

Die nächst jüngere Folgenngruppe Fluorit-Quarz ist, von einer dünnen Keilquarzlage und etwas hämatitführendem Chalcedon vertreten (pauperierte Ausbildung der Fgr. flq). Die jüngere Mineralisation setzt mit Rotem Hornstein ein, der wohl zur Folgenngruppe hmba zu zählen ist. Rotbaryt fehlt allerdings, ebenso die Paragenesen der Folgenngruppe bafl und gas. Die Mineralisation setzt erst wieder mit Paragenesen der Folgenngruppe Karbonate-Sulfarsenide (krsfas) ein. Diese bestehen aus Braunspat (Dolomit/Ankerit) mit einem schwärzlichen Eisenglimmersaum und weißem Calcit in der Trumnaht (s. Abb. 70 und 118), ohne Erzsphären.

Als einziger Bergbauegegenstand und Rohstoff sind Uranerze (Uranpechblende) in vorwiegend karbonatischer Gangart anzusehen.

Geochemische Untersuchungen sind am Material aus die-

sen Gängen bisher nicht erfolgt.

12.3 Zur Ingenieur- und Hydrogeologie

Da die Schachtgebiete Kretscham und Neudorf Süd auf ein und derselben Lagerstättenstruktur liegen und benachbart sind, auch ein gemeinsames Einzugsgebiet besitzen, können beide zusammengefasst beschrieben werden. Das Schachtgebiet Kretscham liegt mit Tagesoberflächen- und Sohlenniveau von knapp +800; +772; +750 und 661 m im NW höher als das Schachtgebiet Neudorf-Süd mit 770-780 m NN Nordwesthanglage und Sohlenniveaus von 718 bis 554 m NN (s. Abb. 119). Der durchschnittliche Wasserzufluss für das Jahr 1953 wird mit 27,9 m³/h angegeben. Die Einstellung der Wasserhaltung erfolgte in der dritten Mai-dekade 1954.

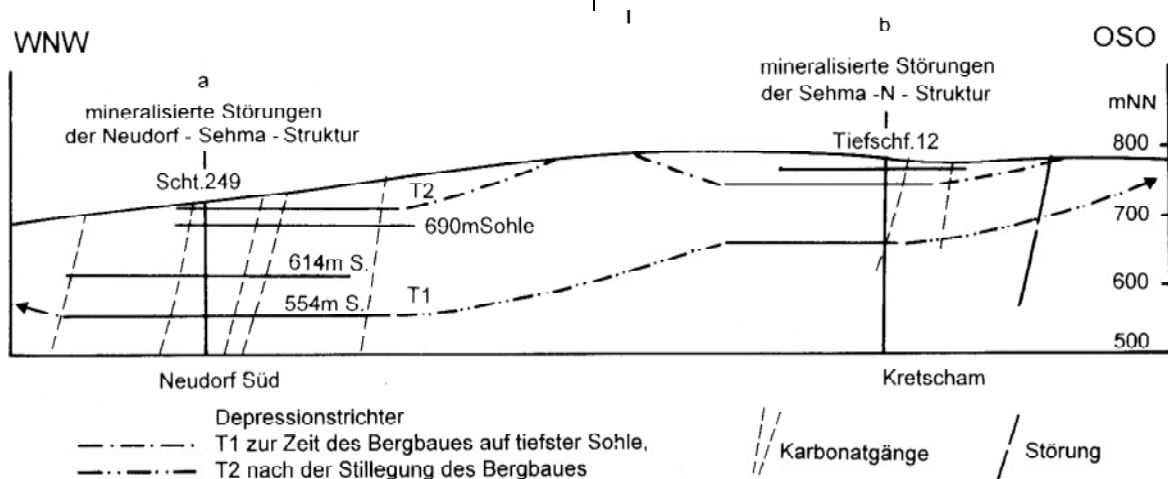


Abb. 119: Seigerriss zur Hydrogeologie der Struktur Kretscham - Neudorf-Süd

Das gemeinsame Einzugsgebiet umfasst rd. 6 km² Fläche (s. Abb. 100). Unterirdische Verbindungen beider Schachtgebiete bestehen nicht direkt, aber wohl indirekt über Störungen des Systems von Kretscham-Neudorf. Nach Messungen der Auffahrungshohlräume in erster Näherung stellt das Schachtgebiet Kretscham einen Sammler von rd. 12 265 m³ und das Schachtgebiet Neudorf-Süd von 24 410 m³ Inhalt dar.

Heute dürfte das Grundwasserniveau im Teufenbereich 2,5 m liegen. Falls Wasser aus dem Stollen des Schachtgebietes Neudorf-Süd bei 718 m NN austreten sollte, beträgt dann die Absenkung des Grundwasserspiegels bis 40 m. Der Absenkungstrichter dürfte gegenwärtig eine Länge im Streichen der NW-Struktur von 1 600 m haben.

Zur Zeit des tiefsten Grubenbetriebes betrug die Absenkung bis 200 m bei einer Depressionslänge von rd. 2,3 km.

Die ingenieurgeologischen Festgesteinseinheiten dürften jenen der Lagerstätte Niederschlag gleichen oder ähneln, bei jedoch wohl geringerer Entfestigung.

Hydrogeologisch kann das Gebirge mit den Gangstrukturen als klüftungsfreundlich mit mäßiger tektonischer Beanspruchung angesprochen werden.

Damit käme für die Abschätzung der Grundwasserspende die Schlüsselkurve II.2 nach KRAFT & SCHRÄBER (1982) infrage.

Die Transmissivität ist mit $T = 10^{-4} \cdot m^2 \cdot s^{-1}$ einzuschätzen.

Bei der vorliegenden jahresdurchschnittlichen Niederschlagsmenge von $N = 1\,050$ mm/a lässt sich die Grundwasserspende abschätzen mit

$$qu: 3,5 \dots (4,4) \dots 5,2 \text{ l/s/km}^2$$

Entsprechend des vorliegenden oberirdischen Einzugsgebietes von 6 km² dürfte der Zufluss zu den Grubenräumen insgesamt 21...(26,4)...31,2 l/s oder 1,26...1,58...1,87 m³/min betragen.

13 Mineralgänge zwischen Luxbach und Talsperre Cranzahl

Zwischen der Höhe „Feuerturm“, der Talsperre Cranzahl und Bärenstein ist durch Lesesteinkartierung eine Gruppe von 16-19 Quarz-Hämatit-Gängen, z. T. mit Baryt und

Spuren von Fluorit nachgewiesen worden.

Diese Gänge lassen sich weder der Störungszone Scheibenberg-Niederschlag-Kovářská noch der Johannesstruktur (mit Ausnahmen) zuordnen. Eine Zusammenstellung der wichtigsten festgestellten Parameter - Streichen, Fallen, Mächtigkeit und Mineralisation - gibt Tabelle 32.

Tab. 32: Mineralgänge zwischen Luxbach, Talsperre Cranzahl und Bärenstein

Ganggruppe/Gang (Nr.)	Raumlage (°)		beobachtete Ganglängen (m)		geschätzte Mächtigkeiten (m)	beobachtete Mineralisierung (Fgr.)
	Streichen /	Fallen	n. Lesesteinen	Altbergsauspuren		
Bärenschneisen-Gänge						
Nr. I	145 /	steil SW	120	10	<0,3	Quarz, Chalcedon + Hämatit (flq) Baryt, weiß, Fluorit (baf)
Nr. II	145 /		200	10	<0,3	
Nr. III	145-160 /		600*)	10	<1,0	
Nr. IV	175-140 /		700	100	<1,0	
Nr. V	160-130 /		400	-	<0,5	
101-Pingenzug (0,4 km östl. Schacht 327)	150 /	unbekannt	150	60	<0,5	Quarz, Chalcedon + Hämatit (flq) Baryt, rot (hm)
Pascherweg-Gänge (+ Trümer)						
Nr. I	140-120 /	65 SW	1000	100**)	<1,2	Quarz, Chalcedon + Hämatit (flq) mit Baryt, rot (hm) zusätzlich Baryt und Fluorit
Nr. II	140-120 /	65-75 SW	1300	100**)	<1,2	
Nr. III	135-148 /	60 SW	500	2 Pingens (P.)	<1,5	
Moritzbach-Gangtrümer						
Nr. 1	140-155 /	unbekannt	650	einzelne P.	<0,3	Quarz, Chalcedon + Hämatit (flq) mit Baryt, rot (hm)
Nr. 2	130-165 /		700	einzelne P.	<0,3	
Nr. 2a	130 /		250	-	<0,3	Quarz, Chalcedon + Hämatit (flq) mit Baryt, rot (hm) und weiß, Fluorit (baf)
Nr. 2b	160 /		120	-	<0,3	
Klappermühlweg-Gangtrümer Nr. I (Zusammenhang mit Communzeche)	165-150 /	unbekannt	110	200	<0,5	Quarz, Chalcedon + Hämatit (flq) stellenweise mit rotem Hornstein und Baryt, rot (hm)
Nr. Ia	135-175 /		400	-	<0,3	
Nr. Ib	135 /		250	-	<0,3	
Nr. II	170 /		260	200	<0,3	
Nr. IIa	130 /		180	180 U.	<0,3	
Nr. IIb	165 /		160	-	<0,3	
Frisch-Glück-Südgang	um 140 /	unbekannt	500	Spuren	<0,3	Quarz, Chalcedon + Hämatit (flq, hm) + Baryt, rot (hm)
Prinz-Joseph-Flacher	gegen 140 /	unbekannt	400 Prinz-Stolln	Joseph-	0,2-0,3	Quarz, Co-Ni-Sulfarsenide (qas) Baryt, weiß, CoNi-Sulfarsenide (baf, qas)
Weißholder Stln.	um 15 /		350		0,2-0,3	
Unben. Mgg.	70 /		400		0,1	

*) Fortsetzung über 0,4 km in die Liegend-Gänge der Scheibenberg-Niederschlag-Kovářská-Störungs- und Mineralgangsysteme

***) Gehört zu den NW-Gängen des Schachtgebietes 111/133

Die Beobachtungen lassen folgende lagerstättengeologische Verallgemeinerungen zu:

- Die vorwiegend NW (WNW bis NNW)-streichenden Gänge dürften steil nach SW fallen. Fallwerte sind je-

doch nur von wenigen bekannt.

- Bei den Gängen handelt es sich vorwiegend um mineralisierte krummflächige Störungen von Zerrspaltencharakter, überwiegend stärkere Gesteinsbrekzien führend. Die meisten dieser Gänge sind unter 0,3 m mächtig.

In den Gangzügen der Bärenschneise und des Paschweges können lokal auch Mächtigkeiten bis zu 1,5 m über wenige hundert Meter vorkommen. Die Mehrzahl dieser Gänge waren den Alten bekannt und durch Schürungen, evtl. Duckelbergbau untersucht, aber wegen geringer Eisenerzführung, fehlender anderer brauchbarer Vererzung wohl bald wieder liegen gelassen. Die Namen dieses Bergbaues sind nicht mehr bekannt.

- Den wesentlichsten Anteil an der Mineralisierung stellen Paragenesen der Folgegruppe flq, aber auch qhm, evtl. extrem pauperiert qu, denn die SAG Wismut hat diese Gänge nicht bebaut, höchstens radiometrisch untersucht.
- Stellenweise treten wohl meist im Dekameterbereich

Rot- und Weißbaryt der Folgegruppen hm_{ba} und ba_{fl} auf. Fluorit ist nur stellenweise, meist pedogeochemisch, angetroffen worden.

- Wenn auch die Rohspäte dem Baryt-Quarz-Typ, weniger dem Baryt-Fluorit-Typ, zugeordnet werden können, sind doch die Mengenparameter aufgrund der geringen Mächtigkeiten, Längs- und wohl auch Teufenerstreckung so gering, dass sie nie wirtschaftliches Interesse zu erregen vermögen.

Die Pingens und Halden wurden von KREUSCH (1970) beprobt, die Bodenproben spektrochemisch auf Ba und F untersucht. Die Analyseergebnisse sind zur Stützung der paragenetischen Erkenntnisse verwendet worden und gingen in die Gangdarstellungen der mineralogenetischen Karte (Abb. 5) mit ein.

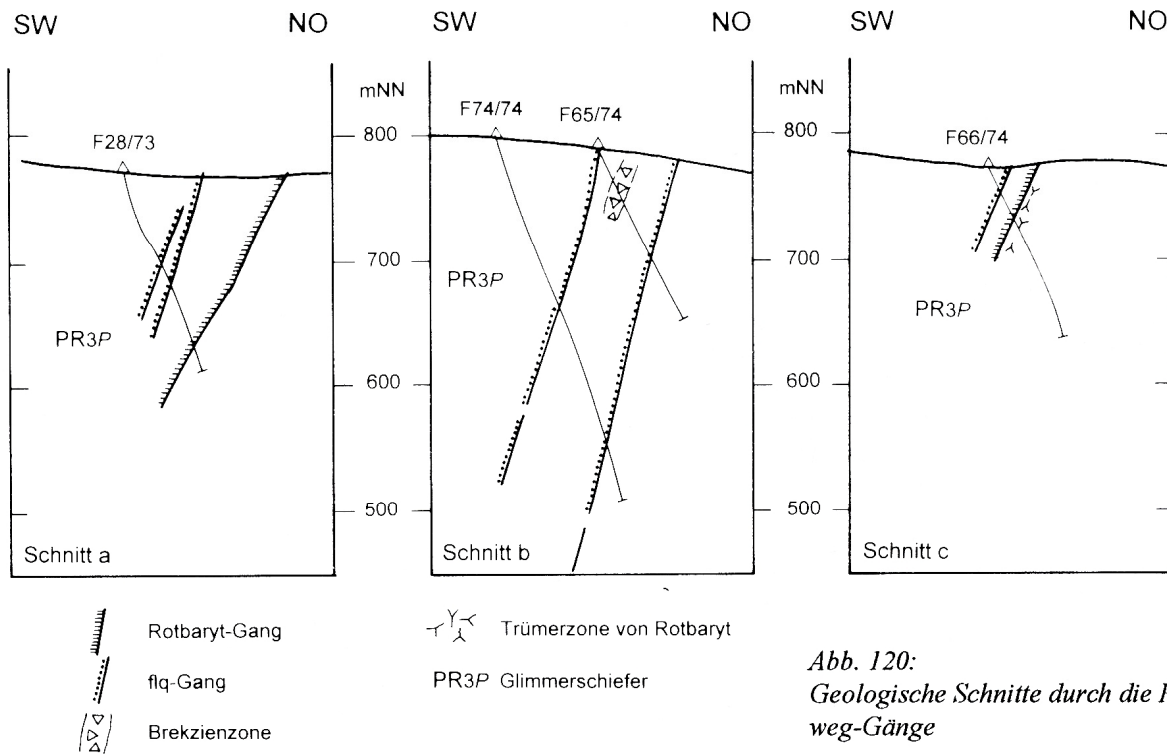


Abb. 120:
Geologische Schnitte durch die Pascherweg-Gänge

14 Zum Alter und zur Genese der Lagerstätte Niederschlag und der benachbarten Mineralgänge

14.1 Ältere und derzeit diskutierte Genesemodelle

Die hydrothermalen Mineralisationen des Mineralgangsystems von Bärenstein-Niederschlag-Kovářská gehören zu einem Gürtel gleichartiger Mineralbildungen in den mittel- und westeuropäischen Grundgebirgseinheiten, der sich von den Sudeten über das Böhmisches Massiv, Erzgebirge, Thüringer Wald, Harz, Rheinisches Massiv, Schwarzwald-Vogesen, Massif Central zum Amerikanischen und Hesperidischen Massiv sowie Cornwall erstreckt.

Diese Hydrothermalite haben sich seit dem Oberkarbon bis zum Känozoikum in den genannten Hebungsgebieten ausgebildet. Für diese relativ gleichartigen Bildungen, die sich im wesentlichen nur lokalfaziell voneinander unterscheiden, werden heute prinzipiell einheitliche Entstehungsursachen angenommen.

H. MÜLLER (1894), der in seiner monographischen Beschreibung der Erzgänge des Annaberger Reviers auch auf Gänge im Raum Bärenstein-Niederschlag eingeht, äußert sich zur Frage der Genese zurückhaltend. Er zitiert Vertreter der damals diskutierten Lateralsekretions- und der Ascendenz-Theorie und erörtert das Für und Wider. Dazu führt er Fakten seiner Beobachtungen an, vertritt die Ab-

Scheidung der Minerale aus Thermalwässern. Hinsichtlich der stofflichen Herkunft sieht MÜLLER enge Beziehungen zum Nebengestein, insbesondere zu mineralgangbegleitenden Gesteinsgängen. Zum Beispiel nimmt er Auslaugungen von Pb, Zn, Cu aus tieferen Nebengesteinen wie Graniten und Gneisen an. Zur Altersstellung der Mineralgänge verschiedener Formationen gibt MÜLLER geologische Beobachtungen an. So sind die Zinnerz-, Kiesig-blendige- und Edle Braunspatformation jünger als Granit, Porphyry und Lamprophyry und älter als die Basalte. Die „Cobalt-Silbererz-Formation“ (co) des Annaberger Reviers sah MÜLLER als nicht älter als kretazisch an, da paragenetischer Weißbarryt den sächsischen Kreidesandstein durchtrümt. Für tertiäres Alter sprechen Beobachtungen von Kobalt-Nickelmineralbildungen im Tertiärbasalten, in dem teils die Basalte die „co-Gänge“ durchschlagen, teils jüngste Erze dieser Paragenese im Basalt zu finden waren, die jüngsten Glieder aber, die silbererzführenden Karbonate, die Basaltgänge durchsetzen.

Bis zur ersten Hälfte unseres Jahrhunderts dominierte die Hypothese von der granitmagmatischen Abkunft der Hydrothermalite (Vertreter: SCHNEIDERHÖHN 1949, OELSENER 1930-1961, BAUMANN bis 1964).

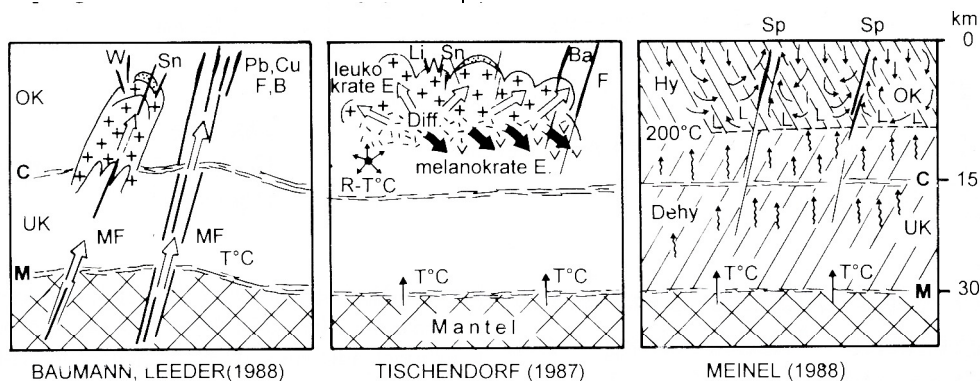
Mit der besonders in den letzten Jahrzehnten zunehmenden Einsicht in die Geochemie und physikochemischen Bildungsbedingungen sowohl der Granite als auch der Hydrothermalite und deren regionale Verteilung sowie ihrer Altersbeziehungen sprachen immer mehr Fakten gegen eine generelle Granitabkunft aller kata- bis telethermalen Gangmineralisationen. Letztgenannte Bildungen kommen sowohl intra- und perigranitisch als auch ohne jeglichen

Zusammenhang mit Granitplutonen vor, mit z. T. erheblichen Altersunterschieden.

Gegen die granitische Abkunft insbesondere der postvariszischen Hydrothermalite sprechen die Spurenelementführung und isotopengeochemischen Daten. Letztere weisen mehr auf die Krustenabkunft einiger Komponenten als auf eine magmatische Herkunft hin.

Als Alternativen zur Granitabkunft wurden drei genetische Modelle entwickelt (s. Abb. 121):

- A) Abkunft aus leukokratischer (z. B. Sn-W-Mineralisation) und melanokratischer Differentiation (z. B. Pb, Zn, Cu-Vererzungen) tiefer Krustenschmelzen (TISCHENDORF 1988).
- B) Nichtmagmatische Modelle, in denen tektonische oder diagenetisch-metamorphe Mobilisationen und Lateralsekretionen aus den Krustengesteinen als Entstehungsursache für die Hydrothermalite angenommen werden (MEINEL 1988).
- C) Mantelprozesse mit Fluida-(Volatilen-)Entgasung, Fluidawanderung durch die Kruste plus Wärmezufuhr, Auslösung von Schmelzprozessen unter Schmelzpunktniedrigung. Anreicherung von Inkompatiblen des Mantels (LEEDER, BAUMANN 1974; LEEDER 1980, 1981). Die Mantelprozesse bis hin zur Genese der Hydrothermalite sind Teilprozesse der globalen plattentektonischen Vorgänge, insbesondere der arkogenen Krustenaktivierung als Anfangsetappe des gesamten plattentektonischen Zyklus (LEEDER, WEBER 1984, BAUMANN 1984, BAUMANN u. a. 1984).



OK	Oberkruste	↑↑	Aufstieg heißen Tiefenwassers
C	Conrad Diskontinuität	↑	Abstieg kühlenden Wassers und Konvektion
UK	Unterkruste	++	Granite
M	Mohorovicic Diskontinuität	∩∩	intermediäre Magmenfraktionen
MF	Mantelfluide	∨∨	basische
Tbrz	Tiefenbruchzone	LL	Leaching-Prozesse
Sp	Spalten		
Hy	Hydrationszone		
Dehy	Dehydrationszone		
R-T°C	radiogene Wärme-Emission		

Abb. 121: Drei derzeit diskutierte Modelle für die Genese von hydrothermalen Mineralgängen

Jedes dieser Modelle vermag plausible Erklärungen für die Hydrothermalitstehung zu geben, enthält aber auch Widersprüche zum paragenetischen, physikochemischen, geochemischen und hydrodynamischen Befund.

14.2 Grundlagen für ein weiterentwickeltes Genesemodell

Mit den Ergebnissen der oben in den Kapiteln 6 und 7 referierten Untersuchungen zum Einfluss der Hydrotherme auf das Nebengestein der Mineralgänge, zur Geochemie der Gangmineralisationen auf der Grundlage der mineralogischen Paragenesenanalyse und des Kat- und Anionenbestandes, der Spurenelementführung, z. B. der Seltenerdenverteilung ergaben sich nicht nur Erkennungsmerkmale für die einzelnen Abfolgen, sondern auch Hinweise zur Stoffherkunft. Neben der Bestätigung der hydrothermalen Abkunft verweisen die Ergebnisse der ausgeführten Isotopenanalysen wie $\delta^{86}\text{Sr}/\delta^{87}\text{Sr}$ in Baryten auf eine Herkunft aus subkrustaler oder krustaler Quelle, weiter von $\delta^{204}\text{Pb}$, $\delta^{206}\text{Pb}$, $\delta^{207}\text{Pb}$ und $\delta^{208}\text{Pb}$ die des Bleies aus der Oberkruste bzw. aus dem „Orogen“ (Abb. 88).

Die Analysen der Flüssigkeitseinschlüsse geeigneter hydrothermaler Minerale mittels Thermobarometrie geben Auskünfte über Temperatur und Druck während der Hydrothermalitbildung sowie zur Quellentiefe.

Die chemischen Untersuchungen der Einschlüsse als Hydrothermenrelikte lieferten Daten zur Chemie der Hydrotherme, aus der die Minerale abgeschieden wurden. Die Isotopie des Einschlusswassers und der Einschlussgase schließlich ergaben Hinweise über die Abkunft des Hydrothermenwassers, ob meteorisches, krustenbürtiges, magmatisches bzw. juveniles Wasser.

Die Ergebnisse sind in Tabelle 22 (Beilage) dokumentiert und bilden eine wichtige Grundlage für die Klärung genetischer Fragen der Mineralisation von Bärenstein-Niederschlag. Weitere Ansätze dafür werden in Abb. 122 mit der Ableitung der Abscheidungsbedingungen zusammengestellt.

Weitere Informationen zur Genese waren aus dem Abschnitt 5.2 - Lagerstättentektonik - hinsichtlich der tektonischen Bindung der Mineralisationen und der Rolle der Deformationshöfe der Brüche für den Aufstieg und die Verteilung der Hydrotherme zu beziehen. Besonders förderlich waren dazu die Untersuchungen zur Transmissivität der Kruste und des Störungsgesteins (s. Abschnitt 12 - Hydrogeologie -).

Wesentliche Ergänzungen zur Entwicklung plausibler neuer Genesemodelle aufgrund des derzeitig vorliegenden Kenntnisstandes lieferte die umfangreichere neuere Litera-

tur, verarbeitet in der Dissertation KUSCHKA (1994), speziell zur bruchtektonischen Analyse der fichtelgebirgisch-erzgebirgischen Antiklinalzone und zum Krustenbau anhand der Reflexionsseismischen Profile EV 1, 2, Fb 01 und MVE'90, kombiniert mit gravimetrischen und geomagnetischen Daten. (Es sind Arbeiten vieler Autoren, stellvertretend zu nennen: BANKWITZ u. a. 1994, BRAUSE 1990, CONRAD u. a. 1991, 1994). Damit wurde eine Modellierung der Kruste nach tektonischen, geologischen und geochemischen Aspekten möglich. Die Untersuchungen, u. a. von St. WAGNER (1986, 1989), KRENTZ (1985), KRENTZ u. a. (1990) ermöglichten die Modellvorstellungen der thermischen Entwicklung der Kruste im Arbeitsgebiet vom Proteozoikum bis heute.

Wichtige Beiträge zur magmatischen Lithosphärenentwicklung kamen von KRAMER (1988), zur Hydrothermenkonvektion von NEUGEBAUER (1990). Die Arbeiten von HÄHNE (1984), PINNEKER (1981), KREMENETSKY (1994), BEHR (1989) und BEHR u. a. (1994) mit Auswertung von Daten aus den supertiefen Bohrungen KTB (Erbendorf) und KOLA SG 3 gestatteten die Modellierung der Paläohydrogeologie und Hydrozonierung der Kruste.

Wichtige Geneseaspekte aus Sicht der Chemo-Thermodynamik hydrothermaler Prozesse stammen von TISCHENDORF & UNGETHÜM (1964, 1965, 1968), MÖLLER (1986), SEIM & TISCHENDORF (1990), ferner von BARTH (in BARTH & KUSCHKA, 1990), um nur einige zu nennen.

Das im folgenden entwickelte Genesemodell hat nicht nur für den Raum Bärenstein-Niederschlag Gültigkeit, sondern auch darüber hinaus für die gesamte Region Erzgebirge und Umgebung.

14.3 Bau sowie Hydrozonierung der Kruste

Nach den bereits in Kapitel 7 referierten geochemischen Untersuchungsergebnissen stammt die mineralabscheidende Hydrotherme im wesentlichen aus der Kruste, und zwar aus größeren Teufen. Zur Erklärung des Chemismus und der hohen Salzkonzentration der Hydrotherme sind zunächst der geologische Bau der Kruste sowie die chemische Hydrozonierung der Krustenwässer darzustellen.

Die Abb. 123-125 illustrieren die für die Erklärung der Hydrothermalitgenese notwendigen geologischen Bauelemente in ihrer Anordnung. Dieses Modell wurde aus den in Abschnitt 14.2 genannten Grundlagen entwickelt.

Die Kruste im betrachteten Gebiet des mittleren Erzgebirges hat nach reflexionsseismischen Ergebnissen eine Mächtigkeit von 30 km. Hier bildet die Mohorovičić-Diskontinuität den Grenzbereich zwischen der Kruste und dem Oberen Mantel der Erde. Eine gewisse Häufung und Durch-

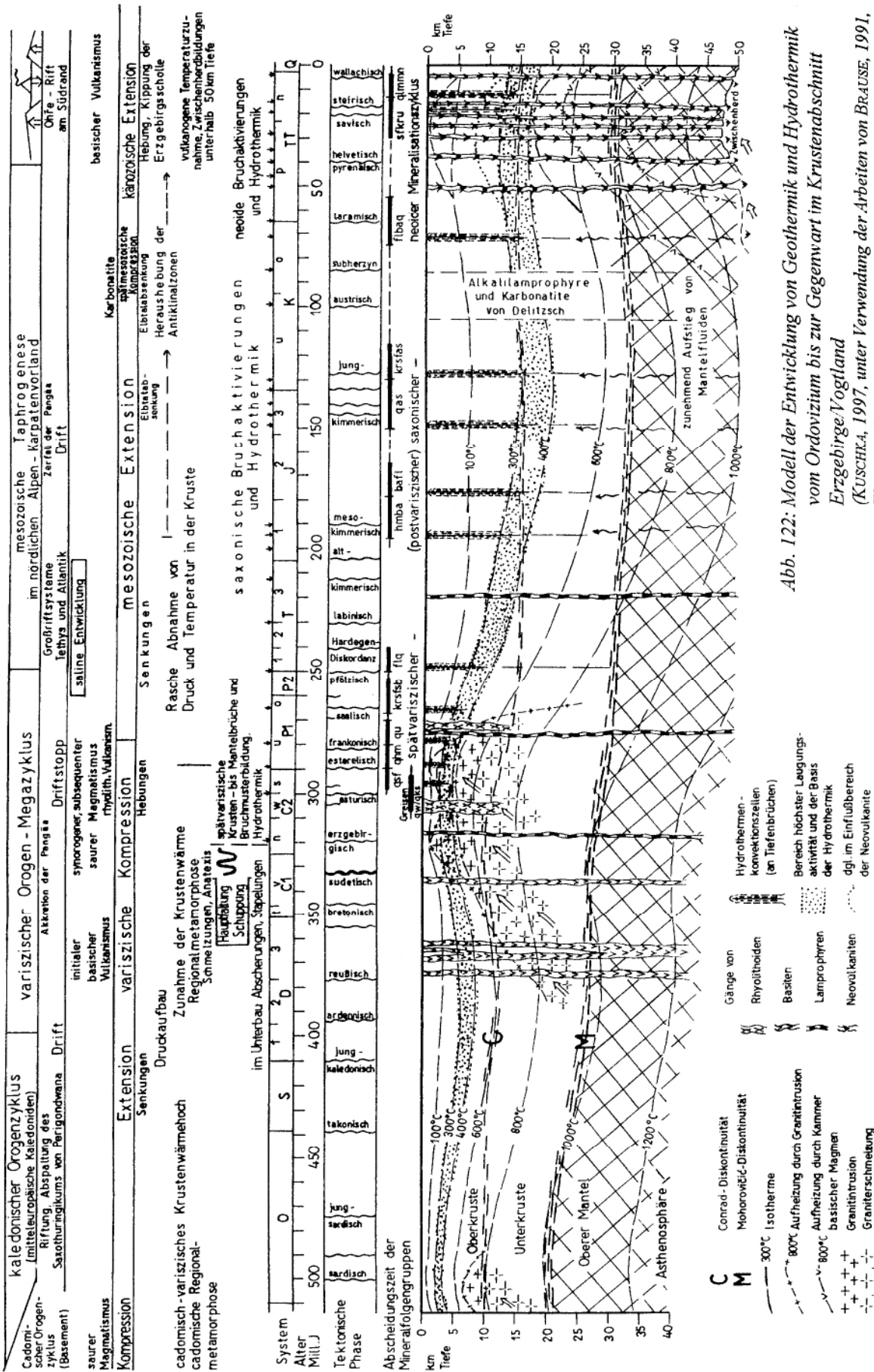


Abb. 122: Modell der Entwicklung von Geothermik und Hydrothermik vom Ordovizium bis zur Gegenwart im Krustenabschnitt Erzgebirge-Vogtland (KUSCHKA, 1997, unter Verwendung der Arbeiten von BRAUSE, 1991, WAGNER, 1989, KRENTZ, 1990, 1994, KRÄMER, 1998, CONRAD, 1983, BÄNKWITZ u. a., 1982, THOMAS u. a., 1982, NEUGEBAUER, 1990, LORENZ, 1993, 1994)

KUSCHKA (1997), unter Verwendung der Arbeiten von BRAUSE (1989), KRENTZ (1990, 1994), KRÄMER (1998), CONRAD (1983), BÄNKWITZ u. a. (1982), THOMAS u. a. (1982), NEUGEBAUER (1990), LORENZ (1993, 1994)

gängigkeit von Reflexionshorizonten wird als Conrad-Diskontinuität interpretiert und bildet die Grenze zwischen der Oberkruste und der Unterkruste, die sich in ihrer geologischen Zusammensetzung und ihrem Bau deutlich unterscheiden dürften.

Die Oberkruste besteht im betrachteten Gebiet im wesentlichen aus verschiedenen Glimmerschiefern und Gneisen des Erzgebirges überwiegend proterozoischen Alters. Gegen Nordwest, zur Zentralsächsischen Blockfugenzone hin, lagern kambroordovizische Phyllite mit eingeschuppten silurischen und devonischen Schwärzschiefern, Metabasiten und Kalkgesteinen auf. Dieses Schichtenpaket ist verfaultet und an Auf- sowie Überschiebungsflächen verschuppt. Zahlreiche permokarbone Granitintrusionen durchdringen die Oberkruste. Ihre Wurzeln reichen wohl bis in die Unterkruste hinab. Der Chemismus der Oberkruste wird vom Mineral- bzw. Elementbestand der Feldspäte, Glimmer und des Quarzes beherrscht (s. dazu Tabellen 17 und 12). Die Unterkruste wird, angezeigt durch ungleiche dichtere und reichere Reflexionshorizonte, vermutlich durch häufiger eingeschaltete Basite und/oder großräumige lentikuläre Abscherungen beherrscht. Im vorliegenden Modell wird aufgrund höherer Krustentemperaturen und größeren Druckes mit der Ausbildung zunächst vorwiegender felsischer Granulite und Anatexite gerechnet, die zur Teufe bis zum endlichen Überwiegen in der Nähe der Moho-Zone zu mafischen Granuliten übergehen. Sowohl Unter- als auch Oberkruste werden, aus Herdregionen im Oberen Mantel herkommend, von Lamprophyren und basischen Neovulkaniten durchsetzt.

Von wesentlicher Bedeutung für die Hydrothermalitgenese ist die bruchtektonische Überprägung der gesamten Kruste, ihre Zerlegung in zahlreiche Leisten- und Rhombenschollen bei unterschiedlicher Teufenreichweite der einzelnen Störungen. Wie bereits in den Kapiteln 3 und 5 ausgeführt, durchschlagen Tiefenbrüche die gesamte Kruste und setzen, zumindest teilweise, in den Oberen Mantel hinein, wie die an Tiefenbrüche gebundenen Lamprophyrgänge hervorragend belegen. Auch die Granitintrusionen zeigen Bindungen an Tiefenbrüche, insbesondere an deren Kreuzungsbereiche.

Für die Hydrothermengenenerierung ist das in der Kruste enthaltene Wasser, insbesondere dessen Chemismus, von ausschlaggebender Bedeutung. Durch Wirkung eines Faktorenkomplexes, den HÄHNE (1984) ausführlich darstellt, stellt sich eine metastabile Hydrozonierung ein.

Im Falle des Gebietes Niederschlag ist die vertikale Hydrozonierung im hochmetamorphen Grundgebirge bis zur Moho-Diskontinuität unter den Bedingungen starker Krustenerwärmung wesentlich. Sie findet ihren Ausdruck in bestimmten Veränderungen des Wasserchemismus, des Gehaltes an gelösten Salzen, der Temperatur und des Druckes

zur Teufe, bei Annahme des Anteils wasserführender Nutzporosität, wie sie in den Abbildungen 124 und 125 dargestellt sind. Die Entwicklungsgeschichte geht bis in den Zeitraum des marinen Unterkarbons an der Oberfläche zurück.

Die Anfangssituation wird durch sedimentierte pehtisch-sammittische Schlämme mit einem hohen Anteil (über 30 %) Meereswasser bestimmt. Als Anfangssalinität können 35 g/l gelöste Salze und als chemischer Wassertyp $\text{Na} > \text{Mg} > \text{Ca} > \text{K} > \text{Cl} > \text{SO}_4$ angenommen werden. Im Verlaufe der Diagenese der unterkarbonischen bis ordovizischen Sedimente, bei Temperaturen bis 50°C in rd. 1 000 m Tiefe, wird im Zuge der Kompaktation das freie Wasser, dann zunehmend Porenwasser, nach oben ausgepresst. Über Ionenaustausch mit den Tonmineralen werden SO_4^{2-} , Ca^{2+} und K^+ aus dem Sedimentationswasser entzogen. Wegen gleichzeitig ablaufender, später überwiegender gravitativer Selektions- und Diffusionsprozesse reichern sich Na^+ und Cl^- bei zunehmender Konzentration an.

Bis etwa 3 km Teufe, bei Temperaturen bis 200°C und lithostatischem Druck bis 2,5 kbar, ist die Umbildung der (im konkreten Fall) ordovizisch-kambrischen Sedimente zu Sedimentgesteinen vollzogen.

Die Nutzporosität der vorliegenden Grauwacken, Ton- und Schluffschiefer geht auf 3-5 % zurück bei sich vermindern-der Durchlässigkeit ($k_f 10^{-15} \dots 10^{-8}$ m/s).

Die enthaltenen Sedimentationswässer steigern bis 3 km Teufe den Gehalt gelöster Salze auf ca. 75-90 % g/l unter Übergang zum Wassertyp NaCl. Bis etwa 4,5 km Teufe sind mittel- bis tiefkambrische Grauwacken, sandige Ton- und Schluffschiefer bei auf 300°C steigenden Temperaturen der Versenkungsmetamorphose unterworfen. Die Nutzporosität und Wasserführung sinken kaum unter 3-5 % aber die Salinität der Sedimentationswässer erhöht sich auf ca. 150 g/l durch fortgesetzte gravitative Selektion und der Wassertyp wechselt von NaCl zu $\text{Na} > \text{Ca} > \text{Cl}$.

