

Abtschrift!

Roll-Sack

Bergbehörde Halle  
Übergeordnetes Organ  
Oberste Bergbehörde  
beim Ministerrat der DDR

VE Fläß- und Schwerepatbetriebe  
- Werk Rottleberode -

4/11 Rottleberode

401 Halle (Saale)  
Ludwig-Wachener-Str. 9  
4.10.1977

TL-Hei/Rie 15.2.1977 -610/77/Gell./Wei.-

Ergebnisbericht Hydrogeologie Nordquerschlag 5. Sohle Fluor-  
schacht (Querschlag zum Brachmannsberg) Lagerstättengeologie  
- Fluorit

Nach Einsichtnahme in das o.a. hydrogeologische Gutachten muß festgestellt werden, daß zu den Schlußfolgerungen des Gutachtens keine verbindlichen Angaben vorhanden sind und die erforderlichen Abstimmungen mit dem VEB Geologische Forschung und Erkundung Halle noch nicht terminlich fixiert wurden.

In Auswertung der Prüfung des o.a. Gutachtens wird folgendes verfügt:

1. In Auswertung der neuen Erkundungsergebnisse für das Objekt Brachmannsberg ist eine Optimierung des Auffabrungszyklusses in Verbindung mit der effektivst möglichen Wasserhaltungskapazität durchzuführen.
2. Erforderliche Maßnahmen zur Erhöhung der Wasserhaltungskapazität auf Grund der Erhöhung der Auffabrungsleistung sind rechtzeitig abzustimmen und vorzubereiten.
3. Zu der Realisierung der Festlegungen und Schlußfolgerungen ist mit dem GFE-Halle eine Erörterung zu führen, wonach die Verantwortlichkeit und die Realisierung terminlich zu binden sind.
4. Für die Wasserhaltung Straßberg ist, wie schon mündlich mit Gen. Sack abgesprochen, ein Wasserstammbaum zu erarbeiten, der die Zuflüsse und Pumpspeisungen einschließlich Reserve und Stauraum beinhalten muß.
5. Der Bergbehörde Halle ist über die durchgeführten und eingeleiteten Maßnahmen bis zum 28. 02. 1978 zu berichten.

Diese Verfügung ist den zuständigen leitenden Mitarbeitern zur Kenntnis zu geben und zum Zechenbuch zu nehmen.

Gegen diese Entscheidung der Bergbehörde besteht das Recht der Beschwerde. Die Beschwerde ist innerhalb eines Monats bei der Bergbehörde einzulegen und zu begründen.  
Die Beschwerde hat aufschiebende Wirkung.

Anlage  
VD GFE 67/76/6/1-52

gez. Keck  
Leiter der Bergbehörde  
H a l l e

F.d.R.d.A. *Rewänder*  
Rottleberode, 14. 10. 1977

verteiler d. Abschrift: WAL, PS IV, LIE, Om Str, LGeo Koll. Sack, BGL  
31.GFE

VD 36172

VEB Geologische Forschung  
und Erkundung  
BT Halle, GH24 Blankenburg

Formblatt 1 TGL 24406/03

372 Blankenburg (Harz), 30.6.1976

Betrieb

Ort, Datum

T i t e l		Geheimhaltungsgrad				
Ergebnisbericht Hydrogeologie Nord- querschlag Art der Dokumentation 5. Sohle Fluorschacht (Querschlag zum Brachmannsberg) Lagerstättengeologie - Fluorit Fachbereich		<del>Vertrauliche Dienstbescheinigung</del>				
		Nachweis- Bereich	Lfd. Nr.	Jahr	Ausf.-Nr.	Blatt
Fluorit Brachmannsberg Objekt		GHB	67	76	6	1-52

*planat*

30. Dez. 1988

*Re 25*  
**2**

Objektkurzbezeichnung: Fluorit Brachmannsberg

Text: 39 Blatt, Anlagen: 13 mit 13 Blatt, Literaturangaben: 9

Auftraggeber : Ministerium für Geologie

Kostenträger-Nr.: 1.2369.00.13.3 Vertrag-Nr.:

Bezirk (A)	: Halle
Kreis (A)	: Quedlinburg
Gemeinde (o)	: Straßberg, Siptenfelde
Meßtischblatt	: 4332
(Nr./Name)	: Harzgerode
Flußgebiet : Selke - Bode	
Teilflußgebiet (e): Uhlenbach - Selke	
Wasserwirtschaftsdirektion: Saale - Werra, Halle (Saale)	
Oberflußmeisterei: Halle (Saale)	

Bestätigt:

Halle, den 30. Juli 1976

Ort, Datum

*r. k. Winkler*  
Name Winkler  
Funktion Dir. f. Geologie

Verteiler:

- 1 x MiGeo Berlin
- 1 x Min.f. Erzbergbau, Metallurgie und Kali
- 1 x VEB Komb. Kali Sondershausen
- 1 x " FSB Lengenfeld
- 1 x " Werk Rottleberode
- 1 x " Werk Ilmenau

- 3 x VEB GFE Halle
- BT Halle (Transparent)
- BT Halle, GH 24
- BT Halle, GH24 Harzgerode

VD GHB 67/76/Ex. 6/B1.2

## B e a r b e i t u n g s n a c h w e i s

Art der Dokumentation: Ergebnisbericht Hydrogeologie Nordquerschlag  
5. Sohle Fluorschacht (Querschlag zum Brach-  
mannsberg)

Objektkurzbezeichnung: Fluorit Brachmannsberg

Kostenträgernummer : 1.2369.00.13.3

Bearbeitungszeitraum : 1973 - 5/76

## Bearbeiter

Abschnitt-Nr.	Name	Vorname	Qualifikation	Funktion
1	Dr. Lutzens	Helmut	Dipl.-Geol.	Abt.-Leiter
2 b. 12 u. Anlagen	Seidel	Franz	Geol.-Ing.	wiss. Mit- arbeiter
5 u. 10 b. 12 (Überarbeitung)	Dr. Kater		Dipl.-Geol. -Hydrogeol.-	"

## Verantwortliche(r) Bearbeiter

Seidel, Franz

## Leiter

Abt.-Ltr. GH 24 Dr. Lutzens, H.

Chefgeologe Dr. Glapa, H.

## Gutachter

Funktion

Name

Datum

Unterschrift

<u>Inhaltsverzeichnis</u>	<u>Seite</u>
1. Aufgabenstellung und volkswirtschaftliche Begründung der Untersuchungen	5
2. Allgemeine Angaben zum Untersuchungsgebiet	7
2.1. Geographische Übersicht	7
2.2. Geologische Übersicht	7
2.3. Bisherige Untersuchungsarbeiten	9
3. Durchführung der Untersuchungsarbeiten	9
3.1. Untersuchungskonzeption und zeitlicher Ablauf	9
3.2. Methoden und Verfahren	10
4. Geologie der Lagerstätte	11
4.1. Stratigraphie, Petrographie, Genese	11
4.2. Lagerung, Tektonik	12
4.3. Nutzgestein	14
5. Hydrologische und hydrogeologische Verhältnisse	14
5.1. Ausbildung des Grundwasserspeichers	14
5.1.1. Nordquerschlag	14
5.1.2. Überlagerung des Anstehenden	16
5.2. Wasserdynamik	17
5.2.1. Wasserabfluß im Nordquerschlag	17
5.2.2. Grundwasserbeobachtungen an den Brunnen in Siptenfelde	21
5.2.3. Berechnung des theoretischen Abflusses	23
5.2.3.1. Berechnungsmethodik	23
5.2.3.2. Berechnung der Zuflußkomponenten	27
5.3. Wasserbeschaffenheit	29
6. - 9. entfällt	
10. Vorratsberechnung	31
11. Geologisch-ökonomische Bewertung	33
12. Zusammenfassung und Schlußfolgerungen	34
13. Literaturverzeichnis	38

Anlagenverzeichnis

- Anlage 1: Lageplan mit Übertagesituation  
M. 1 : 10 000
- Anlage 2: Konstruktion des Verlaufs der durchfahrenen  
Störungen und Gangtrümer  
1 : 10 000
- Anlage 3: Brunnenbeobachtung Siptenfelde/Harz  
Höhen innerhalb des Ortes, Lage der Brunnen  
und Verlauf der Profile  
M. 1 : 10 000
- Anlage 4: Entwicklung der hydrogeologischen Situation  
im Nordquerschlag im Vergleich zum Vortrieb
- Anlage 5.1: Vortriebsmeter/Wassermengen-Diagramm  
Hydrologische Situation vom 8.2.1973 - 31.12.1975  
(Auffahrung einschl. Vorbohrung und Umfahrung)  
M. 1 : 1 250
- Anlage 5.2: Wassermengen/Zeit-Diagramm  
Hydrologische Situation v. 8.2.1973 - 31.12.1975  
(Auffahrung einschl. Vorbohrung und Umfahrung)
- Anlage 6: Vergleich der Wasserabflußkurve des Nordquer-  
schlags mit den monatlichen Niederschlagswerten  
der Meßstation Försterei Uhlenstein des  
Meteorologischen Dienstes der DDR
- Anlage 7.1: Brunnenbeobachtung Siptenfelde/Harz  
Wasserspiegelmessungen, Profil 1 - 3
- Anlage 7.2: Brunnenbeobachtung Siptenfelde/Harz  
Wasserspiegelmessungen, Profil 4 - 6
- Anlage 7.3: Brunnenbeobachtung Siptenfelde/Harz  
Wasserspiegelmessungen, Profil 7 und 8
- Anlage 8: Brunnenbeobachtung Siptenfelde/Harz  
Ermittlung der Gesamtlänge des hydro-  
logisch erschlossenen Raumes am 31.12.1975  
M. 1 : 500
- Anlage 9.1: Wasserproben aus den Gängen
- Anlage 9.2: Diagramm zur Einstufung der Wasser

# 1. Aufgabenstellung und volkswirtschaftliche Begründung der Untersuchungen

Beim Vortrieb des Nordquerschlags von der 5. Sohle des Fluorschachts Straßberg zum Brachmannsberg (ca. 3 km), der in hydrogeologisch unverritzten Gebirge (Tanner Grauwacke) erfolgt, traten in unterschiedlichem Maße starke Wasserzuflüsse auf, so daß das Vortriebstempo infolge Überforderung der Grubenwasserhaltung stark gedrosselt bis zeitweilig eingestellt werden mußte. Diese unvorhergesehene Situation erforderte besondere hydrogeologische Maßnahmen und Auswertungen sowie begründete Einschätzungen der beim weiteren Vortrieb bis zum Erreichen der Struktur Brachmannsberg und der dort selbst zu erwartenden hydrogeologischen Situation, die ursprünglich nicht in diesem Ausmaße für die geologische Bearbeitung und Betreuung des Objektes vorgesehen waren.

