

I N H A L T S V E R Z E I C H N I S

	Seite
1. Einleitung und geographischer Überblick	1
2. Geologischer Überblick	1
3. Geothermische Messungen im Untersuchungsgebiet	3
3.1. Gründe und Hinweise für eine geothermische Untersuchung in diesem Gebiet	3
3.1.1. Geologische Hinweise	3
3.1.2. Beobachtungen im Bergbau	4
3.1.3. Anomale Quellaustritte	4
4. Geothermische Oberflächenbewertung	5
4.1. Temperaturmessungen in geschlagenen Löchern	5
4.2. Infrarotmessung	7
4.3. Auftretende Anomalien im Untersuchungsgebiet	8
4.3.1. Anomalien westlich der Linie Fohnsdorf- Murdorf	8
4.3.2. Anomalien östlich der Linie Fohnsdorf- Murdorf	9
5. Zusammenfassung und Vorschläge für weitere Untersuchungen	10
VERWENDETE LITERATUR	12

## B E I L A G E N V E R Z E I C H N I S

1. Geologische Übersichtskarte des Fohnsdorfer Beckens
2. Karte der Störungen
3. Karte der Meßpunkte und der anomalen Quellaustritte
- 4a. Karte der Oberflächentemperatur (nicht korrigiert, Meßzeit Juli 86)
- 4b. Karte der Oberflächentemperatur in 2 m Tiefe (korrigiert, Meßzeit Juni 86)
- 4c. Karte der Oberflächentemperatur in 2,3 m Tiefe (korrigiert, Meßzeit Juli 86)
5. Infrarotmeßprofil
6. Karte der Infrarotoberflächentemperaturmessungen (Meßzeit November 86)

## 1. Einleitung und geographischer Überblick

Aufgrund geologischer Daten (Kreuzungspunkt der Pöls - Lavanttalstörung mit der Mur-Mürztalfurche, Lage in einem Bruchsystem) und Erfahrungen der bis in über 1000 m Tiefe reichenden Bergbautätigkeit kann das Fohnsdorfer-Becken als Hoffungsgebiet für die Geothermie angesehen werden.

Das Becken erstreckt sich über eine Fläche von 130 km<sup>2</sup>. Die Seehöhe der Beckenoberfläche beträgt ca. 700 m über Adria, im Norden wird das Becken von den Seckauer Tauern, im SW von den Seetaler Alpen und im S und SE von der Stub- und Gleinalpe begrenzt.

## 2. Geologische Übersicht

Das Fohnsdorfer Becken gehört zu den im Jungtertiär gebildeten Senkungsfeldern, welche sich im Bereich der Norischen Senke perlschnurartig aneinanderreihen und wegen der meist in den liegenden Tertiärschichten auftretenden Kohlevorkommen wirtschaftliche Bedeutung erlangt haben. Nach Frank, Tollmann ist das Seckauer Kristallin im Norden genauso wie Stub- und Gleinalm dem Mittelostalpin zuzurechnen. Das Seckauer Kristallin ist ein Gneiskomplex und strukturmäßig weitgehend dem Stub- und Gleinalmsystem ähnlich. Eine lithologische Parallelisierung ist jedoch nicht möglich. Südlich liegt das Koralmkristallin das nach Frank gegen Norden über Stub- und Gleinalm überschoben wurde. Im Zuge dieser Überschiebung ist es zu einer großen Liegendfaltenstruktur gekommen. Temmel beschreibt adäquate Strukturen im Bereich von Scheifling, sodaß man annimmt, daß

sich diese Liegendfaltenstruktur von Osten nach Westen fortsetzt. Durch die Lavanttaler Störungszone, mit einer Relativbewegung von 4000 -5000 m, getrennt folgt im Westen die Saualm (ein tief gelegener Gesteinskomplex mit einem sehr komplexen Schuppenbau).