Das nun folgende Temperaturintervall von 300-400°C ist für die Hydrothermenbildung von höchster Bedeutung. Zum Visé ist es in ca. 4,5 bis 6 km Teufe zu suchen und umfasst den Grenzbereich der in grünschieferfaziellen Regionalmetamorphose begriffenen unterkambrischen Grauwacken, Schluff- und Tonschiefer.

Durch Schieferungs- und tektonische Abscherungsprozesse, unterstützt vom mit den Temperaturen steigenden Porenwasserdruck, erhöht sich die Nutzporosität bis über 10% bei Durchlässigkeiten von $k_f 10^{-15} \dots 10^{-3}$ m/s. Das Sedimentationswasser ist hier eine Sole mit Konzentrationen von 150-200 g/l. Dadurch, und verursacht von hohen Temperaturen, einem lithostatischen Druck bis 5 kbar, haben diese „brines“ die höchste Lösungskraft und Laugungsakti-

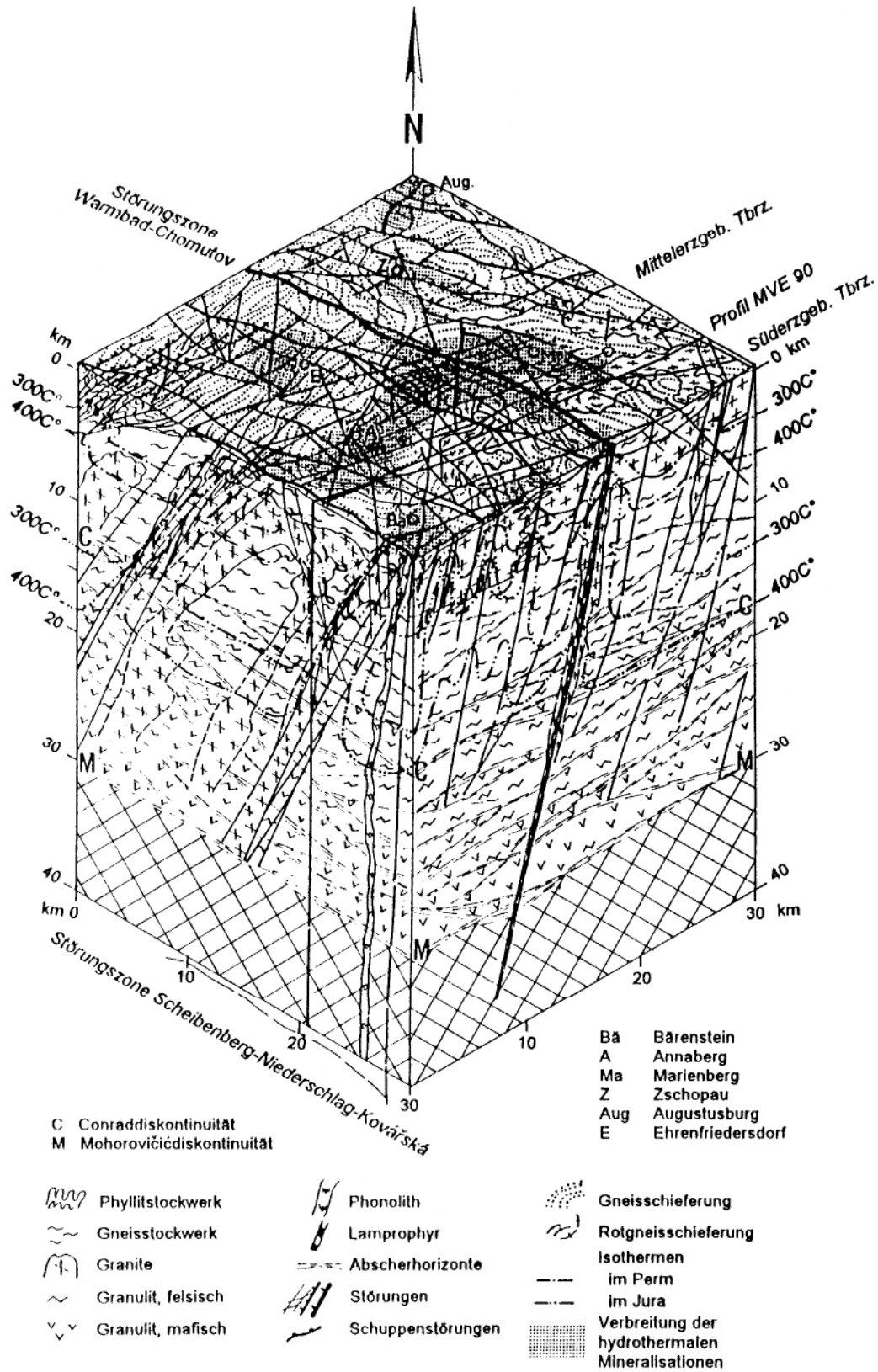


Abb. 123: Blockbild der Krustensektion Mittelergebirge mit Hydrothermikmodellen Perm und Jura
 In der vorderen Ecke des Blockes liegt der Kreuzungsbereich der Störungszone Scheibenberg-Niederschlag-Kovářská mit der Johannisstruktur (N-S) und NO-SW-Störungen des Südergebirgischen Tiefenbruches

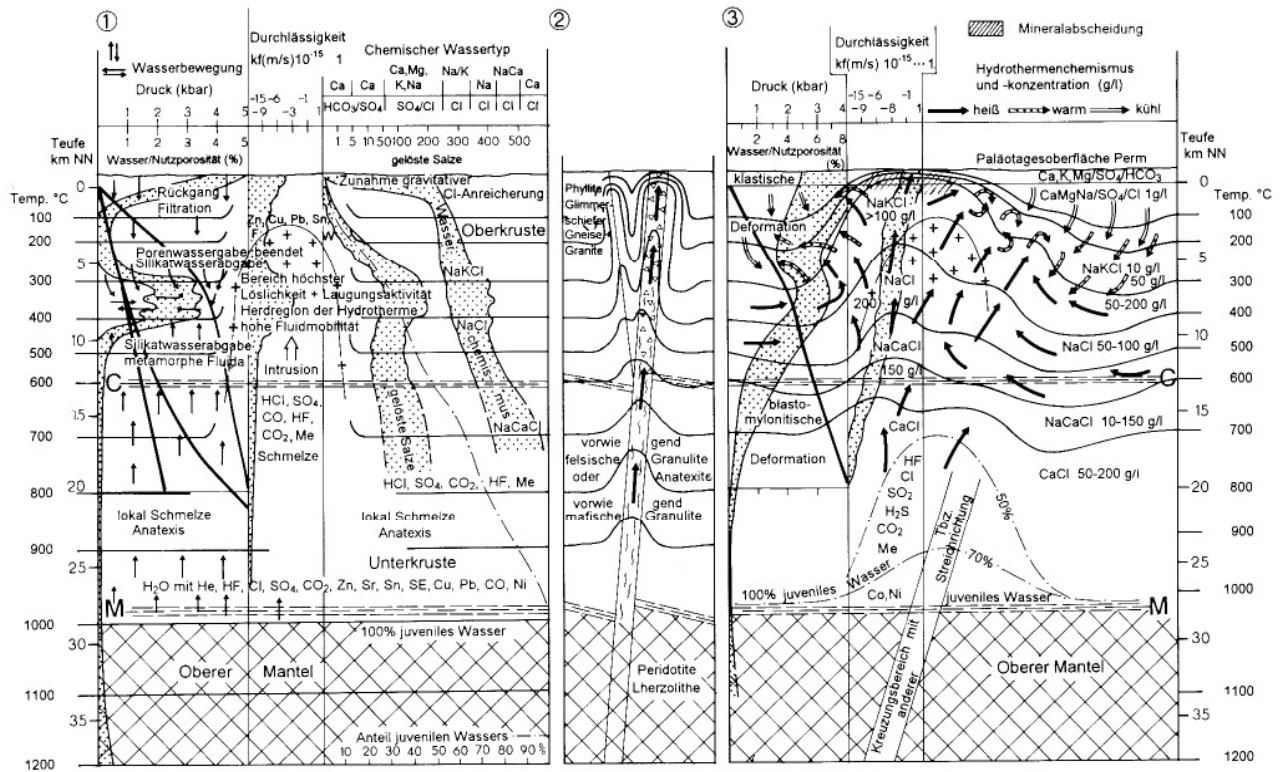


Abb. 124: Schematisches Krustenschnitt-Modell der physikochemischen Stratifikation und Hydrothermik außerhalb und innerhalb tiefer Brüche — zur Zeit der Abscheidung der qhm-qu-Mineralisation (Perm)
 1 - Kruste außerhalb tiefer Brüche; 2 - Querschnitt durch eine Tiefenbruchzone; 3 - Längsschnitt innerhalb eines tiefen Bruches

vität gegenüber in Gesteinsmineralien enthaltenen Haupt- und Spurenelementen. Hohe Salinität und hoher Druck setzen die kritische Temperatur des Wassers beträchtlich herauf (MÖLLER 1986, auf ca. 600°C).

Da bei Temperaturen über 400°C sich der Grad der Metamorphose erhöht, gleichzeitig die Porosität fast sprunghaft zurückgeht, ist das Intervall 300-400°C zugleich der tiefste Horizont mit relativ hoher Wasserführung (BEHR 1989, KREMENETSKY 1994) und somit als Herdregion der Hydrotherme anzusehen. In dieser Zone endet die allgemeine infiltrative Tiefenbewegung des Wassers. Hier verlaufen Wasseraustauschprozesse bevorzugt in lateraler Richtung durch Diffusion.

Unterhalb der 400°C-Isotherme geht in grünschiefer- und amphibolitschieferfaziellen Phyllit- und Gneisgesteinen bei Zunahme von Druck und Temperatur die Nutzporosität allmählich bis auf Werte um 1-2 % zurück. Das Wasser entstammt im wesentlichen der Dehydratation, d. h. der Umbildung von Silikaten und bewegt sich aufwärts.

Im Teufenbereich 10-20 km bei Temperaturen von 500 bis 900°C liefen im Unterkarbon Anatexis und Bildung von Granitschmelzen ab. Letztere begannen schon seit Oberdevon aufzusteigen (Abb. 122). Bei der Differentiation wur-

den hochmineralisierte Fluida abgegeben. Auch der Anteil des aus dem Mantel stammenden juvenilen Wassers am Metamorphosewasser nahm zu. Nach der Aufwärtsdiffusion gelangen diese wässrigen Fluida in die Herdregion der Hydrotherme und erhöhen deren Führung an HF, HCl, CO₂, Zn, Pb, Cu usw.

Vor etwa 333 Mill. Jahren, im Visé, erfuhr die Kruste im Raum Vogtland, Erzgebirge starke Kompressionen mit Faltungen in der Oberkruste und Stapelungen in der Ober- und Unterkruste im Verlauf der sudetischen tektonischen Phase. Unmittelbar und infolgedessen führten ausgedehnte Granitintrusionen zu einer weiteren Durchwärmung der Kruste. Hebungen und rasche Denudation brachten das Phyllit- und Gneisstockwerk über ausgedehnte Areale an die Tagesoberfläche. Bereits zum Oberkarbon endete abrupt das cadomisch-variszische Wärmeereignis. Die Krustentemperatur verringerte sich. Es vollzog sich bis Penn der Wechsel von Kompressions- zu Extensionstektonik.

Nach Ausbildung pneumatolytischer bzw. hochhydrothermalen Vergreisungen und Sn-W-Mineralisationen schloss sich die niedriger temperierte hydrothermale Entwicklung an. Damit erhebt sich die Frage nach der Teufenlage der Hydrothermen-Generierung, der Hydrozonierung in der Kruste zu dieser Periode überhaupt, denn es entfällt die Se-

dimentwasserabgabe bei Kompaktion und Diagenese, auch die progressive Regionalmetamorphose. Dafür schufen Klüftung und Ausprägung der Bruchtektonik mit Schollenzerlegungen der Kruste, Aktivierung bzw. Neubildung von Tiefenbruchzonen Hohlräume im Gestein. (Im folgenden wird der hydrogeologische Ausdruck „Porosität“ auch für kataklastische Räume beibehalten). Diese Auflockerung erhöhte die Wirksamkeit der Infiltration meteorischen Wassers, wobei zu berücksichtigen ist, dass ab Stefan, besonders im Perm, sich im betrachteten Gebiet ein Klimawechsel vollzog, von warmhumid zu warmarid. Damit wurde schließlich die Rate der Verdunstung größer als die der Niederschläge, d. h. das Krustenwasser stieg in den oberen Bereichen zur Tagesoberfläche auf und hinterließ bei

der Verdunstung seine Fracht an Salzen (CaSO₄, NaCl u. a.) an der Oberfläche.

Die Salinität der Hydrothermen, aus denen die Quarz-Sulfid-, Quarz-Hämatit-, Quarz-Uran-, Karbonate-Sulfantimonide- und schließlich Quarz-Hämatit-Fluorit-Mineralisation der spätvariszischen Mineralbildungsreihe abgesetzt wurden, betrug, den Flüssigkeitseinschlüssen zufolge, zwischen 50-100 g/l. Demnach war auch in dieser Periode in der Teufe ein Hydrothermenreservoir höherer Salinität (ca. 100-150 g/l) vorhanden, und zwar in der unteren Zone klastischer Deformation in Störungszonen (über der weniger durchlässigen Zone blastomylonitischer Deformation), im Temperaturbereich 300-400°C.

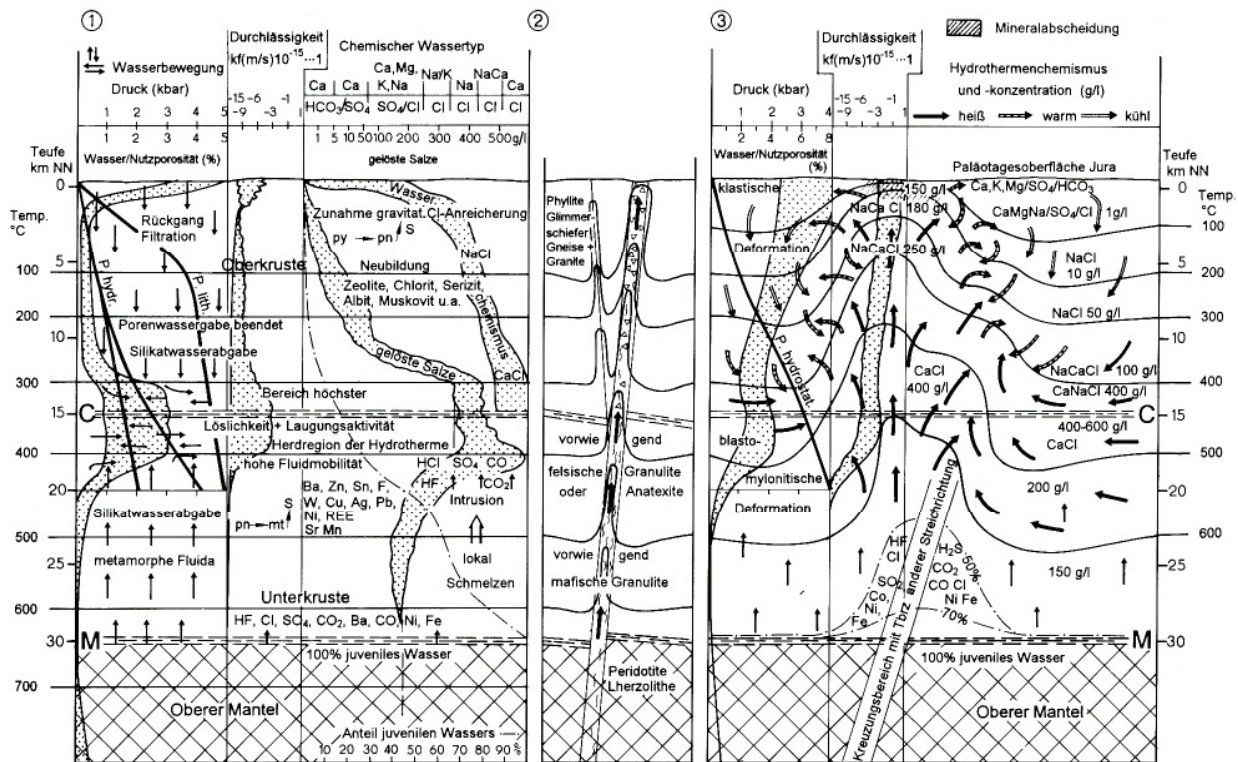


Abb. 125: Schematisches Krustenschnitt-Modell der physikochemischen Stratifikation und Hydrothermik außerhalb und innerhalb tiefer Brüche - zur Zeit der Abscheidung der bafl-Mineralisation (Jura?)

1 - Kruste außerhalb tiefer Brüche; 2 - Querschnitt durch eine Tiefenbruchzone; 3 - Längsschnitt innerhalb eines tiefen Bruches

Benutzte Literatur für Abb. 124 und 125: KUSCHKA (1994); BRAUSE (1991); WAGNER (1989); KRAMER (1988); NEUGEBAUER (1990); BANKWITZ (1982, 1994); THOMAS u. a. (1986); JORDAN u. a. (1988); HÄHNE (1984); KLEMM (1988); WERNER (1989); MÖLLER (1986); BEHR (1989); KREMENETZKI (1994); SEIM & TISCHENDORF (1990); PINNEKER (1981), ferner Dokumentationen zur Bohrung KTB Erbendorf.

Für das metamorphe Grundgebirge wird bei Annahme der unter diesen Bedingungen aktivierbaren Wirkfaktoren, die HÄHNE (1984) zusammengefasst darstellt, folgendes Modell der Hydrozonierung bei zum Oberkarbon/Penn herrschenden thermischen Verhältnissen aufgestellt (s. dazu Abb. 124). Im Intervall fünfhundert bis tausend Meter unter

der Oberfläche, d. h. bis zum permischen 0 m NN, betragen die Nutzporositäten in den anstehenden geklüfteten Gneisen, Glimmerschiefern und Phylliten, z. T. unter Molassebedeckung, 4-5 %. Bis zur Intervallteufe geht die Nutzporosität auf 2-4 % zurück und die Durchlässigkeiten betragen $10^{-3} \dots 10^{-15}$. Die Temperatur steigt bis 1 km Teufe

auf 25 °C an, bei einem Druck <0,1 kbar. Ähnlich der rezenten Verhältnisse hatte das Grundwasser <1 g/l Mineralisation. Die chemischen Wassertypen tendierten zwischen CaHCO_3 und Ca, Mg, KISO_4 . Im Oxidationszonenintervall bis etwa 50 m Teufe nehmen SO_4^{2-} , HCO_3 , H_2SiO_2 zunächst zu, in der Reduktionszone bildet sich durch Sulfatreduktion H_2S .

Da bis ca. 50 m mit Verwitterung, Hydratation und Tonmineralbildung aus Feldspäten u. a. zu rechnen ist, werden durch Membraneffekte Mg^{2+} und K^+ im Ionenaustausch an Tonminerale gebunden. Wegen beginnender gravitativer Selektion setzt zur Teufe die Tendenz der Abnahme von HCO_3/SO_4 und die Zunahme von NaCl ein.

Von 0 m NN bis etwa 3,4 km Teufe, bei allmählicher Zunahme der Temperatur bis 200°C, des Druckes P_{lith} bis 2 kbar und P_{hydr} auf 0,5 kbar, gehen die Nutzporositäten in den Gneisen und Glimmerschiefern wegen zunehmend geschlossenen Porenräumen auf 0,5 % bei Durchlässigkeiten von $k_f 10^{-6} \dots 10^{-15}$ m/s zurück. Die Salinität nimmt allmählich bis zur Intervallteufe auf ca. 8 g/l zu. Der Wassertyp ändert sich durch fortgesetzte gravitative Selektion und Baro-Thermodiffusion von $\text{Ca, Mg, K, NaISO}_4 > \text{Cl}$ zu $\text{Na} > \text{KCl}$.

Bis 6 km Teufe steigert sich die Temperatur auf ca. 300°C bei 3,3 kbar lithostatischem bzw. 0,9 kbar hydrostatischem Druck. In den Gneisen und Glimmerschiefern nimmt zunächst langsam, dann rascher die Nutzporosität bis auf 3 % zu, da mit erhöhtem Porenwasserdruck und Channelway-Aktivierung (BEHR 1989) zu rechnen ist.

Die Salinität des hier herrschenden Wassertyps $\text{Na} > \text{KCl}$ bis NaCl steigert sich auf 50-180 g/l wegen gravitativer Selektion. Außerdem kann an Übernahme älterer tiefer, salziger konnater Wässer durch allmähliches Versinken im Verlauf der Krustenhebung gedacht werden.

Die Gneise und Glimmerschiefer gelangen entsprechend der Temperatur- und Druckverhältnisse in den Bereich des grünschieferfaziellen Stockwerkes und unterliegen damit stärker der Diaphthorese.

Im Teufenbereich 6 000-8 700 m ($T 300^\circ\text{-}400^\circ\text{C}$, P_{lith} bis 4 kbar, P_{hydr} bis 1 kbar) erhöhen sich in Gneisen und Glimmerschiefern Porenwasserdruck und Porosität durch Channelway-Aktivierung und Scherdeformation bis auf 3,5 % bei k_f max. 1 O^{13} m/s.

Die Salinität nimmt Werte von 50-200 g/l an, der Wassertyp entspricht $\text{Na} > \text{KCl}$ bis NaCl . Die Salinitätssteigerung erfolgt aufgrund a) gravitativer Selektion, b) Diffusion, c) „Vererbung“ älterer saliner, konnater Wässer durch sukzessives Absinken dieses Temperatur- und Salinitätsbereiches bei Uplift der Kruste. Hier herrscht höchste Löslichkeit und

Laugungsaktivität, d. h. hier hegt zu dieser Periode die Herdregion der Hydrotherme.

Im Bereich der Grünschieferfazies erfahren die Gneise und Glimmerschiefer unter Hydratation diaphthoritische Umbildungen von Feldspäten und Glimmern zu Chlorit, Serizit, Zeolithen, Epidot usw.

Unterhalb dieses Teufenbereiches (ab 8 700 m) nehmen Nutzporosität und Wasserführung sowie Durchlässigkeit ($k_f < 10^{-9} \dots 10^{-15}$ m/s) wieder ab.

Die Salinität steigt und der Wassertyp wechselt zu $\text{Na} > \text{CaCl}$. Bis zur Moho-Diskontinuität werden die gleichen Verhältnisse angenommen, wie sie bereits im prä-sudetischen Unterkarbon bestanden.

Die Granitintrusionen modifizieren das Hydrozoning der Kruste. In aktiven Intrusionsstadien wird Wärme in die Umgebung abgestrahlt. Die Kontaktfläche Granit-Nebengestein hat Temperaturen von etwa 800-700°C. Bis 200 m Abstand geht die Temperatur auf 400°C und bis 600 m auf 300°C zurück. Dieses Temperaturintervall kann als Bereich höchster Salinität und Laugungsaktivität angesehen werden. Bei fortschreitender Granitabkühlung und entsprechendem Isothermenrückgang erfasst dieser Aktivitätsbereich auch den Granit.

Vom Granitmagma werden im Zuge der Abkühlung HF, HCl, SO_4 , CO_2 , (H_2S), Sn, W, Ba, Rb, Zn, Cu, Pb, u. a. abgegeben und gelangen in die Hydrotherme. Wie HÄHNE (1984) zitiert, kühlt ein kleiner Pluton in der Größenordnung von 250 000 Jahren, ein großer Pluton erst über länger als 10 Millionen Jahre ab. Im Fall des Erzgebirges kann demnach mit einer thermischen Nachwirkung der größeren Granitintrusionen bis mindestens zum P2 (Zechstein) gerechnet werden.

Zur postvariszischen Hydrozonierung im Grundgebirge, Entstehungszeit der Baryt- und Fluorit-Mineralisationen, wird mit Abb. 125 ein ab Trias geltendes Modell vorgelegt.

Es können im Prinzip die gleichen Zonen ausgegliedert werden wie im spätvariszischen Modell, mit dem Unterschied der größeren Teufenlagen, bedingt durch die fortschreitende Krusten- und Mantelabkühlung und den Rückzug der Isothermalflächen. In der Herdregion der Hydrotherme nimmt die Nutzporosität Werte bis zu 3-4 % an. Die Salinität steigert sich auf 300-500 g/l. Dies ergibt sich aus der Tatsache, dass die Salinität der Flüssigkeitseinschlüsse der postvariszischen hydrothermalen Minerale zwischen 100 und >200 g/l beträgt, bei bestehendem $\text{Na} > \text{CaCl}$ - bis CaCl -Typ. Dieses Modell erfährt seine Stützung durch Befunde aus der supertiefen Bohrung KOLA SG 3 (KREMENTSKY 1994 und BEHR 1989), die eine Existenz von sogenannten „Basement-brines“ mit derart hoher Salinität und

dem Wassertyp CaCl nachweisen.

Zur Begründung dieses Unterschiedes gegenüber der spätvariszischen Mineralisation können aufgeführt werden:

- Die gravitative Selektion von Na und Cl steigt in rund 15 km Tiefe ab und diese Ionen können aus einem mächtigeren Gesteinskomplex extrahiert werden.
- Der Effekt der „Vererbung“ älterer salinärer Wässer beim Abstieg der Herdregion bzw. des Bereiches höchster Laugungsaktivität in große Tiefen wird auch durch den Zeitfaktor verstärkt.
- Schließlich muss man die eingangs zitierte Theorie von der Salinarabkunft der hohen Hydrothermen-Salinität anführen. Als Argument wird die topographische Nähe mineralgangführenden Grundgebirges zum salinarhaltigen Tafeldeckgebirge angeführt. Die Entfernung zu den Gangrevieren beträgt zwischen nur Zehnerkilometern bis 250 km. Die Möglichkeit einer Migration der hochkonzentrierten zu den niedriger konzentrierten „Brines“ besteht über regionale Bruchstörungen mit erhöhter Wasserleitfähigkeit. Der Zeitraum zwischen dem ältesten Salinar des Zechsteins und der frühesten Bildung postvariszischer Mineralisation beträgt mindestens 30 Mill. Jahre. HÄHNE (1984) zitiert eine messwertgestützte Abschätzung der Wasserumsatzmenge von aktiven Tiefenstörungen im mesozoischen Tafeldeckgebirge und Grundgebirge für eine ca. 50 km lange Störung mit 1-50 m³/s. Auch dieser Möglichkeit muss eine gewisse Wahrscheinlichkeit eingeräumt werden.

Die Verhältnisse unterhalb der 400°C-Isotherme sind im Prinzip die gleichen, wie im Modell Oberkarbon/Perm dargestellt (s. Abb. 124).

14.4 Zur Hydrotherme und Stoffherkunft der Mineralisation

Nach heutigem Kenntnisstand, u. a. gestützt durch die im Abschnitt 7.3 aufgeführten Untersuchungsdaten, kann man die Hydrotherme definieren als heiße alkalichloridische Elektrolytlösungen, die sich in der Kruste aus Wässern verschiedener Herkunft und subkrustaler Fluida bei unterkritischen Bedingungen formieren, durch Hohlraum- und Porensysteme diffundieren oder konvektiv bewegen und die sich thermisch wie stofflich mit ihrer Umgebung, dem Nebengestein, in komplizierten Austauschbeziehungen befinden. Natrium, Chlor, größtenteils Kalium u. a. verbleiben als Reaktionskomponente im Wasserkreislauf, während die Metall- und Halbmetall-Kationen und S, As, SO₄, O₂, CO₂, F u. a. chemisch gebunden als Minerale abgeschieden werden.

Die chemische Zusammensetzung der Stammlösung der Hydrotherme und die Veränderungen im Verlauf ihrer Ge-

schichte sind aus den Flüssigkeitseinschlüssen paragenetischer Minerale erschließbar (KLEMM 1989 sowie Tabelle 21). Allerdings handelt es sich bei den Einschlusswässern um Relikte der Hydrotherme, deren Kat- und Anionenbestand um jene Ionen, die sich als feste Mineralphasen in Form der Paragenese abscheiden, verarmt ist.

Die Ergebnisse geochemischer Analysen der Isotopie hydrothermalen Lösungen und Bildungen (vgl. Abschnitt 7.3, z. B. δD, δ¹⁸O) führen zu der Schlussfolgerung, dass es sich um ein Gemisch von Wasser verschiedener Teufen und Herkunft handelt. Es sind meteorische, z. T. auch ozeanische, Sedimentations-, Metamorphose- und magmatische Wässer beteiligt, in geringerem Umfang auch juvenile Wässer subkrustaler Herkunft, kurz aus allen Teilen der Hydrozonierung, besonders der tieferen Abschnitte der Kruste. Hauptquelle ist, der hohen Temperatur, Salinität, dem Wasserchemismus zufolge der Basisbereich der Krustenwasserführung, nach BEHR (1989) die „Basement-Brines“.

Der in Tabelle 22 dargestellte Ionenbestand der festen Mineralabscheidungen war anfangs in der Hydrotherme in vielfältigen Transportformen, die bis jetzt noch wenig bekannt sind, gelöst. Es kommen neben echten ionaren und molekularen Lösungen leicht lösliche Komplexverbindungen von Metallen mit verschiedenen Komplexliganden mit den Komponenten Cl⁻, F⁻, CH₃⁻, CO₃²⁻, S²⁻, HS⁻, S₂O₃²⁻ u. a., ferner kolloidale Lösungen infrage. Diese Lösungsfracht gelangte in die unter hohem Druck stehende salinare heiße und damit chemisch sehr aktive Stammlösung sowohl

- durch Laugungsprozesse, Lösung aus dem durchströmten Gestein, als auch potenziell und zu verschiedenen Anteilen
- durch Zustrom magmatischer Restlösungen aus Krustenschmelzen, ferner durch
- Stoffdiffusionen aus Mantelentgasungen.

Zur Hydrothermenaktivität gehören Laugungsaktivität + Transport(Transmissibilitäts-)aktivität + Abscheidungsaktivität.

Die Laugungsaktivität ist für die Konzentrationszunahme der Hydrotherme ausschlaggebend und wird als variable Größe beeinflusst von der Salinität und dem damit verbundenen Sättigungsgrad (der Konzentration), Temperatur, Druck, dem Redoxpotential und den Fugazitäten in der Hydrotherme sowie der chemischen Aktivität des Nebengesteins, durch das die Hydrotherme fließt.

Wie STRÜBEL (1969), GUNDLACH, STOPPEL & STRÜBEL (1972) experimentiell nachwiesen, steigt in wässriger NaCl-Lösungen mit zunehmender NaCl-Konzentration bei steigender Temperatur und Druck die Löslichkeit von BaSO₄ und CaF₂ stark an. Auf die Hydrotherme übertragen,

nimmt demnach die Laugungsaktivität bis zur Sättigungsgrenze, die sich ebenfalls erhöht, nach der Teufe stetig zu und bleibt so lange aufrecht erhalten, wie eine Fließbewegung mit ständig neuer Zufuhr ungesättigter Lösung möglich ist. Ein Stillstand durch gedrosselte Transmissivität ist mit Übergang des gut durchlässigen klastischen Deformationszustandes im Störungsbereich zur Blasteseinkristallisation bei ca. 400°C unter erhöhtem lithostatischen Druck zu erwarten und setzt der Laugungsaktivität eine untere Teufengrenze.

Man erinnere sich: der Bereich höchster Laugungsaktivität lässt sich definieren als Bereich mit optimalem Lösungs- und Durchlassvermögen, als Herdbereich der Hydrotherme, gebunden an Krustentemperaturen um 300°C.

Zur Elementmigration aus dem Gestein ist folgendes auszuführen. Die chemischen Komponenten, insbesondere die Spurenelemente, sind an die Gesteinsminerale in unterschiedlicher Stärke gebunden. Nur ein geringer Teil davon ist migrierfähig und kann von der Hydrotherme ausgelaugt werden, wobei Abhängigkeiten von den Redoxverhältnissen bestehen. Mit der Elementmigration befassten sich PERELMANN (1968, 1972 zitiert in RÖSLER & LANGE 1975, S. 327 sowie SEIM & TISCHENDORF 1990, S. 450 ff.). Sie stellten nach der Migrationsintensität, ausgedrückt durch Koeffizienten der wässrigen Migration, Migrationsreihen auf. Eine weitere Grundlage ist das Angebot an migrierfähigen Elementen im Gestein. Für das Untersuchungsgebiet bieten dafür die regionalen Gesteinsclarkes Anhaltswerte (s. Tab. 17).

Die durchschnittlichen Gehalte an migrierfähigen Elementen in der Kruste wurden für den Raum Vogtland, Erzgebirge, Granulitgebirge durch KUSCHKA (1994) näher untersucht.

Verschiedene geochemisch spezialisierte Krustengesteine werden von vielen Autoren als vorangereicherte Reservoirs von Metallen und anderen Komponenten, als Protores, angesehen. So zum Beispiel Kieslager, Skarne, Schwarzschiefer mit hoher Metall- und Schwefelführung, Sn- und F-spezialisierte Granite oder an Ni, Cu, Cr, Co reiche Basite und mafische Granulite. Andere Gesteine, die den Hauptteil der Krustengesteine bilden, wie Gneise, Glimmerschiefer, Quarzite, felsische Granulite, sieht man dagegen als „steril“ an. Diese Vorstellung führt zu der Konsequenz, die Hydrotherme würde bei ihrer Wanderung durch die Kruste selektiv nur den „Protores“ die Elemente ihrer mineralisierbaren Fracht entziehen. Diese zunächst logisch erscheinende Annahme ist jedoch zu einfach, denn:

- unbestritten bewegen sich die Hydrothermen durch alle Gesteine der Ober- und Unterkruste und auch diese führen migrierfähige Stoffe.
- Die im Arbeitsgebiet auftretenden Schwarzschiefer,

Kieslager und Skarne sind meist altpaläozoischen Alters und befinden sich im Tonschiefer-, Phyllit-, nur teilweise im Glimmerschieferstockwerk, also in den obersten Regionen der Oberkruste, wo die Laugungsaktivität der Hydrotherme relativ gering ist. In den kambrischen und präkambrischen Gesteinen sind derartige „Protores“ seltener und ihre potenziell höhere Metallführung geht in der Masse der zwar geringere Metallmengen führenden aber wesentlich größere Volumina einnehmenden „tauben“ Krustengesteinen unter. In diesen Massengesteinen sind migrierfähige Elemente zwar dispergiert, aber mit einer viel größeren Gesamtsumme enthalten.

Obwohl die regionalen Clarkes (nach PÄLCHEN u. a. 1982, 1987) für Ba, F, S, As, Sb, Cu, Zn, Pb, Bi, Co, Ni, U, Ag, Sn, W nach den g/t-Gehalten zunächst recht niedrig erschienen, ist ihre Gesamtmenge in den einzelnen Stockwerken der Ober- und Unterkruste des Arbeitsgebietes und seiner einzelnen minerogenetischen Einheiten, wie die Bereichsangabe tatsächlich sehr groß (KUSCHKA, 1994).

Das Ergebnis der Erhebungen zeigte, dass die Menge migrierfähiger Elemente diejenige der in den hydrothermalen Mineralisationen enthaltenen bei weitem übersteigt. Prinzipiell ist deshalb die Stoffherkunft in ihrer Gesamtmenge aus der Kruste auch ohne besondere Protores möglich. Man kann davon ausgehen, dass alle, besonders die tieferen Krustenstraten, als Stoffquellen über Laugungen für die Hydrothermalite infrage kommen, wobei einzelne Straten wegen Besonderheiten ihrer chemischen Zusammensetzung bevorzugt diese oder jene Elemente zu liefern vermögen, z. B. Fluor aus fluorspezialisierten Graniten, Barium aus Paragneisen oder Lamprophyren, Nickel, Kobalt aus Metabasiten, insbesondere den mafischen Granuliten der Unterkruste, Schwefel aus dispers in Metamorphiten verteiltem Pyrit bei der Umwandlung in Pyrrhotin, schließlich in Magnetit bei der Versenkung im Bereich höherer Temperaturen und Drücke (KREMENETSKY 1994).

Die Herkunft von SO₄, CO₂ (HCO₃) kann auf verschiedene Quellen zurückgehen, die auch Isotopenuntersuchungen ($\delta^{34}\text{S}$, $\delta^{18}\text{O}$) wegen der Streubreite der Werte nicht eindeutig widerspiegeln.

Potenzielle Quellen sind

- Sedimentite und deren bei der Metamorphose abgespaltene Wässer (kohlenstoffreiche, pyritreiche, karbonatische Gesteine für S und C, CO₂)
- zum Teil auch zuzitende, sich vermischende Tageswässer
- saure (SO₄) und basische (HCO₃) Vulkanite, die besonders zum Ausgang Perm und im Tertiär aktiv wurden.
- Mantelentgasungen, auf die auch (zumindest ein Teil) des Fluors und CO₂ zurückgeführt werden können, über

Tiefenbrüche. Indikatoren für diese Möglichkeit sind die hohen N_2 - und He-Gehalte in den Gasen der Thermalquellen, die auf den Mantel zurückgeführt werden müssen und durch Tiefenbrüche an die Oberfläche gelangten (WEINLICH, 1989).

Der Manteleinfluss dürfte bei der postvariszischen Mineralisierung mit sehr tiefen Hydrothermenherden größer gewesen sein als bei der spätvariszischen.