Eine erste Einschätzung der Wassersituation im Nordquerschlag unter Auswertung geophysikalischer Übertagemessungen (Geoelektrik) mit Vorschlägen von Sicherungsmaßnahmen wurde bereits am 30.8. 1973 aus seinerzeit dringend erforderlichem Anlaß in Form eines Gutachtens (ZIMMERMANN 1973) vorgelegt. Mit dem hier vorgelegten Bericht wird eine erste vorläufige Einschätzung der hydrogeologischen Situation auf Grund der seit Anfang 1973 bis zum 31.12.1975 durchgeführten hydrogeologischen und hydrologischen Beobachtungen und Messungen, jedoch ohne eine vollständige Wasserneubildungsbilanz, mitgeteilt. Mit dieser Untersuchung, die weitestgehend der Initiative des Objektgeologen zu verdanken ist, wurde die Grundlage für die Fortführung der Wassermessungen und deren systematische Auswertungen geschaffen.

Da durch die starken Wasserzuflüsse das Tempo der bergmännischen Auffahrungen erheblich beeinflußt worden ist und sich bei vorgesehener Forcierung des Auffahrtstempos zur frühest möglichen Erschließung der Flußspatlagerstätte Brachmannsberg

beträchtliche Kosten erhöhungen einstellen, ist die hydrogeologische Bearbeitung zu einem außerordentlich wichtigen Bestandteil der geologischen Objektbearbeitung geworden, damit die Sicherheit des gesamten Fluorschachts Straßberg durch die Beherrschung der zu erwartenden Wasserzuflüsse weiterhin gewährleistet werden kann. Entsprechende Forderungen als Voraussetzungen für die verbesserte und effektivere hydrogeologische Bearbeitung des Querschlags werden in Übereinstimmung mit den anhand des bis 31.3.1976 fertiggestellten Berichtsmanuskripts eingeholten Stellungnahmen versierter Hydrogeologen (Dr. Kater, GFE und Koll. Schlemenz, FSB Werk Ilmenau) und der Beratung des Arbeitskreises Flußspat vom 10./11.6.1975 in Rottleberode in Kap. 12 dieses Berichts vorgelegt.

Eine ausführliche Darstellung der geologischen Situation im Bereich des Nordquerschlags erfolgt in besonderen geologischen Dokumentationsberichten. Für den bis 1969 aufgeführten Abschnitt bis 340 m sowie für die erste neu aufgeführte Strecke des Querschlags bis 600 m (insgesamt 940 m Gesamtaufahrung) liegt der erste Bericht dieser Art bereits vor (BRIDEL 1975). In Kap. 4 werden deshalb nur die zum Verständnis der Hydrogeologie des Gesamtgebiets erforderlichen Angaben dargelegt.

Die auf Grund des bis 31.3.1976 erarbeiteten Manuskripts seitens der beiden o.g. Gutachter notwendigen Ergänzungen bzw. Überarbeitungen wurden in der hier vorliegenden Fassung des Berichts bereits weitestgehend berücksichtigt. Seitens des GFE-Gutachters (Dr. Kater) wurden dabei die Kap. 5, 10 bis 12 in Zusammenarbeit mit dem Objektgeologen überarbeitet und neu gefaßt.

## 2. Allgemeine Angaben zum Untersuchungsgebiet

### 2.1. Geographische Übersicht

Das Untersuchungsgebiet liegt im Kreis Quedlinburg östlich der Ortschaft Siptenfelde. Es handelt sich um einen 3 km breiten Geländeabschnitt zwischen dem Fluorschacht Straßberg und dem Brahmansberg (Anl. 1). Das bekannt Pingengebiet am Brahmansberg liegt rd. 1,5 km nordöstlich von Siptenfelde und ist von der F 242 aus auf dem parallel des Uhlenbaches in Richtung NW zur Försterei Uhlenstein führenden Fahrweg zu erreichen. Die Entfernung von der Straße bis zu den Pingen beträgt rd. 0,8 km.

Das Gelände im gesamten Untersuchungsraum weist Höhen von 425 - 380 m ü. NN auf. Durch kleine Bäche, die als Zuflüsse des NW/SÜ verlaufenden Uhlenbaches das Gelände in östlicher E/W-Richtung entwässern, ist die Landschaft sanft wellig durch streichende Höhenrücken aufgegliedert. Durch das Untersuchungs-vorhaben werden zwei derartige Talsenken und das Uhlenbachtal unterfahren.

Das Gelände zwischen dem Fluorschacht und Brahmansberg wird größtenteils landwirtschaftlich und nur zu einem kleinen Teil forstwirtschaftlich genutzt.

In dem zur Harzer Klimazone gehörenden Untersuchungsgebiet betragen die Niederschläge jährlich rd. 700 mm. Bezüglich des Grundwassers ist zu sagen, daß in Siptenfelde keine Nutzung für Trinkwasserzwecke mehr erfolgt, da 1953 ein Teil und 1969 der Rest der Haushalte des Ortes an die zentrale Wasserversorgung von Straßberg angeschlossen wurden.

### 2.2. Geologische Übersicht

Südlich des Harberg-Plutons werden die paläozoischen Schichten von N nach S der Blankenburger Zone, der TANNER Zone und der Harzgeröder Zone zugeordnet. Die Gesteine dieser Schichten umgeben den Granitpluton im Süden und Osten schalenförmig. Großräumig gesehen zeichnet sich dadurch ein S-förmiger

Verlauf dieser drei Einheiten ab. Im Raum Bad Lauterberg (westlicher Südharz) sind diese Abfolgen in einer S./NE-Streichrichtung, zwischen Tanne und Alexisbad von W nach E und von Alexisbad nach Gernrode in S/N-Richtung angeordnet.

Zur Blankenburger Einheit gehören die Schichten der Wissenbacher Schiefer (Unteres Mitteldevon) und der Hauptquarzitfazies (Oberes Unterdevon nach der geologischen Karte von 1928, nach neuesten Untersuchungen [LUEZENS 1972] hochunterkarbonische Olisthostrome). Die sich südlich anschließende Tanner Grauwacke wurde von REICHBSTEIN (1961) ins Unterkarbon gestellt. Zwischen Siptenfelde und Straßberg treten südlich des Biewender Störungssystems die von DAHLGRUB (1928) als Unterems eingestuftes Grauwacken und Schieferfolgen auf, die nach HUCKENHOLZ (1958) eine stärker verschuppte Serie von Tanager Grauwacke und ebenfalls hochunterkarbonischen Olisthostromen (vgl. LUEZENS 1972) darstellen.

Die paläozoischen Schichten wurden infolge der variszischen Gebirgsbildung gefaltet, z.T. geschiefert und mit örtlich unterschiedlicher Intensität zerschert. Weitere tektonische Bewegungen und Beanspruchung löste die Intrusion des Ramberggranits im Rotliegenden (HOPPE u.a. 1955) aus. Der Granit intrudierte in die bereits gefalteten Schichten und hob die ihn bedeckende Sedimenthülle gewölbeartig an. Gebirgsbildung und Granitintrusion waren die Ursachen für die Klüftung des Gesteins, für die Anlage von Störungen und Dislokationen von Gesteinsschollen. Bereits früher angelegte Störungssysteme erfuhr durch spätere tektonische Vorgänge eine Wiederbelebung. Zum Teil sind diese Störungen mineralisiert. Die Mineralisation erfolgte durch den Absatz mitgeführter Stoffe aus pneumatolytischen und vor allem Dingen hydrothermalen Lösungen innerhalb dieser Störungssysteme hauptsächlich in der variszischen Ära (vgl. KUSCHKA & FRANKE 1974).

Im Straßberger Raum stellen das Straßberg-Heudorfer und das Biewender Störungssystem die wichtigsten Mineralgangsysteme dar. Der Brachmannsberger Gang nordöstlich Siptenfelde streicht, wie die vorher genannten Mineralgangsysteme, ebenfalls in NW/SE-Richtung, hat aber eine geringere streichende

Erstreckung. Nach KUSCHKA & FRANKE wird der Brachmannsberger Gang zum Treseburg-Harzgeröder Störungssystem gestellt. Er liegt in seiner Gesamterstreckung innerhalb der Tanner Grauwacke.

### 2.3. Bisherige Untersuchungsarbeiten

Im Verlauf der dreijährigen Vortriebsarbeiten wurde neben der geologischen Bearbeitung auch die Hydrogeologie des Gebietes mit erfasst. Außerdem erfolgten Messungen des Gesamtwasserabflusses aus dem Nordquerschlag. Für den Nachweis der Beeinflussung des Wasserabflusses unter Tage durch die Niederschläge wurde mit dem Meteorologischen Dienst der DDR vertraglich die Lieferung der monatlichen Niederschlagswerte der Meßstation Forsterei Uhlenstein vereinbart. Zusätzlich erfolgten noch Brunnenbeobachtungen in Siptenfelde.

## 3. Durchführung der Untersuchungsarbeiten

### 3.1. Untersuchungskonzeption und zeitlicher Ablauf

Die eingehende hydrogeologische Beobachtung wurde infolge des starken Wasserzuflusses unmittelbar nach Beginn der Auffahrung am 8.2.1973 ins Programm der geologischen Objektbearbeitung aufgenommen. In Bezug auf die Grubensicherheit machte sich auch die laufende Kenntnis des Gesamtwasserabflusses und der Zuflüsse aus Vorbohrungen notwendig. Diese in einer Abflußkurve erfaßten Werte geben in Verbindung mit der Vortriebsentwicklung über die hydrogeologischen Verhältnisse gute Aufschlüsse. Mit den Abflußwerten als Ausgangsbasis wurde zusätzlich noch ein Wassermengen/Zeit- und Vortriebsmeter/Wassermengen-Diagramm aufgestellt. Vorbohrungen wurden ebenfalls ins Meßprogramm einbezogen. Die Beschaffung der monatlichen Niederschlagswerte machte sich im Laufe des Vortriebs notwendig, als im Querschlag registrierte Erhöhungen des Wasserabflusses nicht mehr von der geologischen Situation ableitbar waren. Auf der Suche nach Anhaltspunkten in Bezug auf die Auswirkungen des Grundwasserentzugs im Siptenfelder Raum durch die bergmännische Auffahrung wurde 1974 mit Brunnenbeobachtungen in Siptenfelde

begonnen. Die Ergebnisse der Brunnenmessungen sind in Profilen dargestellt.

### 3.2. Methoden und Verfahren

Gesamtwasserabflußmessung: 61 m nördlich der Weststrecke - 5. Sohle - werden im Nordquerschlag laufend Wasserabflußmessungen vorgenommen. Die Ermittlung der abfließenden Wassermengen erfolgt durch Bestimmung der mittleren Fließgeschwindigkeit in einem definierten Durchflußprofil.

Hydrogeologische Beobachtungen im Querschlag: Bei der Kartierung wird die hydrogeologische Situation für die spätere Dokumentation mit erfaßt. Das heißt, daß Zonen mit Tropfwasserstellen, Regenstellen und trockene Abschnitte jeweils metermäßig getrennt registriert werden. Die Darstellung dieser Beobachtungen erfolgt in den Anlagen zu den Dokumentationsberichten (vgl. SEIDEL 1975).