Gegen Norden gehen die Saualmgesteine in das Kristallin der Seetaler Alpen über. Die Seetaler Alpen stellen einen Übergangsbereich zwischen Saualm und dem Wölzerkristallin dar, und damit den Serien der Niederen Tauern. Ein charakteristisches Schichtglied im Kristallin der Niederen Tauern stellen die Bretsteinmarmore dar, die morphologisch hervortreten und großräumig von Bretstein über Pusterwald, Falkenberg, Lichtensteinberg, Eppenstein bis in den Bereich um Obdach verfolgbar sind. An der Pöls Störung ist das Kristallin der Niederen Tauern scharf zum Seckauer Kristallin abgeschnitten (Beilage 1).

Der Bau des Fohnsdorf-Knittelfelder Beckens ist stark asymmetrisch mit flach ansteigendem Nordflügel und steilem bis überkippten z.T.bruchförmig begrenzten Südflügel. Aufgrund der starken Absenkung erreicht die Beckenfüllung Mächtigkeiten bis über 2000 m. Das Fohnsdorfer Becken umfaßt nach H.Polesny vom Liegenden zum Hangenden folgende Schichtglieder limnischer bzw. limnisch fluviatiler Natur, des Karpats und des Badenien.

#### Liegendschichten

- Basisbrekzie am Rand, im Beckeninneren tonige Schiefer bis 40 m mächtig
- Liegendsandstein bis 500 m mächtig
- Bentonitlage 1,5 m
- Kohleflöz bis 15 m mächtig

#### Hangendschichten

- Brandschiefer 4 m mächtig

- Muschelkalk 0,5 m mächtig
- Erdbrandgestein
- Hangendmergel mehrere 100 m mächtig
- Blockschotter bis 1000 m mächtig

Die am stärksten gestörte Randzone liegt im SW (Hauptbeckentiefe), wo die Pölslinie und die Störung der Feebergmulde durchstreicht, bei Maria Buch, wo das Becken in enge Bruchstaffeln zerlegt und überkippt ist. Im Raum von Eppenstein wird diese Südwestrandstörung von einer NE-SW verlaufenden Störung abgeschnitten. Im NE liegt der Ingeringverwurf mit über 300 m Sprunghöhe. Im Norden ist ein verhältnismäßig ungestörter Übergang zwischen Beckenrand und Grundgebirge, nur kleinere Querstörungen staffeln den westlichen Teil abwärts. Im Beckeninneren treten im westlichen Anteil des Grubenfeldes NW streichende Brüche auf, die gegen Osten hin in ein W-E Streichen übergehen, an denen der Südteil absinkt (Beilage 2).

### **3. Geothermische Messungen im Untersuchungsgebiet**

#### **3.1. Gründe und Hinweise für eine geothermische Untersuchung in diesem Gebiet**

##### **3.1.1. Geologische Hinweise**

Das schon erwähnte Argument über die Lage in einem Bruchsystem, wo aufgrund tiefgreifender Störungen erwärmtes Wasser aufdringen kann, ähnlich wie z.B. im Wiener Becken oder der Molassezone Vorarlbergs.

Hiezu wäre noch anzuführen, das weltweit 95% des geothermalen Wassers seinen Ursprung im Niederschlag an der Erdoberfläche hat und nur 5% juvenile Wässer sind. Dies erfordert natürlich gut wasserdurchlässige Gesteinsschichten in entsprechenden Tiefen. Im bearbeiteten Gebiet könnten diese Funktion die Bretsteinmarmore einnehmen, die im südlichen Bereich des Fohnsdorfer Beckens in stark zerklüfteten und mylonitisierten Zustand anzutreffen sind.

