-Stollen, jeweils nahe der Felsflanken von in den Hang führenden Schluchten, sicherlich dem austretenden Wasser folgend, dieses aber nicht im anstehenden Fels in unmittelbarer Nachbarschaft suchend.

Die Kosten solcher Vortriebe mögen, wenn man den Wasserzulauf in Sohlnähe halten konnte, geringer gewesen sein, haben aber den Nachteil hoher Erhaltungskosten gebracht.

Der sehr unglücklich geführte Flügelstollen des Alten Franz Josef-Stollens hat das Thermalwasser der alten Austritte aus dem Fels fast zur Gänze in ihn abgelenkt, aber zum Teil hygienisch unbrauchbar gemacht. Prof. SCHEMINZKY mußte die Trennung des Tropfwassers aus der Firste vom Spaltenwasser mit einem sehr beträchtlichen Nutzwasserverlust veranlassen. Unangenehm war zudem, daß sich in unmittelbarer Nähe der Austritte der hölzerne Ausbau befindet, der heute in Quellsfassungen mit Recht nicht geduldet wird.

Professor SCHEMINZKY hatte tatsächlich im Wasser des Flügelstollens mikroskopisch kleine Holzsplitter von nur wenigen Zellen nachgewiesen, die dennoch als Lärchenholz bestimmt werden konnten.

Die ursprüngliche Deutung als Einspülung von der Oberfläche ist nicht mehr gesichert, die Herkunft vom Holzverbau des Stollens wahrscheinlich.

1.40 Am Ende des Bauvorhabens im **Neuen Franz Josef-Stollen** wurde auf Anregung von Dr. JANSCHKE eine größere Bohrnische ausgesprengt. In ihr konnte in zwei Bohrperioden ein Bohrfächer mit kleinstem Kerndurchmesser, leicht ansteigend, vorgetrieben werden, der etwa bei 80 Meter die technisch erreichbare Länge hatte. Seine Ergebnisse sind:

1.41 Eine parallel zum eben geschilderten **Flügelstollen** im Fels vorgetriebene Bohrung faßte den Großteil des bisher unbrauchbaren Tropfwassers und machte es nutzbar.

1.42 Außerdem wurden 40qm/Tag Thermalwasser dem etwa 15 Meter darunterliegenden **Rudolf-Stollen** entzogen, womit nachgewiesen war, daß wenigstens ein Teil des Thermalwassers des Rudolf-Stollens in größerer Höhe auf dem Fels entspringt und im Hangschutt abwärts fließt. Solches Thermalwasser verliert beträchtliche Teile des Radongehaltes. Das Hochheben des Thermalwassers in die Fassung des Neuen Franz Josef-Stollens, der dies vermeidet, ist demnach auch wirtschaftlich interessant.

1.43 Eine Bohrung des Bohrfächers erreichte knapp jene **Schwächezone**, die 1971 H. JANSCHKE mit elektrischer Widerstandskartierung aus dem Bereich des Elisabeth-Stollens im Hang herauf verfolgte. Leider verfiel das Bohrloch in der Schwächezone sehr rasch, es gab kein Kernmaterial und ihre Füllung in der Höhenlage des Neuen Franz Josef-Stollens ist daher noch unbekannt. Das dort austretende Thermalwasser hatte aber 48,4 Grad Celsius, den bisher höchsten Wert im Thermalgebiet. Eine weitere Erkundung dieses wichtigen Ergebnisses muß mit größeren Bohrdurchmessern und mit geplanten Verrohrungen erfolgen.

1.44 Ein weiteres Bohrloch traf die **Schwächezone**, die hier noch nicht geophysikalisch vermessen ist, etwas weiter östlich oberhalb der Straße, doch verfiel auch hier das Bohrloch zu früh. Die Fortsetzung der Schwächezone in den Steilhang ist daher wahrscheinlich, aber noch zu untersuchen.

