

Abb. 50: Pyknit: zwischen Stängeltopaskristallen Protolithionit und Quarz 4. Sohle, Str. 423



Die wachsenden Riesenkristalle nahmen im hangenden Kontaktbereich ihren Anfang und wuchsen dem Schmelz-lösungsstrom entgegen. Die Anfänge der Topasstängel zeigen sich zunächst meist in schmalen zerlappten Formen, hingegen liegen die Endschaften der sich nach unten verbreiternden Pyknitbüschel stets als gut ausgebildete Kristallflächen vor, die völlig umwachsen sind von Quarz und Glimmer. Nur ganz selten wurden freie Topaskristallspitzen beobachtet (DEHNERT, 1987). Die Quersfiederung der Pyknite dürfte, wie schon OSSENKOPF und HELBIG interpretierten, als Ergebnis einer kurzzeitigen Erniedrigung der Fluorkonzentration in der überkritischen Lösung, also als Zeichen einer rhythmischen Auskristallisation angesehen werden. So kommt es zu einer millimeterbreiten Gliederung der Topase durch Ausbildung von feinkörnigem Quarz und feinblättrigem Glimmer, bis durch erneute Erhöhung der Fluorgehalte ein abermaliges Ansetzen und Wachsen des Topases in gleicher kristallographischer Richtung erfolgt.

In den Flankenbereichen der Pyknitkuppel treten zunehmend einzelne isolierte, mehrere mm- bis cm-lange Pyknitstängel auf, deren Größe zunimmt und die sich im Liegenden zu gewundenen Bändern mit Topas, Glimmer und Quarz vereinen.

Abb. 51 (links): Quergliederung der Stängeltopas-Polykristalle (jeweils ca. 2,5 cm Länge) durch dünne Lagen von feinblättrigem Glimmer und Quarz. 4. Sohle, Str. 423

### 6.2.3.2 „Graue Zone“

Die „Graue Zone“ im Liegenden des Pyknitgesteins wurde erstmals von FIEBINGER (1980) näher beschrieben, doch auch OSSENKOPF und HELBIG (1975) wiesen bereits auf diese Gesteine hin (Abb. 52). Die dunkelgraue einige Zentimeter bis maximal drei Dezimeter mächtige Zone weist im hangenden Kontakt zum Pyknitgestein eine scharfe Grenze, hingegen zum Liegenden in den Innengranit ist die Grenze unscharf und fließend. Aus dieser „Grauen Zone“ laufen auch Trümer bzw. Apophysen bis in den Quarz-Feldspat-Stockscheider und in das Pyknitgestein. Das dem Topas-Glimmer-Greisen ähnliche Gestein führt alle Minerale der hangenden Pyknitgesteinszone und des liegenden Albitgranits. Geochemisch ist sie analog zur Pyknitgesteinszone durch einen großen Reichtum an Spurenelementen charakterisiert.



Abb. 52: Sog. „Graue Zone“ mit Ansätzen von Stängeltopas-Girlanden 4. Sohle, Str. 423

Die räumliche Positionierung und stoffliche Zusammensetzung dieses Gesteins lassen den genetischen Schluß zu, dass es sich hier um Reste der hochfluiden „Schmelze“ – aus der auch der Pyknit-Pegmatit hervorgegangen ist – handelt. Tektonische Bewegungen in der Lagerstätte unterbrachen die Pyknit-Pegmatitbildung; es kam u. a. zur Kluft- und Trümöffnung im gerade erst gebildeten Pyknit und im älteren Feldspat-Stockscheider. Infolge eingetretener Druckentlastung wurde die Pyknit-Großkristallbildung unterbrochen und die restliche fluide Schmelze im Apikalbereich des Innengranits erstarrte relativ rasch in ein feinkörniges Topas-Glimmer-Quarz-Gestein, stofflich äquivalent einem Topas-Glimmer-Greisen, räumlich strukturell einem Aplit ähnlich (Abb. 53).

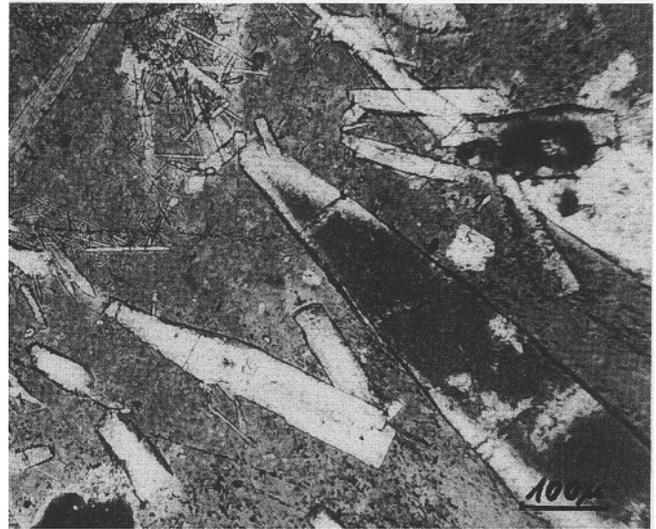


Abb. 53: Idiomorphe, säulig-nadlige, teils zerbrochene Topaskristallite in der aplitisch strukturierten „Grauen Zone“. (Pyknitgesteinsbildung wurde durch tektonische Druckentlastung unterbrochen, bereits entstandene Topaskristallkeimlinge wurden in der „Fluidschmelze“ fortgeschwemmt, dabei zerbrochen und bei rascher Erstarrung in der aplitisch strukturierten „Grauen Zone“ fixiert.)

4. Sohle, Str. 423, Dünnschliffaufnahme + Nic

### 6.2.3.3 Metaalbitgranitischer Topas-Glimmer-Greisen

Vergreisungen des Albitgranits (Innengranit – Typ G 3) zu metaalbitgranitischen Topas-Glimmer-Greisen sind relativ selten zu beobachten. Sie bleibt auf Klüftungszonen im Albitgranit beschränkt (Abb. 18 – siehe Legendenführung 6b). Entsprechend den grobkörnigeren Eigenschaften des Innengranits gegenüber dem Außengranit, ist auch der Greisen etwas anders strukturiert als der übliche Topas-Glimmer-Greisen des Außengranits. Der fein- bis mittelkörnige Greisen besteht aus einem Quarzpflaster (60 %) mit Schuppen und Rosetten von hellgrünem Glimmer (Unterschied zu metamonzogranitischem TGZ!) (-30 %) und Topasanhäufungen (-20 %). Sehr selten sind zonargebaute Kassiteritaggregate in Korngrößen bis 0,1 mm zu beobachten.

### 6.2.3.4 Albitisierung des Innengranits (Feldspatite)

Der Innengranit ist besonders in seinem apikalen Bereich durch eine starke Feldspatisierung gekennzeichnet, wobei diese Körper keinen homogenen einheitlichen Aufbau erkennen lassen.

Die feinkörnigen Feldspatite haben eine reinweiße bis blassrosa Färbung. Durch Serizitisierung und Hämatitisierung entstehen weiße bis rotgebänderte Zersetzungsprodukte.