### 3.1.2. Beobachtungen im Bergbau

- a) Wassereinbruch im Wodzicky Schacht im Jahre 1940. Beim Weiterteufen des Wodzicky Hauptschachtes wurde an der Grenze Tertiär - Kristallin in einer Teufe von 849 m eine wasserbringende Kluft angefahren. Der Wasserzufluß betrug 700 l/min, die Temperatur  $40^{\circ}\text{C}$  und in dem als milchig beschriebenen Wasser (was man auf eine Ausfällung von Kalzium zurückführen kann) stiegen Ketten von Gasblasen hoch. Aufgrund der chemischen Zusammensetzung und zwar der Konzentration von  $\text{SiO}_2$  läßt sich eine ungefähre Temperatur von  $90^{\circ}\text{C}$  im Wärmereservoir angeben. Jedoch weicht der geothermale Gradient in der Grube ( $33,8^{\circ}/\text{km}$ ) nicht signifikant vom normalen geothermalen Gradienten ab ( $33,3^{\circ}/\text{km}$ ).

- b) Sinterbildung im Wodzicky und Karl August Schacht

### 3.1.3. Anomale Quellaustritte (Beilage 3)

Im Untersuchungsgebiet treten in näherer Umgebung einige warme Quellen und Sauerlinge auf.

- a) Thalheimer Schloßbrunnen: Austrittstemperatur von  $14^{\circ}\text{C}$

- b) Säuerling in der Nähe vom Antoni Schacht
- c) Das Vorkommen von zwei warmen Quellen im Feeberggraben, die im Winter 1987 bei einer Lufttemperatur von  $-9^{\circ}\text{C}$  eine Austrittstemperatur von  $+8^{\circ}\text{C}$  hatten. Das Wasser ist stark eisenhaltig und riecht leicht nach Schwefelwasserstoff (was auf einen eventuellen Durchgang des Wassers durch die Kohleschichten hinweisen könnte).

#### 4. Geothermische Oberflächenerkundung

Die geothermische Oberflächenerkundung dieses Gebietes erfolgte einerseits durch Oberflächentemperaturmessungen in geschlagenen Löchern und andererseits durch eine Infrarot-Vermessung.

##### 4.1. Temperaturmessungen in geschlagenen Löchern

Hiezu wurden insgesamt 102 Meßpunkte angelegt (Beilage 3). Die Wahl der Standpunkte der einzelnen Meßlöcher erfolgte aufgrund folgender Überlegungen:

- ungefähr 1 Meßpunkt pro  $\text{km}^2$  und dieser so plaziert, daß möglichst ein regelmäßiger Meßpunktraster entsteht.
- in der Nähe von vermuteten (aus der Luft - und Satellitenbilddauswertung) und auskartierten Störungen
- mehrere Meßpunkte in der gleichen lithologischen Einheit

- möglichst geschützt von anthropogenen Einflüssen (wie z.B. Kinder, Mährescher, stark gedüngten Feldern, Misthaufen)
- Möglichkeit sie leicht zu jeder Jahreszeit erreichen zu können
- nicht zu große Abstände zwischen den Punkten für eine statistische Auswertung
- möglichst nicht ins Grundwasser zu gelangen, da eine genaue Vergleichbarkeit der Punkte damit nicht mehr gegeben ist.

Die Löcher wurden mittels einer Eisenstange und eines Schlägels, entsprechend den Untergrundsverhältnissen, auf Tiefen zwischen 2,10 und 2,60 m geschlagen und anschließend verrohrt. Die Messungen erfolgten ca. 2 Wochen später nachdem mit einer Temperaturangleichung der Verrohrung gerechnet werden konnte. Um den Abstand zwischen den Meßpunkten und dem vermutlichen Grundwasserspiegel festzustellen, wurden die Seehöhen der Bohrungen mittels eines Theodoliten und Distanzers einnivelliert.

Die Oberflächentemperatur variiert entsprechend der Temperaturschwankungen im Tages- bzw. Jahresrhythmus. Die sich periodisch ändernden Temperaturen dringen je nach Leitfähigkeit des Bodens unterschiedlich tief in den Boden ein. Aufgrund der Meßpunkttiefe befindet man sich außerhalb der Eindringtiefe der Tageswelle, die je nach Bodenverhältnissen bis maximal 80 cm Tiefe einen Einfluß ausübt. Somit sind an die ermittelten Temperaturen keine diesbezüglichen Korrekturen der Tageswellen anzubringen. Ende Mai 1986 erfolgte

der erste von insgesamt 12 Meßzyklen, sodaß ein kompletter Jahresgang erfaßt werden konnte. Die Temperaturmessungen wurden mit einem Widerstandthermometer auf eine Genauigkeit von 0,01 Ohmmeter gemessen und anschließend auf °C umgerechnet. Jeder Meßzyklus wurde mittels eines Computerprogrammes in Form zweidimensionaler Isothermenlinienfelder ausgeplottet.