Wassermessungen in Vorbohrungen: Zur hydrogeologischen Erkundung des Vorfeldes der Auffahrung werden im Bedarfsfalle Vorbohrungen durchgeführt. Im Verlauf der Bohrung erfolgt bei unterschiedlichem Vortriebsstand die Messung des austretenden Wassers. Die Wassermenge in Liter pro Sekunde wird mittels Stoppuhr und Meßgefäß (93 l - Faß) durchgeführt. Bei Wasserdruckmessungen wird das Bohrloch durch einen Packer verschlossen und der Druck an aufgesetzten Manometer abgelesen.

Brunnenbeobachtungen in Siptenfelde: Für die Beurteilung der Auswirkungen des Vortriebs auf den Grundwasserstand des Siptenfelder Raumes werden im Ort 20 Brunnen kontrolliert. Im Frühjahr und Herbst wird die Höhe des Wasserspiegels unter Flur in den Brunnen gemessen.

Erfassen der Niederschläge: Im Verlauf des Vortriebs hat sich ergeben, daß die Kenntnis der monatlichen Niederschlagswerte Prognosen zur Entwicklung des Wasserabflusses im Nordquerschlag erlaubt. Aus diesem Grunde wurde mit dem Meteorologischen Dienst der DDR in Halle die laufende Übermittlung

der von der Meßstation Försterei Uhlenstein registrierten Werte vereinbart.

#### 4. Geologie der Lagerstätte

In dieser Dokumentation werden die hydrologischen und hydrogeologischen Verhältnisse dargelegt. Aus diesem Grunde wird vorrangig das Grundwasserspelchergestein beurteilt. Die zu erkundende Flußspatlagerstätte am Brachmannsberg, in der bisherigen Auffahrung erschlossene und in dem noch aufzufahren- den Abschnitt möglicherweise noch zu erwartende Mineralgänge werden nur im Hinblick auf die Hydrogeologie erörtert.

##### 4.1. Stratigraphie, Petrographie, Genese

Im Gebiet zwischen dem Bivender- und Brachmannsberger Gangzug steht die Schichtenfolge der Tanner Grauwacke (Unterkarbon) an. Diese als Meeressedimente abgelagerte und variszisch deformierte Schichtenfolge stellt als typische Flyschfazies eine Wechsellagerung von dunkelgrauen, tonigen und etwas helleren, sandigen Lagen und Bänken mit Einschaltungen von feins bis grobkörnigen, kompakten Grauwacken in z.T. mächtigen Bänken dar (vgl. MEIER & THOMAS 1969). Die hell und dunkel gebänderte, tonig/sandige Wechselfolge wird als Grauwackentonschiefer bezeichnet. Hell- bis grünlichgraue Färbung weist die kompakte Grauwacke auf (vgl. HABITZSCH 1962, REICHSTEIN 1965).

Im Verlauf der Sedimentation kam es auch örtlich durch turbulente Strömungen zu fiasrig/wolkigen Sedimentationsbildungen. Untermeerische Rutschungen, ausgelöst durch Senkung des Meeresbodens innerhalb der Geosynklinale bzw. durch tektonische Vorgänge, haben örtlich die normalen Lagerungsverhältnisse gestört.

Bei Siptenfelde reicht die Tanner Grauwacke bereits in den äußeren Kontakthof des Ramberggranits. Das Gestein ist infolge Aufheizung durch den intrudierten Granit örtlich in seiner stofflichen Zusammensetzung und Färbung verändert. Häufig ist es dadurch rötlichgrau gefärbt. In der äußeren Kontaktzone (Knotenschieferzone) weist das Gestein im frischen

Zustand z.T. millimetergroße Knötchenbildungen von grünlicher Färbung auf.

Das anstehende Gestein wird von geringmächtigen Schutt-  
ablagerungen quartären Alters überdeckt.

#### 4.2. Lagerung, Tektonik

Im Verlauf der variszischen Orogenese wurden die paläozoischen Schichten des Harzes zu NW-vergenten Falten mit erzgebirgischem Streichen zusammengeschoben und teilweise stärker verschuppt. Die ehemals horizontale Lage der Schichtung wurde dabei stark verändert.

Die bisherige Auswertung der im Nordquerschlag durchgeführten Schichtungsmeßwerte ergibt ein Generalstreichen von  $110^{\circ}$  bei einem mittleren Einfallen von ca.  $25^{\circ}$  nach SW (vgl. BEIDEL 1975). Ab 600 m bis 770 m treten meist Streichrichtungen von  $80 - 140^{\circ}$  bei einem Einfallen von  $10 - 45^{\circ}$  nach S bis SW auf. Örtlich sind auch stark abweichende Werte ( $180 - 215^{\circ}/25 - 40^{\circ}$  W) zu verzeichnen. Streichrichtungen von  $65 - 110^{\circ}$  und einem Einfallen von ca.  $10 - 40^{\circ}$  nach SE bis S wurden von 800 m bis 995 m gemessen. Im tektonisch stark gestörten Abschnitt von 1 000 m bis 1 011 m beträgt das Streichen der Schichtung  $65 - 90^{\circ}$  bei einem Einfallen von  $80 - 95^{\circ}$  nach SE bis S.

Ein grober Vergleich der Meßwerte aus den angeführten Etappen läßt erkennen, daß die Streichrichtung der Schichtung mit zunehmender Länge des Querschlags in nordöstlicher Vortriebsrichtung eine geringfügige Änderung erfährt.

Großräumige Faltenbildungen wurden bisher nicht beobachtet. Für diese Schichtenfolge scheint nicht Faltenbildung, sondern eine intensive Zerschерung charakteristisch zu sein. Stark vom allgemein üblichen Streichen und Einfallen der Schichtung abweichende Werte wurden bisher nur im Bereich von Störungen ermittelt.

Die tektonische Beanspruchung des Gesteins ist in Form von Klüften, Störungen und Mineralgängen nachweisbar. Größtenteils tritt im Nordquerschlag eine mittelmäßige, z.T. auch grobe Klüftung in Erscheinung. Das heißt, mittlere bis weite Kluftabstände bestimmen das Gefüge des Gesteins. Im Bereich von markant hervortretenden Störungen tritt eine intensive Zerschörung bzw. eine engschalige Klüftung auf.

Nach Auswertung der Kluftmessungen von 0 - 600 m (vgl. SEIDEL 1975) und einer groben Beurteilung bis 1 011,1 m treten folgende Kluftrichtungen auf:

Vorherrschend 150 - 225°/steil nach E und W einfallend;  
 zweitrangig 100 - 150°/steil nach N bis NE einfallend,  
 25 - 55°/steil nach NW u. SE einfallend,  
 55 - 100°/steil nach NW b. N einfallend.

Ein Vergleich der Schieferung mit den Kluftrichtungen ergibt, daß die vorherrschend auftretenden Klüfte  $\alpha\alpha$ -Klüfte (Querklüfte) darstellen. Die als zweitrangig bezeichneten Klüfte stellen bezüglich der Beanspruchung beim Faltungsvorgang Diagonal- bzw. Scher- und Längsklüfte dar. Natürlich hat auch die Granitintrusion in der Schichtenfolge der Tanner Grauwacke ihre Spuren hinterlassen. Der aus der Tiefe in SSW/NNE-Richtung aufgestiegene Granitpluton ist im tieferen Untergrund als schwellenartige Aufwölbung in der angeführten Richtung vorhanden. RABITZSCH (1962) stellte fest, daß die Querklüfte östlich des Plutons nach WSW und westlich steil nach ENE bis E einfallen.

Die Klüfte zeigen z.T. geringe Quarz- und Chloritbestände, Pyritenflüge und vielfach auch schmieriges, weißes, kaolinartiges Material. Mineralfüllungen in Form von Quarz weisen meist drusige Ausbildung auf. Zwischen den Scherflächen von markant ausgebildeten Störungen tritt zerriebenes, breccienartiges bis grusiges Gesteinsmaterial in Erscheinung, das örtlich z.T. mit Quarzschlieren durchsetzt ist.

Für den Verlauf von Störungen ergeben sich bisher folgende Richtungen:

- ca. 110 - 150°/20 - 90° S bis SW, weniger NE
- ca. 70 - 110°/20 - 95° SE bis S und NW bis N
- ca. 160 - 200°/50 - 90° NE bis E und 60° SW.

Bon 0 - 600 m wurden folgende Mineralgänge durchfahren (Neuauffahrung):

Siptenfelder Gang bei rd. 3 m	120/75° SW	1,5 m mächtig
Gang bei 145 m	125/90° NE	0,4 - 1,2 m mächtig
Gang bei 499 m	165/85° NE	0,4 m mächtig
Mühlweggang bei rd. 596 m	175/95° W	1,6 m mächtig.

Ab 600 m bis 1 011 m wurde keine nennenswerte Mineralisation angetroffen. Eine detaillierte Auswertung der Kartierung dieses Abschnitts bezüglich Lagerung und Tektonik erfolgt zu einem späteren Zeitpunkt in einem weiteren Dokumentationsbericht.

#### 4.3. Nutzgestein

Die gesamten bergmännischen Arbeiten dienen der Suche nach dem Mineral Flußspat.

### 5. Hydrologische und hydrogeologische Verhältnisse

#### 5.1. Ausbildung des Grundwasserspeichers

##### 5.1.1. Nordquerschlag

Ausbildung: Vom Beginn der Auffahrung aus der W-Strecke der 5. Sohle stehen im Verlauf der 340 m langen Altauffahrung Grauwackentonschiefer und Grauwacken des Tanner Systems an. Diese Wechselfolge setzt sich über die bei 340 m beginnende Neuauffahrung bis ca. 400 m (= 740 m Gesamtauffahrung) fort. Von da an bis 540 m Neuauffahrung steht vorherrschend kompakte Grauwacke an, die selten dünne Grauwackentonschieferhorizonte führt. Ab 540 m schließt sich wieder eine Wechselfolge von Grauwackentonschiefer und Grauwacke an, die bei ca. 750 m in kompakte Grauwacke übergeht. Dieses kompakte Gestein steht anschließend bis zu der bei 998 m aufge-

geschlossenen Störung an. Im Verlauf der stärker tektonisch beanspruchten Zone schließt sich von 998 m bis 1 011 m eine Grauwackentonschiefer/Grauwacke - Wechselfolge an. Die Grauwackentonschiefer stellen eine Wechselfolge von dunkelgrauen, tonigen und hellgrauen, sandigeren Schichten dar. Innerhalb dieser Ablagerungen gibt es alle Übergänge von tonigen zu den sandigeren und damit von dunkleren zu den heller gefärbten Lagen bis hin zur Grauwacke. Hellgrau bis grünlichgrau gefärbt ist größtenteils die kompakte Grauwacke, die meist fein- bis mittelkörnige Ausbildung zeigt. Grobkörnige bis konglomeratische Horizonte treten von 420 m bis 520 m sehr stark in Erscheinung. Innerhalb des von 750 m bis 998 m durchfahrenen Grauwackenabschnitts sind grobkörnige Einschaltungen seltener anzutreffen.