Große hypidiomorphe bis idiomorphe lamellar verzwillingte Oligoklasleisten werden häufig von xenomorphen verzwillingten Orthoklas umschlossen. Beide Feldspäte werden von frischem neugebildeten, häufig idiomorphen Albit verdrängt, der meist zum dominierenden Bestandteil des Gesteins wird. Bemerkenswert ist, dass die Albitisierung der feinkörnigen Greisen wesentlich langsamer erfolgt als die des Granits, so dass noch relativ oft Greisenschollen im Albitit erhalten geblieben sind. Der Quarzgehalt ist in den Feldspatiten extrem schwankend. Glimmer tritt selten und dann meist in gebleichter, zersetzter Form auf. Überhaupt ist der Feldspatit durch die hydrothermale Zersetzung wolkig von einem Serizitnetz, Karbonatflecken und häufig Hämatitbänderung durchzogen.

Insgesamt durchzieht die Feldspatisierung als postmagmatischer Prozess nach dem fluiden Vergreisungsstadium die hochthermale (Albitisierung) bis epithermale (Serizitisierung) Bildungsphase.

### 6.2.3.5 Quarz-Topas-Greisen und Quarz-Greisen im Exokontaktbereich des Innengranits

Im Exokontaktbereich des Albitgranits – also in der hängenden Fortsetzung der Pyknitkuppe – treten im Bereich des Topas-Glimmer-Greisen des Monzogranits (Außengranit) Quarz-Topas-Greisen und Quarzgreisen auf, die als extrem metasomatische Überprägungsprodukte im Zusammenhang mit der Intrusion des Albitgranits zu sehen sind.

Diese Greisen bilden eine mehrere Meter mächtige Haube über dem Pyknit und z. T. auch Feldspatstockscheider (Abb. 18 – siehe Legendenführung 9). Nach außen lösen sie sich in wenige Erz-Quarz-Trümer im dunklen Topas-Glimmer-Greisen auf. Die Topas- und Quarzaggregate sind mittel- bis grobkörnig (-6 mm). Häufig sind wiederum Anwachszonen vorhanden, gleichzeitig korrodieren sie im starken Maße die Protolithionitreste. Im Quarzgreisen korrodieren die Quarze Topas und umschließen ihn. Charakteristisch sind auch die zahlreichen Quarztrümer mit reichlich relativ grobkristallinen Kassiterit-Wolframit-Molybdänit-Vererzungen. Die Färbung der Kassiteritaggregate ist heller als die der Aggregate, die aus früheren Greisenstadien (Topas-Glimmer-Greisen) in den Quarzgreisen übernommen und dabei häufig von Quarz umschlossen bzw. korrodiert wurden.

Bemerkenswert ist, dass diese Quarz- und Topasgreisen von dunklen Trümchen (Topas-Glimmer-Greisen) durchzogen werden, die denen aus der Pyknitzone identisch sind

und mit den Gesteinen der „Grauen Zone“ vergleichbar sind.

### 6.3 Trümer- und Gangmineralisation

Trümer- und Gangmineralisationen sind gegenüber der dominierenden Greisenmineralisation in der Zinnerz-Lagerstätte Altenberg von wesentlich untergeordneter Bedeutung. Als postgranitische Bildungen geben sie jedoch wichtige Aufschlüsse – auch im Zusammenhang mit der Greisenbildung – über die paragenetische Entwicklung der einzelnen Bildungsstadien der Lagerstätte. Den altersmäßig unterschiedlichen Granitintrusionen (Syeno-, Monzo-, Albitgranit) können dabei eine Vielzahl pneumatolytisch-hydrothermaler Mineralassoziationen zugeordnet werden.

Paragenetische Untersuchungen an Greisen sowie Trümmern und Gängen wurden neben älteren Bearbeitungen (DALMER, 1891; OELSNER, 1952; SCHRÖCKE, 1952) in jüngerer Zeit vor allem von SACK (1958), SCHLEGEL (1967), SCHLEGEL & BAUMANN (1967), HELBIG & OSSENKOPF (1975) vorgenommen. Neue Kenntnisse bezüglich der Paragenesen fügten MATTHES (1983), SCHÖNEBECK (1983) und SCHILKA (1985) hinzu.

Die Richtungsgebundenheit der Greisentrümer, Gang- und Störungsstrukturen sowie ihre Altersstellung wurde in den Abschnitten 5.4-5.6 dargestellt, so dass die folgenden Ausführungen sich auf ihre Mineralisation und ihre paragenetischen Verhältnisse konzentrieren.

Neben der Hauptmineralisation, der Greisenbildung – Hochtemperaturmetasomatose mit Zufuhr der Fluida über Trennflächengefüge und intergranular durch die Gesteine –, erfolgte eine weitere Zufuhr von mineral- und erzführenden pneumatolytischen bis abklingend hydrothermalen Lösungen über Trümer und Spalten.

Der Lösungsinhalt führte bei entsprechenden p-t-x-Bedingungen zur Abscheidung charakteristischer Mineralparagenesen.

Die Gang- und Trümermineralisationen besitzen in der Lagerstätte Altenberg – wie schon erwähnt – sehr untergeordnete Bedeutung. Horizontale Erstreckung und Mächtigkeiten der Trümer sind in der Überzahl gering. Nur wenige Gänge erreichen Mächtigkeiten über 5 cm; Dezimetermächtige Gänge (z. B. Rote Kluft) sind extrem selten. Die pneumatolytischen Trümer zeigen sich häufig nur als gering mineralisierte Kluftnaht mit randlichen (Salbänder) Vergreisungserscheinungen. Meist sind es wenige Millimeter mächtige Trümer, die mit den entsprechenden Paragenesenmineralen gefüllt sind. Eine Vielzahl von derartigen Trümmern in  $\pm$  paralleler Orientierung bilden in absetziger

Form ganze Trümerzonen bzw. Trümerscharen. Derartige Greisentrümerzonen durchziehen – abgesehen vom unmittelbaren Bereich des Altenberger Granit-Zwitterstockes – auch die weitere Umgebung der Lagerstätte Altenberg (Abb. 59 im Kap. 8).

Nach Aufarbeitung der Literatur zur Trüminermineralisation, Bewertung der Belegmaterialien und Studien vor Ort lassen sich mindestens 8 Mineralparagenesen im Lagerstättenraum Altenberg aushalten:

Glimmer-Serizit-Quarz-Trümer  
Glimmer-Feldspat-Quarz-Gänge (Äquivalent Stockscheider)  
Lithiumglimmer-Topas-Quarz-Trümer  
Quarz-Topas-Trümer  
Quarz-Sulfid-Trümer  
Quarz-Hämatit-Trümer  
Karbonat-Sulfid-Trümer  
Quarz-Hämatit-Baryt-Fluorit-Gänge.

Die Mineralsukzessionen in den Trümmern sind jedoch häufig so spärlich und unvollkommen ausgebildet, dass nur in den seltensten Fällen jeweils die gesamte Paragenese vorliegt. Durch die polystadiale Intrusion des Monzogranits (Altenberger Außengranit Typ G 2a-d) sind auch paragenetische Wiederbelebungen vorhanden, die das „bunte Trümmersfeld“ zusätzlich komplizieren.