1.45 In einer Fläche von rund 2000 Quadratmetern tritt im Bereich des Bohrfächers mehrfach Thermalwasser aus Klüften aus und das Gestein ist, wie H. JANSCHKE noch berichten wird, warm. Es wird mit Annäherung an die Schwächezone wärmer. Gesetzmäßigkeiten in der Wasserführung der Klüfte sind noch nicht zu erkennen gewesen.

1.46 Vorsichtig beurteilt glauben wir annehmen zu dürfen, daß wir in dieser Schwächezone die **Hauptförder„spalte“** des Thermalwassergebietes vor uns haben und daß zumindest ein Teil des durch den Bohrfächer gefundenen neuen Wassers bisher nicht zur Oberfläche des Thermalgebietes gelangte. Man kann daher mit beträchtlichen neuen Wassermengen bei einer sicherlich schwierigen Erschließung entlang dieser Schwächezone rechnen.

1.47 Der Bohrfächer liegt knapp unter der Steighöhe des Thermalwassers, die etwa 7 Meter über ihm anzunehmen ist. Dadurch konnte der bisherige Erkundungsversuch im Bereich druckarmen Wassers sehr vorsichtig geführt werden. In einem tieferen Niveau sind wesentlich größere Ergiebigkeiten zu erwarten, die allerdings wenigstens teilweise auch die bestehenden Quellen beeinflussen werden.

1.50 Derzeit sind die weitaus **größten Wassermengen im Lockergestein** durch kurze Stollen **gefaßt**, die, wie erwähnt, dem Felsverlauf in Nischen oder verschütteten Gräben

folgen. Dadurch liegen gerade die Fassungen der Hauptquellen innerhalb einer großen Rutschnische, in der Teile des früher vorhandenen Sediments hängen geblieben sind, wie JANSCHKEK 1971 erkannte. Diese Belastung des Hanges ist gefährlich, da nur ein Teil des Hangschuttes und der Moräne trocken ist. Austritte von kühlem Wasser im Hang oberhalb der Bismarckstraße beweisen die Durchnässung der unteren Teile, wie es die geophysikalische Messung ergab.

Es gibt im Quellengebiet bisher **keine römischen Spuren** und es kann sein, daß den Römern die so wertvollen Thermen verborgen geblieben sind, da sie im Hangschutt flossen. Der Hinweis auf einen großen murenähnlichen Niedergang bietet ein Lärchenstamm, den wir bei der Sanierung des Elisabeth-Stollens fanden: er lag niedergebrochen, mit seinem Wurzelgeflecht senkrecht nach oben gekippt im Murenschutt. Auf seinen Wurzelspitzen war ahnungslos eine Mauer der über dem Stollen verlaufenden Straße gegründet worden. Der Niederbruch dieser Mure ist nach der Datierung des Holzes vor dem Einmarsch der Römer erfolgt. Historisch gesichert sind in diesem Raum mehrere zum Teil schwere Niederbrüche im benachbarten bebauten Gebiet.

1.60 Ein Beweis für die Möglichkeit, daß größere **Thermalwassermengen** auch heute **nicht die Oberfläche erreichen**, liegt in den Beobachtungen im Reissacher-Stollen beim Elektrizitätswerk. Hier war zu beobachten, daß die gewinnbare Wassermenge von Jahr zu Jahr von etwa 400 qm/Tag auf 200 qm/Tag zurückging. Die Untersuchung brachte ein überraschendes Ergebnis: die Minderung der gewinnbaren Wassermenge wurde durch eine fortschreitende Verrostung des Hauptförderrohres verursacht und war zu beheben. Es ist aber damit bewiesen, daß die beträchtliche Wassermenge von 200 Tageskubikmetern ungenutzt, vermutlich am rechten Uferhang der Gasteiner Ache, durch die hier befindliche ältere, eiszeitlich verschüttete Schlucht die große Gefällstufe zum tieferen Teil des Gasteinertales überwand, ohne selbst im Winter, wo doch die Wärme des Bodens auffallen sollte, kenntlich zu werden.

