

Abb. 39: Flußspatgrube Schönbrunn, Beispiel zur Aufschlußdokumentation, 93 m-Sohle, Querschlag 45 NO, Firste, NW- und SO-Stoß. Legende wie in Abb. 36

Da sie innerhalb des Deformationshofes gelegen sind, haben diese Gangbildungen oft keine scharfen Salbänder und laufen in Karbonat- bzw. Fluorit-Imprägnationszonen im Schermylonit aus.

### Die Flußspatgangmittel

Die Massenausscheidungen des Flußspats konzentrieren sich auf Gangtrümmern der euphacoidischen und auch oligophacoidischen Bereiche, wie Abb. 40 - 43 zeigen. Aufgrund ihrer tektonischen Genese als Zerr- und Reißfugen sind sie sehr unregelmäßig, teilweise kompliziert gestaltet. Im Längsschnitt (Seigerriß) erscheinen sie buchtig gelappt, im Profilschnitt gestreckt-linsig und durch den Wechsel des Einfallens verbogen. Ihre Mächtigkeiten sind sehr wechselhaft. Im Grundriß (geologischen Schnitt) dominieren linsenförmige Umrissformen. Aber auch gestreckte Körperformen mit wellenförmigen Konturen sowie Aufspaltungen sind häufig. Die eingehende Untersuchung des tektonischen Baues der Fluoritgangmittel ergab ihre Zusammensetzung aus einzelnen  $\pm$  langgestreckten, aneinander gereihten Linsenkörpern, so daß es sich bei den vom Bergmann als "Flußspatlinsen" bezeichneten "Erzfällen" eigentlich um Linsenaggregate handelt. Gestalt und Raumlage beruhen auf der immer wiederkehrenden Übernahme alter Scherlinsenstrukturen im Verlaufe der Mineralisationsphasen. Sie besitzen meist eine Neigung von  $65^{\circ}$  -  $90^{\circ}$  NO entsprechend dem Einfallen der Hauptstörung. Selten fallen einzelne Abschnitte der Linsenaggregate seiger oder bis  $90^{\circ}$  nach SW ein.

Das Streichen wechselt zwischen  $135^{\circ}$  und  $190^{\circ}$ , wobei die Untersuchung der Beziehungen zwischen Streichen und Mächtigkeitsentwicklung ergab, daß

zwischen  $135^{\circ}$  und  $180^{\circ}$  gleich günstige Mächtigkeiten ausgebildet sind, und keine bestimmte Richtung bevorzugt wird (Abb. 45 und 46).

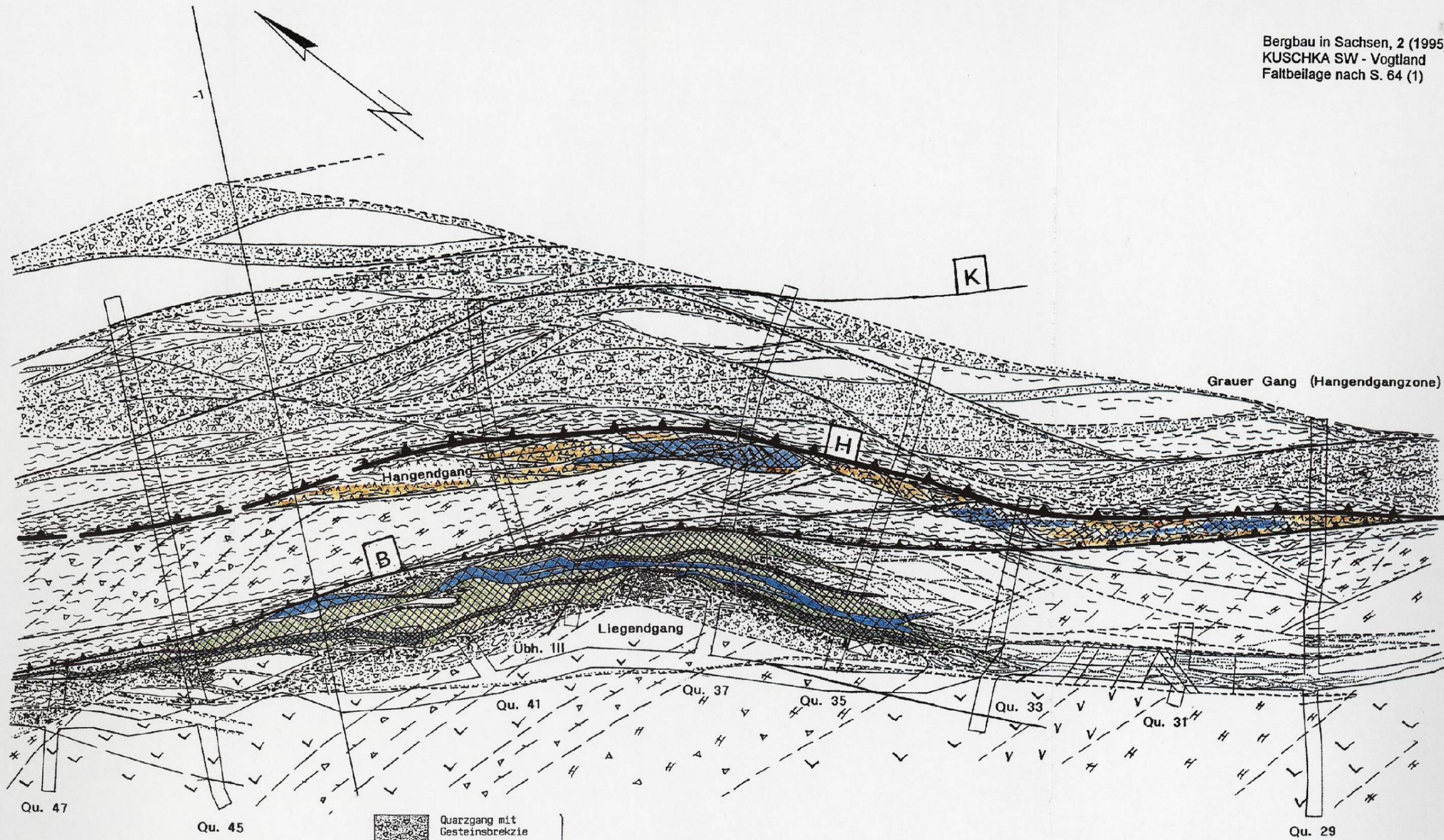
Die einzelnen Fluoritgangmittel erreichen, in der mit  $40^{\circ}$  nach NW abtauchenden Längsachse gemessen, bis zu 1.500 m Länge. In den söhligem Auffahrungen sind es 30 - 550 m (wobei es kein deutliches Häufigkeitsmaximum für eine bestimmte Durchschnittslänge gibt).

Die Mächtigkeiten der Fluoritgangmittel wechseln meist zwischen 0,3 und 6 m. In einzelnen euphacoidischen Zentren wurden wiederholt auch 9 m, seltener 12 m erreicht.

Auf der Lagerstättenstruktur Schönbrunn folgt die räumliche Verteilung der Flußspatmittel der allgemeinen (dreistreifigen) Verteilung euphacoider und oligophacoider Bereiche (s. Abb. 22). Die Flußspatführung des Hangendganges ist meist mit einer solchen im Liegendgang verbunden.

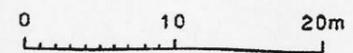
Nach NW wird die Spatmittelführung durch die Scharlinien der Hauptgangzone an die Hauptstörung begrenzt. Die südöstliche Begrenzung wird bereits mit der Grenze zum stenophacoidischen Bereich, 50 - 200 m vor der südöstlichen Scharlinie der Hauptgangzone an die Hauptstörung, erreicht.

Die Fortsetzung der Fluoritgangmittel unter die 483 m-Sohle zur Teufe wird durch die Bohrungen SbrOV 5/74; 6/75; 10/76 und 16/76 (in 853 m Teufe) belegt. Jedoch nimmt die Flußspatführung, so wird in der Beschreibung der Teufenzonalität näher ausgeführt, allmählich ab.

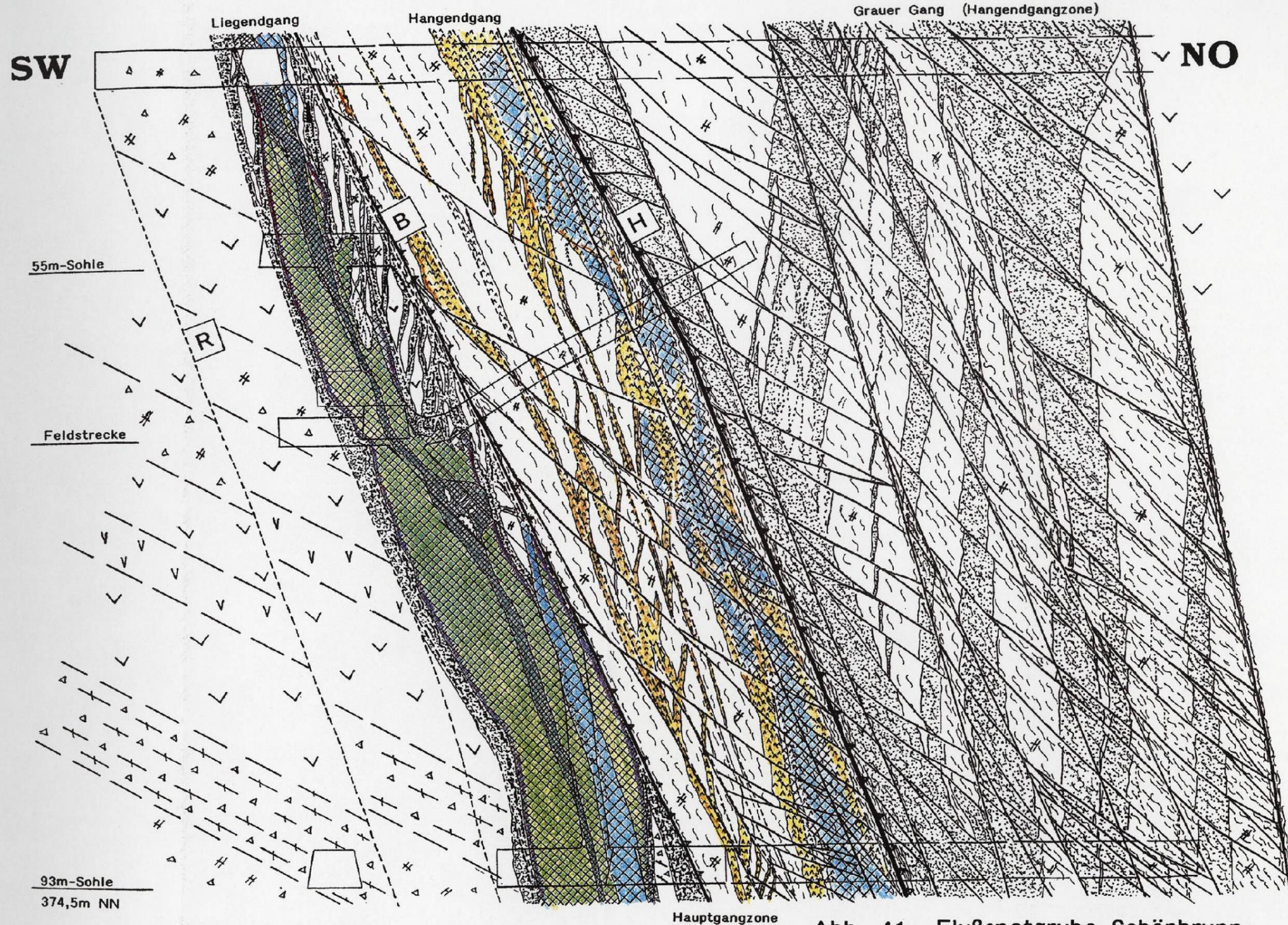


- |  |  |                            |        |                          |                           |
|--|--|----------------------------|--------|--------------------------|---------------------------|
|  | Quarzgang mit Gesteinsbrekzie          | Folgen-<br>gruppe<br>qhm   |        | Siderit                  | Folgen-<br>gruppe<br>krsf |
|  | Sternquarz mit Adular                  |                            |        | Karbonspat meist Ankerit |                           |
|  | Rhythmische Quarz-Fluoritabscheidung   |                            | Calcit |                          |                           |
|  | "Hauptflußpat" überwiegend grün        | Folgen-<br>gruppe<br>flq   |        | Quarztrümchen            |                           |
|  | Blauer Fluorit                         | Folgen-<br>gruppe<br>baf1  |        | Schergangstruktur        |                           |
|  | Jüngster Fluorit                       | Folgen-<br>gruppe<br>flbaq |        | Störung                  |                           |
|  | Geringe Fluorit-führung oder -trümchen |                            |        |                          |                           |

Abb. 40:  
 Flußpatgrube Schönbrunn  
 Geologischer RiB des Bereiches  
 "NW-Linse" 93m-Sohle



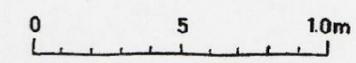


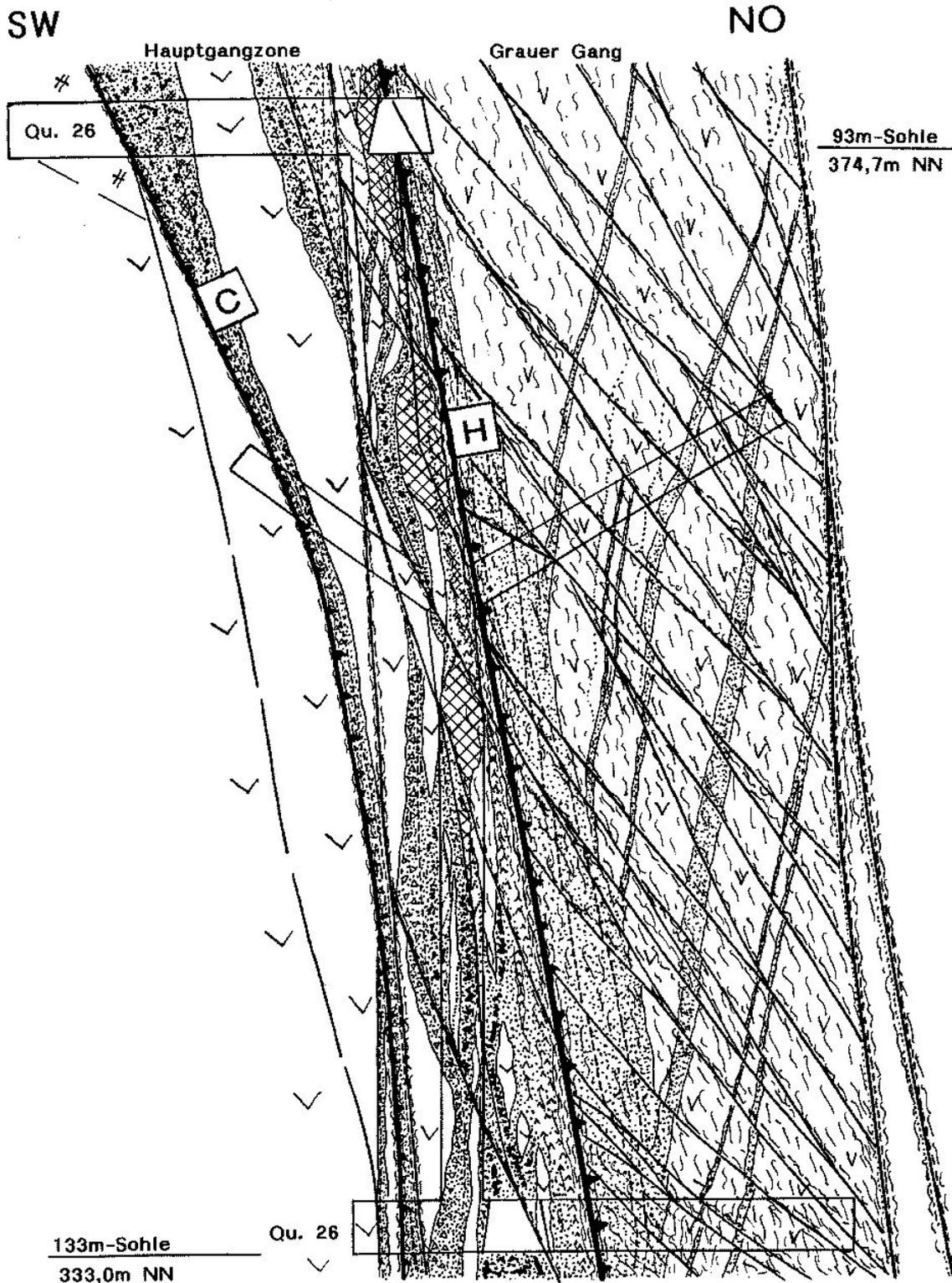


4. Sohle Ludwig  
418m NN

Legende siehe Abb. 40

Abb. 41: Flußspatgrube Schönbrunn  
Geologischer Schnitt im Überhauen III (NW-Stoß)

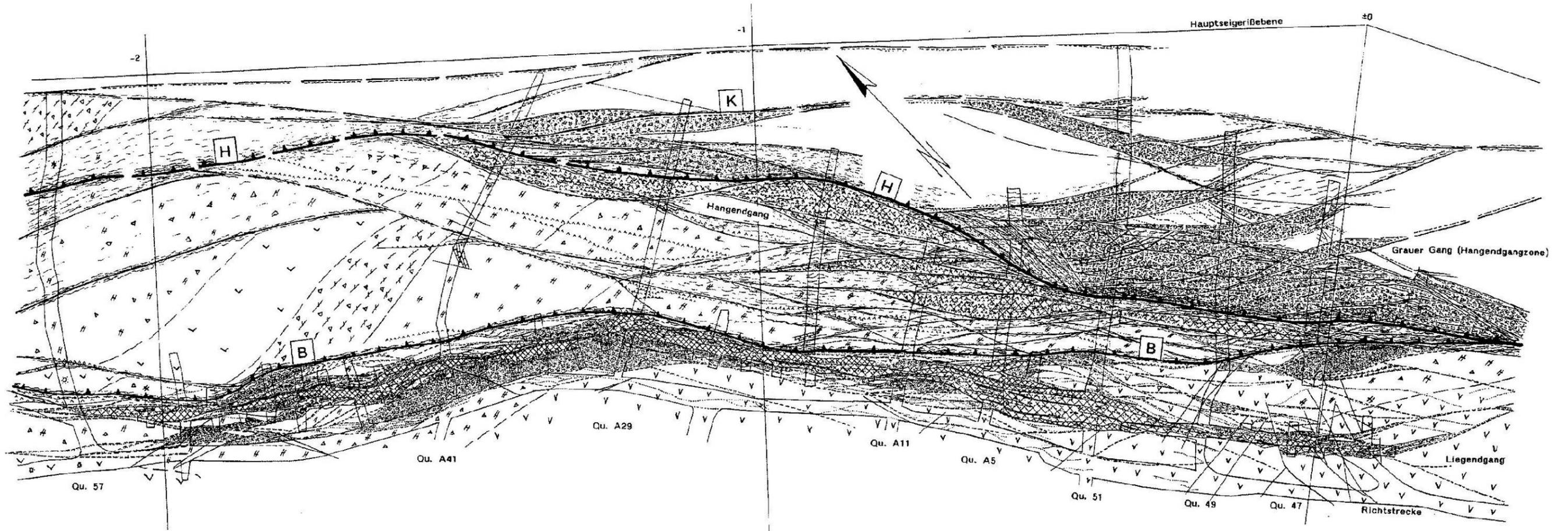




**Abb. 42: Flußspatgrube Schönbrunn**  
**Geologischer Schnitt**  
**im Überhauen X (NW-Stoß)**

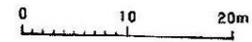
0 5 10m

Legende siehe Abb. 40



Legende siehe Abb. 40

Abb. 43:  
 Flußspatgrube Schönbrunn  
 Geologischer Riß des Bereiches  
 "NW - Linse" 173 m-Sohle







## Zur Kinematik der Gangbildungen

Die tektonische Entstehung der Lagerstättenstruktur von Schönbrunn begann bereits mit der bruchtektonischen Deformation der Gesteinsschichten, d. h. mit dem Aufbau des Störungsteilsystems. Dessen entscheidende Ausformung vor der hydrothermalen Mineralisierung geschah nach dem Erstarren des Schönbrunner Granits im Verlauf der asturischen und erzgebirgischen tektonischen Phase unter NO-SW-Einengung mit NW-SO-Scherung.

Während saalischer/postsaalischer, altersmäßig nicht näher datierbarer NO/N-SW/S-Dehnungen (im Unterperm) kam es besonders an WNW/NW-OSO/SO-Brüchen innerhalb des Störungssubsystems zu Spaltenbildungen, in die Hydrothermen eindringen und unter komplizierten physikochemischen Vorgängen bei Druckentlastungen unter Einfluß oberflächennaher Wässer und geochemischer Barrieren Serien vielfältiger Mineralparagenesen ausschieden. Im Großscherlinsensystem reagierten in erster Linie Längs- und Diagonalsstörungen mit Spaltenbildungen. Daneben traten echte Reißfugen auf, allerdings im Meter- bis Dekameterbereich, da die mit 1 - 10 m Abstand relativ dicht aufeinander folgenden Nebenstörungen eine weitere Fugenausbreitung blockierten.

Der in einem Scherlinsengroßstörungssystem komplizierte Spaltenöffnungsmechanismus wurde anhand von entspr. Pappe-Gummizug-Modellen nachvollzogen, um die Beweglichkeit und Spaltenöffnungsbereitschaft zu überprüfen (Abb. 26). Dabei wurde das Scherlinsengroßgefüge nach dem verallgemeinerten Vorbild des geologischen Grundrisses von Schönbrunn im Grundrißmodell und die querschnittliche Situation im Querschnittsmodell nachgestaltet, die starren Phacode durch Pappestücke modelliert, die Beweglichkeit durch Gummibänder gegeben.

Im Grundrißmodell (Abb. 25) öffnen sich bei simulierter Dehnungsbeanspruchung erwartungsgemäß Spalten, die den Gängen in den geologischen Sohlenrissen durchaus entsprechen. Bei zusätzlicher seitlicher Scherbewegung verbessern sich die entsprechenden Ähnlichkeiten. Hierbei zeigt sich, daß Spalten bzw. Mineralgangbildungen nur an einigen Nebenstörungen auftreten, nicht an allen, und darüber hinaus die Sum-

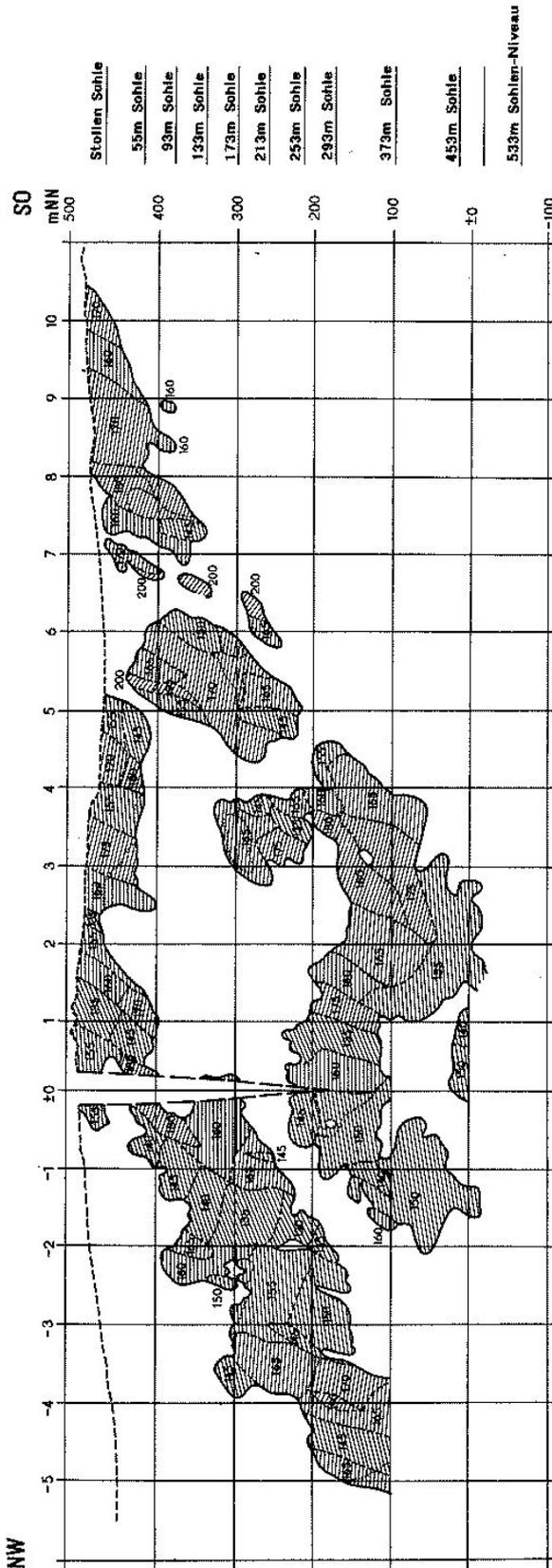


Abb. 45: Flußspatgrube Schönbrunn, Seigerrißdarstellung des Streichens der Flußspatmittel.

Die Orientierung der Schraffierungen entspricht dem Streichen, wobei die Richtung  $160^{\circ}$  als Basis mit horizontaler Schraffur ausgedrückt wird. Der Knick in der Seigerrißebene ist nicht berücksichtigt.

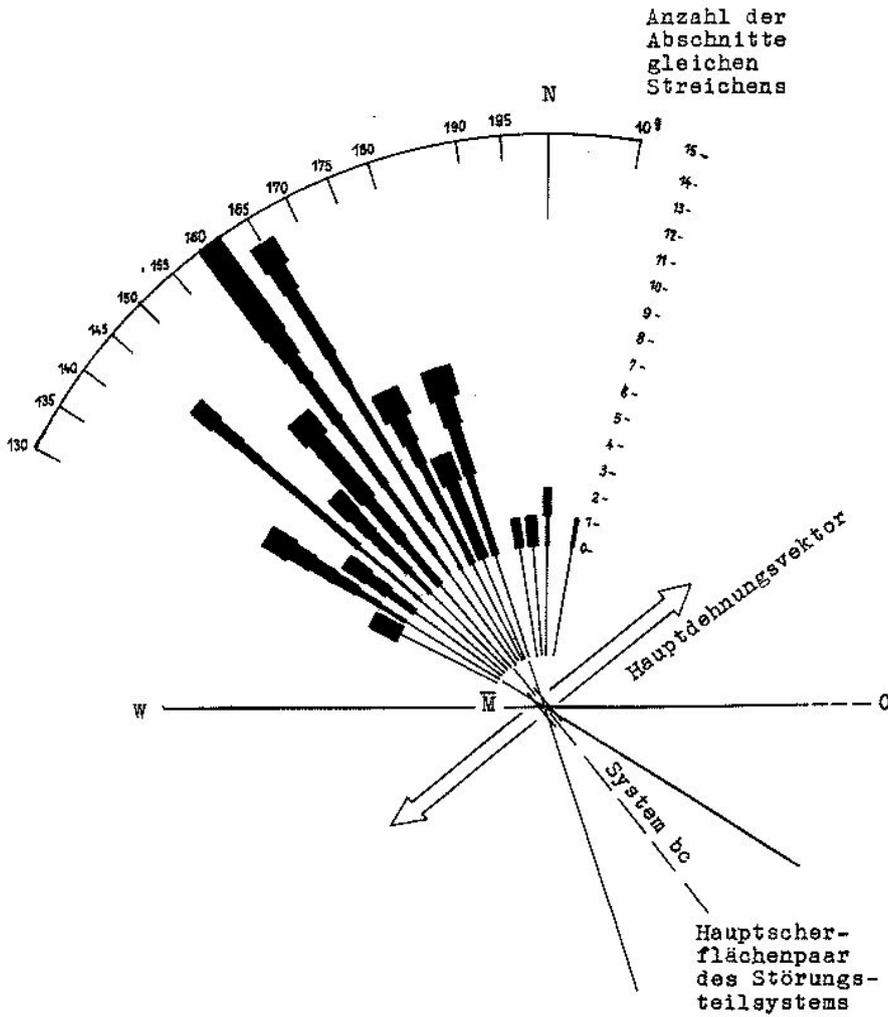


Abb. 46: Streichrichtung und Durchschnittsmächtigkeiten einzelner Fluoritgangabschnitte in Schönbrunn. 1 mm Säulenbreite entspricht 1 m Gangmächtigkeit. Die Meßwerte sind von der 55 m- bis zur 373 m-Sohle am Liegendgang der Hauptgangzone erhoben.

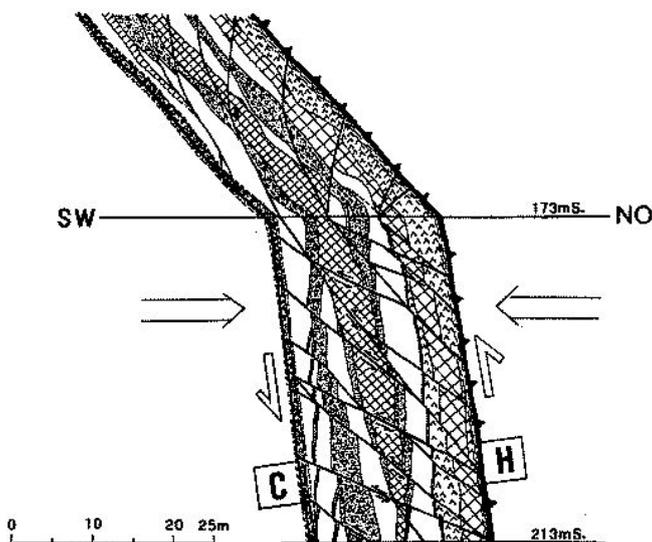


Abb. 47: Einengende postmineralische Bruchtektonik in der Flußspatgrube Schönbrunn, Hauptgangzone, "SO-Linse" südöstlich des Hauptschachtes zwischen der 173 m- und der 213 m-Sohle. Legende wie in Abb. 36

me aller Spalten keinen für die gesamte Lagerstättenstruktur einheitlichen Betrag annahm. Vielmehr sind im Modell Spalten, in der Natur die Mineralisationen, stellenweise bald stärker, bald schwächer entwickelt oder gar nicht vorhanden. Hierin äußert sich in erster Linie der Einfluß der Bereiche unterschiedlicher Phacoidausbildung, insbesondere des Scherwinkels der Flächenpaare der Phacoiden. Aus Abb. 25 wird deutlich, daß bei Scherung in Abhängigkeit von der Scherrichtung und der Winkelstellung der Scherflächen zu ihr, sich bald die eine oder andere der beiden Flächen der Scherlinsen zu Spalten öffneten, und zwar umso weiter, je mehr die Scherflächen diagonal zum Generalstreichen verlaufen, umso geringer, je mehr der Flächenverlauf sich der Scherrichtungsparallele annähert. So konnten einzelne Abschnitte der Längsstörungen bei Bewegungen geschlossen bleiben.

Am weitesten öffneten sich die euphacoidischen Zentren. Zumindest von der ältesten Gangbildung wurde weitgehend das Großscherlinsengefüge übernommen, wobei die Nebenstörungen (Linsenmäntel) als Schergänge erhalten blieben. Häufig brachen bei der Spaltenbildung Gesteinslinsenkerne zusammen. Ihre Trümmer finden sich als Nebengesteinsbrekzie in den Gängen wieder. Zugleich vergrößerten sich die Spaltenweiten um den Betrag der Mächtigkeit der kollabierten Scherlinsen. Deshalb sind in *euphacoidischen Bereichen* die Mineralgänge am mächtigsten und kompliziertesten. In den *oligophacoidischen Bereichen* dagegen finden sich Doppelgänge, Bogentrümer usw., verbunden mit ruhigem Streichen bei geringem Mächtigkeitsrückgang durch geringere Spaltenbildung.

Die *stenophacoidisch-aphacoidischen Bereiche* führen entweder wenige geringmächtige, auskeilende Gänge oder durch Phacoidzertrümmerung einen mächtigen Brekziengang, der zum Scharpunkt aller Rupturen hin auskeilt oder sich in Trümmerzonen im stark zerrütteten Gestein verliert.

Im Querschnittsmodell (Abb. 26) lassen sich die am geologischen NO-SW-Schnitt durch die Lagerstätte zu beobachtenden Bilder kinematisch simulieren. Es zeigt sich, daß sich die größten Gangmächtigkeiten bzw. großen Spalten im Modell an den steiler als das Gesamtsystem einfallenden Nebenstörungen einstellen; diese reagierten bei Dehnung mit Abschiebungen wie Fiederspalten. An flachfallenden Störungen treten die Mineralisationen entweder als Schergänge oder gar nicht auf.

Öffnung und Mineralisierung der Spalten geschah zu meist in einzelnen Etappen. Von der ältesten zur jüngsten Mineralisation verstärkt sich im Scherlinsengroßgefüge ein relativer Konsolidierungseffekt des Störungsvolumens. Die jeweils jüngeren Gangtrümer nehmen mehr und mehr Reißfugencharakter an. Gehalte an Gesteinsbrekzien gehen zurück und das Scherlinsengroßgefüge im Gangbereich wird zunehmend verwischt. Wenige Schergänge blieben als Nebenstörungen reaktionsfähig.

## Postmineralische Deformation der Gänge

Störungstrennflächen auch in den jüngsten Mineralgangtrümmern weisen darauf hin, daß die Lagerstättenstruktur nach den Mineralisationsphasen erneut unter Abschiebung gedehnt wurde. Doch sind diese Beobachtungen nur an vereinzelt Stellen zu machen, und die Beanspruchungsintensität war schwach. Bemerkenswert ist, daß die großen Störungen (A, B) und besonders die Hauptstörung davon nicht betroffen sind und nicht versetzt werden, weil an ihnen die größten postmineralischen Verschiebungen stattfanden.

Verbreitet und stellenweise recht intensiv sind die Erscheinungen der postmineralischen Einengungstektonik (Pressungsformen) besonders im Übergangsbereich zum stenophacoidischen Baustil. Vor allem in der südöstlichen "Linsenkette" zwischen 55 m- und 173 m-Sohle sind typische Deformationsbilder in zwei Grundformen, manchmal kombiniert, zu beobachten:

- a) an Staffeln gekrümmflächiger subdiagonaler flachfallender Auf- und Überschiebungen wurden die Gänge und das Nebengestein in flache Schollen zerlegt und staffelartig nach oben verschoben (Abb. 47). Diese Zerspaltung und die damit verbundene Mächtigkeitsminderung des Gesamtsystems beschränkt sich auf den Bereich zwischen Randstörung und Hauptstörung. In den Deformationshöfen der limitierenden Störungen wurden die angepreßten Schollenabschnitte zerrieben und "abgefeilt", ohne daß die genannten Begrenzungs-Störungen dabei mit versetzt worden wären.
- b) Im Mittel- und vor allem im Nordwestfeld der Lagerstätte sind folgende Deformationsbilder zu sehen: an paarweise auftretenden, miteinander gegensinnig streichenden und steil fallenden Diagonalstörungen wurde, ähnlich dem Deformationsbild gepreßter Probenkörper im Schraubstock, das Volumen zwischen Haupt- und Randstörungen in dreieckige bzw. tetragonal-pyramidale Spaltkörper zerlegt und einengend gegeneinander verschoben.

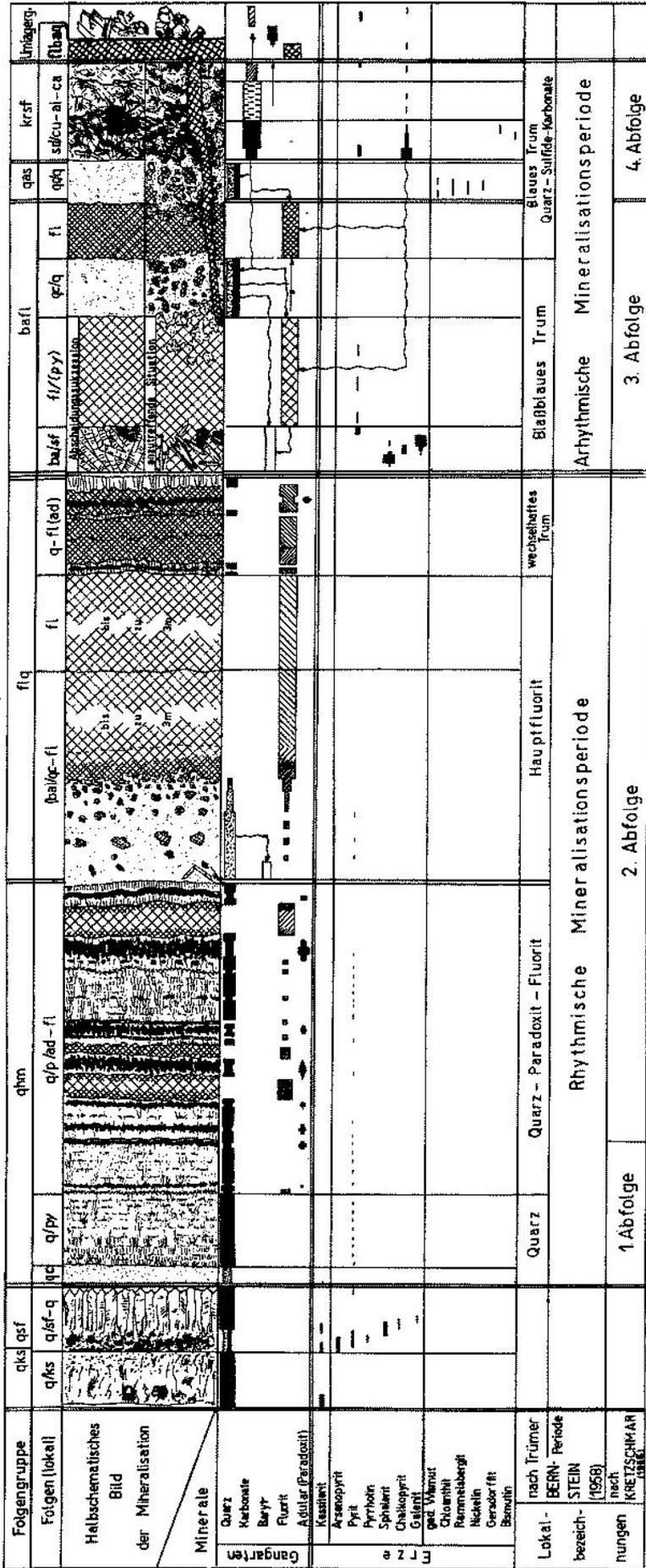
### 4.3.3 Mineralisationen und Rohstoffcharakteristik

#### 4.3.3.1 Überblick der Mineralisationen im Bereich der Lagerstättenstruktur

Im Nebengestein und auf der Lagerstättenstruktur von Schönbrunn ist eine Vielfalt von Mineralkörpern stratiformer Art in Nestern und Putzen im Nebengestein oder in Form von Trümmern und Gängen verbreitet. So vielfältig ihre Erscheinungsformen sind, so unterschiedlich ist auch ihre Genese.

Ohne wirtschaftliche Bedeutung und nur von wissenschaftlichem Interesse sind

- **Mineralbildungen marin-exhalativer und diagenetischer Herkunft**, die mit den intrusiven Diabasen und extrusiven Spiliten verbunden sind, als Nester und Zwickelfüllungen meist zwischen den Pillow-Bildungen, auf Klüften und Trümchen, wie Calcit, Calcit-Chlorit, Calcit-Epidot ± Hä-



Spezielle Besonderheiten:  
 Folgengruppe qhm: Fe nur in sulfidischer Bindung  
 " " krsf: Cu-Sulfid-Vormacht, Sb-frei

Quarz: kristallin, kryptokristallin  
 Karbonate: Ankerit, Keilzit  
 Fluorit: dunkel-, hellweiß, dunkel-, hellgrün, dunkel-, hellblau

Abb. 48: Mineralisationsschema des Mineralganggebietes von Schönbrunn

matit, Chaledon-Hämatit (Jaspis), mit oder ohne Chlorit, Kluffbeläge und Trümchen von Calcit im Zusammenhang mit karbonatischen Sedimentiten, Quarz in pelitisch-psammitischen Gesteinen.