So werden helle Quarz-Topas-Trümer, die den dunklen Topas-Glimmer-Greisen durchschlagen, wiederum von dunklen Topas-Glimmer-Trümmern gekreuzt, die mit einer jüngeren Granit G 2-Phase in Zusammenhang stehen.

### 6.3.1 Glimmer-Serizit-Quarz-Trümerparagenese

Diese Trümer, häufiger jedoch parallele Trümerscharen dieser Art treten im Granitporphyr und Quarzporphyr auf. Sie werden jedoch vom Monzogranit abgeschnitten, sind also prämonzogranitischen Alters. Die Richtung der Trümer und Trümerscharen ist überwiegend erzgebirgisch. Sie sind weit über den Bereich der eigentlichen Zinnlagerstätte Altenberg hinaus verbreitet. In den lokal bergbaulich bedeutenden Zinnerzgangfeldern Raupennest, westlich von Altenberg, Rote Zeche/Neufang östlich und Zinnkluft im nördlichen Bereich von Altenberg sowie in der Paradies Fundgrube am Kahleberg ist dieser Trümerparagenesetyp der markanteste.

Trümer gleicher paragenetischer und struktureller Entwicklung sind auch in den aufgeschleppten Granitschollen vom Typ G 1 (Schellerhauer Granit), die im Monzogranit Typ G 2 schwimmen, gelegentlich beobachtet worden (Pumpensumpfstrecke 7. Sohle). Damit wäre dieser Trümerparage-

nesetyp die erste mit Zinn mineralisierte postmagmatische pneumatolytische Abfolge im Osterzgebirge (Raum Altenberg), die dem Schellerhauer Granit (Syenogranit Typ G 1) zuzuordnen ist (postsyenogranitische Mineralisation). Die Trümer bestehen im wesentlichen aus einer Trümnaht, lokal auch mit einer wenige Millimeter mächtigen Trümfüllung aus Glimmer, Serizit und Quarz. Vereinzelt tritt auch etwas Topas auf.

Charakteristisch ist die nach beiden Seiten im Nebengestein Millimeter bis wenige Zentimeter mächtige Vergreisungszone (Dunkelfärbung), die durch Verglimmerung und Verquarzung charakterisiert wird.

Neben der typischen Glimmer, Serizit und Quarz-Sukzession tritt gelegentlich, doch überwiegend als Trümfüllung Kassiterit auf. Sehr vereinzelt, doch typisch für diese Folge, sind auch Arsenopyrit- und Chalkopyrit-Fünkchen vorhanden, die bereits den hydrothermalen Nachhall repräsentieren.

### 6.3.2 Glimmer-Feldspat-Quarz-Gangparagenese (Äquivalent Feldspat-Kappenquarz-Stockscheider)

Gänge mit Zentimeter- und Dezimeter-Mächtigkeit dieser Folge treten im unmittelbaren Bereich des Monzogranits Typ G 2 auf (Exo- und Endokontakt; Beispiele in Strecke 415, 417, 501 und Querschlag 550).

Es handelt sich um eine Abfolge des pegmatitischen Stadiums – äquivalent also den geringmächtigen Stockscheiderbildungen im Kontakt Monzogranit G 2 zum Nebengestein und des markant ausgebildeten Feldspat-Kappenquarz-Stockscheiders des Albitgranits zum Monzogranit.

Die mineralische Zusammensetzung der Pegmatitgängchen besteht aus grob- bis riesenkörnigen Quarz und Kalifeldspat sowie groben Glimmerpaketen.

### 6.3.3 Lithiumglimmer (Protolithionit)-Topas-Quarz-Trümerparagenese

Diese Trümerparagenese ist am typischsten in den Trümmern des Schnittmustergranits verkörpert. Bei Zunahme des Durchtrennungsgrades des Monzogranits führt diese pneumatolytische Mineralisation und Hochtemperaturmetasomatose direkt zur Bildung des massiven Topas-Glimmer-Greisens.

Lokal sind diese Dunkelgreisen-Trümer in der Lagerstätte auch zu parallel geschichteten Trümerzonen mit erzgebirgischem Streichen und Einfallen nach Norden fokussiert.

Trümer mit dieser Mineralparagenese treten jedoch in einiger Entfernung zum Zwitterstock auch lokal auf (ebenfalls auf erzgebirgisch streichenden Trümerzonen mit steilem nördlichen Einfallen). Zahlreiche Trümerabschnitte im östlichen Grubenfeld Rote Zeche zeigen eine derartige Beschaffenheit.

Die pneumatolytische Paragenese äußert sich im Auftreten von Lithiumglimmer (Protolithionit), Topas und Quarz.

An Erzmineralen sind Kassiterit (z. T. saumartig an den Salbändern, doch häufig auch in Trummitte in verzwilligter Form), Wolframit mit Columbit und grobblättrigem Molybdänit vorhanden (Abb. 54).



Abb. 54: *Quarz-Glimmer-Topas-Gang mit Molybdänit, ged. Wismut und Wolframit – Paragenesetyp 3 – im TGZ, Tiefer Erbstolln, nahe Saustaller Schacht*

Die Vererzung der Trümer war in den oberen Teufenbereichen lokal sehr reichhaltig. Im Niveau der 7. Sohle (z. B. Grubenfeld Rote Zeche) wurde nur noch eine sehr sporadische Vererzung angetroffen. Xenomorphe Körnchen von Arsenopyrit, ged. Wismut und Bismuthinit in Zwickelfüllungen sowie vereinzelt Emplektitnadelchen in diesen Trümern deuten bereits einen Übergang in den hochhydrothermalen Abscheidungsbereich hin (→ Paragenese 5).

Diese Trümerparagenese ist relativ-zeitlich im wesentli-

chen als postmonzogranitisch einzustufen.

#### 6.3.4 Quarz-Topas-Trümerparagenese

Die Quarz-Topas-Paragenese auf Trümmern ist der Quarz-Topas-Greisenformation äquivalent. Sie stellt die hochtemperierteste pneumatolytische Phase während der Lagerstättenbildung dar. Quarz-Topas-Greisenbildungen entstanden in Zentren der fluiden Lösungszufuhr. Häufig wurden zunächst gebildete Topas-Glimmer-Greisen unter Zusetzung der Glimmerkomponente und Hämatitneubildung (Fe aus Glimmer) in Quarz-Topas-Greisen umgewandelt.

Die extrem hochtemperierten und sauren Fluida (HF, SiO<sub>2</sub>) hinterließen so auch in der Nähe der Quarz-Topas-Greisen von Klüften aus im Dunkelgreisen (Topas-Glimmer-Greisen) Hellgreisenbänder (Quarz-Topas-Greisen) sowie auf offenen Trümmern die Quarz-Topas-Paragenese mit Vererzung.