1.70 Die bisher gewonnene Erkenntnis von einer großen gegen Nordwesten verlaufenden **Zerrüttungszone**, die vermutlich sehr steil steht, ist noch nicht beweiskräftig, die Wahrscheinlichkeit ihrer Existenz bis in den Bereich der heutigen Achenschlucht ist durch kleine Thermalwasseraustritte im vermuteten Bereich wahrscheinlich. Weitere Untersuchungen sind notwendig, müssen aber sorgfältig vorbereitet und geführt werden. Die starke Quelle des Elisabeth-Stollens läßt sich nur mit einer breiten Zerrüttungszone im Granit erklären, die das Thermalwasser von einem im Berg liegenden System sammelnd herausbringt. In diesem Gedanken liegt die Möglichkeit, schließlich das Gesamtwasser entlang und aus dem Zerrüttungsstreifen im Fels zu fassen und damit das so gefährliche Rutschgebiet zu unterfahren. Dies ist eine Zielsetzung für eine Reihe von Jahren mit sorgsamster Arbeit.

Das Nordwest-Streichen des Hauptförderweges der Thermalwässer hat vielleicht Parallelen in dem gleichgerichteten Palfenbachtal und dem etwas entfernten Anlaufstal. Prof. CLAR verwies mich auf die große „Fäule“, die mit gleichem Streichen die golderzführenden Gänge des Radhausberges abschneidet.

1.80 Nach den bisherigen Vorstellungen über die Radonführung des Thermalwassers ist die **Beimengung von Tagwasser** wegen seines Sauerstoffgehaltes vorteilhaft. Dadurch werden nämlich die geringen Mengen von Eisen und Mangan des Thermalwassers gefällt und als sogenannter Reissacherit, einem Gemenge von Eisen- und Manganoxiden abgelagert.

Dieses soll als Katalysator das im Wasser enthaltene Radium ausfällen, dessen Zerfall das erwünschte Radongas knapp vor dem Austritt des Thermalwassers diesem beigibt (Theorie Prof. MACHE). Sicherlich ist der Zerfall des Radons, infolge der geringen Halbwertszeit von etwa 3,5 Tagen ein Problem für die Deutung des Vorkommens.

Bei der heutigen Kenntnis der Zerrüttungszone ist anzunehmen, daß sie etwa 4000 qm/Tag Thermalwasser fördert, was auch bei günstigen Durchflußverhältnissen eine beträchtliche Durchflußgeschwindigkeit im Höhenbereich des Elisabeth-Stollens von etwa 1000 m Seehöhe gleich 40 m unter der derzeitigen wahrscheinlichen Steighöhe des Thermalwassers erfordert. Angenommen, das Thermalwasser habe das Radon im Hauptauftriebsgebiet, im Südosten erhalten und habe für den Weg bis zu den Quelfassungen ein bis zwei Tage gebraucht, dann sollten beim Eintritt in diese noch beträchtliche unzerfallene Radonmengen vorhanden sein. Die **Uranervorkommen**, die beim Bau der Hochgarage im Ort aufgedeckt wurden, zeigen, daß der Granit Nester radioaktiver Minerale (vom Thoriumgehalt abgesehen) im Aufstiegsweg des Thermalwassers haben kann, sodaß hier die Mitnahme von Radon unter erhöhtem Wasserdruck möglich erscheint. Eine solche, derzeit noch hypothetische Überlegung könnte den Umweg über den Reissacherit überflüssig machen und damit die Beimengung von Kaltwasser, dessen hygienische Sicherung so schwierig ist, nicht erfordern.

1.90 Da der Radongehalt nach unseren Erfahrungen durch Wirbelbildung im Wasserstrom stark vermindert wird, da dieses im Wasser schwerlösliche Gas leicht entweicht, muß man für eine rasche Bestimmung des primären Thermalwassergehaltes einer Quelle auch auf einen anderen charakteristischen Stoff übergehen. Als besonders geeignet hat sich das **Fluorid** erwiesen, seit seine Bestimmung so einfach und gefahrlos geworden ist. (Über andere Spurenelemente wissen wir noch zu wenig.) Hierbei ist die heute mögliche diffizile und rasche Bestimmung des Fluorides ein Fortschritt aus der Zeit Prof. SCHEMINZKYS der jeweils das ihm zugängliche modernste Instrument einsetzte und damit der geologischen Aufklärung des Thermalwasservorkommens hilfreich Beistand geleistet hat.