- Der vom Schönbrunner Granit ausgegangenen **Kontaktmetamorphose** verdanken folgende Mineralneubildungen ihre Entstehung:
  - Epidot-Quarz-Calcit-Sphalerit-Chlorit-Schlieren ± mit Hämatit, Pyrit, Galenit, Andradit, Hornblende.
  - stratiforme subkonkordante Skarne und Skaranoide mit Andradit-Magnetit-Mineralisation, Hornblende, Chlorit, Epidot, Quarz, Adular und eingesprengtem Hämatit, Kassiterit, Sphalerit, Pyrit, Chalkopyrit, Galenit. Das bekannteste Skarnerzlager südwestlich von Schönbrunn wurde ehemals von der "Ludwig-Fundgrube" bei Lauterbach bebaut (QUELLMALZ, 1961).
- **Pneumatolytische gang- und trumförmige Mineralisationen**  
Diese treten überwiegend südöstlich der Lagerstättenstruktur auf. KÄMPF (1991) unterscheidet im granitnahen Bereich (bis 200 m) Trümer einer *Quarz-Beryll-Kassiterit-Assoziation* und im granitferneren Bereich die in Peliten und Psammiten aufsetzenden Trümer der *Quarz-Kassiterit-Chlorit-Calcit-Assoziation*, in der oberdevonischen Vulkanitserie vertreten durch die *Adular-Epidot-Kassiterit-Assoziation*. Im Grubenrevier der "Johannis-Fdgr." bei Lauterbach setzen Trümer und Gänge der Quarz-Kassiterit-Folge und der anschließenden Quarz-Kassiterit-Calcit-Folge auf (KÄMPF, STRAUCH, KLEMM 1991).

Als jüngste, dieser Bildungsreihe zuordenbare, bereits hydrothermale Übergangsbildung, kann die von KÄMPF (1981) erstmalig im Bereich der Bösenbrunner Hauptstörung ausgewiesene *Quarz-Adular-Fluorit-Calcit-Assoziation* angesehen werden. Der Quarz hat langprismatischen Habitus und einen besonderen Flüssigkeitseinschluß-Chemismus, der von dem der Folgenreihe qhm verschieden ist. Inzwischen stellte sich eine auf der Schönbrunner Struktur recht weite Verbreitung dieser Mineralisation heraus, als Trümer bis zu wenigen Zentimetern Mächtigkeit und in dem Erstfund gegenüber variierenden Ausbildung: Am Salband Adular, dann Kammquarz und Fettquarz mit Durchtrümerung und teilweiser Verdrängung durch Adular, anschließend Prismenquarzabscheidung bis zur Trumnaht, ohne Fluorit. Anschließend Durchtrümerung und teilweise Verdrängung durch grobspätigen Calcit.

Die **spätvaristischen Hydrothermalite der Schönbrunner Lagerstättenstruktur** setzen mit der Folgenreihe Quarz-Sulfide (qsf) ein, der sich Abscheidungen der Fgr. Quarz-Hämatit (qhm) in südwestvogtländischer Fazies ("FPQ"-Fazies) und die Fgr. *Fluorit-Quarz* (flq) anschließen. Nach einem durch Altersdaten gesicherten zeitlichen Hiatus bis zu 50 Mill. Jahren beginnt die postvaristische hydrothermale Bildungsreihe mit der Abscheidung der Folgenreihe Baryt-Fluorit (baf), fortgesetzt durch die Fgr. Quarz-Arsenide (qas) und Karbonate-Sulfide (krsf), die Fgr. Fluorit-Baryt-Quarz (flbaq). Den Abschluß der Mineralisationen bildet die Fgr. Quarz-Eisen-Mangan(hydr)oxide (qlm mn).

Im folgenden werden die Mineralisationen der spätvari-

stischen und postvaristischen hydrothermalen Bildungsreihe näher beschrieben.

#### 4.3.3.2 Die hydrothermale Mineralisationen der Lagerstätte Schönbrunn (Abb. 48)

##### **Folgenreihe Quarz-Sulfide**

Auf den Gängen und Trümerzonen sind Abscheidungen dieser Folgenreihe zwar über die gesamte Hauptgangzone verbreitet, aber als älteste Gangmineralisation von ursprünglich geringer Mächtigkeit nur reliktsch erhalten. Dennoch ließen die Fragmente den Nachweis bis zu 3 Folgen zu, obwohl tektonische Hiati zwischen ihnen selten sind:

##### **1. Folge: q/((pn))-py/((at))**

Quarz, milchig trüb, feinkörnig, mit eingesprengtem Pyrrhotin (pn), Pyrit (py) und Arsenopyrit (at).

##### **2. Folge: q/(zn-cu)**

Quarz, massig-körnig bis xenomorph-prismatisch, mit Sphalerit (zn), dunkelbraun, selten in bis Dezimeter großen massigspätigen Aggregaten, brekziiert, teils von Quarz derselben oder jüngeren Folgenreihen durchtrümert und verkittet, ferner mit eingesprengtem Chalkopyrit (cu), Pyrit.

##### **3. Folge: q/(gn)**

Quarz, massig bis xenomorph-prismatisch, mit eingesprengtem Galenit (gn) in bis zu cm großen Aggregaten (selten) sowie Chalkopyrit, Pyrit.

Die paragenetischen Minerale sind ungleichmäßig verteilt. Stellenweise kann der Quarz fehlen oder, umgekehrt, der Sulfidanteil. In Brekziengangausbildungen der Fgr. qsf waren ältere Bruchstücke alterierten Nebengesteins mit Adular-Quarz-(Calcit)-Assoziation zu beobachten, so daß die zeitliche Reihenfolge - erst ad-q-ca, dann qsf - gesichert ist.

Südöstlich der Lagerstättenstruktur Schönbrunn, auf den Mineralgängen der Johannis-Fundgrube, stellte OELSNER (unveröff. Lagerstättenforschungsakte 1939) innerhalb der Quarz-Sulfid-Mineralisation kollomorpher Kassiterit mit nadelförmigen Habitus ("Nadelzinn") als Umlagerung aus der pneumatolytischen Mineralabscheidung fest. Derartige konnte auf der Schönbrunner Lagerstättenstruktur bisher nicht nachgewiesen werden.

##### **Folgenreihe Quarz-Hämatit (qhm)**

Mineralabsätze dieser Folgenreihe sind im gesamten SW-Vogtland verbreitet, aber in einer Sonderentwicklung, die sich von jener im Erzgebirge redoxfazial unterscheidet: in südwestvogtländischer sulfidischer Fazies, die wegen der drei charakteristischen Minerale Fluorit-Paradoxit (= Adular)-Quarz auch unter der Bezeichnung "FPQ"-Fazies bekannt ist.

##### **1. Folge: qc/(i)**

Chaledon (qc) bis dichter, sehr feinkörniger Quarz, der häufig durch Gesteinsdetritus und/oder Chlorit (i) graugrünlich

gefärbt ist. Mit dieser Abscheidung beginnt die Hauptmineralisation des Schönbrunner Mineralgangsystems. Die Folge bildet meist nur wenige Zentimeter mächtige Salbandlagen, die örtlich als Kittmatrix von Nebengesteinsbrekzie bis zu einem Meter anwachsen kann.

## 2. Folge: q/(py)

Massenabscheidung von Quarz, milchweiß bis hell-grau in Sternquarz-Habitus und phänokollomorphen Aggregaten (Sternquarz 1). Im Querbruch lassen die Quarzaggregate eine grau-weiße Zonierung von 1 - mehreren Millimetern Zonenbreite erkennen. Unter dem Mikroskop lösen sich die dunkleren feinen Lagen zu pigmentdurchstäubtem Quarz auf. Pigmentminerale sind Sulfide, hauptsächlich Pyrit. KÄMPF (1981) stellte noch Sphalerit und Galenit fest.

Sternquarz 1 bildet mehrere Dezimeter mächtige Ablagerungen. Im Falle der Führung von Nebengesteinsbruchstücken entstanden auch mehrere Meter mächtige Gangtrümer.

In Drusenräume hineinragende Kristalle führen meist nur die Endpyramiden, manchmal als Schnabelzwillinge. Selten kommen nach JAHN (1929) Prismenflächen vor (Formen: [1010], [1121], Pyramidenendflächen [1011]).

## 3. Folge: {q/(py)/ad-fl}<sub>1-n</sub>

Zum Makromineralbestand dieser Folge gehören Quarz, Fluorit (fu) und Adular (ad). Auf kollomorphen Zwischenablösungsflächen ("Lösern") gingen im Verlaufe kurzepisodischer Umstellungen des Lösungsschemismus aus Adular grünliche Alterationen teils als Muskowit, teils als Kaolin hervor. Dies gab KÄMPF [1981] den Anlaß, diese Folge als "Quarz-Alumosilikat-Abfolge" zu bezeichnen.

Als feines akzessorisches Pigment treten nochmals Sulfide (Pyrit, Chalkopyrit, Galenit) auf.

Eine typische Erscheinung dieser Folge ist der rhythmische Wechsel des Anteils der drei Hauptminerale an der Abscheidung, wobei sich die Grundtendenz durchsetzte, daß zunächst der Sternquarz dominiert, sich später erst Einzelkristalle, dann dünne Lagen von Fluorit einschalten, die im weiteren Verlauf immer größere Mächtigkeiten annehmen, bis zuletzt der Fluorit vorherrscht.

Der rhythmische Wechsel Quarz-Adular-Fluorit ist ungleichmäßig, bald stark hervortretend, bald verschwindend, und führte in einzelnen Bereichen der Gangmittel nach tektonischer Beanspruchung und Brekzienbildungen zur Ausbildung von Kokardenstrukturen, die bei genügendem Farbkontrast eindrucksvolle Aufschlußbilder hervorbrachten.

Der Quarz ist anfangs noch typischer Sternquarz. Bei rhythmischer Lagenbildung mit Adular und Fluorit schalteten sich noch porzellanartige weiße Chalcedonlagen und Kammquarzlagen dazwischen.

Der Fluorit ist oktaedrisch, in den letzten Bändern auch gekrümmflächig-oktaedrisch mit eingekerbten Kanten (sogen. Ochsenaugen). Die Farbe wechselt zwischen violett in verschiedenen Farbtiefen (besonders salbandwärts) und meergrün.

Der Adular (nach JAHN, 1929) mit den Kombinationen [110], [101] und [001] kommt als weißliche, blaßorange,

auch kräftig orangerote klein- bis mittelspätige Masse zusammen mit Quarz vor. Freie Kristalle bis zu 2 mm Größe sind selten.

Mit der 3. Folge der Fgr. qhm setzt die produktive Fluoritabscheidung ein. Nach tektonischem Hiatus, Neuaufreißen von Spalten unter örtlicher Brekzierung des alten Ganginhalts wurde die Mineralisation der *Folgenreihe Fluorit-Quarz (flq)* abgesetzt.

Es sind drei Folgen zu unterscheiden :

### 1. Folge (qc)-fl/(py)

Anfangs wurde weißer Chalcedon abgeschieden, der auf der 93 m-Sohle mit einigen Dezimetern die größte Mächtigkeit erlangte. Hier waren Negative nach Baryt zu beobachten. Bereits auf der 173 m-Sohle ging diese Bildung bis auf wenige Zentimeter zurück und die Barytnegative waren nicht mehr ausgebildet. Der Chalcedon führt im weiteren Verlauf der Abscheidung zunächst clusterartig Fluorit, dessen Aggregate sich dann zusammenschließen bis zur monomineralischen Massenabscheidung von Fluorit.

Der Flußspat ist salbandwärts violett und wird nach wenigen Zentimetern zunächst blasser, dann meergrün. Die als "Hauptflußspat 1" bezeichnete Massenabscheidung von Fluorit kann bis zu 3 m mächtig werden.

### 2. Folge: fl

Nach tektonischer Bewegung setzte sich die Massenabscheidung von Fluorit in gleicher Ausbildung fort. Diese Folge erreichte stellenweise nochmals bis zu 3 m Mächtigkeit ("Hauptflußspat 2").

### 3. Folge: q-fl/(ad)

Nach erneuter Spaltenbildung begann die weitere Mineralabscheidung mit einer Kammquarzlage, mehr oder weniger mit Einschlüssen von Fluorit-Oktaedern. Darauf folgte kräftig gefärbter violetter und grüner Flußspat. In der Nähe der Trumnaht wurde nochmals alternierend bis zu 1 cm mächtiger Kammquarz mit Adular abgeschieden, danach wieder Fluorit und zuletzt Kammquarz. Das gesamte Gangtrum (Bezeichnung "Wechselhaftes Trum") durchschlägt alle älteren Bildungen und hebt sich wegen seiner kräftigen Farbe deutlich vom Hauptflußspat ab.

Die dritte Folge war von übertage bis zur 173 m-Sohle zu beobachten. Darunter existiert sie nur als violettes Fluoritgangtrümchen und war unterhalb der 213 m-Sohle nicht mehr feststellbar.

Mit der Folgenreihe flq wurde auf der Lagerstättenstruktur Schönbrunn die spätvaristische Mineralbildungsreihe abgeschlossen. Die einstige wirtschaftliche Bedeutung dieser Fluoritbildung erhöhte sich wegen der hohen Reinheit (größer 95 % Flußspat), die eine Stückspat-Gewinnung ermöglichte.

Nach einer längeren Stillstandsperiode, die nach bisherigen Altersbestimmungen (KÄMPF u. a. 1991) ca. 45 Mill. Jahre betragen haben könnte, setzte im Südwestvogtland die *postvaristische hydrothermale* Mineralisierung ein, deren einzelne auszuhaltende Folgen gegeneinander tektonisch hiatal begrenzt sind.

### **Folengruppe Baryt-Fluorit (bafl)**

Auf der Lagerstättenstruktur Schönbrunn sind 4 Folgen ausgebildet.

#### **1. Folge ba/(sf)**

Das Hauptmineral ist Baryt (ba) von weißer Farbe, tafeligem Habitus, meist monomineralisch entwickelt, lokal mit eingesprengten Körnern und Aggregaten von Galenit, Sphalerit, Chalkopyrit und Pyrit. Diese Paragenese wurde von stärkeren Verdrängungen durch die nachfolgende Mineralisierung betroffen und ist deshalb nur reliktsch erhalten.

#### **2. Folge fl/(py)**

Am Anfang der neu einsetzenden Fluoritabscheidung wurden von tektonischen Beanspruchungen betroffene ältere Fluoritablagerungen stark hydrothermal aufgearbeitet und in enger Vermischung mit dem jüngeren Fluorit dieser Folengruppe erneut abgesetzt. Diese Bildung ist bei überwiegendem blaßblauen Farbton auch fleckig violett, grau und grün. In der Hauptgangzone bildete diese "Mischparagenese" aus Alt- und Neubestand an Fluorit innerhalb der Liegendgangzone eigene Gangtrümer bis zu mehreren Metern Mächtigkeit ("Blaßblaues Trum"). Der im unmittelbaren Liegenden der Hauptstörung aufsetzende "Blaue" oder "Hangendgang" kann als eine Neubildung gelten. Der Fluorit ist hellblau bis hellgrau blau, massig-spätig, auf Hohlräumen hexaedrisch. Diese Folge führt akzessorisch Pyrit und verdrängt intensiv den Baryt der 1. Folge bis auf Relikte.

#### **3. Folge qc-q/(py)**

Chalcedonartiger bis feinkörniger Quarz, milchweiß getrübt, mit Übergängen in bis zu 1 mm lange bipyramidal-prismatische Quarzkristalle in wirrstrahlig-verschränkter, lose verwachsener Anordnung, durchsetzte als verdrängendes Mineral "wolkenartig" den Fluorit der 2. Folge (als sogen. "Wolkenquarz"). Der Baryt der 1. Folge wurde gleichfalls intensiv von diesem Quarz verdrängt. Als akzessorische typische Begleitminerale sind Pyrit und Chalkopyrit vergesellschaftet.

#### **4. Folge fl/(py)**

Dieser nach erneutem Spaltenaufriß abgesetzte Fluorit ist deutlich kräftiger blau gefärbt und wird von akzessorischem Pyrit begleitet.

Wegen der reichen Fluoritführung gehört die Folengruppe bafl auf der Lagerstättenstruktur Schönbrunn zu den industriell wichtigen Bildungen, erreicht aber bei weitem nicht die hohe Qualität wie der ältere "Hauptfluorit" der Folengruppe flq.

### **Folengruppe Quarz-Arsenide (qas)**

In Schönbrunn tritt diese Folengruppe in nur einer Folge auf und kommt untergeordnet vor.

#### **Folge qc-q/as**

Das Hauptmineral Quarz setzte als Chalcedon ein und wurde im weiteren Verlauf des Absatzes von feinkörnigem Quarz - sehr ähnlich dem "Wolkenquarz" der Fgr. bafl - abgelöst. Typische Begleitminerale sind Arsenide, Sulfarsenide und Sulfide von Kobalt, Nickel, Eisen und Wismut (Gediegen Wismut, Chloanthit, Rammelsbergit, Nickelin, Gersdorffit, Bismutin). Gediegen Wismut ist sehr selten (von JAHN 1929 erwähnt). Auch die übrigen Erzminerale sind selten und sporadisch verteilt.

Das Hauptmineral Quarz beteiligte sich mit an der Verdrängung des Fluorits und Baryts.

Infolge intensiver Verdrängung des Quarzes durch die jüngeren Karbonate wurden die nur teilweise resorbierten Arsenide und Sulfarsenide von Siderit, Ankerit umgeben, wodurch diese Erzminerale in die Position der jüngeren Folengruppe gelangten.

### **Folengruppe Karbonate-Sulfide (krkf)**

Die zugehörigen drei Folgen treten in einer besonderen südwestvogtländischen Cu-betonen Fazies auf. Kennzeichnend ist das Hervortreten von Chalkopyrit und Fehlen von Antimonmineralen.

Die drei zugehörigen Folgen bilden teilweise eine ungestörte Sukzession, teilweise sind sie deutlich tektonisch hiatal gegeneinander begrenzt.

#### **1. Folge sd/(cu)**

Das Hauptmineral Siderit (sd) ist massig-spätig, in frischem Zustand hellocker, durch Hydroxidbildungen in älteren Aufschlüssen und auf der Halde dunkelbraun. Die typischen Begleitminerale sind als Körner oder in bis zu mehreren Zentimeter großen Aggregaten eingesprengt. Es sind vor allem Chalkopyrit und Pyrit. Gelegentlich und selten treten Gersdorffit und Bismutin auf. Der Chalkopyrit kann stellenweise bis zu 5 % Anteil an der Paragenese nehmen.

#### **2. Folge ai/(sf)**

Das Hauptmineral Ankerit (ai) ist mittelkörnig, massigspätig, weißlich-ockrig, weißgelb oder blaß rosa mit wechselndem Anteil von Dolomit und, seltener, Manganocalcit und Rhodochrosit. Typische Begleitminerale sind Sulfide, vor allem Chalkopyrit und Pyrit.

#### **3. Folge ca/(sf)**

Das Hauptmineral Calcit (ca) hat fein- bis grob-spätige Ausbildung, ist weiß und führt sporadisch eingesprengt Chalkopyrit und Pyrit.

Die Karbonate verdrängten ± intensiv Quarz, Adular, Fluorit und Baryt der älteren Paragenesen. Eine industrielle Bedeutung hat diese Folengruppe nicht.

### **Folengruppe Fluorit-Baryt-Quarz (flbaq)**

Auf der Fluoritlagerstättenstruktur Schönbrunn treten in enger Bindung an die Flußspatmittel monomineralische Abscheidungen von Fluorit auf, die deutlich auch die jüngsten Karbonatabscheidungen der Fgr. krsf durchschlagen. Diese Abscheidungen bilden selbständige Gangtrümer bis zu 1 m Mächtigkeit. Der Fluorit ist massig-spätig, hexaedrisch. Die Farbe des außerordentlich reinen Minerals wechselt zwischen blau, meergrün und violett. Im Salbandbereich der Gangtrümer lassen sich Einschlüsse reliktscher, von der Verdrängung schwammartig zerfressener Karbonate und Sulfide beobachten. Kennzeichnend ist das Fehlen von Durchschlagungen jüngerer Minerale. Dieser Fluorit konnte auch in den Kernen der Erkundungsbohrungen bis zu 850 m Teufe nachgewiesen werden. Es ist nicht geklärt, ob es sich um eine echte hydrothermale

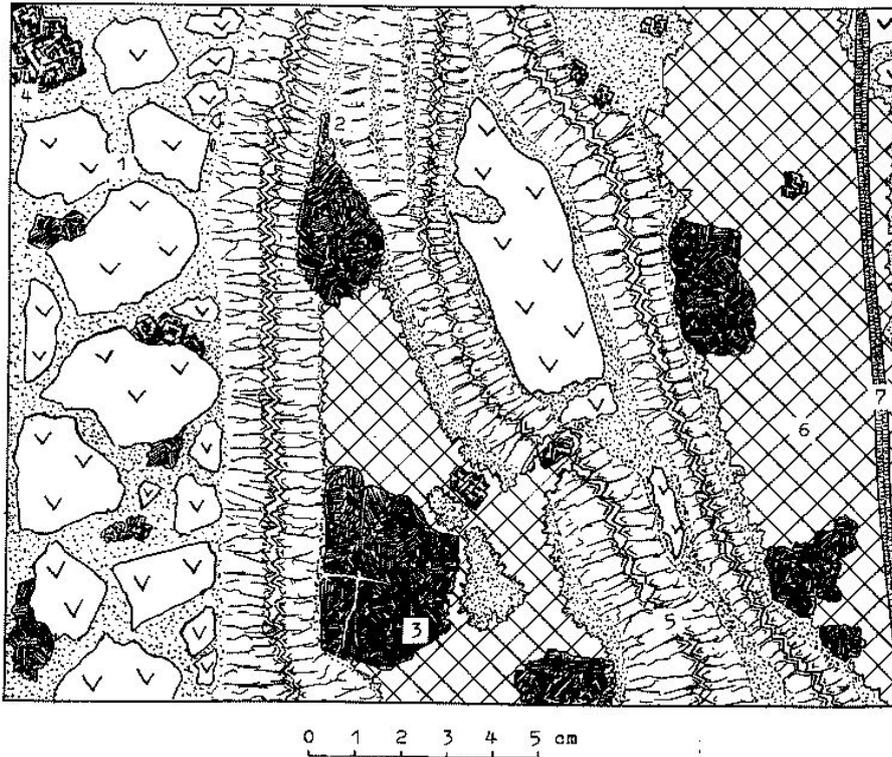


Abb. 49: Flußspatgrube Schönbrunn. Spezialdokumentation der Mineralisation der Folgenreihe qsf, beeinflusst durch jüngere Mineralisation. 93 m-Sohle, Querschlag 62 SW, NW-Stoß bei 3,2 m, 0,8 m über der Sohle.  
1 - feinkörniger Quarz mit Gesteinsbrekzie, 2 - Pyrit, 3 - Sphalerit, 4 - Galenit, 5 - Trümmer dickprismatischer Quarzes (noch Folgenreihe qsf), 6 - Fluorit der Folgenreihe qhm ("FPQ") verdrängt die qsf-Mineralisation, 7 - jüngeres Quarztrümchen

Neubildung oder um Umlagerungen älteren Fluorits handelt.

### Umlagerungen, Drusenminerale

Auf Klüften, Störungsflächen, in Auslaugungshohlräumen und Drusen treten Kristalle von Quarz, Pyrit, Calcit, Baryt, seltener auch Fluorit auf. Die Alterszuordnung ist fraglich. Ein Teil davon ist sicherlich etwa gleichen Alters wie die einzelnen Folgen, wenn sie in Trümnähten (Resthohlräumen) gebildet wurden. Ein anderer Teil, insbesondere auf Auslaugungshohlräumen, dürfte sehr jung (subrezent bis rezent) sein.

### Bildungen der Oxydations- und Zementationszone

Auf der Lagerstättenstruktur Schönbrunn waren *Oxydationszonenbildungen* besonders in den wasserführenden Zerrüttungszonen der Hauptstörung bis zur 173 m-Sohle zu beobachten. Die einschneidendsten Mineralumbildungen erfuhren die Karbonate der Folgenreihe krsf. Vor allem aus Siderit, aber auch Ankerit, Pyrit und Chalkopyrit gingen Brauneisenerze, teils als erdige Massen oder Glasköpfe hervor. Letztere waren besonders schön ausgebildet. In den kolloidalen Aggregaten wechseln "Schalen" des Braunen und Roten Glaskopfes. Seltener erscheinen in Begleitung der Braun- und Roteisenerze Psilomelan und Pyrolusit sowie Wad in vielfältigen Ausbildungsformen (Dentriten, staudenförmig, niedrig-traubig und stalaktitisch).

JAHN (1929) gibt eine umfassende Beschreibung der oxydativen und zementativen Bildungen von Schön-

brunn, so daß hier auf Einzelheiten verzichtet werden kann und eine Aufzählung genügt.

Aus den Sulfiden gingen eine Reihe hydroxidischer Minerale hervor, so

aus *Chalkopyrit*:

"Ziegelerz", Kupferpecherz, Cuprit, Tenorit, Malachit, Azurit - ehemals in besonders schönen Kristallen; Chrysokoll u. a. Im "Alten Mann" fanden sich Krusten und Überzüge von Kupfervitriol. In diesem Zusammenhang sind dünnblättrige Gipsausblühungen zu nennen, die alle Stöße und selbst den Ausbau der alten Auffahrungen überziehen

aus *Pyrit, Siderit* u. a.:

Eisenpecherz, Nadeleisenerz, Eisenvitriol, "Würfelerz"

aus *Galenit*:

Cerussit, Pyromorphit (selten)

aus *Kobalt- und Wismuterzen*:

Wismutocker und Kobaltblüte (letztere gelegentlich in Hohlräumen als Beschläge, blaßrote kugelige Kristallaggregate) zusammen mit Kupferkies und Flußspat Wismutglanznadelchen.

*Die Produkte der Zementationszone* waren selten und in mehr diffuser Verteilung als "Zone" zu beobachten, in Form von gediegen Kupfer, meist zusammen mit Oxydationszonenmineralen, insbesondere Cuprit als Überzüge, hakige, dentritische Massen oder winzige stark glänzende Kriställchen.

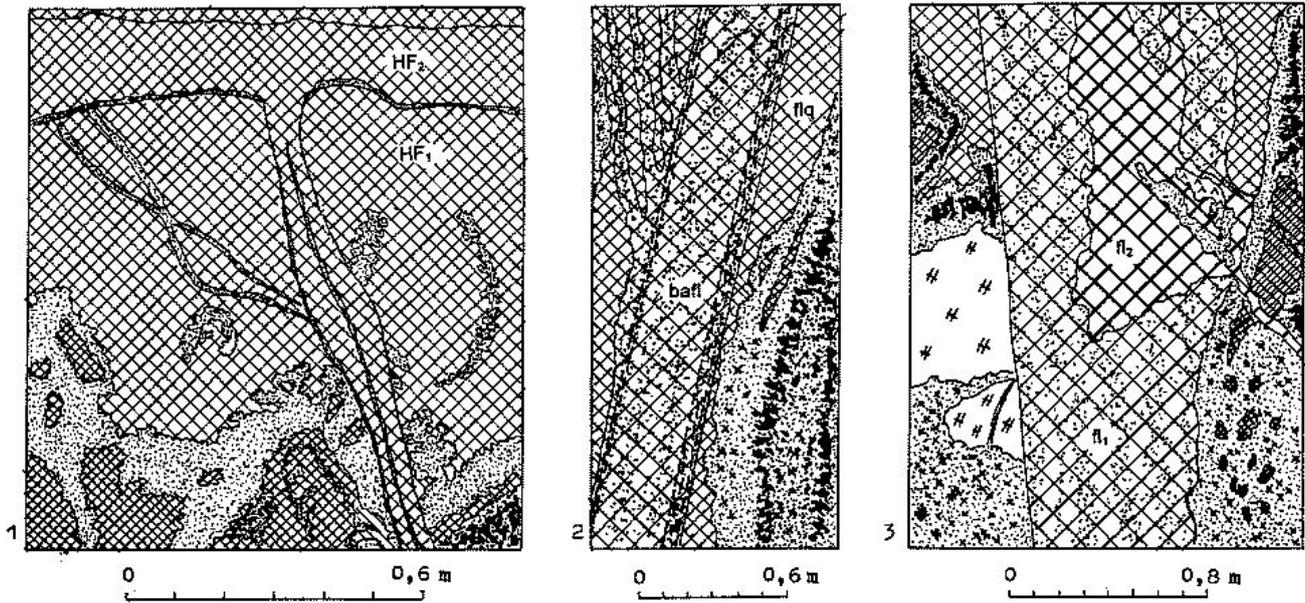


Abb. 50: Flußspatgrube Schönbrunn. Spezialdokumentation relativer Altersverhältnisse einzelner Folgen der Folgen-  
gruppen qhm, flq (?) und bafi.  
93 m-Sohle, Stoßbilder östlich des Querschlags 35, Abbaustand 1959.  
1 - Hauptfluorit HF<sub>2</sub> durchschlägt den Hauptfluorit HF<sub>1</sub> (Fgr. flq (?)), 2 - Schergang-Fiederträmersystem des  
blaßblauen Fluorits (Folgen fl und q/sf der Fgr. bafi) durchschlägt den Hauptfluorit (Fgr. flq), 3 - Ein Trum des  
blaßblauen Fluorits mit "Wolkenquarz" (Folgen fl<sub>1</sub> mit q, Fgr. bafi) wird vom blauen Fluorit der Folge fl<sub>2</sub> der  
Fgr. bafi durchschlagen. Das Ganze setzt in älterer Gangmineralisation auf.

Mineralisation	Tracht	Homogenisierungstemperatur (primär) in °C					Salinität in Einschlüssen (%)					
		400	300	200	100	0	0	5	10	15	20	25
Folgenreihe												
qhm ("FPQ")												
Folge												
q/(py)/ad-fl												
Folgenreihe												
flq												
Folgenreihe												
bafi												
Folgenreihe												
flbaq												

Abb. 51: Trachtwechsel des Fluorits verschiedener Folgen als Ausdruck spezifischer Bildungsbedingungen

Die Oxydationszonenprodukte waren vor Aufnahme des Flußspatbergbaus Gegenstand eines Eisen- und

Kupferbergbaus ("Alte Kunst", "Ludwig-Fundgrube" u. a.).

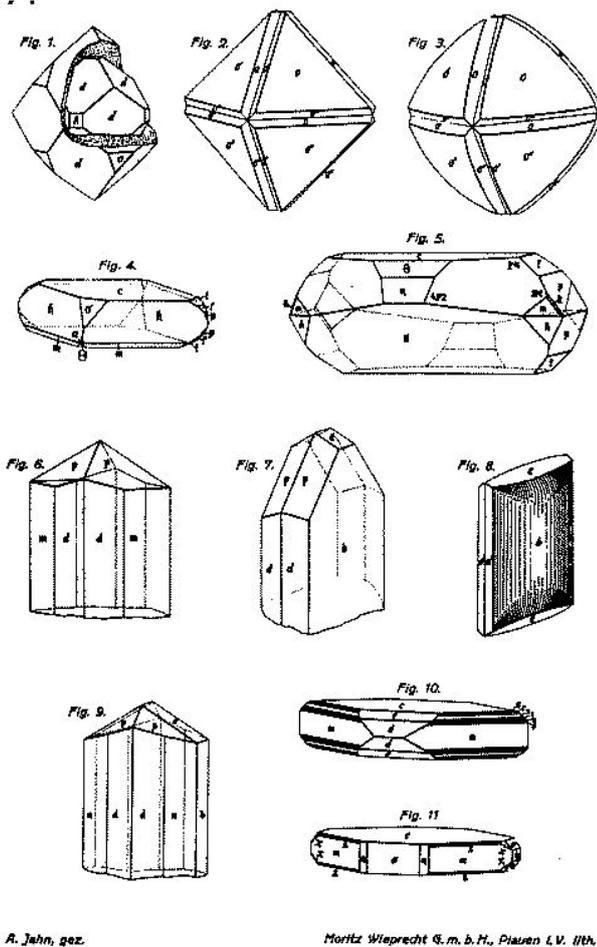


Abb. 52: Flußspat, Kupferlasur, Nadeleisen und Schwer-  
spat von Schönbrunn (aus: JAHN 1929)

#### 4.3.3.3 Zur Verteilung der hydrothermalen Mineralisation auf der Lagerstättenstruktur von Schönbrunn

Entsprechend der bergmännischen Aufschlußsituation war es auf dieser Struktur möglich, die Ausbildung und Variabilität der hydrothermalen Mineralisation bis in rd. 500 m Teufe zu verfolgen. Die Bohrungsaufschlüsse gestatteten darüber hinaus stichprobenhafte Einblicke bis in 853 m Teufe. Dieser hohe Aufschluß- und Untersuchungsgrad liegt innerhalb der Grenzen der Hauptgangzone vor, im Raum zwischen ihrer nordwestlichen und südöstlichen Anschärung an die Hauptstörung (Abb. 53).

#### Spätvaristische Bildungsreihe

Die **Folgenreihe qsf** ist nur reliktsch erhalten geblieben: als Fragmente von Fiedertrümersystemen im Querschlag 62 der 93 m-Sohle (Abb. 49) oder als Gangbrekzie und Trumrudimente, eingeschlossen innerhalb der Brekziengänge der ersten Folgen der Fgr. qhm zu beobachten. Die Sulfide dieser Folgenreihe, Pyrit, Sphalerit und Galenit fanden sich als isolierte, nestartige Einschlüsse verstreut bis einschließlich zur 453 m-Sohle. Bis 500 m Teufe war kein Teufenzo-

ning, z. B. in der qsf-Folgenverteilung erkennbar. Eine Fortsetzung unter das tiefste Teuffenniveau (rd. 853 m) ist sehr wahrscheinlich. Vermutlich reicht diese Fgr. tiefer hinab als die Fgr. qhm.

In der Gangzone des "Grauen Ganges" im Hangenden der Hauptstörung ist die Fgr. qsf pauperisiert, nimmt aber bis zu 40 % Anteil an der Gangmineralisation als körniger und dickprismatischer Quarz. In der Fortsetzung der Lagerstättenstruktur nach SO ist die Fgr. qsf durch Lesesteine belegt. In der NW-Fortsetzung finden sich nur spärliche Belege.

Die **Folgenreihe qhm** in der südwestvogtländischen sulfidischen Fazies ist ebenfalls bis in 853 m Teufe nachgewiesen worden. Dabei zeigen die ersten beiden Folgen qc und q((py)) eine unveränderte Ausbildung bei relativer Zunahme am Anteil der Fgr. an der Gesamtmineralisation.

Die erste Fluorit führende Abscheidung, die Folge {q((py)/ad-fl)}<sub>1-n</sub> geht anteilmäßig sukzessiv zur Teufe zurück, vor allem die Komponenten Adular und Fluorit. Die Neigung zur rhythmischen Ausbildung dieser Folge ist generell in der Südostpartie der Fluorit-Linsenaggregate entwickelt, mit dem Schwerpunkt "SO-Linse" zwischen der Tagesoberfläche und der 253 m-Sohle sowie den Schnitten +4 und +7. Eine Tendenz zur Vereinfachung bzw. Vereinzelung der Bänder unter allmählicher Verbreiterung der Fluoritlagen besteht in Richtung NW.

Die Fluoritführung dieser Folge ist entsprechend der beobachteten Abnahme zur Teufe wahrscheinlich im 900 m Teuffenniveau zu Ende.

Die Folge (qc)-fl/(q), der Hauptfluorit 1 und 2 der oberen Sohlen, zeigt folgende vertikale Veränderungen:

Bis zur 483 m-Sohle erfolgt ein sukzessiver Rückgang der Durchschnittsmächtigkeit. Die Bohraufschlüsse SbrOV 4/75; 5/74, 6/75 und 8/74 machen bis ca. 653 m Teufe eine Abnahme bis auf <1 m Durchschnittsmächtigkeit der Gangtrümer wahrscheinlich. In diesem Intervall geht die Tendenz zur Ausbildung selbständiger Spatkörper des qhm-Fluorits zu Ende.

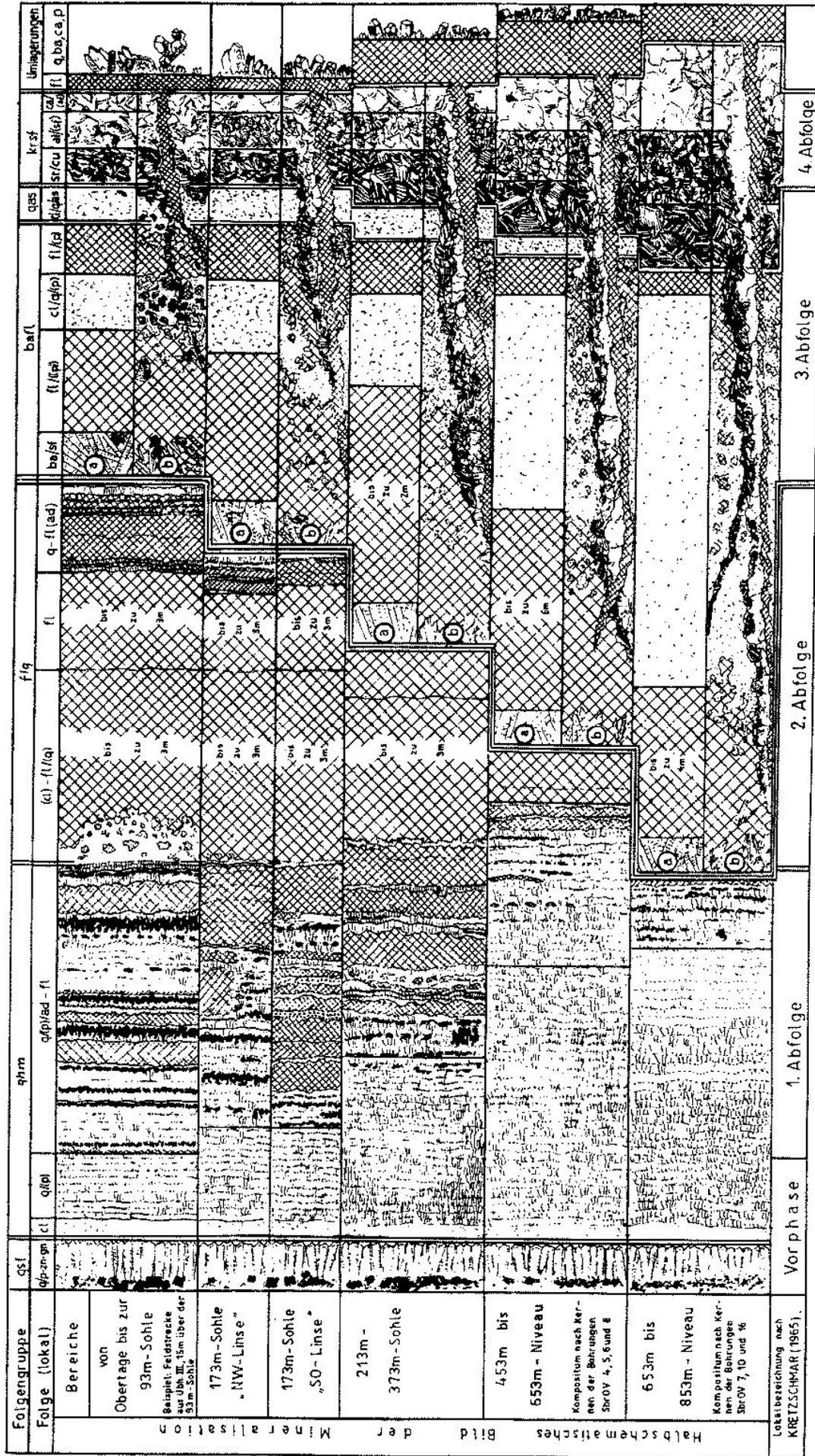
Im Intervall 653 - 853 m-Niveau verringert sich, Bohrung SbrOV 16/76 zufolge, diese Fluoritfolge bis auf unbedeutende Lagen und Nester. Die letzte Folge, q-fl/ (ad), das sogenannte "Wechselhafte Trum" ist im oberen Teufenbereich ausgebildet. Auf der 93 m-Sohle noch mit Mächtigkeiten über max. 1 m als selbständige Gangtrümer im NW-Linsenaggregat, geht die Durchschnittsmächtigkeit bis zur 173 m-Sohle auf Dezimeter zurück. Bis zur 213 m-Sohle keilt diese Folge aus, und unterhalb dieses Niveaus ist sie nicht mehr nachweisbar.