Diese Trümermineralisation, die altersmäßig als postmonzogranitisch anzusprechen ist, kam lokal etwas richtungsorientiert auf NNO-SSW-Trümerstrukturen zum Absatz. Sie durchschlagen somit die vorher gebildeten (älteren) Topas-Glimmer-Trümer (Dunkelgreisen-Trümer), die vorrangig mehr NO-SW gerichtet sind.

Ein zweiter mineralisch gleichgearteter Trümertyp kommt insbesondere im brekziösen Dach über dem Albitgranit vom Typ G 3 vor. Quarz-Topas-Trümer in mehr oder weniger wirrer Streichrichtung und mit unterschiedlichem z. T. flachen Einfallen sowie wolkige Hellgreisenbildungen sind über dem Kuppelbereich des Albitgranits mitsamt der Pyknithaube ausgebildet. Mit der Intrusion des Albitgranits kam es im Vorfeld zu extrem fluider Lösungszufuhr, so dass von einem prä- bis postalbitgranitischen Alter dieser Quarz-Topas-Trümer gesprochen werden kann. Da das Magma des G 3-Typs während seiner Intrusion auch viel mit Kassiterit vererzten monzogranitischen Topas-Glimmer-Greisen assimiliert hat, waren seine Fluida stark an Kieselsäure, Fluor und Metallen (Sn, W, Mo) angereichert, die zu Reicherzpartien (Kassiterit, Wolframit, Molybdänit) auf den Quarz-Topas-Trümmern führten. So waren im Niveau der 4. Sohle über dem Pyknitkuppelbereich reich an Kassiterit vererzte wirre Trümeranhäufungen ausgebildet. Auf gleicher Sohle im SO-Bereich der Albitgranit-Pyknitkuppel wurde in Dunkelgreisen Anfang der 40er Jahre d. v. Jh. auch ein sehr reich mit Molybdänit und Wolframit vererzter erzgebirgisch streichender und relativ flach nach SO einfallender Quarzgang aufgeschlossen und abgebaut (Molybdänabbau!) (Abb. 55).

Paragenetisch äußert sich diese Trümermineralisation durch das Auftreten folgender Mineralassoziaton: Quarz,

Topas (Glimmer fehlt völlig!), Specularit sehr verbreitet und lokal auch in kompakten Anreicherungen, tafliger Wolframit und blättriger Molybdänit. Ein Übergang in die hochhydrothermale Folge mit Arsenopyrit, Löllingit, Pyrit und Chalkopyrit ist auch auf diesen Trümmern zu verzeichnen.

### 6.3.5 Quarz-Sulfid-Trümerparagenese

Wie bereits angedeutet, folgen den typisch pneumatolytischen Abfolgen auf den Trümmern hydrothermale Mineralisationen mit erneuter Quarzabscheidung und zahlreichen Sulfiden.



Abb. 55: Quarzgang mit Wolframit und Molybdänit – Paragenesetyp 4 – im QTZ 4. Sohle

Der Übergang zeigt sich im erneuten (nochmaligen) Auftreten von nadligem Kassiterit, Molybdänit und Jordisit, dünntafligem Wolframit und Scheelit, ged. Wismut und Wismutglanz. An Sulfiden werden besonders Arsenopyrit, Löllingit, Pyrit, Sphalerit, Galenit, Fahlerze und Covellin angetroffen. Diese Folgenreihe tritt jedoch nie vollständig in der Lagerstätte auf. Meist sind nur einige dieser Minerale in sehr bescheidener Menge auf jeweils einem Quarztrümmer vorhanden.

Auf der Heinrichssohle sollen nach SACK (1958) geringmächtige Gänge mit kompakter Füllung von Arsenopyrit, Pyrit und Sphalerit aufgetreten sein, die zwischenzeitlich dem fortschreitenden Pingenbruch zum Opfer gefallen sind. Sie verkörperten eine Art kiesig-blendige Formation vom Freiburger Typ.

Auffällig ist weiterhin die relativ häufige Verbreitung von Arsenopyrit auf Trümmern im SW-Bereich der Lagerstätte im Topas-Glimmer-Greisen, Granit und Granitporphyr.

Eigen sind dieser Quarz-Sulfid-Paragenese auch Chlorit und Tonminerale, die mit lettigem Nebengesteinszersatz, typische hydrothermale Folgeprodukte sind.

Insgesamt stellt diese Mineralparagenese eine postmonzogranitische Bildung dar.

### 6.3.6 Quarz-Hämatit-Trümerparagenese

Weit verbreitet sind in der Lagerstätte auch geringmächtige Trümchen, die hauptsächlich Quarz und Hämatit (Goethit) führen (Abb. 56).

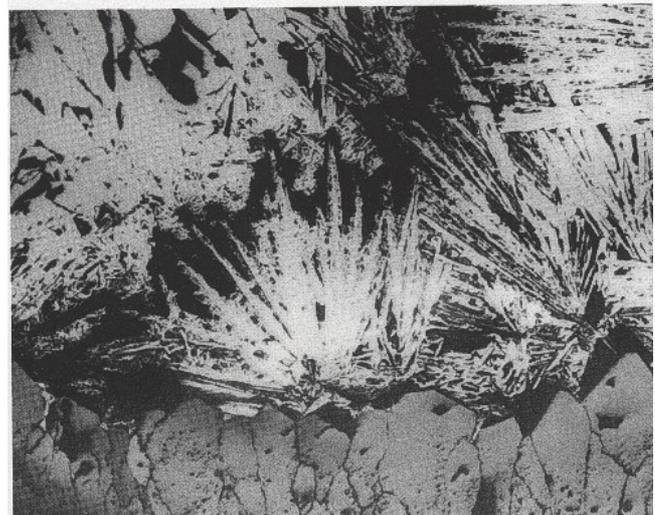


Abb. 56: Gang mit Quarz und Eisenglanz – Paragenesetyp 6 - Anschliff, Bildbreite ca. 1 cm, Schubortmaterial

Diese Paragenese ist mit der Quarz-Hämatit-Folgenreihe nach KUSCHKA (1972) identisch, die der Quarz-Sulfid-Folgenreihe im Erzgebirge folgt (u. a. im Raum Kipsdorf-Schellerhau-Schmiedeberg; mündl. Mitt. KUSCHKA, 1992).

Vereinzelt treten auch Fluorit und Scheelit (Umlagerung) hinzu.

### 6.3.7 Karbonat-Sulfid-Trümerparagenese

OSSENKOPF und HELBIG (1969) weisen auf diese Paragenese hin, die verbreitet jedoch quantitativ sehr spärlich auf Trümmern rings um die Lagerstätte auftritt (Hauptquerschläge, Strecke 550 und 750, Erbstolln, Trübestolln – in den 80er Jahren auch in der Erkundungsstrecke 723).

Quarz und sehr sporadisch Fluorit treten dabei randlich an den Salbändern auf. Es folgten zur Trummitte Karbonate (Trumzentrum gelegentlich mit Sideritkristallrasen), in denen Sulfide (Pyrit, Sphalerit), ged. Wismut, Wismutglanz und Emplektit eingesprengt sind (Abb. 57).