14.5 Tiefenbruchtektonik und hydrothermale Konvektion

Bereits die Verteilung und Bindung der gangförmigen Hydrothermalite an Deformationshöfe und -hohlräume von Bruchstörungen trägt genetische Informationen. Es handelt sich um Mineralabsätze aus aufsteigenden Hydrothermen. Angesichts der nach mehreren Millionen Tonnen zählenden Menge allochemer hydrothermalen Mineralisationen der Gänge ist in Anbetracht der relativ geringen Konzentration an abscheidbaren Stoffen in der Hydrotherme ein enormer Flüssigkeitsdurchsatz erforderlich. Dafür kommt nur ein hydrothermodynamisches Prinzip in Frage: die Konvektion.

Für den Durchfluss der Hydrotherme ist ein Gefäßsystem erforderlich, für den Antrieb der Konvektion ein Gefälle von Temperatur und/oder Druck im Konvektionsmedium Hydrotherme. Von Einfluss auf die Konvektion sind auch die Konzentration, Dichte und Viskosität der Hydrotherme. Der Strömungsbereich der Konvektion kann als räumliches Gebilde aufgefasst und deshalb als hydrothermale Konvektionszelle, oder kürzer, da es sich um Thermik von Wasser handelt, als **Hydrothermikzelle** bezeichnet werden.

Wie im Abschnitt 14.3 beschrieben und in den Abb. 124, 125 illustriert, ist die Durchlässigkeit der verschiedenen Krustengesteine im tektonisch wenig beanspruchtem Zustand relativ gering. Die Hydrotherme strömt durch sehr kleine und enge Hohlräume wie Interstitien, Intergranulare, Schicht- und Schieferungsfugen, Klüfte, Mikrorisse (Channelways), die nur zum Teil korrespondieren. Der Durchlässigkeitskoeffizient k_f wechselt zwischen 10^{-15} und 10^{-6} m/s. Auch unter den Bedingungen der heißen, unter hohem Druck stehenden Fluida ist die Transmissivität relativ langsam und ineffektiv.

Im Deformationshof kataklastischen Typs der Störungen und Störungssysteme, also bis zu Temperaturen um 300°C , insbesondere derjenigen regionaler Größenordnung und von Tiefenbruchcharakter mit bei Zerrungen offenen Spalten bis in mehrere Kilometer Tiefe, ist die Durchlässigkeit wesentlich größer. In besprochenem Fall, dem Störungssystem von Scheibenberg-Niederschlag-Kovářská und dem dieses kreuzende System, wechseln im Deformationshof

miteinander ab:

- Schermylonitzonen mit zahllosen senkrechten Trennflächen zwischen den Scherlamellen ($k_f = 10^{-3} \dots 10^{-9}$ m/s)
- Reibungsmylonit, Reibungsbrekzien und Störungsbrekzien von Submillimeter- bis Metergröße mit offenen Interstitien zwischen den Klasten ($k_f = 10^{-1} \dots 10^{-6}$ m/s)
- wie mehrere Meter mächtige Zerrspalten-Mineralgänge in der Lagerstätte Niederschlag belegen, offene Spaltenräume ($k_f = 1 \dots 10^{-3}$ m/s).

Diese Hohlräume effektiveren Durchlassvermögens sind, da sie Absatzorte hydrothermalen Minerale sind, zugleich auch das Gefäßsystem der zirkulierenden Hydrotherme. Besonders günstig in dieser Hinsicht sind, das dokumentiert die heutige Verteilung der Hydrothermalite, die Tiefenbrüche, insbesondere deren Kreuzungen gewesen.

Die Wärmeübertragung aus Schmelzen und heißerem Gestein auf Wasser in einem durchlässigen Gestein, löst bei Temperatur- und Druckgefälle Konvektionen aus. Ein konvektionsförderndes Gefälle bestellt in der Teufe bereits zwischen dem höheren Druck im relativ ungestörten Nebengestein und dem in wassergefüllten Auflockerungszonen wirksamen niedrigeren Druck.

Nach unten wird die Konvektion in den Hydrothermikzellen durch die Übergangzone zur blastomylonitischen Deformation mit niedrigerem Durchlassvermögen bei Temperaturen um $300\text{-}400^\circ\text{C}$ begrenzt. Bei zerrenden tektonischen Bewegungen an tiefen Brüchen kann die Durchlässigkeit durch erneute Katalase bis zur wiederholten Rekristallisation beschleunigt (sonst stagnierende oder langsam diffundierende) hochthermale Fluida durchlassen. Derartige Impulse konnten im Absatzbereich der hydrothermalen Mineralisation den wegen Spaltenverschlusses zum Stillstand gekommenen Mineralisationsprozess erneut beleben.

Innerhalb der Hydrothermikzellen, besonders ausgeprägt in Spaltenräumen regionaler Brüche (z. B. der Lagerstättenstruktur Niederschlag), bildeten sich zur Zeit der Hydrothermenaktivität fünf Bereiche der Konvektion aus:

1. der Aufstrom mit Aszendenz durch Wärmehauftrieb
2. der Abstrombereich mit Deszendenz durch Absinken relativ kühlerer Wässer
3. der Verwirbelungs- und Mischungsbereich mit Obliquofluenz, d. h. seitlichem Fluss
4. Basisbereich oder unterer Wendebereich der Konvektion mit Übergang von der Deszendenz über Obliquofluenz zur Aszendenz
5. Oberer Wendebereich mit Übergang von der aszendenten über obliquofluente zur deszendenten Strömung. Hier erfolgte auch die Mineralabscheidung.

Abstrom- und Mischungsbereich umgeben mantelartig den Aufstrombereich. Die Raumfigur der Hydrothermikzelle ist von der Bruchzonenform abhängig. Wie Abb. 124 und 125 zeigen, ist der Querschnitt sehr schmal. Die Grenze bildet der Übergangsbereich hoher Durchlässigkeit der Deformationszone des Bruches gegen das geringdurchlässige Nebengestein. Im Längsschnitt kann die Hydrothermikzelle größere Erstreckungen annehmen. Auf langen regionalen Brüchen treten, so zeigt die Mineralisierung (z. B. in Abb. 124, 125), mehrere Hydrothermikzellen nebeneinander auf. Auf Nebenstrukturen lokaler Größenordnung kam es offensichtlich zur Ausbildung kleinerer Konvektionszellen, so dass die Verbreitungsgebiete hydrothermaler Mineralisationen als Hydrothermikzellenfelder aufgefasst werden können. Nicht mineralisierte Bruchzonenabschnitte mit sehr komplizierten Strömungsverhältnissen gehören, tektonische Auflockerungen vorausgesetzt, zu den Abstrombereichen der Hydrothermikzellen.

14.6 Zum Abscheidungsprozess - Szenarium der Genese der Mineralgänge im Raum Bärenstein-Niederschlag-Neudorf

Der Abscheidungsprozess der hydrothermalen Minerale in offenen Spalten im Nebengestein oder älteren Gangbildungen ist außerordentlich komplex und noch nicht in seinen Einzelheiten geklärt. Die physikochemischen Daten der Mineralisationen und ihrer Flüssigkeitseinschlüsse enthalten Informationen über die Bedingungen der Mineralbildung. Mit Abb. 126 wird versucht einen Überblick über die daraus abgeleiteten Abscheidungsbedingungen zu geben. Als auslösende Faktoren der Mineralbildungen kommen im wesentlichen Übersättigungen entsprechender Komponenten in der Hydrotherme infrage, verursacht durch Konzentrationszunahme, hohe Partialdrücke, Fugazitäten oder Aktivitäten wegen Herabsetzung der Löslichkeit oder Abnahme der Temperaturen. Letzteres hat als Ursache entweder den Rückgang der Krustentemperaturen oder die Zumischung kühlerer Wässer. Ebenso von Bedeutung ist die Veränderung des pH- und, damit meist gekoppelt, des Eh-Wertes innerhalb der Hydrotherme. Auch das pH- und Eh-Gefälle beim Kontakt der Hydrotherme mit dem Nebengestein oder den älteren Mineralabsätzen, d. h. Wirkung geochemischer Barrieren lösen den Mineralabsatz aus. Zum Beispiel fällt U_2O_4 aus Lösungen mit oxidierendem Milieu beim Kontakt mit reduzierendem Milieu aus, wie es bei kohlenstoffreichen Gesteinen (Schwarze Flöze!), reduzierender Sulfid- oder Karbonatführung der Fall ist (s. Abb. 32).

Beendigungen von Abscheidungen bestimmter Minerale haben ihre Ursache im Rückgang der Konzentration entsprechender Ionen in der Lösung oder in der Zunahme der Löslichkeit unter bestimmten pH/Eh-Bedingungen bzw. Lösungsgeossen.

Die Eliminierung gelöster Stoffe durch Abscheidung aus der Hydrotherme führen stets zur relativen Zunahme anderer Stoffe bis zu deren Löslichkeitsgrenze, worauf diese ausfallen usw. usf., im Wechselspiel.

Bei der Abscheidungssukzession Quarz/Sulfide-Quarz/Hämatit-Karbonate/Sulfantimonide und schließlich Fluorit-Quarz, lässt sich eine kontinuierliche Entwicklung beobachten, mit Trend allgemeiner Konzentrationszunahme und Veränderung des Chemismus der Lösung, was sich mit der allmählichen Tieferverlagerung der Herdregion der Hydrotherme erklären lässt. Die Abscheidungen von Mineralisationen werden in diesem Entwicklungsverlauf häufig durch Verschluss der Spalten mit Mineralabsätzen beendet, was zum Zusammenbruch der Hydrothermenkonvektion führt. Erneute tektonische Zerrungen beleben den ganzen Vorgang neu, wobei jede jüngere Mineralisationsperiode mit höheren Bildungstemperaturen und auch Salinitäten einsetzt als die älteren beendet wurden.

Auf der Grundlage der gesammelten Daten und der Wirkfaktoren lässt sich folgendes Modell und Szenarium der Genese der Mineralganglagerstätten im Raum Bärenstein-Niederschlag-Neudorf entwickeln.

Genese der Folgenreihe qsf

Die Herdregion der Hydrotherme lag in Teufen zwischen 2-4 km. Es waren fast ausschließlich Spalten der NO-SW-Richtung geöffnet. Die Hydrotherme könnte wegen der relativen Nähe zu erkaltenden Granitplutonen an Fe, As, Zn, Cu und Pb angereicherte magmatische Wässer aufgenommen haben. Die Konzentration der Lösungen dürfte 48-60 g/l mit Tendenz der Zunahme betragen haben, wobei die Stammlösung dem Wassertyp $Na > KCl$ entsprach. Die Hydrotherme war an gelöstem Co, Ni, U und Ba sowie Ca und Mg übersättigt. Die Aktivitäten von F und SO_4 in der Lösung waren niedrig.

Im gesamten Verlauf der Bildung dieser Paragenese wurde Quarz ausgeschieden, anfangs wegen der hohen Schwefelfugation Pyrit, Pyrrhotin, Arsenopyrit bei pH-Werten, die rasch von anfangs schwach sauer zu basisch und die Eh-Werte von oxidierend zu reduzierend wechselten. Möglich ist auch der Einfluss des mehr oxidierenden Nebengesteinsmilieus auf die reduzierende Hydrotherme. Im späteren Verlauf schieden sich, stets in der gleichen Reihenfolge, Zn-, Cu-, zuletzt Pb-Sulfide aus.

Genese der Folgenreihe qhm

Die Herdtiefe ist mit 4-5 km anzunehmen. Überwiegend waren Spalten der Richtungen N-S sowie NW-SO geöffnet. Die Hydrotherme hatte Temperaturen von ca. 300°C, die im Verlaufe der Zeit auf ca. 180°C absanken. Die Konzentration der Lösung betrug 50-80 g/l und nahm mit allmähli-

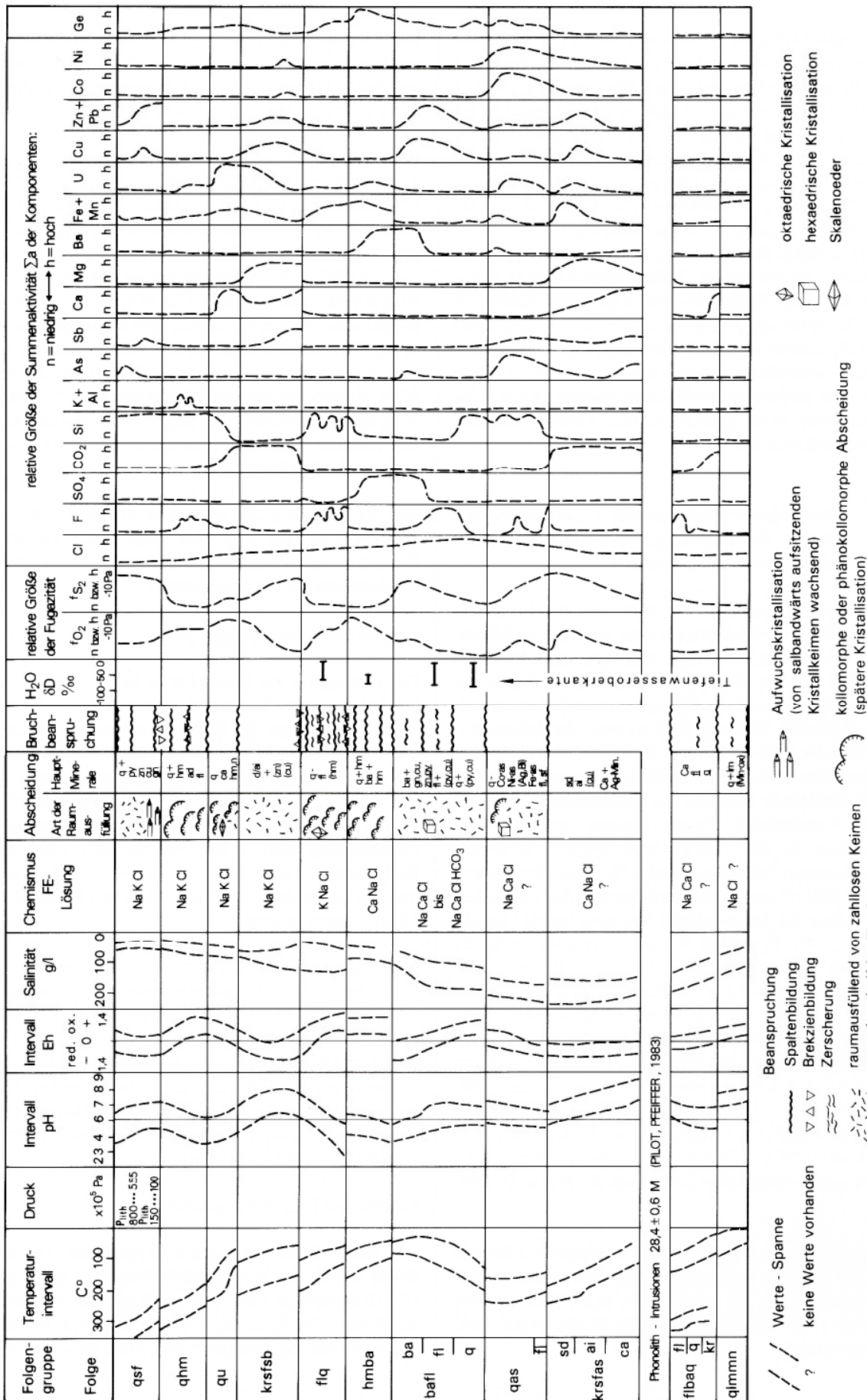


Abb. 126: Abscheidungsbedingungen der Hydrothermalite im Mineralgangsystem Bärenstein-Niederschlag (Abschätzung z. T. messwertgestützt)

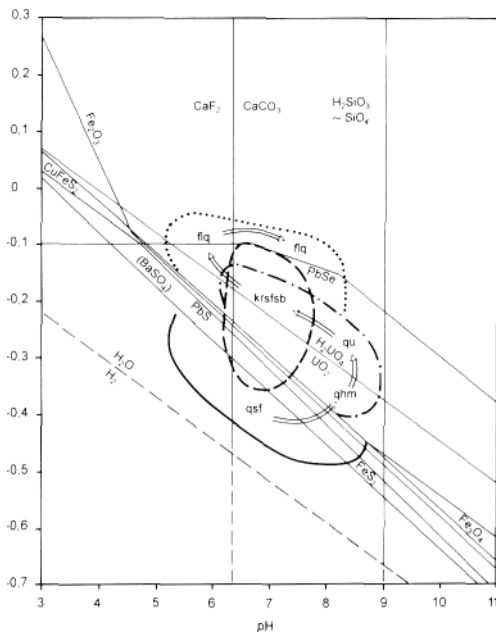


Abb. 127: Eh-pH-Bildungsbereiche der Mineralisation der Folgenreihe qsf bis flq (auf Grund der Bildungsmilieu anzeigenden Minerale für 100°C bei 19,6 Pa Druck, nach TISCHENDORF & UNGETHÜM, 1968)

chem Abstieg des Herdes weiter zu. Die Hydrotherme transportierte in komplexer Form Si, F, Ca Fe³⁺. Die Fracht an Co, Ni, Mg, Ba war unbedeutend, wobei U-Ionen gegen Ende zunahm. Da es sich um neue Spalten handelte, drang die Hydrotherme auch ins Nebengestein vor und führte dort zu Silifizierung und Imprägnation mit Hämatit. Feldspäte wurden z. T. chloritisiert. Bei pH-Werten im sauren bis neutralen Bereich und rasch von reduzierend zu oxidierend wechselndem Eh lag die Fugazität f_{O_2} relativ hoch und von f_{S_2} niedrig. Die HF-Aktivität pendelte, tendierte aber zu höheren Werten, wogegen die Aktivitäten von SO₄ und CO₂ sich nicht auswirkten. So kam es zur Abscheidung von Quarz und Hämatit sowie Fluorit. Bei relativ hoher Kalium- und Aluminium-Führung schied sich Adular aus.

Genese der Folgenreihe qu

Mit zunehmender Auskühlung der Kruste verlagerte sich die Herdregion der Hydrotherme vermutlich in Tiefen von 4-7 km. Die Lösungen drangen bevorzugt in geöffnete Spalten der Richtungen NW-SO und N-S ein. Die Salinität nahm auf 70-90 g/l zu bei gleichbleibendem Chemismus von Na>KCl. Die Temperaturspanne der Lösungen im Abscheidungsraum umfasst 250-75°C, wobei die Abkühlung wohl als wesentlicher Faktor zur Übersättigung und Mineralabscheidung führte. Die Hydrotherme transportierte vorwiegend Si⁴⁺, Ca²⁺, U⁴⁺ in vielerlei Formen. Keine Rolle

spielten die wohl noch gelösten Metalle Fe²⁺, Cu, Pb, Zn und Ag. Co, Ni dürften weitgehend gefehlt haben. Der Kontakt zum Nebengestein war in vielen Spalten wegen der abdichtenden Finne der qhm-Paragenesen kaum gegeben. Diese Abdichtung wurde durch zunächst abgeschiedenen Kammquarz verstärkt. Die pH-Werte lagen anfangs im sauren, die Eh-Werte im oxidierenden Bereich und änderten sich im Verlauf der Abscheidung zu basischem bzw. reduzierendem Milieu. So folgten dem Kammquarz Abscheidungen von Calcit, Hämatit und, besonders an geochemischen Barrieren, wie den „Schwebenden“ mit reduzierendem Milieu, von Uranpechblende. Die in der Hydrotherme mitgenommenen Ionen von Fe²⁺, Cu, Pb, Zn, Ag waren ohne Einfluss auf die Mineralbildung. Co, Ni und Ba fehlten weitgehend. Die Fugazitäten f_{O_2} waren hoch, dagegen von f_{S_2} relativ niedrig, desgleichen die Aktivitäten von HF, SO₄. Während Silizium rasch abnahm, erhöhte sich der CO₂-Druck.

Genese der Folgenreihe krsfsb

Die Herdregion blieb vermutlich bei 5-10 km Tiefe. Möglicherweise nach längerem Stillstand öffneten sich wieder NW-SO- und N-S-Spalten und regten die Hydrothermik

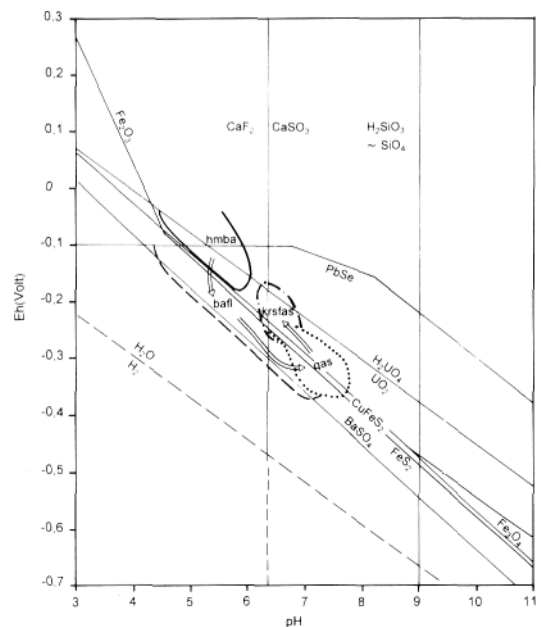


Abb. 128: Eh-pH-Bildungsbereiche der Mineralisation der Folgenreihe hmba bis krsfas (auf Grund der Bildungsmilieu anzeigenden Minerale für 100°C bei 19,6 Pa Druck, nach TISCHENDORF & UNGETHÜM, 1968)

erneut an. Die Hydrotherme brachte Salinitäten von 50-100 g/l und führte einen Na>K>CaCl-Chemismus. Sie war an Ca, Mg, Fe²⁺ angereichert bei etwas erhöhter Zn-, Cu-, Pb-Führung. Die Mineralabscheidung setzte bei rd. 200°C wieder ein. Die Temperatur ging im weiteren Verlauf bis ca. 50°C zurück. Zwischen dem älteren Ganginhalt und der frischen Lösung gab es ein Gefälle von sauren zu basischen, oxidierenden zu reduzierenden Verhältnissen, wodurch das Kalzium aus dem Calcit der Fgr. qu durch Mg verdrängt, die Pechblende zum Teil umgelagert wurde; pH und Eh blieben im wesentlichen im basischen bzw. reduzierenden Bereich. Waren die CO₂-Aktivitäten erhöht, waren die Fugazitäten f_{O₂} abnehmend und f_{S₂} relativ niedrig, und es kam zu Massenabscheidungen von Dolomit und Ankerit. Anfangs abgeschiedener Hämatit und Uraninit wurden gegen Ende von wenig Chalkopyrit abgelöst. Es fehlen im Unterschied zum Osterzgebirge weitgehend Antimon und Silber, auch war der Umschlag von Dolomit zu Calcit am Ende der Bildung nicht ausgeprägt.

Genese der Folgenreihe flq

Die Herdregion sank allmählich auf 7-12 km Tiefe. Wieder öffneten sich Spalten der NW-SO- und N-S-Richtung und Lösungen mit einem Salzgehalt von 50-140 g/l bei Na>KCl-Chemismus stiegen auf. Die Hydrotherme war diesmal wieder an Si⁴⁺, Fe³⁺, F und Ca²⁺ angereichert, aber wohl arm an anderen Komponenten und tendierte zum Status einer „leeren Hydrotherme“. Die Abscheidungstemperatur setzt wieder mit 200°C ein und ging bis zum Schluss

der Abscheidungen auf ca. 50°C zurück. In den Gängen mit Karbonatmineralisationen gab es hinsichtlich pH und Eh (basisch, reduzierend) einen scharfen Gegensatz zum sauren, oxidierenden Lösungscharakter, worauf es zu intensiven Verdrängungen der älteren Karbonate durch vorwiegend kolloidales Quarz/Chalcedon mit gefälltem Hämatit kam. Das Wechselspiel hohe f_{O₂}-/hohe HF-Aktivität führte zur alternierenden Abscheidung von Fluorit und Chalcedon. Die Fugazität f_{S₂} und die Aktivität von SO₄²⁻ blieben niedrig.

Genese der Folgenreihe h m ha

Der stärker von den alten Absätzen abweichende Chemismus der Abscheidungen und die Stammlösung, erneute kräftige Öffnungsbewegungen von NW-SO- und N-S-Spalten sowohl der älteren Gänge als auch des Nebengesteins mit stärkeren Alterationen signalisieren die Umstellung des Hydrothermenregimes.

Die Herdlage kann mit 12-17 km angenommen werden, wobei im Raum Niederschlag die Anfangskonzentration bei 50-100 g/l (im Unterschied zum übrigen Erzgebirge) lag. Der Lösungsschemismus CaNaCl deutet auf tieferes Herdniveau im Bereich der „Basement brines“ der Kruste hin. Die Hydrotherme war diesmal an Si, Fe³⁺, Ba und SO₄ angereichert. Bei Temperaturen in der Spanne 150-50°C, pH von 7-4 und Eh um +0,1.. +0,8 wurden zunächst Quarz/Hämatit (roter Hornstein) abgeschieden. Mit baldigem

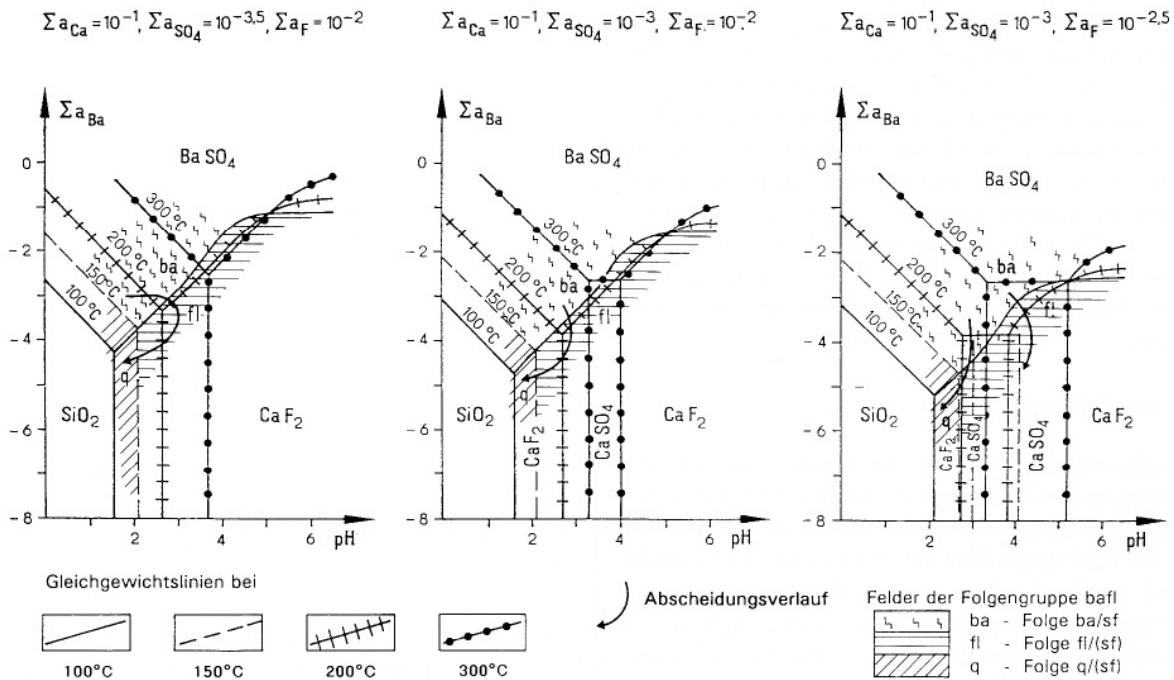


Abb. 129 Stabilitätsbeziehungen zwischen Quarz, Fluorit, Baryt und Anhydrit im Temperaturintervall 100-300°C in Abhängigkeit von der Summenaktivität von Ba, SO₄, Ca und F und dem pH-Wert (aus BARTH, KUSCHKA, 1990)

Übergang bei höherer SO_4 -Aktivität kam es zu einer Massenabscheidung von $BaSO_4$ mit Fe_2O_3 . Die Komponenten Pb, Zn, Cu, Fe^{2+} blieben wegen der geringen f_{S_2} und des sauren Milieus gelöst. Das Nebengestein wurde, soweit der Einfluss der Hydrotherme reichte, mit Hämatit imprägniert, der Feldspat kaolinisiert.

Genese der Folgenreihe hmba

Die Herdregionen zogen sich mit weiterer Krustenabkühlung in Teufen von 13-18 km zurück. Die Konzentration stieg unter Zunahme der Effektivität der Konvektion bis auf 200 g/l, bei bleibendem $Na > CaCl$ -Charakter. Noch immer bleiben in der Hydrotherme, in Kontinuität nach hmba, Ba und SO_4 stark angereichert, neben einer relativen

Zunahme von Zn, Fe^{2+} , Cu und (Pb), wahrscheinlich nun auch von Co, Ni und As. Die Abscheidungstemperaturen erhöhten sich von 50-75°C allmählich bis auf 150-200°C, während der Chemismus der Lösungen sich änderte. Mit der völligen Eliminierung der Komponenten Ba und SO_4 nahmen die F-Aktivitäten und der Ca-Gehalt zu, was zur Massenausscheidung von Fluorit führte und zur Aggressivität der Lösungen gegenüber $BaSO_4$ mit Verdrängungen durch Flussspat. Wegen zunächst relativ hoher f_{S_2} wurden weiter Cu-, Pb-, Fe-Sulfide ausgeschieden. Nach Erschöpfung der Ca- und F-Kapazitäten avancierte wieder Si^{4+} zum stärksten Vertreter. Mit zunehmendem f_{O_2} bildete sich nun massenhaft Quarz, der ebenfalls Baryt und Fluorit verdrängte. Im Verlaufe dieser Entwicklung nahm, wie Abb. 126 zeigt, der pH-Wert allmählich ab. Der Milieu-Wechsel

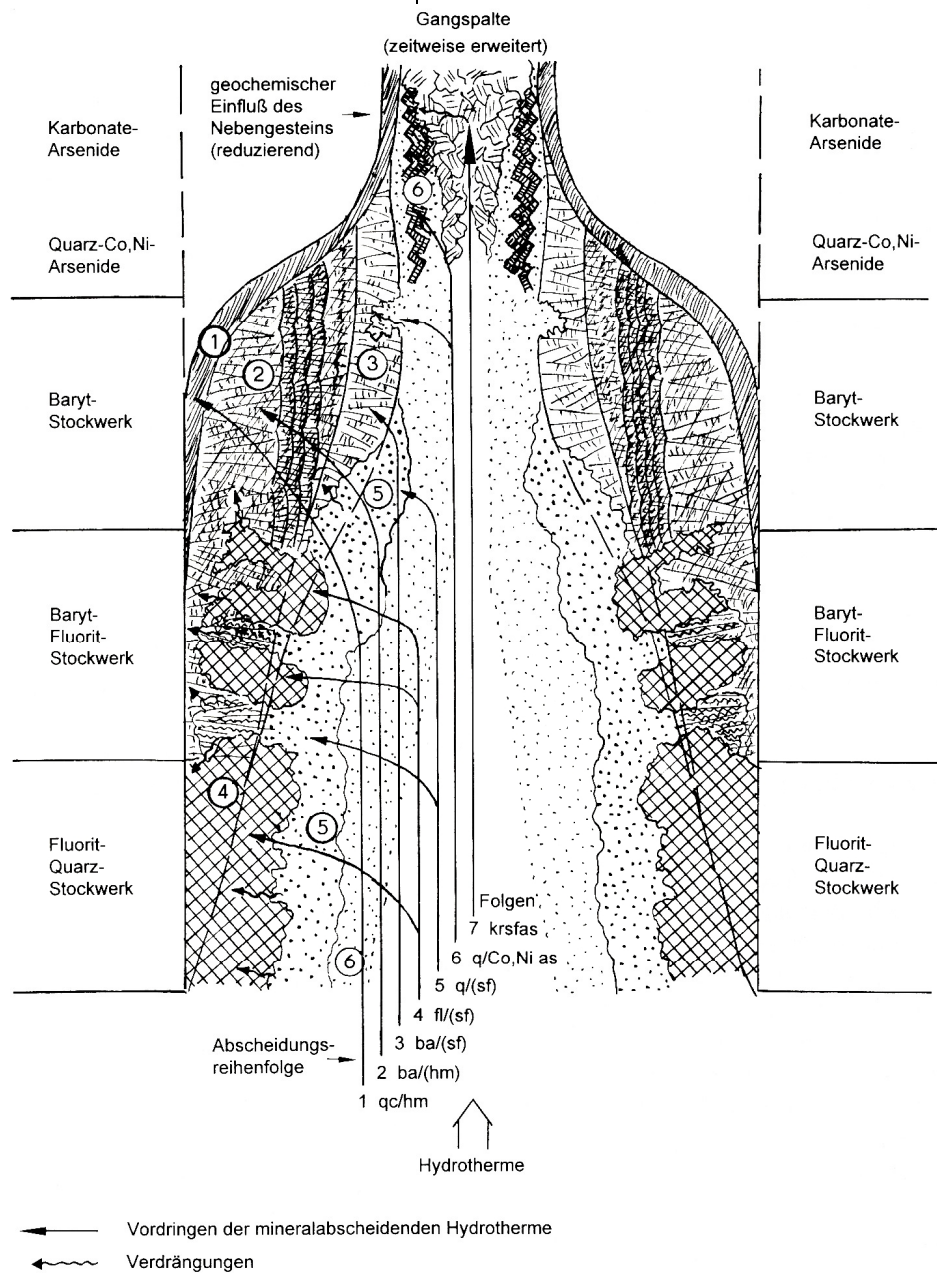


Abb. 130: Entwicklung der vertikalen Zonalität im Abscheidungsverlauf der Folgenreihe hmba bis krsfas

von schwach oxidierend zu schwach reduzierend blieb dabei ohne größeren Einfluss.

Genese der Folgenreihe gas

Die Herdregion erreichte 15-20 km Tiefe. Da keine Informationen vorliegen, aber die Kontinuität der Entwicklung offensichtlich ist, dürfte die Salinität 200-250 g/l betragen haben bei nach wie vor herrschendem Na>CaCl, evtl. Ca>NaCl-Charakter. In der Hydrotherme blieb Si angereichert. Infolge der intensiven Laugung in metabasitreichen Regionen, evtl. sogar mafischen Granuliten, nahm die Führung an Ni, Co, Fe²⁺ und As stark zu. Zwischen Nebengestein bzw. älteren Ganginhalten und der Lösung, gab es ein schwaches Gefälle von sauer-oxidativ zu basisch-reduzierend. Bei Temperaturen zwischen 275°C und 150°C wurde massenhaft Quarz abgeschieden. An geochemischen Barrieren, wie den „Schwebenden“, erfolgte bevorzugt die Abscheidung von Ni-Co-Fe-Arseniden und Pechblende, mit aus der Tiefe stammendem Ag und Bi. Die pH-Werte der Lösung wechselten von neutral zu basisch, der Eh von ±0 zu +0,8 V. Während die f_{O2} zurückging, erhöhte sich gegen Ende allmählich f_{S2}, aber Ca, Mg, Zn, Cu, Pb blieben noch in Lösung.

Genese der Folgenreihe krsfas

Der Herdbereich blieb vermutlich zwischen 14-20 km Tiefe. Die Konzentration dürfte wohl bei 200 g/l geblieben sein, ebenso deren Wasserchemismus vom Typ Ca>NaCl. Bei allmählich von 200° auf 75° absteigenden Abscheidungstemperaturen, Si⁴⁺-Verarmung, abfallendem f_{O2} unter starker Zunahme des CO₂-Partialdrucks, ansteigendem f_{S2} und Anreicherung von Ca, Mg, Fe²⁺, Ag kam es zur Abscheidung von Siderit, dann Ankerit/Dolomit und zuletzt etwas Calcit. Mit der Karbonatbildung wurden auch wenige Sulfide von Cu und Sulfarsenide von Ag, Bi u. a. mitgefällt.

Genese der Folgenreihe flbaq

Nach Beendigung einer Kompressionsphase zur Wende Kreide/Tertiär (Iaramische Phase) mit NO-SW-Druckrichtung, ließen schwache Zerrungen die Hydrotherme erneut zirkulieren. Mit allmählich ansteigenden Krustentemperaturen, verursacht durch den sich vorbereitenden Tertiärvulkanismus. Starker Einfluss vadoser Wässer und vulkanogener CO₂-Emissionen führten zu einer Umstellung des Hydrothermenchemismus auf den Na-CaHCO₃-Typ. Die HF-Aktivität nahm zu. Unter Bildungstemperaturen von 150-50°C schieden sich nach Mobilisationen etwas Fluorit, Quarz und Baryt ab.

Genese der Folgenreihe sfkru

Nach Spalteneruptionen von Phonolith im Oligozän erfuhr

das Gestein im Lagerstättenbereich Niederschlag eine kurzzeitige Erwärmung. Am Phonolithkontakt dekrepitierte älterer Fluorit. Die Mobilisierung und Neuabscheidung von etwas Fluorit mit Quarz erfolgte wahrscheinlich bei Temperaturen bis 200°C aus einer Hydrotherme des Na-CaHCO₃-Typs unter höherer HF-Aktivität, die nur kurze Zeit anhielt und von steigendem CO₂- sowie S-Druck abgelöst wurde. Geringe Konzentrationen an gelösten Stoffen erlaubten nur schwache Mineralabscheidungen von Karbonaten mit Fe-, Cu-Sulfiden und Uranerzen in reduzierendem Milieu. Der Einfluss vadoser Wässer bei diesen Vorgängen war relativ hoch.