Entlang von Klüften treten ab 500 m grünliche und rötlich-graue Zonen auf. Diese durch Stoffzufuhr verursachten farblichen Veränderungen werden, neben örtlichen metasomatischen Umwandlungen der Grauwacke in Form von linsenartigen Quarz/Chloritbildungen, als erste Anzeichen der Kontaktwirkungen des Ramberggranits angesehen.

Lagerung: Im Aufführungsabschnitt tritt eine relativ gleichmäßige Lagerung auf. Es wurden Streichrichtungen von WNW/ESE bis W/E mit einem flachen Einfallen nach SSW bis S festgestellt (vgl. 4.2.).

Klüftung: Das Gestein ist unterschiedlich tektonisch beansprucht. Störungszonen zeigen vorherrschend ein engmaschiges Kluftnetz. Das heißt, daß durch starke Beanspruchung bei tektonischen Vorgängen das Gestein in eine Vielzahl von Körpern kleiner Dimensionen zerbrochen wurde und im Gefüge stark gelockert ist. Von Bedeutung ist bei derartigen Vorgängen auch die Gesteinsart. Kompakte Grauwacke reagierte nach den bisherigen Beobachtungen auf tektonische Beanspruchung viel intensiver und wurde stärker zerschert. Grauwackentonschiefer dagegen verhielt sich plastischer, wurde wulstig verformt, gefaltet, aber weniger stark zerbrochen. Die Störungszonen

in Verlauf der Auffahrung auf lokal begrenzte Abschnitte beschränkt sind, ist außerhalb derartiger Zonen das Gestein größtenteils mittelmäßig, örtlich auch grob geklüftet. Mittlere bis weite Klufstabstände bestimmen dann das Gefüge des Gesteins.

Wasserdurchlässigkeit/Speichervolumen: Die Schichtenfolgen des Tanner Systems stellen Schichtfugen- und Kluftwasserleiter dar, deren Durchlässigkeit und Speichervolumen von Anzahl und Wasserwegsamkeit der Schichtfugen, Klüfte und Störungszonen abhängt.

Bei den gegebenen litholog. Verhältnissen ist erfahrungsgemäß mit einer wirksamen Kluftporosität um 1 % zu rechnen (vgl. auch DIN 52 100). Damit werden 10 Liter freies bewegliches Wasser in 1 m<sup>3</sup> Gestein gespeichert. Die Beobachtungen in der Grube bezüglich der Klüftigkeit des Gesteins bestätigen die oben getroffene Annahme. Wie unter 5.1.2. noch näher angeführt wird, ist mit einer maximalen Durchlässigkeit zu rechnen, die  $k \sim 10^{-6}$  m/s entspricht.

#### 5.1.2. Überlagerung des Anstehenden

Im gesamten Siptenfelder Raum steht die gleiche Schichtenfolge wie im Nordquerschlag an. Allerdings muß darauf hingewiesen werden, daß die Brunnen mit ihren relativ geringen Teufen noch die durch Verwitterung stark beeinflussten Bereiche des anstehenden Gesteins erfassen. Über dem Anstehenden lagern Lockermassen. Es handelt sich um lößlehmartiges Material (Gebirgslöß) und Lehm (Fließerde), das mit zunehmender Teufe in Gehängeschutt übergeht. Die Mächtigkeit der Lockermassen kann nach Vergleichen mit Schürfergebnissen am Sportplatz Siptenfelde mit rd. 1,5 m angesetzt werden. Innerhalb der Ortschaft ist in Richtung Talgrund (Anl. 3) mit einer Zunahme der Lockermassenmächtigkeit zu rechnen.

Auch die Lagerungsverhältnisse und die Klüftung des anstehenden Gesteins sind denen im Nordquerschlag gleichzusetzen.

Untersuchungen zur Durchlässigkeit der das Festgestein überlagernden Lockermassen im Siptenfelder Raum wurden von

ALTERTMANN (1970 - 1973) durchgeführt. Er fand für den Gebirgslöß k-Werte von  $10^{-5}$  bis  $10^{-7}$  m/s bei einer Gesamtporosität von 45 % und für Fließerde  $10^{-5}$  bis  $10^{-8}$  m/s bei 35 % Porenanteil. Die Durchlässigkeit der Deckschichten liegt also in der gleichen Größenordnung wie der unterlagernde Komplex, so daß letzterer meist ausreichend ernährt werden kann. Eine die Wasserwegsamkeit vermindern Füllung der Klüfte und Schichtfugen im oberen Bereich des Festgesteinskomplexes wird durch erhöhte Anzahl der Klüfte und Schichtfugen und größere Kluftöffnungsweiten infolge Verwitterung und Druckentlastung größtenteils wettgemacht.

## 5.2. Wasserdynamik

### 5.2.1. Wasserabfluß im Nordquerschlag

In den fünfziger Jahren wurde auf der 100 m-Sohle des Fluerschachts ein Nordquerschlag mit einer Länge von rd. 500 m zum Siptenfelder Schacht vorgetrieben. Am 4.4.1953 erfolgte 230 m nördlich des Biwender Ganges ein Wassereinbruch. Ein 0,4 m mächtiger, stark drusiger Quarz/Pyrit/Flußspatgang (139°/78° SW) brachte einschließlich aller übrigen Wasserstellen dieses Querschlags einen Zulauf von  $4 \text{ m}^3/\text{min}$ . Die Pumpen konnten diese Wassermengen nicht bewältigen. Dadurch sofften die 430 m- und die 380 m-Sohle ab. Mitte April flossen aus dem Gang einschließlich aller übrigen Stellen noch ca.  $2 \text{ m}^3/\text{min}$ . Die Auffahrung wurde erst im August 1954 fortgesetzt. 1965 soll, nach Informationen vom FSB, Werk Rottleberode, BA Straßberg, aus dem Nordquerschlag noch eine Wassermenge von  $1,5 \text{ m}^3/\text{min}$  der Grube zugeflossen sein. Seit dem Wassereinbruch führen innerhalb des Ortes Siptenfelde südlich des E/W verlaufenden Tals eine Reihe von Brunnen kein Wasser mehr. Am 21.3.1974 wurde festgestellt, daß aus dem Nordquerschlag ca. 100 - 150 l Wasser pro Minute abfließen. Diese Beobachtung gestattet die Aussage, daß der statische Vorrat im Bereich der 100 m-Sohle erschöpft ist.

Auf der 5. Sohle war bis November 1969 der Nordquerschlag 340 m aufgeföhren. Seit Einstellung dieser Arbeiten scheint

bis 1973 das von der 190 m-Sohle bis zu 100 m-Sohle im Gebirge gespeicherte Wasser restlos abgefließen zu sein. Der Zufluß am Beginn der Neuauffahrung müßte nach Gleichung (8) und (12) im Kap. 5.2.3.1. rd.  $2,3 \text{ m}^3/\text{min}$  betragen haben. Das ergibt ungerechnet einen Zulauf von  $0,11 \text{ l/sek} \cdot \text{m}$ . Dieser Wert umfaßt den durch die Absenkung bedingten ständigen Zufluß und den innerhalb des Absenkungstrichters versickernden Niederschlagsanteil. Der ständige Zufluß, bezogen auf die Länge der Auffahrung, für den im folgenden der Begriff "Spezifische Ergiebigkeit" als Arbeitsbezeichnung gewählt wird, hängt von der Länge der Auffahrung ab, da eine konstante radiale Absenkung vor der Ortsbrust in ihn eingeht. Mit zunehmender Länge geht der Einfluß der Absenkungsfigur vor Ort zurück (vgl. Gleichung (8) in Kap. 5.2.3.1.). Infolge der Fassungslänge von 340 m stellt ein Wert von  $0,11 \text{ l/sek} \cdot \text{m}$  einen Maximalwert für die spezifische Ergiebigkeit dar, der sich mit zunehmender Auffahrungslänge verringert.

Eine Betrachtung der Abflußkurve für die Jahre 1973 bis 1975 zeigt meist Werte über  $5 \text{ m}^3/\text{min}$  (vgl. Anl. 4). Vom Beginn der Neuauffahrung bis 415 m stieg die Abflußmenge von 1,0 auf  $2,43 \text{ m}^3/\text{min}$  an. Danach zeichnet sich ein rapider Anstieg ab, der im Juli 1973 bei Durchföhrung des Ganges bei 499 m eine Abflußspitze mit einem Maximalwert von  $7,85 \text{ m}^3/\text{min}$  erreichte. Die Tatsache, daß bei rd. 400 m Auffahrung die Grauwackentonschiefer-Wechselfolge in kompakte Grauwacke übergeht, erklärt den sprunghaften Anstieg des Abflusses nicht überzeugend. Aus dem Verlauf der Abflußkurve des Jahres 1973 muß eher abgeleitet werden, daß das Gebirge von 0 - 400 m bereits durch die Altauffahrung von 340 m Länge vorentwässert war. Nach der Gangdurchföhrung bei 499 m fällt die Abflußkurve geringfügig ab und zeigt dann allgemein Werte um  $5,0 \text{ m}^3/\text{min}$  bis zum Minimalwert von  $4,3 \text{ m}^3/\text{min}$ . In der Zeit von Juli 1973 bis Dezember 1974 blieb der Abfluß konstant hoch, obwohl die Auffahrung, von der Vorbohrung 8/73 abgesehen, rd. ein halbes Jahr gestundet war. Durch den Aufschluß des Mühlweg-Ganges bei 592 m erfolgte im Juni 1974 wieder

ein Anstieg des Wasserabflusses über  $5,0 \text{ m}^3/\text{min}$ . An der Jahreswende 1974/75 stieg der Abfluß relativ schnell an. Folgende Werte wurden registriert:

30.10.1974	$4,8 \text{ m}^3/\text{min}$
29.11.1974	5,4 "
19.12.1974	5,6 "
3. 1.1975	7,2 " .

1975 stieg die Abflußmenge weiter und erreichte am 30.4.1975 mit  $8,4 \text{ m}^3/\text{min}$  den bisher höchsten Wert. Im genannten Zeitraum sind auch einige Störungen durchfahren worden.

Eine Erklärung für die enorme Erhöhung des Abflusses am Beginn des Jahres 1975 kann aus der geologischen Situation nicht abgeleitet werden. Auf der Suche nach einer Lösung wurden die monatlichen Niederschlagswerte vom Meteorologischen Dienst der DDR für die Meßstation Försterei Uhlenstein eingefordert. Ein Vergleich dieser Werte mit der Abflußkurve zeigt in Anlage 6 eindeutig, daß die Niederschläge die Abflußkurve mit ca. zweimonatiger Verzögerung beeinflussen. Durch die Niederschläge von

Oktober 1974	- 159 mm
Dezember 1974	- 129 mm
März 1975	- 103 mm

in Verbindung mit mehreren durchfahrenen, wasserführenden Störungen zeichnet sich eventuell bis zum 30.6.1975 eine Beeinflussung ab. Zu diesem Zeitpunkt betrug der Abfluß immer noch  $6,8 \text{ m}^3/\text{min}$ . Danach fällt die Kurve ganz langsam. Kurzfristige Anstiege infolge Durchföhrung wasserführender Störungen sind natürlich vorhanden. Am 31.12.1975 betrug die Wasserabflußmenge  $5,1 \text{ m}^3/\text{min}$ . In der Darstellung über die Entwicklung der hydrogeologischen Situation (Anl. 4) wurden alle Gegebenheiten wie Vortriebsstand, Vortriebs-einstellungen, Vorbohrungen usw. erfaßt.