#### Postvaristische Bildungsreihe

##### Folgenreihe bafI

Bis zu 6 m mächtige, fast monomineralische Ausbil-

**Hydrothermale Mineralisation der Gänge der Fluoritlagerstätte Schönbrunn  
Situation im Liegenden der Hauptstörung in absteigenden Teufenbereichen**



Ⓐ Abscheidungssukzession Ⓑ anstreichende Situation nach Verdrängungen Ⓒ Situation der jüngeren Folgen bei „NW- und SO-Linse“ gleich  
Diese Abbildung ist in Verbindung mit Abb. 48 zu betrachten

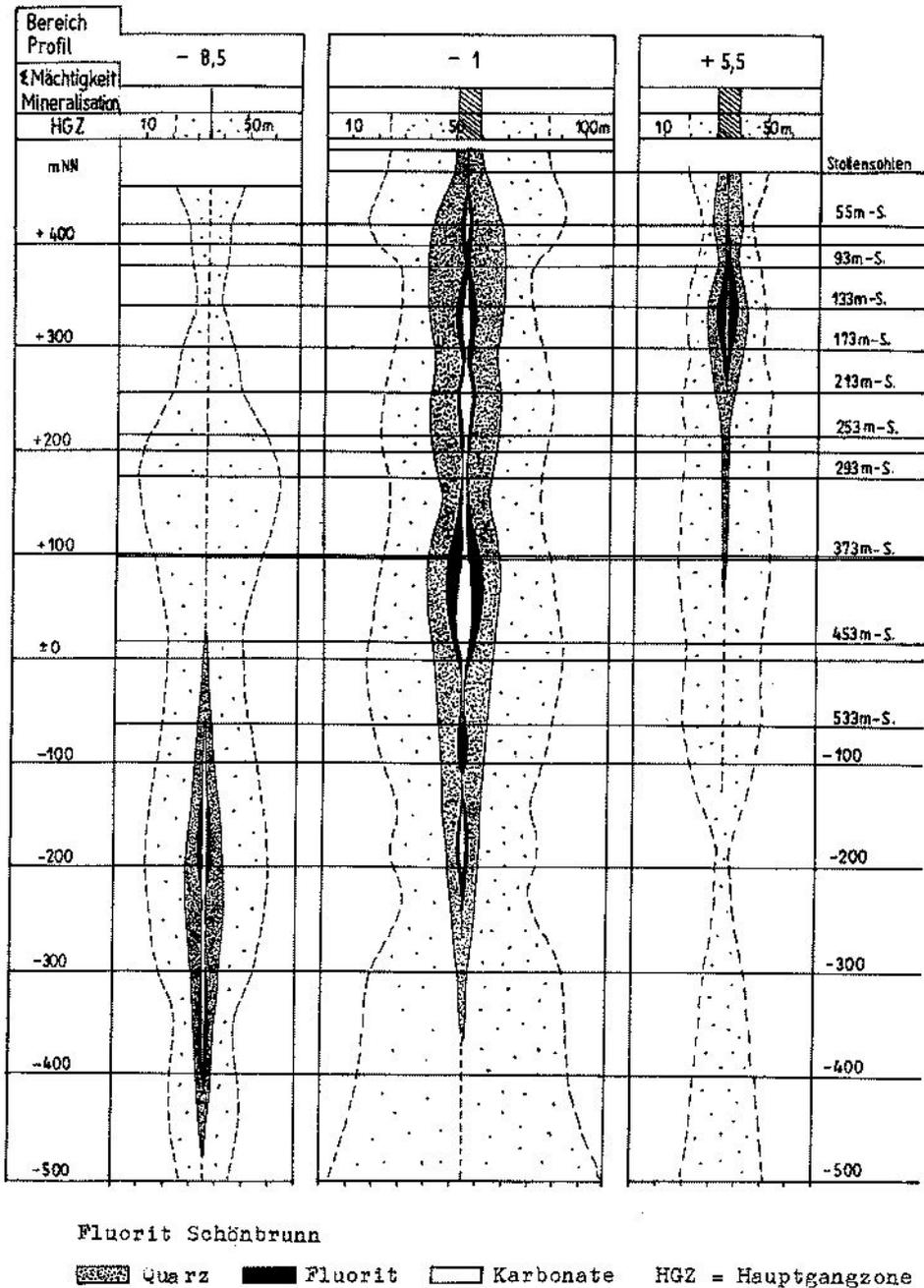


Abb. 54: Relative Entwicklung der Mächtigkeit der Summe aller Mineralisationen von Quarz, Fluorit und Karbonaten sowie der Gesamtbreite der Lagerstättenstruktur Schönbrunn zur Tiefe. (Durchschnittswerte von drei Profilen, meßwertgestützte Abschätzung)

dungen der Folge ba/sf im Tagesausbiß finden sich in der NW-Fortsetzung der Lagerstättenstruktur Schönbrunn, meist auf vikariierenden Spalten, bei Weischlitz und am Hirtenpöhl. Nach Südost nimmt die Barytführung ab. Das Barytgangtrum unmittelbar nordwestlich der NW-Scharlinie Hauptgangzone/Hauptstörung erreicht nicht die Meterdimension.

Innerhalb der Hauptgangzone von Schönbrunn sind vom Baryt der ersten ba/fl-Folge meist nur Relikte als Trümmerabschnitte, Nester und Putzen vor allem in der Nähe der NW-Anscharlinie Hauptgangzone/Hauptstörung zu finden. Selbständige Trümmer bis 0,3 m Mächtigkeit kamen im äußersten Nordwesten der 93 m-Sohle vor, Relikte davon im Mittelabschnitt der 173 m-

Sohle, auf der 253 m-Sohle und der 373 m-Sohle. Häufiger waren Reliktstrukturen in Form von Negativen im Fluorit und Quarz ("Gerüstquarz") bis zur 453 m-Sohle zu beobachten. Der tiefste Aufschluß derartiger Bildungen ist die Brg. SbrOV 16/76 in ca. 850 m Tiefe. Die Hauptgangzone von Schönbrunn stellt demnach den untersten Grenzbereich des Baryt-Fluorit-Übergangs-Stockwerks dar. Die Sulfidführung der Folge ba/(sf) besteht aus Pyrit, Sphalerit, Chalkopyrit und Galenit. Diese Sulfide wurden von jüngeren Folgen wie fl/(sf), q/(sf) aber auch von den Folgrgruppen qas und krsf als ältere Fremdgäste übernommen.

Die Sulfide finden ihre Hauptverbreitung in den Fluoritlinsenaggregaten aller Sohlen und Abbaue. In der Ver-

teilung des Pyrits, Chalkopyrits und Galenits ist keinerlei Zonalität erkennbar.

Im "Grauen Gang" der Hangendgangzone wurde in den wenigen vorhandenen Aufschlüssen kein Baryt angetroffen, ebensowenig die Fluoritfolge.

Die Folge *fl/(sf)* ist in der Hauptgangzone opulent und anteilmäßig stark vertreten. Ab Tagesoberfläche bis etwa zum Niveau der 653 m-Sohle nimmt der Anteil dieser Fluoritfolge relativ zu. Er kann bis zu 9 m mächtige "Linsen" bilden. Nach Bohrungsbefund dürfte dann ein allgemeiner Rückgang einsetzen. Im tiefsten Aufschluß bei 853 m in der Brg. SbrOV 16/76 wurde noch ein 4 m mächtiges Fluoritmittel angetroffen. Sehr wahrscheinlich setzt sich die Fluoritführung bis über 1.000 m Teufe hinaus fort. Die typischen Begleitminerale der Folge, die Sulfide, sind wahrscheinlich aus der Fg. *ba/(sf)* übernommen.

Die Folge *qc-q/(py)* der Fgr. *bafl* ist über die gesamte Lagerstättenstruktur verbreitet. Ihre Verteilung ist aber am besten innerhalb der Hauptgangzone bekannt. Auch im Hangenden "Grauen Gang" ist sie nachgewiesen. Die Folge ist mit dem blauen Fluorit der Folge *fl/(sf)* als "Wolkenquarz" eng assoziiert. Zur Teufe nimmt der Anteil dieses Verdrängungsquarzes stetig zu, unter gleichzeitiger Abnahme des Fluorits.

Die Folge *fl/(py)* als zweite Generation blauen Fluorits tritt nur untergeordnet zusammen mit den übrigen Folgen der Fgr. auf, läßt sich an der intensiv blauen Farbe erkennen und am Fehlen des "Wolkenquarzes".

#### Folengruppe *gas*

Die Verteilung war auch unter den guten Aufschlußverhältnissen in der Hauptgangzone nicht gut zu beobachten, praktisch nur dort, wo die zweite intensiv blaue Folge der Fgr. *bafl* auftritt und sich der *gas*-Quarz, der übrigens der Folge *qc-q/(py)* der Fgr. *bafl* sehr ähnlich ist, abhebt, denn die Fgr. *gas* ist auf der Schönbrunner Struktur pauperisiert entwickelt. Die Co-Ni-Arsenidführung ist geringfügig, sporadisch verstreut und über die gesamte aufgeschlossene Teufenspanne zu beobachten, ohne daß eine Zonalität erkennbar ist.

#### Folengruppe *krfs*

Die Karbonatfolgen dieser Fgr. sind in der Hauptgangzone stark vertreten und bis zur 853 m-Sohle nachgewiesen. Insbesondere der hangende "Blaue Gang" besteht bis zu 30 - 40 % aus dieser Mineralisation. Im "Grauen Gang" im Hangenden der Hauptstörung sind die Karbonate als Verdränger des Quarzes in ungleichmäßiger Verteilung eingesprengt. In der Hauptgangzone läßt die Verteilung der unterschiedlichen Karbonatmineralisationen einen gewissen teufenzonalen Trend erkennen: Siderit tritt von der Tagesoberfläche bis etwa zur 93 m-Sohle in isolierten Zentren mit 66-100 % Anteil an der *krfs*-Mineralisation auf. Hier ist die Bindung an die maximale Fluoritverbreitung der Fgr. *bafl*

besonders deutlich. Von da an bis etwa zur 373 m-Sohle sind die Minerale Siderit und Ankerit etwa zu gleichen Teilen an der Fgr. *krfs* beteiligt und besonders reichlich ab rd. 200 m vor der SE-Scharlinie Hauptgangzone/Hauptstörung entwickelt.

Der Calcit der jüngsten Folge ist über die gesamte Hauptgangzone sehr unregelmäßig verteilt und nimmt einen Anteil bis zu 20 % an der Folengruppe ein. Nur mit einer Ausnahme wird diese Zahl überschritten. Calcit ist an der SO-Grenze der Hauptgangzone häufiger als im übrigen Gangvolumen. Insgesamt deutet sich eine relative Zunahme des Calcits zur Teufe an.

Außerhalb der Hauptgangzone ist die Fgr. *krfs* in der NW-Fortsetzung der Struktur wesentlich häufiger als in der SO-Fortsetzung.

#### Folengruppe *flbaq*

Auf dem Schönbrunner Mineralgangssystem erscheint nach dem Karbonat ein monomineralischer Fluorit. Er ist von der Tagesoberfläche bis zum 853 m-Teufenaufschluß nachgewiesen. Es besteht die Tendenz der Zunahme des Anteils dieser Folge an der Gangmineralisation. Der Anteil beträgt ungefähr an der Tagesoberfläche bis zur 173 m-Sohle 3 %, steigert sich bis zum 653 m-Sohlenniveau bis auf 10 %. In der Bohrung SbrOV 16/76 im Niveau 853 m liegt der Anteil dieses Fluorits bei ca. 7 %.

Der jüngste Fluorit tritt vor allem innerhalb der Fluorit-Linsenaggregate auf, weniger außerhalb. Wahrscheinlich handelt es sich um eine "gereinigte" Umlagerung aus älterem Fluorit der Teufe.

#### 4.3.3.4 Rohstoffcharakteristik

##### (1) Mineralogisch

Auf der Flußspatlagerstätte Schönbrunn standen, wie aus der Beschreibung der Mineralisationen und der Lagerstätten tektonik bereits hervorgeht, zwei Haupttypen des Fluoritrohspates an, die qualitativ durch den Anteil und die Verwachsungsart der Begleitminerale bestimmt wird. In den oberen Teufen waren beide Typen deutlich räumlich getrennt:

Der *Typ 1*, die reinste Flußspatausbildung, führte der "Liegend-" oder "Grüne Gang" mit bis zu 95 % Flußspat, der in grober Verwachsung etwas Quarz und Adular enthielt. Der Sulfid- und Karbonatanteil lag weit unter einem Prozent.

Der *Typ 2* ist jünger, hauptsächlich hellblauer bis grauer, grauvioletter und grünlicher Flußspat. Er ist in den oberen Teufen hauptsächlich im "Blauen" oder "Hangendgang" konzentriert. Einzelne Gangtrümer setzen aber auch im "Liegendgang" auf. Der Rohstofftyp 2 führt im Mittel weniger als 70 %  $\text{CaF}_2$  und wird in wechselnd hohem Maße durch Quarz, Karbonate, seltener Baryt und bis zu 5 % Sulfiden verunreinigt.

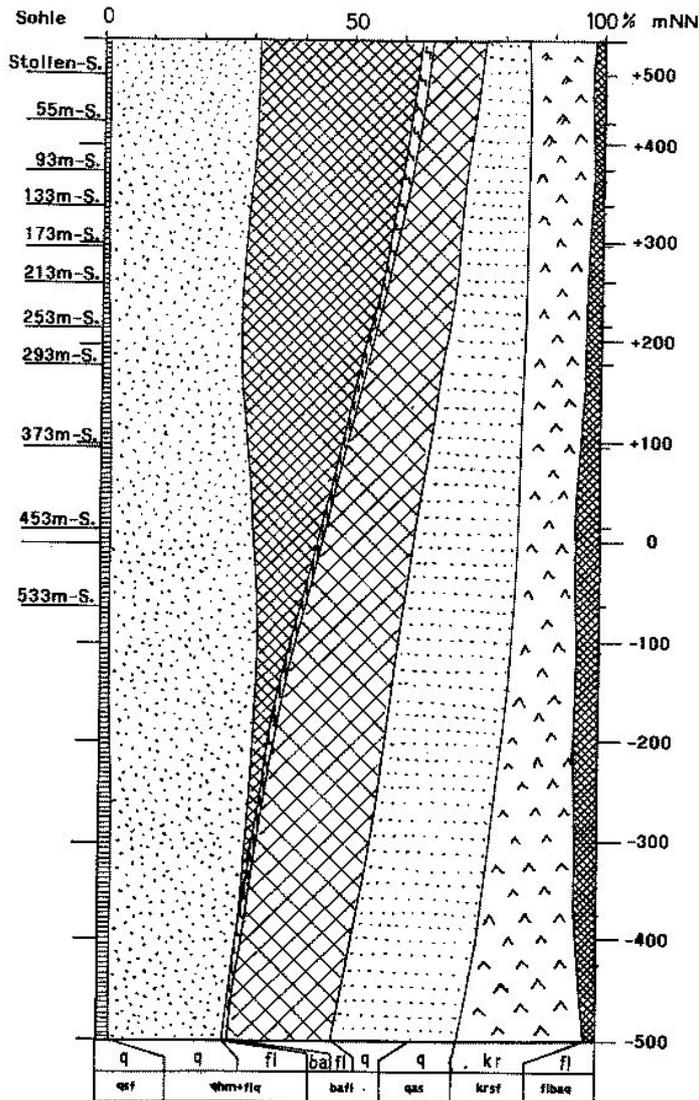


Abb. 55: Fluoritlagerstätte Schönbrunn. Relative Verteilung der Mineralparagenesen in der Hauptgangzone.

Unter der 173 m-Sohle nahm der Anteil des zweiten Rohspattyps sukzessiv zur Teufe zu, um unterhalb der 373 m-Sohle auf der Lagerstätte zu dominieren. Insbesondere ist eine relative Zunahme des Calcits festzustellen. Die weiter unten stehende Tabelle gibt einen Überblick über die Streubreiten der Mineralgehalte innerhalb der anstehenden Fluorit-Rohstoffkörper.

Der **Fluorit des Rohspattyps 1** ist massig-spätig, violett, grün bis farblos, kristallisiert oktaedrisch und ist mit den Begleitkomponenten mittelgrob bis sehr grob bei Einzelkorngößen von 3 bis 300 mm verwachsen. Der Hauptanteil (flq-Fluorit) hat massiges Gefüge, ein geringerer Anteil (qhm-Fgr.) ist mit den Begleitkomponenten rhythmisch gebändert verwachsen. Hier ist häufig Kokardengefüge ausgebildet. Der Rohstofftyp 1 ist an Gänge mit vorherrschendem Zerrspaltengang- bzw. Fiederspaltengang-Gefüge gebunden.

Der **Fluorit des Rohspattyps 2** ist ebenfalls massig-spätig, meist hellblau und blau, aber auch violett und grün-fleckig gefärbt, kristallisiert hexaedrisch und ist mit den Begleitmineralen Quarz, Siderit, Ankerit, Calcit, seltener Baryt und Sulfiden fein bis mittelgrob bei

1 bis 30 mm Einzelkorngöße verwachsen. Vorherrschend sind in Zerr- und Zugspaltengangstrümmern massige Verwachsungsgefüge und bei "Wolkenquarz"-Führung schwammiges bis gerüstartiges Durchdringungsgefüge. Die Korngrenzen sind unregelmäßig-kantig, buchtig, kariesartigkorrosiv. In Schergangstrümmern ist tektonisch bedingtes Lagengefüge ausgebildet, die Verwachsung ist hier fein bis sehr fein (<1 mm Einzelkorngößen). In Scherganggefügen sind beide Rohstoff-Typen in ihren Verwachsungs- und Verunreinigungs-Parametern ähnlich.

## (2) Chemisch

Die chemische Rohstoffuntersuchung ergab im bergmännisch erschlossenen Lagerstättenbereich von der 93 m-Sohle abwärts bis zur 453 m-Sohle für beide Rohstofftypen folgende Befunde: (s. dazu auch Tab. 3 - 6)

Die Verteilung der Fluoritgehalte im bergbaulich aufgeschlossenen Teil der Lagerstätte zeigt Abb. 56.

Im in den Jahren 1973 - 1978 bohrerkundeten Ab-

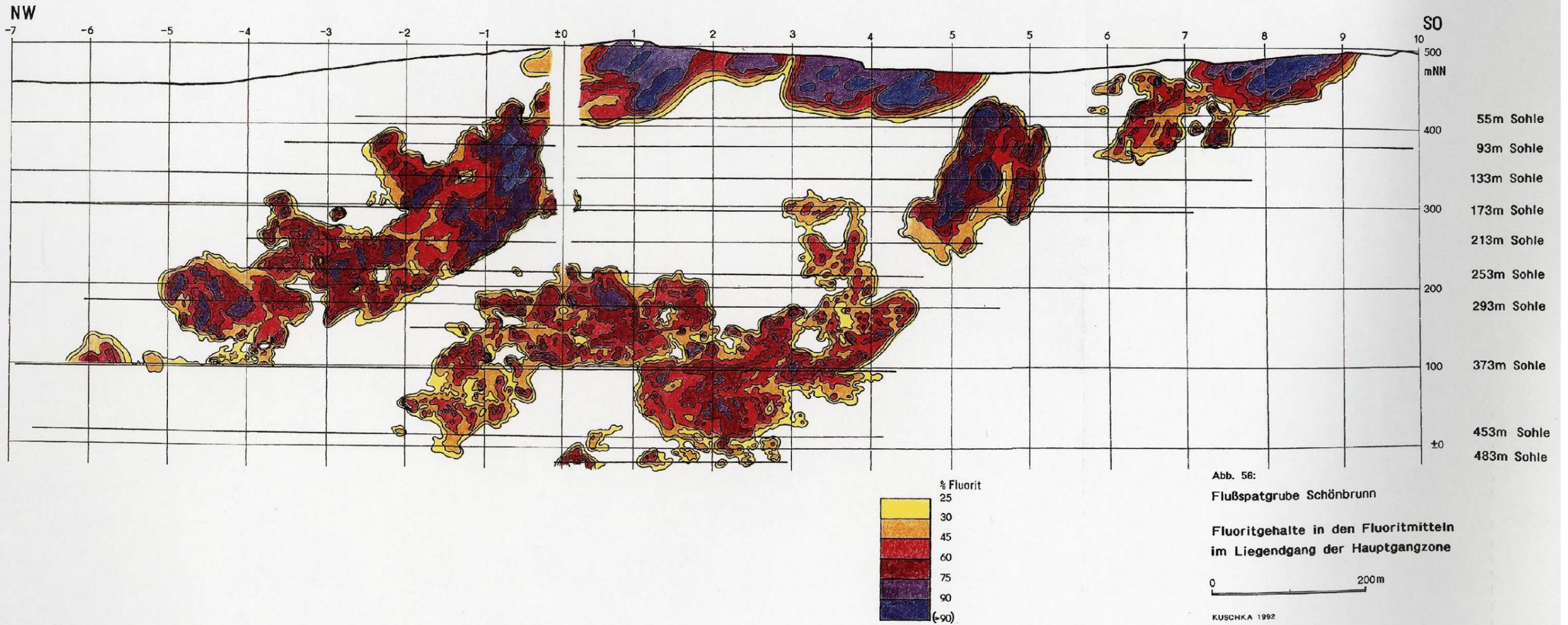


Abb. 56:  
 Flußpatgrube Schönbrunn

Fluoritgehalte in den Fluoritmitteln  
 im Liegendgang der Hauptgangzone

0 200m

KUSCHKA 1992

## Streubreite der Mineralgehalte beider Rohspalttypen in Schönbrunn

Mineral	Rohstofftyp 1 (vorwiegend qhm/flq ("FPQ")- Mineralisation im Liegendgang) Gehaltsstreuung in %	Rohstofftyp 2 (vorwiegend bafl-Mineralisation im Hangendgang) Gehaltsstreuung in %
Fluorit	15 - 95	15 - 95
Quarz	1 - 85	5 - 85
Adular	0 - 5	0
Siderit	0 - 2	0 - 80
Ankerit	0 - 3	0 - 60
Calcit	0 - 5	0 - 60
Baryt	0	0 - 0,5
Pyrit	0 - 0,5	0 - 5
Chalkopyrit	0 - 0,3	0 - 2
Sphalerit, Galenit	0	0 - 20,5
Gesteinsbeimengungen	0 - 50	0 - 50

Komponenten	Fluoritrohstofftyp 1 (Fgr. qhm und flq) (Gew. %)			Fluoritrohstofftyp 2 (Fgr. bafl ± flbaq) (Gew. %)		
	min	(x)	max.	min.	(x)	max.
CaF <sub>2</sub>	<15	- (86,7)	- 98	<15	- (68,15)	- 95
SiO <sub>2</sub>	2	- (12,0)	- 85	1	- (14,0)	- 85
CaCO <sub>3</sub>	0,2	- (0,3)	- 1,8	0,3	- (1,2)	- 2,0
BaSO <sub>4</sub>		ca. 0,05		0,05	- (0,8)	- 10
R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (= Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0,5	- (0,8)	- 2,0	0,6	- (14,8)	- 25
Cu	0,02	- (0,07)	- 0,13	0,02	- (0,5)	- 1,7
S	0,02	- (0,07)	- 0,13	0,02	- (0,5)	- 6

Komponenten	Rohstofftyp 2, in Gew. %, Bohrungen SbrOV												
	4/75	5/74			6/75			8/74			16/76		
	min	(x)	max	min.	(x)	max.	min.	(x)	max.	min.	(x)	max.	
CaF <sub>2</sub>	79,7	3,0	- (41,14)	- 60,7	7,4	- (34,24)	- 73,8	2,5	- (48,12)	- 82,2	42,7	- (66,59)	- 88,6
SiO <sub>2</sub>	18,0	35,6	- (48,04)	- 70,1	17,8	- (49,90)	- 73,0	11,4	- (44,74)	- 81,6	9,9	- (31,10)	- 54,1
CaCO <sub>3</sub>	0,5	1,4	- (5,78)	- 30,8	1,1	- (11,73)	- 27,4	1,0	- (5,82)	- 24,9	1,0	- (1,96)	- 3,0
BaSO <sub>4</sub>	0,24	<0,2	- (<0,3)	- 0,3	<0,2	- (<0,5)	- 0,5	<0,2	- (<0,24)	- 0,24			< 0,5
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>													
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,6	0,6	- (1,77)	- 11,2	0,66	- (2,02)	- 4,7	0,64	- (2,39)	- 6,61	0,25	- (0,54)	- 0,95
Cu	0,08	0,08	- (0,10)	- 0,24	0,04	- (0,19)	- 0,60	<0,02	- (0,2)	- 0,36	<0,02	- (0,05)	- 0,20
S	0,06	0,08	- (0,179)	- 0,46	0,05	- (0,29)	- 0,70	0,12	- (1,26)	- 5,0	<0,02	- (1,0)	- 0,17

schnitt der Lagerstättenstruktur (Brgn. SbrOV 4/75; SbrOV 5/74; SbrOV 6/75; SbrOV 8/74 und SbrOV 16/76) wurde nur Flußspat des Rohstofftyps 2 ange-  
troffen und analysiert, mit folgendem Befund:

Insgesamt ist auf der Lagerstätte ein allmählicher Rückgang der CaF<sub>2</sub>-Gehalte zur Teufe zu beobachten. Waren auf den oberen Sohlen Durchschnittsgehalte von 80 - 75 % sehr häufig, so bewegen sich diese auf den unteren Sohlen bei 59 % und im bohrerkundenten Teil der Lagerstätte um 45 - 50 %.

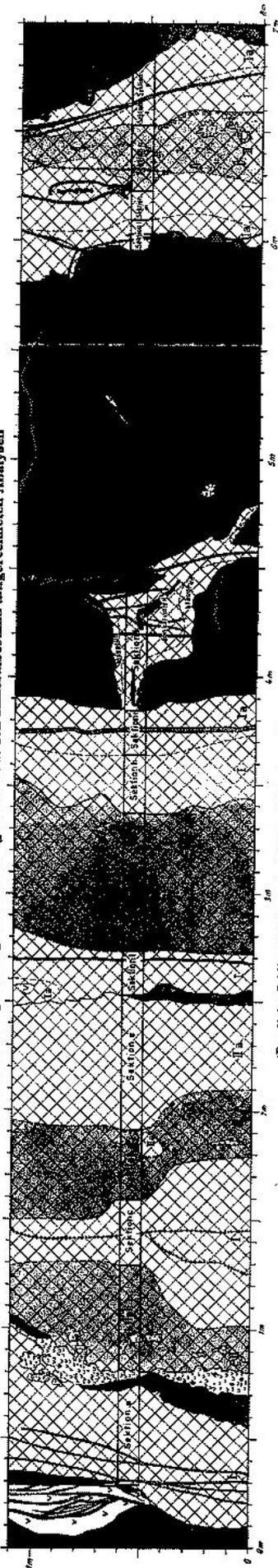
Als Hauptmethode der Bestimmung der Rohspatzusammensetzung wurde die *Visuelle Bemusterungsmethode*, durch chemische Analysen überprüft, in den südwestvogtländischen Flußspatbergwerken angewendet. Die von KUSCHKA (1959) publizierte Methode erwies sich wegen nur geringer Abweichungen von den chemischen Werten als brauchbar, billig und sehr zeit-

sparend, so daß bei der Späterkundung alle 5 m, in den Abbauen durchgängig scheibenweise in 2 m Abständen bemustert wurde (Abb. 57). Für die Bemusterung der Abbaue und Vorrichtungsstrecken wurde durch den Produktionsbetrieb ein weiter vereinfachtes Verfahren unter Einbeziehung von Produktionsdaten wie Verdünnung und Verlust als tabellarische Erfassung angewandt (Abb. 58).

Sämtliche Bemusterungsdaten wurden auf Blockkarten im Maßstab 1 : 200 bzw. 1 : 250 zugelegt und seit Ende der 70er Jahre auch auf EDV-gerechten Datenträgern gespeichert.

Das dabei gewonnene umfangreiche Datenmaterial ließ eine hohe Genauigkeit bei der Berechnung der Vorräte und des Abbaues zu. (Darauf basieren auch Isolinien-  
darstellungen von Mächtigkeiten und Gehalten in Flußspatlinsen, z. B. in Abb. 56; s. auch Tab. 3 und 4.)

Abb. 57 Flußspatgrube Schabrum/Vogtl. 173 m-Schle, Querschnitt A. 5, Schlitzprobe Schö 14a - p/58, Spezialaufnahme  
Gegenüberstellung der Augenbemusterung und der auf den Mineralbestand umgerechneten Analysen



(Der linke Schlitzrand beginnt nicht im Flußspat, sondern an der Grenze Diabas-Flußspat)

Flußspat: Abfolge f. Hauptflußspat, nekträn  
ls. Hauptflußspat, vielteil  
ls. Hauptflußspat, vielteil

Flußspat: Abfolge f. Blauglaues Trüm mit wolkigem Quarz  
und Karbonspat (ls. Blauglaues Trüm, quarzarm,  
mit Karbonspat und Kupferkies)

Quarz, rein,  
Quarz, mit Nebengesteinsinschlüssen

Paradoxit  
Karbonspat, Kupferkies

Diabas

Sektion	Sektion															
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	k	l	m	n	o	p	
Augenbemusterung	Flußspat	89,8	81,1	85,0	85,0	85,0	86,0	88,0	88,0	86,0	76,4	83,5	88,5	86,0	86,0	88,0
	Quarz	6,3	7,5	3,2	47,0	3,2	10,9	3,7	20,0	20,0	23,6	6,4	8,5	58,6	58,6	86,0
	Karbonate Sulfide	2,1	11,3	1,6	—	—	—	0,8	—	—	—	—	0,1	—	4,0	14,0
Berlin	Flußspat	80,4	60,4	86,0	87,7	86,0	88,2	88,0	88,9	88,9	79,5	94,5	98,7	80,7	97,0	88,1
	Quarz	7,0	6,2	2,3	37,9	2,3	9,2	2,9	17,1	17,1	20,5	5,4	6,3	35,7	3,0	11,9
	Karbonate	2,6	13,4	1,7	—	—	1,9	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Sulfide	—	—	—	4,8	—	3,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Summe	90,0	80,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0
Freiberg	Flußspat	85,0	80,8	86,3	88,5	86,3	87,0	86,3	86,7	86,7	82,6	76,0	87,1	71,6	83,3	88,6
	Quarz	8,8	7,4	8,9	38,8	8,9	11,0	10,0	22,5	22,5	16,5	23,0	12,2	25,1	7,2	2,6
	Rest zu 100%	6,2	8,2	6,3	9,3	6,3	10,2	9,8	8,3	9,2	9,1	9,9	9,3	9,7	10,5	10,2
	Karbonate	6,1	11,8	5,8	4,7	5,8	2,0	2,0	4,7	0,8	0,9	2,0	0,7	3,3	0,5	+
	Sulfide	6,2	1,4	4,8	3,1	4,8	0,7	1,2	1,0	1,3	1,3	1,3	2,5	0,6	1,0	0,9
Chemische Analysen	Flußspat	80,2	79,3	84,7	84,7	84,7	81,6	70,3	76,0	76,0	81,2	76,3	82,6	63,8	92,2	96,0
	Quarz	14,0	8,5	9,7	39,4	9,7	12,9	11,7	23,2	23,2	16,8	20,7	14,4	31,2	6,8	3,2
	Summe	94,2	87,8	94,4	94,1	94,4	94,5	91,0	93,2	99,2	98,0	97,0	97,0	95,0	99,0	98,2
	Rest zu 100%	6,8	12,2	5,6	15,9	5,6	5,5	8,0	1,8	1,8	2,0	3,0	3,0	5,0	1,0	1,8
	Karbonate Sulfide	n. b.	1,1	n. b.	0,7	n. b.	n. b.	1,3	n. b.	n. b.	n. b.	0,3	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.

+ = <0,1% ① = MgO nicht nachweisbar, MnO nur in den unter 2 und 3 gen. Fällen, ② = MnO <0,1, ③ = 0,1% MnO, ④ = Ungfähiger Sulfidgehalt, errechnet aus dem Schwefelgehalt, multipliziert mit 2,3, n. b. = nicht bestimmt  
Nachdruck, Abb. 5 aus: KUSCHKA (1959)

### (3) Physikalische Rohstoffcharakteristik

#### *Festigkeit im Anstehenden*

Die Festigkeit des  $\text{CaF}_2$ -Rohstoffs wird beeinflusst durch

- die mineralische Zusammensetzung und die Kristallisationsstruktur
- die tektonische Beanspruchung
- Hohlräume.

Im bergmännisch erschlossenen Teil ist der anstehende Rohflußspat im Liegenden Gang (insbesondere der Fluorit der Fgr. flq) dicht und fest. Im Hangenden Gang hingegen ist der Rohspat größtenteils tektonisch entfestigt und zerfällt schon im Stoß partiell grusig.

Unterhalb der 373 m-Sohle sind ca. 75 % des Rohflußspats fest bis sehr fest und ca. 25 % weniger fest bis gebräch infolge postmineralischer Beeinflussung durch tektonische Beanspruchungen und zirkulierende Wässer.

#### *Hohlraum- und Porenvolumen im Rohflußspat*

Hohlräume treten in sehr unterschiedlichem Ausmaß (in mm-dm-Bereich) im Rohflußspat als unregelmäßige Auslaugungskavernen und Drusen sowie offene Klüfte auf. Zur Ermittlung der Größenordnungen der Hohlräume führte der Bergbaubetrieb in den Abbaublöcken 8/N1, 8/N2 und 8/S1 umfangreiche Messungen aus. In die Auswertung gingen 3.052 Meßdaten von 205 Meßpunkten ein. Von einer Gangmächtigkeitssumme von 8.273 m waren 18,75 m Hohlräume, d. h. der Anteil der Hohlräume am Anstehenden betrug 0,23 %. Im Rahmen von Dichtebestimmungen wurde auch das Porenvolumen an Späten der verschiedenen Folgen- gruppen ermittelt. Es liegt unter 1 %.

#### *Dichte*

Im aufgemahlene Probenmaterial für die chemischen Analysen wurden Reindichtebestimmungen durchgeführt. Die Rohdichte hängt von der stofflichen Zusammensetzung des Rohspates ab und variiert entsprechend der  $\text{CaF}_2$ -Gehalte. Einen Überblick über die Ergebnisse dieser Bestimmungen gibt Tab. 5.

Zusammenfassend kann ausgesagt werden, daß die Rohspatreindichte für den Rohstofftyp 1 (Fgr. qhm und flq) bei  $\text{CaF}_2$ -Gehalten von 30 - 96 % zwischen 2,742 und 3,150  $\text{g/cm}^3$  schwankt und bei Rohflußspat des Rohstofftyps 2 (Fgr. baf1 u. a.) bei  $\text{CaF}_2$ -Gehalten von 29,4 - 93,5 % zwischen 2,729 und 3,148  $\text{g/cm}^3$ .

## 4.4 Geochemie der Lagerstätte

Eine systematische Geochemie der Fluoritlagerstätte Schönbrunn ist bisher noch nicht erarbeitet worden. Doch liegt eine Reihe Bearbeitungen geochemischer Teilprobleme über das Südwestvogtland, speziell von

den Fluoritlagerstätten Schönbrunn, Bösenbrunn, Wiedersberg und das Vorkommen Geilsdorf vor.

So wurde die **Geochemie als Prospektionsmethode** außerhalb der genannten Lagerstätten auf ausgewählten höffigen Flächen zum Nachweis weiterer Spatgänge eingesetzt:

- 1961/62: - Barytgangprospektion mittels Indikatorelement Barium (KUSCHKA 1961 in BERNSTEIN, KUSCHKA, 1961))
- 1966-1980: - hydrogeochemische Prospektion (F, Pb, Cu) zum Nachweis ganghöffiger Gebiete (CZERWINSKI)
- pedogeochemische Prospektion (F, Pb, Cu, Zn) Haldenbeprobung und Strukturprofilierung, ab 1974 vom VEB Geophysik Leipzig zur stofflichen Überprüfung geoelektrischer Indikationen.

Als weiteres Teilproblem wurden Testarbeiten zum **Nachweis der geochemischen Aureole der Flußspatgänge** ausgeführt. Diese Untersuchungen gingen allerdings nicht über das Teststadium hinaus. Neben Beprobungen des Gesteins in Gangnähe zur Aureolenuntersuchung sind Bestimmungen der Clarke-Werte des Nebengesteins ausgeführt worden. Eine Zusammenstellung der für das SW-Vogtland maßgebenden Clarkes bringt die Tabelle 17.

Eine eingehende geochemische und mineralogische **Untersuchung der Gesteinsalteration** durch pneumatolytische und hydrothermale Prozesse steht noch aus.

Seit 1967/69 bis 1991 sind auf den Lagerstätten Schönbrunn und Bösenbrunn Arbeiten über die **Geochemie der hydrothermalen Gangmineralisationen** durch verschiedene Bearbeiter durchgeführt worden mit den allgemeinen Zielstellungen

- Unterscheidungskriterien für die einzelnen Paragenesen und Mineralgenerationen herauszuarbeiten
- Hinweise für die Herkunft der Hydrotherme und ihrer abschließbaren Lösungsfracht sowie weitere Fragen der Genese zu erhalten
- ein laterales und vertikales Zoning der Mineralisationen nachzuweisen und darzustellen.

In diesem Abschnitt soll nur eine knappe Dokumentation über die bisherigen geochemischen Aktivitäten und Ergebnisse erfolgen. Eine zusammenfassende kurze Auswertung ist im Kapitel 8 dieser Schrift enthalten.

### 4.4.1 Zur hydrothermalen Alteration des Nebengesteins

Das Nebengestein des Schönbrunner Mineralgangsystems unterlag seit der Petrogenese (Ordovizium bis Perm) zeitweise unterschiedlich intensiven und verschieden gearteten Veränderungen.

Die autometasomatische Umwandlung der Basite, grünschieferfazielle Überprägungen und die Kontaktmetamorphose des Schönbrunner Granits wurden bereits im vorigen Kapitel erwähnt. Die pneumatolytischen Alterationsserscheinungen waren im wesentlichen nur außerhalb des aufgeschlossenen Lagerstättenraumes wirksam.

Anders die hydrothermale Alteration:

Hier sind allenthalben am Aufschluß mehr oder weniger deutliche strukturelle und farbliche Veränderungen des Nebengesteins der Mineralgänge und -trümer zu beobachten. Die mit der tektonischen Beanspruchung einhergehende Hydratisierung und Hydroserizit- sowie Tonmineralbildung wurde bereits erwähnt. Der Hof sichtbarer Veränderungen des Nebengesteins der Gänge und Trümer ist das Ergebnis wiederholter mehrphasiger Überprägungen, da auch die Mineralisation in mehreren Phasen entstand. Von Trümmern der komplexen spätvaristischen Mineralisationen, auch der bafl- und qas-Folgruppenelemente, gehen rasch zur Peripherie abnehmende Verquarzungen, Serizitisierungen und Chloritisierungen sowie, besonders im Deformationshof, feine Imprägnationen mit Pyrit, weniger Chalkopyrit, Sphalerit und Galenit, diffuser bis trumförmiger Adular  $\pm$  Calcit-, Quarz-Chlorit-Epidot-Durchtränkung aus. Auffälliger sind die Bleichungshöfe von bis mehreren Dezimeter Breite, die von Karbonatmineralisationen ausgehen (Fgr. krsf, Abb. 195), mit feststellbarer Karbonatisierung  $\pm$  feiner Imprägnierung mit Pyrit und Chalkopyrit. Eine stichprobenhafte, auf wenige Elemente beschränkte Untersuchung des Nebengesteins (frisch und alteriert) erfolgte im Zusammenhang mit der Feststellung und Untersuchung der geochemischen Aureole am Bohrkernmaterial. Ausführungen dazu werden im nächsten Abschnitt gemacht.

#### 4.4.2 Geochemische Aureole der hydrothermalen Gangmineralisation

Die Hydrotherme, eine überhitzte, unter Druck stehende, chemisch sehr aktive Alkalichloridelektrolytlösung mit komplexem stofflichem Inhalt, zirkulierte nicht nur in den Gangspalten, sondern durchdrang über Störungs- und Kluffflächen, Makro- und Mikrorisse und Interstitien das Nebengestein und trat mit diesem in Wechselwirkung, veränderte dessen Stoffbestand über Migrationen, Ab- und Anreicherungen, führte zur Ausbildung einer geochemischen Aureole.