Da die Meßpunkte auf verschiedene Tiefen geschlagen und ein kompletter Jahresgang gemessen wurde, mußten die Meßdaten korrigiert werden.

Es wurde die Jahrestemperaturschwankung, ebenso die Meßpunkttiefe auf 2,3 m und die Punkte in Hanglagen bzw. an Geländekanten korrigiert. Von diesen korrigierten Daten wurden ebenfalls Isothermenlinienfelder erstellt (Beilage 4a,4b,4c,).

Einfluß auf die Meßpunkttemperaturen hatte:

- Schneebedeckung
- Hanglagen bei Punkten
- Grundwasser, unter starkem Schmelzwassereinfluß
- Bewuchs
- Topographie
- eventuell der von Morlot im 19. Jahrhundert beschriebene Flözbrand (Brandschiefer)
- eine wahrscheinliche Abweichung des Wärmeflusses durch den Bergbau

#### 4.2. Infrarotmessung

Zum Vergleich der Temperaturmessungen in 2.3 m Tiefe mit der oberflächigen Infrarot- und Lufttemperaturmessungen und zur Ortung verschiedener Bruchzonen, an denen Thermalwasser-

migration auftreten kann, wurde das ganze Arbeitsgebiet mittels Infrarotgeothermie vermessen (Beilage 5 und 6). Die Infrarot Messung wird am besten in der Nacht mit möglichst kurzer Meßdauer durchgeführt wenn der Wärmeaustausch zwischen Boden und Luft minimal ist und die aufgrund unterschiedlicher Sonneneinstrahlung hervorgerufenen Temperaturanomalien am ehesten abgeklungen sind. Es wird bei einem Meßvorgang gleichzeitig die Luft und die Oberflächentemperatur gemessen um damit etwaige Störeinflüsse (Temperaturanomalien durch Sonneneinstrahlung) eliminieren zu können.

#### 4.3. Auftretende Anomalien im Untersuchungsgebiet

Sämtliche Temperaturanomalien treten in der Nähe von Störungen auf und können diesen zwanglos zugeordnet werden. Die Bodentemperaturen in 2,3 m Tiefe zeigen eine strukturell relativ gute Übereinstimmung mit den korrigierten Infrarot-Oberflächentemperaturen. Einige Bruchzonen, das sind vor allem die N-S und NW-SE verlaufenden Hauptbruchlinien können relativ leicht erkannt werden. Dies zeigt, daß sich ein Bruchsystem thermisch verfolgen läßt.

##### 4.3.1. Anomalien westlich der Linie Fohnsdorf-Murdorf

In diesem Teil des Arbeitsgebietes treten drei markante Anomalien auf: Umgebung Thalheim, Umgebung Pöls, südlich Fohnsdorf.

Die Pölser und die Thalheimer Anomalie lassen sich durch einen N-S streichenden Bruch erklären, der schon aus der Geologie deutlich hervorgeht. Eine Bestätigung dieser

Annahme ergibt sich aus dem Vorkommen des Thalheimer Säuerlings, wo an dieser Zerrüttungszone Kohlensäure aus großer Tiefe empordringt und sich mit absinkendem Oberflächenwasser vermischt.