Zur Gesamtsituation im Nordquerschlag ist zu sagen, daß durch den Vortrieb laufend neue hydrogeologisch unverritzte Zonen aufgeschlossen wurden und gleichzeitig in den rückwärtigen Bereichen des Querschlags eine kontinuierliche

Verringerung des Wasserzulaufs eintrat. Anlage 4 zeigt, daß auf Grund der Vortriebsgeschwindigkeit die Zuwachsrate und die Verringerung des Zuflusses ungefähr gleichgeblieben sind. Eine schnelle Entwässerbarkeit des Gebirges und damit eine Leerung des Speichers zeichnet sich nach der vorliegenden Abflußkurve nicht ab. Wie andere Grubenbeobachtungen zeigen (z.B. Nordquerschlag auf der 100 m-Sohle), baut sich der statische Vorrat relativ langsam ab.

Bei der Durchfahrung von Mineralgängen wurde meist ein sprunghafter Anstieg des Abflusses um ca.  $1 \text{ m}^3/\text{min}$  registriert (vgl. Anlagen 4 bis 6). Natürlich kann die Wasserschüttung auch höher sein, wenn ein Gang bei großer Mächtigkeit stark drusig ausgebildet ist und streichend ein sehr weites Einzugsgebiet entwässert. Der Mühlweg-Gang bei 596 - 597,6 m (W-Stoß) zeichnet sich in den Kurven der vorher genannten Anlagen weniger deutlich ab, da er durch die Vorbohrung 8/73 bereits vor dem Aufschluß erheblich entwässert wurde.

In der Vorbohrung 8/73 mit einer horizontalen Länge von 224,5 m wurde mittels Manometer der Druck gemessen. Die Ergebnisse dürften aber wohl kaum die wahren Druckverhältnisse demonstrieren. Angesetzt wurde die Bohrung bei 568 m und war am 17.1.1974 beendet. Sie brachte einen Wasserzulauf von  $1,14 \text{ m}^3/\text{min}$ . Nachdem am 23.4.1974 der bis dahin gestundete Vortrieb wieder aufgenommen <sup>wurde</sup> und am 6.5.1974 579,3 m erreicht hatte, betrug der Wasserzulauf aus dem Bohrloch noch  $0,86 \text{ m}^3/\text{min}$ . Am 9.7. stand der Vortrieb bei 602 m. Damit war auch der stark wasserführende Gang bei 596 m (Mühlweg-Gang) durchfahren, der nach Vergleich einzelner Werte des Gesamtwasserabflusses einen Zulauf von  $0,8 \text{ m}^3/\text{min}$  brachte. Die Messung der Wassermenge des Bohrlochs ergab  $0,5 \text{ m}^3/\text{min}$ . Das Bohrloch mit einer wirk-samen Länge von 190,5 m (224,5 - 34 m) wurde durch einen Packer verschlossen. Am Manometer stellte sich schlagartig ein Druck von 3,0 - 3,1 at ein. Dieses Ergebnis wurde mehr-mals erzielt. Da das Bohrloch unmittelbar neben dem W-Stoß verlief und die Druckmessungen eine Gefahr für die Stand-sicherheit des Stoßes darstellten, wurden weitere Messungen unterlassen. Der Druck wäre auch nicht höher angestiegen,

da das Wasser in dem bereits weiter vorgetriebenen Querschlag aus Kluften und Störungen austreten könnte.

Zusätzlich wurden noch ein Vortriebsmeter/Wassermengen-Diagramm und Wassermengen/Zeit-Diagramm (Anl. 5) erarbeitet. In diesen Darstellungen wurden die gemessenen Abflußwerte in Liter pro Sekunde und Meter umgerechnet. Es zeichnen sich auch in diesen Darstellungen die gleichen Anstiege wie in Anlage 4 ab. Es wird darauf hingewiesen, daß in diesen Werten die jeweiligen Auffahrungsmeter mitbestimmend sind. Das heißt, daß sich für gleiche Abflußwerte unterschiedliche l/sek. m-Werte ergeben können.

#### Beispiel:

Meßtag 14.6.1974

Neuauffahrung 597 m + 195,5 m Vorbohrung + 279 m Altauffahrung  
 = insgesamt 1 071,5 m  
 gemessener Abfluß 5,1 m<sup>3</sup>/min = 0,079 l/sek. m

Meßtag 31.12.1975

Neuauffahrung 1 011,1 m + 55,9 m Vorbohrung + 279m Altauffahrung  
 = insgesamt 1 346 m  
 gemessener Abfluß 5,1 m<sup>3</sup>/min = 0,063 l/sek. m

Die Gesamtlänge des hydrogeologisch erschlossenen Raumes am 31.12.1975 zeigt Anlage 8.

#### 5.2.2. Grundwasserbeobachtungen an den Brunnen in Siptenfelde

Im Verlauf des aufzufahrenden Querschlags gibt es über Tage keine Aufschlüsse oder technischen Einrichtungen zur Beobachtung der Höhe des Grundwasserstandes. Lediglich die Ergebnisse der Wasserspiegelmessungen in 20 Brunnen der Ortschaft Siptenfelde werden für die Beurteilung der hydrogeologischen Situation ausgewertet.

Die Lage der für die Wassermessungen ausgewählten Brunnen zeigt Anlage 3. Am Beginn der Beobachtungen im Frühjahr 1974 wurde zuerst die Teufe der Brunnen ausgelotet. Gemessen wurde dann die Höhe des Grundwasserspiegels unter Flur im Frühjahr

und Herbst. Bisher erfolgten 4 Messungen. In den Profilen 1 bis 8 (Anlage 7) sind die Ergebnisse eingetragen.

Diese Darstellungen zeigen, daß jeweils im Frühjahr ein höherer Grundwasserstand als im Herbst vorhanden ist. Das ist normal. 1974 lag der Grundwasserspiegel im Frühjahr und Herbst viel tiefer als 1975. Das ist, ohne Rücksicht auf die unterschiedlichen Zeitpunkte der Messungen, eindeutig auf die Niederschlagsmengen zurückzuführen.

Folgende Niederschläge wurden registriert:

Monat	1973 (mm)	1974 (mm)	1975 (mm)
Januar	27	41	48,2
Februar	62	50	15
März	25	25	103,4
April	73	22	54,7
Mai	47	69	67
Juni	42	105	75,5
Juli	55	47	35,4
August	38	73	26,5
September	24	30	70,2
Oktober	66	159 462	94 436
November	58	54	40,3
Dezember	60	129	15,2
	<u>572</u>	<u>804</u>	<u>645,4</u> 2 675,5

Die Brunnen Nr. 7 bis 14 führen zum Teil nur im zeitigen Frühjahr Wasser. Da seit dem Wassereinbruch von 1953 im Nordquerschlag der 100 m-Sohle des Fluorschachts diese Brunnen nach Angaben der Grundstückseigentümer sonst kein Wasser mehr führen, handelt es sich wahrscheinlich nur um eine durch Sickerwasser verursachte periodische Wasserführung, deren Oberfläche den Grundwasserspiegel vortäuscht. In den Darstellungen der Anlage 7 wurde diese Möglichkeit nicht berücksichtigt. Diese Brunnen sitzen demnach im Einzugsgebiet von Störungssystemen, die im Schacht bereits aufgeschlossen sind.

Um die Brunnen Nr. 1 und 18 zeigen die Wasserspiegellinien jeweils einen durch die Nachbarbrunnen begrenzten Absenkungstrichter an. Derartige Absenkungen stellen sich ein, wenn das Grundwasser abgezogen wird. Es muß deshalb angenommen werden, daß in beiden Fällen das Wasser über im Nordquerschlag angeschnittene Störungsstrukturen abfließen kann.

Zu bemerken ist, daß vor 1969 aus dem Brunnen Nr. 1 ein großer Teil der Haushalte des Ortes Wasser entnommen hat.

Insgesamt ist also nicht auszuschließen, daß über gut durchlässige, weitreichende Störungssysteme ein teilweiser Abzug von Grundwasser aus dem Raum Siptenfelde durch die Grube erfolgt.

### 5.2.3. Berechnung des theoretischen Abflusses

#### 5.2.3.1. Berechnungsmethodik

In diesem Kapitel soll versucht werden, anhand des nicht sehr umfangreichen Materials eine Einschätzung des hydrogeologischen Regimes des Nordquerschlags zu geben. Es wird davon ausgegangen, daß am Abfluß des Nordquerschlags drei Komponenten beteiligt sind.

1. Ständiger Zufluß infolge der Absenkung
2. Im Absenkungsbereich einsickernde Niederschläge
3. Statischer Vorrat im Absenkungsbereich.

Zum letzten Punkt können keine Aussagen gemacht werden, da die Registrierung des Abflußgangs an nur einer Meßstelle im Querschlag eine Differenzierung der drei Komponenten nicht ermöglicht. Beim Vorhandensein mehrerer Meßstellen über die Länge des Querschlags verteilt wäre eine Einschätzung des noch vorhandenen statischen Vorrats möglich, da angenommen werden kann, daß er in den älteren Abschnitten weitestgehend abgebaut ist und vornehmlich die jüngeren Auf-fahrungen noch mit dieser Komponente behaftet sind. Die Einrichtung weiterer Meßstellen ist im Nordquerschlag auf Grund der technischen Gegebenheiten nicht möglich.

Dagegen können die anderen zwei Komponenten näherungsweise berechnet werden.

#### Ständiger Zufluß infolge der Absenkung

Die hier vorgenommene Berechnung stellt eine Näherung dar, da die angewandte Methodik strenggenommen nur für granulare Speicher gilt und die stark anisotropen Verhältnisse im

Untersuchungsgebiet weitestgehend unberücksichtigt gelassen werden müssen. Außerdem ist, wie schon erwähnt, das vorhandene Ausgangsmaterial nicht sehr umfangreich und zum Teil unsicher.

Zur Abschätzung der Gebirgsdurchlässigkeit ist von Bedeutung, daß die ungewöhnlich hohen Niederschläge im letzten Quartal 1974 offensichtlich einen merklich höheren Abfluß aus dem Nordquerschlag bei einer zeitlichen Phasenverschiebung von ca. zwei Monaten bewirkt haben (vgl. Anl. 6). Dabei dürfte es sich vornehmlich um im Absenkungsbereich versickernde Niederschläge handeln, da eine markante Erhöhung des ständigen Zuflusses durch den im Vergleich zur gesamten Absenkung nur unwesentlich erhöhten Grundwasserspiegel unwahrscheinlich ist.