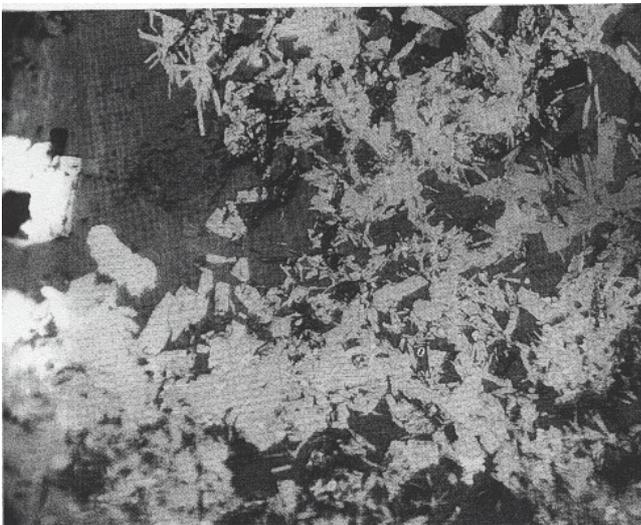


Abb. 57: ged. Wismut, Bismuthinit, Karbonspat – Paragenesetyp 7 – Anschließf, Bildbreite ca. 1 cm

### 6.3.8 Quarz-Hämatit-Baryt-Fluorit-Gangparagenese

Im Zuge der jüngeren saxonischen Mineralisation im Erzgebirge kam es auch im Osterzgebirge besonders auf NW-SO orientierten Bruchstrukturen zu Gangmineralisationen. Die Verbreitung im Lagerstättenbereich ist unbedeutend. Der markanteste Vertreter dieser Paragenese ist die Rote Kluft in der Lagerstätte Altenberg, auf der, neben bereits aus der variszischen postmonzogranitischen Zeit stammender Mineralisation, erneut Quarz (z. T. Achat, Jaspis, Amethyst), Hämatit, (Roteisen, Glaskopf) Baryt und Fluorit zum Absatz kamen (Abb. 58). Diese früher als eba-Gänge bezeichneten Gangmineralisationen sind auch aus der weiteren Umgebung der Lagerstätte Altenberg bekannt.

So liegen im nordwestlichen und südöstlichen Gebiet des Geisingberges Gangstrukturen mit Jaspis (Hornstein), Achat, Amethyst, Roteisen Psilomelan und Rotbaryt vor.

Sehr vereinzelt sind auch Fluorit, Dolomit und Calcit mit

Galenit und Fahlerz vorgekommen.



Abb. 58: Baryt-Fluorit-Gang – Paragenesetyp 8  
Grube Christi Himmelfahrt, Revier Raupennest

## 6.4 Zusammenfassende Darstellung der Mineralisationstypen und Mineralisationsetappen

Die Mineralisation, deren Verteilung und die Intensität ihres Auftretens werden in der Tab. 12 zusammenfassend dargestellt.

Die Auflistung der Minerale erhebt jedoch keinen Anspruch auf Vollständigkeit, nur die wesentlichsten und für die jeweilige Abfolge wichtigen Minerale sind hier genannt.

Die polystadiale Komplexität der Mineralisation in dieser Lagerstätte lässt sich dem dominierenden variszischen Mineralisationszyklus und sehr untergeordnet, dem saxonisch-alpidischen Mineralisationszyklus zuordnen.

Gebunden an mehrere Zinn-Fluor spezialisierte Granitintrusionsfolgen des jüngeren Intrusivkomplexes im variszischen Subsequenz-Stadium sind besonders hochtemperatur-metasomatische Greisenerz-Typen und pneumatolytische Trümmerezz-Typen entstanden; pegmatische Stockscheider- und Gangbildungen kamen im Endo- und Exokontaktbereich der Granite ebenfalls zur Ausbildung.



Tab. 13: Etappen und Produkte der Mineralisations-/Erz-Bildung in der Lagerstätte Altenberg

1. Zyklus		variszisch			saxonsch-alpidisch	
2. Intrusionstyp		Morzogradit (Typ Altenberg)				
3. Phase zur Intrusion	Syenogranit (Typ Schellertbau)	post	post	post	post	
4. Bildungsstadium	pneumatolytisch	pegmatitisch	pneumatolytisch	hydrothermal	hydrothermal	
5. Vergreisungs-etappe	1. Vergreisung		2. Vergreisung			
6. Rel. räumliche Beziehung zur Fluida-Lösungs-Zufuhr	randlich	randlich	zentral	randlich		
7. Temperaturzustand	gemäßigt hoch	hoch	hoch → steigend → extrem hoch → fallend → hoch	gemäßigt hoch → fallend → niedrig	gemäßigt niedrig	
8. Produkte	Dunkelgreisen-sentrüner	Pegmatitgänge	Dunkelgreisen-sentrüner [3]	Hellgreisen-trüner [4]	Dunkelgreisen-sentrüner [3]	Quarz-Sulfid-Trüner [5]
9. Paragenesetyp entspr. Tab. 12.	[1]	Stockscheider [2]	Hellgreisen [4]		Quarz-Hämatit-Trüner [6]	Karbonat-Sulfid-Trüner [7]
						Quarz-Hämatit-Baryt-Fluorit-Gänge [8]

zu 1.: variszisch		syn		post	
zu 2.: Zusatzintrusion Albitgranit (Typ Altenberg)					
zu 3.: prä					
zu 4.: pneumatolytisch		pegmatitisch		pneumatolytisch	
zu 5.: Vergreisung z. T. Umlagerung aus 2. Vergreisung				3. Vergreisung (Nachhall)	
zu 6.: zentral im Exokontaktstichtel zum Albitgranit		im Stichtel zum Albitgranit	zentral diskordant im Stichtel		
zu 7.: extrem hoch		hoch	hoch → fallend → gemäß. hoch → fallend niedrig		
zu 8.: Hellgreisen Helligreisen-sentrüner		Stockscheider Feldspat-Kappenquarz	Pyknithaube Graue Zone	Dunkelgreisen-sentrüner	spärl. Entwicklung ähnl. wie Paragenese [5] - [7] intensive hydroth. Metasomatose Albitgranit → Albitisierung → Albitit
zu 9.: [4]		[2]	äquiv. [3]	[3]	

Die spezifischen Mineralabfolgen, die den einzelnen Granitintrusionen zuordenbar sind, wurden in den Abschnitten 6.1-6.3 ausführlich behandelt und in Tab. 12 schematisiert dargestellt.

Die relative quantitative Verbreitung der einzelnen Minerale und Haupt-Erz-Elemente wurde gleichfalls in dieser Abbildung zur Darstellung gebracht.

In Tab. 13 werden in generalisierter Folge die Mineralisations-/Erz-Bildungsetappen mit ihren charakteristischen Produkten vorgestellt. Schematisiert wurde dabei auch gleichzeitig die räumliche Beziehung der Fluida-Lösungs-Zufuhr zum Absatzort, sowie der Bildungstemperaturzustand der einzelnen Typen dargestellt. Anliegen dieser Darstellung ist, die in der Lagerstätte Altenberg vorhandene, doch ad hoc sehr schwer klassifizierbare Mineralisationsvielfalt in die entsprechenden Typen und Formen zu splitten. Dabei ist zu beachten, dass den einzelnen Granitintrusionen charakteristische Mineralisationstypen und -folgen zugeordnet werden können.