Im Bereich der Fluorit- und Barytlagerstättenstrukturen des Vogtlandes war dies kein einmaliger Akt, sondern entsprechend der Anzahl der abgesetzten Paragenesen mehrphasig. Zumindest bei jedem entscheidenden Wechsel der physikochemischen Parameter der Hydrotherme vollzog sich auch in der geochemischen Aureole eine stoffliche Evolution. So ist heute eine primäre Aureole additiv-kompositen Natur mit Merkmalen aller Überprägungen seit der ersten Ausbildung bis zur letzten Veränderung zu beobachten.

Ein erster Versuch des Nachweises und der Beschreibung der geochemischen Aureole der Lagerstättenstruktur Schönbrunn wurde 1977/79 unternommen (RÖLLIG 1979). Man beprobte 2 rund 350 m von einander entfernte Querschnittsprofile (Schnittlinien -1 und -2,6)\* im Teufenintervall von der 173 m-Sohle bis zur 373 m-Sohle sowie einzelne Querschläge auf der 133 m-Sohle (Schnitte +4 und +5) von Gesteinen des Liegendkomplexes durch die Hauptgangzone bis zur Hauptstörung. Das Hangende der Hauptstörung konnte mangels Aufschlüssen nicht beprobt werden. Von Gangmineralisationen wurden keine Proben untersucht. Darüberhinaus ist auch das Nebengestein der Bohrungen SbrOV 5/74 und 8/74 im Hauptgangzonenbereich beprobt worden. An den insgesamt 462 Gesteinsproben (307 aus bergmännischen Aufschlüssen, 155 aus Bohrungen) wurden 17 Elemente bestimmt: B, Ba, Co, Cr, Cu, F, Hg, Li, Mn, Ni, Pb, Rb, Sn, Sr, Ti, V, Zn. An außerhalb der Aureole gelegenen Gesteinsproben von Diabasen/Spiliten, Tuffen, Grauwacken und Knotenschiefern sind die Untergrundwerte (lokale Clarke) bestimmt worden. Ein Vergleich mit den von PÄLCHEN u. a. 1982 erarbeiteten regionalen Clarke-Werten des Vogtlandes und Erzgebirges (Tab. 17) zeigt gute Übereinstimmungen, bis auf zu hohe F- bzw. zu niedrige Cr-Werte (nach RÖLLIG).

Im Ergebnis der Profiluntersuchungen konnte eine Aureole um die Mineralisation der Hauptgangzone sowie auch im Bereich tauber, nur durch Störungen belegter Abschnitte der Lagerstättenstruktur nachgewiesen werden. Dies widerspiegelt sich am deutlichsten im Verteilungsbild der Elemente F, Li, Hg und Sr, weniger deutlich wegen zu geringer Kontraste zwischen Untergrund- und anomalen Gehalten durch Mn, Ba, Pb, Zn, Cu. B. RÖLLIG (1979) fand, daß die Aureole den Inhalt der Mineralisation widerspiegelt. Eine vertikale oder horizontale Zonalität wurde nicht nachgewiesen. Auch waren keine produktivitätsindikativen Elemente der Elementkombinationen ausgliederbar.

Die Elemente F, Li, Hg, Mn, Ba, Pb bilden positive Aureolen, die Elemente Zn, Cu dagegen negative. Bor und Rubidium sind zur Aureolendarstellung ungeeignet.

Die Elemente zeigen meist stark wechselnde, deutliche Kontraste und Variabilitäten. Da der Umfang der Untersuchungen relativ klein war, der Kenntnisstand der geochemischen Bearbeiter von der Mineralisation und ihrer Verteilungsgesetzmäßigkeit auf der Gangstruktur zu gering, konnten keine weiteren Aussagen abgeleitet werden.

Etwa zur gleichen Zeit sind auch auf der Lagerstättenstruktur Bösenbrunn/Grüne Tanne von BÜCHNER & ROSCHER (1978) geochemische Untersuchungen ausgeführt worden, deren Aussagen zur Dispersionsaureole weiter führten. Darüber wird unter 5.4. berichtet. Die dort getroffenen Feststellungen gelten wegen weitgehender Analogie auch für die Struktur Schönbrunn.

\*) Schnittlinien s. Seigerriß Abb. 22; Dezimalzahlen sind Zehner-Meter zwischen 2 dargestellten Schnittlinien

Die Testarbeiten in der "Grünen Tanne" gehörten zum Arbeitsprogramm der Erarbeitung geochemischer Prospektionsmethoden. Im angrenzenden Nebengestein der Mineralgänge wurden 10 Elemente (F, Mn, Sn, Ba, Pb, Zn, Cu, Co, Ni, As) zur Feststellung der positiven und negativen Anomalität untersucht. Als Vergleichsbasis dienten (unabhängig von den durch RÖLLIG bestimmten) lokale Clarkes, die ebenfalls mit den von PÄLCHEN u. a. (1982) erarbeiteten regionalen Clarkes (15 - 25 Elemente) des Vogtlandes und Erzgebirges übereinstimmen.

Die geochemischen Daten des Lagerstättenbereiches von Schönbrunn - Bösenbrunn wurden bisher zur Ermittlung von Elementassoziationen, die "Übererz-, Untererz-, Flankenerz-, Zentralerz"-Anomalien charakterisieren, nach der Methode von BEUS-GRIGORJAN verwendet.

Die untersuchten Komponenten sind eine willkürliche Auswahl von Elementen, die meist durch die verfügbaren Analysenverfahren bedingt wurden. Eine umfassende Beschreibung der Natur der Anomalien und ihrer Zonierung und Größenordnungen (metrische Ausmaße) wird damit nicht gegeben, so daß hier nicht näher darauf einzugehen ist.

#### 4.4.3 Geochemische Untersuchungen an hydrothermalen Gangmineralisationen

##### 4.4.3.1 Spurenelementgeochemie ausgewählter Minerale

STARKE (1964) publizierte Untersuchungsergebnisse der Strontiumgehalte in Baryten aus Sachsen und Thüringen, u. a. auch von Schönbrunn und fand zwei Barytgenerationen innerhalb der Fgr. bafl, von denen die ältere (brekziierte) 5 - 6 %  $\text{SrSO}_4$  und die jüngere 1 - 3 %  $\text{SrSO}_4$  enthalten, während der umgelagerte jüngste Baryt nur 0 - 0,1 %  $\text{SrSO}_4$  führt.

LEEDER (1966) veröffentlichte erste spurenelementgeochemische Untersuchungen an südwestvogtländischem Material, und zwar spektralanalytisch bestimmte Gehalte an Y, Yttererden (= Tb+Dy+Er+Yb+Ho) und Cererden (= La+Ce+ Pr+Nd+Sm+Eu) in Fluorit und Calcit mit der Zielstellung, Unterscheidungsmerkmale für spätvaristische von saxonischer Mineralentstehung aufzudecken. Die spätvaristischen Fluorite und Calcite enthalten weniger Seltene Erden als die postvaristischen. Die Fraktionierungs- und Abreicherungsmerkmale der Seltenen Erden in Hydrothermaliten zeigen auffällige Parallelen zu gut differenzierten Intrusivkomplexen von Alkaligesteinen, was auf simatische Herkunft hinweist.

RÖSLER & PILOT (1967) untersuchten an Adularen, hydrothermalen Zersetzungsprodukten und Störungslotten (6 Proben) die Gehalte an  $^{40}\text{K}$  (in %) und  $^{40}\text{Ar}$  ( $10^{-2}\text{mm}^3/\text{g}$ ), um aus dem K/Ar-Verhältnis Rückschlüsse auf das Entstehungsalter (Modellalter) zu ziehen, mit folgendem Ergebnis: Adularalter 150 bis 196 Ma,

"glimmerige Produkte" als Zersetzungsprodukt von Diabasgesteinen  $211 \pm 39$  Ma und Letten aus der Hauptstörung  $244 \pm 32$  Ma.

SCHRÖN (1967; 1969) bestimmte die Ge-Gehalte an 2 Quarz- und 2 Adularproben aus Schönbrunn und Bösenbrunn im Rahmen eines größeren Untersuchungsprogrammes pneumatolytischer und hydrothermaler Quarze der Mitteldeutschen Hauptscholle und fand, daß signifikante Unterschiede im Germaniumgehalt spätvaristischer (<1 ppm bzw.  $\sim 3$  ppm Ge) und postvaristischer (saxonischer) Mineralisationen (7 - >10 ppm Ge) bestehen. SCHRÖN suchte die Ursache dafür in der Herkunft der pneumatolytischen Fluida und Hydrothermen im Falle der spätvaristischen aus oberflächennahen Bereichen und der saxonischen aus tieferen Bereichen. Beziehungen zu speziellen Magmatiten saurer oder basischer Natur ergaben sich nicht.

Die Sternquarz- und Adularproben aus dem SW-Vogtland gehören demnach mit 1,1 ... 1,6 ppm Ge zu den spätvaristischen Mineralbildungen.

LAHIRY (1974) bestimmte an 16 Quarzproben aus Schönbrunn die Ge-Gehalte und bestätigte die Ergebnisse SCHRÖN's. Quarz aus der Fgr. flq (Hauptflußspat) hat mit 4,5 ppm Ge (Probe 15) bereits einen höheren Gehalt, während jüngerer Quarz der Fgr. bafl 6,05 ppm Ge (Probe 209) enthält und saxonische Zugehörigkeit bestätigt (Tab. 10).

RANK (1977) (publiziert in: SCHRÖN u. a. 1982) erweiterte das Spektrum untersuchter Spurenelemente in Schönbrunner Quarzen auf 15 Elemente (s. Tab. 20).

Bei Germanium bestätigten sich die Ergebnisse LAHIRY's (1974). Aluminium ist entsprechend der Adularführung beim älteren Quarz (qhm, flq) mit 2.650 - 9.000 ppm enthalten gegenüber bafl-qas-Quarz mit <2.000 ppm Al. Relativ höher ist die Titanführung in qhm-Quarzen (4 - 28 ppm) gegenüber 3 - 9 ppm in bafl/qas-Quarzen.

Barium und Kupfer haben erwartungsgemäß in Quarz postvaristischer Mineralisationen höhere Gehalte als in älteren Folengruppen.

KÄMPF (1981) dehnte im Rahmen seiner Dissertation die Untersuchung der Spurenelementführung auf die Sulfide Pyrit, Chalkopyrit, Sphalerit und Galenit aus, mit Bestimmung bis zu 15 Elementen. Die Sulfide stammen aus den Folengruppen qsf, bafl und krsf. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 24 enthalten. Sie zeigt die mineralspezifischen Spurenelementgehalte und Unterschiede zwischen den Folengruppen, wobei die Sulfide der Fgr. qsf relativ reicher an As, Cu, Sn, Zn sind, diejenigen der Fgr. bafl und krsf relativ höhere Gehalte an Mn, Co, Ni, Bi, Sb zeigen, entsprechend den Erwartungen.

Desweiteren ließ KÄMPF den Hauptelementgehalt der

Minerale Siderit, Ankerit, Calcit, Chalkopyrit, Siegenit sowie Adular bestimmen, bei letzterem neben Kalium noch die  $^{40}\text{Ar}$  Gehalte zur erneuten Altersbestimmung. Die Ergebnisse revidieren die Altersdaten von RÖSLER & PILOT (1967) (Abb. 127). Die Spanne der Modellalter, ermittelt an qhm-Adularen, umfaßt Werte von 157 ... 306 Ma (Mittelwert von  $n = 23$  : ca. 217 Ma), wobei hydrothermale Überprägungen des Adulars in einigen Fällen zu niedrigeren Werten (157 - 180 Ma) führten. Auch die K/Ar-Werte und Modellalter von 13 Proben Letten und alterierten Nebengesteins wurden bestimmt und Werte zwischen 77 und 244 Ma erhalten.

#### Forschungsprogramm 1984 - 1991

In den Jahren 1984 bis 1991 wurden unter Themenleitung und Redaktion von KÄMPF umfangreiche geochemische und isotopengeochemische Untersuchungen an Probenmaterial aus Schönbrunn und Bösenbrunn ausgeführt zu den Themen "Lagerstättenbildungsprozesse, Paragenesengliederung, Teufenzonalität und laterale Zonalität" (KÄMPF u. a. 1984, KÄMPF, MEIXNER, MINGRAM u. a. 1989; KÄMPF, STRAUCH, KLEMM 1991). Die Bearbeitung beschränkte sich in *Schönbrunn* auf einzelne Proben und Gangprofile von der 213 m-, 253m-, 293 m-, 373 m- und 483 m-Sohle, der Bohrung SbrOV 6/75 und 6/76 (39 Proben), also aus tieferen Bereichen, und in *Bösenbrunn* auf Probenprofile durch den Hauptgang im Niveau der Stollensohle ("30 m-Sohle"), 80 m-, 120 m-Sohle und Bohrung Böu 10/75 (= "370 m-Niveau") (100 Proben).

Hinsichtlich der **Spurenelementgehalte**, bestimmt nach der ICP- und ANAA-Methode, liegen zusammengefaßt folgende Untersuchungsergebnisse vor:

von *FLuorit* der Fgr. qhm, flq, bafI Elemente: Li, Be, Na, Mg, Al, K, Ca, Sc, Cr, Mn, Fe, Co, Zn, As, Br, Rb, Sr, Y, Sb, Cs, Ba, La, Ce, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Yb, Lu, Hf, Hg, Th, U

von *Quarz* der Fgr. qhm, flq, bafI, qas Elemente: Li, B, Na, Mg, Al, P, Ca, Sc, Ti, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Ge, As, Br, Rb, Sr, Ag, Sb, Ba, La, Ce, Nd, Sm, Eu, Tb, Yb, Lu, Hf, Ta, Pb, Th, U, Cs

an *Karbonaten* der Fgr. krsf, Elemente: Na, Mg, Ca, Sc, Cr, Mn, Fe, Ca, Zn, As, Br, Rb, Sb, Cs, Ba, La, Ce, Nd, Sm, Eu, Tb, Yb, Lu, Hf, Ta, Th, U

an Sulfiden

*Pyrit*. Fgr. qsf, krsf, Elemente: Ti, V, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, As, Ag, Sn, Pb, Bi

*Chalkopyrit*. Fgr. qsf, krsf; Elemente: Mn, Fe, Co, Ni, Zn, As, Ag, Sn, Sb, Pb, B

*Sphalerit*. Fgr. qsf und bafI, Elemente: Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Ga, As, Ag, Cd, In, Sn, Sb, Hg, Bi

*Galenit*. Fgr. qsf und bafI; Elemente: V, Cu, Zn, As, Mo, Ag, As, Sn, Sb, Bi.

In dieser Arbeit sind in den Tabellen 18, 19, 21, 23, 24 die Daten als Minimal-, (arithmetische) Durchschnitts- und Maximalwerte dokumentiert.

In den Tabellen 25 und 26 wird der Vergleich der Größenordnungen dieser Elementedaten der ausgewählten Minerale mit den regionalen Clarke-Werten der verbreiteten Gesteine des Mineralganggebietes Südwestvogtland ausgeführt. Daraus ist folgendes erkennbar:

Im *Gangquarz* (Fgr. qhm, flq, bafI/qas):

sind angereichert: nur F, z. T. auch Ni und Sb.

im Gleichgewicht mit dem Nebengestein befindet sich: Cu, Ge, Ca, Ag, Be, Li, Pb, z. T. auch Ni und Sr.

abgereichert sind Al, Fe, Mg, Ca, Na, P, As, B, Ba, Ce, Co, Cr, Cs, Ga, Hf, La, Mn, Rb, Sc, Sm, Ta, Th, Ti, U, Yb, Zn.

Im *Fluorit* (Fgr. qhm, flq, bafI):

sind angereichert: F, Ca, Sm

im Gleichgewicht mit dem Nebengestein befinden sich: Ce, Eu, Lu, Sm, Yb, z. T. Ba, Ca, Mn, Sr, Y

abgereichert sind Al, Fe, Mg, Na, K, As, Be, Co, Cr, Cs, Hf, Li, Rb, Sb, Sc, Ta, Th, U, Y, Zn, z. T. Mn, Sr, Ce.

In den *Sulfiden* (*Pyrit*, *Chalkopyrit*, *Sphalerit*, *Galenit*) sind angereichert

im relativem Gleichgewicht mit dem Nebengestein befindet sich

abgereichert sind Mn

abgereichert sind Ni, Ti, V

Zur Zielstellung der Spurenelementgehaltsbestimmung ausgewählten Minerale gehört:

- der Nachweis paragenesenspezifischer Elementverteilungsbilder zum regionalen und überregionalen Vergleich der Folgen und Folgegruppen ("Spurenelement-Fingerabdrücke" der Mineralisationen)

- Nachweis von Zonalitäten der Mineralisationsverteilung lateral und vertikal

- Herausarbeitung Quellen/Herd-spezifischer Kriterien sowie des Einflusses verschiedener Wässer.

Die Ableitung entsprechender Indizien wird von vornherein durch folgendes erheblich kompliziert :

- Die Spurenelementgehalte einzelner Mineralphasen ein und derselben Paragenese müssen unterschiedlich sein, da die Verteilung determiniert wird von spezifischer Diadochie, Isomorphie, Fehlordnungen in Bezug auf Hauptelemente der paragenetischen Minerale
- Die Spurenelementparagenese hängen von der Konzentration der SPE, ihrer Lösungsform und von den pH/Eh-Werten bei der Mineralbildung ab
- Die Auswahl des zu untersuchenden Elementspektrums wird von vornherein durch die zur Verfügung stehenden Nachweismethoden und die Qualität von der methodischen Nachweisbarkeit (Nachweisgrenzen) begrenzt, so daß nicht gesichert ist, die günstigsten Elemente genutzt zu haben (methodischer Selektionseffekt)
- Selektion der Elemente durch ihr unterschiedliches Migrationsverhalten
- Abscheidungsmodifizierender Einfluß von verdünnenden vadosen Wässern, unterschiedlichem Reaktionsverhalten des Nebengesteins (u. a. auf Azidität, Redoxpotential).

Eine Gegenüberstellung der Spurenelementmengen in Mineralen der spätvaristischen Fgr. qhm, flq und der postvaristischen Fgr. baf/qas zeigt (in relativen Angaben, + = mehr, - = weniger) folgendes:

Mineral	Element	qhm, flq Folengruppen	baf, qas, krsf
Quarz	Ca	+	-
Fluorit	Fe	-	+
	Na	-	+
	K	+	-
	As	-	+
	Ba	-	+
	Co	-	+
	La	-	+
	Li	+	-
	Lu	+	-
	Sm	+	-
	Sr	+	-
Pyrit	U	-	+
	Y	+	-
	Cu	-	+
	Ni	-	+
	Pb	+	-
Chalkopyrit	Sn	+	-
	Ti	-	+
	Zn	+	-
	As	+	-
Sphalerit	Ni	-	+
	Sn	+	-
	Zn	+	-
Galenit	Ag	+	-
	Co	+	-
	In	+	-
Galenit	As	-	+

Hierin zeigen sich in summa trotz relativ geringen Datenmaterials, markante Unterschiede zwischen beiden Bildungsreihen der Mineralisation: Die spätvaristische Mineralisation führt betont K, Li, Sn, Pb und Zn. Bei den Lanthaniden deutet sich eine Betonung der schweren Elemente (Lu) an, so daß eine gewisse genetische Nähe zur Oberkruste bzw. zum Schönbrunner Granit angezeigt wird.

Die postvaristische Mineralisation führt im Unterschied dazu betont Na, Ba, As, Co, Ni, U, Ti, leichte Lanthaniden (La), was eine größere genetische Nähe zur basischeren, mafitreichen Unterkruste bzw. zu simatischen Magmen signalisiert.

Dieser Trend in der Spurenelementführung entspricht demjenigen des Makrochemismus der Paragenese (s. Tab. 47).

#### 4.4.3.2 Seltenerden-Verteilungsmuster

Wie aus den Aufstellungen untersuchter Spurenelementgehalte unter Abschnitt 4.4.3.1 hervorgeht, wurden u. a. die Gehalte an Lanthaniden (La, Ce, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb und Lu) an 39 Fluoritproben und 4 Karbonatproben - beides Schönbrunn - sowie an 4 Proben des Schönbrunner Granites bestimmt.

Den Untersuchungen lagen folgende theoretische Ansätze und Zielstellungen zugrunde:

Calcium und Lanthaniden sind in Calciummineralen Elemente, deren diadocher Einbau anstelle des Calciums eine hohe Sensibilität gegenüber der Stabilität/Instabilität physikochemischer Bildungsbedingungen (pH, Eh, Ligandenkonzentration) zeigt. Deshalb gestattet die Kenntnis der Lanthanidenkonzentration Rückschlüsse auf die Abscheidungsbedingungen. Besonders signifikant ist der Verlauf der sich aus der Konzentrationsverteilung der Lanthanidenreihe ergebenden Kurve. Die vom Bösenbrunner und Schönbrunner Probenmaterial stammenden Analysenergebnisse wurden als chondritnormierte SEE-Verteilungsdiagramme dargestellt (vgl. Abb. 81 - 85). Daraus ist folgendes ersichtlich:

Primär ungestörte Fluoritabsätze im Vogtland zeigen von Lanthan zu Europium einen leicht abfallenden Verlauf wobei Europium meist als negative Anomalie auffällt, in einigen Fällen aber auch positiv sein kann. Von Europium bis Lutetium steigt die Verteilungskurve wieder an.

Negative Europiumanomalien sind Anzeichen oxidativer Bildungsbedingungen, während positive Abweichungen reduktives Milieu anzeigen.

Bei den durch jüngere Lösungen überprägten Fluoriten besteht Tendenz des Abfalls der Kurven gegen Lutetium bzw. Ytterbium, je nach Überprägungsintensität mit zunehmender Stärke. Darin drückt sich eine Fraktionierung durch Eliminierung der schweren Lanthaniden im Umlagerungsprozeß aus.

In der Schönbrunner Hauptgangzone wurden zunehmende hydrothermale Überprägungen am Fluoritgang der 213 m-Sohle und 453 m-Sohle untersucht, dazu wenig oder nicht überprägte Proben aus den oberen Sohlen. Hier wird auf eine Auswertung verzichtet. Besser sind entsprechende Untersuchungen an Bösenbrunner Fluoriten (Abschnitt 5.4.).

#### 4.4.3 Isotopengeochemie ausgewählter Minerale

Mittels der Isotopenuntersuchungen an verschiedenen Mineralen versucht man die Herkunft der Elemente und Genese des Mineralbestandes der Hydrothermalite zu erhellen (s. Kap. 8).

RÖSLER, PILOT & GEBHARDT (1969) veröffentlichten im Ergebnis von Schwefelisotopenuntersuchungen an Magmatiten und postmagmatischen Lagerstätten des Erzgebirges und Thüringens erste Werte, erhalten aus 2 Proben der Flußspatgrube Schönbrunn:

- Sphalerit, Fgr. bafI:  $\delta^{34}\text{S}$  - 3,9 %;  $\delta^{32}\text{S}/^{34}\text{S}$ -Verhältnis 22,29
- Pyrit, pyritimprägrierter Tuffit, D3:  $\delta^{34}\text{S}+4,5$  %;  $\delta^{32}\text{S}/^{34}\text{S}$ -Verhältnis 22,11 (s. dazu auch Abb. 130).

LAHIRY (1974) untersuchte an Sulfiden und Baryt die Schwefelisotopenzusammensetzung, an Quarz, Baryt und Calcit die Sauerstoffisotopenzusammensetzung sowie an Calcit die Kohlenstoffisotopenzusammensetzung. Die veröffentlichten Analysenwerte sind in den Tabellen 11 bis 14 dieser Arbeit wiedergegeben (s. auch Abb. 131).

RANK (1977) (veröffentlicht in: SCHRÖN u. a. 1982) analysierte weitere Quarzproben aus Schönbrunn:

Probe Nr.	Fundstelle	Fgr.	$\delta^{18}\text{O}$
54	Abbau 8N1	qhm	+ 10,6
64	Abbau 8S1	qhm	+ 9,7
56	Abbau 8N1	flq	+ 15,0
59	Abbau 8N1	bafI-qas	+ 15,0
60	Abbau 8N1	bafI-qas	+ 15,6

KÄMPF (1981) bringt in seiner Dissertation weitere Isotopenanalysendaten:

Mineral	Probe Nr.	Fundstelle	Fgr.	$\delta^{18}\text{O}$ (SMOV)	$\delta^{13}\text{C}$ (PDB)	$\delta^{34}\text{S}$
Ankerit	SbrK 16			+ 14,7	- 10,2	
	SbrK 8g			+ 13,5	- 9,6	
Calcit	Sbr NB 1			+ 16,9	- 9,3	
	Sbr NB 2			+ 22,6	- 10,3	
	Sbr NB 5		krsf	+ 24,0	- 10,5	
	Sbr NB 6b			+ 19,9	- 9,0	
	Sbr NB 6a			+ 17,5	- 8,2	
Pyrit	Sbr NB 7					- 9,9
	Sbr NB 9		krsf			$\pm 0$
	Sbr NB 8					- 23,5
Chalkopyrit	Sbr K 16					- 1,8
	Sbr Apr. 12	213 Sohle	m- krsf			- 5
Sphalerit	Sbr K 5	Abbau 8N1	qsf			+ 2,8
	Sbr K 4	Abbau 8S	bafI			- 5,1
Galenit	Sbr K2	293 Sohle	m- bafI			- 8,4
	Sbr K4	Abbau 8S	bafI			- 5,6
	Sbr K 6	Abbau 8S	bafI			- 8,8

Zum Forschungsprogramm 1984 - 1991 unter der Themenleitung von KÄMPF sind folgende Isotopengeochemische Untersuchungen ausgeführt worden:

Bestimmung von Strontiumisotopenverhältnissen  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  an Baryt und Karbonaten zur Klärung von Fragen der Stoffherkunft mit folgenden Ergebnissen (KÄMPF u.a. 1984):

		$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$
Fluorit	Fgr. qhm	$0.71440 \pm 0.00017$ -
(Bösenbrunn)		$0.71495 \pm (0.00022)$
Baryt	Fgr. bafI	$0.71194 \pm 0.00031$
Siderit	Fgr. krsf	$0.71231 \pm 0.00025$
Ankerit/Dolomit	Fgr. krsf	$0.71255 \pm 0.00022$

Die erhaltenen Werte sprechen für krustale Abkunft und gegen juvenile Mantelabkunft, für die Werte zwischen 0.7024 und 0.7048 typisch wären.

Bleiisotopendatierungen mit Berechnung der Isotopenverhältnisse  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ ;  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ ;  $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  (BIELICKI in: KÄMPF, STRAUCH, KLEMM 1991).

Von Schönbrunn erfolgten Untersuchungen an 11 Galenitproben und davon 6 der Fgr. qsf, 5 der Fgr. bafI und 4 Wismutproben (Fgr. qas bzw. krsf). Die Isotopenverhältnisse wiesen das Blei als "Orogenblei" bis "Krustenblei" aus (s. Abb. 129).

	$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$
Fgr. qsf (18 Pr. Galenit)	17 9841	15 5862
	18 1539	15 5943
	17 9886	15 5794
	18 0933	15 6280
Fgr. bafI (3 Pr. Galenit)	18 0474	15 5876
	18 0664	15 6011
Fgr. krsf (6 Pr. ged., Wismut, Gersdorffit, Galenit)	18 4300	15 6789
	18 1764	15 5957

Die anhand der Pb/Pb-Isotope ermittelten radiogenen Modellalter sind in den Tabellen 47 und 48 zusammen mit den K/Ar-Datierungen zusammengefaßt dargestellt. Darauf wird in Kap. 8 nochmals eingegangen.

#### 4.4.4 Untersuchungen der Flüssigkeitseinschlüsse (FE)

Seit 1969 wurden FE in Fluorit und Quarz von Schönbrunn zur Bestimmung der Homogenisationstemperaturen ( $T_H$ ) und Ableitung der Bildungstemperaturen ( $T_B$ ) sowie zur Bestimmung der Salinität bzw. des Wassers und der Gase der Einschlüsse untersucht.

##### 4.4.4.1 Thermobarometrie

Die ersten  $T_H$ -Bestimmungen an Schönbrunner Fluoritproben führten THOMAS (1969) und TIMMLER (1970) im Rahmen ihrer Diplomarbeiten aus. Sie hatten zunächst noch methodischen Charakter. LAHIRY (1974) führte diese Arbeiten weiter. Seine 1974 veröffentlichten Werte sind in Tabelle 7 dargestellt.

Als Ergebnis der Untersuchungen faßt LAHIRY folgende Temperaturwerte zusammen:

	Temperaturwerte in °C	
	Mittel aus 83 Proben	Werte von THOMAS (1969)
1. Abfolge = Fgr. qhm	296 ± 39	292 ± 29
2. Abfolge = Fgr. flq	252 ± 31	258 ± 26
3. Abfolge und Umlagerungs- kristalle = etwa Fgr. bafl	128 ± 13	112 ± 20
4. Abfolge = vermutlich Fgr. flbaq (die Bezeichnung "Grauer Gang" ist falsch und muß heißen "Blauer Gang")	77 ± 2 77 ± 10	70 ± 16

THOMAS (1979, veröffentlicht 1982) setzt im Rahmen seiner Dissertation, speziell die Untersuchungen an Fluorit-Quarz-Adular-Paragenesen (qhm) fort und gelangt zu folgenden weiterführenden Feststellungen:

- In den Mineralen der "FPQ"-Paragenesen findet man Einschlüsse, die sich nach dem Homogenisierungsverhalten unterscheiden:

Typ I	- Homogenisierung in der flüssigen Phase - $T_{HF}$
Typ III	- Homogenisierung in der Gasphase - $T_{HG}$
Typ IV	- Dreiphaseneinschlüsse (wässrige Salzlösung + H <sub>2</sub> O-Dampfphase + NaCl-xx. Die Homogenisierung erfolgt in der flüssigen Phase.
(Der Typ II -	Homogenisierung mit kritischen Erscheinungen (Filmsieden, Blasensieden) $T_{HG/F}$ ist typisch für pneumatolytischen Quarz-Kassiterit und kommt in der FPQ-Mineralisation nicht vor).

- Außerdem haben die Einschlüsse verschiedene Füllungsgrade (gasreiche und gasarme Einschlüsse).

Häufig treten diese differenzierten Einschlusstypen dicht nebeneinander auf und besitzen dann stark unterschiedliche Phasenverhältnisse. THOMAS (1982) führt dies auf Siedeerscheinungen der mineralbildenden Lösungen zurück. Aus der Siedetemperatur kann der Minimaldruck bei der Mineralabscheidung ermittelt werden (s. Kap. 8).

Die Homogenisierung (Verschwinden der Gas- und, wo vorhanden, der festen Phase der Einschlüsse bei der Erwärmung der Probe). Dies tritt an ein und derselben Probe zu verschiedenen Temperaturintervallen ein. Die primären, bei der Mineralbildung entstandenen Einschlüsse haben die höchste Homogenisationstemperatur; sekundäre bei überprägenden Prozessen entstandene Einschlüsse homogenisieren bei niedrigeren Temperaturen.

THOMAS publizierte (1982) folgende Ergebnisse an Primäreinschlüssen der "FPQ"-Paragenesen des Südwestvogtlandes:

Lfd. Nr.	Mineral	Probenherkunft	$T_H$ in °C	n
1.	Kassiterit	Oelsnitz	(382 ± 13)	12
2.	Sphalerit	Grüne Tanne, K 24 I	(337 ± 16)	10
3.	Sphalerit	Grüne Tanne, K 24 II	(335 ± 15)	15
4.	Paradoxit	Schönbrunn	(321 ± 14)	12
5.	Paradoxit	Schönbrunn	(292 ± 5)	9
6.	Quarz-xx	Bösenbrunn, K 19 b-1	(319 ± 10)	130
7.	Quarz-xx	Bösenbrunn, K 19 b-2	(280 ± 16)	25
8.	Quarz-xx	Bösenbrunn, K 19 b-3	(267 ± 14)	35
9.	Quarz-xx	Bösenbrunn, 120 m-S.	(288 ± 32)	10
	Fluorit-xx	Bösenbrunn, 120 m-S.	(202 ± 7)	10
10.	Quarz-xx	Schönbrunn, Nr. 3 (LAHIRY, 1972)	(320 ± 14)	10

Im Vergleich der thermometrischen Untersuchungen der vogtländischen "FPQ"-Mineralisationen (Fgr. qhm) mit den erzgebirgischen der Folgenreihen qsf, qhm, krsb sind ganz ähnliche Intervalle der Homogenisierungstemperaturen zu erkennen. D. h., daß letztlich nicht die Temperatur für die Differenzierung der spätvaristischen Mineralisationen die dominierende Rolle spielt, sondern vor allem die Konzentrationsvariabilitäten sowie die Eh- und pH-Wertänderungen der mineralbildenden Lösungen ( $f_{O_2}$ ,  $f_{S_2}$ ,  $f_{CO_2}$ ), die in Abhängigkeit von lokalen Bedingungen von ausschlaggebender Bedeutung sind. Deshalb dehnte THOMAS (1982) seine Untersuchungen auf die Ermittlung auch dieser variablen Werte am Einschlußmaterial aus (s. Kap. 8).

In Realisierung des Forschungsprogramms 1984 - 1991 wurde die Thermobarometrie an Flüssigkeitseinschlüssen Schönbrunner Materials weitergeführt. Diese Untersuchungen und deren Ergebnisse können wie folgt zusammengefaßt werden:

1. Thermobarometrische Neumessungen (3.173 Bestimmungen) an ausgewählten Proben (Schönbrunn, Bösenbrunn: 30-, 80- und 373 m-Profil) ergaben folgende Temperaturverteilungen und Häufigkeiten:

$t_{HF} =$	(79 ± 25) °C	2.598 Best.	81,88 %	flq- und bafl- Folgenreihe
$t_{HF} =$	(160 ± 12) °C	495 Best.	15,60 %	
$t_{HF} =$	(236 ± 12) °C	67 Best.	2,11 %	qhm-Folgenreihe
$t_{HF} =$	280 °C	13 Best.	0,51 %	Quarz-Adular-Fluorit-Calcit-Assoziation

2. Die ersten Untersuchungen an korrekt behandelten Proben des 30 m- und des 373 m-Profiles von Bösenbrunn ermöglichten eine *relativ genaue Druckabschätzung* und eine Bestimmung der druckabhängigen Temperaturkorrektur zur Homogenisierungstemperatur (Isochoren/ $t_p$ -Methode) nach
 
$$t_B = t_{HF} + t_p$$
 ( $t_B$  - Bildungstemperatur;  $t_{HF}$  - Homogenisierungstemperatur in Fluorit [die Homogenisierung erfolgt in der flüssigen Phase];  $t_p$  - Druckkorrektur).

Aus den Messungen an den beiden Profilen von Bösenbrunn resultieren für das 373 m-Niveau (Bohrung) folgende Werte:

$$P = (450 \pm 90) \times 10^5 \text{ Pa (gewogenes Mittel nach Streichen der Extremwerte, } n = 1.416)$$

$$tP = (19 \pm 4) \text{ }^\circ\text{C}$$

$$H = (1.700 \pm 340) \text{ m (Dichte: } 2.700 \text{ kg/m}^3) (= \text{Bildungsteufe der Mineralisation})$$

Für die Lagerstätte Schönbrunn ergaben sich aus analogen Messungen folgende Werte:

$$P = (442 \pm 90) \times 10^5 \text{ Pa (} n = 335)$$

$$tP = (18 \pm 4) \text{ }^\circ\text{C}$$

$$H = (1.670 \pm 340) \text{ m (373 m-Sohle) (= Bildungsteufe der Mineralisation)}$$

(Die Angaben zu den Bildungsteufen sind als erste Näherung zu verstehen.)

#### 4.4.4.2 Kryometrie und chemische Analysen von Einschlußflüssigkeiten

THOMAS (1969) führte neben seinen thermometrischen Bestimmungen als erster auch Mikroanalysen der schwerflüchtigen Bestandteile in den Flüssigkeitseinschlüssen und Analysen der darin enthaltenen Gasphasen an 17 Flußspatproben aus, die vorwiegend den oberen Sohlen (55 m- bis 133 m-Sohle), zwei der 213 m- und eine der 293 m-Sohle entstammten.

Er bestimmte die Gehalte (in ppm) der Komponenten K, Na, Mg, Ba, Mn, Fe, Ni, Cu, Pb, Hg, Cl<sup>-</sup> und H<sub>2</sub>O und ermittelte den Salzgehalt der Einschlußlösungen (Gew. % NaCl + KCl) rechnerisch. Da man heute über wesentlich genauere Analysenmethoden verfügt, sollten die dargestellten Werte nicht verwendet werden. TIMMLER (1970) erweiterte den Stand der Analyseergebnisse durch Untersuchungen 17 weiterer Proben von Schönbrunn. LAHIRY (1974) übernahm die Na-, K- und Cl-Werte von THOMAS (1969) und TIMMLER (1970) und ergänzte diese Ergebnisse um weitere 24 Probenanalysen. Die Tabelle 8 bringt die Zusammenstellung aller zitierten Ergebnisse. Die Werte liegen mit 1 - 2 Größenordnungen unter den nach moderner Methodik erhaltenen (KLEMM 1984, 1989) und sind deshalb nicht zu verwenden.

LAHIRY (1974) führte als erster an Schönbrunner Fluorit-, Quarz-, Baryt- und Calcit-Proben kryometrische Untersuchungen zur Bestimmung der Salinität der Einschlußlösungen (in NaCl-Äquivalent-Ma. %) aus (s. Tab. 9). Auch diese Angaben sind heute durch genauere, im Rahmen des Forschungsprogramms 1984 - 1991 erhaltene, zu ersetzen.

KÄMPF faßt die Ergebnisse der zum Forschungsprogramm 1984 - 1991 ausgeführten Arbeiten (1991) wie folgt zusammen (in: KÄMPF, STRAUCH, KLEMM u. a. 1991):

"Anhand von über 1.500 kryometrischen Messungen an Flüssigkeitseinschlüssen in den Fluoriten beider Lagerstätten (Schönbrunn: 1.256; Bösenbrunn 291) können folgende Aussagen getroffen werden:

1. Die Salinität der Einschlußlösungen kann von Einschluß zu Einschluß innerhalb einer Probe erheblich schwanken (nahezu reines Wasser bis zu hochkonzentrierten Salzlösungen), wobei generell vier Konzentrationsbereiche (NaCl-Äquivalent-%) auftreten:

	Häufigkeit
(5,8 ± 1,6) Ma.-%	6,5 %
(10,7 ± 3,5) Ma.-%	62,3 %
(18,6 ± 1,2) Ma.-%	16,8 %
> 23,2 Ma.-%	14,4 %

2. Das eutektische Aufschmelzen ( $t_e$  bzw.  $t_1$ ) des Einschlußinhaltes erfolgt im Temperaturbereich von  $-(19,6 \pm 2,0)^\circ\text{C}$  bis  $-(48,2 \pm 4,4)^\circ\text{C}$ , d. h. bei den Einschlußlösungen handelt es sich um reine NaCl bzw. um CaCl<sub>2</sub>-NaCl-Lösungen bzw. um Mischlösungen vom CaCl<sub>2</sub>-(MgCl<sub>2</sub>)-NaCl(KCl)-FeCl<sub>2</sub>-Typ. Untergeordnet treten auch nahezu reine Bikarbonat-Lösungen ( $t_e = -[8,5 + 2,1]^\circ\text{C}$ ) und reines Wasser auf (unabhängig von der paragenetischen Stellung des Fluorits).

3. Die primären mineralbildenden Lösungen sind hauptsächlich vom CaCl<sub>2</sub>-NaCl-Typ bzw. vom NaCl-Typ. Aus der eutektischen Temperatur  $T_e = -(48,2 \pm 4,4)^\circ\text{C}$ , der Lösetemperatur des Hydrohalites:  $t_2 = -(27,9 \pm 2,2)^\circ\text{C}$  und der Schmelztemperatur des Eises:  $t_3 = -(7,2 \pm 3,0)^\circ\text{C}$  erhält man für Schönbrunn als mittlere Salzkonzentrationen (Abb. 141);

CaCl <sub>2</sub> -NaCl-Typ: 28 Ma %	3,7 Ma % NaCl
NaCl-Typ: 12 Ma %	7,5 Ma % CaCl <sub>2</sub>

4. Aus den kryometrischen Untersuchungen an zwei Profilen (Bösenbrunn, 80 m-Sohle; Schönbrunn 93 m-Sohle) resultiert in erster Näherung eine Zunahme der Salzkonzentration in den primären Einschlüssen (ein und derselben Probe) vom Salband zur Gangmitte (Zeitreihe). Der beobachtete Trend (4,2 zu 14,2 Ma.-%) wird durch die z. T. sehr intensive Rekristallisation des Fluorits durch hochkonzentrierte Formationswässer etwas verwischt. Weiterhin ist auffällig, daß in der Regel zwei unterschiedlich konzentrierte Lösungen in den Primäreinschlüssen auftreten (eutektische Temperatur nahe  $-21,2^\circ\text{C}$ : reine Na-CL-Lösungen,  $t_e \gg -21,2^\circ\text{C}$ ; CaCl<sub>2</sub>-NaCl-Lösungen). Diese Beobachtung spricht für eine Mischung der beiden unterschiedlichen Lösungstypen bei der Fluoritausscheidung.