Die Anomalie südlich von Fohnsdorf, bei Schloß Gabelhofen, die sich über eine Fläche von ca. 18 km<sup>2</sup> erstreckt, dürfte ihren Ursprung in den NW streichenden Pölser Bruchsystem haben. Im Zusammenhang mit diesem zeigen N-S Profile synthetische und antithetische Brüche im Kohlerevier, denen große Bedeutung bei der Absinkung dieses Beckens zukommen. Marmore im Karl-August Schacht, die die Fortsetzung der bei Dietersdorf-Kumpitz einsinkenden WNW streichenden Marmorzüge darstellen, könnten als Wasserlieferant dienen. Aufgrund einer Antiklinale im kristallinen Untergrund müßte man mit einer sedimentären Bedeckung von ca. 600 m rechnen. Störeinflüsse auf die Meßtemperaturen könnte hier der Bergbau und der beschriebene Flözbrand ausgeübt haben.

#### 4.3.2. Anomalien östlich der Linie Fohnsdorf-Murdorf

Die hier auftretenden Anomalien befinden sich in der Umgebung von Flatschach-Rattenberg und nördlich von Weißkirchen.

Es ist anzunehmen, daß der Ingering Verwurf mit einer Sprunghöhe von 300 m die Ursache für die thermische Anomalie in der Gegend von Flatschach-Rattenberg ist.

Bei der erhöhten Temperatur nördlich von Weißkirchen dürfte die durch Eppenstein nach NE streichende Störung das auslösende Moment sein.

Zwei Gebiete, die eine Temperaturerhöhung aufweisen aber aufgrund der zu geringen Meßpunkte nicht als gesicherte

Anomalien angesprochen werden können, befinden sich im Feeberggraben südlich des Erhardbauern und südwestlich von Judenburg im Oberwegbachgraben in der Nähe des Schwimmbades. Exaktere Aussagen könnten durch eine Verdichtung des Meßpunktrasters gewonnen werden. Wobei das Auftreten von den bereits erwähnten warmen Quellen im Feeberggraben durchaus zur Hoffnung berechtigt und die Sedimentmächtigkeit dieses Grabens 300 m nicht überschreitet.

Um anthropogene Einflüsse auszuschließen, wurde die Grundwassertemperatur gemessen um auch dort eine Temperaturerhöhung festzustellen, die sich im Falle einer echten - nicht durch Menschen beeinflusste - Anomalie sowohl obertags (Meßpunkte) als auch im Grundwasserbereich der Tiefbrunnen zeigen muß.

Schwierigkeiten ergaben sich durch das Fehlen von Tiefbrunnen im westlichen Teil des Fohnsdorfer Beckens. Im östlichen Bereich ließen sich aufgrund der Temperaturmessungen in den Tiefbrunnen keine anthropogenen Einflüsse feststellen.

## **5. Zusammenfassung und Vorschläge für weitere Untersuchungen**

Probleme ergaben sich vor allem meßtechnischer Natur und zwar im Winter durch die unterschiedliche Schneebedeckung, die bei manchen Meßpunkten (bis 1 m Schneebedeckung) isolierend auf das Eindringen der Temperaturwelle (Außentemperatur) wirkte. Zum zweiten der unterschiedliche Abstand der Meßpunkte zum Grundwasser, dies insbesondere an den Flanken des Beckens, wo einzelne Meßpunkte bereits im

Grundwasserbereich lagen.

Da es im Bereich von Grundwasserströmungen, die an den Flanken besonders ausgeprägt sind, zu Verzerrungen der Temperaturisolines kommt, ist ein direkter Vergleich der einzelnen Meßpunkte (insbesondere ein Vergleich von Meßpunkten an den Talflanken, mit solchen im Beckeninneren) nicht leicht möglich.

Möglicherweise besteht ein Störeinfluß des Bergbaues auf die Oberflächentemperatur (scheinbare Anomalien können durch ein Ablenken des Wärmeflusses an den horizontalen Grubenbauten entstehen), der sich jedoch nur durch zusätzliche Untersuchungen verifizieren läßt.

Die Anomalien berechtigen zu einer gewissen Hoffnung, jedoch bleibt nach dem derzeitigen Kenntnisstand offen, ob das Wasserangebot in den Wärmereservoirs für eine geothermische Nutzung ausreichend ist. Für eine "trockene Geothermie", d.h. künstliches Einpressen von Wasser in die Wärmereservoirs, sind die Temperaturen mit Sicherheit zu gering.