Die reale Sickergeschwindigkeit  $V_r$  ergibt sich aus

$$V_r = \frac{H}{t} \quad (1)$$

Die Sickerstrecke  $H$  ist der vertikale Abstand von der Geländeoberfläche bis zum Querschlag. Er beträgt im Mittel 150 m. Die Sickerzeit  $t$  ist identisch mit der beobachteten Phasenverschiebung zwischen verstärktem Niederschlag und erhöhtem Abfluß im Querschlag und beträgt somit ca. 60 d.

$$V_r = \frac{150 \text{ m}}{60 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ s}} = 2,9 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$$

Aus  $V_r$  errechnet sich die Filtergeschwindigkeit  $V_f$ .

$$V_f = V_r \cdot p \quad p = \text{Kluftporosität} \quad (2)$$

$$V_f = 2,9 \cdot 10^{-7} \text{ m/s} \quad p = 0,01$$

Nach ZUNKER gilt für die Versickerung (p)

$$V_f = k_{lw} \cdot \frac{H \cdot Z}{H} \quad k_{lw} = \text{Durchlässigkeitswert eines wasser/luftgefüllten Sickertraumes} \quad (3)$$

$Z = \text{Überdruckhöhe}$

Die Annahme eines wasser/luftgefüllten Sickertraumes ist berechtigt, da durch die Querschlagsentwässerung die statischen Vorräte im Absenkungsgebiet bereits reduziert sind. Die Überdruckhöhe  $Z$  ist im gegebenen Fall gleich Null.

$$V_f = k_{lw} \quad (4)$$

Für Überschlagsbestimmungen gibt SCHÖNWÄLDER

$$k_{lw} = \frac{K_f}{Z} \quad (5)$$

an. Man erhält somit

$$K_f = Z \cdot V_f$$

$$K_f = 5,8 \cdot 10^{-7} \text{ m/s}$$

$K_f$  = Durchlässigkeitsbeiwert

Bei Berücksichtigung der durch Störungszonen verursachten starken Anisotropie und der Tatsache, daß die einsickernden Niederschläge beim Zufluß zum Querschlag auch eine zeitverzögernde horizontale Wegkomponente durchlaufen müssen, erscheint die Annahme von ungünstigenfalls

$$K_f = 10^{-6} \text{ m/s}$$

als repräsentativer Wert gerechtfertigt.

Nach SICHARDT kann die Reichweite  $R$  einer Absenkung nach

$$R = 3000 \text{ s} \sqrt{K_f} \quad (6)$$

überschlägig bestimmt werden.

Die Absenkung  $S$  wird im vorliegenden Fall  $H$  gleichgesetzt:

$$R = 3000 \cdot 150 \sqrt{10^{-6}} \text{ /m}$$

$$R = 450 \text{ m}$$

Die Berechnung des ständigen Zuflusses  $q_s$  kann nunmehr leicht erfolgen, indem man den Querschlag als beidseitig offene Horizontalfassung auffaßt und zusätzlich eine radiale Absenkung vor der Ortsbrust annimmt:

$r$  = Fassungsradius

$L$  = Länge des Sickerstranges

$$q_s = \frac{K_f \cdot L \cdot H^2}{R} + \frac{\pi \cdot K_f \cdot H^2}{2 (\ln R - \ln r)} \quad (7)$$

Der zweite Teil der Gleichung stellt die Brunnenformel bei Berücksichtigung einer nur halbkreisförmigen Absenkung dar. Vereinfacht gilt:

$$\ln \frac{R}{r} = Z$$

Gleichung (7) erhält somit die Form

$$q_s = \frac{K_f \cdot L \cdot H^2}{R} + \frac{T \cdot K_f \cdot H^2}{4} \quad (8)$$

#### Im Absenkungsbereich versickernde Niederschläge

Der Absenkungsbereich umfaßt im Niveau der Geländeoberkante folgende Fläche F:

$$F = 2 R L + \frac{T R^2}{2} \quad (9)$$

Der versickernde Niederschlagsanteil S im Untersuchungsgebiet wird anhand der auf Lysimetermessungen beruhenden Versickerungsdiagramme nach DYCK & CHARDABELLAS (1963) und SCHNEIDER (1973) abgeschätzt. Genannte Autoren kamen an Bodentypen, die in ihrer Versickerungsfreundlichkeit den im Untersuchungsgebiet anstehenden Deckschichten ähneln, zu folgenden Beziehungen:

Lehmböden, nach DYCK & CHARDABELLAS (1963)

$$S = 1,1 N - 570 \text{ mm} \quad (10)$$

Löß auf Geschiebemergel (Lysimeter Gießen),  
SCHNEIDER (1973)

$$S = 0,97 N - 465 \text{ mm} \quad (11)$$

Bei einer mittleren Niederschlagshöhe von  $N = 700 \text{ mm/a}$  erhält man für S

$$S = 200 \text{ mm/a} \dots 214 \text{ mm/a}$$

Vorausgesetzt, daß der Festgesteinskomplex die gleiche Versickerungsfreundlichkeit besitzt, errechnet sich die durch Versickerung des Niederschlags im Absenkungsbereich entstehende Abflußkomponente  $q_n$  des Querschlags zu

$$q_n = S \cdot F \quad (12)$$

$$S = 200 \text{ mm/a}$$

wird als mittlerer Versickerungsanteil angenommen, wobei starke Niederschlagsmengen sich in höheren Zuflüssen zum Querschlag äußern.

#### 5.2.3.2. Berechnung der Zuflußkomponenten

Im folgenden wird die dem Querschlag zuzitzende Wassermenge, die auf die zwei abgeleiteten Komponenten zurückgeht, für den im Dezember 1975 erreichten Vortriebsstand berechnet. Bis zu diesem Termin waren ab Abflußmeßstelle folgende Teilbereiche für die Wasserfassung wirksam:

279 m Altauffahrung

991 m Neuauffahrung bis Ansatzpunkt Vorbohrung 11/75

81,9 m Vorbohrung 11/75.

Es wird angenommen, daß die Vorbohrung trotz ihres geringen Querschnitts für die Entwässerung genau so wirksam ist wie der Querschlag selbst. Diese Annahme wird durch die Beobachtungen beim Überfahren der Vorbohrung 8/73 bestätigt. Zur Vereinfachung werden die Umfahrung und die Vorbohrung 11/75, wie in Anlage 8 dargestellt, in die Hauptvortriebsrichtung projiziert. Der dadurch entstehende Fehler ist vernachlässigbar.

Damit ergibt sich folgende wirksame Länge:

Altauffahrung	279 m
Neuauffahrung plus Vorbohrung	1 067 m
Fassungslänge = L	1 346 m.

Der ständige Zufluß durch die Absenkung  $q_s$  beträgt:

$$q_s = \frac{K_f \cdot L \cdot H^2}{R} + \frac{\pi \cdot K_f \cdot H^2}{4}$$

$$q_s = \frac{1,346 \cdot 22,5 \cdot 60}{450} + \frac{3,14 \cdot 22,5 \cdot 60}{4} \cdot 10^{-3} \text{ /m}^3/\text{min}$$

$$q_s = 5,1 \text{ m}^3/\text{min}$$

=====

Für den Niederschlagsanteil  $q_n$  erhält man:

$$q_n = S \cdot \left( 2 R L + \frac{R^2}{2} \right)$$

$$q_n = 0,2 (12,1 \cdot 10^5 + 3,2 \cdot 10^5) \quad \text{m}^3/\text{a}$$

$$q_n = 3,06 \cdot 10^5 \text{ m}^3/\text{a}$$

$$q_n \approx 0,6 \text{ m}^3/\text{min}$$

Beide Komponenten zusammen führen zu einem mittleren Abfluß von  $5,7 \text{ m}^3/\text{min}$ .

Dieses Ergebnis steht in sehr gutem Einklang zu den tatsächlich gemessenen Abflußmengen. Die Differenz zu dem z.T. recht stark variierenden, meist höheren tatsächlich beobachteten Abfluß erklärt sich aus folgenden Tatsachen:

1. Am Gesamtabfluß sind statische Vorräte des Absenkungsbereiches in nicht bestimmbarer Maße noch beteiligt.
2. Die angefahrenen Störungszonen fungieren als <sup>vom</sup> Hauptsickerstrang (Querschlag) abzweigende Nebenfassungen mit über die Depressionsfigur des Querschlags hinausgehenden Absenkungsbereichen. Sie bewirken gleichzeitig eine Erhöhung der Versickerungskomponente  $q_n$  und des Abflusses statischer Vorräte.
3. Die Versickerungskomponente  $q_n$  ist starken Schwankungen unterworfen. So sind im allgemeinen für die Grundwasserneubildung nur die Niederschläge der vegetationslosen Periode (Oktober bis März) von Bedeutung. Fallen in dieser Periode zudem ungewöhnlich hohe Niederschläge, so wird sich das spürbar auf den Abfluß aus dem Querschlag auswirken. Ein Beispiel dafür sind die außergewöhnlichen Niederschlagsereignisse vom Oktober bis Dezember 1974. Es sei hier nochmals vermerkt, daß eine Versickerungsrate von  $S = 200 \text{ mm/a}$  ein langjähriges Mittel darstellt. Für Oktober bis Dezember 1974 war eine Versickerungsrate von  $> 50 \text{ mm/Monat}$  durchaus real. Daraus würde allein für die Depressionsfigur des Querschlags (Hauptsicker-

strang) eine Versickerungskomponente  $q_n$  am Gesamtabfluß von  $q_n > 1,7 \text{ m}^3/\text{min}$  resultieren. Hinzu kommen Niederschlagsanteile aus den Absenkungsbereichen der großen Störungszonen.

Die durch die Komponenten  $q_s$  und  $q_n$  bedingte spezifische Ergiebigkeit liegt bei  $0,71 \text{ l/ms}$ , wobei der Anteil von  $q_s$   $0,63 \text{ l/ms}$  beträgt.

Abschließend sei nochmals betont, daß die hier gegebenen Ableitungen von  $q_s$  und  $q_n$  grobe Näherungen darstellen. Der für  $q_s$  ermittelte Wert stellt einen Maximalwert dar. Er begründet sich auf die Annahme von  $K_f \approx 10^{-6} \text{ m/s}$ , der bereits für die Grube recht ungünstige Verhältnisse (relativ hohe Durchlässigkeit) voraussetzt. Ein geringerer ständiger Zufluß  $q_s$  setzt einen noch relativ hohen statischen Anteil am Gesamtabfluß voraus, so daß sich in diesem Falle die Abflußverhältnisse für die Grube mit der Zeit günstiger gestalten würden.