5. Wahrscheinlich erfolgte der Transport des Fluors über reine, niedrigkonzentrierte NaCl-Lösungen. Im Mischungsbereich mit CaCl<sub>2</sub>-haltigen Lösungen (Formationswässer) wurde (durch den z. T. hohen Ca-Überschuß) nahezu quantitativ das Fluor als CaF<sub>2</sub> gefällt.

6. Zur Gangmitte hin ( $\pm$  letzte Fluoritgeneration) pas-

sen sich die unterschiedlichen Lösungstypen einander an - die chemischen Unterschiede verwischen sich. Offensichtlich erfolgte am Ende der Fluoritabscheidung im wesentlichen nur eine mehr oder weniger kräftige Umlagerung und Rekristallisation unter Beteiligung von Formationswässern."

KLEMM führte 1984, 1988 in Bearbeitung des Forschungsthemas chemische Analysen von Einschlüßlösungen in Fluorit und Quarz aus (in: KÄMPF u. a. 1984; KÄMPF, MEIXNER, MINGRAM u. a. 1989). Da nur Bösenbrunner Material untersucht wurde, wird dazu unter Abschnitt 5.4.4. näheres ausgeführt.

#### 4.4.4.3 Isotopengeochemie an Flüssigkeitseinschlüssen

Über die Ergebnisse der im Rahmen des Forschungsprogramms 1984 - 1991 ausgeführten Untersuchungen wird im G3-Bericht (KÄMPF, MEIXNER, MINGRAM u. a. 1989) ausführlich berichtet. Da die meisten untersuchten Proben aus Bösenbrunn stammen, wird im Abschnitt 5.4. zusammenfassend darauf eingegangen. Die wichtigsten Ergebnisse enthält Tab. 47.

Die Schlußfolgerungen aus den Untersuchungsergebnissen der Flüssigkeitseinschlüsse zur Genese der Fluoritlagerstätten werden im Kapitel 8 gezogen.

### 4.5 Ingenieurgeologische Verhältnisse

Die ingenieurgeologischen Verhältnisse eines Berggebäudes in gangförmigen Spatlagerstätten werden durch die gesteinsmechanischen Eigenschaften des Nebengesteins der Lagerstätte und der Mineralgangzone, dem Grad der bruchtektonischen Beanspruchung und ihrer Wasserführung bestimmt. Im oberflächennahen Bereich kommen noch Grad und Teufenreichweite der Verwitterung hinzu (s. Tab. 27).

Wegen übereinstimmender Nebengesteins-, Gang- und bruchtektonischer Verhältnisse gelten die folgenden Ausführungen zur Ingenieurgeologie der Lagerstätte Schönbrunn grundsätzlich auch für Bösenbrunn/Grüne Tanne und Wiedersberg sowie für die hier betrachteten weiteren Fluß- und Schwerspat führenden Strukturen.

#### Ingenieurgeologische Einheiten

Ähnliches gesteinsmechanisches Verhalten gestattet die Zusammenfassung der Gesteine im Lagerstättenbereich zu drei ingenieurgeologischen Einheiten:

**Hangendbereich** mit oberdevonischen Diabasen, Spiliten und -tuffen, eingelagerten Schluffschiefern und Grauwacken, z. T. silurische Schiefer und Kalke, ordovizische Schluff- und Tonschiefer.

**Hauptgangzone** als komplizierte Gang- und Trümerzone mit Störungen und ihren Deformationshöfen. Das darin enthaltene Nebengestein gleicht dem des Lie-

gendbereiches.

**Liegendbereich** mit oberdevonischen Diabasen, Spiliten, -tuffen, Schluffschiefern und Grauwacken; besonders auf der Struktur Bösenbrunn noch ordovizische Ton- und Schluffschiefer sowie Quarzitschiefer.

Die für den Bergbau entscheidenden Eigenschaften der Standfestigkeit und die notwendigen ausbautechnischen Maßnahmen zur Sicherung der Befahrbarkeit dieser Einheiten, Gesteine, Deformationszonen sind in der Tabelle 27 dargestellt, so daß hier Ausführungen zur allgemeinen Verteilung der Bereiche unterschiedlicher Standfestigkeit genügen.

#### In der Lagerstätte Schönbrunn:

Die Schächte und der überwiegende Teil der Auffahrungen befinden sich im *Liegendbereich* der Hauptgangzone. Das *Hangende* wurde nur gelegentlich, insbesondere während der geologischen Erkundung in beschränktem Maße bergmännisch untersucht. Zu diesem Zweck mußte die gewöhnlich gebräuche Hauptstörung mit ihrem Deformationshof durchörtert werden. Die Auffahrungen im Liegendbereich standen zu 90 % im Standfesten. Nur gelegentlich, beim Hineinsetzen von Störungen und Kluffzonen sowie Schluffschiefern und Spilit-Tuffen des Oberdevon wurden nachbrüchige Verhältnisse angetroffen. Deshalb sind vor allem die Richtstrecken, Rampen und Schächte, Bergmühlen, Pumpensümpfe, Wetterüberhauen u. dgl. im Liegendkomplex angelegt worden.

*In der Hauptgangzone* wurde im Stadium der bergmännischen Erkundung der größte Teil der Auffahrungen vorwiegend als Gangstrecken und Querschläge ausgeführt. Bei Übernahme durch den Produktionsbetrieb änderte man das Auffahrungsregime grundlegend. Die bergmännische Erschließung der Hauptgangzone, insbesondere der Rohspatmittel, geschah von einer im Liegenden in 10 - 30 m Entfernung vom Gang gefahrenen Richtstrecke aus zunächst durch Bohrungen, dann, bei Spataufschlüssen, durch Querschläge und Gangstrecken im Spat. Die Standfestigkeit wechselte hier im Meter- und Dekameterbereich.

Die Liegendgänge sind größtenteils standfest, weniger nachbrüchig. Der Hangendgang steht größtenteils in der Schwach- und Starkstrainzone der Hauptstörung und war meist gering nachbrüchig bis gebräch, seltener standfest.

#### In der Lagerstätte Bösenbrunn/Grüne Tanne:

Die Auffahrungen zum Aufschluß der Hauptgangzone befinden sich hier (bis einschließlich 293 m-Sohle) überwiegend im Hangenden der Hauptgangzone, meist in der standfesten oberdevonischen Vulkanitserie. Der ordovizische Schluff- und Tonschieferverband, der hier das Liegende der Hauptgangzone bildet, neigt zur Klüftigkeit und Nachbrüchigkeit und wurde deshalb vom Bergmann gemieden.

Die Hauptgangzone ist aus ingenieurgeologischer Sicht jener von Schönbrunn sehr ähnlich. Sehr nachbrüchige bis gebräuchliche Verhältnisse wurden im Bereich des Kreuzens bzw. Übersetzens der Hauptstörung vorgefunden. Der Flußspatgang in der Grünen Tanne und in Bösenbrunn ist überwiegend standfest (da die Rohspatmittel nicht von der Hauptstörung gekreuzt werden). (Bemerkungen zur Lagerstätte Wiedersberg s. unten Abschnitt 6.5).

Felsmechanische Untersuchungsergebnisse liegen von den vogtländischen Spatgruben, abgesehen von Untersuchungen der Beanspruchung und der erforderlichen Ausbaue (GIMM u. a. 1975), nicht vor. Lediglich am Kernmaterial der Erkundungsbohrungen wurden felsmechanische Kennziffern bestimmt, deren Verallgemeinerungen in die Tab. 27 eingegangen sind (Druck-, Zug- und Scherfestigkeit der Gesteine).

### Abbaukontrolle

Abbau: 9/Ns

Mittlere Höhe über Sohle: 55m

Messungen am: 17.06.1985; 16.07.1985

Nähere Ausführungen zur ingenieurgeologischen Situation sind darüber hinaus den geologischen Ergebnisberichten (KLEBER u. a. 1978, KUSCHKA u. a. 1980) zu entnehmen.

### Gebirgstemperaturen, Wasser- und Wettertemperaturen

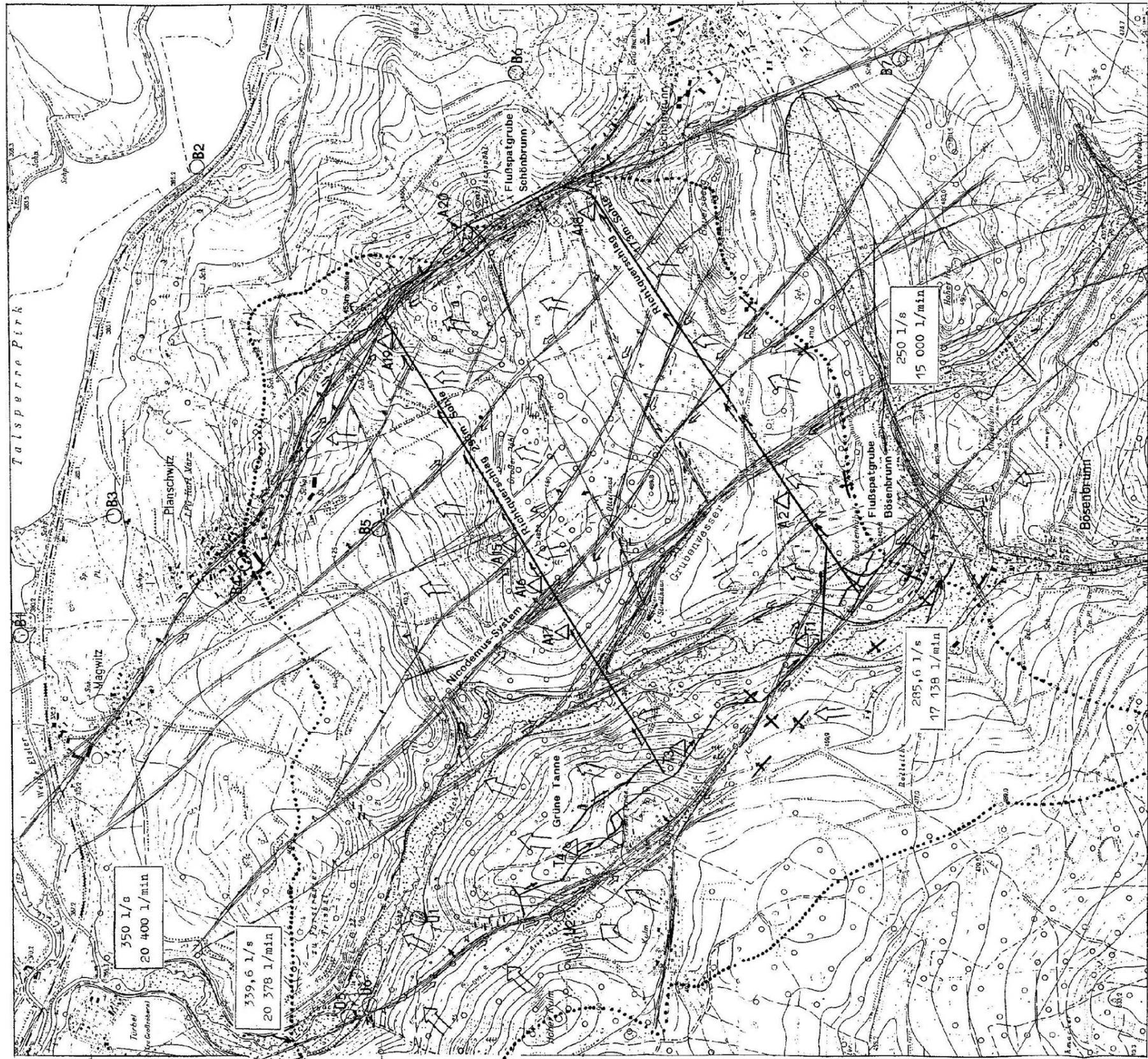
Zwischen Gebirgs-, Wasser- und Wettertemperaturen stellte sich im Grubengebäude ein gewisser Ausgleich ein, modifiziert durch kühlere Einzugs Wetter und wärmere Abwetter. Der Jahresgang der Lufttemperatur ist bis etwa zur 55 m-Sohle spürbar mit Schwankungen zwischen 8°C und 12°C. Der natürliche Gradient der Gebirgstemperaturen von rd. 3°C Zunahme pro 100 m Teufe blieb bis etwa zur Auffahrung der 253 m-Sohle im normalen Bereich.

BA Schönbrunn  
Mineral: Fluorit  
Abbauteil: Nord

Scheibe Blatt: 55

Bezug auf Mitte Ü 9/N <sub>1</sub>	AM m	Nebengestein		Spat insges. LM m	Mineral m	Berge m	Hohl- räume m	CaF <sub>2</sub> %	Verluste an Spat	
		H m	L m						H m	L m
S 2m	8,00	0,55	0,30Q	7,15	3,34	3,21	-	46,7	-	-
4m	8,40	0,35	-	8,05	4,15	3,90	-	51,6	-	-
6m	8,40	-	0,25Q	8,15	3,66	4,49	-	44,9	-	-
8m	9,00	-	0,65Q	8,35	3,45	4,90	-	41,3	0,40	-
10m	8,90	-	-	8,90	4,02	4,88	-	45,2	0,40	-
12m	8,80	-	-	8,80	5,16	3,64	-	58,6	-	-
14m	9,00	-	-	9,00	4,63	4,37	-	51,4	-	-
16m	9,60	-	-	9,60	5,45	4,15	-	56,8	-	-
18m	9,55	0,55	-	9,00	5,41	3,57	-	60,1	-	-
20m	9,65	0,85	-	8,80	4,84	3,96	-	55,0	-	-

Abb. 58: Beispiel für die Bemusterung der Fluoritlagerstätte durch den Produktionsbetrieb seit 1980.  
AM - Abbaumächtigkeit, H - Hangend, L - Liegend, LM - Lagerstättenmächtigkeit



**Legende**

..... Grenze des oberirdischen Einzugsgebietes für das Grubenrevier Schönbrunn-Bösensbrunn

+ + Grenze des unterirdischen Einzugsgebietes, vermutet, bezogen auf den Bergbau und die Hauptluftwasserleiter

— Hauptluftwasserleiter (Störungszone(n), Gänge) mit genereller Fallrichtung ( $\varnothing T \approx 10-5 \cdot m^2/s$ )

Flächenhafte Grundwasseraufbruchstellen (Maßstellen)

Bodengrundwasserleiter der Triebelbacheue

Transit Triebelbach

Am Klingelstein: Wasserführung vor dem Transit

Bei Türbel: Wasserführung nach dem Transit

Generelle Grundwasserfließrichtung im Festgestein

Generelle Fließrichtung des Grundwassers im Störungszonenbereich

Bergmännische Aufahrungen mit Abflußrichtung der Grubenwässer

Wasserprobenehmeshstellen

BO Übertage

A△ Untertage (im dargestellten Niveau)

Abb. 59:  
Karte der Grundwasserdynamik  
im Grubenrevier  
Schönbrunn und Bösensbrunn -  
Grüne Tanne



Auf der 253 m-Sohle wurde erstmals aus der Teufe, vorwiegend auf dem stark geklüfteten Hangenden Gang des Schönbrunner Störungssystems, aufsteigendes Mineralwasser mit erhöhten Temperaturen festgestellt. Dieser Mineralwasseranteil hat mit dem Aufschluß weiterer Sohlen bei steigenden Temperaturen ständig zugenommen und betrug im Niveau der 533 m-Sohle ca. 1 m<sup>3</sup>/min. bei 35,7°C.

Mit dem Anschnitt des Thermalwasserleiters stiegen in den Austrittsbereichen die Gebirgs- und Wettertemperaturen sukzessiv an. Die Abb. 63 zeigt das Isothermenbild auf der Lagerstätte, insbesondere im Grubengebäude zu Ende der Teufenerschließung (Rampe). Für die Isolinienkonstruktion wurden außer Grubenmeßdaten die Messungen in 10 Erkundungsbohrungen aus den Jahren 1975 - 1978 mit einbezogen.

Die mit dem Thermalwasseraufschluß verbundene Wettertemperaturerhöhung belastete den Bergbau von Schönbrunn wegen zusätzlichem Aufwand für die Temperatursenkung durch entsprechende Bewettungsmaßnahmen.

Für die Grube Bösenbrunn/Grüne Tanne gestatteten Temperaturmessungen in den Erkundungsbohrungen zusammen mit den Meßdaten im Grubengebäude (Luft-, Wasser-Temperatur) ebenfalls die Konstruktion eines Isothermenseigerisses. Daraus geht hervor, daß die Temperatur ab rd. 400 m Tiefe im Bereich der Schnitte -1 und ± 0 (Fluorit-"Linsen" im Abbaufeld Bösenbrunn) mit 25°C deutlich ansteigen, also zur Teufe analoge Verhältnisse wie in Schönbrunn zu erwarten sind.

## 4.6 Hydrogeologische Verhältnisse

Die hydrogeologischen Verhältnisse der unterirdisch miteinander verbundenen Grubenreviere von Schönbrunn und Bösenbrunn/Grüne Tanne werden bestimmt

- vom Tageswässerangebot
- von der Porosität und Durchlässigkeit der Lockermassenbedeckung, der anstehenden Festgesteine und insbesondere des Lagerstättenkörpers als wesentlichstem Aquifer
- von den Bergbauhöhlräumen als Sammler.

Als Mittel zur Untersuchung der hydrogeologischen Verhältnisse dienen Meßdaten der zuzitenden Grubenwässer und chemische Wasseranalysen. Die ältesten Angaben zum Wasserlauf stammen von der Erkundungsperiode 1956 bis 1958. Vom Bereich der "NW-Linse" der 173 m-Sohle fertigte KUSCHKA 1958 einen Wasserriß an (Abb. 62). Die Wasseraustrittsstellen beim Vortrieb auf den einzelnen Sohlen wurden - leider nur sporadisch - in die geologischen Bemusterungsrisse des Flußspatgewinnungsbetriebes eingetragen. Es sind meist die auffälligsten Wasseranbrüche, deren Ergiebigkeit in l/min angegeben werden.

Wasserchemische Untersuchungen erfolgten an Pro-

ben des Schönbrunner Reviers von 1973 bis 1978 und des Bösenbrunner Reviers von 1976 bis 1979 etwa in dritteljährlichem Zeitabstand.

Mikrobiologische Bestimmungen wurden nur an Wasserproben aus den Richtquerschlägen der 173 m-Sohle und 293 m-Sohle, jeweils bei 100 m und aus der 453 m-Sohle vorgenommen.

Als hydrogeologische Gutachten liegen FLÖTGEN & KUSCHKA (1977 a und b) und KUSCHKA & JUST (1991) vor.

Hydrogeologisch ausgewertet wurden ferner Spülungsverlustmessungen aus den Erkundungsbohrungen der Jahre 1973 bis 1980. Vom Schönbrunner Thermalwasser liegen außerdem Makro- und Mikro- sowie Isotopenanalysen von 1989 - 1992 vor, ausgeführt vom GeoForschungsZentrum Potsdam.

### 4.6.1 Regionale hydrogeologische Verhältnisse und Einheiten

In diesem Abschnitt werden wegen des hydrogeologisch engen Zusammenhangs die beiden Grubenreviere Schönbrunn und Bösenbrunn-Grüne Tanne gemeinsam behandelt.

#### Überirdische Einzugsgebiete und Wasserspende

Die Lagerstättenstrukturen von Schönbrunn und Bösenbrunn liegen im Einzugsgebiet des Triebelbaches, einem Nebengewässer der Weißen Elster, die durch die Talsperre Pirk angestaut wird. (Obwohl nur 1,5 km von der Lagerstätte Schönbrunn entfernt, wurde doch kein hydrogeologischer Einfluß auf die Grube Schönbrunn nachgewiesen.)

Das *Einzugsgebiet des Triebelbaches* (E<sub>0</sub>) umfaßt 39,2 km<sup>2</sup>. Der langjährige Durchschnitt der Niederschläge beträgt für diesen Raum (lt. N-A-U-Atlas der DDR) 720 mm. Als mittlere Abflußspende werden in diesem Atlas für die Weiße Elster an der Einmündung des Triebelbaches

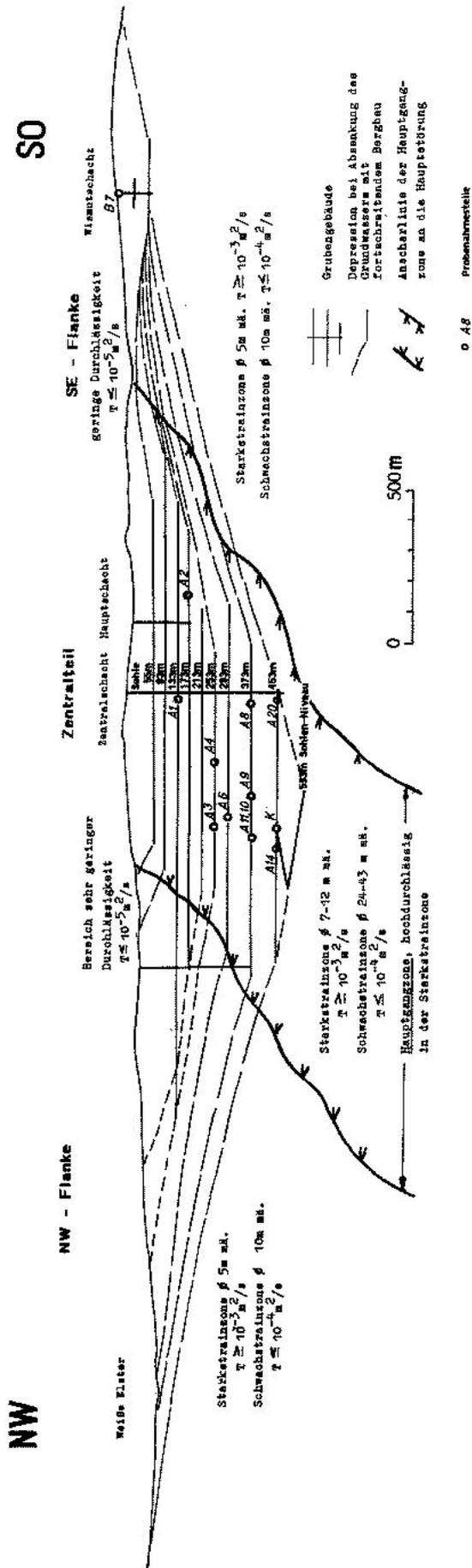
$$Mq = 9,0 \text{ l/s.km}^2$$

angegeben. Als mittleren jährlichen Abfluß nennt die gleiche Quelle für Bösenbrunn 250 mm. Das entspricht

$$Mq = 8,0 \text{ l/s.km}^2.$$

Unter Zugrundelegung von  $Mq = 9,0 \text{ l/s.km}^2$  und  $E_0 = 39,2 \text{ km}^2$  ergibt sich für den Triebelbach ein mittlerer Abfluß an seiner Mündung von ca. 350 l/s.

Für das Grubenrevier Schönbrunn-Bösenbrunn/Grüne Tanne ist hydrogeologisch das Teileinzugsgebiet E<sub>01</sub> relevant. Dieses nimmt eine Fläche von rd. 6 km<sup>2</sup> ein (s. Anl. 59). Bei einer mittleren Abflußspende von  $Mq = 9,0 \text{ l/s.km}^2$  dürfte der mittlere Abfluß am Schnittpunkt des Teileinzugsgebietes E<sub>01</sub> mit dem Triebelbach (ca. 0,7 km Luftlinie SSO der Triebelbachmündung) rd. 54 l/s, d. h. 3.240 l/min - ohne Triebelbachtransit - betragen.



Da für die hydrogeologische Situation des Grubenreviers der Triebelbach wegen der mehrmaligen Unterquerung durch Grubenbaue eine Rolle spielen dürfte, ist dessen Durchfluß (Transit) durch  $E_{O1}$  aufzuführen. Die Transitstrecke beginnt am Schnittpunkt der südwestlichen Grenze des Einzugsgebietes  $E_{O1}$  mit dem Triebelbach. Dieser liegt unmittelbar südlich der Flußspatgrube Bösenbrunn, der errechnete mittlere Abflußwert beträgt hier rd. 285 l/s (= 17 138 l/min).

Die Transitstrecke endet am o. g. nordwestlichen Schnittpunkt von  $E_{O1}$  mit dem Triebelbach. Der errechnete mittlere Abfluß beträgt hier

rd. 339 l/s (= 20 340 l/min).

(In dieser Summe sind die gehobenen Grubenwässer, die in den Triebelbach eingeleitet werden, enthalten.)

In diesem Abschnitt wird der Triebelbach gemäß dem Gewässergütebericht Elbe 1991 vom Landesamt für Umwelt und Geologie (1992) in die Gewässergütekategorie II - mäßig belastet - (eutroph und  $\beta$ -meso-saprob) eingestuft.

### Hydrogeologische Einheiten im Grubenrevier Schönbrenn und Bösenbrunn/Grüne Tanne und ihre hydrogeologischen Hauptparameter

Nach den hydrodynamischen Eigenschaften des Anstehenden und der Lockermassen im Lagerstättenbereich wurden folgende hydrogeologischen Einheiten ausgliedert:

1. Lockermassenbedeckung und Verwitterungszone des Festgesteins
2. Anstehendes Festgestein (Nebengestein, nicht oder nur wenig tektonisch beansprucht mit nicht oder kaum beanspruchten Mineralgängen)
3. Störungszone/Deformationshöfe (im wesentlichen Starkstrainzone)
4. Das Grubengebäude

#### 1. Einheit: Lockergesteinsbedeckung und Verwitterungszone des Festgesteins

Diese Einheit reicht innerhalb der unterirdischen Einzugsgebiete beider Strukturen in ca. 10 m, maximal 60 m, durchschnittlich aber bis ca. 30 m Tiefe hinab und wurde durch die ehemaligen Grubenbetriebe vollständig entwässert. Nach der Flutung bleibt der Bereich bis zum Niveau 412,5 m NN entwässert und entspricht der Aerationzone. Die Breite dieser hydrogeologischen Einheit wechselt in Abhängigkeit von den morphologischen Verhältnissen und dem Absenkungstrichter zwischen 40 und 600 m.

Die Beschaffenheit und die wasserleitenden Eigenschaften sind gesteinsabhängig sehr variabel und inhomogen. Da Meßwerte fehlen, müssen Schätzwerte nach Literaturdaten angenommen werden.

Abb. 60. Schematischer Längsschnitt durch die Lagerstätte Schönbrenn zur Grundwasserhydrodynamik

SW

NO

Depression: bei Absenkung auf das 453m-Sohlenniveau 1100m breit

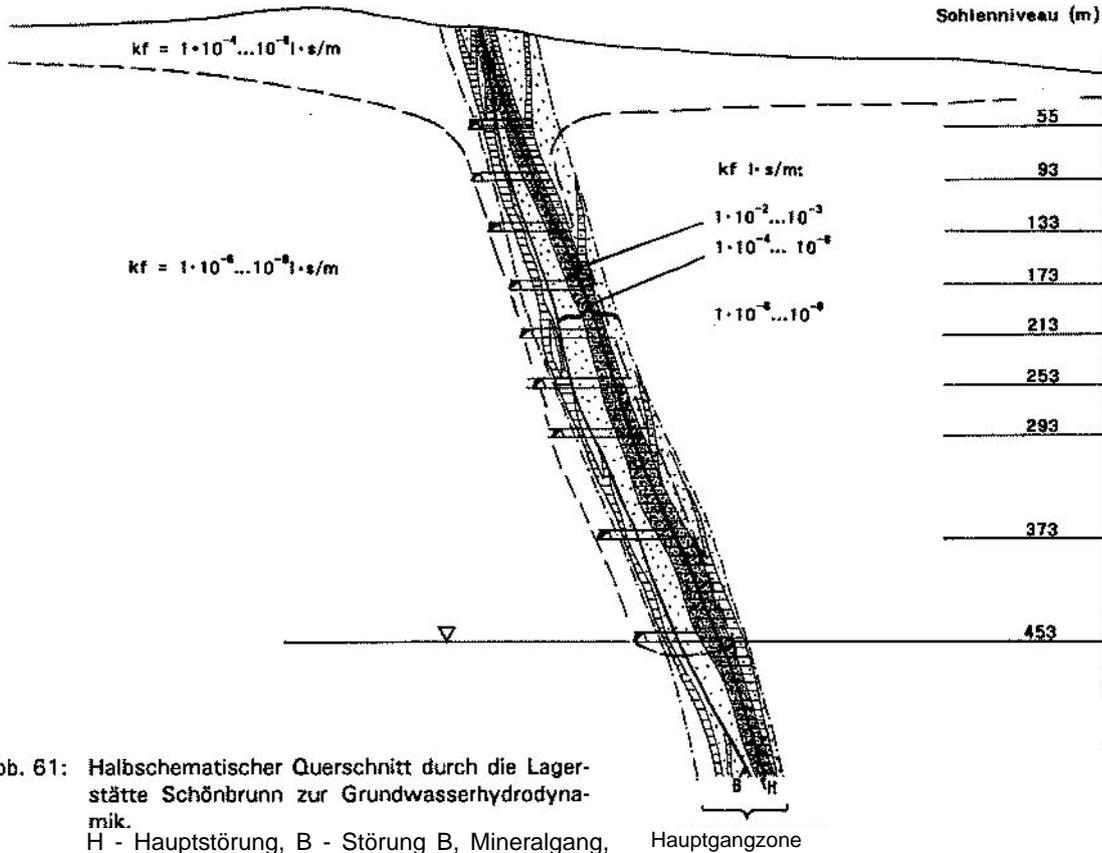


Abb. 61: Halbschematischer Querschnitt durch die Lagerstätte Schönbrunn zur Grundwasserhydrodynamik. H - Hauptstörung, B - Störung B, Mineralgang, hochdurchlässige Strainzone, mäßig durchlässige Strainzone. Tiefstes Absenkungsniveau am 31. 05. 1991.

Hauptgangzone

Unter der an Blockschutt und Gesteinsgrus reichen, mehr oder weniger verlehmtten Bodendecke von 0,2 bis 3 m Mächtigkeit ist das Anstehende entweder stark klüftig und gut durchlässig (Schönbrunn auf 1.450 m Länge = 63 %), aber auch, namentlich im verlehmtten Diabasgestein, sehr gering durchlässig und stauend (in Schönbrunn zusammen 850 m Länge = 37 %).

Die Durchlässigkeit dieser Grundwasserleiter wechselt zwischen

$$1 \cdot 10^{-2} \text{ und } 1 \cdot 10^{-7} \text{ m/s.}$$

Aus dieser hydrogeologischen Einheit resultiert nach dem Grundwasserspendenschlüssel S2 von KRAFT & SCHRÄBER (1982) eine abgeschätzte Grundwasserspende bis zu 4,0 l · s/km².

2. Einheit: Anstehendes Festgestein und wenig oder kaum gestörte Mineralgänge

Zu dieser Einheit sind das Liegende und Hangende Nebengestein der Lagerstätte und die nicht oder nur wenig tektonisch beanspruchten Partien der Hauptgangzone zu rechnen. Nach dem Kluft- und Porenvolumen sowie Durchlässigkeiten kann eine Zuordnung größtenteils zur Gruppe I, zu geringerem Teil auch zur Gruppe II vorgenommen werden (s. u.).

Im Einzugsgebiet der Grubenreviere Schönbrunn und Bösenbrunn/Grüne Tanne folgt das Grundwasser nicht nur den Klüften, sondern auch den Schichtflächen, die generell mit ca. 30 nach Nord bis Nordost einfallen (s. Abb. 59).

Tabelle: Zusammenfassung der Gesteine zu Gruppen ähnlicher hydrogeologischer Eigenschaften (Zahlenangaben mangels Meßdaten nach Literaturdaten abgeschätzt).

Gruppe	Wasserführung im Grubenaufschluß	Kluft- und Porenvolumen (%)	k <sub>r</sub> -Wert (m/s)	Gesteine
I	Grundwasserstauer (GWS) bis gering durchlässiges Gestein	0,1 ... 0,5	10 <sup>-6</sup> ... 10 <sup>-8</sup>	Spilite, Tuffe, Schluff- und Tonschiefer Quarz-Fluorit- und Karbonatgänge
II	gering bis mäßig durchlässig	0,1 ... 1,0	10 <sup>-4</sup> ... 10 <sup>-8</sup>	Grauwacken, Konglomerate, Kalksteine, alle Gesteine und Mineralgänge in der Kluft- und Grobzerscherungszone (Schwachstrainzone)
III	hochdurchlässig	1,0 ... 5,0	10 <sup>-1</sup> ... 10 <sup>-3</sup>	Kiesel- und Alaunschiefer, Ockerkalk, alle Gesteine und Mineralgänge im Bereich d. Engklüftung, Klein- bis Feinzerscherung und Mylonitisierung d. Deformationshöfe (Starkstrainzone)

Zur Gruppe III zugeordnete Bereiche gehören überwiegend der 3. Einheit an.

### 3. Einheit: Störungszone/Deformationshöfe

Entsprechend dem geologischen Bau der Lagerstättenstrukturen sind die Hauptstörungen und deren Deformationshöfe, insbesondere Bereiche der Feinstzerscherung und Brekzierung (Starkstrainzone), unter dieser Einheit zusammengefaßt. Sie bildet im Groben flache, steilstehende quaderförmige Körper inmitten der Lagerstättenstruktur. Nach der Wasserführung und Transmissibilität sind Gesteine der hydrogeologischen Gruppe III vorherrschend (s. Tab. 28). Zusätzlich zur tektonischen Zerrüttung und Auflockerung mit höherem Hohlraumvolumen besteht noch eine intensive Durchäderung durch Auslaugungshohlräume "Karst"-Schloten, besonders in den von der Starkstrainzone erfaßten Fluorit-Karbonatgängen.

### 4. Einheit: Das Grubengebäude

Die Grubenauffahrungen sind hydrogeologisch ideale Sammler als meist ungehindert durchlässige, kommunizierenden Hohlräume. Neben *offenen, unversetzten Räumen* (Strecken, Querschläge, Hochbrüche, Schächte) bestehen *versetzte Abbauräume*.

Die Abbauräume sind meist bis auf einen Resthohlraum in der Größenordnung einer offenen Gangstrecke, mit Haldenmaterial versetzt. Die Durchlässigkeit des Versatzgutes entspricht etwa der eines schuttreichen, grusig-lehmigen Bodens mit einem Gesamtporenraum von ca. 36 % und nutzbarem Porenraum von 0,6 - 2,5 % und einem Durchlässigkeitsbeiwert von  $1 \cdot 10^{-2}$  bis  $1 \cdot 10^{-5}$ . Auch über den Porenraum des Versatzes liegen keine Meßwerte vor, so daß auf Einschätzungen zurückgegriffen werden muß.

## 4.6.2 Hydrogeologische Situation im Grubenrevier Schönbrunn

### Zur Grundwasserhydrodynamik

Das oberflächliche Teileinzugsgebiet  $E_{01a}$  des Grubenreviers Schönbrunn ist kaum exakt abgrenzbar und umfaßt ungefähr

$$E_{01a} \sim 0,5 \text{ km}^2$$

Das unterirdische Teileinzugsgebiet  $E_{U1a}$  der Lagerstättenstruktur Schönbrunn ist noch unsicherer wegen der unbekanntenen Durchflußlänge in der Starkstrainzone. Bei ca. 5 km Mindestlänge und 0,5 km Breite werden für  $E_{U1a} \sim 2,5 \text{ km}^2$  angenommen, mit einer Grundwasserspende nach KRAFT & SCHRÄBER (1982) von 4 - 5 qu ( $l \cdot s^{-1} \text{ km}^{-2}$ ) oder ca. 240 - 300 l/min. (Dem standen im Jahre 1991 ca. 2.100 l/min einschließlic 1.150 - 1.500 l/min Thermalwasser aus der Tiefe, also rd. 600 - 950 l/min ohne Tiefenwasser, gegenüber.)

Die Rolle der in Abschnitt 4.6.1. charakterisierten hydrogeologischen Einheiten im Grubenrevier Schönbrunn ist hinsichtlich des Wasserzuflusses zu den Grubenräumen recht unterschiedlich.

Mit ca. 63 % der Lagerstättenausbißlänge ist die Einheit Lockermassenbedeckung für das Versickern der Niederschlagswässer verantwortlich. Das anstehende Festgestein hat eine eingeschätzte Transmissivität von  $T = 10^{-6} \dots 10^{-8} \text{ m}^2/\text{s}$  und ist damit hydrogeologisch ziemlich unbedeutend.

Der wichtigste Grundwasserleiter und Aquifer ist die Starkstrainzone der Lagerstättenstruktur von Schönbrunn. Diese kann als Hauptkluftwasserleiter bezeichnet werden. Dessen Transmissivität wird mit einer mittleren von - bis - Spanne von  $T = 10^{-3} \dots 10^{-1} \text{ m}^2/\text{s}$  eingeschätzt. Doch führt dieser Hauptkluftwasserleiter Partien recht unterschiedlicher Transmissivität in sehr inhomogener Verteilung.

Es sind vorhanden:

- Hohlräume ( $T = 1 \dots 10^{-1} \text{ m}^2/\text{s}$ ) mit ungehinderter Durchlässigkeit als unkontrollierbar unregelmäßige Durchäderung des Hauptkluftkörpers, Laugungshohlräume in Karbonat- und Flußspatgängen und ausgewaschenen Störungszonen im Starkstrainbereich mit bis meterweiter Öffnungsweite und rauen Flächen  $\pm$  hohen Reibungswiderstandes. Beim Anschnitt derartiger Hohlräume durch den Bergbau wurden stets Standwässer in unterschiedlicher Menge gelöst.
- Überwiegend hochdurchlässige Bereiche ( $T = 10^{-1} \dots 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ ) in Form eng zerklüfteter bis brekziöser, zuweilen sandiger Zonen in Gängen und im Schermylonitbereich der Starkstrainzone mit relativ rasch abfließendem Sickerwasser.
- Weniger durchlässige Bereiche ( $T = 10^{-3} \dots 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ ) mit Sickerwasser in der Starkstrainzone, im Gang- oder Nebengesteinsbereich.
- Gering bis mäßig durchlässige Bereiche ( $T = 10^{-6} \dots 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$ ), wie wassergesättigte Lettenzonen, durch verflößte Letten abgedichtete Nebenstörungen und Klufbereiche, Großscherlinsen.
- Seltener Partien sehr geringer Durchlässigkeit bis Undurchlässigkeit ( $T = < 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$ ).

Wegen der Inhomogenität der Verteilung dieser Bereiche unterschiedlicher Durchlässigkeit im Hauptkluftwasserleiter sind repräsentative Transmissivitätsbestimmungen im Labor und Feld kaum möglich. Angaben zur generellen Durchlässigkeit des Grundwassers durch den Hauptkluftwasserleiter können nur den Charakter einer groben Abschätzung und Näherung besitzen. Sind derartige Kennziffern gefragt, muß aus Sicherheitsgründen von einer Transmissivität von  $10^{-3} \dots 10^{-1} \text{ m}^2/\text{s}$  ausgegangen werden.

Dennoch können aufgrund geologischer Besonderheiten im Hauptkluftwasserleiter von Schönbrunn Zonen erhöhter Transmissivitäten ausgehalten werden.

- Bereich des starken Richtungswechsels der Hauptstörung im Streichen, kombiniert mit dem Südost-Scharbereich der Störung B an H. Hier liegt die intensivste Zerrüttung, die auch den karbonat- und fluoritdominanten Hangendgang (Blauer Gang) erfaßt und zu starker Zerlaugeung und Zerklüftung führte. Gewöhnlich ist in diesem Bereich auch das Hangende der Hauptstörung breiter einbezogen.
- der NW-Scharbereich der Störung B an H
- der Anscharbereich der Störung A an H
- der stenophacoidische Bereich an der SO-Grenze der Hauptgangzone mit dichter Störungsbesetzung.