In der Näheren Umgebung von Judenburg gibt die Anomalie südlich von Fohnsdorf den größten Grund zur Hoffnung.

Vorschläge für weitere Untersuchungen wären:

- 1) Verdichten der Meßpunkte in Form von Meßprofilen im Feeberggraben (Bereich Erhardbauer), südlich von Fohnsdorf (Umgebung von Schloß Gabelhofen) und im Bereich des Schwimmbades Judenburg im Oberwegbachgraben.
- 2) Das Abteufen von einzelnen Tiefbohrungen (30 - 40 m)

entlang der Meßpunktprofile um den genauen geothermischen Gradienten und damit den Wärmefluß bestimmen zu können.

- 3) Reflexionsseismische Untersuchungen des Untergrundes auf vorhandene Brüche.
- 4) Eventuell eine karsthydrogeologische Untersuchung zur Bestimmung des Einzugsgebietes der Tiefenwässer.

#### VERWENDETE LITERATUR

BUNTEBARTH,G: Geothermie, 155 S, Berlin (Springer) 1980.

FRANK,W.: (in:) Faupl,P.: Geodynamics of The Eastern Alps,Wien (Deuticke) 1987

METZ, K.: Beiträge zur tektonischen Baugeschichte und Position des Fohnsdorf-Knittelfelder Tertiärbeckens.- Mitt.Abt.Geol.etc.Landesmuseum Joanneum, 33, 4-33, Graz 1973

METZ,K.: Bruchsysteme und Westbewegungen in den östlichen Zentralalpen.-Mitt. österr. geol. Ges.,69 (1976),27-47, Wien 1978

MORLOT,A.v.: Erläuterungen zur geologisch bearbeiteten VIII Sektion der Generalquartiermeisterstabs-Spezialkarte von Steiermark und Illyrien & Geol.Karte. 1-86, Wien 1848.

- POLESNY, H.: Beitrag zur Geologie des Fohnsdorf-Knittel-  
felder und Seckauer Beckens.-Unveröff. Diss.  
phil.Fak.Univ.Wien, 233 S, Wien 1970.
- SOVINZ, A.: Der Wassereinbruch im Wodzicky-Hauptschacht in  
Fohnsdorf und seine Abdämmung.- Berg-  
u.Hüttenmän. Mh., Bd.92, Wien 1947.
- TEMMELE, R.: Aufrechte und inverse Metamorphosezonierungen  
im Kristallin beiderseits des Murtales im  
Bereich von Unzmarkt (Steiermark), S 100,  
unveröff. Dipl.Arb., Wien 1987.
- THURNER, A. & HUSEN, D.van: Geologische Karte der Republik  
Österreich 1:50.000, Blatt 160, Neumarkt in  
Steiermark.- Wien (Geol.B.-A.) 1978.
- THURNER, A. & HUSEN, D.van: Erläuterungen zu Blatt 160  
Neumarkt in Steiermark.- Geol.B.-A., 64 S, Wien  
1980.
- TOLLMANN, A.: Geologie von Österreich. Bd.I. Die  
Zentralalpen.- XVI, 766 S, Wien (Deuticke) 1977.
- WEBER, F. & MILITZER, H.: Angewandte Geophysik. Band II.  
Geoelektrik, Geothermik, Radiometrie,  
Aeromagnetik.- 371 S, Berlin (Springer) 1985.
- WEBER, L. & WEISS, A.: Bergbaugeschichte und Geologie der  
Österreichischen Braunkohlenvorkommen.- Arch.  
Lagerstättenforschung, 4, 1-317, Wien 1983.

ZOJER, H.: Untersuchungen der Grundwasserverhältnisse des Murbodens im Bereich Judenburg-Farrachwald im Zusammenhang mit dem geplanten Bau des Kraftwerkes Farrach.- Unveröff.Gutachten, 24 S, Graz 1983.