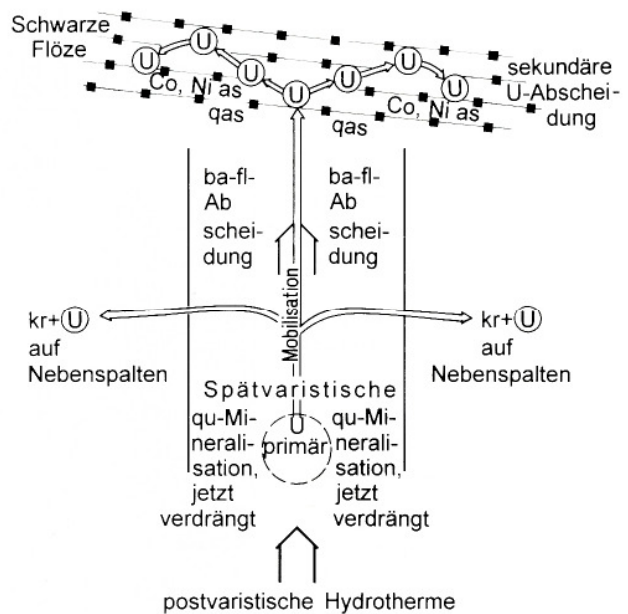


Abb. 131: Prinzipskizze zur Urananreicherung in den obersten Bereichen der Lagerstätte Niederschlag

Genese der Folgenreihe qlmmn

Bei vorläufigem Abschluss der Hydrothermentätigkeit bis in subrezente Zeit bildeten sich Quarz mit Limonit und Mangan(hydr)oxiden. Noch nicht untersucht sind Konzentration und Chemismus der Hydrotherme. Fest steht nur die Anreicherung an Si, Fe³⁺ sowie Mn. Zwischen dem älteren karbonatischen Ganginhalt und den wohl schwach sauren bis basischen, oxidierenden Lösungen bestand ein starkes Gefälle. Das führte zur Bildung von Quarz mit zunächst Fe(OH)₃, dann, bei Rückgang des pH-Wertes schließlich Mangan in oxidischer und hydroxidischer Bindung.

Als letzter Nachhall der Hydrothermik ist wohl die an durchlässigen Stellen der Mineralgänge spürbare Temperaturerhöhung anzusehen, die im Falle einer Anzapfung durch den Bergbau oder Erosion (Beispiel Schönbrunn im Vogtland) zu Thermalwasseraustritten rührten.

15 Bergbautechnologische und bergwirtschaftliche Dokumentation

15.1 Vorräte

15.1.1 Uranerz-Baryt-Fluorit-Lagerstätte Niederschlag

Uranerzvorräte (von A. HILLER)

Zum Beginn der Bergarbeiten der SAG Wismut verfügte die Lagerstätte Niederschlag über keinerlei Uranvorräte. Die Erkundung erfolgte erst im Zuge der Bergarbeiten durch das Auffahren von Gangstrecken und Überhauen.

Vorratsberechnungen wurden jeweils zum 1. Januar vorgenommen und mit dem Bericht über das abgelaufene Jahr der Geologischen Verwaltung zur Bestätigung vorgelegt. Wie in allen gangförmigen Uranlagerstätten Ostdeutschlands basierte die Berechnung auf der statistischen Methode. Dafür wurden die Erzgewinnung aus den Erkundungsgrubenbauen und die bei der Auffahrung abgebaute Gangfläche registriert. Aus diesen Werten ermittelte man das Ausbringen als Quotient von Erz und Fläche.

In die Vorratsberechnung wurden Gangflächen mit einem Uranausbringen ab 0,01 kg/m² einbezogen. Die Gesamtvorräte wies man als „Geologischen Vorrat“ aus.

Die Gliederung der Vorräte erfolgte nach ihren Urangelhalten (gemessen über das Ausbringen), nach ihrem Aufschlussgrad und nach dem Erkundungsgrad,

Zur Unterteilung in Bilanz- und Außerbilanzvorräte diente die Bauwürdigkeitsgrenze, 1947 durch ein Mindestausbringen von 0,1 kg/m² definiert. Per 01.01.1950 wurde diese Grenze für die Dauer eines Jahres auf 0,05 kg/m² gesenkt und ab 01.01.1954 auf 0,2 kg/m² angehoben. Ab 01.01.1953 entfiel der Nachweis von Außerbilanzvorräten. Dadurch erübrigte sich auch das Ausweisen von Geologischen Vorräten.

Als Teil der Vorratsbilanz wurden sog. „Industrielle Vorräte“ ausgehalten und ausgewiesen. Sie gliedern sich in aufgeschlossene, halbfertige und abbaufertige Vorräte. Besondere Bedeutung kam den aufgeschlossenen Vorräten zu, da sie oberhalb der tiefsten aufgeschlossenen Sohle liegen und somit für den Bergbau zugänglich sind. Die anderen Vorratsgruppen waren für die Planung der Bergarbeiten und den Vorratsvorlauf wichtig.

Je nach Erkundungsgrad erfolgte die Einstufung der Vorräte in die Klassen B, C₁ oder C₂.

In die Klasse der B-Vorräte wurden Blöcke mit zwei- bis vierseitiger Umfahrung durch Grubenbaue eingeordnet.

C₁-Vorräte wiesen eine ein- bis zweiseitige Konturierung durch bergmännische Auffahrungen auf. Die zulässige Extrapolationslänge lag je nach Charakter der Gangstrukturen bei 30-60 m. C₂-Vorräte wurden an den Flanken oder nach der Teufe zu an die C₁-Konturen „angehängt“.

Die hier eingefügte Tabelle zeigt die Entwicklung des Vorratsstandes nach Jahren.

Tab. 33A: Entwicklung der Uranvorräte in der Lagerstätte Niederschlag (Gangflächen in 10³ m², Ausbringen in kg/m²; Uran in t)

Stand per	Geologische Vorräte			Bilanzvorräte			Industrielle Vorräte			Quelle
	Fläche	Ausbr.	Uran	Fläche	Ausbr.	Uran	Fläche	Ausbr.	Uran	
01.01.1948	78,2	0,18	14,4	Nicht ausgewiesen			4,2	0,126	0,5	JB Wismut 1948-49
01.01.1949	743,9	0,086	64,2	Nicht ausgewiesen			17,7	0,104	1,8	JB Wismut 1948-49
01.01.1950	724,2	0,05	38,2	444,8	0,07	33,4	101,1	0,089	0,9	JB Wismut 1948-49
10.01.1951	413,1	0,137	56,4	308,4	0,172	53,0	168,2	0,208	35,1	JB Wismut 1950
01.01.1952	197,5	0,135	26,8	154,1	0,162	25,0	68,3	0,151	10,3	JB Wismut 1951
01.01.1953	203,0	0,154	36,7	202,6	0,154	36,7	77,2	0,157	14,2	JB Objekt 7 1952
01.01.1954	Nicht ausgewiesen			28,4	0,282	7,98	27,3	0,284	7,75	JB Objekt 7 1953

Daraus wird deutlich, dass in der Lagerstätte Niederschlag mit einer Vorratsreserve von ca. einem Jahr gearbeitet wurde. Die per 1.1.1949 ausgewiesenen Vorräte widerspiegeln eine äußerst optimistische Herangehensweise, die sich so nicht bestätigt hat.

Im starken Anstieg des Ausbringens zum 1.1.1954 zeigt

sich ein neues Herangehen an die Vorratsberechnung. Erstmals wurden hier die Konturen der Bilanzflächen nicht nach Abbaublöcken sondern entsprechend den flach einfallenden Erzfällen festgelegt.

Die Lagerstätte gilt ab 1954 als ausgeerzt.

Die Bohrerkundung auf Flussspat zwischen 1972 und 1977 fand Indikationen für noch vorhandene, bisher unbekannt potentielle Uranvererzungen. Sie wurden von der SDAG Wismut per 01.07.1988 als 82-Vorräte mit 200 t Uran (Gehalte 0,106 %) registriert.

Baryt- und Fluoritvorräte (E. KUSCHKA)

Die Rohspatkörper der in Abschnitt 5.2.1 beschriebenen Hauptgangzone sind Teile komplizierter Gangzonen und haben plattenartige Formen mit zerlappten, linsenähnlichen Konturen.

Im Hauptlinsenzug sind die Rohstoffkörper großflächig. Ihre Mächtigkeiten und Gehalte wechseln schon auf kurze Distanz erheblich. In den nordwestlich gelegenen Linsenfiedern sind die Rohstoffkörper kleinflächiger bei ebenfalls stark wechselnden Gehalten und Mächtigkeiten.

Im Jahre 1959 wurden zwischen der 1. und 4. Sohle bergmännisch erkundete Spatvorräte ausgewiesen (s. Tabelle 38, Blöcke 1-31, Summe 01.01.1959). Unterhalb der Bergbauaufschlüsse sind im Ergebnis der im Abschnitt 4.1 vorgestellten Erkundungsarbeiten der Jahre 1972 bis 1977 von der SDAG Wismut mittels Kernbohrungen - ein erstmalig in der DDR realisiertes Verfahren der Spaterkundung - bohrerkundete Vorräte nachgewiesen, berechnet und von der Staatlichen Vorratskommission der DDR bestätigt worden.

Seitdem sind auch auf anderen Spatlagerstätten, z. B. Schönbrunn/Vogtland (siehe Bergbau in Sachsen, Band 2) bohrerkundete Vorräte ausgewiesen worden.

Mit Hilfe einer komplexen Auswertung der Erkundungsarbeiten auf der Grundlage sämtlicher Aufschlüsse der Lagerstätte, der bergmännischen wie der Bohraufschlüsse, wurde entsprechend den Forderungen der ab 01. Januar 1982 anzuwendenden „Instruktion zur Anwendung der Klassifikation der Lagerstättenvorräte fester mineralischer Rohstoffe vom 28. August 1979 auf Flussspat- und Schwerspatlagerstätten“ der Grad der wissenschaftlichen Bearbeitung mittels Lagerstättenmodellierung beträchtlich weiter entwickelt.

Die späteren Gewinnungsarbeiten auf bohrerkundeten Vorratsblöcken bestätigten den mit dieser Methode erreichten Qualitätssprung, die erhöhte Zuverlässigkeit der Vorratsangaben.

Wegen des gestiegenen Bedarfs der Volkswirtschaft der DDR an Spatrohstoffen, zu dem noch die bis 2010 zu erwartende Erschöpfung größerer Spatlagerstätten kam, beauftragte das Ministerium für Geologie etwa zehn Jahre später den VEB Geologische Forschung und Erkundung, in Zusammenarbeit mit den spatgewinnenden Betrieben eine

Revision der Spatressourcen im Rahmen einer „Präzisierung der Höffigkeitseinschätzung Spate Südteil DDR“ vorzunehmen (BERNSTEIN, K. H., ILGNER, E., KNOTH, S. u. a. 1988).

Da insbesondere zu prüfen war, ob die Baryt-Fluorit-Lagerstätte Niederschlag in naher Zukunft für eine Spatproduktion anstelle erschöpfter Spatlagerstätten in Frage käme, wurde für diese Struktur ein komplexes Lagerstättenmodell erarbeitet (Kuschka, E., 1991). Im Ergebnis dessen war wegen geologisch besser begründeter Abgrenzung von Vorräten auf der Grundlage vorläufiger, aus aktuellen Durchschnittswerten der bauenden Spatgruben abgeleiteter Konditionen, eine Neubewertung der Vorräte erforderlich geworden. Diese Vorratszahlen, Stand 1990, sind am Ende des Abschnitts 15.1.1 angegeben. Sie sollten der Planung vorzunehmender bergmännischer Erkundung im Hauptlinsenzug unterhalb der 4. Sohle und der NW-Linsenfiedern dienen. Diese Vorratszahlen tragen vorläufigen Charakter und sind nicht der Staatlichen Vorratskommission (nach der politischen Wende aufgelöst) vorgelegt worden.

Bergmännisch erkundete Vorräte

Obwohl die meisten Vorratsblöcke mindestens dreiseitig bergmännisch umfahren sind, konnten sie nicht in die Vorratsklasse A eingestuft werden, da die Bemusterungsabstände von 5 m nicht eingehalten wurden. In Niederschlag erfolgte die Bemusterung sehr unregelmäßig; auf der 1. Sohle durchschnittlich alle 50 m, weil die Gangstrecken größtenteils verbrochen waren, auf der 2. Sohle entsprechend der Querschlagsabstände alle 10 bis 15 m und auf der 3. Sohle durchschnittlich alle 30 m einmal. Von der 4. Sohle liegt nur ein Bemusterungspunkt vor. Aus diesem Grund konnten nur Vorräte der Klasse C₁ (mindestens 6 konditionsgerechte Aufschlüsse im Vorratsblock) ausgewiesen werden. Aufgrund der geologischen Situation als spatführend eingeschätzte, an Blöcke der Klasse C₁ angehängte Vorratsblöcke wurden der Kategorie C₂ zugeordnet. Da aber damals (1959) die Aufbereitbarkeit barythaltigen Fluoritrohspats noch nicht geklärt worden war, deklarierte die Vorratskommission alle Vorräte als „Außerbilanzvorräte“ C₁ bzw. C₂ (s. Tab. 38, Beilage). Die Bemusterung erfolgte teils als Schlitzproben (10 cm breite und 3 cm tief ausgehackte Schlitz im querschlägigen Rohstoffaufschluss), teils visuell (Ausmessung der Baryt- und Fluoritanteile längs querschlägiger Linien mit Volumenprozentberechnung bezogen auf die Bemusterungslänge). Bergekeile größer 0,5 m wurden nicht mit einbezogen, da sie bei einem späteren Abbau ausgehalten werden konnten.

Die Analysen des Schlitzprobenmaterials wurde im Labor des damaligen VEB Zinn- und Spatgruben Ehrenfriedersdorf vorgenommen (einschließlich der inneren Kontrolle). Zur äußeren Kontrolle erfolgten stichprobenhaft Analysen durch Labore der ehemaligen Spatbetriebe von Schmalkal-

den und Rottleberode.

Die Analysenwerte sind in Tabelle 9 dargestellt. Die Summen der analysierten Komponenten liegen verschiedentlich wesentlich unter 100 % und sind damit nicht von ausreichender Qualität. Auch weichen die Erstwerte von denen der inneren und äußeren Kontrolle in mehreren Fällen stark voneinander ab.

Die Fehlerspanne der visuellen Bemusterung beträgt bis zu -17 und +23 %. Mithin steht die Bemusterung von 1959 und damit die Vorratsberechnung auf verhältnismäßig schwachen Füßen.

Bohrerkundete Vorräte

Die 1977 von der SDAG Wismut vorgelegte Vorratsberechnung ging von drei unterschiedlichen, von der Staatlichen Vorratskommission (StVK) vorgegebenen Schwellengehalten für CaF_2 aus: 10 %, 15 % und 20 %. Als Mindestmächtigkeit für den Abbau galt 1 m.

Die Bohrungen durchörterten die Rohstoffkörper in Abständen von 50-150 m. Diese Abstände genügten nach der damals geltenden Fluss- und Schwerspatinstruktion für die Ausblockung von C_2 -Vorräten. Zur Bemusterung wurde von jedem fluoritführenden Intervall eine Kernhälfte zur chemischen Analyse gegeben. Diese wurde im damaligen Zentrallabor der SDAG Wismut angefertigt. Eine Zusammenstellung enthält die Tabelle 9. Kernverluststrecken im Spat wurden durch CaF_2 -Berechnungen aus Neutronenaktivierungsmessungen von F überbrückt.

Konditionen sind maximale bzw. minimale Grenzwerte für Anforderungen, die an den Rohstoff hinsichtlich Wertstoffgehalten bei definierter Abbaubreite und ökonomisch vertretbarer Aufbereitbarkeit gestellt wurden und dienen der Abgrenzung und Eingruppierung der Vorräte fester mineralischer Rohstoffe.

Die Konditionsparameter leiteten sich aus der geologischen Situation, aus technisch-technologischen und ökonomischen Nutzungsbedingungen sowie aus volkswirtschaftlichen Anforderungen der DDR ab.

Die Fluoritvorräte von 1977 sind in der Tabelle 38 (Beilage) zusammengestellt. Die Berechnungsvariante nach dem Schwellengehalt 15 % wurde von der StVK bestätigt.

Übersicht der Vorräte auf der Fluss- und Schwerspatlagerstätte Niederschlag nach der Neubewertung 1990

Gegenüber der Vorratsberechnung von 1977 mussten wegen der im Ergebnis der Lagerstättenmodellierung gewonnenen neuen Erkenntnisse über den geologischen Bau der Lagerstätten Veränderungen und zum Teil neue Abgren-

zungen der Vorratsblöcke vorgenommen werden (s. Abb. 132, vergleiche mit Abb. 43).

Im NNW wurde die Vorratsfläche nordwestlich der Blöcke 1, 8 und 9 erweitert. Insgesamt verringerten sich die Vorräte um 50,5 kt Rohspat und 12 kt CaF_2 -Inhalt.

Vorgenommene Veränderungen bei den bohrerkundeten Vorräten von 1977:

Das Lager 1 entspricht in Fläche und Vorratskontur ganz der Position 1.5, doch sind die mineralisierte Fläche und Durchschnittmächtigkeit des Fluoritganges kleiner.

Das Lager 2 entspricht in Fläche und Vorratskontur den Positionen 2.1.1 und 2.1.2. Der Block musste geteilt werden in einen C_2 - und einen δ_1 -Vorratsblock. Die durchschnittliche Gangmächtigkeit und die mineralisierte Fläche sind kleiner.

Bei den Lagern 1 und 2 verringern sich deshalb der Rohspatvorrat und der CaF_2 -Inhalt.

Das Lager 3 entspricht in Fläche und Kontur der Position 1.4, doch ist die mineralisierte Fläche kleiner, die Durchschnittmächtigkeit des Spatganges größer. Deshalb sind hier der Rohspatvorrat und der CaF_2 -Inhalt größer.

In der Berechnung von 1990 wurde der Barytgehalt mit berücksichtigt. Dementsprechend kam der Vorratsblock Position 1.3 als vorwiegend Barytvorrat neu hinzu.

Die prognostischen Lager I und II (Vorratsklasse 5,) sind nach der Neubewertung wegen der auf der Grundlage des komplexen Lagerstättenmodells besser bekannten Geologie der Lagerstätte zu streichen. Ihre Flächen und Konturen liegen in einem Teil der Lagerstätte, in der die Hauptgangzone nur als Trümmerzone ohne nennenswerte Gangmächtigkeiten ausgebildet ist. Die mit Bohrungen hier angetroffene Fluoritführung befindet sich auf verschiedenen, weit auseinander liegenden Gangtrümmern. Der Aufwand für einen bergmännischen Aufschluss wäre unverträglich hoch.

Die Neubewertung 1990 erfolgte auf der Grundlage der Bemusterungsdaten von 1959 (für die bergmännisch erkundeten Vorräte) und von 1977, wobei noch am Kernmaterial eine Nachdokumentation in den Maßstäben 1: 10, 1: 50, 1: 200 sowie paragenetische Bearbeitung vorgenommen wurde.

Zum Verständnis der Vorratsangaben sind einige kurze Erläuterungen notwendig.

Der Erzführungskoeffizient (k_e) ist nach STAMMBERGER (1979) der quantifizierte Ausdruck des Verhältnisses zwischen dem Rohstoffvolumen eines Körpers und des Ge-

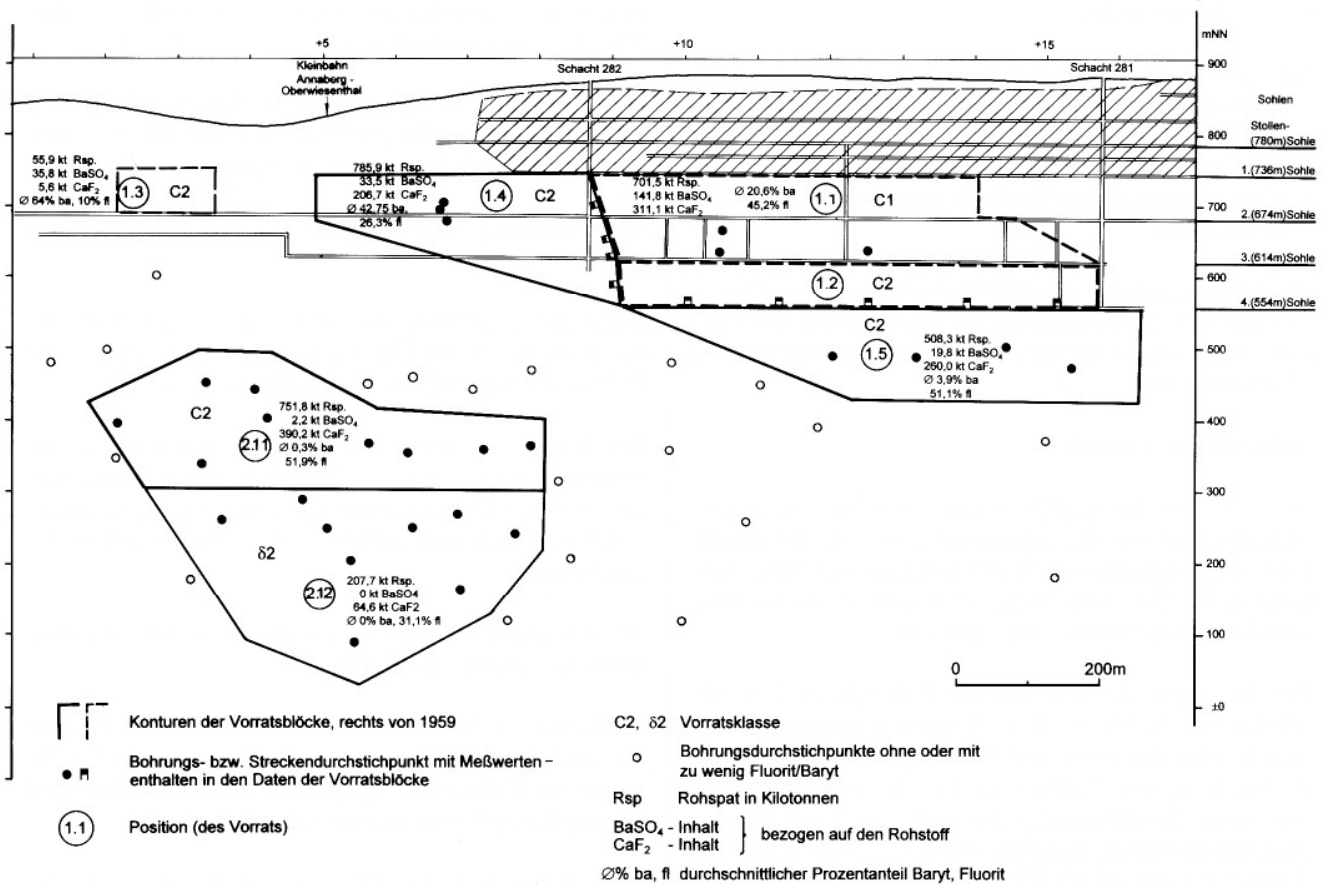


Abb. 132: Vorratsblöcke auf der Lagerstättenstruktur Niederschlag, Zentralteil (Stand Neubewertung 1990)

samt volumens des als Vorratsblock ausgewiesenen Körpers.

Bei Fluss- und Schwerspat kann man auch vom „Spatführkoeffizienten“ sprechen.

Bei bohrerkundeten Spatvorräten wird die Anzahl der konditionsgerechten spatführenden Bohrungen der Gesamtzahl der den Block durchörternden Bohrungen gegenüber gestellt. Eine Kontrolle dieser Ermittlung geschieht über das geologische Lagerstättenmodell (das ist die graphische Darstellung der Lagerstättegeologie in drei Betrachtungsebenen: Sohle bzw. Niveau grundrisslich, Querschnitt, Längsschnitt, Seigerriss).

Die Formel zur Ermittlung der Spatvorräte in einem Vorratsblock lautet

$$Q(C_2) = F_w \cdot k_c \cdot D_{(ba/fl)} \cdot M$$

Inhalt Baryt $P_{ba} = Q \cdot G_{(BaSO_4)}$
 Fluorit $P_{fl} = Q \cdot G_{(CaF_2)}$

F_w wahre Fläche des Erzvorrats

D mittlere Dichte
 M mittlere Mächtigkeit
 G mittlerer Gehalt

Vorräte auf dem Hauptlinsenzug (Abb. 132):

C₁-Vorratsklasse

Position 1.1

Vorratsblock (polygonartig), Länge: rd. 650 m, wahre Fläche: 67 677 m². Erzführkoeffizient: $l = 100\%$; mineralisierte Fläche von 67 677 m². Durchschnittsmächtigkeit: 3,12 m; Rohdichte: 3,26 t/m³, Durchschnittsgehalt: 20,6 % BaSO₄; 45,2 % CaF₂; Rohspat: 701,519 kt; Barytininhalt 141,801 kt BaSO₄; Fluoritininhalt 311,137 kt CaF₂.

C₂-Vorratsklasse

Position 1.2

Vorratsblock (rechteckig), Länge: 660 m, Höhe 60 m, wahre Fläche: 40 710 m². Erzführkoeffizient: $l =$ mineralisierte Fläche von 40 710 m². Durchschnittsmächtigkeit: 2,6

m; Rohdichte: 3,09 t/m³, Durchschnittsgehalt: 7,1 % BaSO₄; 53,5 % CaF₂; Rohspat: 327,064 kt; Barytininhalt 23,286 kt BaSO₄; Fluoritinhalt 174,979 kt CaF₂.

Position 1.5 (z. T. bohrerkundet)

Vorratsblock (trapezoid), Länge: obere 700 m, untere 400 m, Höhe 120 m, wahre Fläche: 72 542 m². Erzführungskoeffizient: 0,89 (89 %) mineralisierte Fläche von rd. 64 562 m². Durchschnittsmächtigkeit: 2,8 m; Rohdichte: 3,04 t/m³, Durchschnittsgehalt: 3,91 % BaSO₄; 51,10 % CaF₂; Rohspat: 508,338 kt; Barytininhalt 19,876 kt BaSO₄; Fluoritinhalt 260,065 kt CaF₂.

Position 1.4

Vorratsblock (polygonal), durchschnittliche Länge: 400 m, durchschnittliche Höhe 130 m, wahre Fläche: 52 528 m². Erzführungskoeffizient: 0,75 (75 %) mineralisierte Fläche von rd. 39 396 m². Durchschnittsmächtigkeit: 5,7 m; Rohdichte: 3,5 t/m³, Durchschnittsgehalt: 42,7 % BaSO₄; 26,3 % CaF₂; Rohspat: 785,950 kt; Barytininhalt 33,5601 kt BaSO₄; Fluoritinhalt 3206,705 kt CaF₂.

Obere NW-Linsenfieder (Abb. 132):

C₂-Vorratsklasse

Position 1.3

Vorratsblock (Rechteck), Länge: 155 m, Höhe 60 m, wahre Fläche: 9 300 m². Erzführungskoeffizient: 1 = mineralisierte Fläche von 9 300 m². Durchschnittsmächtigkeit: 1,6 m; Rohdichte: 3,76 t/m³, Durchschnittsgehalt: 64 % BaSO₄; 10 % CaF₂; Rohspat: 55,949 kt; Barytininhalt 35,807 kt BaSO₄; Fluoritinhalt 5,595 kt CaF₂.

Untere NW-Linsenfiedern (Abb. 132):

C₂-Vorratsklasse (bohrerkundet)

Position 2.11

Vorratsblock (polygonal), durchschnittliche Länge ca. 600 m, durchschnittliche Höhe ca. 150 m; wahre Fläche: 87 192 m². Erzführungskoeffizient: 0,78 (78 %) = mineralisierte Fläche von 68 009 m². Durchschnittsmächtigkeit: 3,76 m; Rohdichte: 2,94 t/m³, Durchschnittsgehalt: 0,3 % BaSO₄; 51,9 % CaF₂; Rohspat: 751,807 kt; Barytininhalt 2,256 kt BaSO₄; Fluoritinhalt 390,188 kt CaF₂.

Prognostischer Vorrat 81 (bohrerkundet) (Abb. 132)

Position 2.12

Vorratsblock (polygonal), durchschnittliche Länge rd. 450 m,

durchschnittliche Höhe ca. 230 m, wahre Fläche: 102 145 m². Erzführungskoeffizient: 0,33 (33 %) mineralisierte Fläche von 33 707 m². Durchschnittsmächtigkeit: 2,17 m; Rohdichte: 2,84 t/m³, Durchschnittsgehalt: 0 % BaSO₄; 31,1 % CaF₂; Rohspat: 207,735 kt; Fluoritinhalt 64,606 kt CaF₂.

Nach der Neubewertung der noch anstehenden Baryt- und Fluoritvorräte in der Lagerstätte Niederschlag von 1988 kann, zusammengefasst, mit folgenden anstehenden Flussspat- und Schwerspatmengen gerechnet werden:

Tab. 33B: Baryt- und Fluoritvorräte, Lagerstätte Niederschlag

Rohspattyp: ba-fl (>30 : <30)

Hauptlinsenzug und obere NW-Linsenfiedern

Positionen	Klassen	Q (kt)	P _{ba} (kt)	P _{fl} (kt)
1.1+1.3+1.4	C ₁ und C ₂	1 543,418	513,209	523,437

Rohspattyp fl-ba (>30 : <30)

Hauptlinsenzug

Position	Klasse	Q (kt)	P _{ba} (kt)	P _{fl} (kt)
1.2	C ₂	327,064	23,286	174,979

Rohspattyp fl-q (<5 ba : >fl)

Positionen	Klassen	Q (kt)	P _{ba} (kt)	P _{fl} (kt)
1.5+2.11+2.12	C ₂ , δ ₁	1 467,880	22,132	714,859

Summe	Klassen	Q (kt)	P _{ba} (kt)	P _{fl} (kt)
alle Positionen	C ₁ , C ₂ , δ ₁	3 338,362	558,627	1 413,275

Aufgrund der relativ schwach fundierten Bemusterungsdaten im bergmännisch erkundeten Lagerstättenteil und der wenigen Bohraufschlüsse in den nur bohrungserkundeten Vorratsblöcken mit allerdings sehr guten Bemusterungsdaten, können die obenstehenden Vorratsmengen nur zur allgemeinen Orientierung hinsichtlich der Wertstoffführung in der Baryt-Fluorit-Lagerstätte Niederschlag dienen.

Begleitrohstoffressourcen

Nach überschlägiger Einschätzung wurden als Summe aller Sulfide mit durchschnittlich 0,9 % Anteil an der Rohspatmasse insgesamt ca. 33 kt Sulfiderze ermittelt. Davon wären:

6,5 kt	Pyrit
24,0 kt	Chalkopyrit
2,0 kt	Galenit
0,5 kt	Sphalerit

Bei 37,5 % Kupfer in Chalkopyrit ließen sich bei 33-50 % real möglichem Ausbringen 3,1-4,7 kt Rohkupfer gewinnen.

Die aus den Aufbereitungsabgängen gewinnbaren Zementspäte dürften folgende Größenordnung erreichen:

$P_{ba} + P_{fl}$	0,8 (80 % Ausbringen)	= 1 577,0 kt
Q-P	(80 % Ausbringen)	= 1 093,1 kt-0,5
	(50 % Verwertbares)	= 546,6 kt Zementspat.

15.1.2 Nordwestflanke

Der in den Abbildungen 2 und 12 abgegrenzte Abschnitt NW-Flanke wurde, abgesehen von 3 querschlägigen Durchörterungen ohne Gangstreckenauffahrungen, bisher nicht bergmännisch untersucht. In den Jahren 1972 bis 1977 erfolgte, ausgeführt von der SDAG Wismut, eine Untersuchung mit 29 übertägig angesetzten Kernschrägbohrungen bis in max. 450 m Teufe (s. Abb. 99, 100) zur Erkundung der Flussspatführung dieses Abschnitts der Lagerstättenstruktur. Obwohl einige Bohrungen Fluorit- und/oder Barytmineralisationen antrafen, führte man keine Vorratsberechnungen, auch keine Prognosen aus, mit der Begründung eines zu geringen Kenntnisstandes über diesen Strukturabschnitt.

Von Bearbeitern der Höffigkeitseinschätzung Spate des ehemaligen VEB Geologische Forschung und Erkundung wurde 1980 eine Berechnung von prognostischen Vorräten versucht (BERNSTEIN u. a. 1980). Noch 1988, zur Präzisierung der Höffigkeitseinschätzung (BERNSTEIN u. a. 1988), wurde ein δ_2 -Block (prognostischer Vorrat) mit 312 kt Rohspat zu 65 % Baryt und 35 % Fluorit angegeben. Der Versuch einer näheren geologischen Auswertung der Bohrergebnisse (1995; Verf.) führte zu dem im Abschnitt 10.1.1 beschriebenen Resultat, dass in der NW-Flanke kein einzelner großer geschlossener Rohspatkörper vorhanden ist, sondern mehrere sehr kleine, sowohl im Hangenden als auch im Liegenden der Hauptstörung. Abgesehen vom noch nicht ausreichenden Aufschlussgrad ist eindeutig zu erkennen, dass in der NW-Flanke der Baryt-Fluorit-Lagerstätte Niederschlag keine nennenswerten Baryt- oder Fluoritvorräte existieren.

15.1.3 Nordwestfortsetzung

Im in der Abb. 2 ausgewiesenen Abschnitt existiert das bergmännisch erkundete Uranerzvorkommen Neudorf-Nord. Ein Abbau von Erzen ist nicht dokumentiert.

Die weiteren in der Nordwestfortsetzung mittels Schürfen und Bohrungen, z. T. Lesesteinen nordwestlich „Neudorf-

Nord“ angetroffenen Mineralgänge mit Barytführung (1,5 km westlich und 1,2 km SSW Bahnhof Cranzahl) führen zu wenig Spat, als dass hier Aussicht auf eine ökonomische Gewinnung bestünde.

15.1.4 Johannisstruktur

Wie bereits in Kapitel 4 ausgeführt, wurden zugehörige Mineralgänge auf Uranerze im Schachtgebiet 34 - Neu Unverhofft Glück, Schachtgebiet 111 und Schachtgebiet 169 bergmännisch verritzt. Bereits 1950 bzw. 1952 galten die dort anstehenden Uranerzvorräte als abgebaut. Auch die ehemals vorhandenen Vorräte mit Silber-, Kobalt-, Blei- und Kupfererzen sind seit langer Zeit (s. Tab. 1) als erschöpft anzusehen.

Die Baryt- und Fluoritmineralisationen, die fast auf keinem der NW-SO- und NNO-SSW- sowie der wenigen NO-SW-Gänge fehlen, sind bei geringer Gangmächtigkeit (meist unter 0,3 m) sehr absätzig, so dass mit keinerlei bauwürdigen Mineralkonzentrationen zu rechnen ist.

15.1.5 Uranerzvorkommen Kretscham, Neudorf-Süd und Mineralgänge der übrigen Gebiete

Die kleinen Uranerzvorkommen Neudorf-Süd und Kretscham gelten ebenfalls seit 1954 als ausgeerzt. Auf den zugehörigen Gängen wurden keine Baryt- oder Fluorit-Konzentrationen festgestellt.

Bei etlichen der kleinen Mineralgänge zwischen dem Luxbach, der Talsperre Cranzahl und dem Ort Bärenstein konnten an Halden- und Lesesteinmaterial geringfügige Baryt- und Fluorit-Mineralisationen nachgewiesen werden. Die Mehrzahl dieser Gänge hat nach probengestützten Abschätzungen Mächtigkeiten unter 0,3 m. Auch die maximal 1,2 bis 1,5 m mächtigen Pascherweggänge führen mit hoher Sicherheit keinerlei bauwürdige Konzentrationen von Baryt oder Fluorit.

15.1.6 Metasomatische Fluoritlager

Bei der Fluoriterkundung durch Bohrungen traf 1974-1976 die SDAG Wismut auch metasomatische Fluoritlagerungen in Marmorlagen (C Ra2) im mittleren Zentralbereich von Niederschlag und in der Nordwestfortsetzung an. Nach den Beobachtungen von SCHULZ (1959) geht die Metasomatose von der Hauptgangzone aus, ausgelöst durch fluorhaltige Hydrothermen.

In einem zusätzlichen Untersuchungsprogramm teufte die SDAG Wismut im Zentralbereich Niederschlag 6 Vertikalbohrungen in Ergänzung von 3 Schrägbohrungen, die das

metasomatische Lager zuerst antrafen, als Bohrnetz mit 100 x 200 m Abstand. Das Ergebnis zeigt folgende Aufstellung:

Bohrung Nr.	Metasomatische Fluoritführung von - bis (m)	Mächtigkeit der Fluoritintervalle (m)	CaF ₂ -Gehalt in %
Zentralbereich Niederschlag (etwa bei Schnittlinie 6)			
F 82	75,6 - 76,3	0,7	12,7
F 31	121,2-122,8	1,6	26,2
F 32	123,9 - 125,5	1,6	25,4
F 122	119,1-122,5	3,4	11,6
H 1	154,7-155,3	0,6	8,0
	durchschnittlich	1,58	16,79
Nordwestfortsetzung			
F 25	141,2-150,8	9,6	12,4
F 79	44,2 - 45,3	1,1	10,3

Während die Fluoritmetasomatose in der Nordwestfortsetzung nur einen geringen Umfang besitzt, kann dieser im Zentralbereich mit 50 x 150 m Erstreckung (7 500 m² Fläche) angenommen werden. Wegen des nur lokalen Charakters führte die SDAG Wismut hier keine Vorratsberechnung aus, auch weil für diesen Erztyp keine Konditionen vorhanden waren.