## 7 Der geologisch-genetische Werdegang der Lagerstätte (Lagerstättenmodell)

Auf der Basis der in den vorangegangenen Kapiteln dargestellten Erscheinungsbilder und Verbandsverhältnisse der am Aufbau der Lagerstätte beteiligten Gesteine und Mineralisationen wurde in Tab. 14. der Versuch unternommen, ein Lagerstättenmodell zum geologisch-genetischen Werdegang der Lagerstätte zu konstruieren. In generalisierter Form wurden die Gesteine, die tektonischen Beanspruchungen und die Mineralisationen in ihrer kausalen Folge der geologischen Zeitskala zugeordnet.

Es kann davon ausgegangen werden, dass der proterozoische **Gneissockel** (Freiberg-Fürstenwalder Gneisblock) bereits präkambrisch bis frühvariszisch tektonisch so geformt wurde, dass sich spätestens in der variszischen Ära Lineamente, Tiefenstörungen und Strukturlinien stark ausprägten, die für den spät- bis postkinematischen Magmatismus und Vulkanismus, einschließlich der Lagerstättenbildung im Erzgebirge wesentliche Bedeutung erlangten (BANKWITZ, P. & BANKWITZ, E., 1982, WETZEL, 1984, 1985).

Die variszische tektonomagmatische Entwicklung hatte im Erzgebirge im Oberkrustenbereich Aufschmelzungen (Anatexis) zur Folge, die im Krustenmodell nach Interpretation seismischer Daten als Granitzone aufgefasst werden kann (BANKWITZ, BRAUSE, FELIX, 1991). Ein etappenweiser Aufstieg granitischer Schmelze erfolgte im Bereich von

tektonischen Dehnungs- und Zerrungsregimen. Altersmäßig und insbesondere stofflich sind zwei Intrusivkomplexe aushaltbar. Der ältere **Intrusivkomplex** (OIC-Typ) wird nach der sudetischen Faltungsphase ins Namur eingestuft (postsynorogen); der **Sn-F-spezialisierte jüngere Intrusivkomplex** (JIC-Typ) ist hingegen ins Stefan bis tiefe Autun im Verband mit Vulkaniten als typische subsequente Bildung zu stellen. Während die älteren Granite vom Typ Niederbobritzsch und Flaje im Altenberger Lagerstättengebiet nicht auftreten, sind die hier postkinematischen Granite der jüngeren Reihe in mehreren Intrusionsphasen mit zunehmender stofflicher Spezialisierung sehr ausgeprägt.

Im osterzgebirgischen Raum werden sowohl die Verbreitung der Plutonite (bis Subvulkanite) als auch der Vulkanite, Metasomatite und Mineralisationen hauptsächlich durch die spätvariszische **bruchtektonische Entwicklung** bestimmt. Nach BRAUSE (1991) deuten in variszischer Ära in Mitteleuropa Schollendriftbewegungen in Richtung Norden und Nordosten hin. So sind u. a. Dehnungsbewegungen auch im erweiterten osterzgebirgischen Raum nachvollziehbar (WETZEL, 1985), die zu einer intensiven, vielaktigen bruchtektonischen Entwicklung führten (Altenberger Schollenmosaik). Senkungsbrüche, ausgelöst durch Dehnungseffekte, führten zu einem ersten Anzapfen saurer Magmenreservoirs und damit Auslösen von Porphy- und Tuffeffusionen (**Schönfelder Porphy**) in eine intramontane Senke mit Arkosen, Schiefen und Steinkohle im Westfal (B/C).

Die Herausbildung des Bruchfeldes wurde aktiviert durch die Anlage mehrerer **Gangporphyrschwärme** mit unterschiedlicher Richtung (NO-SW Sayda-Berggießhübel, SO-NW Frauenstein-Freiberg).

Der Höhepunkt vulkanischer Tätigkeit wurde im Westfal C/D mit dem Aufreißen des NW-SO gerichteten **Spaltenvulkans von Teplice** bis in den Schmiedeberger Raum erreicht. Großflächig wurde die damalige Oberfläche mit einer mehrere hundert Meter mächtigen **Quarzporphyreffusionsfolge** (Ignimbrite, Laven, Tuffe) überlagert.

**Granitporphyre** als dykeartige subvulkanische Bildungen folgten. Die Effusion beachtlicher Mengen an Vulkaniten an Dehnungsfugen einzelner Blockschollengrenzen führte durch Massendefizit im Untergrund zur Herausbildung eines calderaartigen Einbruchfeldes (**Altenberger Senkungsfeld**).

Weitere NO-SW gerichtete Dehnungen führten im Bereich der nach wie vor dominierenden Tiefenstörung mit NW-SO-Richtung zur Intrusion des relativ großen **Syenogranit-Körpers vom Typ G 1 Schellerhau**. Dieser Granit, dem jüngeren Intrusivkomplex zugehörig, scheint im Untergrund große Verbreitung zu haben, da Schollenxenolithe

dieses Granittyps auch im jüngeren Altenberger Monzogranit in größerer Teufe stark zunehmen (Bohrungen 7. Sohle Altenberg).

Postmagmatische Prozesse dieser Granitintrusion führten zur Abgabe von hochfluiden Lösungen, die auf der im Nebengesteinsrahmen als Diagonalkluftsystem entwickelten bevorzugten NO-SW-Richtung als pneumatolytische **Dunkelgreisentrümer** der Glimmer-Serizit-Quarz-Paragenese zur Ausbildung kamen. Diese **Erste Vergreisung**, gebunden an den Schellerhauer Syenogranit vom Typ G 1, lässt bereits eine F-Sn-Spezialisierung erkennen. Neben einer geringfügigen Topasführung sind die Greisentrümerzüge durch eine lokal in Erscheinung tretende Zinnvererzung gekennzeichnet. Arsen- und Kupferminerale weisen ebenso auf hydrothermales Abscheidungsmilieu hin.

Im Stadium des ausgereiften subsequenten Magmatismus kam es episodenhaft zu weiteren Granitintrusionen, die sich überwiegend als steilwandig flankierte Stöcke auszeichnen. Der Aufstieg der zunehmend spezialisierten (Sn, F, Li, Rb, Cs, W, Mo) sauren hochfluiden Magmen erfolgte vorzugsweise im Kreuzungsbereich von tektonisch mobilen Tiefenstörungen und Strukturlinien.

Der **Altenberger Monzogranitstock** vom Typ G2 lässt dabei selbst eine mehrphasige Intrusionstätigkeit erkennen. Ein geringfügiger **aplitischer Vorläufer** vom **Typ G 2a** erstarrte und brachte sein eigenes Kluftgefüge im regionalen und temporalen Spannungsfeld hervor. Hochfluide Lösungen markierten den Beginn der 2. Vergreisung mit der Anlage von Dunkelgreisentrümern der Lithiumglimmer-Topas-Quarz-Paragenese.