Alle diese Bereiche schieben mit ihren Cavitäten generell 70<sup>9</sup> oder 35<sup>9</sup> nach NW zur Teufe ein.

Daß aber auch südöstlich der Hauptgangzone in der Lagerstättenstruktur stärkere Durchlässigkeiten bestehen, namentlich beim Durchschlagen von Siluraufschuppungen, zeigt das Wegbleiben des Wassers im Wismutschacht (Probenahmestelle B 7) nach der Auffahrung der 55 m- und 93 m-Sohle. Die Grubengebäude beider Schächte sind durch 0,7 km Unverritztes voneinander getrennt.

Eine qualitative Vorstellung von der Wasserwegsamkeit des Hauptkluftwasserleiters von Schönbrunn, aber auch von Bösenbrunn/Grüne Tanne, vermitteln die Spülungsverluste, die bei der Abteufung von Erkundungsbohrungen in den Jahren 1973 - 1978 beim Durchörtern der Hauptgangzone in einzelnen Bohrungen auftraten. Danach liegt bei 100 % Spülungsverlust (= 1 - 2m<sup>3</sup>/h) die Durchlässigkeit an der Spülungsaustrittsstelle in der Größenordnung von 20 - 30 l/min (GRÄBER und FLÖTGEN in: KUSCHKA, FISCHER, HUEBSCHER 1980) geben an, daß derartig hohe Spülungsverluste

- immer in tektonisch vorgezeichneten Bereichen auftraten
- daß keine Abhängigkeit von der Mineralisation (speziell der Fluoritführung) erkennbar war
- daß diese in Teufen zwischen 100 und 800 m aufgetreten sind.

Andererseits ist die Hauptgangzone häufig auch ohne Spülungsverluste durchteuft worden.

### Zur hydrogeologischen Rolle des Grubengebäudes (Abb. 60)

Die als Brunnen und Sammler anzusehenden Bergbauhohlräume des Grubengebäudes von Schönbrunn haben - gemessen längs der Lagerstättenstruktur - mit rund 2.300 m die größte horizontale Feldreichweite bei einem Hohlräumvolumen von ca. 302 540 m<sup>3</sup>. Innerhalb des Abbauvolumens von insgesamt ca. 639 520 m<sup>3</sup> sind bei schätzungsweise durchschnittlich nutzbarem Porenvolumen von 1,4 % im eingebrachten Versatz ca. 8 728 m<sup>3</sup> Hohlraum enthalten (s. folgende Texttafel).

### Grubenhohlräume im Revier Schönbrunn

Teufenbereich m-Sohle	Sammler	überschlägige Abbauhohlräume		
	Feldreichweite der Auffahrungen (m)	Auffahrungshohlräume (m <sup>3</sup> )	versetzte Abbauräume (m <sup>3</sup> )	Nutzporosität, geschätzt Ø 1,4 %, gerundet (m <sup>3</sup> )
0 - 55	1 100	23 465	134 700	1 886
- 93	1 385	30 505	63 190	885
- 133	2 130	36 050	15 200	213
- 173	1 460	41 280	69 430	972
- 213	920	18 880	25 710	360
- 253	800	17 520	38 120	534
- 293	1 150	32 240	73 340	1 027
- 373	1 100	27 760	111 930	1 567
- 453	1 050	32 080	89 900	1 259
- 533 (Rampen)	750	42 760	1 800	95
Horizontale Feldreichweite absolut: 2 300 m				
Summe Grube:		302 540	623 320	8 728

### Zur Entwicklung und Ausbildung der Depression und des Wasserzulaufs beim Teufen und Grubenvortrieb

Beim Auffahren der Stollensohle und mit Tiefergehen des Tagebaubetriebes bildete sich im Grundwasserleiter ein Depressionstrichter aus (Abb. 60, 61).

Mit jedem Weiter-teufen des Grubengebäudes vergrößerten sich die Depression sowie die Einzugsgebiete, und der Gesamtzufluß in der Grube nahm zu. Dabei verringerte sich der Zufluß auf den oberen Sohlen und konzentrierte sich auf der jeweils tiefsten Sohle. Dies zeigen die langjährigen Zuflußbeobachtungen.

Erste Angaben über die Wasserzuflüsse liegen von 1956 und 1958 mit ca. 400 l/min vor. Zu diesem Zeitpunkt war das Schönbrunner Gangsystem auf eine streichende Länge von ca. 1.400 m auf der 93 m- bzw. 173 m-Sohle erschlossen.

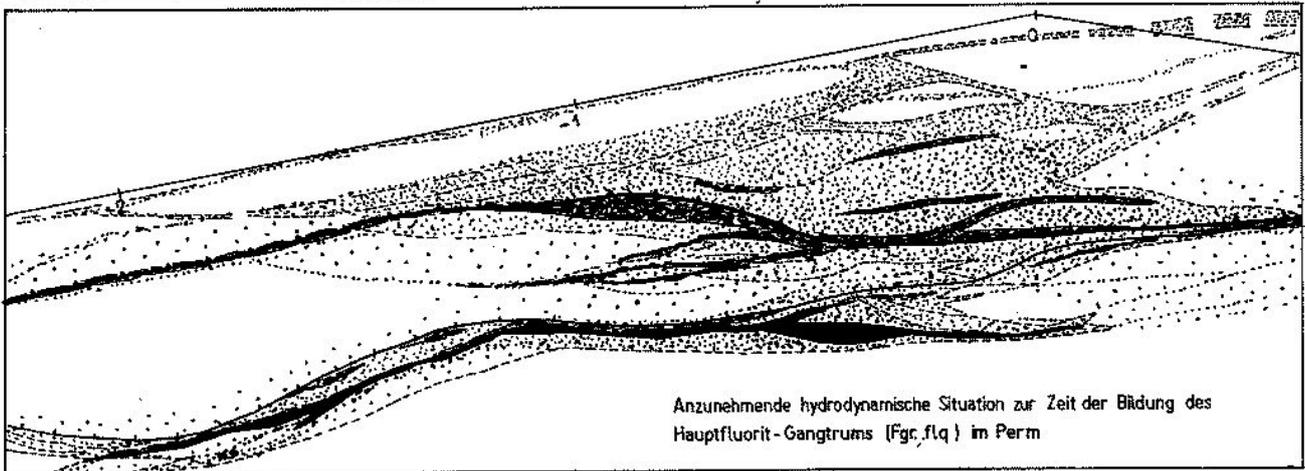
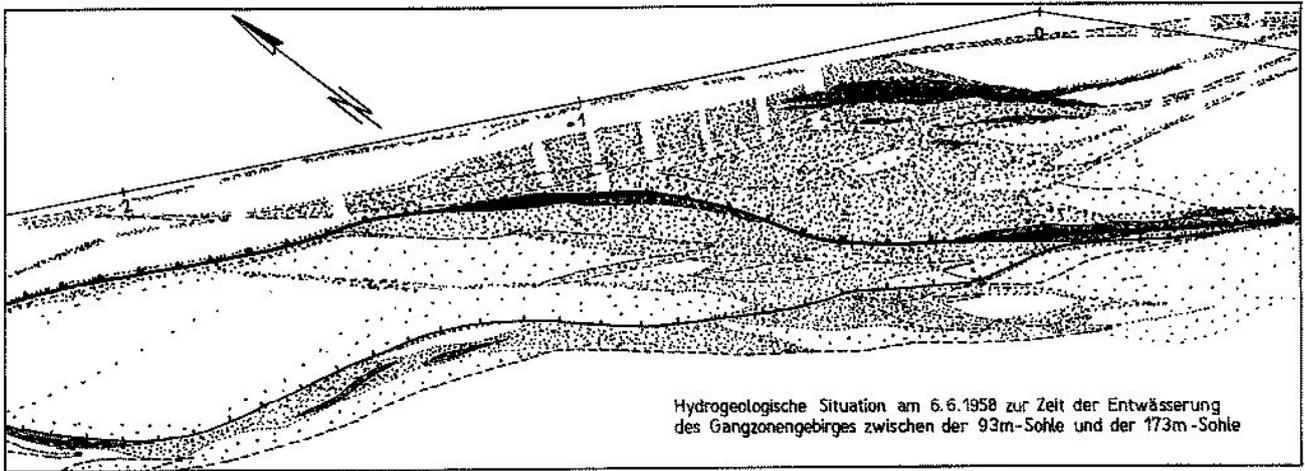
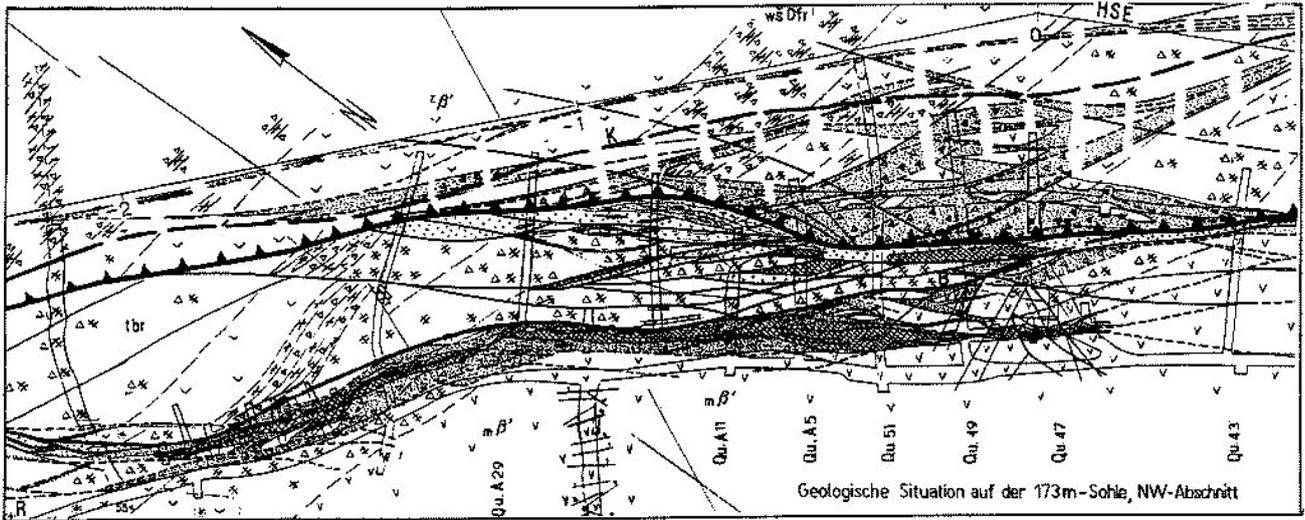
Weitere Angaben über die abgeführte Wassermenge liegen von 1966 - 1969 vor. Die Zahlen resultieren aus den Pumpenlaufzeiten.

Jahr	Wassermenge
1965	450 l/min
1966	440 l/min
1967	544 l/min
1968	825 l/min
1969	1.760 l/min

Im genannten Zeitraum erfolgte das Abteufen des Blindschachtes von der 173 m- zur 293 m-Sohle.

Die Zunahme des Zuflusses resultiert aus der Vergrößerung des Einzugsgebietes, aber ab 253 m-Sohle zunehmend auch aus dem Zudringen von Thermalwasser aus der Teufe.

Spitzenzuflüsse sind vor allem auf die Lösung von Standwässern im Gang (bei Neuauffahrung von Sohlen), untergeordnet auf Niederschlagsschwankungen zurückzuführen.



Charakteristik der Wasserdurchlässigkeit des Gebirges

Erscheinungsbild (6.6.1958)	Durchlässigkeitskoeffizient in $k (m/s)$	verbale Definition
meßbarer Wasseranfluß (Hohlräume)	$1 \dots 10^{-1}$	ungehindert durchlässig (Hohlräume)
regenartiger Tropfenfall	$10^{-1} \dots 10^{-2}$	hochdurchlässig
Tropfenfall	$10^{-3} \dots 10^{-6}$	durchlässig
Tropfenbildung	$10^{-6} \dots 10^{-9}$	gering bis mäßig durchlässig
bergfeucht bis trocken, ohne Tropfen	$< 10^{-9}$	sehr gering durchlässig bis undurchlässig

Abb. 62: Wasserdurchlässigkeit des Volumens eines regionalen Störungssystems  
Beispiel Fluoritlagerstättenstruktur Schönbrunn (Vogtl), NW-Abschnitt auf der 173m-Sohle



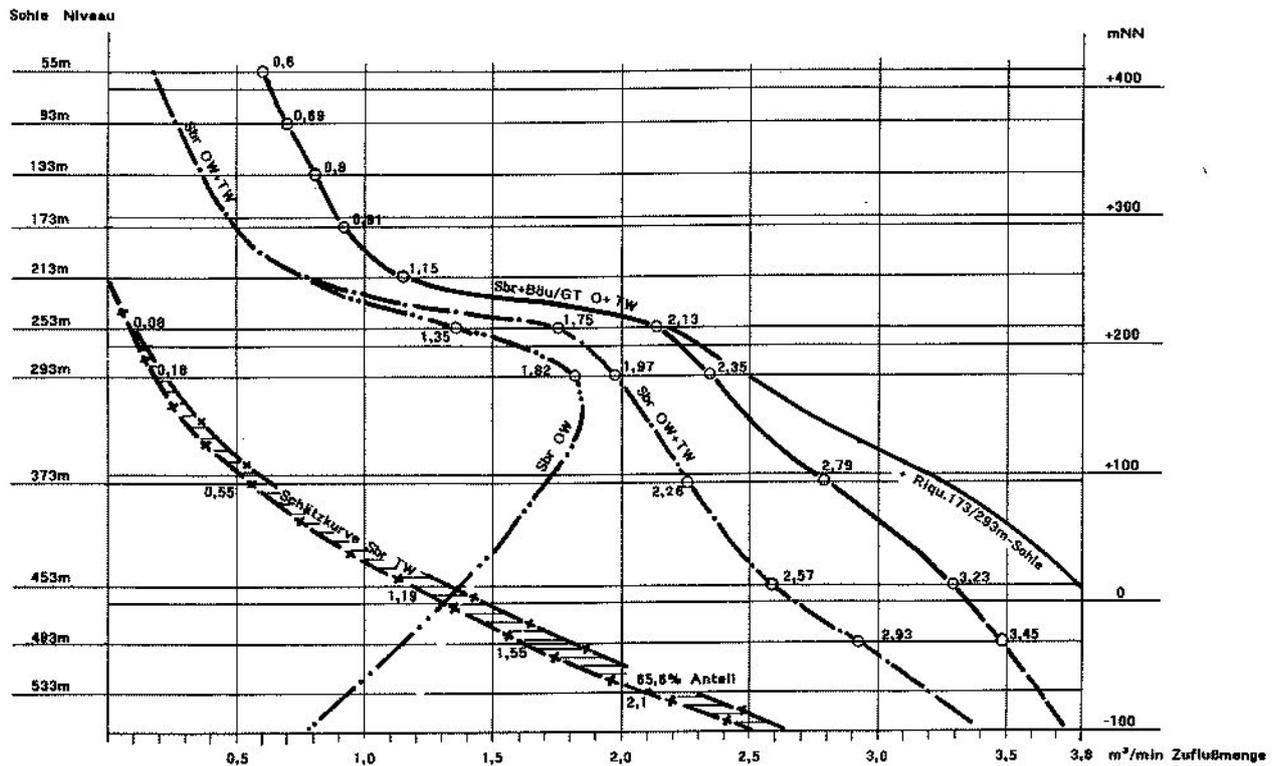


Abb. 63: Zuflußentwicklung in der Lagerstätte Schönbrunn beim Teufen und Absenken des Grundwassers  
 Sbr OW - Oberflächenwasser, oberflächennahes Grundwasser, Sbr TW - Tiefenwasser, Böu/GT - Bösenbrunn/  
 Grüne Tanne (Zufluß), Zahlen im Diagramm = m<sup>3</sup>/min Zuflußmenge

Ab 1972 erfolgten kontinuierlich Zuflußmessungen auf einzelnen Sohlen, wobei bis 1977 noch nicht alle Zuflußbereiche gemessen werden konnten und so Teilströme geschätzt wurden.

Eine Übersicht über die Zuflußentwicklung geben die Abb. 63 und die Tabelle 28. Auf den durch den Grubenbetrieb durchgeführten Mengen- und Temperaturmessungen sowie wasserchemischen Analysen basieren, da spezielle Untersuchungen und Meßwerte fehlen, die Informationen über die hydrodynamischen Verhältnisse des Grubenreviers.

Bei der Beurteilung der Zuflußsituation im vereinigten Grubengebäude von Schönbrunn und Bösenbrunn/Grüne Tanne ist von der gegenwärtigen Wasserhaltung auszugehen.

In Schönbrunn wird das Grubenwasser von der 453 m-Sohle aus über den Zentralschacht abgepumpt. Eine Nebenwasserhaltung besteht im Hauptschacht, wo die von der 173 m-Sohle zufließenden Wässer separat gefördert werden. Zur weitgehenden Vermeidung der Oberflächenwasserzuflüsse zum Thermalwasser auf der 453 m-Sohle, wird eine weitere Nebenwasserhaltung auf der 293 m-Sohle wieder installiert.

Da im Teilrevier Bösenbrunn die Wasserhaltung eingestellt wurde, fließt nun alles zusitzende Wasser von dort und der Grünen Tanne über die Richtquerschläge samt der aus den Parallelstrukturen ablaufenden Wässer auf der 173 m- und 293 m-Sohle dem Schönbrunner Grubengebäude zu.

Gegenwärtig und für die Zukunft bestehen schätzungsweise in Schönbrunn folgende Gesamtzuflußmengen bzw. sind zu erwarten:

173 m-Sohle (obere Sohlen trocken!)	540 - 730,	durchschnittlich	635 l/min
213 m-Sohle	25 - 45,	durchschnittlich	35 l/min
293 m-Sohle	1300 - 1425,	durchschnittlich	1350 l/min
373 m-Sohle (mit Thermalwasser)	110 - 150,	durchschnittlich	130 l/min
453 m-Sohle (mit Thermalwasser)	1420 - 1650,	durchschnittlich	1500 l/min
Summe	3395 - 4000,	durchschnittlich	3650 l/min

Davon kommen aus den Richtquerschlägen einschließlich der Lagerstättenstruktur Bösenbrunn/Grüne Tanne

173 m-Sohle	410 - 670,	durchschnittlich	540 l/min
293 m-Sohle	1200 - 1400,	durchschnittlich	1300 l/min

Die 1991 erreichte Depression basiert auf dem tiefsten Absenkungsniveau bei +13,67 m NN (knapp unter der 453 m-Sohle) unter Beibehaltung der erreichten Erstreckung im tagesnahen Bereich im Streichen der Lagerstättenstruktur.

### Zum Thermalwasseraufstieg in Schönbrunn

Die mit fortschreitender Teufung einhergehende Entlastung und Lösung der Kluft- und Porenwässer mit Depressionsausbildung im Lagerstättenkörper regte einen Zustrom höher temperierten und mineralisierten Tiefenwassers an. Dies wurde 1973 erstmals auf der 253 m-Sohle festgestellt.

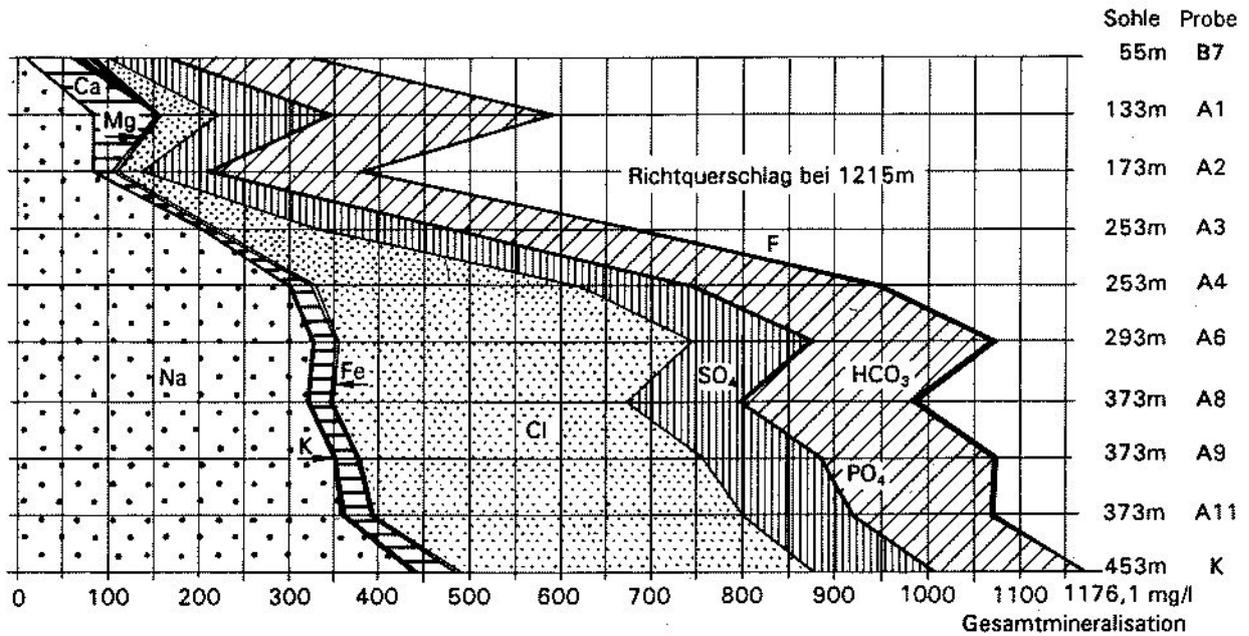


Abb. 64: Darstellung der Gesamtmineralisation der zuzitenden Wässer in der Flußspatgrube Schönbrunn

Auf der 373 m-Sohle wurde das Thermalwasser im stark zerklüfteten Bereich des Hangendganges zwischen den Querschlägen 9 und 11 NO bereits mit 25 - 28°C angetroffen.

Dieser Mineral- und Thermalwasseranteil hat mit Aufschluß weiterer Sohlen bei steigender Temperatur aus dem o. g. Bereich ständig zugenommen und betrug schließlich im Niveau der 533 m-Sohle bei ca. 1 m<sup>3</sup>/min Quellschüttung 35,7°C.

Das nach Wassertemperaturmessungen im Grubengebäude und nach den in den Erkundungsbohrungen von 1973 - 1978 vorgenommenen Messungen konstruierte Hydroisothermenbild im Seigerriß (Abb. 65) bringt im Zusammenhang mit der geologischen Situation der Lagerstättenstruktur folgendes zum Ausdruck

- Der Aufstiegsbereich des Thermalwassers ist der von der Starkstrainzone erfaßte "Hangendgang" im Winkel des Anschlusses der Störungen B und H.
- Der Transmissivität dieses Bereiches hat sich durch vom mineralisierten Thermalwasser bewirkte teilweise Auslaugung von Karbonaten und Fluorit auf (geschätzt)  $> 10^{-1} \dots 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$  erhöht.
- Trotz der Entwässerung auf der 453 m-Sohle dringt das Thermalwasser auf den durchlässigsten Bereichen peripher und nach oben vor. (Nachweis auf der 253 m-Sohle im NW-Linsenbereich und im Südosten im Abbau 8N2 innerhalb des Scharbereiches der Störungen B und H).
- Temperaturen und Thermalwassergehalt gehen unter Zumischung kühlerer Oberflächenwässer und mit wachsender Entfernung vom Quellgebiet der 453 m-Sohle sukzessiv zurück.

Bei einer Flutung des Grubengebäudes von Schönbrunn würde die Schüttung und Temperatur des Was-

sers sukzessiv zurückgehen. Bereits bei einem Zwischenwasserstand auf der 213 m-Sohle dürfte der hydrostatische Druck der Wassersäule im Grubengebäude den Thermalwasserauftrieb unterbunden haben und die Wassertemperatur durch Zumischung kühleren Grundwassers wieder bei ca. 15°C liegen. Im Überlauf beim Erreichen des Anstiegsniveaus + 412,7 m NN wird schließlich das Oberflächenwasser mit niedriger Mineralisierung überwiegen.

### Zur Hydrochemie und Wasserqualität

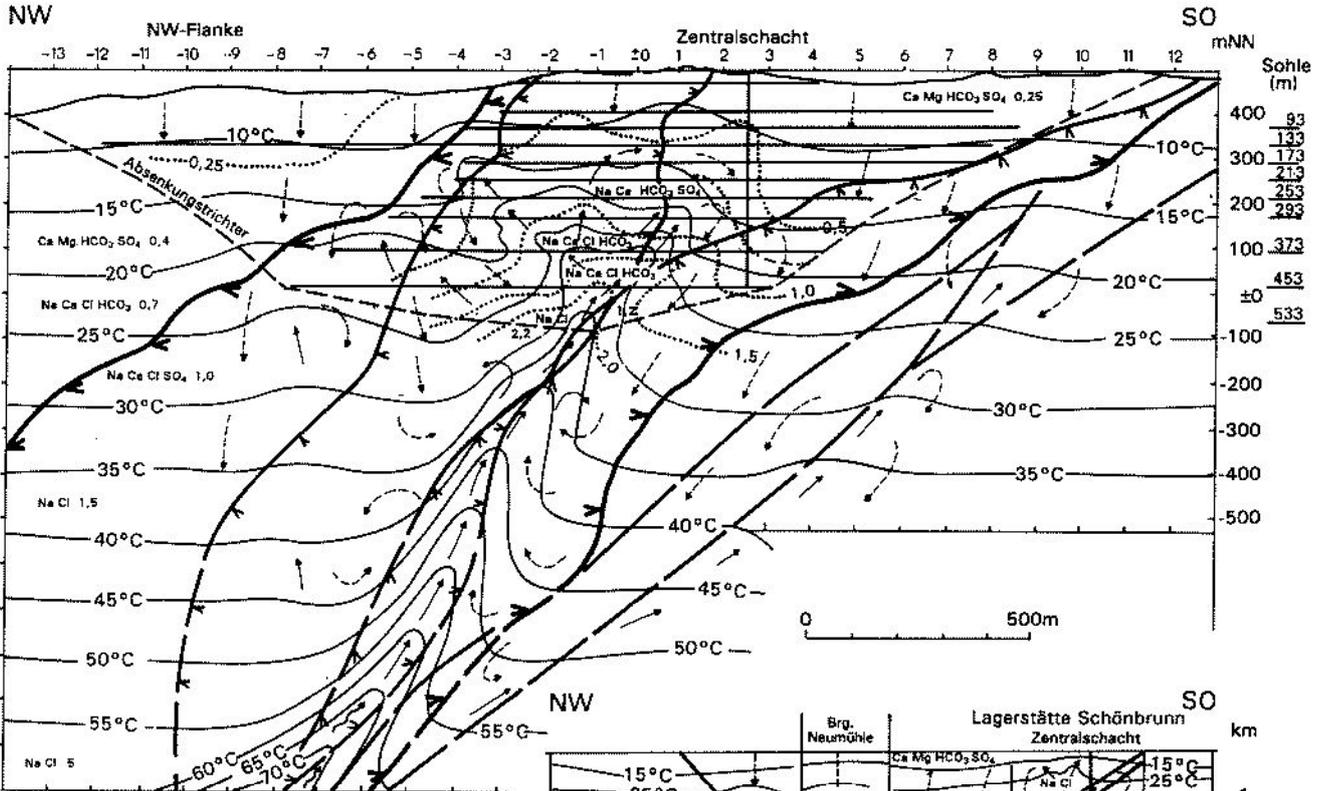
Die Charakterisierung der hydrochemischen Verhältnisse basiert auf einem Beobachtungsmaterial, das zwischen 1973 und 1990 durch periodische Beprobung und Analysen in vierteljährlichem Abstand aus folgenden Wasserstellen erhoben und dargestellt wurde (KLEBER u. a. 1978 und KUSCHKA u. a. 1980).

### Zusammenstellung der Wasserprobenahmestellen Schönbrunn und Bösenbrunn

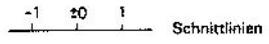
#### Schönbrunn

#### Übertägige Wasserprobenahmepunkte

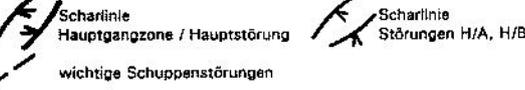
- B 1 Talsperre Pirk, Entnahme aus Talsperrenauslauf
- B 2 Talsperre Pirk, Entnahme von der Wasseroberfläche im Bereich der Vorspernung
- B 3 Brunnen mit Kleinversorgungsanlage zw. Ortslage Planschwitz und Talsperre (im Bereich des Tiefen Dreifaltigkeitsstollens)
- B 4 Brunnen in Planschwitz, Probenahme an der Wasseroberfläche
- B 5 Wasserstelle südlich Planschwitz oberhalb des Teiches
- B 6 Entnahme aus 1,20 m unter Gelände: in Sammel-schrot einmündendes Drainagerohr nördlich von Schönbrunn
- B 7 Wismutschacht (Ortswasserversorgung Schönbrunn)
- B 8 Artesische Bohrung bei Neumühle



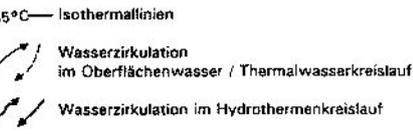
Längsschnitt oben:



Wichtige tektonische Strukturen



beide Längsschnitte



Angaben zum Wasserchemismus

Ca Mg Na HCO <sub>3</sub> SO <sub>4</sub>	Kat- und Anionen in relativer Mengenverteilung im Beispiel: Kalzium-Magnesium - Hydrokarbonat-Sulfatwasser
Na Cl	Natrium - Chloridwasser
..... 1.5	Konzentration an im Wasser aufgelösten Salzen im Bereich (in g/l)

Die Stratifizierung der Konzentration läßt sich wegen diffuser Verteilung und Verwirbelung nicht als Isohalinen ausdrücken

Im unteren Längsschnitt ist die Lage des oberen Längsschnittes eingezeichnet. Die Bohrung Neumühle ist auf die Schnittebene projiziert. Sie liegt etwa auf der Parallelsstruktur Bösenbrunn / Grüne Tanne - Kulm - Neumühlen-Störungssystem in ca. 2 km Entfernung von der Struktur Schönbrunn.

Abb. 65:  
Längsschnitt durch die Fluoritlagerstättenstruktur Schönbrunn mit Thermalwasserzirkulation

KUSCHKA 1994

## Untertägige Wasserprobenahmepunkte

A 1	133 m-Sohle	Wasserrösche am Blindschacht
A 2	173 m-Sohle	Zufluß aus offener Kluft in der Firste im Richtquerschlag Bösenbrunn bei 1.215 m
A 3	253 m-Sohle	Querschlag 25 E, Zufluß aus Bohrloch im Hangenden Gang
A 4	253 m-Sohle	Querschlag 15, Wasserrösche
A 5	293 m-Sohle	Querschlag 65, Wasserrösche
A 6	293 m-Sohle	Querschlag 37, Zufluß aus Bohrloch im Hangenden Gang
A 7	373 m-Sohle	Gangstrecke 7, Tropfwasser aus klüftigen Bereichen der Firste
A 8	373 m-Sohle	Querschlag 9, Zufluß aus dem Liegenden Gang
A 10	373 m-Sohle	Querschlag 13, Zufluß aus dem Bohrloch im Hangenden Gang
A 11	373 m-Sohle	Querschlag 15, Zufluß aus Bohrloch im Hangenden Gang
A 12	373 m-Sohle	Querschlag 17, Zufluß aus Hangendem Gang
A 13	293 m-sohle	Querschlag 25, Zufluß aus Hangendem Gang
K	453 m-Sohle	Querschlag 13 (Probenahme, Dr. KÄMPF)
A 14	453 m-sohle	Badestelle
A 20	453 m-Sohle	Meißwehr Hauptquerschlag/Sumpfstrecke

Die Analysen der obertägigen Proben B1 bis B6 weisen erwartungsgemäß den Chemismus von Oberflächenwasser und oberflächenwassernahem Grundwasser auf, mit  $\text{CaSO}_4$  und  $\text{CaCO}_3$  als Hauptträger der Mineralisation bzw. Ionentyp  $\text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{Na}^+ | \text{HCO}_3^- > \text{SO}_4^- > \text{Cl}^-$ .

Die pH-Werte wechseln zwischen 5,6 und 7,9, die Mineralisationen zwischen 342 - 752 mg/l.

Die Probe B7 ist dem Wismutschacht Schönbrunn entnommen, der vor der Grundwasserabsenkung durch die Grube Schönbrunn der Ortswasserversorgung diente. Das Grundwasser dieser Probenahmestelle entspricht repräsentativ dem Grubenwasser im Niveau der 55 m-Sohle von Schönbrunn (ca. +411 m NN) mit den Parametern:

Ionentyp  $\text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{Na}^+ > \text{Fe} > \text{K}^+ | \text{HCO}_3^- > \text{SO}_4^- > \text{Cl}^-$ ; pH-Wert 7 - 8,3; Mineralisation 240 - 332 mg/l.

Die Untertageproben sind auf weitere 6 Sohlen verteilt und repräsentieren den Wasserchemismus folgender Niveaus:

Probe				
B7	= 55 m-Sohle,	ca. +	411 m NN	
A 1	= 133 m-Sohle,	ca. +	334 m NN	
A2	= 173 m-Sohle,	ca. +	293 m NN	
A 3, A 4	= 253 m-Sohle,	ca. +	214 m NN	
A 5, 6, u. 13	= 293 m-Sohle,	ca. +	174 m NN	
A 7 - A 12	= 373 m-Sohle,	ca. +	93 m NN	
K, A 14; A 20	= 453 m-Sohle,	ca. +	14 m NN	

Damit ist eine Profilierung des Wasserchemismus über ca. 460 m Teufe möglich.

Über die weiteren Probenahmestufen zur Teufe lassen die Analyseergebnisse folgendes erkennen (s. Abb. 64):

- den Trend allgemeiner Mineralisationszunahme zur Teufe
- Während die Proben A 1 und A 2 (133 m-Sohle und 173 m-Sohle) noch oberflächennahem Grundwasser zuzuordnen sind, gehören die tieferen zu den Mischwässern, indem der Anteil des Oberflächenwassers abnimmt und der Tiefenwasseranteil zunimmt.
- Zur Teufe wird ein Wechsel des Anteils der Mineralkomponenten deutlich: eine anfängliche  $\text{Na-Ca-SO}_4\text{-HCO}_3$ -Betonung geht in eine  $\text{Na-Ca-Cl-HCO}_3\text{-SO}_4$ -Betonung über.
- Auf der 453 m-Sohle schließlich überwiegt eindeutig der Tiefenwasseranteil mit  $\text{Na} > \text{Ca} > \text{K} | \text{Cl} < \text{HCO}_3 > \text{SO}_4$ -Zusammensetzung und über 1 g/l Mineralisation.

Das Wasser der Probenahmestelle A 20 entspricht i. w. dem auf der 453 m-Sohle gehobenen Grubenwasser. Dieses besteht hier zu knapp 97 % aus Thermalwasser und nur zu 3 % aus Oberflächenwasser.

Eine Analyse vom 15. 06. 1993 brachte folgenden Befund:

Trübungsgrad	( $\text{SiO}_2$ in mg/l)	0,36
Temperatur	(Meßwert)	20,2°C
pH-Wert	(Entnahme)	8,29
Oxidierbarkeit		0,7
Chlorid	$\text{Cl}^-$	292 mg/l
Fluorid	$\text{F}^-$	3,1 mg/l
Sulfat	$\text{SO}_4^{2-}$	147 mg/l
Phosphat	$\text{PO}_4^{3-}$	< 0,01 mg/l
Nitrit	$\text{NO}_2^-$	< 0,005 mg/l
Nitrat	$\text{NO}_3^-$	3,37 mg/l
Ammonium	$\text{NH}_4$	0,01 mg/l
Hydrogencarbonat	$\text{HCO}_3^-$	150 mg/l
Kalium	$\text{K}^+$	2,2 mg/l
Natrium	$\text{Na}^+$	205 mg/l
Calcium	$\text{Ca}^{2+}$	83 mg/l
Magnesium	$\text{Mg}^{2+}$	12 mg/l
Gesamthärte	GH in °dH	nicht bestimmt
Karbonathärte	KH in °dH	nicht bestimmt
Eisen gesamt	Fe	0,03 mg/l
Mangan gesamt	Mn	0,02 mg/l
Abdampfdruckstand		nicht bestimmt
Arsen	As	0,0069 mg/l
Summe		898,1 mg/l

Bei Pb, Cd, Cr, Cyanid, Hg, polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen, Mineralöl und organischen Chlorverbindungen lagen die Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze.

*Mikrobiologische Wasseruntersuchungen* von A 20 brachten folgenden Befund:

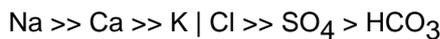
	Probe 1	Probe 2
Koloniezahl aus 1 ml nach 48 h bei 20°C	14	63
Koloniezahl aus 1 ml nach 48 h bei 37°C	7	13
Escherichia coli aus 100 ml	o. B.	o. B.
Coliforme Keime aus 100 ml	o. B.	o. B.

## Thermalwasserchemismus

Die Wassereinschätzung basiert auf Analysen vom Horizontalbohrloch in Qu. 13 (453 m-Sohle) (Probenahmestelle K, KÄMPF 1987). Das Wasser dürfte aus dem thermalquellennahen Bereich stammen. Außerdem Probe von der Badestelle (A 14), 453 m-Sohle, Analyse Bad Elster 15. 05. 1993, mit folgenden Werten:

Probe K (ergänzt, verrechnet mit A 10)				Probe A 14 (Bad)			
Kationen (mg/l)		Anionen (mg/l)		Kationen (mg/l)		Anionen (mg/l)	
Na <sup>+</sup>	440	Cl <sup>-</sup>	501	Na <sup>+</sup>	649	Cl <sup>-</sup>	1051
K <sup>+</sup>	4,7	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	144	K <sup>+</sup>	6,2	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	222
Ca <sup>+</sup>	43,8	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	1	Ca <sup>+</sup>	156	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	1
Mg <sup>2+</sup>	2,3	HCO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	135	Mg <sup>2+</sup>	5,6	HCO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	125
Fe,	0,04	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	n. n.	Fe,	0,37	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	n. n.
ges.				ges.			
Mn,	0,002	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	1	Mn,	0,14	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,28
ges.				ges.			
NH <sub>4</sub>	0,01	F <sup>-</sup>	5	NH <sub>4</sub>	0,01	F <sup>-</sup>	6,3
Summe 1281 mg/l = > 90 % Mineralisation				Summe 2222,9 mg/l = > 95 % Mineralisation.			

Nach der chemischen Charakteristik des Wassers von A 14



und der Gesamtmineralisation von > 2 g/l liegt Tiefenwasser mit geringem Grundwasseranteil vor.

Die mikrobielle Untersuchung von A 14 ergab:

Escherichia coli und Coliforme Keime aus 100 ml wurden nicht nachgewiesen  
Koloniezahl aus 1 ml nach 48 h bei 20 und 37°C = 0.

Das Wasser kann aufgrund der chemischen Werte nicht als Trinkwasser benutzt werden; für balneologische Zwecke ist das Thermalwasser dagegen bedenkenlos geeignet\*.

### Prognose der Wasserqualität der abfließenden Grubenwässer nach einer evtl. Flutung der Grube

Mit der Auffüllung der künstlichen und natürlichen Hohlräume der Lagerstätte Schönbrunn und Bösenbrunn würde sich allmählich unter rückläufiger Mineralisierung, Rückgang der Chlorid-Werte, Zunahme der Hydrogenkarbonat- und Sulfatwerte jener Chemismus des Grubenwassers wieder einstellen, der dem der Probe B 7 (Wismutschacht Schönbrunn) nahekommt.

Kriterium	Einheit	Grenzwert nach TVO	Minimalwert	Durchschnittswert	Maximalwert
Trübungsgrad	SiO <sub>2</sub> in mg/l	2	3	18,5	43
Temperatur	in °C	3 ... 20	4	10	15
pH-Wert		6 ... 9	7	7,75	8,5

\* Tab. 50 enthält die Analysenwerte von Gasproben aus dem Thermalwassersubstrat. Pro Stunde werden nach WEINLICH u. a. (1993) 98 l freies Gas und 2794 l gelöstes Gas frei.