Zur Vorstellung von der Größenordnung wird folgender Massenüberschlag angegeben:

$$7\,500\text{ m}^2 \times 1,58\text{ m} = 13\,500\text{ m}^3 \times \text{Dichte } 2,8 = 37\,800\text{ t}$$

$$\text{Rohspat} \times \text{Gehalt } 0,1679 = 6\,346,6\text{ t CaF}_2\text{-Inhalt.}$$

15.2 Bergbautechnologie nach 1945 (A. HILLER)

15.2.1 Auffahrungs- und Gewinnungstechnologie

Die Niederschlag Schächte bezogen Elektroenergie aus dem Staatlichen Netz über die Trafostation Bärenstein. Von dort führten 10-kV-Leitungen zu den Schächten.

Trink- und Brauchwasser für den Bergbau wurden aus dem öffentlichen Netz entnommen. Nach ihrer Fertigstellung sorgte die Talsperre Cranzahl für eine stabile Versorgung. Ein Teil der zuzitenden Schachtwässer wurde später ebenfalls als Betriebswasser genutzt.

Im oberen Bereich sind die Schächte bis zum Standfesten ausgemauert, sonst ausgezimmert, z. T. Bolzenschrot (Spurlatten, Einstriche, Ausbau). Die Fördertürme waren aus Holz errichtet. Die elektrisch betriebenen Fördermaschinen standen neben dem Förderturm.

Bei Streckenvortrieb geschah das Beladen der Hunte an-

fangs mit der Schaufel, später mit Überkopfladern (seit 1949 bei der Wismut im Einsatz). Die Förderung zum Schacht war gleisgebunden.

Der Streckenausbau erfolgte mit Holz, in starrem Stützausbau (deutsche Türstöcke), je nach Standfestigkeit in engem oder 1 m Abstand, mit Läufern, Firsten- und Stoßverzug. Überhauen im Gangbereich wurden ebenfalls in Holz (Bolzenschrot- oder Vollschrotzimmerung) gesichert. Da das Holz wegen der projektierten Kurzlebigkeit des Bergbaues nicht penetriert wurde, waren die Standzeiten des Ausbaus recht kurz. SCHULZ und HOTH (mdl. Mitteilung) berichten, dass die zwischen 1947-1954 aufgeführten Stollen und die 1. Sohle bereits 1958/1959 stellenweise verbrochen waren.

Der Mechanisierungsgrad war anfangs sehr gering. So berichten Zeitzeugen vom Fehlen der notwendigsten Arbeitsgeräte, vom Abbau der ersten Pechblende mit Schlägel und Eisen, vom Erztransport in Blechkübeln, von der Schachtförderung mit Handhaspel und Kübel usw. Diese Berichte kennzeichnen die ersten Wochen und Monate des Uranbergbaus.

Schon im Lauf des Jahres 1947 kam es zu entscheidenden Verbesserungen. Im Vortrieb und Abbau kamen nach Fertigstellung der Kompressorstationen pressluftgetriebene Bohrhämmer BH-16 zum Einsatz. Das anfangs übliche Trockenbohren war ab 1950 verboten. Alle Auffahrungen erfolgten mittels Sprengarbeiten. Dabei wurde Gel-Donarit Nr. 1 eingesetzt. Ab 1949 wurden Lademaschinen des Typs PML-63 eingeführt. Die Schachtförderung wurde vollständig mechanisiert.

Vorrichtung

Zur Vorrichtung der Vorratsblöcke wurden zunächst zwei Begrenzungsüberhauen im Abstand von 50 m zur darüber liegenden Sohle hochgebrochen. Diese Überhauen besaßen gleichzeitig Bedeutung als Erkundungsgrubenbaue. Zeigte sich ein vollständiges Auskeilen der Vererzung, wurden die weiteren Arbeiten eingestellt. Im Normalfall beließ man durch das Anlegen von Verhaustrecken eine Bergefeste von 2-4 m über der Grundstrecke. In diesen Pfeilern anstehende Uranerzlinen wurden lokal gewonnen. Zur Abförderung von Masse und Armerz erfolgte im Abstand von 6-8 m der Anschluss von Rollen, die dann im späteren Abbau mitgezogen wurden.

Abbau

Der Abbau der Gänge erfolgte im Firstenstoßbau, vorzugsweise im streichenden Verhieb. Die Abbaubänder wurden auch bei fehlender Vererzung nicht abgesetzt. Anfallende taube Massen wurden zum Versetzen tieferliegender Abbaugassen verwendet. Wegen des geringen Anteils der vererzten Gangfläche mussten überschüssige Massen

über die mitgezogenen Masserollen abgezogen werden. Schrapper waren nicht im Einsatz.

Ein geringer Teil der Abbaublöcke wurde durch die Auf-fahrung von Teilsohlenstrecken und Steigorten in den Erz-fällen abgebaut. In die verbliebenen Pfeiler wurden dann Kontrollbohrungen eingebracht und radiometrisch vermes-sen.

Eine Besonderheit stellte der Abbau in den sog. Stockwer-ken, mehreren Trümerzonen im Südteil der Lagerstätte, dar. Hier wurde eine selektive Erzgewinnung aus Orten praktiziert.

Die Abbaublöcke wurden auf der Grundsohle mit je zwei Feldstrecken und Querschlägen umfahren und nachfolgend durch querschlägige Orte mit 5 m Abstand vorgerichtet. Anschließend folgte das Hochbrechen von 4-6 Überhauen bis zur nächsten Sohle bzw. Zwischensohle (30 m). Im weiteren Verlauf wurden mit jeweils 5 m vertikaler Berge-feste weitere Etagen durch Feldstrecken, Querschläge und Orte aufgefahren. In Stöße, Firsten und Sohlen all dieser Grubenbaue wurden Kontrollbohrungen eingebracht und geophysikalisch vermessen, um die Lage der Erzlinen zu ermitteln. Die Erzgewinnung erfolgte danach durch Unter-suchungsorte, Firstaufbrüche bis 2,5 m Höhe oder Erzge-senke von maximal 2,5 m Teufe.

Bei diesem System wurden die Vorrichtungsrubenbaue im Profil 3,35 m² aufgefahren und durch halbe deutsche Tür-stöcke mit Firstverzug ausgebaut. In Feldstrecken musste Stoßverzug eingebracht werden. Anfallende taube Massen wurden zum vollständigen Versetzen tieferliegender Eta-gen benutzt. Dafür mussten Masserollen (Profil 1 m²) mit-gezogen werden. Überschüssige Massen zog man aus dem Block ab. Lade- und Versatzarbeiten erfolgten von Hand. Für Transportarbeiten standen Stirnkipper mit 0,3 m³ Fas-sungsvermögen und einer Spurweite von 300 nun zur Ver-fügung.

1953-54 kam es noch zu einigen Veränderungen in diesem Abbausystem, die das Ziel hatten, den Anteil von Auffah-rungen im „Tauben“ zu senken. Dazu fuhr man z. B. einen Teil der Vorrichtungsorte auf relativ aushaltenden Gangtrü-mern auf.

Die Technologie der Erzgewinnung war streng reglemen-tiert. Nach dem Glätten des Versatzspiegels wurde der ver-erzte Gang in der Regel vom Hangenden her freigeschos-sen. Danach legte man den Untergrund mit Erztuch aus. Das vererzte Haufwerk musste mit Pickhämmern herein-gewonnen werden. Nur bei großer Gesteinshärte waren Lo-ckerungssprengungen erlaubt, jedoch war es streng verbo-ten im Erz zu pickern oder zu bohren.

Das Erz wurde von Hand mit Hilfe von Radiometern vor

Ort ausgeklaut und in Kisten nach übertage transportiert. An Radiometrischen Kontrollstationen (RKS) erfolgte die Trennung nach Erzsornten entsprechend dem Gehalt. Die Erze wurden je nach Urangehalt in Sorten unterteilt. 1953 galt folgende Unterteilung:

Stufenerz Sorte I (Stufenerze):	>3 %
Stufenerz Sorte II (Warenerze):	1-3 %
Fabrikerz Sorte I (Anne Warenerze):	0,2-1 %
Fabrikerz Sorte II (Fabrikerze):	0,017-0,2 %
Aktive Masse:	0,005-0,017%

Der Großteil des Urans war in Stufenerzen konzentriert. 1952 waren es 79,4 % und 1953 - 72,0 % Fabrikerze wur-den an der Schacht-RKS aus dem Haufwerk aussortiert. Sie fielen entweder direkt bei den Bergarbeiten oder beim Masseabzug aus abgebauten Blöcken (Blockmagazinen) an.

Die aktiven Massen wurden am Schacht radiometrisch ge-klaut, um einen Anteil armer Warenerze auszusortieren.

Verluste

Bis 1950 wurden die Verluste beim Abbau nicht exakt regi-striert. Schätzungen gingen von 20 % aus. 1951 beliefen sich die Verluste auf 6,72 t, d. h. auf 18,5 %. Für 1952 liegt eine genaue Analyse zur Struktur der Verluste vor:

Verluste durch unvollständigen Abbau	0,63 %,
Verluste im Versatz	4,46 %,
Transportverluste	0,19%,
Verluste in den Haldenmassen	2,22 % und
Verluste in den Abgängen der Aufbereitung	8,58 %.

Die Summe der Verluste betrug 16,08%. Die Förderverlus-te beliefen sich auf 7,5%.

Versatz

Für Versatzzwecke stand im Allgemeinen genügend Ei-genversatz zur Verfügung.

Durch das Anwachsen der Kapazitäten der Aufbereitungsbetriebe wuchs Anfang der 50er Jahre der Bedarf an Fa-brikerz. Das führte dazu, dass ein großer Teil der abgebauten Blöcke später leergezogen wurde, um die schwach u-ranhaltigen Versatzmassen als Armerze zu verarbeiten.

Förderung

Die Förderung im Abbau erfolgte von Hand bis zu den Rol-llöchern, von dort unter Ausnutzung der Schwerkraft. Ebenso war das Laden im Vortrieb bis zur Einführung von Lademaschinen reine Handarbeit. In den Stockwerksblö-cken waren Bandförderer vom Typ P-4 im Einsatz.

Die Horizontalförderung erfolgte mit Hunten von 0,65 m³ Fassungsvermögen. Als Zugmaschinen kamen Akku-Loks der Typen „Metallist“ und „Karlik“ (zu deutsch „Zwerg“) zum Einsatz.

Die Schachtförderung wurde mit Skip oder Förderkörben durchgeführt. Skipanlagen waren auf Schacht 34^b (Kunst- und Tageschacht), 111, 133, 169, 245, 281 und 282 vorhanden. Mit ihnen wurde bereits untertägig aussortiertes taubes Haufwerk gefördert.

Als Fördermaschinen kamen vorwiegend FW-13 zum Einsatz, so am Schacht 281 und den Blindschächten 326 und 328.

Haldenwirtschaft

Die Haldenwirtschaft spielte zunächst keine Rolle bei der Planung der Arbeiten. Das taube Haufwerk wurde in unmittelbarer Nähe der Schächte und Stolln abgekippt.

Die Schächte 34 und 245 waren mit Schrägaufzügen (sog. Terrakoniks) ausgerüstet, mit deren Hilfe die charakteristischen Spitzkegelhalden gekippt wurden. An den Schächten 169, 111, 133 und 133^b wurden unter Ausnutzung der Hangneigung der Aufstandsflächen Tafelhalden gekippt. Am Schacht 169 arbeitete zeitweise auch eine Terrakonik-Anlage.

Die steilen Berghänge, vorhandene Bebauung und der Verlauf der Kleinbahntrasse sowie der Oberwiesenthaler Straße (B 95) führten speziell im Südteil der Lagerstätte schon bald zu Problemen beim Haldensturz. Am Stolln 111 wurde die B 95 mit einer Förderbrücke überquert, um die Halde zwischen Straße und Pöhlbach anzulegen.

Die Stollen 212 und 213 besaßen hölzerne Förderbrücken über die Kleinbahnstrecke, so dass talseitig der Bahnlinie gekippt werden konnte.

Entlang der unteren Stollngalerie wurde eine Haldenbahn errichtet, die das taube Haufwerk zum Schacht 34 beförderte. Hier erfolgte die Aufhaldung mittels zweier Terrakonik-Anlagen auf Spitzkegelhalden. Die Haldenbahn war mit Oberleitung ausgestattet und wurde bis 1952 betrieben.

Als Ende 1950 die Stalinschächte in Betrieb gingen, konnte der Großteil der anfallenden Haldenmassen über die beiden Terrakoniks am Schacht 281 aufgehaldet werden. Andere Halden wurden in der Folgezeit schrittweise außer Betrieb genommen.

Bei der Vorrichtung zur Spatgewinnung wurde noch auf der 1. Sohle nach dem gleichen Prinzip verfahren. Infolge der Gebrächigkeit der Hauptgangzone ging man bei der Erkundung auf der 2. und 3. Sohle zur Querschlagerkundung

in 15-30 m Abständen über. Von den Querschlägen aus sind (vgl. Abb. 132, Seigerriss) in ca. 60 m Abstand im Rohstoffkörper Überhauen bis zur nächsthöheren Sohle durchgebrochen worden.

Für den Baryt- und Fluoritabbau war als Abbauverfahren Firstenstoßbau vorgesehen, bis auf geringfügige Gewinnung von Aufbereitungsproben aber noch nicht erfolgt.

15.2.2 Bewetterung

Die Wetterführung erfolgte vorzugsweise auf natürlichem Wege. Voraussetzung dafür war das stark gegliederte Relief der Oberfläche, das zu großen Differenzen in der Ansatzhöhe von Schächten und Stollen führte. Auf den Tiefbausohlen und in langen Blindorten wurde mit lokaler Sonderbewetterung gearbeitet.

Im Schachtfeld 34 wurden mit Schacht 189 und einem Abwetterschurf spezielle Wettergrubenbaue geschaffen.

Genauere Angaben zu den Wetterwegen und -mengen sind nicht verfügbar.

Die ausziehenden Wetter waren mit Staub CO₂, Helium und Radon angereichert. Nach Sprengungen traten nitrose Gase auf.

Daten über die Radonführung liegen nicht vor.

Die Luftfeuchte betrug bei durchschnittlich 15°C Temperatur 80 %.

15.2.3 Wasserhaltung

Die Wasserhaltung war dezentral organisiert. Jede Schachtverwaltung war für die Entwässerung ihrer Grubenbaue selbst verantwortlich. Die Wasserabgabe erfolgte direkt über die Schächte (z. B. Schacht 34) oder über Stollen. So aus den Schächten 169 und 111-133 über Stolln 111, aus Schacht 281-282/Blindschacht 328 über Stolln 216 und aus Schacht 245/Blindschacht 326 über Stolln 214..

Die durchschnittlich und maximal geförderten Wassermengen (in m³/h) der Jahre 1953 und 1954 sind in der Übersicht zusammengestellt.

Der Gesamtzufluss im Jahr 1953 betrug somit 190,5 m³/h. Dabei ist zu berücksichtigen, dass 1953 das Grubenfeld 111-133 bereits geflutet war.

Der Zufluss im Schachtgebiet 245/Niederschlag-III lag 1954 bei 84,2 m³/h.

Übersicht (in m³/h)

Schachtfeld	Ø 1953	max.	1954
Schacht 34	50,7 / 124,5	124,5	im September 1 954 demontiert
Schacht 169	24,6 / 48,9	48,9	im April 1954 demontiert
Schacht 245/Blindschacht 326	41,5 / 79,9	79,9	44,3 / 75,0
Schacht 281-282/Blindschacht 328	40,9 / 82,1	82,1	39,9/170,0
Stollen 2 14	7,7 / 14,2	14,2	keine Angabe
Stollen 2 17	25,1 / 38,4	38,4	nicht mehr in Betrieb

Ein Wasserabfluss erfolgte auch über den rekonstruierten Stolln Straßburger Glück im Niveau 745,0 m NN direkt in den Pöhlbach.

Die Wasserförderung geschah mittels Kreiselpumpen bzw. UTA-Pumpen des 1947-1959 gebräuchlichen Typs.

15.3 Gewinnung

15.3.1 Altbergbau vor 1945 (E. KUSCHKA)

Die Nachrichten über die Produktion des Altbergbaues setzen erst ab 1650 ein. Sie sind wahrscheinlich unvollständig, denn zwischen den Zeitangaben des Bergbaubetriebes und den Produktionsdaten der Ausbeutebögen bestehen Lücken. Ökonomische Angaben zur Rentabilität, zum Aufwand und Gewinn sind besonders lückenhaft, wenn sie nicht über geraume Zeiten ganz fehlen.

Demzufolge können nur folgende fragmentarische Archivangaben gemacht werden.

Angaben zum Altbergbau am Stahlberg bei Bärenstein bis zur Gesellschaft Fundgrube bei Niederschlag (s. auch G. SCHLEGEL, 1994).

Zinn

Registriert sind:

aus der Grube	Produktion der Jahre	Förderung Zinn
Michaelis-Stolln, am Stahlberg	1680-85, 1695-1701	52,5 Ztr. 59,5 Pfd
Gesellschaft-Fdgr. Stahlberg	1654-1711	18,375 Ztr. 93,5 Pfd
Kramer- und Glanz-Stolln	17. Jh.	41 Ztr.

Somit sind verbürgt für den Zeitraum 1654 bis 1711 aus der Region

3 865 kg Zinn.

Silber

Registriert sind:

aus der Grube	Produktion der Jahre	Förderung Erz	Ausbringen Ag
St. Jacob-Stolln, Stahlberg	1784, 1799	6,75 Ztr. 8 Pfd.	mit 5 Mark 2 Quent
St. Johannes	1731-1839	ca. 24 Ztr.	
St. Johannes samt Tiefen Preußen Stolln*	1839/1846-48	12,9 Ztr., 1 Pfd.	8 Pfd 64 Pfdth Ag
Kramer Stolln	1847	1,9 Ztr.	40,5 Pfdth. Ag

* nach WAGENBRETH u. a. (1990) soll die Grube von 1733 bis 1750 eine Silberausbeute von 45 056 Thalern ergeben haben.

Insgesamt ist die Förderung von 1,740 t Erz belegt, mit einem Ausbringen von ca. 25,775 kg Feinsilber.

Belegung der Gruben

St. Jacob: durchschnittlich 2-4 Mann
Kramer Stolln.: 1-2 Mann

Kobalt

Aus dem St. Johannes samt Tiefen Preußenstolln sind belegt:

1839/1840-48: 2,5 Ztr. Kobalt (aus 1,29 Ztr. 1 Pfd. Erz), das entspricht: 0,125 t Kobalt

Angaben zum Altbergbau der Neu Unverhofft Glück und Unverhofft Glück Fdgr. sind in nachfolgender Übersicht dargestellt.

Erzförderung

Die Grube Unverhofft Glück mit Freuden nahm 1715 ihren Betrieb auf und konnte erst ab 1752 Ausbeute verteilen.

Der Bergbau erlebte zum Siebenjährigen Krieg einen Rückschlag. Im Jahre 1794 brachte der Edelbrunner Flache reiche Erzanbrüche.

Übersicht

Unverhofft Glück mit Freuden						
Förderung	1716-1800:	(alt) ¹	3659 Ztr.	109 Pfd. Erz	= etwa	191,673 t
	1801-1830	(alt)	182,75 Ztr.	8 Pfd. Erz	= etwa	9,754 t
						201,427 t
Ausbringen						
Silber	1716-1800	(alt)	4739 Mark	5 Lot 1 Quent	=	110,703 kg
(Feinsilber)	1801-1830	(alt)	231 Mark	11 Lot 2 Quent	=	54,258 kg
						164,961 kg
Kobalt	1716-1800	(alt)	1075,0 Ztr.		=	5,603 t
	1801-1830	(alt)	42,5 Ztr.		=	2,256 t
						7,859 t
Neu Unverhofft Glück						
Förderung	1755-56, 1760-66	(alt)	1253,375 Ztr.	76,75 Pfd. Erz	=	65,675 t
	1768-71, 1775-1800, 1801-1838	(alt)	4842,625 Ztr.	1,25 Pfd. Erz	=	253,609 t
	1839-1842	(alt)	162,750 Ztr. Erz		=	8,523 t
	1843-1849	(neu)	321,13 Ztr. Erz		=	16,817 t
						344,624 t
Ausbringen						
Silber	f755-i800	(alt)	14518 Mark	1 Lot 1 Quent	=	3391,190 kg
(Feinsilber)	1801-1832	(alt)	4597 Mark	11 Lot	=	1037,928 kg
(Feinsilber)	1839-1842	(alt)	108 Mark	14 Lot	=	25,431 kg
	1843-1849	(neu)	114 Pfd,	2 Pfd.-teile	=	57,010 kg
						4511,559 kg
Kobalt	1755-1800	(s. o.)	1127,5 Ztr.	(alt)	=	59,047 t
	1801-1838		557,5 Ztr.	(alt)	=	29,196 t
	1839-1842		65,0 Ztr.	(alt)	=	3,404 t
	1843-1849		85,0 Ztr.	(neu)	=	4,250 t
						95,897 t
Uranerze	wurden auf dem Neu Unverhofft Glück-Flachen im Bereich des Titus-Schachtes angetroffen, davon 1854 21,5 Pfd = ca. 10 kg gewonnen					
Baryt	1842 sind 20 Ztr. Schwerspat gewonnen und für 29 Taler 5 Neugroschen verkauft worden.					

¹ alt: vor 1840 galt 1 Ztr. 52,37 kg, 1 Pfd. 467,589 g, 1 Lot 14,612 g und Silber 1 Mark = 233,855 g, 1 Lot 14,599 g, 1 Quent 3,649 g, neu: nach 1840 galt 1 Ztr. = 50 kg, 1 Pfd. 500 g, 1 Pfdteil 5 g

1913 nahm die „Radiumgewinnungs- und Verwertungs-GmbH“ ihren Betrieb mit der Unverhofft Glück Fundgrube am Luxbach auf. Man kam aber nach drei Jahren nicht über Aufgewältigungsarbeiten (Kunstschacht bis zur ½ 4. Gezeugstrecke begonnen) hinaus. 1923 erlosch das Baurecht der Gesellschaft.

Laut Befahrungsbericht von 1935 (Lafo Akte Unverhofft Glück 12 301 des Bergarchivs Freiberg) betrug das Ausbringen der konsolidierten Gruben Neu Unverhofft Glück und Unverhofft Glück von 1718 (1750) bis 1853:

Silber	24 731 Mark 10 Lot 2 Quent und 1 14 Pfund mit 56 Pfundteilen. Das entspricht 5 841 kg		
Kobalt	2961,5	Zentner	= 152 250 kg
Blei	9,375	Zentner	= 482 kg
Uranerz	21,5	Pfund	= 10 kg
Schwerspat	20	Zentner	= 1 000 kg

Als Wert des Ausbringens werden 305 905 Taler = 1 070 600 Rentenmark (Stand 1934) angegeben.

Die Kobalt- und Silbererze wurden 1831/43 in Antonshütte verarbeitet.

Bergingenieur A. LEROUX macht im Januar 1911 (Lafo Akte Unverhofft Glück 12 301) Angaben zur Verwendung der Uranerze (Pechblende) im Jahr 1911:

Die Uranfarbenfabrik von A. PATERA in Joachimsthal (Jáchymov) produzierte anfangs (1853) Urangelb.

1858 kamen Orange und 1867 Hochorange dazu.

Seit 1911 wurden 8 Präparate hergestellt:

Diese Präparate fanden bei der Glasfabrikation Verwendung. Das Protoxyd lieferte das tiefe Schwarz für die Porzellanmalerei.

Die Aufbereitung in der damaligen Zeit bestand in:

Waschen, mit Anreicherung auf 45-50 % U_3O_8 . Dieses Konzentrat wurde geröstet und zur Auslaugung des Urans mit Säure behandelt, dabei fast quantitativ gelöst, die Lösung in der Farbenfabrik weiter verarbeitet. „Im Laugungsrückstand, der bis vor wenigen Jahren (vor 1911) wertlos war; bleibt das ganze Radium zurück und wurde nach Rei-

nigung zu Radiumbromid auskristallisiert und gewonnen“.

Von 5,45 kg fünfzigprozentigem Erz blieb 1 kg Rückstand mit 1,2 mg Radiumbromid. Für 1 mg aktives Salz brauchte man demnach 4,5 kg Erz, bzw. für 1 g Radiumbromid waren 4 500 kg fünfzigprozentiges Uranerz nötig.

Uranoxydnatron 1	hellgelb	mit	80-82 % U_3O_8	Erlöse	34,50 (österr. Krone/kg)
Uranoxydnatron 2	hellgelb	mit	71-73% U_3O_8		31,00 kr/kg
Uranoxydnatron	orange	mit	79-81% U_3O_8		35,00 kr/kg
Uranoxydnatron	hochorange	mit	84-85 % U_3O_8		37,00 kr/kg
Uranoxydkali	hochorange	mit	82-83 % U_3O_8		37,00 kr/kg
Uranoxydammon	hellgelb	mit	83-84 % U-A		36,50 kr/kg
Uranprotoxyd	schwarz	mit	100% U_3O_8		44,50 kr/kg
Uranylnitrat		mit	56 % U_3O_8		26,50 kr/kg

Tab. 34A: Belegung der Gruben Unverhofft Glück und Neu Unverhofft Glück vor 1945

Jahr	Unverhofft Glück	Neu Unverhofft Glück (Mann)
1750-54	-	4-5
1778	13	20
1778	16	25
1780	17	24
1781	21	40
1782	?	63
1783-85	7	75
1786	15	75
1788	21	84
1789	19	93
1790	13	96
1791	13	105
1792	13	102
1794	13	97
1795	13	99
1797	7	81
1799	7	72
1800	?	30
1804	?	59
1805	?	97
1806	?	66
1707	7	27
1810	5	8
1815	5	15
1820	5	23
1823	5	7
1824	10	?
1825	13	10
1826	11	?
1827	5	7
1830	5	7
1835 beide Gruben		12
1845		17
1850		17
1851-53		1-3
1913-18		4-6

15.3.2 Bergbau nach 1945

Uranerzproduktion (A. HILLER)

Die Gesamt-Urangewinnung aus der Lagerstätte Niederschlag betrug 134,3 t.

Als wichtigste Uranerzgänge sind zu nennen: Karjernaja - 6,146 t (nur bis 01.01.1952 dokumentiert), Magistralnaja 3,725 t, Sentjabskaja - 1,877 t, Nojabskaja - 5,614 t und Neoschidannaja - 10,096 t.

Aus den Stockwerken konnten insgesamt 43,5 t Uran gewonnen werden. Der Hauptanteil entfiel hierbei mit 35,7 t auf Stockwerk I zwischen den Gängen Karjernaja und Magistralnaja.

Das Zentrum der Urangewinnung lag im Schachtgebiet 245/Niederschlag-III. Hier wurden 120,4 t Uran gefördert. Bedeutend geringer fiel die Produktion der übrigen Schächte aus.

Im Schachtgebiet 34 (Neu Unverhofft Glück) wurde vor allem der Neu-Unverhofft Glück-Fläche bebaut, der schon vor 1945 etwas Uranerz lieferte, besonders in Kreuzungen mit Nord-Süd-Gängen (Johannisstruktur).

Für Schacht 34 muss man berücksichtigen, dass die Förderung der Monate Januar-Oktober vom Objekt 4 verrechnet wurde. Die für 1948 „nicht zugeordnete“ Uranmenge (5,8 t) stammt wahrscheinlich aus Versatzmassen des Altbergbaus. Die Produktion für 1950 wurde entsprechend dem Vorratsstand geschätzt. Somit hat der Schacht 34 ca. 12,1 t Uran gewonnen; davon sind 3,8 t sicher nachweisbar.

Im Schachtgebiet 111-133 (Niederschlag I) sind 11 bebaute Gänge (Pjerwaja, Peresnaja, Tretnaja, Tschetwortnaja, Pjatnaja, Parallelnaja, Suchaja, Schachtnaja, Slavnaja, Aktivnaja), deren Lage nicht bekannt ist und der Johannis Stehende aufgeführt (Bergschadenkundliche Analyse Nr.

33, Bärenstein/Niederschlag, Bd. I-IV vom 12.10.1978, VEB Bergsicherung Schneeberg).

Das Schachtgebiet 111-133 lieferte laut Abschreibeaekt eine Uranmenge von 1,7 t. Die Jahresförderung von 1950 wurde als Differenz ermittelt und entspricht der Vorratssituation per 01.01.1950.

Im Schachtgebiet 169 (Niederschlag II) wurden (lt. gleicher Quelle wie zum Schachtgebiet 111-133) etwa 7 Gänge bebaut (genannt werden Promeschutatsechnaja, Pestrja, Slavnaja, Maiskaja, Aprilskaja, Novaja, Johannis Sth. und Neu Johannis-Sth. [Seigerrisse mit Abbauen]).

Schacht 169 hat nur 1949 Uranerze geliefert, da die Bilanzvorräte zum 01.01.1950 bereits abgebaut waren. Die Gesamtproduktion entspricht somit 0,11.

Tab. 34B: Urangewinnung in der Lagerstätte Niederschlag nach Jahren und Schachtverwaltungen (Gangfläche in 10³ m²; Ausbringen in kg/m²; Uran in t)

Jahr		Fläche	Ausbringen	Uran	Quelle
1947	Lagerstätte, ges.	1,7	0,53	0,9	
	Sct. 34 (Obj. 4)	U	0,53	0,9	JB Obj. 4, 1952
1948	Objekt 7, gesamt	4	0,12	0,5	JB Wismut
	Sct. 245, N-3	4	0,12	0,5	1948-49
	Sct. 34 (Obj. 4)			1,5	Geschätzt
1949	Objekt 7, gesamt	128,9	0,09	11,3	JB Wismut
	Sct. 245, N-3			1,9	1948-49
	Sct. 34			2,9	
	Sct. 169			0,1	
	Sct. 111-133			0,6	
	Nicht zugeordnet			5,8	
1950	Lagerstätte, ges.			34,1	Passport
	Sct. 245, N-3			31,9	Geschätzt
	Sct. 34			1	Geschätzt
	Scheibenberg			0,1	Abschreibeprotokoll
	Sct. 111-133			1,1	
1951	Lagerstätte ges.			29,7	JB Wismut 1951
1952	Lagerstätte, ges.	227	0,124	28,1	JB Obj. 7, 1952
1953	Lagerstätte, ges.	96,8	0,181	18,3	JB Obj. 7, 1953
1954	Lagerstätte, ges.			10	Abschreibeprotokoll
Summe Niederschlag					
	Sct. 34			6,3	
	Sct. 111-133			1,7	
	Sct. 169			0,1	
	Sct. 245, N-3			120,4	
	Nicht zugeordnet			5,8	
	Summe			134,3	

Baryt/Fluorit

Eine Baryt- und Fluoritproduktion aus der Lagerstätte Niederschlag/Zentralteil) fand bisher noch nicht statt.

Nach Vorstellungen der Spatindustrie der DDR sollte vom Jahr 2010 an die Spatproduktion mit etwa 100 kt Rohspatförderung pro Jahr aufgenommen werden. Auf der Grundlage der damals bekannten Vorratssituation dürfte dann die Lebensdauer des Produktionsbetriebes mindestens 25 Jahre betragen haben.

15.4 Zur Aufbereitung der Roherze und des Rohspates

Uranerze (A. HILLER)

Die Aufbereitung der gewonnenen Uranerze erfolgte auf radiometrischem, gravitativem und hydrochemischem Weg. Das Aufbereitungsschema wurde vermutlich mehrfach umgestellt, bis man um 1952 zum nachfolgend beschriebenen Prozessablauf überging.

Stufenerze mit Urangelhalten über 1 % gelangten zunächst in die objekt eigenen Probezeche 54 nach Annaberg. Dort wurden die einzelnen Erzpartien beprobt und für den Versand vorbereitet. Der Export in die UdSSR erfolgte ohne weitere Verarbeitung.

Die Arm- oder Fabrikerze wurden an verschiedene Aufbereitungsfabriken geliefert, nachweislich nach Lengsfeld (1954), Crossen (1953-54) und Freital (1954). Die ärmeren Erze mit Gehalten von 0,017-0,020 % Uran gelangten dabei nach Crossen, während Lengsfeld Erze mit Urangelhalten über 0,12 % erhielt.

Die erste Verarbeitungsstufe bestand im Brechen der Erze. Es folgte die radiometrische Sortierung der Kornklasse +50 mm. Dadurch wurde ein Stufenerzkonzentrat gewonnen.

Die zweite Stufe umfasste gravitative Aufbereitungsmethoden. Je nach Korngröße wurden Zwischenprodukte der vorherigen Prozessstufen auf Setzmaschinen oder Stoßherden verarbeitet. Dabei wurde ein sog. Gravitationskonzentrat gewonnen.

Anschließend setzte die hydrometallurgische Verarbeitung der Rückstände ein. Sie umfasste die zweistufige Sodalau-gung der Schlämme und die einfache Säurelaugung der Sande mit anschließender Fällung und Säuberung des chemischen Konzentrats („yellow cake“). In Crossen entfiel wegen der geringen Gehalte der Aufgabeerze die Laugung der Sande.

Im Ergebnis der Verarbeitung konnten bei optimalem Pro-

zessverlauf 75-79% des Urans aus den Fabrikerzen der Sorte I und rund 59% des Urans aus den Fabrikerzen Sorte II extrahiert werden. Für die Niederschlag Erze wurde 1952 ein Uranausbringen aus Fabrikerzen von 52,5 % ermittelt.

Rohspate (E. KUSCHKA)

Unter den Verhältnissen der DDR war die Nutzung der Baryt-Fluoritlagerstätte Niederschlag als Ersatz für die voraussichtlich etwa im Jahre 2010 auslaufende Flussspatlagerstätte Schönbrunn/Vogtland (seit 1990 stillgelegt) vorgesehen. Bis dahin waren zwei Hauptprobleme zu lösen:

1. Die Ausarbeitung einer Technologie der industriellen Aufbereitung der Rohspäte bei günstigen ökonomischen Bedingungen.
2. Klärung des Standortes und der erforderlichen Durchsatzkapazität für eine neu zu errichtende Aufbereitungsanlage.

Die Lösung des zweiten Problems hing auch ab von der Größe und Ortslage der im Mittel- und Osterzgebirge nachzuweisenden und zu erkundenden Spatlagerstätten sowie vom Bedarf für die Volkswirtschaft und den Export.

Die Aufbereikbaarheit der Rohspäte aus Niederschlag wurde in mehreren Etappen im Labormaßstab in den Jahren 1961 bis 1979 durch das Forschungsinstitut für Aufbereitung (FIA) in Freiberg und im Labor des VEB Schwer- und Flussspatbetrieb Lengenfeld (FSB) untersucht.

Die größten Schwierigkeiten verursachten die sehr feine Verwachsung von Fluorit, Baryt und Quarz im Aufgabegut. Diese erforderte Aufmahlungen bis < 164-100 µm, um einen ausreichenden Aufschluss des Rohspates zu erzielen. Damit schied von vornherein eine Produktion in stückiger oder körniger Form aus. Es kam nur die Flotation als Aufbereitungsverfahren infrage, wobei die Trennung Fluorit-Baryt problematisch war.

Schwierigkeiten verursachte auch die Beschaffung der notwendigen Rohspatmengen für die Versuche, denn die Vorräte waren wegen des eingestellten und verwahrten Bergbaues nicht zugänglich. Deshalb fehlen noch jegliche großtechnische Aufbereitungsversuche. So stammten der 1961 und 1964 untersuchte Spat von Beprobungen im Jahr 1959. Die Untersuchungen von 1974, 1977 und 1979 erfolgten an Bohrkernproben (Bohrungen F 37/74, F 166A/77, F 184A-C/77, F 186 A/77), die man aus den Vorratsblöcken oberhalb der 3. Sohle entnahm.

Bei den Laborversuchen in den Jahren 1961, 1964, 1977, 1977 im FIA Freiberg wurden folgende Reagenzien eingesetzt:

als BaSO₄-Sammeler: Emulsionen aus Fettalkylsulfat-

paste und Dieselöl,
als CaF₂-Sammeler: Emulsionen aus Rofacid, Safacid und Fekunil,
als SiO₂-Drücker: Wasserglas
und als BaSO₄-Drücker: Kartoffelstärke

Der Aufbereitungsdurchlauf nach Zerkleinerung (20-30 mm) - Klassierung und Mahlung (<0,16 mm) bestand in Entschlammung, BaSO₄-Flotation mit Austrag des BaSO₄-Konzentrats, Eindicken und Nachentschlämmen des Nichtausgetragenen, CaF₂-Flotation mit Austrag von CaF₂-Konzentrat und Berge (s. Abb. 132).

Die Ergebnisse der laborativen Aufbereitungsversuche am Rohspat der Lagerstätte Niederschlag sind in folgendem dokumentiert:

Aufgabegehalt (%)			Fertigkonzentrat (%)		Ausbringen (%)	
BaSO ₄	CaF ₂	SiO ₂ + R ₂ O ₃ + RCO ₃	BaSO ₄	CaF ₂	BaSO ₄	CaF ₂
BILSING (1964) FIA, fl-ba und fl-q-Rohspattyp						
<10	>10	<30	-	>94	-	>80
<2	>55	<40	-	94,2	-	84,3
MENZER (1977) FIA, ba-fl-Rohspattyp						
65	25	<10	96	90	keine Angaben	
Im Fertigungskonzentrat des Baryt verbleiben bis 2 % CaF ₂ und des Fluorits bis 5 % BaSO ₄ .						
SIEBERT (1974) FSB, fl-q-Rohspattyp						
0,5	7,5	79,7	~	49,9	nicht brauchbar	
0,3	53,1	38,4	-	97	-	90
0,3	45,4	41,4	-	96	-	90-95*
0,5	49,4	40,7	-	96	-	78-85*
*bei Senkung der Verluste durch Sulfidflotation vermutlich bis 50 % zu steigern.						
MENZER, BILSING und SANSONI (1979), FIA, ba-fl-Rohspattyp						
40,7	28,5	24,79 (davon 0,6 Karbonat, 0,15 Fe ₂ O ₃)	93-95	97	96	92

Bei stärkerem Aufmahlen als <100 um bis 20 um verbleiben im Konzentrat <10 Korn-% Quarz als feinste Verwachsung im Fluorit. Größer 80 % des Eisengehalts verblieben ebenfalls im Baryt- und Fluoritkonzentrat. Cu-, Pb-, Zn-Sulfide und Karbonate liegen bei <150 µm Aufmahlung aufgeschlossen vor, jedoch verblieb ca. 50 % als Verwachsung im Konzentrat als nicht ausbringbar. Im Labormaßstab war es unter den damals gegebenen Voraussetzungen nicht möglich, das Optimum zu erreichen. Für eine Technologieentwicklung sind demnach halbtechnische Versuche erforderlich, die bisher nicht durchführbar waren. Einen Technologievorschlag bringt die Abb. 133.