Die sehr aktive und gelegentlich spontane magmatische Tätigkeit in den fokussierten Aufstiegszentren brachte in Altenberg nach der Aplitgranitintrusion eine **ältere Intrusionsbrekzie** hervor, in der Granit G 2a und Nebengestein (Quarzporphyr, Granitporphyr) aufgearbeitet sind. Sie ist gleichzeitig als Wegbereiter für die folgende **Hauptintrusion** des Altenberger **Monzogranitstockes** vom **Typ G 2b** aufzufassen. Geringfügige randliche Stockscheiderbildungen und Pegmatitgängchen begleiten den Erstarrungsvorgang des Granitkörpers, der von einer intensiven Klüftung nachfolgend geprägt wurde.

Das mehrere Hundertmeter mächtige Dach aus Quarzporphyr- und Granitporphyr-Effusivfolgen wirkte druckaufbauend auf die aus der Tiefe zuströmenden hochfluiden Lösungen, so dass sich über das Granitklüftungsnetz die für die Lagerstätte Altenberg bedeutende intensive **postmonzogranitische Hauptetappe** der **zweiten Vergreisung** entfalten konnte.

Im Vor- bzw. Randfeld kam es zur **Dunkelgreisenbildung**

der Lithiumglimmer-Topas-Quarz-Paragenese (TGZ) von einzelnen randlichen Dunkelgreisentrümern über wirre Greisentrümerfolgen (Schnittmustergranit) zum total zu Dunkelgreisen umgewandelten Monzogranit. Die Dunkelgreisenbildung ist dabei als das Ergebnis einer hochtemperatur-metasomatischen Umwandlung des Granits durch eine extrem spezialisierte saure (Si, F) Fluidazufuhr mit entsprechend „exponiert hohem“ Fe-, Li-, Rb-, Cs-Anteil zu verstehen.

Lokal wurden von der Vergreisung auch Quarzporphyr- und Granitporphyrpartien erfasst.

Der metasomatische Vergreisungsprozess führte gleichzeitig je nach Metallangebot in den fluiden Lösungen und den entsprechenden Abscheidungsbedingungen der für die Lagerstätte Altenberg bedeutenden doch wechselnd **intensiven Vererzung** mit Zinn, Wolfram, Molybdän, Wismut und Arsen.

In den zentralen Fluidazuführungsbereichen steigerte sich der Prozess der Hochtemperaturmetasomatose so weit, dass der vorher gebildete Dunkelgreisen in **Hellgreisen** der Quarz-Topas-Paragenese (QTZ) umgewandelt wurde. Die bei der Dunkelglimmerzersetzung freiwerdenden Eisenmengen kamen bei der Hellgreisenbildung durch lokal starke Specularit-Hämatit-Ausscheidungen wieder zum Absatz.

Mit der Hellgreisenbildung war wiederum eine **Vererzung** mit Zinn, Wolfram, Molybdän, Arsen und Wismut verbunden. Lokale Trümermineralisationen dieser Art waren gelegentlich sehr erzeich und im Kornverband meist recht grob – im Gegensatz zu den meist feinstkörnigen Erzminerallaggregaten in den Dunkelgreisenbildungen.

Ein p-t-x-rückläufiger Fluidazustrom bewirkte nach einer Hellgreisenbildung wiederum eine Dunkelgreisenbildung. Dies erklärt das Phänomen der Durchtrümerung von Hellgreisen durch Dunkelgreisentrümer.

Weiterer Temperaturrückgang bewirkte den Übergang der Fluidazufuhr in hydrothermale Lösungen, die ihren Lösungsinhalt in den bis dahin offenen Kluft-Trümer- und Gangspaltenräumen nachfolgend als Quarz-Sulfid-, Quarz-Hämatit- und Karbonat-Sulfid-Paragenese mit spärlicher Bi-, Cu-, Zn-, As-, S-Vererzung zum Absatz brachten.

Nach der Monzogranit-Hauptintrusion vom Typ G 2b und der nachfolgend damit verbundenen Hauptvergreisung und Hauptvererzung kam es erneut zu meist relativ geringfügigen **Intrusionsnachschieben** von feinkörnigem Monzogranit vom **Typ G 2c** in Apophysenform (sie schneiden Dunkelgreisentrümer ab!) und aplitischem Monzogranit vom **Typ G 2d** als Kuppelbildung mit Feldspatstockschei-

der und randlichen Aplitgängen im Granit vom Typ G 2b.

Nach einer relativen Ruhephase wurde der Kreuzungsbereich der Tiefenstörung und der Strukturlinie als bisheriger Intrusionsweg für den Monzogranit samt Fluidazufuhrbereich erneut stark tektonomagmatisch belebt. Eine im Kreuzungsbereich Rote Kluft (NW-SO) und Nordrandstörung (O-W) auf tieferen Sohlen im Altenberger Grubengebäude aufgeschlossene hochgestreckte **jüngere Intrusionsbrekzie** mit monzogranitischen Dunkelgreisenbruchstücken bahnte den Weg für den **Albitgranit vom Typ G 3**, der als kleinerer keulenförmiger Stock in den vergreisten Monzogranit intrudierte.

Ein zweiter Ast der Intrusivbrekzie und der Albitgranitintrusion nahm den Weg in Richtung „Zinnkluft“, nahe Bahnhof Altenberg. Beide Intrusionsbahnen lassen im tieferen Untergrund im genannten Kreuzungsbereich der tiefreichenden Störung ihren Hauptzufuhrkanal vermuten (Beilage 3.1).

Während des Intrusionsaufstieges des albitgranitischen Magmas wurde im **Dachbereich** der monzogranitische Dunkelgreisen stark **brekziiert** und durch das vorangetragene Hitzeschild und den damit verbundenen hochtemperaturmetasomatischen Bedingungen in **Hellgreisen** und Hellgreisendurchtrümerungen der Quarz-Topas-Paragenese umgewandelt.

Diese prä- bis synalbitgranitische Vergreisung repräsentiert als Zuordnung zum Albitgranit vom Typ G 3 eine **dritte Vererzung**. Gleichzeitig war damit eine starke und relativ grobkörnige Kassiteritanreicherung sowie mit Wolframit, Molybdänit und Wismut in diesen brekziierten Hellgreisenpartien und Trümmern verbunden. Es liegt der Schluss nahe, dass es sich bei der **präalbitgranitischen Vergreisung 3** einschließlich samt ihrer Vererzung um eine Umwandlung (+ Aufzehrung) von monzogranitischem Dunkelgreisen samt Umlagerungen von Erzsubstanz aufgrund der hochtemperaturmetasomatischen Einwirkung durch das albitgranitische Magma handelt.

Nach dem relativ raschen Aufstieg des Magmas, aufgrund der großen Mobilität der Schmelze, kam es im Apikalbereich zu **Stockscheiderbildungen** der Glimmer-Feldspat-(Kappen-)Quarz-Paragenese im syn- bis postalbitgranitischen Stadium.