Kriterium	Einheit	Grenzwert nach TVO	Minimalwert	Durchschnittswert	Maximalwert
KMnO <sub>4</sub> -Verbrauch	in mg/l	20	0	7	14
Chlorid	Cl in mg/l	200	11	40,5	70
Fluorid	F <sup>2-</sup> in mg/l	1,5	0,3	3,15	6,0
Sulfat	SO <sub>4</sub> in mg/l	240	50	90	130
Phosphat	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> in mg/l	5	0,4	3,2	6
Nitrit	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> in mg/l	0,1	0	0,01	0,03
Nitrat	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> in mg/l	50	1	12,5	24
Ammonium	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> in mg/l	0,2	0,1	0,35	0,6
Kalium	K <sup>+</sup> in mg/l	10	1	2,5	4
Natrium	Na <sub>2</sub> <sup>+</sup> in mg/l	150	9	55	102
Calcium	Ca <sub>2</sub> <sup>+</sup> in mg/l	280	11	33,5	56
Magnesium	Mg in mg/l	30	3	12	24
Gesamthärte	GH° in dH	40	7,7	10,3	12,9
Karbonathärte	KH° in dH		4,8	8,7	12,6
Eisen gesamt	Fe in mg/l	0,1	0,1	0,4	0,7
Mangan	Mn in mg/l	0,05	0,1	1,0	2,0
Abdampfdruckstand	in mg/l	1.500	220	435	650

Die Werte von SO<sub>4</sub> und Metallionen würden bis zur Eliminierung entspr. Oxydationszonenminerale aus der künstlichen Aerationzone des Aquifers vorübergehend erhöht sein. Die Konzentration der Metallionen und von Arsen würden die unbedenklichen Werte nicht übersteigen.

Die Radonwerte des Grubenwassers liegen weit unter dem zulässigen Grenzwert.

## 4.7 Bergbautechnologische und bergwirtschaftliche Dokumentation

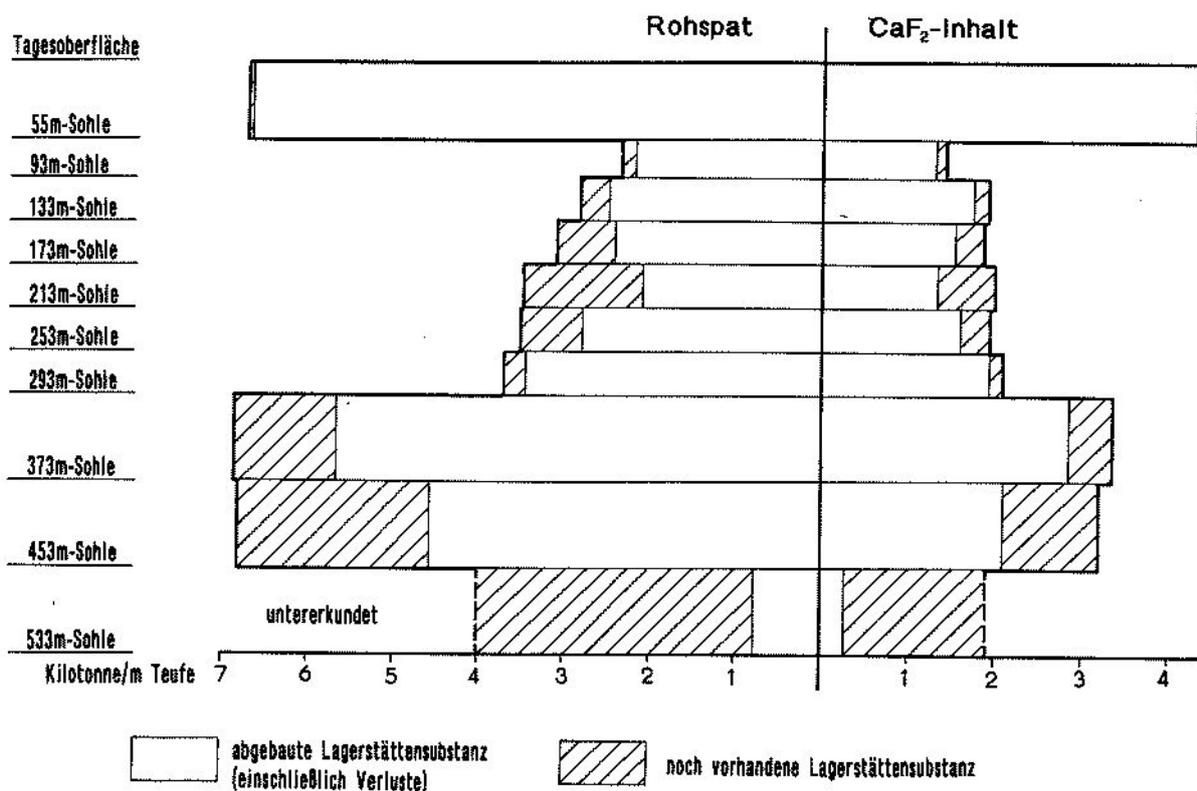
### 4.7.1 Vorräte und Lagerstättenkennziffern

Gegenstand des Abbaus waren die Schönbrunner Hauptgangzone mit dem "Liegenden und Hangenden" Gang und der Bösenbrunner Gangzug mit den Bereichen Bösenbrunn und Grüne Tanne. Die den Abbau-konditionen entsprechenden Flußspatmittel besaßen die Form von Linsen mit unregelmäßigen Begrenzungen im Streichen und Fallen (Abb. 16 und 69).

Die streichende Erstreckung der bauwürdigen Abschnitte betrug auf dem Schönbrunner Gangzug rd. 1.000 m Länge und schwankt von 850 bis 1.080 m. Die einzelnen Mineralkörper wiesen Längen von 30 bis 650 m auf. Auf dem Bösenbrunner Gangzug befanden sich zwei bauwürdige Abschnitte von 200 bis 350 m Länge. Die Schönbrunner Hauptgangzone ist bis zu 373 m vollständig bergmännisch erschlossen. Auf der 453 m-Sohle wurde die NW-Endschaft nicht erreicht und darunter bestehen nur Einzelaufschlüsse im Niveau 483 m und 533 m.

Die im Zuge der Erkundung und des Abbaues der Lagerstätte erfaßten Daten erlauben eine Bewertung der Flußspatführung in den einzelnen Teufenhorizonten des Schönbrunner Gangzuges (Abb. 66 und Tab. 29).

### Rohstoffverteilung auf dem Schönbrunner Gangzug



Die bisher abgebaute Rohspatmenge, der mit 5 % eingeschätzte Abbau- und Vorratsverlust, die noch vorhandenen sicheren, wahrscheinlichen und möglichen Vorräte (A - C<sub>2</sub>) sowie die prognostischen Vorräte (δ<sub>1</sub>) stellen in der Summe die gesamte Lagerstättensubstanz dar. Den Berechnungen liegen Konditionen von über 1 m Gangmächtigkeit bei mindestens 30 % CaF<sub>2</sub> (30 m-%) zugrunde.

Abb. 66 zeigt, daß der beste Teil der Lagerstätte im Bereich der Tagesoberfläche lag, und damit ein großer Teil der Erosion bereits zum Opfer fiel. Nach einer schlagartigen Verschlechterung unterhalb der 55 m-Sohle befindet sich zwischen der 293 m- und 453 m-Sohle nochmals ein guter Lagerstättenhorizont mit allerdings geringeren Fluoritgehalten.

#### Zur Vorratssituation in der Flußspatgrube Schönbrunn nach der Vorratsberechnung des VEB Geologische Forschung und Erkundung Freiberg (KLEBER, KUSCHKA, HUEBSCHER u. a. 1978)

Im Jahre 1978 wurden zwischen der 373 m-Sohle und dem Niveau -433 m NN (bzw. "-913 m NN") ein Block "C<sub>2</sub>-Vorräte" bohrerkundet und darunter, vom Niveau -433 m NN bis -533 m NN (bzw. "-1.013 m-Niveau") ein Block "prognostischer Vorräte" ausgewiesen und von der Staatlichen Vorratskommission, Berlin, bestätigt, mit folgenden Kennziffern:

#### C<sub>2</sub>-Vorräte:

Vorratsblock: Länge 1040 m; flache Höhe: rd. 545 m, wahre Fläche: 567 000 m<sup>2</sup>  
 Erzführungskoeffizient: 0,5 = mineralisierte Fläche von rd 284 000 m<sup>2</sup>  
 Durchschnittsmächtigkeit: 2,46 m;  
 Rohdichte: 2,9 t/m<sup>3</sup>;  
 Durchschnittsgehalt: 54,2 % CaF<sub>2</sub>  
 Rohspatvorrat: 2030 kt; Fluoritinhalt: 1100 kt CaF<sub>2</sub>.

Nach Abzug der durch den Produktionsbetrieb von der 373 m-Sohle bis zum Niveau der 533 m-Sohle ausgewiesenen Lagerstättensubstanz (s. Tab. 29) verbleiben davon bis zum "Niveau -913 m":

Rohspat: 1.166 kt; Fluoritinhalt: 691 kt CaF<sub>2</sub>

#### Prognostischer Vorrat δ<sub>1</sub>:

Vorratsblock: Länge 1040 m; seigere Höhe: 100 m; wahre Fläche: 108 000 m<sup>2</sup>  
 Erzführungskoeffizient: 0,5 = mineralisierte Fläche von 54 000 m<sup>2</sup>  
 Durchschnittsmächtigkeit: 2,46 m;  
 Rohdichte: 2,9 t/m<sup>3</sup>;  
 Durchschnittsgehalte 54,2 % CaF<sub>2</sub>  
 Rohspatmengenprognose: 386 kt;  
 Fluoritinhaltprognose: 209 kt CaF<sub>2</sub>

Nach den Erfahrungen des Abbaus bis zur 453 m-Sohle dürften die von KLEBER, KUSCHKA, HUEBSCHER (1978) angenommenen Parameter Mächtigkeit auf rd. 2,75 m (um 0,3 m höher) und der Gehalt an  $\text{CaF}_2$  von 54,2 % auf 47 % zu korrigieren sein. Nach Korrektur der Ausgangsdaten der Vorratsberechnung von 1978 ergeben sich für den

#### Restvorrat "C<sub>2</sub>-bohrerkundet":

Vorratsblock: Länge 1040 m; flache Höhe rd. 381 m;  
wahre Fläche 396 300 m<sup>2</sup>  
Erzführungskoeffizient: 0,45 = mineralisierte Fläche von 178 335 m<sup>2</sup>  
Durchschnittsmächtigkeit: 2,75 m;  
Rohdichte: 2,9 t/m<sup>3</sup>; Durchschnittsgehalt: 47 %  $\text{CaF}_2$   
Rohspatvorrat: 1422,2 kt; Fluoritinhalt: 668,7 kt  $\text{CaF}_2$

#### Prognostischer Vorrat "δ1":

Vorratsblock: Länge 1040 m; flache Höhe: rd. 104 m;  
wahre Fläche: 108 000 m<sup>2</sup>  
Erzführungskoeffizient: 0,3 = mineralisierte Fläche von 32 400 m<sup>2</sup>  
Durchschnittsmächtigkeit: 2,75 m;  
Rohdichte: 2,9 t/m<sup>3</sup>; Durchschnittsgehalt: 40 %  $\text{CaF}_2$   
Rohspatvorrat: 258 kt; Fluoritinhalt: 103 kt  $\text{CaF}_2$

#### Noch anstehender Flußspatvorrat in der Flußspatgrube Schönbrunn:

Mit Einstellung der Flußspatförderung Schönbrunn stehen somit noch folgende Flußspatvorräte an:

Teufenbereich	Rohspat (kt)	Fluoritinhalt (kt)
Übertage bis Niveau 533 m-Sohle	437	221
Niveau 533 m bis -913 m	1422	668
Niveau -913 m bis -1.013 m	258	103
gesamt	2117	992

Insgesamt enthielt die Lagerstättenstruktur Schönbrunn vor Beginn der Flußspatgewinnung etwa 4120 kt Rohspat mit 2110 kt Fluoritinhalt.

#### 4.7.2 Bergbautechnologie

Die ersten Gewinnungsarbeiten erfolgten am Ausbiß der Lagerstätte offensichtlich im Tagebau. Im Zeitraum nach 1860 wird der Planschwitzer Bruch als Produktionsort angegeben. Über die bergbauliche Technik im Zeitraum bis 1952 ist wenig bekannt. Aus den rißlichen Unterlagen geht hervor, daß die Gewinnung, ausgehend von im Gang geteuffen Schächten, durch Streckenauffahrungen erfolgte.

Zwischen diesen Strecken (Sohlen) blieben Schweben von 2 bis 8 m stehen, die, wie später beobachtet werden konnte, nicht in jedem Falle gewonnen wurden. Versatz ist offensichtlich nur dann eingebracht, wenn Schweben gewonnen worden sind.

Bei späteren Aufschlüssen, zum Beispiel im Bereich Stengel und in den Tagebauen, angetroffenes Versatzmaterial enthielt zum Teil noch Flußspatgehalte bis 40 %  $\text{CaF}_2$ . Dies deutet darauf hin, daß in den Abbauen Stückerz vor Ort geklaubt wurde, während das nicht-verkäufliche Feingut als Versatz verblieb.

Im Jahre 1921 ist die Grube elektrifiziert worden. Seit 1930 bestand Kraftanschluß 3000/220/380 V bei einem Anschlußwert von 30 kW. Es existierte ein Kompressor mit einer Leistung von 3 m<sup>3</sup>/min. Diverse Pumpen und Bohrhämmer waren im Einsatz.

Gefördert wurde im Bereich der Grube Ludwig über einen zweitrümigen Schacht, in der Grube von Ebner (Stengel) über einen einrümigen Schacht mit Gegengewicht.

In den 20er Jahren bestand eine Aufbereitung für Ludwig vereinigt Feld mit Wäsche, Lesetisch für Stücke und Klassiertrommel für Nüsse, Grus und Sand.

Die Grube von Ebner besaß eine Wäsche mit "Scheidbank".

Bis zum Ende des Krieges bzw. bis zur Aufgabe der Grube durch Klinghammer im Jahre 1953 haben sich offensichtlich keine wesentlichen Verbesserungen in technischer und technologischer Hinsicht ergeben.

Mit Abteufen des zweitrümigen Erkundungsschachtes in Schönbrunn und den daraus gefahrenen Sohlen wurde schrittweise die Vortriebstechnologie durch Einsatz von Bohrhämmern mit Bohrstütze und Überkopflatern modernisiert und die Handförderung durch Akkulok ersetzt.

Der 1958 beginnende Abbau im neuerschlossenen Grubenfeld erfolgte im Firstenstoßbau (Abb. 67 und 68).

Die Abförderung aus dem Abbau geschah mit gleisgebundenen Schnabelkippern in die mitgeführten Rollen. Das Versatzmaterial wurde aus den zeitgleich laufenden Erkundungs- und Vorrichtungsstrecken gewonnen und über die Überhauen den Abbauen zugeführt und ebenfalls mit den Schnabelkippern eingebracht.

Nach Inbetriebnahme der ersten Abbaue auf der 173 m-Sohle des NW-Feldes im Jahre 1963 wurde die Förderung im Abbau durch gleisgebundene Überkopflader (PML 63) ersetzt.

Zur Senkung des Erkundungsaufwandes sind ab 1963 Kernbohrmaschinen vom Typ GP 1 eingesetzt worden, die in den 80er Jahren durch die ebenfalls sowjetische Kernbohrmaschinen BSK 100 ersetzt wurden.

Im Jahre 1969 legte man einen Etagenbruchbau als Versuchsabbau zum Abbau geringmächtiger Gangteile an. Die hohe Verdünnung und nicht kontrollierba-

Abb. 67: Flußspatgrube Schönbrunn. Schema der Aus- und Vorrichtung beim Firstenstoßbau

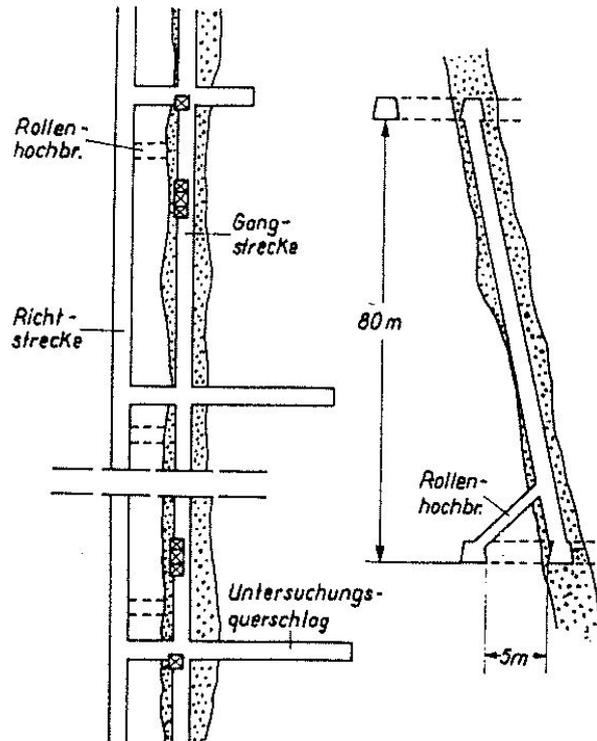
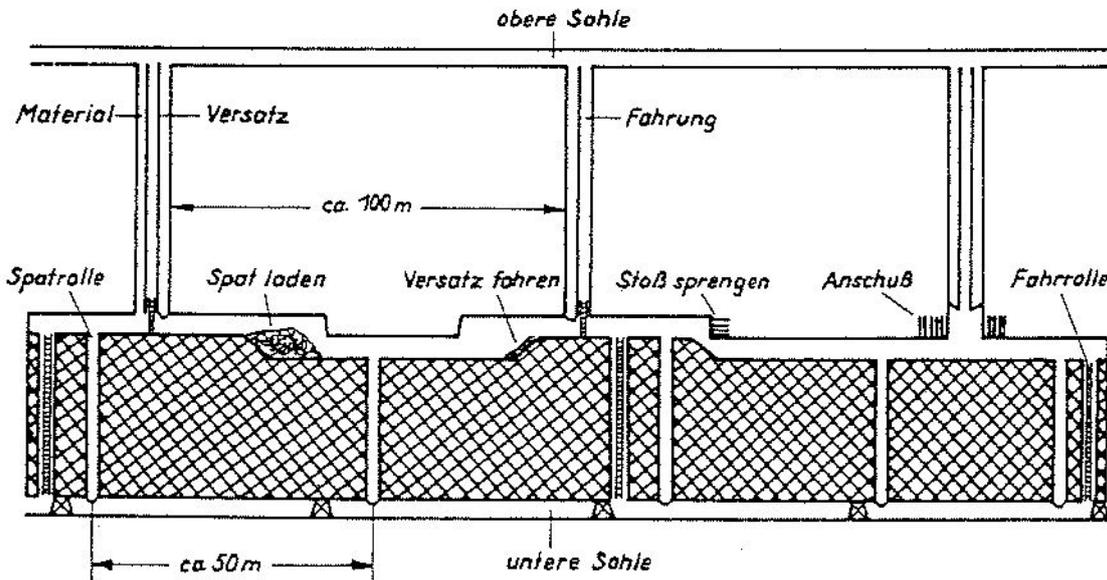


Abb. 68 Grube Schönbrunn. (unten): Abbauschema des Firstenstoßbaues.



ren Rohspatverluste ließen trotz hoher Mannschichtleistung eine weitere Anwendung des Verfahrens nicht zu.

Für geringmächtige Abbaue wurden daraufhin ab 1970 Schrapper für die Abbauförderung eingesetzt.

Für Abbaue mit Mächtigkeiten von über 2 m sind ab 1968 Bunkerlader (Atlas Copco), später Bunkerlader der SDAG Wismut verwendet worden.

In den mächtigen Abbaue der 373 m- bis 293 m-Sohle erfolgte ab 1973 der Einsatz von gleislosen Bohrwagen der SDAG Wismut und eines Versatztransporters aus Eigenentwicklung der Grube. Etwa zur gleichen Zeit wurden gleisgebundene Bohrwagen im Streckenvortrieb eingesetzt. Der Einsatz der leistungsfähigeren Technik führte jedoch in Abbaue zu einer höheren Verdünnung und zwang im Streckenvortrieb zur Erhöhung der üblichen Profile von 4,84 m<sup>2</sup> (ohne Ausbau) auf 5,6 m<sup>2</sup> und darüber.

Mit der Erhöhung der Grubenförderung bei gleichzeitiger Verringerung des Auffahrumfanges infolge größerer Sohlenabstände und effektiverer Erkundungsauffahrungen reichte ab Mitte der 70er Jahre das Versatzaufkommen aus den Auffahrungen nicht mehr aus, bzw. es mußte mit hohem Aufwand über Zwischenförderung im Schacht den jeweiligen Sohlen zugeführt werden. Deshalb wurden ab 1975 Versatzbunker, später Großbohrlöcher zwischen den Hauptsohlen aufgeföhren.

Zur Einbringung von Fremdversatz brachte man ein Großbohrloch von Übertage zur 173 m-Sohle als Anschluß an den Hauptbunker nieder. Der Fremdversatz aus einem nahen Steinbruchbetrieb wurde ab 1988 durch einen eigenen Steinbruch abgelöst.

Zum Abbau der Vorräte der 1974 angeschlossenen Grube Bösenbrunn richtete man 1976 einen Versuchsabbau ein, bei dem mittels Schubortbetrieb das vorher magazinierte Haufwerk gewonnen werden sollte. Infolge der Konsistenz des geschossenen Haufwerkes erwies sich das Verfahren als ungeeignet, weil keine gleichmäßige Masseabsenkung erreicht werden konnte und sich über den Schuborten Schlote in der Masse ausbildeten.

So blieb der Firstenstoßbau auch nach Einführung der Rampentechnologie unterhalb der 453 m-Sohle das dominierende Abbaufahren, denn auch Teilsohlenbau mit Versatz, der versuchsweise in den 80er Jahren praktiziert wurde, erwies sich wegen des diskontinuierlichen Rohspatanfalls und längerer Versatzzeiten als ungünstig.

Zur Gewinnung von Restvorräten und flußspathaltigem Versatz sind ab 1976 im Bereich des ehemaligen Ludwigschachtes und ab 1979 im Bereich der Grube Stengel, Tagebau bzw. Nachlesebergbau durch Schubort eingerichtet und mit Unterbrechung bis 1988 betrieben worden.

Im Streckenvortrieb wurden ab 1975 Verbundloks (EL 61) eingeföhrt. Die Förderwagen hatten ein Fassungsvermögen von 600 l.

Die Bohrarbeit erfolgte auf den Hauptstrecken in zunehmendem Maße mit gleisgebundenen Bohrwagen. Der früher dominierende Holzlaubau wurde bereits ab Ende der 60er Jahre in langlebigen Strecken durch Stahlaubau ersetzt. Ab 1975 kamen Betonanker, ab 1977 Spreizhülsenanker und ab 1985 Schlitzanker zum Einsatz.

Mit Auffahrung der 453 m-Sohle wurde umfassend Spritzbeton angewendet, der je nach Erfordernis mit einer oder 2 Lagen Streckmetall und Ankern, in stark druckhaften Grubenbauen durch Stahlbögen ergänzt wurde.

Der Abbau der mächtigen Gangpartien im Bereich des Zentralschachtes zwischen der 373- und 293 m-Sohle

föhrt zu erheblichen Gebirgsdrücken mit einer Beeinträchtigung der Restschweben zur Kopfstrecke und Abplatzungen im Bereich der Richtstrecke im Niveau der 373 m-Sohle.

Für die Gewährleistung der Standsicherheit der 453 m-Sohle und eine möglichst restlose Gewinnung der mächtigen Gangpartien zwischen der 453 m- und 373 m-Sohle wurden in den 70er Jahren durch Prof. Dr. GIMM, Sektion Geotechnik und Bergbau der Bergakademie Freiberg, Untersuchungen zur Wirkung und Beherrschung der Gebirgsdrucke durchgeführt. Im Ergebnis konnten Aussagen über die Abhängigkeit des Richtstreckenabstandes zum Gang und die Art und Dimensionierung des Ausbaus getroffen werden. Deshalb wurde z. B. die Richtstrecke 453 im Bereich des Zentralschachtes, die hier nur in 5 bis 10 m Abstand zum Gang aufgeföhren werden mußte, mit Stahlbogen und Spritzbeton ausgebaut.

In 10 Jahren Standzeit sind keine Schäden aufgetreten.

Für den Durchbau des Abbaues zur 373 m-Sohle wurde das Aufföhren einer "Druckentlastungsstrecke" 3 m unterhalb der 373 m-Sohle empfohlen. Damit war der Durchbau möglich, die Verluste durch die Restschweben lagen unter 5 % des Gesamtvorrates bei 80 m Sohlenabstand.

In der Phase der Abbauföhren wurden umfangreiche Messungen über die Druckauswirkungen in der Entlastungsstrecke sowie dem steigenden Ausbaumumfang (Anker/m<sup>2</sup> Firstfläche) mit Annäherung der Abbauföhren an die Kopfstrecke durchgeführt.

Die Ergebnisse bestätigten die Voraussagen im vollen Umfang.

Für den vertikalen Vortrieb, vor allem wegen des unterhalb der 293 m-Sohle auf 80 m vergrößerten Sohlenabstandes, sind ab 1975 Aufbruchbühnen (KBW-1B) eingeföhrt worden. Gesprengt wurde mit Gelatine-Donarit. Die Anwendung von ANO-Sprengstoff hat sich wegen des höheren Vorbereitungsaufwandes nicht bewährt.

Zur generellen Verbesserung der Förderung wurde der in den 60er Jahren geteufte Blindschacht nach übertage durchgebrochen und 1978 als durchgehender Schacht mit einer "Köpe-Maschine" in Betrieb genommen, wobei die Hauptfüllorte mit Aufschiebevorrichtungen versehen waren.

Damit bestand auch die Möglichkeit zur Errichtung einer zentralen automatischen Wasserhaltung auf der 453 m-Sohle. Wegen des geringen Profils der Schachtröhre unterhalb der 173 m-Sohle wurde ein "Rohrüberhauen" von der 453 m-Sohle zur 173 m-Sohle angelegt.

Das Zudringen von Thermalwässern und die weiteren

Teufenaufschlüsse erforderten eine umfassende wettertechnische Lösung. Dazu wurde Mitte der 80er Jahre an der NW-Flanke ein Wetterüberhauen von der 373 m-Sohle bis übertage aufgeföhren.

Anschlüsse an die 453 m-Sohle und die Rampe 3 waren vorgesehen. Zusätzlich wurde im Zentralteil ein Wetterbohrloch bis zur 173 m-Sohle niedergebracht.

Ab 1985 begann die Umstellung der Grube auf Rampentechnologie mit Unterföhren der 453 m-Sohle. Als Ausrüstungen standen Elektrolader und Transporter mit 150 m Kabellänge zur Verfügung. Die Bohrarbeit erfolgte mit gleislosen Bohrwagen. Die Rampen sind mit Fahrbahnplatten belegt. Für die größeren Entfernungen wurde ein Oberleitungssystem installiert, für dessen Betreibung ein spezielles Schutzleitersystem in Zusammenarbeit mit der SDAG Wismut entwickelt wurde. Anfängliche Probleme mit Kabel- und Reifenverschleiß konnten überwunden werden, so daß ab 1988 die ersten Abbaue mit dieser Technologie betrieben worden sind.

Vor Beendigung der Vorrichtung weiterer Abbaue wurde die Förderung eingestellt.

Sämtliche abgeworfenen Abbaue sind mit Gesteinsmaterial bis auf Resthohlräume im Kopfbereich jedes Abbaublockes versetzt.

#### 4.7.3 Aufbereitungstechnologie

Die Aufbereitung erfolgte in Schönbrunn bis 1958/59 durch eine einfache Absiebung, Läutertrommeln und Klaubung. Die Endprodukte waren Stücke mit meist 75 bis 90 %  $\text{CaF}_2$  und Grus.

Mit Stilllegung der Grube Hertha in Wiedersberg sind die dort installierten Ausrüstungen, insbesondere Setzmaschinen, in Schönbrunn eingebaut und so die Möglichkeit zur Anreicherung für höherklassige Produkte geschaffen worden. Das Aufgabegut wurde auf einer Schlagbühne auf kleiner 100 mm geschlagen. Siebe trennten den Rohspat in Fraktionen kleiner 10, 10 bis 15 und 15 bis 25 mm. Der Überlauf von größer 25 mm gelangte auf ein Klaubeband, in dem Berge und Stücke mit 92 bis 95 %  $\text{CaF}_2$ , später 85 bis 92 %  $\text{CaF}_2$  geklaubt wurden. Bei entsprechendem Anfall ist auch Kupferkies geklaubt worden. Der Rest stellte metallurgischen Stückespat mit 75 bis 85 %  $\text{CaF}_2$  dar.

Die Fraktionen unter 25 mm wurden auf Setzmaschinen mit je drei Setzbetten geleitet, aus denen Körner mit 85 bis 92 % und 75 bis 85 %  $\text{CaF}_2$  sowie Grus mit 55 bis 75 %  $\text{CaF}_2$  ausgetragen worden sind. Die Setz- und Klaubeberge enthielten noch 20 bis 35 %  $\text{CaF}_2$ . Sie wurden später in der Flotation in Lengenfeld verarbeitet.

Bereits mit Aufnahme der Förderung aus den tieferen Lagerstätten empfahl man, den Rohspat der Lager-

stätten Schönbrunn und Bösenbrunn gemeinsam in einer Flotation zu verarbeiten.

Im Jahre 1964 wurde durch die VVB NE-Metallindustrie entschieden, in Lengenfeld - Kreis Reichenbach - eine zentrale Aufbereitung zu errichten, die neben dem Flußspat der Lagerstätte Schönbrunn auch Schwerspat der Lagerstätte Brunndöbra aufbereiten sollte. Als günstig erwies sich, daß die in Lengenfeld bis Kriegsende betriebene Wolframerzaufbereitung, die ab 1949 von der SDAG Wismut erweitert und als Uranerzaufbereitung bis 1960 betrieben wurde, stilllag.

Das ermöglichte in kurzer Zeit mit relativ geringem Aufwand die Aufbereitung 1968 für Schwerspat und 1969 für Flußspat in Betrieb zu nehmen. Vorteilhaft war auch, daß durch die Stilllegung der Wolframerzgrube Pechtelsgrün im Jahre 1968 bergbauerföhrenes Verwaltungspersonal und Aufbereiter verfügbar waren.

In der Aufbereitung, die eine Gesamtkapazität von 150 kt Durchsatz pro Jahr besaß, wurden Schwerspat und Flußspat alternierend in ein- bis drei-monatlichen Abständen durchgesetzt.

Für den Anlauf der Flußspatflotation sind zunächst die in den 60er Jahren aufgehaldeten geringhaltigen Rohspäte mit 40 - 50 %  $\text{CaF}_2$  und die Setz- und Klaubeberge der Aufbereitung Schönbrunn durchgesetzt worden. Bis zum Auslaufen der Aufbereitung in Schönbrunn wurde die Schwimm-Sink-Scheideanlage der Wolframitaufbereitung eingebaut, so daß mit Stilllegung der Aufbereitung in Schönbrunn Ende 1973 auch weiterhin metallurgischer Spat produziert werden konnte.

Die für die Flotation günstigen Verwachsungsverhältnisse, bezogen auf Mineralzusammensetzung und Korngrößen, erlaubten es auch, Rohspäte mit 20 %  $\text{CaF}_2$  zu verkaufsföhrenen Produkten zu verarbeiten

Aus den geringhaltigen Rohstoffen, wie den Flotationsbergen mit 5 bis 8 %  $\text{CaF}_2$  und Schwimmbergen mit 13 bis 18 %  $\text{CaF}_2$ , wurden durch Nachflotation sogenannte - Armerzkonzentrate mit 40 bis 45 %  $\text{CaF}_2$  erzeugt, die verschnitten mit Schwimmbergen und Flotationsabgängen - an die Zementindustrie verkauft worden sind.

Die Konzentrate für die chemische Industrie wiesen Gehalte von 95 bis 98 %  $\text{CaF}_2$  auf.

Zur Einhaltung der Schwefelgehalte gemäß TGL\* wurden die Sulfide im Flotationsprozeß abgetrennt und ein Sulfidkonzentrat mit ca. 4 % Cu und 25 % Schwefel erzeugt. Aus den Flotationsbergen ist teilweise die Grobkornfraktion abgetrennt worden und diese als Mörtelsand für die Bauindustrie bereitgestellt.

\*) Technische Normen, Gütevorschriften und Lieferbedingungen, DDR-Norm

Das Haufwerk der Grube Schönbrunn wurde per LKW (10 bis 20 t) angeliefert, gewogen und auf dem Lagerplatz für ca. 20 kt zwischengelagert.

Für die Vor- und Mittelzerkleinerung waren 2 Backenbrecher vorhanden. Über Bandbrücke wurde der auf unter 50 mm gebrochene Rohspat, nachdem Metallteile und Fremdkörper (vor allem Grubenholz) entfernt wurden, dem Aufbereitungsgebäude zugeführt und mittels Sieben in Fraktionen größer und kleiner 10 mm getrennt.

Der Grus größer 10 mm stellte das Aufgabegut für die Schwimm-Sinkanlage dar, die mit Ferrosilizium als Schwerstoff betrieben wurde. Die Trübedichte ist auf die gewünschte Fertigproduktqualität eingestellt worden. Auch mehrere Trennschnitte waren möglich.

Das Sinkgut wurde in die Fraktion 10 bis 25 mm als Körner und größer 25 mm als Stücke geteilt. Die  $\text{CaF}_2$ -Gehalte lagen zwischen 65 und 92 %  $\text{CaF}_2$ . Die Schwimmberge mit  $\text{CaF}_2$ -Gehalten von 13 bis 18 % sind entweder direkt an die Zementindustrie abgesetzt oder nach Feinzerkleinerung der Fraktion kleiner 10 mm zur flotativen Weiterverarbeitung über Zwischenbunkerung wahlweise auf zwei Kugelmöhlen (á 2,2 m x 2,5 m) aufgegeben worden.

Die Flotation war mit zwei Systemen mit 24 bzw. 30 Zellen (a 1,5 m<sup>3</sup>) ausgestattet. Bei dem Flußspatdurchsatz wurden die ersten drei bzw. vier Zellen zum Abscheiden der Sulfide verwendet. Die Systeme konnten unabhängig voneinander parallel betrieben werden.

Zeitweise nutzte man die Kontrollflotation eines oder beider Systeme zur Nachflotation der Abgänge für die Erzeugung von Armspatskonzentraten.

Die Menge der eingesetzten Reagenzien hing von der Zusammensetzung des Haufwerkes ab. Eine Steuerung war auf der Grundlage der Meßergebnisse mehrerer Probenehmerstellen und Meßeinrichtungen möglich, wodurch der Reagenzienverbrauch in den letzten Jahren deutlich gesenkt werden konnte.

Zum Einsatz kamen:

Oelein	900 - 1500 g/t Durchsatz, naß
Xanthogenol	300 - 400 g/t Durchsatz, naß
Wasserglas	450 - 600 g/t Durchsatz, naß
Hexametaphosphat	25 - 45 g/t Durchsatz, naß
Oktandiol	50 - 85 g/t Durchsatz, naß
Quebracho	30 - 40g/t Durchsatz, naß
Mahlkugeln	1,2 kt/g.

Die Entwässerung der Fertigerzeugnisse erfolgte mit Hilfe von vier Vakuumtrommelzellenfiltern (a' 20 m<sup>2</sup> Filterfläche) auf eine Feuchte von ca. 8 % H<sub>2</sub>O.

Die Flotationskonzentrate wurden auf speziellen Fertigproduktelagern für ca. 10 kt abgelagert. Der Versand erfolgte über den eigenen Werksanschluß durch die

Deutsche Reichsbahn. Auch Abtransport mittels Lkw war möglich.

Die Flotationsabgänge wurden auf einer industriellen Absetzanlage, etwa 1 km von der Aufbereitung entfernt, gelagert. Das mit dem Feststoff eingespülte Wasser ist im Kreislauf wieder der Aufbereitung zugeführt worden.

Durch einen vorgeschalteten Schraubenklassierer konnten aus den Abgängen Anteile des Großkorns abgetrennt werden, die als Mörtelsand Verwendung fanden.

Für die Qualitätskontrolle des Rohspates, des Prozesses und der Fertigprodukte bestand neben Probenaufbereitung und Fluoreszenzanalysengeräten in der Aufbereitung ein chemisches Laboratorium in Rodewisch.

In der Aufbereitungsanlage waren für die Aufbereitung von Flußspat und Schwerspat insgesamt 45 Arbeitskräfte, davon 39 Produktionsarbeiter, eingesetzt.

#### 4.7.4 Entwicklung der Produktion

KÜHNEL (1942) gibt für den Zeitraum von 1868 bis 1941 eine Produktion von 263 kt im Wert von 4.308 TRM (Tausen Rentenmark) für den Schönbrunner Gangzug an. 1942 bis 1944 wurden in Schönbrunn 20,085 kt erzeugt. Die Produktion von 1945 bis 1952 ist nicht bekannt. Sie wird auf 10 kt geschätzt.

Aus dem Zeitraum von 1885 bis 1889 liegen keine konkreten Angaben vor. Die Produktion wird von Kühnel auf 2,8 kt für 21 TRM geschätzt.

1929 und 1930 wurden 2,6 kt gefördert bei einem Erlös von 67 TRM. Ab 1931 lag die Grube wieder still.

Somit wurden bis 1945 rd. 7,2 kt mit einem Wert von 177 TRM erzeugt.

Die Qualität der Produktion wird charakterisiert durch Bestände, die 1930 auf der Grube Schönbrunn lagerten und die sich wie folgt zusammensetzten:

1 t mit	98 %	$\text{CaF}_2$	Stücke
20 t mit	90 %	$\text{CaF}_2$	Stücke
250 t mit	80 %	$\text{CaF}_2$	Stücke
200 t mit	75 %	$\text{CaF}_2$	Grus
50 t mit	65 %	$\text{CaF}_2$	Grus

Die Produktion der Grube von Ebner wird mit 5 % Säurespat, 15 % Stickstoffware und 80 % gute Gießereistücke (85 %  $\text{CaF}_2$ ) angegeben.

Mit Übernahme der Gruben in "Volkseigentum" stieg die Produktion im Revier Schönbrunn-Bösenbrunn rasch an. Dafür waren folgende Maßnahmen von ausschlaggebender Bedeutung:

- Erkundung der tieferen Lagerstättenteile in Schönbrunn und Bösenbrunn 1953 bis 1958

- Einbau von Setzmaschinen in Schönbrunn 1958/1959,
- Abteufen eines Blindschachtes unter die 173 m-Sohle in Schönbrunn 1964
- Inbetriebnahme einer zentralen Aufbereitung in Lengenfeld mit Flotation 1968/69
- Anschluß der Lagerstätte Bösenbrunn an die Grube Schönbrunn 1974
- Übertägiges Bohrprogramm bis 900 m Teufe 1973 - 1980,
- Errichtung des Zentralschachtes in Schönbrunn 1972 bis 1978

Mit diesen Maßnahmen wurden Voraussetzungen zur Erhöhung der Förderkapazität auf rd. 100 kt/a und einer breiteren Sortimentspalette für ca. 40 kt Fertigerzeugnis geschaffen.

Die Erhöhung der Produktion brachte vor allem nach Inbetriebnahme der Flotation eine Verbesserung der Qualität der Fertigerzeugnisse. Die in den Gruben und Aufbereitungen erzielten Ergebnisse sind aus den Tabellen 30 und 31 ersichtlich.

Der Rückgang der Produktion ab 1985 ist bedingt durch das Absinken der Fördergehalte und eine zentral festgelegte Absatzpolitik. Die Rentabilität der Produktion wurde durch die Festlegung der Industrieabgabepreise (IAP) gesichert, da sie die durchschnittlichen Gesteinskosten des Industriezweiges berücksichtigten.

In den Tabellen 30 und 31 sind die Entwicklung der IAP seit Beginn ihrer Einführung im Jahre 1964 dargestellt. Vor 1964 wurden die Preise als sogenannte Betriebspreise ebenfalls zentral festgelegt.