In diesem Zusammenhang sind Aufbereitungsversuche in

der CSSR an Material des Lagerstättenteils Kovářská von Interesse. Der Rohspat dieses Lagerstättenteils entspricht mineralogisch, chemisch und physikalisch demjenigen von Niederschlag.

Als Reagenzien wurden hier $K_2Cr_2O_7$ (500 g/t) und Na_2SiO_4 (Wasserglas, 1000 g/t) eingesetzt. Drei Proben wurden durchgesetzt. Bei der ersten Probe verblieben im Fertigmittel CaF_2 noch 0,5 % $BaSO_4$ und im Baryt-

konzentrat 3,4 % CaF_2 .

Aufgabengehalt (%)			Fertigmittelkonzentrat (%)		Ausbringen (%)	
$BaSO_4$	CaF_2	$SiO_2+R_2O_3+RCO_3$	$BaSO_4$	CaF_2	$BaSO_4$	CaF_2
Stará, Bartoncik (1988), CSSR-Sobědruhy, fl-ba Rohspattyp Kovářská						
27,6	43,6	14,9	96	92	90	88
9,5	24,3	45,0	95,9	93,5	73	97,3
29,3	31,5	25,0	79,2	91,9	80,5	92,1

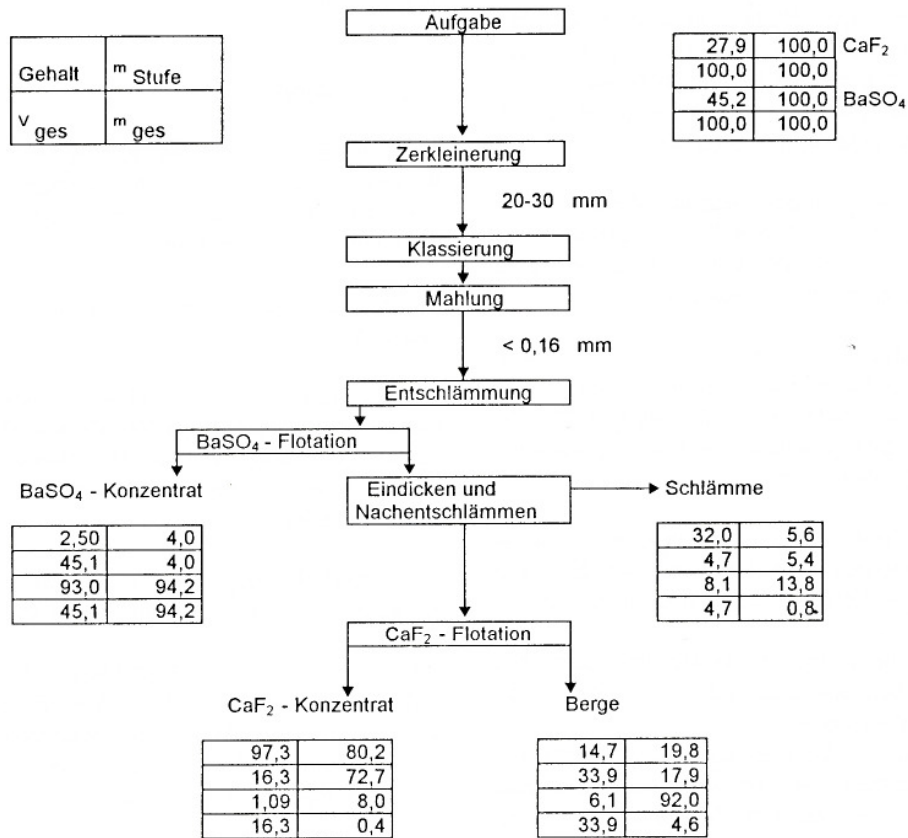


Abb. 133: *Technologievorschlag zur Aufbereitung von Baryt-Fluorit-Rohspat aus der Lagerstätte Niederschlag (Autoren: MENZER, BILSING und SANSONI, 1979)*

Die Aufbereitbarkeit des Mischspates von Kovářská wurde laborativ prinzipiell gelöst. Auch hier stehen großtechnische Versuche noch aus. Mit Einstellung der geologischen Erkundungsarbeiten 1991 wurde die Grube (Vykmánov-Stolln) verwahrt.

Am Baryt-Fertigmittelkonzentrat aus der Lagerstätte Niederschlag wurden Weißwertbestimmungen zur Prüfung der Verwertbarkeit als Farbspat vorgenommen mit folgendem Ergebnis:

Spektralbereich in um	Reflexionsgrad δ in % = W (Bezugswert $MgO \cdot \delta = 97,5$ %)
Blau 459	60,05
Weiß 502	75,93
Grün 522	63,71
Rot 614	72,92

Der Grenzwert für die Farbspatqualität liegt bei einem Reflexionsgrad von $W = 78$ (Farbspat minderer Qualität). Daraus ist ersichtlich, dass das Barytkonzentrat infolge des nicht eliminierbaren Hämatitgehalts für die Produktion von Farbspat nicht geeignet ist.

16 Zur Verwahrung und weiteren Nutzung der Grubengebäude, Umweltbelastung und Sanierung des bergbaulich beanspruchten Gebietes

16.1 Zur Verwahrung und weiteren Nutzung der Grubengebäude, Grubenwassernutzung, Einsturzgefährdung

16.1.1 Altbergbau vor 1945

Die Ausführungen dieses Abschnittes betreffen alle Grubengebäude, Stolln, Pingen, Halden, die nicht in den Bergbaubetrieb der SAG/SDAG Wismut einbezogen wurden. Dazu zählt im wesentlichen der St. Johannesstolln samt tiefen Preußenstolln nebst in der Ortslage von Bärenstein angesetzten Stolln und Schächten (s. Abb. 2).

Eine Beschreibung des heutigen Zustandes dieses Altbergbaues gibt die bergschadenskundliche Analyse vom 12.10.1978. Weitere Informationen sind in SCHLEGEL (1994) enthalten (s. auch Abb. 17 und 129).

Sämtlicher Altbergbau in der Ortslage Bärenstein ist heute unzugänglich. Die Schächte sind verfüllt oder verbrochen, die Stollnmundlöcher ebenfalls, z. T. zugemauert. Eine Nutzung alter Bergbauhöhlräume oder der abfließenden Grubenwasser findet nicht statt.

Die Halden sind heute teilweise planiert, meist in die Grundstücke einbezogen, mit Häusern oder Schuppen überbaut. SCHLEGEL (1994) nennt als derzeit erreichbare:

- „die beiden Müllerhalden am Nordabhang (Zeche Neu Jahr) bzw. im Seitental südlich der Hutweide und die Halde der Feuerturmzeche;
- Eine Halde von St. Johannis unmittelbar neben dem Fußsteig am Südrand der Estelfabrik und Haldenreste zwischen 895 und Kampffabrik. Vermutlich aber ist der Hauptteil der Halden von St. Johannis zwischen Pöhlbach und B 95 bebaut (Cafe Neubert und Umgebung) oder abgetragen.
- Die Halden von Prinz Joseph auf den Feldern am Südrand des Berges und am Sanderstein.
- Der Haldenzug längs des Sacherweges im Buchenwald (Leipziger Stolln, Drei Brüder Stolln, Michaelisstolln).
- Die Halden vom Zwickauer Stolln neben dem Zwickauer Weg am Westhang des Berges und vom Stolln unterhalb der ehem. Brauerei.“

Aufgrund der Oberflächennähe müssen generell sämtliche alte Stolln als verbruchsgefährdet angesehen werden, zumindest bis zu einem Teufeneinbringen von 4-10 m, namentlich der St. Johannisstolln, Michaelstolln, Prinz-Josef-Stolln, Alt Löbner Stolln, Jacob-Tageschacht, Christia-

nusstolln. SCHLEGEL (1994) führt Tagesbrüche um 1970 und 1988 im Bereich der Grube Grüne Tanne an.

Von alten Stolln im Raum Stahlberg wurden 1949-1951 von der SAG Wismut geöffnet, untersucht und wieder verwahrt (Sprengung der Mundlöcher): der Tiefe Preußenstolln, Kramer- und Krennerstolln, St. Jacobstolln der Gesellschafts Fdgr. Auch der Neujahr-Tagesschacht wurde zeitweilig fahrbar gemacht.

Einzelne der alten Stolln, die noch 1972 zugänglich waren, sind vom VEB Bergsicherung Schneeberg bis 1978 verwahrt worden.

16.1.2 Bergbau nach 1945

Unter diesem Abschnitt werden sowohl die von der SAG Wismut geöffneten Räume des Altbergbaues als auch die Grubenauffahrungen des Uranerzbergbaues und der Flussspaterkundung zusammengefasst.

Verwahrung nach Beendigung des Grubenbetriebes (nach 1955)

Die Schachtröhren sind 1955 bis 1959 bei 20 m Teufe mit einem Betonpfropfen verschlossen und darüber mit Haldenmassen verstürzt worden. Den ehemaligen Schachtbereich sicherte man mit Stacheldrahtzäunen und Anbringen einer Warntafel.

Die Schurfschächte sind mit Haldenmasse verfüllt und ebenfalls mit einem Drahtzaun umgeben worden.

Die Stolln wurden 1959/60 im Mundlochbereich gesprengt und verfüllt. Stolln und Strecken im Bereich des lt. TBI-Verfügung vom 13.09.1957 ausgewiesenen Sicherheitspfeilers der Schmalspurbahn Cranzahl-Oberwiesenthal sind auf 70-80 m Länge versetzt worden.

Die Abbaue blieben zum Teil unversetzt (HILLER & LANGE, Anmerkungen zur Monographie Niederschlag).

Eine weitere Nutzung der Grubengebäude erfolgt nicht. Das aus Stolln 111 austretende Grubenwasser fließt dem Pöhlbach als Vorfluter zu.

Verbruchsgefährdung

Die meisten Strecken und Querschläge stehen, wie unter Abschnitt 8 ausgeführt, im Standfesten. Verbrüche sind in Gang- und Störungszonen in den Strecken und Abbauen gefallen oder zu erwarten.

Da keine schriftlichen Belege vorliegen, auch die Bergsicherung Schneeberg nichts dazu aussagt, müssen die obers-

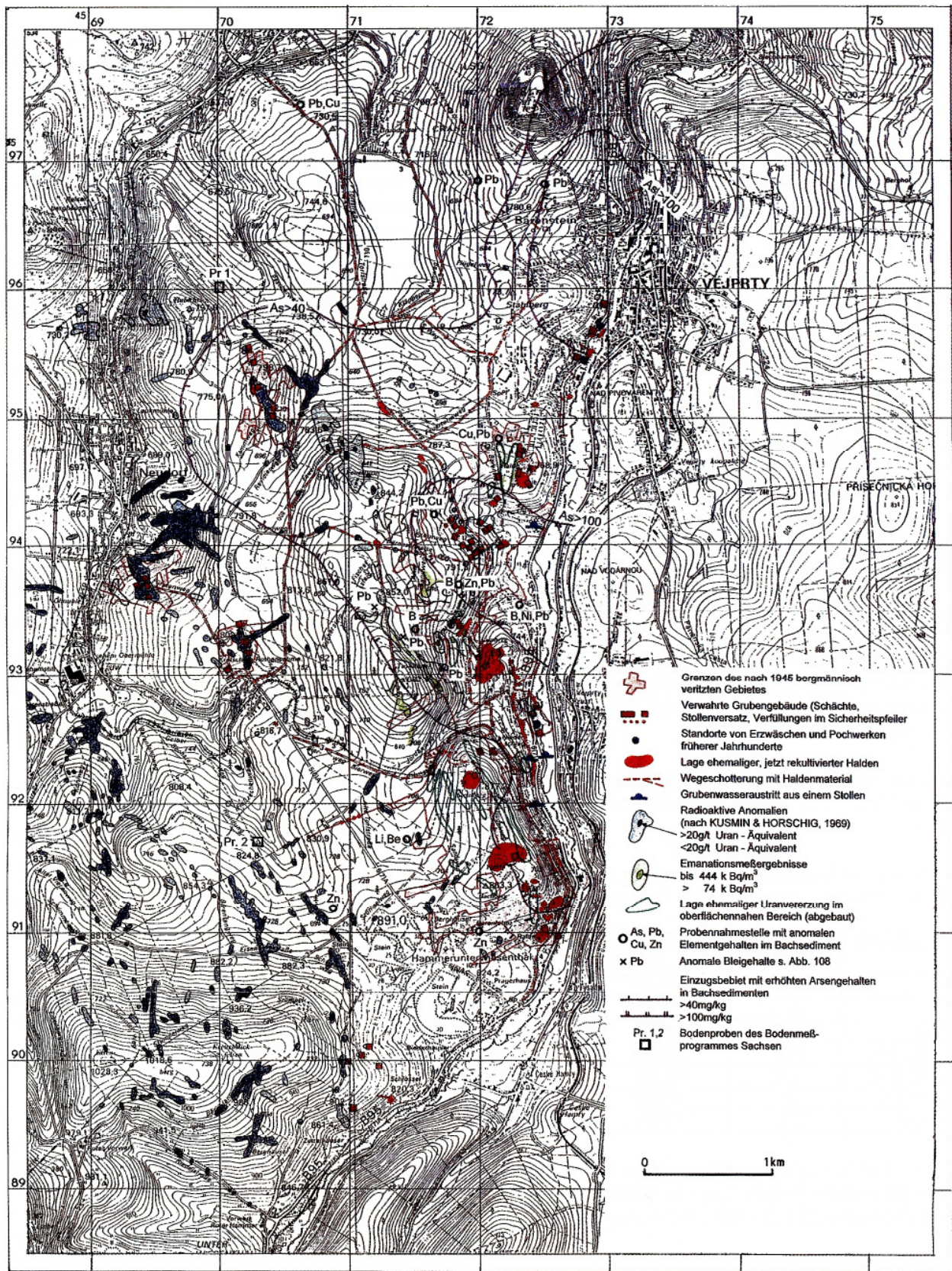


Abb. 134: Übersichtskarte zu Atlanten und Sanierung des bergbaubeanspruchten Gebietes von Bärenstein-Niederschlag-Neudorf zum Stand 31.12.1995

ten Gangstrecken der Johannisstruktur und die Abbaubereiche über der Stollnsohle in der Lagerstätte Niederschlag als potenziell einsturzgefährdet betrachtet werden. Speziell zu nennen sind die Bereiche um Schacht 282, und zwar bis 250 m nordwestlich und 550 m südöstlich des Schachtes sowie der nordwestlich an den Schacht 245 anschließende 300 m lange Geländestreifen. Hier müssen Tagesbrüche befürchtet werden. Die genannten Gebiete werden forstwirtschaftlich genutzt.

16.2 Potenzielle stoffliche Umweltbelastungen durch den Bergbau und die Gangmineralisation im Lagerstättenrevier (s. dazu Abb. 134)

16.2.1 Halden

Die Aufhaltung des Altbergbaues vor 1945 erfolgte im wesentlichen von 1650 bis 1860 mit Unterbrechungen. Im Bereich der Unverhofft Glück-Fundgrube wurde auch nach 1913 eine Haldenaufschüttung ausgeführt.

Der Umfang der alten Halden lässt sich nur näherungsweise abschätzen, da diese vorzugsweise in der bebauten Ortslage von Bärenstein mit den Ortsteilen Stahlberg und Niederschlag hegen.

Nach ehemaligen Mundlöchern und Schächten können für diesen Bereich ca. 15 kleinere Halden gezählt werden, mit einer Gesamtfläche von 3 ha, mit ca. 120 025 m³ Inhalt und einer Masse von 324 kt.

Davon sind im Bereich des Johannisstollns 2,62 ha Haldenfläche mit 108 025 m³ Inhalt und 291,6 kt Masse zu veranschlagen.

Die ehemals vorhandenen Halden des Uranerzbergbaues nach 1945 haben folgende geschätzte Größenordnungen.

Schachtbereich	Haldenfläche (ha)	Haldenvolumen (m ³)	Masse (kt)
169	6,25	310000	837,0
111	4,61	278 300	751,4
34/189	5,05	337 500	911,25
281,282,245	8,55	554 000	1414,8
Neudorf Nord	1,89	46260	124,8
Neudorf Süd	1,6	60000	162,0
Kretscham	2,3	69000	186,3

Die Abschätzung wurde von Verf. nach der Haldendarstellung in der topographischen Karte im Maßstab 1 : 5 000 (1968) (Arbeitsbericht KREUSCH 1970) vorgenommen.

Haldenzusammensetzung

Chemische Analysen von Haldenmaterial des Grubenreviers Bärenstein-Niederschlag sind nicht ausgeführt worden. Um wenigstens annähernd einen Eindruck von der

Mineralführung der Halden zu bekommen, wurde vom Verf. eine Abschätzung des enthaltenen Mineralgangmaterials, speziell der Uranerzpartikel vorgenommen.

Dabei ist von der Durchschnittsmächtigkeit hydrothermalen Mineralgänge und ihrer mineralischen Zusammensetzung sowie vom durchschnittlichen Streckenprofil bergmännischer Auffahrungen, der Länge der Gangstrecken und Abbaue ausgegangen worden:

Durchschnittsmächtigkeit der bebauten Mineralgänge	0,2m
durchschnittliches Streckenprofil	2,5 m x 3,0 m = 7,5 m ²
Gangmaterial, enthalten in 1 m Streckenabschnitt	0,5m ³
Anteil des Gangmaterials am Haufwerk aus 1 m Strecke	0,5 m ³ von 7,5 m ³ = 6,6 %

Wenn etwa 50 % der Auffahrungen Gangstrecken und Abbaue sind, enthielten die Berge insgesamt 3,3 % Gangmaterial, vermindert um 10 % Fördererze: rd. 3 % Gangmaterial.

Da in Niederschlag der bis 12 m mächtige Magistralnaja-Gang unterhalb der Stollnsohle bebaut wurde, könnte der Anteil des Gangmaterials am Haldenmaterial der Lagerstätte Niederschlag etwa 5 % betragen. Für den Bergbau auf der Johannisstruktur sind 2 % Anteil und für die kleinen Uranerzvorkommen Neudorf-Nord und -Süd sowie Kretscham 1 % Anteil an den Haldenmassen eingeschätzt worden.

Die Betrachtung des Gangmaterials geschah nach den abgeschätzten Anteilen der Mineralfolgengruppen und danach der Mineralzusammensetzung der Mineralparagenesen.

Das Ergebnis der Einschätzung ist in Tab. 35 dargestellt. Unter c) ist die abgeschätzte Gesteins- und Mineralzusammensetzung des Haldenmaterials in Prozent abzulesen.

Die niedrigeren Anteile der Uranerze erklären sich daraus, dass zur Zeit der Uranerzgewinnung die Halden nochmals radiometrisch untersucht und das aufgefundene Erz abgelesen, dann zur Aufbereitung gebracht wurde.

16.2.2 Nutzungs- und schutzgutbezogene Orientierungswerte für Schadstoffe in Böden, Grenzwerte für die Trinkwassernutzung

Zur Abschätzung der stofflichen Umweltbelastung sowohl durch den Bergbau als auch durch zu Tage austreichende Mineralgänge in Böden sind brauchbare Grenz- und/oder Richtwerte erforderlich. In gegenwärtiger Zeit bieten für Boden- und Haldenmaterial die sogenannten Eikmann-Kloke-Werte eine brauchbare Handhabe. Für die im fol-

Tab. 35: *Einschätzung der mineralischen Zusammensetzung des Haldenmaterials im Raum Bärenstein-Niederschlag-Neudorf (erste Näherung)*

a) Mineralgänge/Gangmaterial (Grundlage = Tab. 2):

Anteile der Fol- gengruppe	Mineralbestand, vereinfacht	durchschnittlicher % Anteil in den Gängen		
		Lagerstätte Nie- derschlag	Johannis-Str.	Lagerstätte Neu- dorf
qsf	Quarz, Fe-, Zn-, Cu-, Pb-Sulfide, Fe-Arsenide	2	2,5	0
ghm	Quarz, Hämatit, Fluorit (Adular)	3,4	2,5	7,7
qu	Quarz, Calcit, Hämatit, Uranpechblende	7	8	15,5
krfsfb	Karbonate, Uranpechblende, Hämatit, Cu-, Fe-Sulfide	6	9	23,0
flq.	Quarz, Hämatit, Fluorit	36	34	7,7
hmba	Quarz, Hämatit, Baryt	20	19	6,1
bafI	Baryt, Fluorit, Quarz, Cu-Pb-Fe-Zn-Sulfide	15	10	1,5
qas	Quarz, Co-Ni-Fe-Arsenide (Sulfarsenide) (Bi, Ag)	6	10	0
krfsfas	Karbonate Fe-, Cu-, Pb-, Ag-Sulfide/Sulfarsenide (Sb)	4,5	5	38,5

b) eingeschätzte Zusammensetzung der Gangmineralisation nach (a) (Ø %-Anteil):

Mineral	Lagerstätte Niederschlag	Johannisstruktur	Lagerstätte Neudorf
Quarz	45	30	25
Karbonate (Calcit, Dolomit, Ankerit, Siderit)	5	10	73,45
Baryt	24,4	30	0
Fluorit	25	19	0
Silikate	0,001	0,001	0
Fe-Sulfide/-Arsenide	0,02	0,03	0,001
Sphalerit	0,002	0,005	0
Cu-Sulfide	0,07	0,2	0,01
Galenit	0,001	0,05	0
Fe-, Mn-Oxide	0,4	0,4	1,0
Uranerze	0,017	0,05	0,5
ged. Wismut, ged. Silber	0,0001	0,001	0
Co- Arsenide	0,07	0,3	0
Ni-Arsenide	0,001	0,001	0
Ag-Sulfide, -Sulfarsenide, -Sulfantimonide	0,001	0,01	0

c) eingeschätzte Gesteins- und Mineralzusammensetzung des Haldenmaterials (%)

Komponente	Lagerstätte Niederschlag	Johannisstruktur	Lagerstätte Neudorf
Nebenstein	95	98	99
Gangmaterial, davon	5	2	1
Quarz	2,25	0,6	0,25
Karbonate (Calcit, Dolomit, Ankerit, Siderit)	0,25	0,2	0,735
Baryt	1,22	0,6	0
Fluorit	1,25	0,38	0
Silikate (zu Quarz addiert)	0	0	0
Fe-Sulfide/-Arsenide	0,001	0,0006	0,00001
Sphalerit	0,0001	0,0001	0
Cu-Sulfide	0,0035	0,004	0,0001
Galenit	0,00005	0,001	0
Fe-, Mn-Oxide	0,02	0,008	0,01
Uranerze (nach radiometrischer Verlesung)	0,00042	0,0005	0,005
ged. Wismut, ged. Silber	0,000005	0,00002	0
Co- Arsenide	0,0035	0,006	0
Ni-Arsenide	0,00005	0,00002	0
Ag-Sulfide, -Sulfarsenide, -Sulfantimonide	0,0005	0,0002	0

genden getroffenen Aussagen werden die „Nutzungs- und schutzgutbezogenen Orientierungswerte für (Schad)stoffe

in Böden“ in der 2. überarbeiteten Fassung (EIKMANN & KLOKE, 1993) verwendet. Hier werden drei auf potenzielle

Tab. 36: *Einschätzung des Gehaltes ausgewählter Elemente in Böden, Halden und Grubenwasser im Raum Bärenstein-Niederschlag-Neudorf (erste Näherung, Gehalte in mg/kg bzw. mg/l; Mineraldurchschnitts-Maximalwerte)*

Element	Bachsedimentanalyse ¹⁾ (F in Bachwasser)		Haldenanalyse ²⁾		Bodenprob. ³⁾		Prüf- wert	Sanier wert	Prüf- wert	Sanier wert ⁷⁾	Grubenwasser ³⁾ (Stln. 111)	Grenz wert n. d. TVO	Löslichkeit ⁶⁾ im Wasser (20°C/Cl)				
	NdS	Joh.	Neudf.	1 BS	2 BV												
Ag ⁵⁾		0,35	1,4	0	-	-	-	-	-	-	-	0,01	79000				
As	7-(30)	130	((5-12))	65	120	20	17	56	40	80	60	0,0006	0,0026	-	0,009	200000	
Ba	<300	650	1280	7620	660	300	-	-	200	1000	300	0,08	0,088	-	0,1	23	
B	<18	42,5	100	-	-	-	-	-	25	-	25	-	-	-	-	14	
Cd	-	-	-	-	-	-	1,46	1,95	2	5	2/3	<0,0001	0,00012	-	0,0004	0,005	13
Co	2,6	5,4	17	29	35	20	-	-	100	400	200	0,0005	0,0062	-	0,009	3440000	
Cr	4,6	38	70	-	-	-	60	52	100	350	200	<0,0004	0,0073	-	0,012	0,05	
Cu	4,8	29	110	130	170	120	20	34	50	200	50	<0,0001	0,0071	-	0,0122	2070000	
F	<0,07	0,42	0,6	6120	1860	1	-	-	200	200	100	0,56	0,65	-	0,72	1,5	
Hg	-	-	-	-	-	-	0,14	0,16	2	20	10	0,00004	0,000044	-	0,0009	0,001	
Li	23	50	110	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Mo	<0,2	0,43	1	5	5	5	-	-	10	50	20	-	-	-	-	10000	
Ni	3,6	21	130	45	51	45	19	26	80	200	100	0,005	0,011	-	0,024	0,05	3800000
Pb	30	67	330	45	70	50	49	64	300	1000	1000	<0,0001	0,0008	-	0,0015	0,04	522000
Sn	<10	10	15	-	-	-	-	-	100	500	100	-	-	-	-	1900000	
U ⁴⁾	<1	1,9	80	3,74	4,0	4,4	(10)	(10)	5	20	10	0,04	0,06	-	0,08	-	
Zn	39	130	365	140	250	240	90	119	300	600	300	0,02	0,029	-	0,04	-	544000000

- 1) nach PALCHEN, RANK & BERGER (1982), Ableitung aus den Elementenkarten. Die Gehalte an Fe, Mn, W, Be sind ohne Relevanz, entspricht etwa der Größenordnung des Gehaltes im Boden. As-Werte (()) nach der Arsenkarte mg/kg BRAUSE (1993)
- 2) berechnet nach der Tab. 35
- 3) nach Tabelle 31
- 4) abgeleitet nach KUSMIN & HORSCHIG (1969) in g/t U Äquival. (ohne Mammutgehalte) Werte in () nach Aerogrammgehaltspektrometrie
- 5) aus den Mineralen wurde der Elementgehalt berechnet
- 6) bezogen auf löslichste Minerale in der Oxydationszone (Sulfate, Hydrate, Carbonate, Oxide, Sulfide. Als Chlorid wesentlich löslicher, aber kaum realisiert.)
- 7) aus: Nutzungs- und schutzgutbezogene Orientierungswerte für (Schad-)Stoffe im Boden (EIKMANN & KLOKE, 1993), Nr. 6 und 7
- 8) Werte: RANK, PALCHEN u. a. (Std. 7/1995) Bodenmessprogramm s. dazu Tab. 37

Gefährdung und Sanierungsbedarf ausgerichtete Bodenwerte (I-III) angegeben, und zwar für verschiedene Bodennutzungsarten aufgeschlüsselt.

Im vorliegenden Fall des Bergreviers Bärenstein-Niederschlag-Neudorf, liegen bei 54 % „nichtagrarisches Ökosystem“, d. h. forstwirtschaftlich genutzte Flächen und rd. 38 % landwirtschaftliche Nutzflächen sowie 7,7 % durch Ortslagen bebaute Flächen vor, die der Kategorie Haus- und Kleingärten sowie Industrie- und Gewerbeflächen einschließlich untergeordnet Kinderspielflächen, Sport- und Bolzplätzen, Park- und Freizeitanlagen zugeordnet werden können.

Zur Vereinfachung werden nur zwei zusammengefasste Kategorien betrachtet:

- a) Haus- und Kleingärten
- b) landwirtschaftliche Nutzfläche und nichtagrarische Ökosysteme.

Von den Bodenarten sind hier nur diejenigen mit offensichtlichem Gefährdungspotenzial relevant.

- Bodenwert II: bedenklich, genaue Prüfung vor Nutzung der Bodenfläche - je nach Nutzungsart - erforderlich
- Bodenwert III: hier sind alle möglichen nutzungs- und schutzgutbezogenen Werte überschritten, sie sind phyto-, zoo-, human- und ökotoxisch. Es handelt sich um Sanier- und Eingreifwerte.

Diese Orientierungswerte für verschieden untersuchte Elemente sind in die Tabelle 36 aufgenommen worden.

Für die Beurteilung potentieller Umweltbelastungen durch das austretende und in den Vorfluter gelangende Grubenwasser werden die Grenzwerte der „Trinkwasserverordnung – TrinkwV“ vom 22. Mai 1986 benutzt. Auch diese Grenzwerte sind in der Tabelle 36 enthalten.

16.2.3 Stofflich belastete Bodenflächen und Halden

Im Rahmen des Bodenmessprogramms (LfUG, RANK et al. 1995) sind im Grubenrevier Bärenstein-Niederschlag-Neudorf zwei Bodenentnahmestellen in bis zu 3 Bodenhorizonten beprobt und analysiert worden (s. Abb. 134 und Tab. 37). Die Probe 1 wurde am bewaldeten Nordhang des Habichtsberges östlich Neudorf entnommen, d. h. knapp oberhalb der Nordwestfortsetzung der Lagerstättenstruktur Niederschlag. Ein Einfluss von Ausbissen von strukturbeleitenden Gangtrümmern wäre denkbar. Die Probe 2 stammt aus einem Waldgebiet rd. 1 km südlich Kretscham, weit außerhalb der Verbreitung von Mineralgängen.

Wie aus Tab. 37 hervorgeht, führt die oberste Bodenschicht, die Rohhumusaufgabe Oh, die höchsten Pb- und Cu- und relativ niedrige Cr-Werte. Darin drückt sich einerseits die verstärkte Pb- und Cu-Aufnahme aus der Atmosphäre durch den Baumbestand aus, von dem der Rohhumus stammt und andererseits die Bodenauswaschung von Cr.

Da der tiefere Bodenhorizont Bs bzw. Bv (0,06 bzw. 0,25 ... 0,5 m Tiefe) die relativ ungestörte Elementverteilung im Boden repräsentiert, wurden diese Werte in die Tabelle 36 zum Vergleich mit den Haldenproben aufgenommen.

Mangels flächenhafter pedogeochemischer Beprobung sind ferner die aus der Elementkarte nach PÄLCHEN, RANK und BERGER (1982) abgeleiteten Elementgehalte aus Bachsedimentanalysen in die Tabelle 36 aufgenommen worden. Diese Werte können aber nicht mit jenen der Bodenproben verglichen oder gar gleichgestellt werden, da die Bachsedimente gegenüber den Böden teils Anreicherungen teils Abreicherungen der entsprechenden Elemente aus Böden darstellen.

In die Abb. 134 wurden nur die Einzugsgebiete von Bachsedimentproben anomaler As-Gehalt sowie anomale Gehalte an B, Pb, Zn, Cu am Probenahmeort aufgenommen.

Tab. 37: Analysenwerte zweier Bodenproben aus dem Bodenmessprogramm Sachsen aus der Region Bärenstein-Hammerunterwiesenthal (aus RANK, G. et al., unveröffl. Daten LfUG, 1995)

Probe	Koordinaten Hochwert-Rechtswert	Bodenhorizont	von - bis m Tiefe	Elementgehalte in mg/kg							
				As	Hg	Cd	Cr	Pb	Cu	Ni	Zn
1	5596000-4570000	Oh	0,0 ... +0,03	39	0,05	0,57	36	229	46	27	109
		Ah	0,0 ... -0,25	38	0,09	1,31	56	83	16	13	72
		Bs	-0,25 ... -0,50	17	0,14	1,46	60	49	20	19	90
2	5591700-4570300	Oh	0,0 ... +0,03	26	0,61	4,93	32	248	200	10	106
		Bhs	-0,01 ... -0,06	79	0,08	1,14	29	194	35	20	103
		Bv	-0,06 ... -0,60	56	0,16	1,95	52	64	34	26	119

Erläuterung: O = organ. Bodenaufgabe; A = mineral. Oberboden; B = Unterboden; Folgebuchstabe = weitere Untergliederung

Da die Elementgehalte im Haldenmaterial bisher nicht chemisch bestimmt wurden, sind auf der Grundlage der Tab. 35c) (eingeschätzte Gesteins- und Mineralzusammensetzung) Werte für einige Elemente berechnet worden. Darin gingen ein: Elementgehalte aus dem Mineralchemismus, ergänzt um regionale Clarkewerte der aufgehaldeten Gesteine.

Im Vergleich mit den Bodenwerten heben sich folgende positive Anomalien ab:

Arsen

Die eingeschätzten Arsengehalte der Halden auf der Johannisstruktur übersteigen als Folge stärkerer Co-Ni-Arsenidvererzung die Orientierungswerte BW III, während sie bei den übrigen Halden unbedenklich erscheinen.

Barium

Da der Barytanteil am Haldenmaterial nur auf der Lagerstättenstruktur Niederschlag hoch ist, liegen dort die den BW III übersteigenden Werte.

Fluor

Gleiches wie beim Barium ausgesagt, gilt auch für Fluor aufgrund des hohen Flussspatanteils.

Kupfer

Die Kupferwerte im Haldenmaterial der drei Strukturbereiche übersteigen den Orientierungswert BW II, jedoch nicht von BW III.

Die Elemente Co, Ni, Pb, U, Zn sind nach vorgenommener Abschätzung geringer als Bodenwert II (Prüfwerte) im Haldenmaterial enthalten. Entsprechend dieser Schätzergebnisse ist es angezeigt, die Anlage von Haus- und Kleingärten, Sport- und Spielplätzen auf den Halden bzw. Haldenresten zu vermeiden.

Eine besondere Betrachtung erfordern die Urangelhalte in den Böden des untersuchten Gebietes.

Die Karte der äquivalenten Urangelhalte in mg/kg der gesamten Region auf der Grundlage der Aerogammaspektrometrie, ausgeführt von der Geophysik GGDmbH im Jahre 1991 (in BRAUSE [Red.] 1993) weist Werte <4 mg/kg aus. Dieser Regionalwert hegt unter BW II (5 mg/kg). Die Karte radioaktiver Anomalien von KUSMIN & HORSCHIG (1969) der SDAG Wismut, zum Zwecke der Uranprospektion angefertigt, basiert auf einer Tiefen- und Flachgamma-Aufnahme. (Leider sind die Bergbauflächen von Nieder-

schlag und der Johannisstruktur nicht miteinbezogen worden).

Die in genannter Karte ausgewiesenen Anomalien im Bereich Bärenstein-Neudorf-Hammerunterwiesenthal sind in die Abb. 129 aufgenommen worden und wurden durch Konturen der Tagesausstriche ausgeerzter Uranerzgänge ergänzt. Als Grenzwert zur Anomalie sind 10 g/t U-Äquivalent angegeben. Das bedeutet, innerhalb der Anomalienbegrenzung treten Uran-Äquivalentgehalte auf, die den Prüfwert (Bodenwert U) oder gar den Sanierwert (Bodenwert III) übersteigen. Besonders auffällig in dieser Hinsicht sind die großflächigen Anomalien östlich Neudorf, aber auch zahlreiche kleinflächige südlich Neudorf-Kretscham. Diese Anomalien haben im wesentlichen nicht den Bergbau als Ursache, sondern teils Ausbisse uranerzführender Mineralgänge, teils Akkumulationen im Abtragungsschutt.

Entsprechend der hohen Gehalte an Uranäquivalenten, die die Orientierungswerte für den Boden übersteigen, sollte innerhalb der Anomalienflächen keine Bebauung zu Wohn- und Gewerbe- sowie Erholungszwecken erfolgen.

16.2.4 Zur stofflichen Belastung der Wässer durch den Bergbau

Für diese Betrachtung stehen die Werte der Tabellen 27-31 und 36 zur Verfügung. Der Vergleich mit den Grenzwerten der Trinkwasserverordnung (1986) zeigt, dass die Gehalte an As, Cd, Hg, Ni, Pb, selbst von F (Fluoritlagerstätte!) unter den Grenzwerten für Trinkwasser liegen. Lediglich die Gehalte von Fe, Mn sind etwas höher. Damit kann das Grubenwasser, das die Tagesoberfläche erreicht, als unbedenklich angesehen werden. Die Radonwerte des Wassers am Mundloch der Stolln 216, 217 und 111 übersteigen 185 kBq/m³. In der Grube Neu Unverhofft Glück wurden 1935 an einem Wasseraustritt aus der Firste des Mundlochs des Vereinigt Glück Stollens 13,3 Macheeinheiten, d. h. 179,15 kBq/m³ gemessen. Im Wasser aus dem Glückauf-Stolln wurden im gleichen Jahr keine Aktivitäten festgestellt.