### 5.3. Wasserbeschaffenheit

Im Nordquerschlag wurden bisher nur Proben aus durchfahrenen Mineralgängen entnommen und analysiert. Folgende Untersuchungsergebnisse liegen für den seit 1973 neu aufgeführten Abschnitt des Querschlags vor:

Art der Untersuchung	Siptenfelder Gang	Gang bei 145 m	Gang bei 499 m
1	2	3	4
Temperatur bei Entnahme	$11^\circ \text{ C}$	$12^\circ \text{ C}$	$11^\circ \text{ C}$
Äußere Beschaffenheit	klar	klar	klar
Bakteriol. Beschaffenheit	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$
pH-Wert	7,0	7,6	7,4
$\text{KMnO}_4$ -Verbrauch	2,6 mg/l	2,6 mg/l	2,6 mg/l
$\text{NH}_4^+$	0,64 "	0,4 "	0,3 "
$\text{NO}_2^-$	0,04 "	0,03 "	0,1 "
$\text{NO}_3^-$	1,0 "	1,0 "	1,0 "
$\text{Fe}^{++}/^{+++}$	2,2 "	0,9 "	0,45 "
$\text{Cl}^-$	25,0 "	10,5 "	10,5 "
$\text{SO}_4^{--}$	2,4 "	0,96 "	0,96 "

	1	2	3	4
Mn <sup>++</sup>		0,16 mg/l	0,3 mg/l	0,3 mg/l
PO <sub>4</sub> <sup>---</sup>		0,04 "	0,14 "	0,1 "
Ca <sup>++</sup>		22,4 "	32,0 "	22,4 "
Mg <sup>++</sup>		6,3 "	10,2 "	9,7 "
Härte gesamt		4,6° d H	6,8° d H	5,47° d H
Härte, Karbonat		1,2° "	4,8° "	4,04° "
CO <sub>2</sub> -frei		14,3 mg/l	6,6 mg/l	9,9 mg/l
CO <sub>2</sub> - kalkaggressiv		11,3 "		13,6 "
Pb		nicht nachweisbar		
Cu		Spuren ( 02, mg/l )	Sp.	Sp.
Zn		" ( 0,1 " )	n.n.	n.n.
Sauerstoffgehalt		2,34 mg/l	1,15 mg/l	5,4 mg/l
Sauerstoffrest		0,57 "	1,4 "	5,4 "
SiO <sub>2</sub>		24,0 "	28,8 "	30,0 "
geb. CO <sub>2</sub>		27,2 "	45,0 "	31,8 "
Leitfähigkeit		230	248	194
Fluoridgehalt		1,56 mg/l	1,28 mg/l	0,78 mg/l

Zu bemerken ist, daß das Wasser eisenhaltig ist und an den Austrittsstellen Brauneisensinter, z.T. auch Mangan absetzt.

Die vorliegenden Analysen wurden nach KREJCI - GRAF (1963) klassifiziert, um über die Genese des im Querschlag zusitzenden Wassers anhand seines Lösungsmittels eine Aussage zu erhalten (Anl. 9.1). Leider wurde der Alkaligehalt der Wässer nicht mitbestimmt. Im Fall der Analysen 2 und 3 scheint er vernachlässigbar klein zu sein, da die Reaktionswerte von Erdalkalien und Anionen bereits annähernd übereinstimmen. Bei Analyse 3 liegt der Reaktionswert der Kationen deutlich höher als der Anionen, was offensichtlich auf einem Analysenfehler beruht, da die nicht mitberücksichtigten Anionen zu niedrige Konzentrationsniveaus haben, um die festgestellte Diskrepanz zu erklären. Bei den Analysen 1 und 2 besteht ein Widerspruch zwischen Karbonathärte und der die Karbonathärte bedingenden gebundenen Kohlensäure. Hier muß angenommen

werden, daß die aufgeführten Karbonathärten falsch sind, da nur die angegebenen Konzentrationen an gebundener Kohlensäure eine Übereinstimmung zwischen den Reaktionswerten von Kationen und Anionen ergeben. Bei Analyse 1 müssen zudem 0,42 mval Alkalien in Rechnung gestellt werden, um genannte Übereinstimmung zu erzielen.

Die Einordnung der Proben in das Diagramm von KREJCI-GRAT (Anlage 9.2.) läßt auf oberflächennahe Grundwässer schließen, was den hier dargelegten Vorstellungen hinsichtlich Grundwasserverweilzeit und Sickergeschwindigkeit entspricht.

1975 wurde von der Sicherheitsinspektion des FSB Lengenfeld bei Wettermessungen im Querschlag Radon festgestellt (Schreiben des FSB an GFE vom 26.8.1975).

Die radioaktive Strahlung liegt über den normal zulässigen Werten. Radon als Edelgas ist ein Glied der Uran-Radium-Zerfallsreihe. Es entsteht durch Radiumzerfall und gelangt mit dem austretenden Wasser in den Nordquerschlag. Ob es sich bei dem Ausgangsmaterial der Zerfallsreihe um Anreicherungen innerhalb der Schichtenfolge der Tanner Grauwacke oder um Kluftfüllungen handelt, ist zur Zeit nicht bekannt.

Die Meßwerte der nachgewiesenen Strahlung liegen nur beim Sicherheitsbeauftragten des FSB vor.

#### Abschnitte 6. bis 9. entfallen

#### 10. Vorratsberechnung

Im Kapitel 5.2.3. wurde der Abfluß aus dem Nordquerschlag für den Auffahrungsstand von Dezember 1975 berechnet und eine weitgehende Übereinstimmung mit dem tatsächlichen erzielt. Der mittlere ständige Zufluß  $q_s$  fiel dabei möglicherweise auf Kosten noch nicht gehobener statischer Vorräte zu hoch aus. Das Gleiche trifft für die Berechnung des Zuflusses nach beendeter Auffahrung des Querschlags zu. Da sich eine Überbewertung der ständigen Zuflüsse jedoch erst nach einer gewissen Zeit äußern würde, ist es im Hinblick auf die Grubensicherheit in jedem Falle gerechtfertigt,

$q_s$  nach Gleichung (8) mit  $K_f \text{ max.} = 10^{-6} \text{ m/s}$  zu ermitteln.

Bis zum Erreichen des Brachmannsbergs müssen insgesamt 2 600 m Querschlag neu aufgeföhren werden. Hinzü kommen 279 m Altaufföhörung ab Abflußmeßstelle.

Die Gesamtlänge L des von der Meßstelle erfaßten Sickerstranges beträgt damit

$$L = 2\,879 \text{ m.}$$

$q_s$  und  $q_n$  können wieder nach Gleichung (8) bzw. Gleichung (12) errechnet werden:

$$q_s = \frac{K_f \cdot L \cdot H^2}{R} + \frac{\pi \cdot K_f \cdot H^2}{4}$$

$$q_s = \frac{2,879 \cdot 22,5 \cdot 60}{450} + \frac{3,14 \cdot 2,25 \cdot 0,6}{4} \text{ /m}^3 \text{ min}^{-1}$$

$$q_s = \underline{9,70 \text{ m}^3/\text{min}}$$

$$q_n = S \left( 2 R L + \frac{\pi R^2}{2} \right)$$

$$q_n = 0,2 \left( 900 \cdot 2879 + \frac{3,14 \cdot 20,25}{2} \cdot 10^4 \right) / \text{m}^3/\text{a}$$

$$q_n = 5,82 \cdot 10^5 \text{ m}^3/\text{a}$$

$$q_n = \underline{1,11 \text{ m}^3/\text{min}}$$

Der mittlere ständige Abfluß beträgt somit ca.  $10,8 \text{ m}^3/\text{min}$ .

Als spezifische Ergiebigkeit ergibt sich ein Wert von  $0,063 \text{ l/s} \cdot \text{m}$ .

Daneben ist weiterhin mit beträchtlichen statischen Abflüssen sowie periodischen Erhöhungen des Zuflusses als Folge besonders hoher Niederschläge zu rechnen. Es müssen Zuläufe von  $12 - 15 \text{ m}^3/\text{min}$ , bei außergewöhnlichen Niederschlagsereignissen oder Anföhren gut wasserleitender Störungszonen mit großen eigenen Einzugsgebieten bis zu

> 20 m<sup>3</sup>/min als vorübergehende Abflußspitzen erwartet werden. Wie groß die Zuflüsse bei Anfahren des Brachmannsberger Gangzugs sein werden, ist zur Zeit nicht zu sagen. Infolge der Reduzierung der statischen Vorräte werden die Zuflüsse mit fortschreitender Zeit auf ein Mittel < 11 m<sup>3</sup>/min zurückgehen. Da auch hier der ständige Zufluß, wie bereits erwähnt, möglicherweise überbewertet ist, sind im Endzustand der Absenkung Abflußmengen von wesentlich weniger als 10 m<sup>3</sup>/min durchaus vorstellbar.

#### 11. Geologisch-ökonomische Bewertung

Der bisherige Vortrieb hat gezeigt, daß die Arbeiten durch den enormen Wasserzufluß stark behindert wurden. Das Tempo der Auffahrung wurde im Prinzip von der Wasserabflußmenge bestimmt. Durch die Förderkosten des Wassers wird das Objekt Brachmannsberg zusätzlich stark belastet. In den Jahren 1973 bis 1975 betrugen die Energiekosten für die Förderung von 8,5 Mio m<sup>3</sup> Wasser 1 700 TM. Bis zum Brachmannsberg ist mit weiteren Energiekosten für die Förderung des Wassers von ca. 2 000 TM zu rechnen.

Unter den derzeitigen Bedingungen sind die bis zum Brachmannsberg noch zu erwartenden Wassermengen in der Grube nicht zu bewältigen. Die Beschaffung und Installierung von zusätzlichen Pumpen für den Ausbau einer leistungsstarken Wasserhaltung und die Schaffung von Pumpensumpfraum sind daher Voraussetzung für einen Schnellvortrieb. Wird der Vortrieb auch in Zukunft so gestaltet, daß die derzeitige Pumpenkapazität den Zulauf bewältigen kann, so dürfte als sicher gelten, daß zwischen dem Ende der Vorräte im Grubenfeld des Fluorschachte und dem Erreichen neuer Vorräte am Brachmannsberg zeitlich eine Lücke entsteht. Das bedeutet, daß dann die Aufrechterhaltung des Grubenbetriebs zu Lasten des Objekts Brachmannsberg geht und die Kosten sich noch erhöhen würden.

Durch die Energiekosten in Höhe von rd. 4 000 TM für die Wasserförderung wird der zu erwartende Flußspat pro Tonne

zusätzlich mit rd. 50 M vorbelastet. Die Vorbelastung des Spats erfährt außerdem durch veränderte Objektkosten (Projektpräzisierung) noch Veränderungen.

## 12. Zusammenfassung und Schlußfolgerungen

Für den Zeitraum von 1973 bis 1975 werden die Ergebnisse erster systematischer hydrogeologischer und hydrologischer Messungen und Beobachtungen ausgewertet und als erste vorläufige Einschätzung der hydrogeologischen Situation für den Nordquerschlag zum Brachmannsberg (5. Sohle Fluerschacht Straßberg) und der Struktur Brachmannsberg mitgeteilt. Damit liegen die Grundlagen vor, auf denen weitere systematische Untersuchungen und Auswertungen im Zuge des weiteren Vortriebs aufbauen können.