2.00 Geophysikalische Ergebnisse (H. JANSCHKE)

Angeregt durch Dr. Franz KAHLER wurden im Thermengebiet seit 1971 geophysikalische Messungen von mir in unregelmäßigen Zeitabständen mit folgenden Zielsetzungen ausgeführt:

- a) Erkundung der Überlagerung
- b) Erfassen der Felsoberfläche und
- c) Aufsuchen der Aufstiegswege des Thermalwassers.

Bedingt durch den sehr komplexen Aufbau des Untergrundes einerseits und andererseits durch die rauhe Topographie der Oberfläche gestalten sich die Interpretationen der geophysikalischen Messungen sehr mühsam. Der lange Beobachtungszeitraum, gemeinsam mit den erfolgten Aufschlüssen brachte aber überraschende Ergebnisse.

Geoelektrische Messungen

Diese Verfahren arbeiten mit den unterschiedlichen elektrischen Widerständen des Untergrundes. Angenommen wurde, daß die Überlagerung (Moräne, Talfüllung, Hang-

schutt) einen wesentlich geringeren elektrischen Widerstand hat, als der Fels (Granit). Eine Widerstandskartierung mit einer Wenneranordnung mit $a=10$ Meter sollte eine Strukturkarte des Thermalgebietes liefern. Stellen, an denen der Fels unter geringer Überdeckung liegt, müßten Zonen mit hohen Widerständen ergeben, hingegen niederohmige Bereiche auf feuchte und tonhaltige Überlagerung hinweisen.

Weiters wurden geoelektrische Tiefensondierungen gemacht, mit der Zielsetzung, die Lage der Felsoberfläche zu erkunden. Diese Messungen wurden in den Jahren 1971 bis 1973 ausgeführt.

Aus den geoelektrischen Tiefensondierungen konnte der wichtige Schluß gezogen werden, daß die Überlagerung in manchen Bereichen grundsätzlich in zwei unterschiedliche Materialarten eingeteilt werden kann:

- a) Bereiche mit niederem elektrischem Widerstand mit 200 bis 500 Ohm.meter (moränenartiges Material, feucht, tonhaltig) und
- b) Bereiche mit hohen Widerständen von 700 bis 1300 Ohm.meter (trockene Sande, Geröll, Hangschutt).

Der Umstand, daß sowohl Teile der Überlagerung, als auch der Fels hohe Widerstände aufweisen, erschwert die Interpretation der elektrischen Widerstandskartierung.

Sie konnte aber folgende Hinweise liefern:

- a) Die geschlossenen Zonen mit Widerständen größer als 700 Ohm.meter, die längliche Form haben und etwa im Streichen des Hanges verlaufen, sind besonders rutschanfällig, weil sie auf einem niederohmigen Material liegen.
- b) Die Felsnase, in der auf der Südwestseite der Flügelstollen des Alten Franz Josef-Stollens liegt, kommt durch eine Maximumzone zum Ausdruck.
- c) Die Minimumzone im Bereich der Kirchbachmulde gibt den Verlauf einer Zerrüttungszone an, die, wie noch später gezeigt wird, den Hauptförderweg des Thermalwassers darstellt (Abb. 2).

Refraktionsseismische Messungen

Dieses geophysikalische Verfahren benützt die Dichte des Untergrundes und somit indirekt die Schallgeschwindigkeit als Meßgröße. Wie schon im vorhergehenden Punkt darauf hingewiesen wurde, leidet die genaue Tiefenbestimmung der geoelektrischen Tiefensondierungen dadurch, daß der Untergrund sehr inhomogen ist und sehr sprunghaft wechselt. Es war ursprünglich nicht daran gedacht, refraktionsseismische Messungen einzusetzen, weil das Schießen in einem stark verbauten Gebiet und Rutschhang zu gefährlich erschien. Versuche, mit einem Fallgewicht die erforderliche Erschütterung zu erzielen, brachten wegen der zu geringen Energie keinen Erfolg. Da aber die Sanierung des Alten Franz Josef-Stollens immer dringlicher wurde und ein Umfahrungsstollen geplant war, entschied man sich für refraktionsseismische Messungen, wobei mit geringen Ladungen ein seismischer Impuls erzeugt wurde.