16.3. Sanierung der bergbaulich beanspruchten Gebiete

16.3.1 Haldennutzung

Ein Teil der Halden des Uranerzbergbaues wurde für die Gewinnung von Wegebaumaterial für die angrenzenden Forstwege und Feldwege genutzt (s. Abb. 134), ein anderer für die Verfüllung der Schächte.

6.3.2 Haldenabtragung und Rekultivierung

Nach der bis 1978 erfolgten Verwahrung der Tagesöffnungen des Bergbaues im Grubenrevier Bärenstein-Niederschlag-Neudorf wurden die Halden bis auf jene des Schachtes 245 abgetragen und planiert, mit einem Mutterbodenauftrag versehen und mit Forsthölzern bepflanzt.

16.4 Tagesanlagen des Bergbaues

Die Fördertürme, Maschinenhäuser, Werkstätten, Verwaltungsbaracken usw. wurden bis auf die Übertageanlagen von Schacht 245 abgetragen bzw. nur zu einem geringen Teil von Betrieben weiter genutzt.

16.5 Bemerkungen zum Geotopschutz

Im Bergbaurevier Bärenstein-Niederschlag-Neudorf bestehen keine bergbautechnischen Denkmale. Mit der Planierung der Halden, Beseitigung der Tagesanlagen der Gruben ging das Gepräge einer historischen Bergbaulandschaft verloren. Im Gebiet sind mangels Aufschlüssen auch keine geologischen Denkmale vorhanden. Die noch bestehenden Mundlochmauern, z. B. der Stolln 216 und 217, sind nicht geschützt.

17 Literatur (Auswahl)

Veröffentlichte Literatur

- (1987): Verordnung über Trinkwasser und über Wasser für Lebensmittelbetriebe (Trinkwasserverordnung - TrinkwV) vom 22. Mai 1986 (BGB 1. I, S. 760). - In: AURAND, K. u. a. (Hrsg.): Die Trinkwasserverordnung. Einführung und Erläuterungen für Wasserversorgungsunternehmen und Überwachungsbehörden: 439-461: 5 Anl.; Berlin (Schmidt).
- BANKWITZ, P. & BANKWITZ, E. (1982): Zur Entwicklung der Erzgebirgischen und Lausitzer Antiklinalzone. - *Z. angew. Geol.* **28** (11): 511-524, 12 Abb., 18 Lit.; Berlin.
- BANKWITZ, P. & BANKWITZ, E. (1988): Intensität der Deformation in der Saxothuringischen Zone einschließlich der Lausitz. - *Z. Geol. Wiss.* **16** (5): 373-392, 11 Abb., 1 Tab., 13 Lit.; Berlin.
- BANKWITZ, P. & BANKWITZ, E. (1994): Crustal Structure of the Erzgebirge. - In: SELTMANN, R.; KÄMPF, H. & MÖLLER, P. (eds.): Metallogeny of collisional orogens. - *Czech Geol. Surv.*: 20-34, 8 Abb., 30 Lit.; Prague.
- BAUMANN, L. (1984): Die Zyklizität in der Plattentektonik und in den zugehörigen metallogenetischen Prozessen. - *Z. Geol. Wiss.* **12** (2): 141-173, 22 Abb., 1 Tab., 99 Lit.; Berlin.
- BAUMANN, L.; LEEDER, O. & WEBER, W. (1984): Zur Metallogenie-Minerogenie des postvaristischen Tafelstadiums in Mitteleuropa. - *Z. Geol. Wiss.* **12** (3): 279-303, 8 Abb., 2 Tab., 53 Lit.; Berlin.
- BEHR, H.-J. (1989): Die geologische Aktivität von Krustenfluiden. - *Gesteinsfluide/Ihre Herkunft und Bedeutung für geologische Prozesse.* - *Niedersächs. Akad. Geowiss. Veröff. H. 1*: 7-42, 20 Abb., 4 Taf., 63 Lit.; Hannover.
- BEHR, H.-J.; DÜRBAUM, H.-J.; BANKWITZ, P. u. a. (Eds) (1994): Crustal structure of the Saxothuringian Zone: Results of the deep seismic profile MVE-90 (East). - *Z. Geol. Wiss.* **22** (6): 47-769: 69 Abb., 4 Tab.; Berlin.
- BERGNER, W. (1994): Der Bergbau auf Uranerz in und um Bärenstein. - *550 Jahre Bergbau in und um Bärenstein. Teil 2*; EVZ: 87-160; Bärenstein.
- BERNHARDT, A.; HAASE, G.; MANNSFELD, K.; RICHTER, H. & SCHMIDT, R. (1986): Naturräume der sächsischen Bezirke. - *Sachs. Heimatbl.* (4/5): 145-192 und 193-228; Dresden.
- BEUS, A. A. & GRIGORJAN, S. W. (1975): Geochemische Methoden der Suche und Erkundung von Lagerstätten fester mineralischer Rohstoffe (russ.); Moskva (Nedra).
- BRAUSE, H. (1990): Beiträge zur Geodynamik des Saxothuringikums. - *Geoprofil 2*: 88 S., 104 Abb., 5 Tab., 1070 Lit.; Freiberg.
- CHRT, J. (1961): Fluorito-barytové ložiska v severných Čechach. - *Geol. průzkum 6*: 166-177; Praha.
- CONRAD, W.; HÄNIG, D.; HAUPT, M. & SCHEIBE, B. (1991): Deutung der regionalen geophysikalischen Situation am Nordrand des Moldanubikums. - In: BRAUSE, H. et al.: Deutsches Kontinentales Reflexionsseismisches Programm - DEKORP/Abstracts, Proceedings MVE'90. - *Aufbaustab des sächsischen Landesamtes für Boden und Geologie*: 222-223, 4 Abb., 15 Lit., Freiberg.
- CONRAD, W.; HAUPT, M. & BÖLSCHKE, J. (1994): Interpretation des tiefenseismischen Regionalprofils EV 01-EV 02/1978-80 Vogtland-Erzgebirge-Lausitz (Adorf-Bautzen) mit Hilfe von Gravimetrie und Magnetik. - *Z. Geol. Wiss.* **22** (5): 603-616, 4 Abb., 5 Tab., 25 Lit.; Berlin.
- DYMKOV, J. M. (1961): Uranmineralisation des Erzgebirges. - *SDAG Wismut*: 124 S., 37 Abb., 8 Tab., 162 Lit. (Grüna).
- DYSTER, J.; DE WALL, H.; ZULAUF, G.; EMMERMANN, R. et al. (Eds.) (1994): 9101 m Profile in the Superdeep Well. Where are the Depth Dependent Gradients? - *KTB Report 94-2: A 15-A 21* Hannover.
- EIKMANN, TH. & KLOKE, A. (1993): Nutzungs- und schutzgutbezogene Orientierungswerte für (Schad-) Stoffe in Böden - Eikmann-Kloke-Werte. In: *Bodenschutz/Ergänzbare Handbuch.* - Kennzahl 3590, 26 S.; Berlin.
- EMMERMANN, R.; GIESE, P. & LAUTERJUNG, J. (Eds.) (1994): Contributions to the 7th annual KTB-Colloquium Geoscientific results: Gießen 1-2 June 1994. - *KTB Report 94-2: XV+275 S.*; Hannover.

- FREIESLEBEN, J. C. (1844): Die Sächsischen Erzgänge in localer Folge nach ihren Formationen zusammengestellt. 1. Abtheilung. Die Altenberger, Annaberger und Freiburger Refiere. - In: FREIESLEBEN, J. C.: Magazin für Oryktographie von Sachsen (2. Extraheft): X+186 Freiberg (Engelhardt).
- GUNDLACH, H.; STOPPEL, D. & STRÜBEL, S. (1972): Zur hydrothermalen Löslichkeit von Baryt. - Neues Jahrb. Mineral. Abh. **-116** (3): 321-338, 4 Abb., 4 Tab.; Stuttgart.
- HAHMANN, H.-G. (1981): Zur Gewinnungstechnologie im ehemaligen Alaunbergwerk zu Muskau. - Abh. Ber. Nat. kd.-Mus. Görlitz. **54** (2): 1-9, 5 Abb., 1 Tab., 14 Lit.; Görlitz.
- HÄHNE, R. (1984): Paläohydrogeologie - Methodik und Möglichkeiten. Ein Beitrag zur Minerogenie. - Freiberg. Forsch.h. R. **C 386**: 158 S.; Leipzig.
- HARLAß, E. & SCHÜTZEL, H. (1965): Zur paragenetischen Stellung der Uranpechblende in den hydrothermalen Lagerstätten des westlichen Erzgebirges. - Z. angew. Geol. **11** (11): 569-582, 20 Abb., 45 Lit.; Berlin.
- HOTH, K. (1967): Die Gliederung der Joachimsthaler Serie zwischen Oberwiesenthal und Tellerhäuser. - Geologie, **16** (5): 528-533, 2 Abb., 1 Tab., 11 Lit.; Berlin.
- HOTH, K. (1984): Zur Geologie und Stratigraphie des mittleren Erzgebirges. Schluss. - Fundgrube 20 (4): 116-125, 21 Lit.; Berlin.
- HOTH, K.; LORENZ, W.; HIRSCHMANN, G. & BERGER, H.-J. (1979): Lithostratigrafische Gliederungsmöglichkeiten regionalmetamorpher Jungproterozoikums am Beispiel des Erzgebirges. - Z. Geol. Wiss. Berlin **7** (3): 397-404, 2 Abb., 22 Lit.
- HOTH, K.; LORENZ, W.; HIRSCHMANN, G. & BERGER, H.-J. (1983): Die Lithostratigraphie des Proterozoikums im Erzgebirge. - Z. angew. Geol. **29** (9): 413-418, 7 Abb., 19 Lit.; Berlin.
- ILGNER, E. M. & HAHN, W. (1998): Die Schwerspatlagerstätte Brunndöbra und das Schwersparvorkommen Schnarrtanne im Ostvogtland/Westerzgebirge. - Bergbau in Sachsen, Band 5. - 120 S., 63 Abb., 23 Tab., Dresden, Freiberg.
- JANISCHESKIJ, E. M.; KONSTANTINOW, W. M. (1962): Der Einfluß tektonischer und lithologischer Faktoren auf die Uranvererzung im Erzgebirge. - Z. angew. Geol.: **8** (3): 124-128, 5 Abb., 3 Lit.; Berlin.
- JORDAN, H. P. & WEDER, H. J. (1988): Hydrogeologie. - 444 S.; Leipzig (Dtsch. Verl. f. Grundstoffindustrie).
- KADEN, M. (1994): Wismut - die "wilde Zeit". - Beiträge zur Geschichte des Landkreises Annaberg. In: Landratsamt, Dezernat Wirtschaftsförderung; Annaberg.
- KEIL, K. (1931): Beiträge zur Kenntnis der Kobalt-Nickel-Wismut-Silber-Erzgänge. - Jahrb. Berg-Hüttenwesen Sachsen. Freiberg **105** (1931): S. A95-A132, 56 Abb.; 46 Lit.
- KLAPPER, L. (1994): Vom Altbergbau. - Beiträge zur Geschichte des Landkreises Annaberg. In: Landratsamt, Dezernat Wirtschaftsförderung Annaberg.
- KLEMM, W. (1988): The Chemical Analysis of Gas Fluid Inclusions in Barite from Deposits of GDR. - Symposium Barite, Sept. 20-22, 1988 in Kutna Hora: S. 27; Praha.
- KRAFT, W. & SCHRÄBER, D. (1982): Grundwasserspendenschlüssel und ihre Anwendung bei der Ermittlung des Grundwasserdargebotes in Festgesteins-Grundwasserleitern. -Z. angew. Geol. **28** (4): 153-161, 11 Abb.; Berlin.
- KRAMER, W. (1988): Magmengenetische Aspekte der Lithosphärenentwicklung. - Schr.reihe geol. Wiss. Nr. **26**: 136 S., 34 Abb., 24 Tab., 8 Taf, 1 Beil., 10 S. Lit.; Berlin.
- KREMENETSKY, A. A. (1994): On the evolution of the fluid-rocks System in Pre-, Syn- and Post-collisional stages. - SELTMANN, R.; KÄMPF, H. & MÖLLER, P. (eds.): Metallogeny of collisional orogens. - Czech Geol. Surv.: 327-335, 3 Abb., 3 Tab., 3 Lit.; Prague.
- KRENTZ, O. (1985): Temperaturregime und Altersstellung der regionalen Metamorphose im mittleren Erzgebirge. - Freiberg. Forsch.h. R. **C 390**: 12-28, 12 Abb., 24 Lit.; Leipzig.
- KRENTZ, O.; THOMAS, R. & WIEDEMANN, R. (1990): Aussagen zur Regionalmetamorphose des mittleren und westlichen Erzgebirges mit Hilfe thermobarometrischer Einschlussuntersuchungen. - Z. Geol. Wiss. **18** (4): 315-326, 5 Abb., 3 Tab., 22 Lit.; Berlin.
- KRUPENIKOW (1970): Die Gesetzmäßigkeiten der Verteilung von Uranerzlagern in kohlig-kieseligen Schieferen und Kalksteinen. - Z. angew. Geol. **16** (6); Berlin.
- KÜHNE, R. (1967): Nebengesteinsveränderungen an einigen sächsischen und thüringischen polymetallischen und Baryt-Fluorit-Lagerstätten. - Freiberg. Forsch.h. R. **C 209**: 121-123, 2 Lit., Leipzig.
- KURDJUKOV, A. A. (1970): Okislitel'no-vosstanovitel'nye svoistva gornych porod, vmescajuscich uranovoe orudenie v cernych slancach. - Litol. polezn. iskop. (1): 130-133, 2 Tab., 4 Lit.; Moskva.
- KURZE, M.; LOBST, R.; MATHÉ, G. (1980): Zur Problematik der Unterscheidung von Ortho- und Paragneisen im Erzgebirge. -Z. angew. Geol. **26** (2): 63-73, 3 Abb., 3 Tab., 55 Lit.; Berlin.
- KUSCHKA, E. (1972): Beitrag zur Kenntnis hydrothermalen Mineralisationen des mittleren Erzgebirges. - Veröff. Mus. Nat.kd. Karl-Marx-Stadt, 7: 9-26, 6 Abb., 17 Lit.; Karl-Marx-Stadt
- KUSCHKA, E. (1972): Über Ergebnisse einer Neubearbeitung hydrothermalen Gangmineralisationen des Erzgebirges, Granulitgebirges und Vogtlandes. - Z. angew. Geol. **18** (3): 97-108, 2 Abb., 25 Lit.; Berlin.
- KUSCHKA, E. (1973): Verdrängungserscheinungen an Baryt, Fluorit, Karbonaten und Quarz in hydrothermalen Mineralgängen. - Z. angew. Geol. **19** (2): 71-80, 21 Abb., 20 Lit.; Berlin.
- KUSCHKA, E. (1974): Vorschlag einer einheitlichen Systeme

- matik der Hydrothermalite auf der Grundlage weiterentwickelter Arbeitsmethoden. - *Z. angew. Geol.* 20 (5): 193-205, 7 Abb., 14 Lit.; Berlin.
- KUSCHKA, E. (1989a): Zur Tektonik der Spatgänge im paläozoischen Grundgebirge Südwest- und Mittelsachsens. - *Z. Geol. Wiss.* 17 (3): 267-290, 14 Abb., 8 Lit.; Berlin.
- KUSCHKA, E. (1989b): Zur Tektonik der Spatgänge führen den Bruchstrukturen im paläozoischen Grundgebirge Südwest- und Mittelsachsens/Versuch einer Klassifikation tektonischer Bruchzonen und Störungssysteme mit Bewertung ihrer Perspektivität auf Fluorit- und Barytlagerstätten. - *Z. Geol. Wiss.* 17 (5): 445-462, 3 Abb., 1 Tab., 10 Lit.; Berlin.
- KUSCHKA, E. & HAHN, W. (1996): Flussspatlagerstätten des Südwestvogtlandes: Schönbrunn, Bösenbrunn, Wiedersberg. - *Bergbaumonographie. - Bergbau in Sachsen; Band 2*, 283 Seiten, 201 Abb., 3 farb. Kartenbeilagen, Freiberg.
- LANGE, G.; MÜHLSTEDT, P.; FREYHOFF, G. & SCHRÖDER, B. (1991): Der Uranerzbergbau in Thüringen und Sachsen - ein geologisch-bergmännischer Überblick. - *Erzmetall* 44 (3): 162-171; Weinheim.
- LAUFFER, H. (1958): Gebirgsklassifizierung für den Stollenbau. - *Geol. u. Bauwesen* 24 (1): 46-51; Wien.
- LEEDER, O. (1966): Geochemie der Seltenen Erden in natürlichen Fluoriten und Kalziten. - *Freiberg. Forsch.h. R. C* 206: 137 S., 54 Abb., 15 Tab., 280 Lit.; Leipzig.
- LEEDER, O. & BAUMANN, L. (1974): Neue Aspekte zur Genese hydrothermaler Lagerstätten. - *Z. Geol. Wiss.* 2 (10): 1207-1212.; Berlin.
- LEEDER, O. (1981): Fluoritlagerstätten und Mantelprozesse. - *Freiberg. Forsch.h. R. C* 365: 104 S., 20 Abb., 10 Tab., 234 Lit.; Leipzig.
- LEEDER, O. & WEBER, W. (1984): Arkogenese und minerogenetische zyklische Prozesse im nachvaristischen Europa. - *Z. Geol. Wiss.* 12 (1): 65-82, 6 Abb.; Berlin.
- LEUTWEIN, F. (1957): Alter und paragenetische Stellung der Pechblende erzgebirgischer Lagerstätten. - *Geologie* 6 (8): 797-805; Berlin.
- LORENZ, W. (1979): Lithostratigraphie, Lithologie und Lithofazies metamorpher Komplexe. - *Z. Geol. Wiss.* 7 (3): 405-418, 3 Abb., 2 Tab., 37 Lit.; Berlin.
- LORENZ, W. (1993): Geologische Entwicklung des oberen Proterozoikums im Erzgebirge. - *Z. Geol. Wiss.* 21 (1/2): 179-192: 4 Abb., 53 Lit.; Berlin.
- LORENZ, W. & HOTH, K. (1964): Die lithostratigraphische Gliederung des kristallinen Vorsilurs in der Fichtelgebirgisch-erzgebirgischen Antiklinalzone. - *Beih. Z. Geol.* 13 (44): 44 S., 2 Abb., 3 Tab., 92 Lit.; Berlin.
- LORENZ, W. & HOTH, K. (1968): Die geologische Stellung der erzgebirgischen Skarnlager. - *Ber. Dtsch. Ges. geol. Wiss. B* 13 (4): 497-503, 1 Abb., 20 Lit.; Berlin.
- LORENZ, W. & HOTH, K. (1990): Lithostratigraphie im Erzgebirge - Konzeption, Entwicklung, Probleme und Perspektiven. - *Abh. Staatl. Mus. Mineral. Geol. Dresden* 37: 7-35, 4 Abb., 1 Tab., 1 Beil., 104 Lit.; Dresden.
- MALASEK, F.; NOVAK, J. K. & KAVKA, J. (1980): Neue Erkenntnisse über die Schwespatlagerstätte Kovářská. - *Z. angew. Geol.* 26 (12): 627-631, 4 Abb.; Berlin.
- MARTIN, M.; SCHLEGEL, F. & SIEMROTH, J. (1994): Das Bergbaurevier Niederschlag bei Oberwiesenthal: seltene Kupferarsenate aus dem Sächsischen Erzgebirge. - *Lapis* 19 (4): 13-22; München.
- MEINEL, G. (1988): Die Beziehungen der hydrothermalen Mineralisation zu den Komplexen der Verwitterung, Sedimentation, der Metamorphose und des Magmatismus. - *Z. angew. Geol.* 34 (1): 1-8, 2 Abb., 81 Lit.; Berlin.
- MÖLLER, P. (1986): Anorganische Geochemie. Eine Einführung. - *Heidelberger Taschenb. Bd. 240*: 326 S., 2 Reg., 141 Abb.; Berlin, Heidelberg (Springer).
- MÜLLER, H. (1894): Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte des Königreichs Sachsen. Die Erzgänge des Annaberger Bergrevieres: 138 S., 4 Taf; Leipzig (Engelmann).
- NEUGEBAUER, H. J. (1990): Modellierung thermisch relevanter Prozesse für die Lagerstättenbildung. - *Report 2 DFG Schwerpunktprogramm. 4. Wiss. Kolloquium "Intraformationale Lagerstättenbildung"*. - *Rauischholzhausen*.
- PÄLCHEN, W.; RANK, G.; LANGE, H. & TISCHENDORF, G. (1987): Regionale Clarkewerte - Möglichkeiten und Grenzen ihrer Anwendung am Beispiel des Erzgebirges (DDR). - *Chemie Erde* 47 (1/2): 1-17, 3 Abb., 5 Tab., 42 Lit.; Jena.
- PFEIFFER, L. (1978): Beitrag zur Petrochemie der sächsischen Tertiärvulkanite. - *Freiberg. Forsch.h. R. C* 333: 164 S., 66 Abb., 37 Tab., 92 Lit.; Leipzig.
- PFEIFFER, L. (1990): Exkursionsführer zur Tagung vom 14.-15. Sept. 1990 in Chemnitz "Tertiäre Vulkanite im Erzgebirge". - *Ges. Geol. Wiss.*: 22 S., 1 Abb.; Berlin.
- PIETZSCH, K. (1962): Geologie von Sachsen. (Bezirke Dresden, Karl-Marx-Stadt und Leipzig). - 870 S.; 300 Abb., 1 Taf.; Berlin (Dtsch. Verl. Wiss.).
- PINNEKER, E. V. (1981): Zusammensetzung und Genese der unterirdischen Hydrosphäre. - *Z. angew. Geol.* 27 (1): 5-9, 5 Abb., 3 Tab., 9 Lit.; Berlin.
- RÖSLER, H. J. & LANGE, H. (1975): Geochemische Tabellen. - 675 S., 314 Abb., Tab., 1 Beil.; Leipzig (Dtsch. Verlag f. Grundstoffind.).
- RYSCHOV, B. T. (1972): Die Braunspatgänge des Sächsischen Erzgebirges (DDR) und die Stellung der in ihnen befindlichen Selenmineralisation. - *Z. angew. Geol.* 18 (4): 149-157; Berlin.
- SCHIFFNER, W. (1994): *Agricola und die Wismut*. - 126 S.; Leipzig (Sachsenbuch Verlagsges.).
- SCHLEGEL, G. (1994): Der historische Bergbau in und um Bärenstein. - In: *550 Jahre Bergbau in und um Bärenstein. Teil 1. -EVZ: 3-86*; Bärenstein.
- SCHMIDT, K. (1958): Zur tektonischen Analyse des sächsischen Erzgebirges. - *Abh. Dt. Akad. Wiss. Berlin, Kl.*

- Chemie., Geol., Biol. Jahrg. 1958; Nr. 2: 104 S.; 62 Abb., 14 Tab., 3 KL; Berlin.
- SCHNEIDERHÖHN, H. (1955): Erzlagerstätten. - Kurzvorträge zur Einführung und zur Wiederholung; Stuttgart (Fischer).
- SCHULZ, H. (1961): Lagerstätten genetische Untersuchungen an dem Baryt-Fluorit-Vorkommen von Niederschlag im Erzgebirge. - *Bergakademie*, **13** (2): 77-87; Leipzig.
- SEIM, R. & TISCHENDORF, G. (1990): Grundlagen der Geochemie. - 632 S., 274 Bild., 130 Tab., 13 Anl., 40 S. Lit.; Leipzig (Dtsch. Verl. f. Grundstoffind.).
- STARKE, R. (1964): Die Strontiumgehalte der Baryte. - Freiberg. Forsch.h. R. **C 150**: 86 S., 51 Abb., 23 Tab., 63 Lit.; Leipzig (Dissertation).
- STRÜBEL, G. (1969): Hydrothermale Lösungen - Experimentelle Untersuchungsergebnisse über hydrothermal synthetische Lösungen bis 600 Grad C und über 2000 Bar. - *Geol. Rdsch.* **58**: 259-273, 4 Abb., Lit.; Stuttgart.
- THOMAS, R. (1982): Ergebnisse der thermobarometrischen Untersuchungen an hydrothermalen Fluorit-Paradoxit-Quarz-Mineralisationen des Erzgebirges und Vogtlandes. - Freiberg. Forsch.h. **C 374**: 63-77, 2 Abb., 4Tab., 27 Lit.; Leipzig.
- TISCHENDORF, G. & UNGETHÜM, H. (1964): Über die Bedeutung des Reduktionspotentials (Eh) und der Wasserstoffionenkonzentration (pH) für die Geochemie und Lagerstättenkunde. - *Geologie* **13** (2): 125-158, 5 Abb., 2 Tab., 80 Lit.; Berlin.
- TISCHENDORF, G. & UNGETHÜM, H. (1965): Zur Anwendung von Eh-pH-Beziehungen in der geologischen Praxis. - *Z. angew. Geol.* **11** (2): 57-66, 10 Abb., 51 Lit.; Berlin.
- TISCHENDORF, G. & UNGETHÜM, H. (1968): Einige Überlegungen zur Frage der Bildungsbedingungen erzgebirgischer Mineralparagenesen. - Freiberg. Forsch.h. R. **C 230**: 127-137; Leipzig.
- TISCHENDORF, G. (1988): Leucocratic and Melanocratic Crust-derived Magmatism and Metallogenesis: The Example Erzgebirge. - *Z. Geol. Wiss.* **16** (3): 203-227, 5 Abb., 6 Tab., 121 Lit.; Berlin.
- TÖLLE, H. (1964): Chemismus und genetische Stellung des Skutterudites in der quarzig-arsenidischen Abfolge der Bi-Co-Ni-Formation des Schneeberger Lagerstättenreviers (Sächsisches Erzgebirge). - Freiberg. Forsch.h. R. **C 171**: 103 S., 58 Abb., 16 Tab.; Leipzig.
- TÖPFER, E. & BILSING, U. (1964): Selektive Schwerspat-Flussspat-Flotation bei hohen Schwerspatgehalten in der Aufgabe. - Freiberg. Forsch.h. R. **A 314**: 25-39; Leipzig.
- WAGENBRETH, O. & WÄCHTLER, E. (1990): Bergbau im Erzgebirge. Technische Denkmale und Geschichte. - 504 S., 358 Bild., 63 Taf.; Leipzig, Dtsch. Verl. f. Grundstoffind.
- WAGNER, ST. (1988): Paläogeothermie und Regionalmetamorphose. - Freiberg. Forsch.h. R. **C 433**: 98-112, 7 Abb., 23 Lit.; Leipzig.
- WAGNER, ST. (1989): Geothermische Krustenmodellierung im Südtteil der DDR. - *Z. angew. Geol.* **35** (1): 1-3, 5 Abb., 13Lit.; Berlin.
- WEINLICH, F. H. (1989): Geochemie und Genese des Stickstoffs in den vogtländisch-erzgebirgischen Quellgasen. - *Z. angew. Geol.* **35** (5): 129-135, 4 Abb., 3 Tab., 50 Lit.; Berlin.

Unveröffentlichte Berichte

- (1974): Grobkonzeption für die Sümpfung des Grubengebäudes Niederschlag. - Unveröff., SDAG Wismut, Projektierungsbetrieb; Chemnitz.
- ABROSIMOV, A. A.; JERMOLENKO, V. T.; KASIRIN, K. F. u. a. (1989): Komplexeinschätzung der Perspektiven der Erzführung des Westerzgebirges. Bericht über die Ergebnisse der reversionsthematischen Arbeiten der Jahre 1981-1986. -Unveröff., SDAG Wismut; Chemnitz.
- BARTH, A. & KUSCHKA, E. (1990): Bildung hydrothermalen Baryt-Fluorit-Mineralisationen - Versuch eines dynamischen Modells. - Unveröff., LfUG: 30 S., 13 Abb.; Freiberg.
- BERGER, W. (1961): Flussspataufbereitung Bärenstein. - Unveröff., Forschungsinstitut für Aufbereitung; Freiberg.
- BERNSTEIN, K.-H.; ILGNER, E.-M.; WOLF, P. u. a. (1978): Höffigkeitseinschätzung der DDR auf Fluorit Sächsische Bezirke. - Unveröff., VEB Geol. Forsch. u. Erkdg. Halle, BT Freiberg: 143 S., 147 Anl., 149 Lit.; Freiberg.
- BERNSTEIN, K.-H.; ILGNER, E.-M.; KNOTH, S. u. a. (1988): Abschlußbericht Präzisierung Höffigkeitseinschätzung Spate Südtteil der DDR. - Unveröff., VEB Geol. Forsch. u. Erkdg. Freiberg: 30 S., 10 Anl., 391 Lit.; Freiberg.
- BILSING, U. (1964): Versuche zur Flotation von Fluorit-Baryt-Haufwerk der 3. und 4. Sohle aus der Grube Bärenstein. - Unveröff., Forschungsinstitut für Aufbereitung; Freiberg.
- BUCK, J. & NICKERL, F. (o. J.): Lagerstättenkartei Sachsen. - VEB Geol. Forsch. Erkundung Halle, Betriebsteil Freiberg, Unveröff.; Freiberg.
- FISCHER, H. (1959): Abschlußbericht über geoelektrische Untersuchungen im Gebiet Bärenstein-Niederschlag. - Unveröff., VEB Geophysik; Leipzig.
- GERHARDT u. a. (1966): Geologisch-ökonomische Studie zur Vorbereitung der Wiederinbetriebnahme der Betriebsabteilung Bärenstein (Spatgrube). - Unveröff.; Ehrenfriedersdorf.
- HERTWIG, TH. (1990): Geochemische Auswertungsergebnisse von über 2 000 Splitterproben an den Spülbohrungen Objekt Flussspat Niederschlag. - Unveröff., LfUG; Freiberg.
- HOFFMANN, M. (1959): Erkundungsbericht und Vorratsberechnung über Baryt und Fluorit in der Lagerstätte Niederschlag. - Unveröff., VEB Zinn- und Spatgruben Ehrenfriedersdorf; Ehrenfriedersdorf.
- JURTAIKIN, J. S.; KUSMIN, G. J. u. a. (1969): Geologischer Bau und Unhöffigkeit der Blätter Oberwiesenthal-

- Hammerunterwiesenthal. - Unveröff., SDAG Wismut; ZGB, BA Schlema, Wismut GmbH GAS; Inv. Nr. 54146.
- KÄMPF, H.; MEIXNER, A.; MINGRAM, B. u. a. (1989): Bericht zur Teufenzonalität am Beispiel ausgewählter Fluorit-Baryt-Ganglagerstätten des Vogtlandes und Erzgebirges. - Unveröff., Zent.inst. f. Phys. d. Erde Potsdam; Zent.inst. f. Isot.- u. Strahlenforsch. Leipzig; Bergakademie Freiberg: 233 S., 85 Anl.
- KÄMPF, H.; STRAUCH, G.; KLEMM, W. u. a. (1991): Abschlußbericht (G4) Spat, Teil III: Mittleres Erzgebirge. - Unveröff., Zent.inst. f. Isotopen- u. Strahlenforsch. Leipzig; Zent.inst. f. Phys. d. Erde Potsdam; Bergakademie Freiberg: 113 S.
- KLEMM, W. (1989): Untersuchungen zum Einschlussmismus in Fluorit, Baryt und Quarz an Spatlagerstätten des Vogtlandes und Erzgebirges. - In: KÄMPF, H.; MEIXNER, A. & MINGRAM, B.: Bericht zur Teufenzonalität am Beispiel ausgewählter Fluorit-Baryt-Ganglagerstätten des Vogtlandes und Erzgebirges. - Unveröff., Zentralinst. Phys. Erde Potsdam; Zentralinst. Isotopen- u. Strahlenforsch. Leipzig; Bergakademie Freiberg.
- KREUSCH, G. (1970): Arbeitsbericht über Kartierungsarbeiten (Gangkartierung) im Bereich der Baryt-Fluorit-Lagerstätte Bärenstein/Niederschlag. - Unveröff., VEB Geologische Forschung und Erkundung Halle, BT Freiberg.
- KUSCHKA, E. (1988a): Studie zur geologischen Situation und Bearbeitungsvorschlag zur Fluorit-Baryt-Lagerstätte Niederschlag-Bärenstein. - Unveröff., VEB Geologische Forschung und Erkundung Freiberg.
- KUSCHKA, E. (1988b): Kenntnisstandsanalyse, Neubewertung Spat Niederschlag. - Unveröff., VEB Geologische Forschung und Erkundung Freiberg.
- KUSCHKA, E. (1991): Geologisches Lagerstättenmodell Spate Niederschlag. - Unveröff., Geologische Landesuntersuchung GmbH; Freiberg.
- LANGE, H. & BALABANOW, W. (1974): Informationsbericht über die Ergebnisse der Erkundungsarbeiten auf der Lagerstätte Niederschlag und die Such-Einschätzungsarbeiten in den nordwestlich der Lagerstätte gelegenen Gebiete im Jahre 1974. - Unveröff., SDAG Wismut ZGB, BA Schlema; Inv.-Nr. G 1806, Schlema.
- LANGE, H. & SEWRJUGIN, L. (1974): Projekt zur Durchführung von Such- und Erkundungsarbeiten im Gebiet Niederschlag in den Jahren 1975, 1976 und 1977 (Nachträge). - Unveröff., SDAG Wismut; BA Schlema.
- LANGE, H.; SCHÜTZEL, H. & KAMPRATH, E. (1977): Bericht über die Ergebnisse der geologischen Erkundungsarbeiten auf Fluorit in der Lagerstätte Niederschlag und Vorratsberechnung mit Stand 1. Juli 1977. - Unveröff., SDAG Wismut: 167 S., 83 Anl.; Karl-Marx-Stadt, Inv.-Nr. U-3991.
- MANN, M. (1959): Vorratsberechnung (BaSO_4 , CaF_2) der Baryt-Fluorit-Lagerstätte Bärenstein-Niederschlag. - Unveröff., VEB Zinn- und Spatgrube Ehrenfriedersdorf, BA Bärenstein; Bärenstein.
- MENZER u. a. (1977): Untersuchungen der Aufbereitungsverhältnisse von Spathaufwerk der Lagerstätte Bärenstein. - Unveröff., Forschungsinstitut für Aufbereitung; Freiberg.
- MENZER; BILSING & SANSONI (1979): F/E-Bericht zum Forschungsthema Entwicklung eines Verfahrens zur Fluorit-Baryt-Trennung von Haufwerk der Lagerstätte Bärenstein auf der Basis von Laboruntersuchungen. - Unveröff., VEB Geol. Forsch. u. Erkdg. Halle, BT Freiberg: 15 S., 48 Anl.; Freiberg.
- PÄLCHEN, W.; RANK, G. & BERGER, R. (1982): Abschlußbericht „Regionale geochemische Untersuchungen an Gesteinen, fluviatilen Sedimenten und Wässern im Erzgebirge und Vogtland“. - Unveröff., VEB Geol. Forsch. u. Erkdg. Halle, BT Freiberg.
- PUSANOV, L. S. (1976a): Über die Ergebnisse der Vorratsberechnung der Lagerstätte Niederschlag. - Unveröff., SDAG Wismut; Schlema, Inv.-Nr. 55 345.
- PUSANOV, L. S. (1976b): Zu den Perspektiven der Flussspatlagerstätte Niederschlag. - Unveröff., SDAG Wismut; Schlema.
- RANK, G.; KARDEL, K. & PÄLCHEN, W. (1995): Bodenmessprogramm Freistaat Sachsen. - Unveröff. Daten LfUG.
- SIEBERT (1974): Bericht über die flotative Untersuchung der Bohrkernproben F1, F2, F3 und F6. - Unveröff., Fluss- und Schwerspatbetrieb Lengenfeld.
- STARÁ, J. & BARTONCIK (1988): Přehled výsledků dosažených při úpravě fluorit-barytové suroviny z lokality Vykanov. - Unveröff. Laborbericht; Praha.
- TÄGL, F. u. a. (1966): Studie Wiederinbetriebnahme der BA Bärenstein des VEB Zinn- und Spatgruben Ehrenfriedersdorf. - Unveröff., WTB NE-Metallindustrie Eisleben.
- TJUTIN; LANGE, H. & SEROW (1974): Informationsbericht über die Ergebnisse der Erkundungsarbeiten auf der Lagerstätte Niederschlag und der Sucheinschätzungsarbeiten im Bereich der NW-Flanke in den Jahren 1972-1973. - Unveröff., SDAG Wismut, ZGB, BA Schlema; Schlema, Inv.-Nr. G-1697.
- VELIČKIN, V. J.; KUDRJAVCEV, B. E. & SPIEGEL, H. (1979): Lokalisierungsgesetzmäßigkeiten der Uranvererzung und Perspektiven der Uranführung des Erzgebirgisch-Fichtelgebirgischen Antiklinoriums (DDR). - Unveröff., SDAG Wismut; BA Schlema, Inv.-Nr. 54 431

Weitere Quellen:

Wismut GmbH, Geologisches Archiv Sachsen: Jahresberichte der SDAG Wismut sowie der Objekte 4 und 7, Passport der Lagerstätte, Jahresprojekte des Objektes 7,

Abschreibeakte u. a.; Inv.-Nr. G-10, G-321,f., M-24 f., M-59, M-68, M-75 f., M-104 f., M-157, M-192, M-226, M-274, M-282, M-310, M-332, M-346, M-358, M-372, M-423.