Von 1973 bis 1975 wurden im Nordquerschlag meist Wasserabflußwerte von etwas über  $5 \text{ m}^3/\text{min}$  ermittelt. Gangdurchfahrungen brachten größtenteils zusätzlich rd.  $1 \text{ m}^3$  Wasser pro Minute. Höhere Niederschläge führten bei einer Zeitverzögerung von ca. zwei Monaten zu einer beträchtlichen Steigerung des Abflusses. Ursache dieser Steigerung war der bisher höchste Niederschlag vom Oktober 1974 mit 159 mm.

Aus den vorliegenden Ermittlungen wird für die noch durchzuführende Auffahrung eine prognostische Einschätzung der zu erwartenden hydrogeologischen Entwicklung abgeleitet. Beim derzeitigen hydrogeologisch ausgewerteten Vortriebsstand ist für die Gesamtaufahrung von rd. 3 km Länge mit Zuflüssen von  $12 - 15 \text{ m}^3$  Wasser pro Minute zu rechnen. Diese Werte können durch erhöhte Niederschläge und bei Gangdurchfahrungen im Verlauf der noch zu tätigen Auffahrung und beim Anfahren des Brachmannsberger Störungssystems sprunghaft ansteigen. Ob im noch aufzufahrenden Abschnitt des Querschlags stark wasserführende Mineralgänge/Störungen zu erwarten sind, ist ungewiß, aber möglich.

Die Abflußkurven (Anlage 5) zeigen sehr anschaulich die Entwicklung des Wasserabflusses.

Auf Grund der vorliegenden Auswertung wird darauf hingewiesen, daß die Beschleunigung des Vortriebs auch eine Erhöhung der Abflußmenge zur Folge hat. Zuflüsse bis zu  $> 20 \text{ m}^3/\text{min}$  können nach den derzeitigen Vorstellungen aus den Untersuchungsergebnissen abgeleitet werden. Diese Wassermengen sind mit der vorhandenen Wasserhaltung nicht zu bewältigen. Ein Schnellvortrieb erfordert den Ausbau einer leistungsstarken Wasserhaltung und verursacht Kostenenerhöhungen für das Objekt. Allein durch Energiekosten wird der am Brachmannsberg zu erwartende Spat zusätzlich pro Tonne mit rd. 50 M vorbelastet.

Eine Aussage, daß bei einer metermäßig festgelegten monatlichen Vortriebsleistung konstant eine bestimmte, gleichbleibende Wasserabflußmenge gehalten werden kann, ist nicht möglich. Bis zur Brachmannsberger Struktur sind noch rd. 1,6 km Querschlag aufzufahren.

Erfolgt die Auffahrung bis zum Brachmannsberg im bisherigen Tempo, so ist es möglich, daß zwischen dem Ende der Vorräte im Fluor- und im Glasebachschacht und dem Erreichen neuer Vorräte am Brachmannsberg zeitlich eine Lücke entsteht. Auch dadurch entstünde eine Verteuerung des Objektes "Fluorit Brachmannsberg". Die Folge wäre eine weitere wesentliche Erhöhung der Vorbelastung des zu erkundenden Flußspats.

In Bezug auf das aller Wahrscheinlichkeit nach mit dem austretenden Wasser in den Querschlag gelangende Radon, das eine erhöhte radioaktive Strahlung verursacht, wird geprüft, ob derartige Wasser eventuell für medizinische Zwecke (Heilbäder) nutzbar gemacht werden können. Generell besteht auch in der DDR ein medizinisches Interesse an der Erschließung radonhaltiger Wasser.

Große Grubengebäude sind als überdimensionale Brunnen zu betrachten, die hydrogeologisch ein weites Einzugsgebiet erfassen. Da Wasser heute ein kostbarer Rohstoff ist, sollte es aus den Gruben (aufgelassene und in Betrieb befindliche) sekundär genutzt werden. In Bezug auf eine Nutzung des verschmutzten Grubenwassers wird an eine Speicherung in mehreren

hintereinander geschalteten Staubecken gedacht. Zweck einer solchen Anlage wäre die Speicherung und kontinuierliche Klärung des Wasser mit anschließender Nutzung. Möglichkeiten der Nutzung wären:

Landwirtschaftliche Bewässerung

Versickerung und Wiedergewinnung als Trinkwasser

Naherholung.

Die Wasserrwirtschaft wird auf diese Nutzungsmöglichkeiten hingewiesen, zumal es im Raum Straßberg/Harzgerode erhebliche Schwierigkeiten bei der Trinkwasserversorgung gibt.

Eine Schädigung landwirtschaftlicher Kulturen im Absenkungsbereich ist im allgemeinen nicht zu erwarten, da auf Grund der Struktur der Deckschichten genügend pflanzenverfügbares Haftwasser im Boden verbleibt. Forstwirtschaftliche Schäden sind dagegen nicht ganz auszuschließen, da tiefwurzelnde Pflanzen durch die Absenkung in Mitleidenschaft gezogen werden können.

Aus den dreijährigen Beobachtungen ist abzuleiten, daß beim weiteren Vortrieb auch zukünftig aus Sicherheitsgründen, entsprechend den Bestimmungen der Obersten Bergbehörde, laufend vorgebohrt werden muß (vgl. Standwasserichtlinie).

Die Auswertung der bisherigen Wasserabflußmessungen und hydrogeologischen Beobachtungen dokumentiert die Schwierigkeiten bei der bergmännischen Auffahrung des Objekts Brachmannsberg. Sie soll mit dazu beitragen, für das weitere Vorgehen die Auswahl der sichersten und günstigsten Maßnahmen zu erleichtern.

In Übereinstimmung mit den Gutachtern und der Beratung des Arbeitskreises Flußpat am 10.6.1976 in Rottleberode werden zur weiteren exakteren Bearbeitung und Klärung der hydrogeologischen Verhältnisse im Bereich des noch aufzufahrenden Abschnitts des Nordquerschlags und im Bereich der aufzuschließenden Struktur Brachmannsberg folgende Maßnahmen für erforderlich gehalten:

- FSB
1. Im derzeitig aufgefahrene Abschnitt des Nordquerschlags sind drei Wassermeßstellen vorschriftsmäßig ein-  
zurichten. Als Bereiche sind vorgesehen:
    - bisherigen Meßbereich am Anfang des Nordquerschlags,
    - am vorbereiteten Mauerdamm,
    - im Bereich der derzeitigen Ortsbrust des Nordquerschlags.

Verantwortlich für die umgehende vorschriftsmäßige Einrichtung der Meßstellen: FSB, Werk Rottleberode.

- FSB
2. In möglichst konstanten Abständen sind vom Werk Rottleberode Traufenmeßstellen einzurichten, wodurch die Zuflüsse und deren Veränderungen eindeutig erfaßt werden können.

- GFE
3. Zwecks genauer Trennung zwischen statischem und dynamischem Grundwasser müssen die Wassermessungen in Abständen von ca. 4 Wochen erfolgen; bei längeren bzw. stärkeren Niederschlagsperioden auch in kürzeren Abständen.

Weiterhin sollten in Abständen von zwei Monaten etwa 4 bis 6 Wasseranalysen von Proben aus

- Strukturen bzw. Störungen,
- Schichtfugen,
- Gesamtwasser

angefertigt werden, so daß zur Herkunft des Wassers bessere Aussagen möglich werden.

- GFE ✓
4. Es wird eine Grundwasserneubildungsberechnung für notwendig erachtet, wobei die Abgrenzung der oberirdischen und möglichen (nach Varianten) unterirdischen Einzugsgebiete vorgenommen bzw. versucht werden sollte. Dazu sollten auch Altersbestimmungen durchgeführt werden.

- GFE
5. Zur Verdeutlichung der geologischen Situation ist den späteren hydrogeologischen Dokumentationen die zusammengefaßte Stoßdokumentation (M 1 : 200) mit der Angabe der relativen Zuflußgrößen (vgl. Anl. 4.1. und 4.2. des 1. Dokumentationsberichts, SEIDEL 1975) beizufügen. Die Zuflußdarstellung (Leiste) zum Zeitpunkt der Auf-fahrung ist nach Möglichkeit durch eine zweite (bzw.

auch dritte) mit der Darstellung der Zuflüsse späterer Zeitpunkte zu ergänzen.

GFE 6. Der Wasserauslauf am Brachmannsberg (Stollen) ist in das regelmäßige Meßprogramm (Brunnen Siptenfelde sowie Niederschlagswerte-Vergleich) aufzunehmen, um zu kontrollieren, ob eine frühzeitige Entleerung des "Sammlers Brachmannsberg" bei Annäherung der Querschlagsauffahrung auf Grund des flachen SE-Einfallens der Schichtung in der Tanner Grauwacke erfolgt.

FSB 7. Vorbohrungen sind mit Standrohren und Schiebern zu versehen (verantwortlich: FSB, Werk Rottleberode), um Druckabfallkurven aufstellen zu können.

GFE 8. Die speziellen hydrogeologischen Aufgaben, die künftig bei der Fortsetzung der Auffahrungen des Nordquerschlags und bei der Erschließung der Flußspatlagerstätte Brachmannsberg und des Mühlweggangs zu lösen sind, erfordern für den Zeitraum von 1976 bis etwa 1980/81 die Einschaltung eines versierten Hydrogeologen des VEB GFE, BT Halle, in die geologische Bearbeitung des Objekts für jeweils ca. drei Monate pro Jahr.

### 13. Literaturverzeichnis

ALTERMANN, M. & S. MAUTSCHKE, J.: Ergebnisbericht des Objektes Bodenkartierung Unterharz (2. Teilgebiet). - Unveröff. Ber. VEB GFE, BT Halle, Halle 1975.

DYCK, S. & P. CHARDABELLAS: Wege zur Ermittlung der nutzbaren Grundwasserreserven. - Ber. geol. Ges. DDR, 8, S. 245 - 262, Berlin 1963.

FRITSCH, C.H.: Bergbaukunde (Lehrbuch), Zweiter Band, achte und neunte Auflage des Heise/Herbst'schen Lehrbuches.

KREJCI-GRAF, K.: Über Ölfeldwasser. - Erdöl und Kohle, 15, 1962.

MALLET, Ch. & J. PACQUANT: Erdstaudämme.- VEB Technik  
Berlin, 1954.

SCHNEIDER, H.: Die Wassererschließung.- Vulkan-Verlag,  
Essen 1973.

SEIDEL, F.: Geologischer Dokumentationsbericht Nord-  
querschlag 5. Sohle Fluorschacht, 0 - 600 m Neuauffahrung.-  
Unveröff. Ber. VEB GFE, BT Halle, Blankenburg 1975.

TIEDEMANN, B.: Über Bodenuntersuchungen bei Entwurf und  
Ausführung von Ingenieurbauten.- Berlin 1952.

Standwasserrichtlinie. Verordnung der Obersten Berg-  
behörde der DDR, Leipzig, 25.7.1960.

*Seit dem 1.1.76 ist die Standwasseranordnung  
im 11.7.75 in Kraft!*

Weitere in diesem Bericht zitierte Literatur ist im  
ausführlichen Literaturverzeichnis bei SEIDEL (1975)  
zu sehen.