Zielsetzung dieser Messungen war es, den Bereich zwischen Badeschloß und der Köttschachtaler Straße zu untersuchen. Der Neue Franz Josef-Stollen sollte so tief im anstehen-

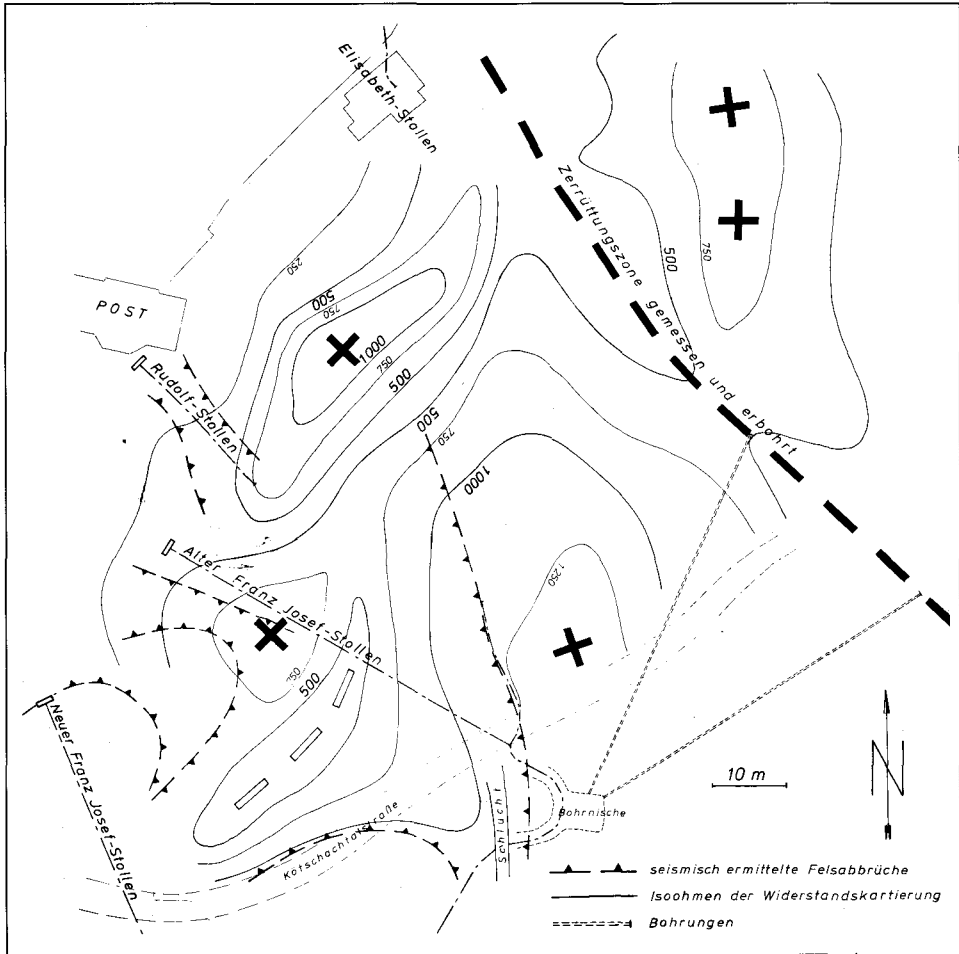


Abb. 2: Ergebnisse der geoelektrischen und refraktionsseismischen Messungen: ermittelte Isoohmen der Widerstandskartierung und die Richtung zweier Bohrungen, die die Zerüttungszone erreichten. Ferner die seismisch ermittelten Kanten von Felsabbrüchen unter den Lockermassen des Hanges.