Nach Einführung der Währungsunion (1990) war auf Grund der natürlichen Bedingungen (Fördergehalt, Teufe, Wasserzuflüsse) und dem technologischen Zustand eine Rentabilität nicht mehr zu erreichen, weshalb die Förderung am 31. 01. 1991 und die Aufbereitung am 31. 03. 1991 eingestellt wurden. Die Produktion des gesamten Zeitraumes ist in der Tab. 34 dargestellt. Im Zeitraum von 1953 bis 1991 wurden auf dem Schönbrunner Gangzug 1.900 kt gefördert. Unter Abzug der Verdünnung entspricht das einer Rohspatmenge von 1.580 kt und einem CaF<sub>2</sub>-Inhalt von 830 kt.

Für die Produktion vor 1933 kann davon ausgegangen werden, daß die Verdünnung nur sehr gering war und aus der Förderung ca. 90 % Fertigerzeugnis ausgebracht wurde.

Somit lassen sich für die Lagerstätte Schönbrunn ermitteln:

Förderung	2.230 kt
Rohspat ohne Verdünnung	1.910 kt
CaF <sub>2</sub> -Inhalt	1.065 kt.

Seit der Gewinnung des Flußspates wurde aus der Lagerstätten Schönbrunn und Bösenbrunn 1.200 kt Flußspat erzeugt, davon

300 kt bis 1952  
270 kt ab 1953 in der Aufbereitung Schönbrunn  
630 kt in der Zentralaufbereitung Lengenfeld \*

Darüber hinaus wurden 345 kt Zementspat mit 50 kt Flußspatinhalt und 5.470 t Sulfidkonzentrat mit 260 t Cu-Inhalt erzeugt.

Als seit 1980 die Volkseigene Industrie mit der zusätzlichen Herstellung von Konsumgütern unabhängig vom Betriebsprofil zentral beauftragt wurde, produzierte und lieferte man 15 t Chicoree, der in einem Grubenbau der 373 m-Sohle getrieben wurde, und 15 t Karpfen, die im Absetzbecken der Aufbereitung gezüchtet wurden, an den Handel.

#### Preisgestaltung (1952 - 1991)

Die Preise für den Handel zwischen den Betrieben des Inlandes wurden zentral festgelegt. Industrieabgabepreise (IAP) waren allgemein gültig und galten für Erzeuger und Abnehmer gleichermaßen.

Betriebspreise galten für den Erzeuger und enthielten meist einen Stützungsbetrag zum IAP.

Die Entwicklung der Flußspatpreise für die wichtigsten in Schönbrunn bzw. Lengenfeld erzeugten Produkte geht aus nachfolgender Tabelle hervor (Angaben in Mark der DDR)

	vor 1955	1955 bis 1964	1965 bis 1977	1978 bis 1983	1984 bis 1987	1988 bis 1989	ab 1989
<b>Konz.</b>							
97/98	-	-	360	624	898	1.089	1.303
95/97	-	-	350	590	849	1.030	1.235
<b>Stücke/ Körner</b>							
92/95	75,50	85	300	531	764	827	1.115
85/92	70,50	75	260	464	668	810	974
75/85	-	62	205	380	517	664	792
65/75	-	52	150	305	439	533	640
Grus							
65/75	32,50	32,50	150	290	417	506	573
55/65	26,00	32,50	90	224	322	391	448
<b>Zementspat</b>							
Grundpreis für 10 %			20	37,35	54	54	60
Mark pro zus. % CaF <sub>2</sub>			1	3,75	5,4	5,4	6

#### 4.8 Zur Verwahrung und Sanierung des Grubengebäudes

Mit Einstellung des Abbaues sah die Fluß- und Schwerspat-GmbH Lengenfeld vor, die Grubenausrüstung sohlenweise zu rauben, in mehreren Etappen die Wasserhaltung abzuschalten und schließlich die Untertagegebäude absaufen zu lassen. Nach einer gewissen Zeit hätte sich im Mundloch des Drei-Brüder-Stollens bei Bösenbrunn ein Grubenwasserablauf von durch-

\*) ab 1974 bilden beide Lagerstätten eine Produktionseinheit

schnittlich 600 l/min. eingestellt, der zum Vorfluter geleitet worden wäre. Die Schächte und Stollen wären verwahrt, die Tagebaue verfüllt und eingeebnet und die Gebäude von Übertage abgerissen oder einer weiteren Nutzung zugeführt worden. Mit dem Verkauf der Flußspatgrube an die Hartsteinwerke Oelsnitz GmbH im März 1993 veränderte sich die Situation.

Die Flutung wurde gestoppt und die Wasserhaltung ab 453 m-Sohle weiter aufrecht erhalten.

Es bestehen seitens des neuen Besitzers Pläne für die weitere Nutzung der Grube, des Thermalwassers und übrigen Grubenwassers.

(Über den Betriebsleiter von Schönbrunn besteht die Möglichkeit einer eingeschränkten Befahrung einzelner Sohlenabschnitte.)

## 5 Lagerstätte Bösenbrunn/Grüne Tanne

### 5.1 Grubengebäude

Die Aufschlußsituation der Fluoritlagerstätte Bösenbrunn/Grüne Tanne ist im vereinfachten Seigerriß in Abb. 69 dargestellt. In diesem Riß sind die Verteilung und Lage sämtlicher zwischen 1974 und 1979 geteuf-ten Erkundungsbohrungen einschließlich der beiden tieferen Suchbohrungen Nr. 266 und 267 der SDAG Wismut aus dem Jahre 1959 enthalten, ferner die Erkundungsschürfe.

Desweiteren geht aus dem Seigerriß die Lage des Grubengebäudes mit den Abteilungen Bösenbrunn und Grüne Tanne hervor, zusammen mit dem Altbergbau von vor 1900 und der untertägigen, verbindenden Richtstrecke im Niveau der 160 m-Sohle (= 173 m-Sohle Schönbrunn) mit Endstand der Auffahrungen bei ihrer Einstellung 1991.

#### Bergbauliche Aufschlüsse

Auch auf dieser Lagerstätte wurden alle bergbaulichen Aufschlüsse, die vor 1952 erfolgten, wegen Verbrüchen durch den Bergbau nicht mehr genutzt.

#### Grubengebäude Bösenbrunn/Grüne Tanne

Der *Schacht Bösenbrunn* wurde als Wetterschacht zwischen der Stollensohle und der 3. Sohle genutzt:

Tagesoberfläche		455,20 m NN
Stollensohle Bösenbrunn		418,08 m NN
1. Sohle =	80 m-Sohle	383,09 m NN
2. Sohle =	120 m-Sohle	342,06 m NN
3. Sohle =	160 m-Sohle	303,26 m NN

#### Gesamtauffahrungen:

	Gesamt- länge (m)	davon zu- gänglich (m)
Stollensohle Bösenbrunn	600	300
1. Sohle	850	50
2. Sohle	1.800	100
3. Sohle einschließlich Grüne Tanne	3.350	2.400
293 m-Sohle	580	580

Der Schacht Bösenbrunn ist mit dem Grubengebäude Schönbrunn durch einen Querschlag von der 173 m-Sohle Schönbrunn aus im Niveau der 3. Sohle (160 m-Sohle) Bösenbrunn verbunden.

#### Wetter- und Versatzüberhauen:

Grüne Tanne

Tagesoberfläche	466,00 m NN
Anschluß 3. Sohle Bösenbrunn	312,73 m NN

#### Wasserhaltung:

auf der 3. Sohle Bösenbrunn

### 5.2 Erkundungsarbeiten

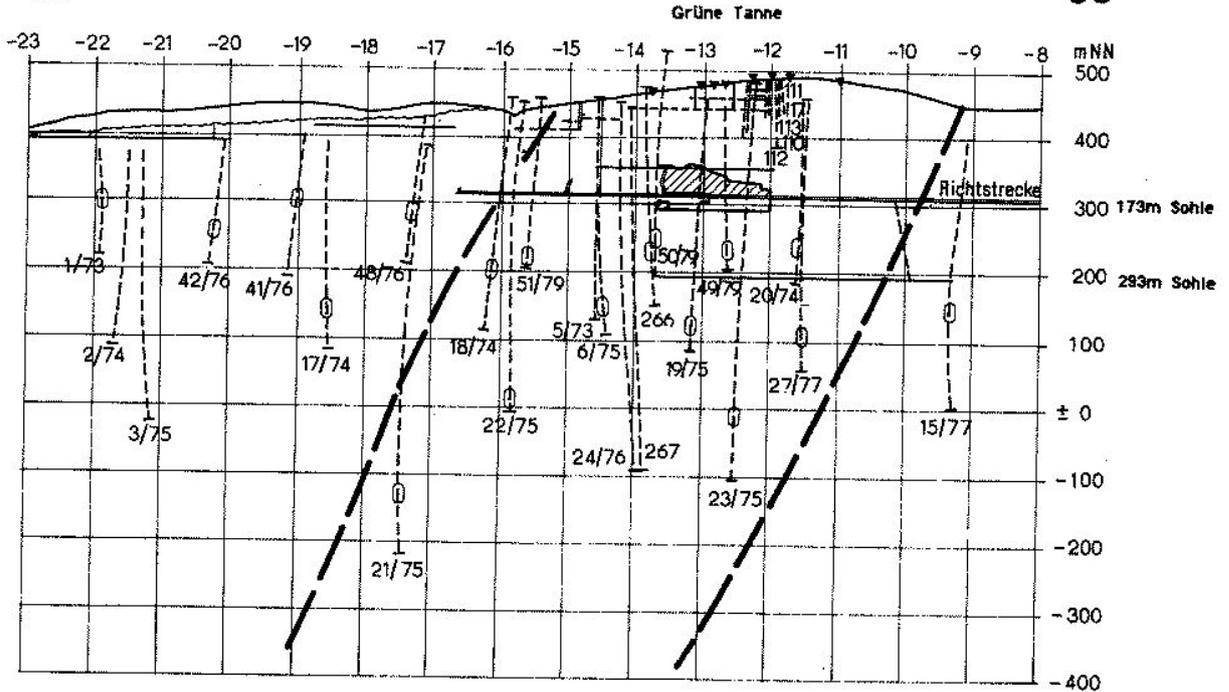
Die Flußspatlagerstätte Bösenbrunn/Grüne Tanne ist wie die Lagerstätte Schönbrunn seit 1952 bis zur Einstellung der Förderung (1989) systematisch etappenweise geologisch erkundet worden - zuletzt als Ergänzung der Vorratssituation in Schönbrunn.

#### Periode 1952 - 1958

Im Jahre 1952 begann die Staatliche Geologische Kommission der DDR, Außenstelle Freiberg, die Erkundung der flußspatführenden Gänge der Drei-Brüder-Einigkeits-Fundgrube am Glockenpöhl bei Bösenbrunn. Der Tagesausbiß der Hauptgangzone wurde zunächst über 0,4 km Länge mit Schürfen untersucht. Im gleichen Jahr begann man am Westhang des Glockenpöhls auf dem Hauptgang (Drei Brüder Flacher) einen neuen Stollen. Der Vortrieb auf der Stollensohle währte bis 1955, mit Auffahrungen kurzer Untersuchungsquerschnitte, eines langen NO-Querschlages mit Gangstrecke im sogen. Gang 3 und Hochbruch dreier Überhauen auf dem Hauptgang. Im Jahre 1954 wurde vom Stollen aus ein neuer Schacht nach Übertage hochgebrochen, anschließend bis auf 157 m abgeteuf. Vom Schacht aus sind nacheinander 34 m unterhalb der Stollensohle, die 80 m-Sohle, nach je 40 weiteren Metern die 120 m- und die 160 m-Sohle aufgefahren

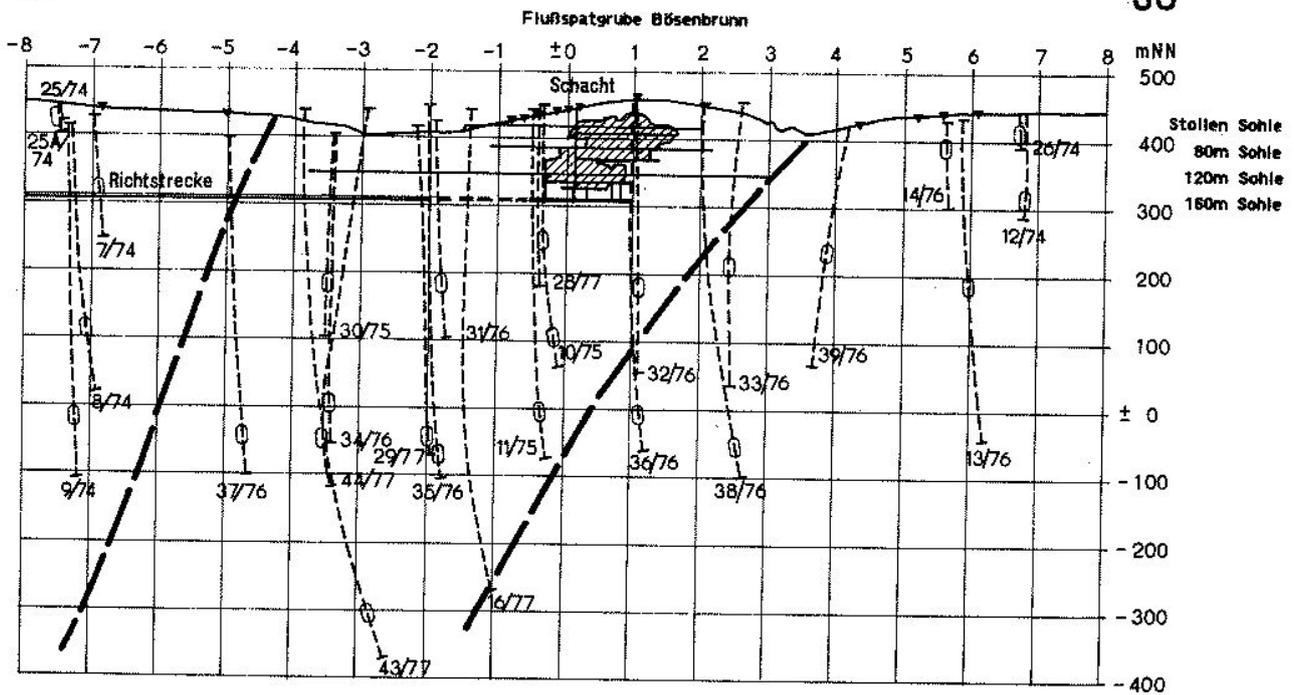
110 NW

SO



NW

SO



**Erkundungsbohrung**

- 1/74 vollständige Bezeichnung:  
Böu 1/74
- durchörterter Hauptgangzonenbereich
- Erkundungsschürfe
- abgebaute Gangflächen
- Grenze der Lagerstätte
- Schnittlinienspur und -nummer

Abb. 69:

Die Aufschlußsituation  
in der Fluoritlagerstätte  
Bösenbrunn-Grüne Tanne

Seigerriß



worden. Dabei verfuhr man nach der gleichen Erkundungsstrategie (Gangstrecken, alle 15 - 20 m Querschläge) wie in Schönbrunn (Abschnitt 4.2.). Die geologische Dokumentation erfolgte im Maßstab 1 : 50, die Rißzulage der geologischen Situation in den Maßstäben 1 : 250 und 1 : 1.000. Im März 1958 sind die Vortriebsarbeiten beendet worden. Nach der Demontage der Pumpen, Gleise, Rohrleitungen und Lutten stieg das Wasser bis zur Stollensohle. Der Schacht wurde zur Absicherung von der Stollensohle bis Übertage ausgemauert und mit einem Betondeckel verschlossen.

Im Bereich der Grünen Tanne sind in dieser Zeit keine Untersuchungen gelaufen, abgesehen von Schurf- und Bohruntersuchungen der Sächsischen Such- und Schurfexpedition der SDAG Wismut im Zeitraum 1956 - 1959, wobei die Bohrung 266 Fluorit antraf und damit einen verborgenen Fluoritkörper, der nicht die Tagesoberfläche erreicht.

#### *Zeitraum 1960 - 1970*

Im Zuge der geologischen Neukartierung des Meßtischblattes 5538 (142) (Plauen Süd) durch den VEB Geologische Erkundung Süd, Freiberg, sind auch im Bereich der Lagerstättenstrukturen zwischen 1960 und 1966 geologische Aufnahmen im Maßstab 1 : 5.000 ausgeführt worden.

Seit 1965 kamen pedo- und hydrogeochemische Prospektionsarbeiten und revidierende Oberflächenkartierungen zur Vorbereitung von Prognosearbeiten auf Fluorit im Gebiet Schönbrunn - Bösenbrunn hinzu.

#### *Periode 1972 - 1980, Erkundung durch den VEB Geologische Forschung und Erkundung*

Mit der Zielstellung, die Lagerstättenstruktur Bösenbrunn/Grüne Tanne zur Ergänzung des langfristigen Vorratsvorlaufs für die Grube Schönbrunn geologisch zu erkunden, wobei die gleichen Teilziele, wie unter Abschnitt 4.2. ausgeführt, verfolgt wurden, führte man auf 3 km Strukturlänge ein großzügiges komplexes Erkundungsprogramm aus.

#### *Dazu gehörten*

- Geophysikalische Oberflächenvermessungen mit den Methoden Elektromagnetik, Widerstandselektrik, Magnetik zur Ortung und Verfolgung der Lagerstättenstruktur im Unverritzten von 1972 bis 1975
- Altbergbau-(Pingen-)Kartierung von der Grünen Tanne bis einschließlich der Michaelis-Fdgr.
- Schürfprogramm, Aushub von 24 Schürfen (1.020,5 m Summenlänge) von 1973 bis 1976. Die Aufschlüsse wurden querschlägig, teilweise über geophysikalischen und pedochemischen Indikationen in 100 - 200 m Abständen bei tauben Lagerstättenstrukturbereichen und 25 m bei Flußspatgängen im Bereich der Grünen Tanne angelegt.
- 58 übertägige Bohrungen, ausgeführt als schräge Kern-

bohrungen (18.957 Kernmeter) zur Untersuchung der Hauptgangzone, an den Flanken mit 50, 150, 300 und 400 m Teufe, sonst 250, 300, 500 m Teufe, in den Abschnitten Bösenbrunn und Grüne Tanne auch tiefer (bis 700 m), auf Bohrprofilen in 150 - 200 m Abständen. In allen Bohrungen wurden bohrlochgeophysikalische Vermessungen nach dem gleichen Methodenprogramm wie in Schönbrunn ausgeführt.

- Untertageerkundungsprogramm im Bereich der Grünen Tanne: von der Flußspatgrube Schönbrunn aus wurde von 1965 mit Unterbrechungen bis 1974 ein Richtquerschlag im Niveau der 173 m-Sohle (= 160 m Bösenbrunn) zur Flußspatgrube Bösenbrunn aufgeföhren. Nach dem Anschluß ans Schönbrunner Grubengebäude und der Entwässerung der Bösenbrunner Aufföhierung begann unmittelbar danach die geologische Untertageerkundung der Lagerstättenstruktur nordwestlich der Flußspatgrube Bösenbrunn. Zunächst ist ab "Gang 3", 130 m nordwestlich des Schachtes Bösenbrunn, eine Umföhierung bis zur Durchhörterung der Hauptgangzone 100 m nordwestlich des Streckenendes der alten 160 m-Sohle aufgeföhren worden. Im Liegenden der Hauptgangzone führte man auf der Richtstrecke zur Grünen Tanne über 300 m Untersuchungen der Hauptgangzone durch Horizontalbohrungen aus kurzen "Bohrquerschlägen" in 100 m Abstand aus. Da sich das Liegende der Hauptgangzone im ordovizischen Schiefer als wenig standfest erwies, entschloß man sich zur erneuten Durchföhierung der Hauptgangzone und Weiterföhierung der Richtstrecke in den hangenden standfesten oberdevonischen Vulkaniten. Von hier aus wurde die Untersuchung der Hauptgangzone mit Horizontalbohrungen fortgesetzt. Ab 950 m nordwestlich des Schachtes Bösenbrunn befand sich die Richtstrecke unmittelbar vor der Grünen Tanne. Die Abstände des Ansatzes der Untertagehorizontalbohrungen wurden auf 50 m verkürzt. Der Querschlag 11 (1.150 m nordwestlich des Schachtes Bösenbrunn) wurde nach SW bis zur vollständigen Durchhörterung der Hauptgangzone aufgeföhren. Sie erwies sich hier noch als taube Quarzgang- und Trümerzone. Erst 70 m weiter nordwestlich brachte der Querschlag 12 einen guten Flußspatanbruch. Daraufhin stellte man den weiteren Vortrieb der Richtstrecke ein und fuhr in Flußspatgangstrecken nach SO und NW weiter. Von diesen aus ist die Hauptgangzone durch längere Querschläge in 50 m Abstand und dazwischen durch kurze Tastquerschläge bis zum vollen Aufschluß der Flußspatgangsalbänder erkundet worden. Die bergmännische Erkundung der angetroffenen Flußspatmittel der Grünen Tanne wurde durch Überhauen und Zwischensohlen bis zu ihren oberen Endschäften durch sogen. Feldstrecken und Schweben in 15 m Abstand weitergeföhrt. Die Erkundungsaufföhierung ist nach Feststellung der Vertaubung der Hauptgangzone im Nordwesten 1979 beendet worden. Es wurden insgesamt 3.057 m Streckenvortrieb und 1.560,5 Untertagebohrmeter realisiert. Die geologische Dokumentation erfolgte bei Schürfen und Untertageaufföhierungen im Maßstab 1 : 50, wobei bei letzteren zur Fotodokumentation übergegangen wurde. Die Zulage ist dann auf Tage- und Sohlenrissen in den Maßstäben 1 : 250 und 1 : 1.000 vorgenommen worden. Die Erkundungsbohrungen sind auf gleiche Weise wie in Schönbrunn (Abschnitt 4.2.) dokumentiert worden.

Auch für die Lagerstättenstruktur Bösenbrunn/Grüne Tanne ist ein komplexes geologisches Lagerstättenmo-

dell als Serie von geologischen Schnitten und Rissen im M. 1 : 1.000 erarbeitet worden (KUSCHKA 1981). Dazu gehören thematische Seigerrisse mit geologisch begründeter Extra- und Interpolation der Darstellung bis 1.000 m Teufe in Bezug auf

- Gesteinslagerung und Lithostratigraphie
- Lagerstättengeologie und Tektonik
- Verteilung der einzelnen Abfolgen der Mineralisation
- hydro- und ingenieurgeologische Situation.

*Periode 1980 - 1988, Betriebserkundung der Grünen Tanne*

Im Jahre 1980 wurde auf der 293 m-Sohle Schönbrunn mit der Auffahrung eines tiefen Richtquerschlagens zur Grünen Tanne begonnen. Nach Erreichen dieser Lagerstättenstruktur im Jahre 1985 fuhr man im Hangenden der Hauptgangzone eine Richtstrecke und von dieser alle 50 m Querschläge bzw. "Bohrerschläge" mit Horizontalbohrungen zur Untersuchung der Hauptgangzone auf. Da keine bauwürdigen Fluoritmittel angetroffen wurden, stundete man die weitere Untersuchung nach Auffahrung eines kurzen Überhauens ab 1988, ohne den hoffigen Bereich der 160 m-Sohle vollständig unterfahren zu haben.

Im Bereich der Flußspatgrube Bösenbrunn erfolgten keine Betriebserkundungen, dafür Abbauvorbereitungen und Spatgewinnung nahezu bis zur Erschöpfung der Vorräte oberhalb der 160 m-Sohle.

## 5.3 Geologie der Lagerstätte

### 5.3.1 Der geologische Rahmen

Die Lagerstättenstruktur von Bösenbrunn/Grüne Tanne kann als Störungsteilsystem aufgefaßt werden, an dem in der Summe erhebliche Verschiebungen stattgefunden und zu unterschiedlicher Lagerung des Hangend- und Liegendkomplexes geführt haben. Das ist aus der geologischen Karte (Karte 1) deutlich ersichtlich. Im Bereich des mittleren Strukturabschnitts stehen im Hangenden oberdevonische Gesteinsserien ordovizischen im Liegendkomplex gegenüber. Zum Südostende der Struktur gleichen sich die Niveauunterschiede bis zum Ausklingen des Störungssystems vollkommen aus. Auch im NW-Strukturabschnitt Grüne Tanne verlieren sich im Hangenden der beiden flach fallenden W-O-Störungen von Kulm über kurze Distanz die Niveauunterschiede zwischen Hangend- und Liegendscholle.

Zwischen der Lagerung der Schichten des oberdevonischen Verbandes und des ordovizischen Schichtenverbandes bestehen bemerkenswerte Unterschiede. Das oberdevonische Schichtenpaket fällt flach bis mittelsteil nach Norden ein, während die Schichten des Ordoviziums bis Mitteldevons bei stärkerer Schieferung im Tagesausbiß eine unruhige Lagerung mit Kuppel- und Gewölbebildungen bei fast umlaufendem, vorwiegend W-O- und NO-SW-Streichen aufweisen.

Das zu den NO-Flankenstörungen des Triebeler Horstes (Querelementes) gehörende, generell NNW/NW-SSO/SO-streichende Störungssystem von Bösenbrunn/Grüne Tanne weist an seiner Hauptstörung die größten Verschiebungsbeträge auf und ist aufgrund des Lageunterschiedes zwischen Hangend- und Liegendscholle als Abschiebungssystem anzusprechen. Der Summeneffekt der Abschiebungen ist im Ergebnis der Denudation und der disharmonischen Faltung nur in der Größenordnung bestimmbar. Er ist in den einzelnen Strukturanschnitten unterschiedlich:

- von Profil -23 bis -17: ca. 30 m
- von Profil -17 bis ca. +1: etwa 600 - 800 m
- ab Profil +1 bis +9: ca. 400 m

Etwa 3,2 km südöstlich des Profils +9 ist die Verschiebung ausgeglichen.

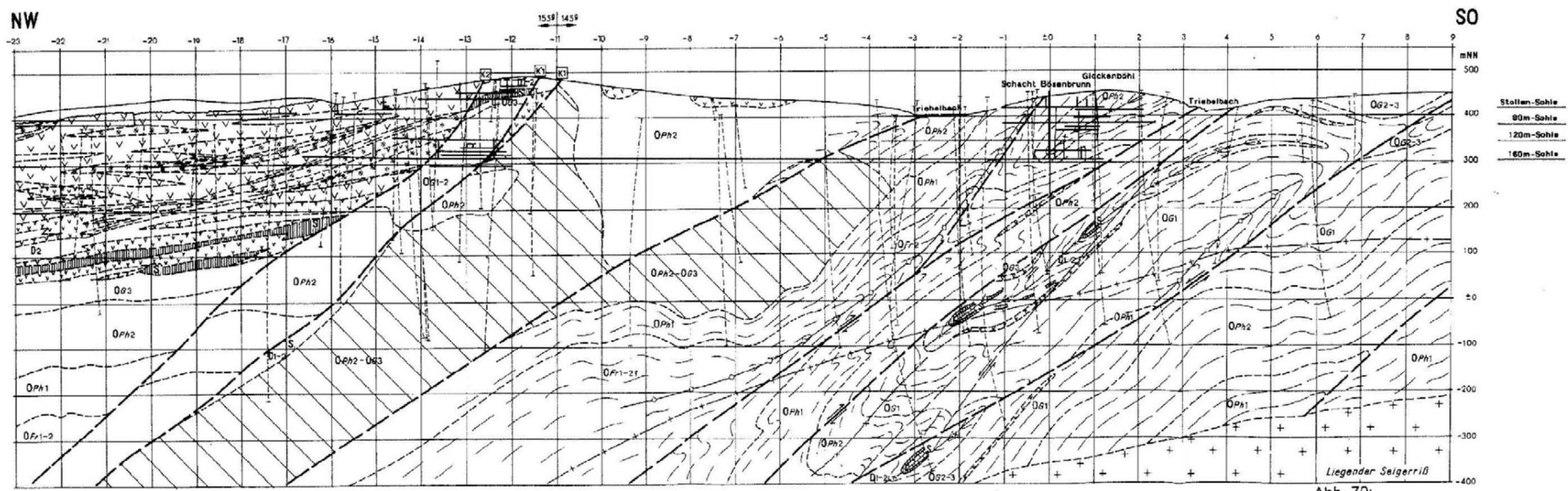
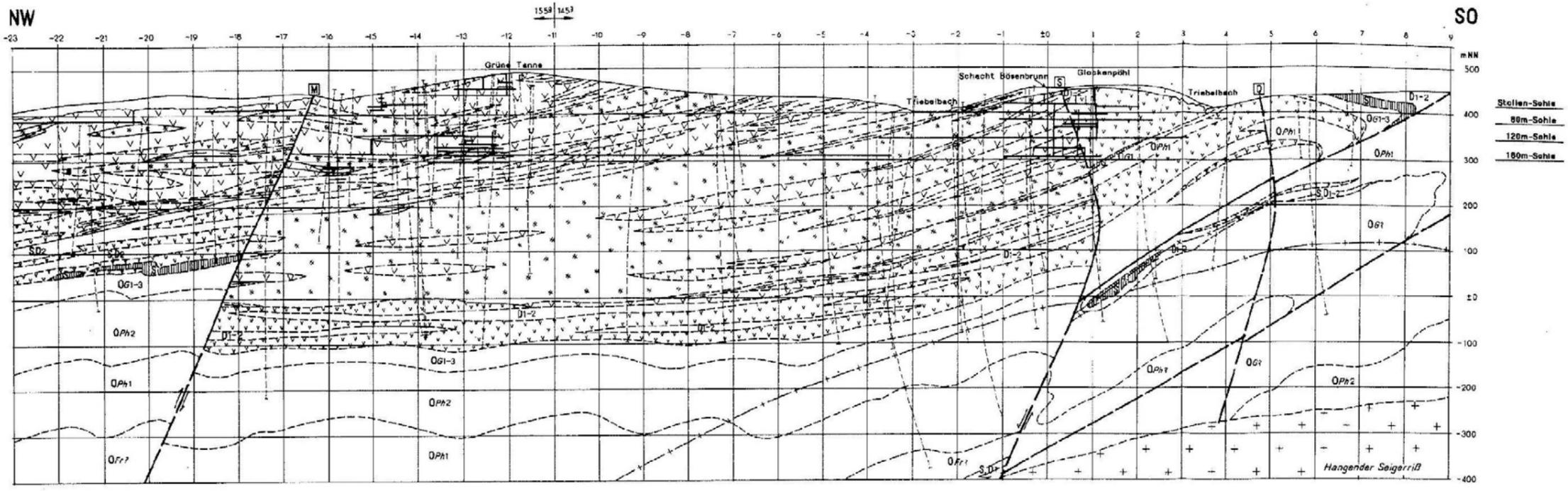
#### *Lagerungsverhältnisse im Liegendkomplex*

Diese können am besten im lithostratigraphischen Längsschnitt (Abb. 70) und in der Karte der tektonischen Lagerung (Karte 3) studiert werden. Die Schichten des Ordoviziums bis Mitteldevons sind nur im äußersten Nordwesten relativ ungestört, werden aber im Bereich der Kulmer Störungen staffelartig aufgeschuppt. Im Liegenden dieser Störungen zeigt die Schichtfolge an NO-SW-gerichteten, SO-vergenten Großfalten, die nach SO bei gesteigerter Raumverengung in gefaltete disharmonische Spitzfalten und schließlich in Verschuppungen übergehen, eine beträchtliche Einengung. Unterhalb des südlichen Triebelschnittes am Glockenpöhl schneidet die Lagerstättenstruktur unter einem Winkel von ca. 100° eine schmale Tauchfalte mit eng beieinander liegenden Mulden- und Sattelachsen, stark ausgedünnten Faltenchenkeln sowie Überschiebungen an erzgebirgisch streichenden Störungen. Dabei tauchen mit 25 - 75° NNW-Neigung in der Faltenmulde silurische bis mitteldevonische Schichten wahrscheinlich bis 1.000 m Teufe hinab. Am Faltensattel wurden die Schichten der Frauenbachserie bis ins Niveau der 160 m-Sohle emporgehoben.

In diesen Lagerungsverhältnissen drückt sich sehr deutlich der Bau des SO-Flankenbereiches des NO-SW-gerichteten Zentralsächsischen Lineaments aus (vgl. Abschnitt 3.).

Nordwestlich des Glockenpöhls enthält der Liegendkomplex eine Querfalte deren Sattelachse bei NW-SO-Streichen parallel zum Störungssystem von Bösenbrunn/Grüne Tanne verläuft. Diese ebenfalls zur sudetischen Phase angelegte Querstruktur läßt sich entlang der Kulmer Störungen und des Liegenden des Neumühlen-Störungssystems bis nach Geilsdorf verfolgen. Sie gehört zum Triebeler Querelement und zu dessen ältester Anlage.

Die *Granitplutonoberfläche* im Bereich des Störungssystems von Bösenbrunn/Grüne Tanne wurde auch von den tiefsten Erkundungsbohrungen nicht angetroffen.



Oberkarbon		Unter- bis Mitteldevon		Ordovizium	
	Granit		Diabas (intrusiv)		Ordovizische Schluffschiefer (Phycodolfolge)
	Kontakthof		Ton- und Schluffschiefer		Ordovizische Schluffschiefer (Frauenbachfolge)
Unterkarbon		Silur		Geologische Grenze, sicher, unsicher	
	Splitt - Tuffe, ungliedert		Saproelite, Kieselschiefer, lokal mit Kalksteinen		Störungen, Schuppenstörungen
	Spliite, ungliedert	Ordovizium			Sattellachsen
	Spliite, ungliedert		Ordovizische Schluffschiefer (Gräfenthaler Serie)		Muldenachsen
	Pelite und Psammite, ungliedert	des Falten- und Schuppenbaus			

Abb. 70:  
Gesteinslagerung  
der Flußpatlagerstätte  
Bösenbrunn - Grüne Tanne  
im Hangenden und im Liegenden  
im Seigerriß



zusammengestellt KUSCHKA 1993  
nach HUEBSCHER 1990

fen, ihre Raumlage aber mittels Gravimetrie und Reflexionsseismik ermittelt (Abb. 11). Nach Konstruktionen geologischer Schnitte mit NW-SO- und NO-SW-Verlauf (Abb. 7, 8) konnte mit Hilfe der Granitoberflächenreliefkarte die Teufenlage des Granits im Bereich des Glockenpöhls bei Bösenbrunn mit ca. 750 - 650 m unter der Tagesoberfläche bestimmt werden.

Kontaktmetamorphe Veränderungen im Nebengestein wurden mit den Bohrungen Böu 43/77; 29/77; 35/76; 18/77; 11/75; 36/76; 33 und 38/76 sowie 13/76 nachgewiesen.

#### *Lagerungsverhältnisse im Hangendkomplex*

Im Hangendkomplex herrschen, vor allem den disharmonisch verfalteten Schichtenkomplex von Ordovizium bis Silur betreffend, analoge Verhältnisse wie im Liegenden. Die Unterschiede bestehen in der z. T. erheblich größeren Teufenlage der vormitteldevonischen Schichtenpakete und deren Überlagerung durch insgesamt 400 - 550 m mächtige devonische (D1-D3) Schichten. Letztere sind (Abb. 70) beckenartig, relativ flach und ruhig gelagert, ähnlich dem Hangenden der Schönbrunner Struktur.

*Innerhalb des Störungsteilsystems von Bösenbrunn/Grüne Tanne* ist das Gestein in große Scherlinsen zerlegt, die im Verlauf der Bewegungen im System mehrfach gegeneinander verschoben wurden. Z. B. wurde im Bereich der Grünen Tanne eine rd. 60 m lange Linse unter- bis mitteldevonischer Schiefer ins Niveau oberdevonischer Gesteine verlagert. Die größte linsenförmige Scholle wird am Glockenpöhl (Bösenbrunn) von der Hauptstörung (Störung H) und der Liegenden Hauptgangzone (mit Störung B) vom Störungssystem eingeschlossen. Sie ist 950 m lang und bis 150 m mächtig. Diese Scholle gehört zum Liegendkomplex und ist relativ zu ihrem Liegenden um ca. 10 m verschoben.

### **5.3.2 Lagerstättentektonik**

Die Lagerstättenstruktur Bösenbrunn/Grüne Tanne läßt sich über rund 7 km Länge verfolgen. Drei Abschnitte mit unterschiedlicher Mineralisationsintensität können von SO nach NW unterschieden werden:

1. Südostabschnitt zwischen dem "Triebeler Pfahl" und dem Glockenpöhl. Dieser rund 2,5 km lange Abschnitt besteht aus einer nicht mineralisierten Störungszone, die sich gegen das SO-Ende hin verliert.
2. Abschnitt Bösenbrunn/Grüne Tanne, der anschließend als Flußspatlagerstättenstruktur näher beschrieben wird und
3. die Nordwest-Fortsetzung von der Grünen Tanne bis zum Elstertal. Das Störungssystem ist in diesem Abschnitt bei ca. 165<sup>9</sup> Generalstreichen und ca. 75<sup>9</sup> NE-Fallen relativ schwach ausgeprägt, wie schon die geringen Teufenunterschiede des Hangend- und Liegendkomplexes zeigen. Die Mineralisierung besteht

über 0,6 km Länge in geringmächtigen Quarz-Karbonat-Trümmern.

#### **5.3.2.1 Störungstektonik des Zentralteils mit NW- und SO-Flanke**

Das Kernstück des gesamten Störungssystems ist der 3 km lange Zentralteil einschließlich der NW- und SO-Flanke, mit einer ausgeprägten Hauptgangzone, deren Mineralgänge und -trümer sich im Abschnitt Bösenbrunn am Glockenpöhl und im Abschnitt Grüne Tanne am Hohen Kulm konzentrieren.

Die systemzugehörigen Einzelstörungen streichen zwischen 120 - 190<sup>9</sup> und fallen zwischen 50<sup>9</sup> und 90<sup>9</sup>, überwiegend jedoch mit 65 - 75<sup>9</sup> nach NO ein. Gegensinnig fallende Störungen sind selten. Die Längs- und Diagonalstörungen sind gekrümmtflächig, so daß - wie in Schönbrunn - Scherlinsengroßgefüge ausgebildet ist. Die Mächtigkeit der Lagerstättenstruktur schwankt über große Erstreckungen zwischen 5 m und 15 m. In Kreuzungs- und Aufspaltungsbereichen, wie in der Grünen Tanne und am Ende der Großscholle am Glockenpöhl, kann die Struktur Mächtigkeiten bis 100 m und mehr annehmen.

Unter der Vielzahl von Einzelstörungen sind einige deutlich stärker ausgeprägt und haben "Hauptstörungscharakter".

Durch Kreuzungen, An- und Abscharungen führten diese Störungen zu mehreren Aufspaltungen und Auskeilungen der Lagerstättenstruktur und determinierten auch die Verteilung tauber Mylonitbereiche sowie unterschiedlicher Gangmächtigkeiten und -ausbildungen.

*Die Störung H* (Abb. 73, 74) ist die bedeutendste Störung mit 600 - 800 m Sprunghöhe. Sie begleitet die Hauptgangzone von Südosten her bis zur Grünen Tanne und dem Abscharen der Kulmer Störungen. Im Abschnitt Grüne Tanne wechseln ihre Raumparameter von 145 - 165<sup>9</sup>/65 - 75<sup>9</sup> NO, im Zwischengebiet 145 - 155<sup>9</sup>/70<sup>9</sup> NO und im Abschnitt Bösenbrunn im Nordwesten 100 - 120<sup>9</sup>/50 - 80<sup>9</sup> NO und Südosten 170<sup>9</sup>/45 - 90<sup>9</sup> NO. Die Störung H bildet in ihrem Verlauf bald die Hangend- bald die Liegendbegrenzung der Hauptgangzone und kreuzt dieselbe mehrmals.

*Die Störung B* (Abb. 71, 72) scharft im Zwischengebiet mit 70<sup>9</sup> nach NW mit zur Teufe einschiebender Scharlinie von der Störung H ab und begleitet nach SO, im Gebiet Bösenbrunn (am Glockenpöhl), den liegenden Ast der Hauptgangzone mit 130 - 160<sup>9</sup> Streichen und 65 - 85<sup>9</sup> NO-Fallen. Auch diese Störung durchschlägt in ihrem Verlauf die Hauptgangzone mehrmals und bildet bald die Liegend-, bald die Hangendbegrenzung.

Im Bereich der Grünen Tanne treten wegen der komplizierteren Situation der Aufspaltung und Abscharung der Kulmer Störungen mehrere markante Störungen auf:

*Die Störungen K<sub>1</sub> und K<sub>2</sub>* (Abb 73, 74) gehen aus der