Unveröffentlichte Qualifizierungsarbeiten

- BRÄUER, H. & HARLAB, E. (1956): Barytgangdokumentation auf der 1. und 2. Sohle Spatgrube Niederschlag. - Unveröff. Meldearbeit, Bergakademie Freiberg.
- KUSCHKA, E. (1994): Zur Mineralisation und Minerogenie der hydrothermalen Mineralgänge des Vogtlandes, Erzgebirges und Granulitgebirges. - Unveröff. Dissertation, TU Bergakademie Freiberg: 157 S., 20 Anl., 369 Lit.; Freiberg.
- LEEDER, O. (1980): Die Minerogenie des Fluorits als Beitrag zum Zusammenhang zwischen subkrustalen Prozessen, Alkalimagmaismus und Lagerstättenbildung. - Unveröff. Habil.-Arbeit, Bergakademie Freiberg.
- SCHULZ, H. (1958): Lagerstättengenetische und tektonische Bearbeitung der Schwespat-Flussspatlagerstätte von Niederschlag bei Bärenstein/Erzgebirge. - Unveröff. Diplomarbeit, Bergakademie Freiberg.
- SPIPKER, M. (1958): Dokumentation des „Magistralnaja“-Ganges auf der 3. und 4. Sohle Spatgrube Niederschlag. - Unveröff. Ing.-Arbeit, Ehrenfriedersdorf.
- WIEDEMANN, R. (1984): Gefügefazielle Untersuchungen im NW- und SW-Teile des Erzgebirgsantiklinoriums. - Unveröff. Dissertation, Bergakademie Freiberg.

Karten

- CHRT, J.; LINERT, H. & MAJER, P. (1972): Mapa Fluorito-barytové mineralizace a křemeno-hematitových žil střední části Krušných Hór 1 : 25 000. - Geindustria, Praha.
- HOTH, K.; WASTERNAK, J. & BERGER, H.-J. (1982): Geologische Karte der Deutschen Demokratischen Republik - Metallogenetisches Kartenwerk Erzgebirge/ Vogtland - Geologische Karte i. M. 1 : 100 000. - Zentr. Geol. Inst.; Berlin.
- KUSMIN, G. & HORSCHING, G. (1969): Karte radioaktiver Anomalien - Blätter Oberwiesenthal-Hammerunterwiesenthal. - Unveröff., SDAG Wismut; Schlema.
- REINISCH, R. (1914): Geologische Spezialkarte des Königreichs Sachsen 1 : 25 000. Blatt 5543/5544 Wiesenthal-Weipert.; Leipzig.
- REINISCH, R. (1917): Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte des Königreichs Sachsen 1 : 25 000; Blatt 5543 Wiesenthal-Weipert. - 84 S., 8 Abb.; Leipzig (Giesecke & Devrient).
- SAUER, A. & MÜLLER, H. (1883): Geologische Spezialkarte des Königreichs Sachsen 1 : 25 000. Section Wiesenthal Nr. 5543; Leipzig.
- WASTERNAK, J. (1980): Geologische Karte der Deutschen

Demokratischen Republik. - Metallogenetisches Kartenwerk Erzgebirge/Vogtland. Karte der Oberfläche der Intrusion variszisch postkinematischer Granite (Granitoberflächenkarte) 1 : 100 000. - Zent. Geol. Inst.; Berlin.

18 Abbildungsverzeichnis

	Seite
Abb. 1: Übersichtskarte zur Lage der Uranerz- und Baryt-Fluoritlagerstätte Niederschlag in Ostdeutschland.....	7
Abb. 2 Topographische Übersicht zur Lage der Uranerz- und Baryt-Fluoritlagerstätte Niederschlag nebst benachbartem Bergbau	8
Abb. 3: Relative Bergbauaktivität zwischen Bärenstein und Hammerunterwiesenthal seit 1650.....	9
Abb. 4: Regionaltektonische Einbindung der Lagerstätte Niederschlag	16
Abb. 5: Minerogenetische Karte des Mineralgangsystems von Bärenstein-Niederschlag-Kovářská	Beilage
Abb. 6: Stratigraphisches Normalprofil, Gebiet Bärenstein-Niederschlag	17
Abb. 7: Magmatisch-tektonisches Entwicklungsschema für den Raum Bärenstein-Hammerunterwiesenthal	19
Abb. 8: System der s-Flächen	20
Abb. 9: Die „Schwebenden“	21
Abb. 10: Bergbausituation der Lagerstätte Niederschlag, Schachtgebiete 282, 281 und 245	24
Abb. 11: Seigerriss des Berggebäudes von Niederschlag (Zentralteil)	25
Abb. 12: Längsschnitt durch die Baryt-Fluorit-Lagerstätte Niederschlag (Zentralteil und NW-Flanke) mit Aufschlussverhältnissen	32
Abb. 13: Bohrungsaufschlüsse in der NW-Fortsetzung	34
Abb. 14. Bergbausituation des Vorkommens Neudorf-Nord	35
Abb. 15. Bergbausituation auf der Johannisstruktur, Schachtgebiet 189, 34, 111	37
Abb. 16. Bergbausituation auf der Johannisstruktur, Schachtgebiet 169	39
Abb. 17: Bergbausituation auf der Johannisstruktur, Bereich St. Johannisstolln	40
Abb. 18: Bergbausituation des Erkundungsgebietes Kretscham	41
Abb. 19: Bergbausituation des Erkundungsgebietes Neudorf-Süd.....	41
Abb. 20: Gänge und Störungen auf der Stollnsohle, Hauptgangzone, Hangendscholle	43
Abb. 21: Geologischer Schnitt durch die Lagerstätte Niederschlag (Profil 1).....	44
Abb. 22: Längsschnitt durch die Hauptgangzone, Lithologie/Stratigraphie.....	45

Abb. 23:	Drei Schersysteme im Bereich der Hauptgangzone Niederschlag und der Johannesstruktur46	Abb. 47:	Karbonat-Uranerzgang „Septjabrskaja“, Stoßbild Überhauen 552/1, 779 m-Sohle, Hangendscholle Niederschlag 70
Abb. 24:	Tektonisches Blockbild der Hauptgangzone Niederschlag48	Abb. 48:	Karbonat-Uranerzgang „Nojabrskaja“, Strecke 7803 B bei 15 m, Querschlag 25 W, 1. (734 m-) Sohle, Hangendscholle Niederschlag 70
Abb. 25:	Schema des Deformationshofes der Hauptstörung von Niederschlag49	Abb. 49:	Prinzipiskizze der tektonischen Entwicklung der Hauptgangzone von Niederschlag 71
Abb. 26:	Längsschnitt durch die Hauptgangzone, Lagerstättentektonik50	Abb. 50:	Entwicklung und Bau des Komplexganges in der Hauptgangzone von Niederschlag 72
Abb. 27:	Ausschnitt aus dem Geologischen Riss, Hauptgangzone Niederschlag, 2. Sohle51	Abb. 51:	Mineralabscheidungsfolge des Spatgroßganges von Niederschlag 73
Abb. 28:	Ausschnitt aus dem Geologischen Riss, Hauptgangzone Niederschlag, 3. Sohle52	Abb. 52:	Gangstück, Brg. F 180/77, hochhydrothermale Fettquarzmineralisation 75
Abb. 29:	Geologischer Schnitt +13 (Ausschnitt obere Teufen)53	Abb. 53:	Gangstück, Halde Schacht 34, Johannesstruktur, Quarz-Sulfide 75
Abb. 30:	Mineralgangtypen in den Hauptgangzonen im Mineralgangsystem Bärenstein- Niederschlag55	Abb. 54:	Gangstück, Lagerstätte Niederschlag, 2. Sohle, Qu. 202/Richtstrecke, „FPQ“-Mineralisation 77
Abb. 31:	Ausschnitt aus dem Geologischen Riss, Stollnsohle, Nordwestabschnitt der Uranlagerstätte Niederschlag57	Abb. 55:	Bohrkern, Brg. F 183/77 bei 682 m, Mehrfachdurchtrümerung, Quarz-Fluorit-Karbonate 77
Abb. 32:	Ausschnitt aus dem Geologischen Riss, Stollnsohle, Südostabschnitt der Uranlagerstätte Niederschlag57	Abb. 56:	Bohrkern, Brg. F 183/77 bei 788 m, Mehrfachdurchtrümerung, Quarz-Karbonate 78
Abb. 33:	Prinzipiskizze zur Verteilung der Uran- und BiCoNi-Vererzung in der Lagerstätte Niederschlag, oberhalb der Stollnsohle58	Abb. 57:	Prinzipiskizze zur Mineralisation eines Uranerztrumes 78
Abb. 34:	Prinzipiskizze der stockwerkartigen Uranvererzung oberhalb der Stollnsohle zwischen +8 und +1259	Abb. 58:	Gangpolybrekzie, Halde Seht. 111, Johannesstruktur, Fluorit-Quarz 79
Abb. 35:	Bereiche unterschiedlicher Phacoidausbildung in Scherlinsengroßstörungssystem, schematisch60	Abb. 59:	Gangpolybrekzie, Halde Seht. 111, Johannesstruktur, Chaledon 79
Abb. 36:	Geologischer Riss 2. Sohle (Ausschnitt)61	Abb. 60:	Gangstück, Halde Seht. 34, Johannesstruktur/ Neu Unverhofft Glück, Fluorit-Chaledon80
Abb. 37:	Geologischer Riss 3. Sohle (Ausschnitt)62	Abb. 61:	Gangstück, Halde Seht. 111, Johannesstruktur, Baryt80
Abb. 38:	Geologischer Riss 4. Sohle (Ausschnitt)63	Abb. 62:	Gangstück, Halde Seht. 282, Lagerstätte Niederschlag, Fluorit 80
Abb. 39:	Geologische Dokumentation Querschlag 313, N-Stoß, 3. Sohle63	Abb. 63:	Gangstück, Halde Stolln 216/217, Lagerstätte Niederschlag, Quarz, Baryt81
Abb. 40:	Geologische Dokumentation Querschlag 313a, N-Stoß, 3. Sohle64	Abb. 64:	Gangstück, Halde Stolln 216/217, Lagerstätte Niederschlag, Fluorit, Baryt, Quarz 81
Abb. 41:	Geologische Dokumentation Querschlag 315, N-Stoß, 3. Sohle65	Abb. 65:	Gangstück, Halde Seht. 281, Lagerstätte Niederschlag, Fluorit/Chaledon-Baryt-Quarz-Karbonat 81
Abb. 42:	Ausschnittsweise Dokumentation der Gangausbildung im Querschlag 323, NW-Stoß, 3. Sohle65	Abb. 66:	Gangstück, Halde Seht. 282, Lagerstätte Niederschlag, Quarz-Arsenide 82
Abb. 43:	Geologischer Seigerriss der Hauptgangzone Niederschlag (Zentralteil)66	Abb. 67:	Gangstück, Halde Stolln 216/217, Lagerstätte Niederschlag, Baryt-Fluorit-Achat 82
Abb. 44:	Längsschnitt durch die Hauptgangzone, Summenmächtigkeit aller Mineralisationen .. 67	Abb. 68:	Gangstück, Halde Stollen 216/217, Lagerstätte Niederschlag, Baryt-Fluorit-Quarz83
Abb. 45:	Relative Entwicklung der Mächtigkeit, der Summe aller Mineralisationen, von Baryt und Fluorit sowie der Gesamtbreite der Hauptgangzone der Lagerstättenstruktur Niederschlag nach der Teufe68	Abb. 69:	Gangstück, Halde Seht. 34, Neu Unverhofft Glück, Karbonattrümer 83
Abb. 46:	Die Uranerzgänge in der Hangendscholle Niederschlag69		

Abb. 70:	Gangstück, Halde Seht. 327, Lagerstätte Neudorf-Nord, Karbonatrum.....	85	Abb. 90:	Einschlussflüssigkeitsgeochemie, Kationen Na, K, Ca+Mg in Fluorit.....	118
Abb. 71:	Teufenzonale Entwicklung der hydrothermalen Mineralisation der Hauptgangzone Niederschlag.....	89	Abb. 91:	Einschlussflüssigkeitsgeochemie, Kationen Na, K, Ca+Mg in Baryt.....	119
Abb. 72:	Relative Verteilung der Hauptminerale in der Hauptgangzone der Lagerstätte Niederschlag.....	90	Abb. 92:	Analysenergebnisse der Flüssigkeitseinschlüsse - Versuch des Nachweises eines Teufenzonings.....	119
Abb. 73:	Längsschnitt durch die Hauptgangzone, Verteilung der Mineralisation der Folgegruppen qhm, qu, krsfsb, flq.....	91	Abb. 93:	Gewichtsprozent Einschlusswasser von Fluorit und Baryt gegen δD , Hydrothermalite des Vogtlandes und Erzgebirges (mit Niederschlag).....	120
Abb. 74:	Längsschnitt durch die Hauptgangzone, Verteilung der Mineralisation der Folgegruppen hmmba, bafl, gas, krsfas.....	92	Abb. 94:	Gewichtsprozent Einschlusswasser von Quarz gegen δD , Hydrothermalite verschiedener Regionen mit Niederschlag.....	121
Abb. 75:	Vergleich des Mikrochemismus zwischen dem unveränderten und dem veränderten Nebengestein.....	101	Abb. 95:	Übersicht der $\delta^{18}O$ -Bereiche mit Eintragung der Werte verschiedener Calcite, Baryte und Fluorit von Niederschlag.....	121
Abb. 76:	Lageschema der Bohrkernsplitterproben zur Spurenelementgeochemie 1989/90 im Seigerriss Niederschlag, Zentralteil.....	104	Abb. 96:	Stellung der Einschlusswässer von Fluorit, Quarz und Baryt verschiedener Folgegruppen von Niederschlag im $\delta^{18}O/\delta D$ -Diagramm.....	121
Abb. 77:	Lage von Fluoriten aus Niederschlag im YE-Y-CE-Diagramm.....	110	Abb. 97:	Isotopische Stellung der mineralbildenden Fluida von der postmagmatischen zur postvariszischen Etappe der Fluorit-, Quarz-, Barytmineralisation des Vogtlandes und Erzgebirges.....	121
Abb. 78:	Die $SrSO_4$ -Gehalte der Baryte von Niederschlag.....	110	Abb. 98:	Variationen der $\delta^{13}C$ -Werte in CO_2 von Flüssigkeitseinschlüssen in Fluorit.....	122
Abb. 79:	SEE-Verteilungskurve, Fluorit der Folgegruppe flq.....	112	Abb. 99:	Längsschnitt durch die Hauptgangzone Niederschlag, Ingenieurgeologische Verhältnisse.....	125
Abb. 80:	SEE-Verteilungskurve, lokale (Teufen-) Zonalität von Fluoriten der Folgegruppe flq, Niederschlag, Zentralteil und Kovářská.....	113	Abb. 100:	Übersichtskarte zur hydrogeologischen Situation im Grubenrevier Bärenstein-Niederschlag-Neudorf.....	127
Abb. 81:	SEE-Verteilungskurve, Fluorit der Folgegruppe bafl.....	113	Abb. 101:	Wasserdurchlässigkeit der Hauptgangzone Niederschlag.....	128
Abb. 82:	SEE-Verteilungskurve, Fluorit der Folgegruppe bafl.....	114	Abb. 102:	Depressionstrichter im Grubengebäude von Niederschlag.....	130
Abb. 83:	SEE-Verteilungskurven, Regionale Zonalität von Fluorit der Folgegruppe flq.....	114	Abb. 103:	Durchschnittliche Zuflussentwicklung im Bergbaugbiet Niederschlag mit Tendenzen der Grubenwassermineralisation.....	131
Abb. 84:	Übersicht der wichtigsten $\delta^{34}S$ -Streubereiche mit eingetragenen Werten von Baryten der Folgegruppen hmmba und bafl von Niederschlag, Zentralteil.....	114	Abb. 104:	Karte der Mineralgänge nördlich des Zentralteils der Lagerstätte Niederschlag.....	135
Abb. 85:	$\delta^{34}S$ -Kurve von Evaporiten des Phanerozoikums und oberen Präkambriums (CLAYPOOL u. a. 1980) und Einordnung der $\delta^{34}S$ -Werte des Baryts der Folgegruppe hmmba und bafl.....	114	Abb. 105A:	Geologischer Längsschnitt durch die NW-Flanke der Lagerstättenstruktur Niederschlag im Hangenden der Hauptstörung.....	136
Abb. 86:	Histogramm der $\delta^{18}O$ -Variation in postvariszischen Baryten Ostdeutschlands.....	115	Abb. 105B:	Geologischer Längsschnitt durch die NW-Flanke der Lagerstättenstruktur Niederschlag im Liegenden der Hauptstörung.....	136
Abb. 87:	Schematische Darstellung, Calcite aus Niederschlag im $\delta^{18}O$ - $\delta^{13}C$ -Diagramm der Karbonatgenese.....	115	Abb. 106:	Geologische Schnitte 1 und 2 durch die NW-Flanke Niederschlag.....	137
Abb. 88:	Herkunft des Galenit-Bleis der Folgegruppe bafl von Niederschlag - Lage im Pb - Entwicklungsdiagramm nach dem Plumbotektonikmodell (nach ZARTMAN und DOE 1981).....	116	Abb. 107:	Geologische Schnitte 3 und 4 durch die NW-Flanke Niederschlag.....	137
Abb. 89:	Homogenisierungstemperaturen des Fluorits der Folgegruppe flq und bafl von Niederschlag, Zentralteil.....	117	Abb. 108:	Geochemische Prospektion in der NW-Flanke der Lagerstätte Niederschlag (Zentralteil).....	139

Abb. 109: Geologischer Längsschnitt durch das Vorkommen Neudorf-Nord140

Abb. 110: Geologischer Querschnitt durch das Vorkommen Neudorf-Nord141

Abb. 111: Geologischer Längsschnitt durch die Johannisstruktur143

Abb. 112: Geologischer Querschnitt durch die Johannisstruktur144

Abb. 113: Mehrsohlenriss im Kreuzungsbereich des Neu Unverhofft Glück-Flachen mit Gängen der Johannisstruktur144

Abb. 114: Geologischer Längsschnitt durch die Neu Unverhofft Glück-Struktur145

Abb. 115: Geologische Querschnitte durch die Struktur Neu Unverhofft Glück146

Abb. 116: Mineralisationsschema des Mineralganggebietes Bärenstein147

Abb. 117: Geologische Schnitte durch die Struktur Kretscham-Neudorf-Süd149

Abb. 118: Mineralisationsschema der Mineralgänge von Kretscham-Neudorf150

Abb. 119: Seigerriss zur Hydrogeologie der Struktur Kretscham-Neudorf-Süd151

Abb. 120: Geologische Schnitte durch die Pascherweg-Gänge153

Abb. 121: Drei derzeit diskutierte Modelle für die Genese von hydrothermalen Mineralgängen.....154

Abb. 122: Modell der Entwicklung von Geothermik und Hydrothermik vom Ordovizium bis zur Gegenwart im Krustenabschnitt Erzgebirge/Vogtland.....156

Abb. 123: Blockbild der Krustensektion Mittelerde mit Hydrothermikmodellen158

Abb. 124: Schematisches Krustenschnittmodell der physikochemischen Stratifikation und Hydrothermik außerhalb und innerhalb tiefer Brüche - zur Zeit der Abscheidung der qhm-, qu-Mineralisation.....159

Abb. 125: Schematisches Krustenschnittmodell der physikochemischen Stratifikation und Hydrothermik außerhalb und innerhalb tiefer Brüche - zur Zeit der Abscheidung der bafl Mineralisation.....160

Abb. 126: Abscheidungsbedingungen der Hydrothermalite im Mineralgangsystem Bärenstein-Niederschlag.....166

Abb. 127: Eh-pH-Bildungsbereiche der Mineralisation der Folgegruppen qsf bis flq167

Abb. 128: Eh-pH-Bildungsbereiche der Mineralisation der Folgegruppen hmba bis krspas167

Abb. 129: Stabilitätsbeziehungen zwischen Quarz, Fluorit, Baryt und Anhydrit im Temperaturintervall 100-300°C in Abhängigkeit von der Summenaktivität von Ba, SO₄, Ca und F und dem pH-Wert.....168

Abb. 130: Entwicklung der vertikalen Zonalität im Abscheidungsverlauf der Folgegruppen hmba bis krspas.....169

Abb. 131: Prinzipskizze zur Uranerzanreicherung in den obersten Bereichen der Lagerstätte Niederschlag.....170

Abb. 132: Vorratsblöcke auf der Lagerstättenstruktur Niederschlag, Zentralteil174

Abb. 133: Technologievorschlag zur Aufbereitung von Baryt-Fluorit-Rohspat der Lagerstätte Niederschlag.....185

Abb. 134: Übersichtskarte zu Altlasten und Sanierung des bergbaubeanspruchten Gebietes Bärenstein-Niederschlag-Neudorf zum Stand 31.12.1995187

19 Anlagen

Abb. 135: Dokumentation der Altersbeziehungen zwischen Gesteinsgängen und hydrothermalen Mineralisationen am Beispiel des Neu Unverhofft Glück-Flachen bei Niederschlag (dreiteilig).....205

Abb. 136: Überblick über das Bergbaurevier Bärenstein-Niederschlag von der Halde des Schachtes 169 aus. Foto: Schulz (1958).....206

Abb. 137: Blick von der Halde Stolln 216/217 gegen den Bärenstein. Foto: Kuschka (1966)206

Abb. 138: Gangstück auf der Halde des Stollns 217. Foto: Kuschka (1966)206

Abb. 139: Barytgangtrum der Hauptgangzone, mit Lagenstruktur (hell, z. T. verdrängender Fluorit). Foto: Schulz (1958).....207

Abb. 140: Baryt (hell) und Fluorit (dunkel) in Wechsellagerung durch Verdrängung. Foto: Schulz (1958)207

Abb. 141: Baryt (hell) mit reichlich Fluorit (dunkel) als Verdränger. Foto: Schulz (1958)207

Abb. 142: Schlierentrümerstruktur mit Gesteinsalteration (Gneis). Foto: Kuschka (1988)208

Abb. 143: Charakteristische Calcit-Skalenoeder-Negative nach Fgr. qu, in Hämatit führendem derben grünlichen Fluorit, Fgr. flq. Foto: Schulz (1958)208

Abb. 144: Gangstück, Halde Schacht 34, Johannisstruktur/Neu Unverhofft Glück. Fluoritklasten in Chaledon, Fgr. flq. Foto: Kuschka (1968) .208

Abb. 145: Fluorit mit Chaledon verwachsen, Fgr. flq. Foto: Kuschka (1988)209

Abb. 146: Kollomorph-radialfasriger und körniger Fluorit mit dünnen Chaledonlagen eng verwachsen, Fgr. flq. Foto: Kuschka (1988)209

Abb. 147: Kollomorph-radialfasriger und körniger Fluorit mit Polybrekzie von Chalcedon, alles Fgr. flq. Foto: Kuschka (1988).....	209	Abb. 164: Fluorit der Fgr. flq, pflasterartig rekristallisiert nach gelähnlicher Abscheidung mit zahllosen winzigen Quarzkriställchen, zeigt die feine Verwachsung beider Minerale. Foto: Schulz (1958).....	215
Abb. 148: Polybrekzie verschiedener Chalcedonlagen der Fgr. flq. Foto: Kuschka (1988).....	210	Abb. 165: Chalcedon der Fgr. flq, radialfasrig-kollomorph. Foto: Schulz (1958).....	215
Abb. 149: Typische Ausbildung der Fgr. flq. Polybrekzie von fein brekziösem, blassbräunlichen bis blassgrünlichen Chalcedon. Foto: Kuschka (1988).....	210	Abb. 166: Idiomorpher Fluorit (dunkelgrau oben rechts) von konzentrischem Chalcedon, leicht korrodiert, davon ausgehend Neubildung von Hämatit-Tafeln, Fgr. flq. Foto: Schulz (1958).....	216
Abb. 150: Polybrekzie der Fgr. flq (links), durchschlagen von Sulfiden (rechts oben) und Fluorit (rechts) sowie Chalcedon, Quarz der Fgr. bafl. Foto: Kuschka (1988).....	210	Abb. 167: Baryttafeln, Fgr. hmiba, grobspätig, werden zunächst von Fluorit, Fgr. bafl (Metakriste) und dann von Quarz (helle Partien) verdrängt. Foto: Kuschka (1968).....	216
Abb. 151: Verkittete Gangbrekzie der Fgr. flq, nahezu fluoritfrei, mit verdrängendem Fluorit der Fgr. bafl (rechts unten), von nachfolgendem Chalcedon verdrängt. Foto: Kuschka (1988).....	211	Abb. 168: Baryt, Fgr. hmiba, grobspätig wird von Chalcedon, Fgr. bafl, weitgehend verdrängt. Foto: Kuschka (1968).....	216
Abb. 152: Roter Hornstein mit Nebengesteinsklasten in Schergangstruktur, Fgr. hmiba. Foto: Kuschka (1988).....	211	Abb. 169: Baryt, grobspätig, Fgr. hmiba, wird von Chalcedon der Fgr. bafl. 3. Folge verdrängt. Foto: Kuschka (1968).....	217
Abb. 153: Roter Hornstein der Fgr. hmiba mit beginnender Barytabscheidung. Foto: Kuschka (1988).....	211	Abb. 170: gleicher Ausschnitt wie Abb. 169, gekreuzte Nicols. Foto: Kuschka (1968).....	217
Abb. 154: Rotbaryt, grobspätig, Fgr. hmiba, wird von Fluorit, danach von Chalcedon (beides Fgr. bafl) verdrängt (dunklesgrau). Foto: Kuschka (1988).....	212	Abb. 171: Verdrängender Quarz, 3. Folge der Fgr. bafl, z. T. mit Reliktstrukturen nach verdrängtem Baryt, sprosst in Fluorit, Fgr. bafl, 2. Folge hinein. Foto: Kuschka (1968).....	217
Abb. 155: Rotbaryt, grobspätig, Fgr. hmiba, wird von Fluorit und Chalcedon, Fgr. bafl, verdrängt. Foto: Kuschka (1988).....	212	Abb. 172: Fluoritkristall (kubisch) in Quarz-Matrix, mit Chalcedon (dunkel), Fgr. bafl, durchwachsen von strahligen Aggregaten von weißem Bismuthinit, Fgr. gas, Foto: Schulz.....	218
Abb. 156: Grobspätiger Rotbaryt der Fgr. hmiba, wird von Fluorit (dunkel) und danach von Chalcedon (mittelgrau) beides Fgr. bafl, verdrängt.....	212	Abb. 173: Kristallskelette von gediegenem Silber, z. T. in Argenit überführt, Fgr. gas. Foto: Schulz (1958).....	218
Abb. 157: Baryt der Fgr. bafl, 1. Folge, wird von achatähnlich strukturiertem Chalcedon, Fgr. bafl, 3. Folge, verdrängt. Foto: Kuschka (1968).....	213	Abb. 174: Skutterudit, Fgr. gas, mit Zonarbildung, von Argentit korrodiert. Foto: Schulz (1958)	218
Abb. 158: wie Abb. 157. Foto Kuschka (1968).....	213	Abb. 175: Darstellung der Lage von Schächten und Erkundungsrevieren des Erzfeldes Annaberg-Bärenstein-Niederschlag (aus: Seifert u. a. 1996).....	219
Abb. 159: Fluorit der Fgr. bafl hat Weißbaryt, grobspätig, Fgr. bafl, bis auf Relikte verdrängt und dabei dessen Sulfide übernommen (dunkle Einsprenglinge). Foto: Kuschka (1968).....	213		
Abb. 160: Fluorit der Fgr. bafl hat Weißbaryt, gebändert, Fgr. bafl verdrängt und dabei dessen Sulfide (dunkle Partikel) übernommen. Foto: Kuschka (1968).....	214		
Abb. 161: Kollomorph-radialstrahliger Fluorit der Fgr. sfkru verkittet vulkanische Gneisbrekzie. Foto: Schulz (1958).....	214		
Abb. 162: Detailaufnahme von Kollomorph-radialfasrigem Fluorit, Fgr. sfkru. Foto: Schulz (1958).....	214		
Abb. 163: Fluorit, Fgr. flq, pflasterartig rekristallisiert, ausgezeichnete Spaltbarkeit nach (111), eine			

20 Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Übersicht: Bergbau im Bereich Bärenstein-Hammerunterwiesenthal-Neudorf.....	100
Tab. 2: Richtungs-Extensionsanalyse der Mineralgänge des Mineralgangsystems von Bärenstein-Niederschlag.....	22
Tab. 3: Zusammenstellung der Auffahrungen der Lagerstätte Niederschlag (Zentralteil).....	26
Tab. 4: Grunddaten der bergmännischen Auffahrungen der Lagerstätte Niederschlag.....	26

<p>Tab. 5: Grunddaten der Fluoritbohrungen Niederschlag (Zentralteil)28</p> <p>Tab. 6: Grunddaten der Fluoriterkundungsbohrungen in der NW-Flanke und NW-Fortsetzung29</p> <p>Tab. 7: Aufschlussdichte pro Teufenbereich des Zentralteils der Lagerstätte31</p> <p>Tab. 8: Bisher bekannte Minerale des Lagerstättengebietes von Niederschlag87</p> <p>Tab. 9: Analysenergebnisse von Baryt und Fluorit der Lagerstätte Niederschlag95</p> <p>Tab. 10: Übersicht der chemischen Rohstoffdaten96</p> <p>Tab. 11: Gegenüberstellung chemischer Komponenten des unveränderten zum veränderten (alterierten) Gesteins von Niederschlag102</p> <p>Tab. 12: Untergrundgehalte von Glimmerschiefern, Phanolithen, Marmor und Amphibolschiefer102</p> <p>Tab. 13: Migrationsverhalten der Elemente im Bereich der eng benachbarten Nebengesteine der Hauptgangzone von Niederschlag103</p> <p>Tab. 14: Analysendaten zur Geochemie der Nebengesteinsveränderungen105</p> <p>Tab. 15: Verhalten geochemischer Komponenten und Spurenelemente in der Aureole der Hauptgangzone in Gegenüberstellung zum unveränderten Gestein107</p> <p>Tab. 16: Vergleichbare Ergebnisse der Untersuchung nicht alteriertes/alteriertes Gestein108</p> <p>Tab. 17: Clarke-Werte der Region Erzgebirge, Raum BärensteinBeilage</p> <p>Tab. 18: Übersicht zu Spurenelementen im Fluorit der HGZ Niederschlag111</p> <p>Tab. 19: Spurenelemente im Fluorit aus der Hauptgangzone der Lagerstätte Niederschlag111</p> <p>Tab. 20: Ergebnisse der Homogenisierungsmessungen an Fluorit- und Quarzproben von Niederschlag (Zentralteil)116</p> <p>Tab. 21: Chemismus der Einschlusslösungen118</p> <p>Tab. 22: Geochemische und physikochemische Daten der Hydrothermalite im Mineralgangsystem von Bärenstein-NiederschlagBeilage</p> <p>Tab. 23: CO₂-, H₂O-Gehalte und δD, δ¹⁸O-Werte von Flüssigkeitseinschlüssen in Fluorit, Baryt und Quarz von Niederschlag120</p> <p>Tab. 24: Gebirgsklassifikation in den Abbaufeldern der Baryt-Fluorit-Lagerstätte Niederschlag-BärensteinBeilage</p> <p>Tab. 25: Zuordnung der Gesteine zu ingenieurgeologischen Einheiten und Gebirgsklassen124</p> <p>Tab. 26: Zusammenfassung der Festgesteine zu Gruppen ähnlicher hydrogeologischer Eigenschaften (geschätzt)128</p> <p>Tab. 27: Chemismus des Oberflächenwassers131</p> <p>Tab. 28: Analysenwerte der aus Stolln austretenden Grubenwässer132</p> <p>Tab. 29: Analysenwerte der Wässer aus den hydrogeolo-</p>	<p>gischen Bohrungen132</p> <p>Tab. 30: Grubenwasseranalysen von 1952133</p> <p>Tab. 31: Grubenwasser aus dem Stolln 111 und in Niederschlag (1991-1994)133</p> <p>Tab. 32: Mineralgänge zwischen Luxbach, Talsperre Cranzahl und Bärenstein152</p> <p>Tab. 33 A: Entwicklung des Vorratsstandes an Uranerzen in der Lagerstätte Niederschlag171</p> <p>Tab. 33B: Baryt- und Fluoritvorräte, Lagerstätte Niederschlag175</p> <p>Tab. 34A: Belegung der Gruben Unverhofft Glück und Neu Unverhofft Glück vor 1945182</p> <p>Tab. 34B: Urangewinnung in der Lagerstätte Niederschlag nach Jahren und Schachtverwaltungen183</p> <p>Tab. 35: Einschätzung der mineralischen Zusammensetzung des Haldenmaterials189</p> <p>Tab. 36: Einschätzung des Gehaltes ausgewählter Elemente in Boden, Halden, Grubenwasser, Raum Bärenstein-Niederschlag-Neudorf190</p> <p>Tab. 37: Analysenwerte zweier Bodenproben aus dem Bodenmessprogramm Sachsen aus der Region Bärenstein-Hammerunterwiesenthal191</p> <p>Tab. 38: Fluoritvorräte von 1977Beilage</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

21 Abkürzungsverzeichnis

ad	Adular
ai	Ankerit
ag	Argentit
Ag	gediegen Silber
a. M.	arithmetisches Mittel
as	Arsenide
As	gediegen Arsen
at	Arsenopyrit
ba	Baryt, Schwerspat
bafl	Folgenreihe Baryt-Fluorit
Bi	gediegen Wismut
Bn	Bismuthinit
Bra	Bravoit
Brg	Bohrung
C ₁ , C ₂ , c ₁ , c ₂	Vorratsklassen, Vorratsklassifikation der DDR
ca	Calcit
ck	Chalkosin
co	Cobalthit
cof	Coffinit
cov	Covellin
ČR	Tschechische Republik
cu	Chalkopyrit
d	Dolomit
δ ₁ , δ ₂	Vorratsklasse, prognostischer V., Vorratsklassifikation der DDR

DEKORP MVE'90	Deutsches Kontinentales Reflexions-seismisches Programm, Profil Münchenberg-Vogtland-Erzgebirge 1990	ngr	Neugroschen, alte Währung
E. T.	Endteufe bei Bohrungen und Schächten	ns	Nickelskutterudit
f	Feldspat, allgemein	Pfd	Pfund, altes Gewicht
f _{O2}	Fugazität von O ₂	Pfdth	Pfundteile, altes Gewicht
Fdgr.	Fundgrube	pn	Pyrrhotin
Fg	Folge	pob	Polybasit
Fgr	Folgenreihe	py	Pyrit
FIA	Forschungsinstitut für Aufbereitung	pyr	Pyrrargyrit
fl	Fluorit, Flussspat	q	Quarz
Fl	Flacher Gang	qas	Folgenreihe Quarz-Arsenide
flq	Folgenreihe Fluorit-Quarz	qc	Chalcedon
flbaq	Folgenreihe Fluorit-Baryt-Quarz	qhm	Folgenreihe Quarz-Hämatit
FPQ	Flussspat-Paradoxit-Quarz-Paragenese	qlmmn	Folgenreihe Quarz-Eisen-Mangan
GFE	Firmenbezeichnung, Geologische Forschung und Erkundung	qsf	Folgenreihe Quarz-Sulfide
g. M.	geometrisches Mittel	qu	Folgenreihe Quarz-Uranerz
gn	Galenit	Qu	Querschlag
Gz	Gezeugstrecke	Rhbk	Rammelsbergit
Hgd	Hangend	SAG/SDAG	Wismut Firmenbezeichnung, Sowjetische Aktiengesellschaft, 1946-1954; Sowjetisch-Deutsche Aktiengesellschaft 1955-1990
hm	Hämatit	SE	Seigerrissebene (wenn nicht Himmelsrichtung)
hmbs	Folgenreihe Hämatit-Baryt	Scht	Schacht
HSE	Hauptseigerrissebenen	sf	Sulfide, allgemein
i	Chlorit	sff	Safflorit
kf-Wert	Durchlässigkeitsbeiwert in m/s	skt	Skutterudit
kr	Karbonate, allgemein	Sp	Spatgang
krsfas	Folgenreihe Karbonate-Sulfide-Arsenid	stb	Sternbergit
krsfsb	Folgenreihe Karbonate-Sulfide-Antimonide	step	Stephanit
Lafo	Lagerstättenforschung (Bezeichnung für das ehemalige Amt für Lagerstättenforschung, entspr. Aktenzeichen)	Sth	Stehendgang
Lgd	Liegendes	Stl	Stolln
lm	Limonit	TBI	Technische Bergbauinspektion, Aufsichtsbehörde der DDR
ll	Löllingit	Tbr	Tiefenbruchzone
Ma	Millionen Jahre	ten	Tennantit
Mgg	Morgengang	tet	Tetraedrit
mia	Miargyrit	TGL	Technische Normen, Gütevorschriften und Lieferbedingungen, DDR-Standards
max	maximal	TO	Tagesoberkante
Mdl.	Mundloch eines Stollens	T. Q.	Tastquerschlag
min	Minimal	U	Uraninit, Pechblende
mn	Mangan(hydr)oxid	VEB	Volkseigener Betrieb (DDR)
m NN	Meter Normal Null	ZGI	Zentrales Geologisches Institut (DDR)
MS	Mittelstrecke	ZIPE	Zentralinstitut Physik der Erde, Potsdam (DDR)
n. b.	nicht bestimmt	ZFI	Zentralinstitut für Isotopen und Strahlenforschung (DDR)
n. n.	nicht nachgewiesen	zn	Sphalerit, Zinkblende
nn	Nickelin	Ztr.	Zentner, altes Gewicht (50 kg)