den Fels angesetzt werden, daß er beim Vortrieb immer im Fels bleibt. Die Messungen ergaben folgende Ergebnisse:

- a) Es konnten die Felsränder der vermuteten verschütteten Schlucht gefunden werden. Da die Schlucht aber sehr eng ist, konnte die wahre Tiefe wegen der seitlichen Einsätze nicht mit Sicherheit berechnet werden. Wie F. KAHLER in seinem Teil schon aufgezeigt hat, wurden beim Vortrieb des Neuen Franz Josef-Stollens wenige Meter dieser verfüllten Schlucht noch durchhört.
- b) Wie auch nachträglich durch Bohrungen von der Sohle des Alten Franz Josef-Stollens bestätigt wurde, verläuft die Felsoberkante nur wenige Meter unter dieser.

- c) Der Rudolf-Stollen liegt in einer nur wenige Meter breiten Schlucht. Auch hier bestünde die Möglichkeit, durch einen Umfahungsstollen und durch eine Thermalwassergewinnung aus Bohrlöchern, wie im Neuen Franz Josef-Stollen, die derzeit bestehende Wassergewinnung im Lockermaterial zu ersetzen.

Zum Zeitpunkt der refraktionsseismischen Messungen war der Bereich der Kirchbachmulde noch uninteressant und er wurde daher auch nicht untersucht. In Zusammenhang mit den letzten Ergebnissen müßte auch dieser Bereich von der Oberfläche aus vermessen werden.

Geothermische Messungen

Das aufsteigende Thermalwasser erwärmt das umliegende Untergrundmaterial. Der Temperaturhof ermöglicht eine Lokalisierung der Zuflußwege.

Im Zuge des Baues des Neuen Franz Josef-Stollens wurde auf mein Anraten eine Nische ausgesprengt, von der aus untertägige Bohrungen zur Erkundung der Gesteinstemperatur und einer eventuellen unkomplizierten Fassung des Thermalwassers möglich sein sollten.

In den Jahren 1981 bis 1986 wurden Bohrungen fächerartig leicht ansteigend hergestellt. Schon nach der ersten Bohrperiode erhielten wir eine Vorstellung über den Hauptförderweg des Thermalwassers und obendrein konnte bei einigen Bohrlöchern neues Thermalwasser nutzbar gemacht werden.

In den Bohrlöchern des Bohrfächers wurden der Zutritt von Thermalwasser und die Gesteinstemperatur gemessen. Als Temperaturfühler wurden Thermistoren mit einer relativen Genauigkeit von 0,01 Grad Celsius und einer absoluten Auflösung von 0,1 Grad Celsius verwendet. Die Messungen erfolgten punktweise in Abständen von einem Meter. Mittels eines Schiebegestänges wurde die Temperatursonde in die Bohrlöcher eingeführt. Der jeweilige Zutritt von Thermalwasser macht sich im Temperaturprofil durch größere oder kleinere Sprünge bemerkbar (Abb. 3).

Für die Bestimmung der Gesteinstemperatur sind nur trockene Bohrlöcher geeignet, weil das fließende Wasser die Temperatur verschleppt.

Zwei Bohrungen haben die geophysikalisch vermutete Zerrüttungszone im Bereich der Kirchbachmulde angetroffen. Dort wurde die bisher höchste Wassertemperatur im Thermengebiet von Badgastein von 48,46 Grad Celsius gemessen. Im nachhinein hat damit die im Jahr 1971 mit der geoelektrischen Widerstandskartierung festgestellte Minimumzone ein zukunftsweisende Interpretation erfahren.

Der nächste Schritt in der Erkundung der Gasteiner Therme müßte darin bestehen, steiler nach unten geneigte Bohrlöcher von der Nische im Neuen Franz Josef-Stollen abzuteufen, was sicherlich zu einer weiteren Steigerung der Thermalwasserspende aus dauerhaften Quelfassungen im Fels führen wird. Es wäre aber auch die geophysikalische Untersuchung in der Südost-Richtung der Minimumzone fortzusetzen. Für eine eventuelle weitere Erkundung durch einen Stollenvortrieb gegen Südosten bietet sich der Neue Franz Josef-Stollen an.

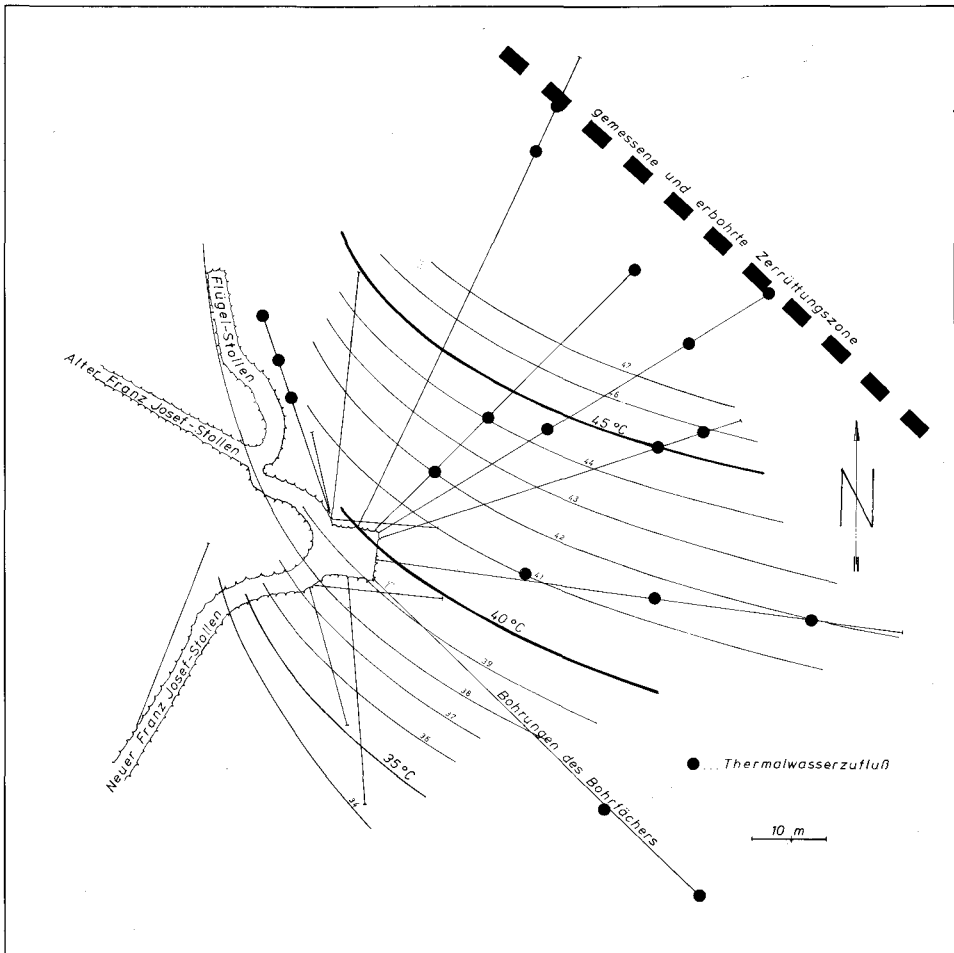


Abb. 3: Geothermische Messungen im Bohrfächer des Neuen Franz Josef-Stollens und konstante Thermalwasseraustritte.

Literatur

- EXNER, Ch.: Erläuterungen zur geologischen Karte der Umgebung von Gastein, 1:50 000 Ausgabe 1956, nebst der geologischen Karte der Umgebung von Gastein, Wien (Geol. Bundesanst.) 1957.
 SCHEMINZKY, F.: Die Tätigkeit des Forschungsinstitutes Gastein der Österreichischen Akademie der Wissenschaften. Sonderdrucke aus dem Gasteiner Badeblatt 1952-1970.

Bei der Schriftleitung eingelangt am 27. Oktober 1989