Während der Intrusion des Albitgranits war es u. a. zum Einsinken von spezifisch schweren brekziierten Dunkelgreisenpartien gekommen (Reste liegen im Albitgranit noch vor). Diese wurden überwiegend in das albitgranitische Magma eingeschmolzen und regelrecht „aufgekocht“, wobei sich im obersten Schmelztopbereich unter dem dichten Dach eine exotische, Si- und F-reiche Fluid-Schmelze

anreicherte, die dann unter pegmatitischen p-t-x-Bedingungen in etwas diskordanter Lagerung zum Feldspat-Stockscheider als **Pyknit** kuppelförmig zur Abscheidung kam.

Dieser Topas-Glimmer-Quarz-Pegmatit hat die gleiche paragenetische Zusammensetzung wie die pneumatolytische Topas-Glimmer-Quarz-Greisenparagenese. Aufgrund der Dichtigkeit des Daches (konstanter Druck) konnte in einer tektonischen Ruhepause bei langsam sinkenden Temperaturen eine Topas-Riesenkristallbildung eintreten. Die büschelförmige Ausbildung der Topaskristallbildungen lassen auf eine hohe Konzentration (u. a. F) der Fluidlösung schließen.

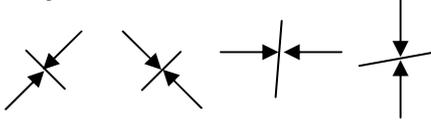
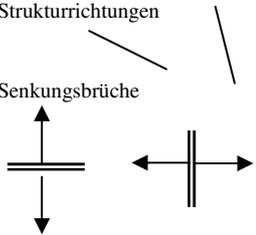
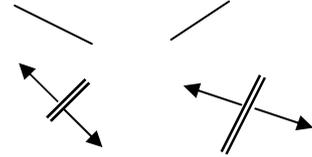
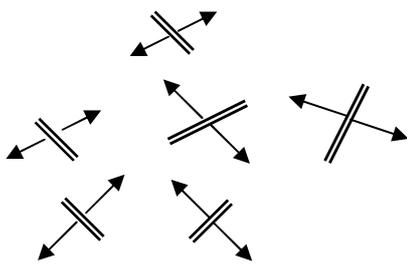
Die Pyknithaube stellt insgesamt eine exotische Bildung dar, die an folgende Sonderbedingungen gebunden ist:

- Bereits spezialisiertes fluidreiches Magma assimiliert im Intrusionsraum Si-F-reiche Gesteinsprodukte (Topas-Glimmer-Quarz-Greisen) und differenziert daraus im Topbereich eine extrem spezialisierte Si-F-reiche Fluidschmelze.
- Im Gegensatz zur zweiten Vergreisung, wo der Monzogranit aufgrund seiner ausgeprägten Klüftung gute Fluiddurchlässigkeit aufwies und somit eine intensive Vergreisung der Gesteine bewirkte, war das vom intrudierenden Albitgranit umgebene Dach völlig dicht (Porengefüge im Dunkelgreisen sehr gering, Klüfte und Trümer durch Greisentrümmern mineralisation geschlossen). Eine postalbitgranitische Vergreisung (3.), also eine fluide Durchgasung im Umgebungsgestein konnte somit kaum eintreten. Die Druckkonstanz und die damit in Verbindung stehende tektonische Ruhe bewirkte das bereits hervorgehobene pegmatitische Riesenkristallwachstum.

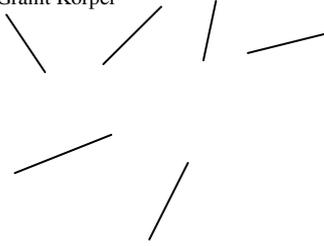
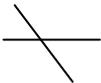
Kurzfristig tektonische Ereignisse bzw. Abkühlungsspannung führte zu Kluftspaltenbildungen in der Pyknithaube und im Feldspatstockscheider. Durch die „schlagartige“ Druckentlastung erstarrte die restliche Fluidschmelze, die größtenteils schon zur Pyknitbildung verbraucht war, im liegenden Teil des Pyknits in einem nur wenige Zentimeter mächtigen Band, als sog. **„Graue Zone“**. Gleichzeitig füllten sich Trümer senkrecht zur Pyknitkuppe und zum Feldspatstockscheider mit den gleichen feinkörnigen mineralischen Substanzen (Glimmer, Topas, Quarz) in aplitischer Ausbildung. Pyknit und Graue Zone samt Trümerfüllungen sind chemisch und mineralisch völlig identisch, nur die unterschiedlichen Bildungsbedingungen führten einmal zum pegmatitischen Riesenzwischenwachstum (Druckkonstanz - langsames Wachstum) und andererseits zu aplitischer Feinkörnigkeit (Druckabfall - rasche Polykristallbildung).

# Geologisch-genetischer Werdegang

Tab. 14: Geologisch-genetischer Werdegang der Zinnerzlagertätte Altenberg

Gesteinsfundus	Tektonische Beanspruchung (Richtung)	Mineralisation	zeitliche Einordnung
Gneis des Freiberg-Fürstenwalder Blockes	Faltung (Sättel, Mulden Faltenachsen) 		Edukt proterozoisch; Faltung präkambrisch; Metamorphose präkambrisch-frühvariszisch
postkinematische Anlage von Strukturen (Lineamente, Tiefenstörungen)			
<b>Proterozoisch-prävariszischer Anteil</b> Aufbeulungs-, Senkungs-, Dehnungsbrüche Brekzierungszonen			
<b>Älterer Intrusivkomplex (Gebirgsgranite)</b> <b>Granit</b> Typ Flaje Typ Niederborsitzsch	Strukturrichtungen Senkungsbrüche 		Namur B/C bis Namur /Visé
<b>Porphyreffusion</b> von Schönfeld und intramontane Senke mit Arkosen, Schiefer, Steinkohle, (Flora!)			Westfal B/C
Herausbildung Bruchfelder (Dehnung)			
<b>Gangporphyrschwarm</b> von Sayda-Berggießhübel (1. Generation)			Westfal C
<b>Quarzporphyre</b> von Teplice (Spaltenvulkan mit großem Deckenerguss) Tuffitzwischenlage mit Flora <b>Granitporphyr</b> von Altenberg und Flaje-Frauenstein (dykeartige Subvulkane)			Westfal C/D
<b>Gangporphyrschwärme</b> von Sayda-Berggießhübel und Frauenstein, Freiberg, Halsbrücke (2. Generation)	Ausprägung Diagonalkluftsystem im Rahmengebiet zur Lagerstätte Altenberg		
<b>Jüngerer Intrusivkomplex (Erzgebirgsgranite)</b> <b>Syenogranit</b> Typ Schellerhau G1	Intrusion in Dehnungsbeulen		Stefan-tiefes Autun
		<b>Erste Vergreisung</b> Dunkelgreisentrümer [1] Glimmer-Serizit-Quarz-Paragenese mit relativ geringer Sn-, (As-, Cu-)Vererzung	

## Geologisch-genetischer Werdegang

Gesteinsfundus	Tektonische Beanspruchung (Richtung)	Mineralisation	zeitliche Einordnung
<p><b>Monzogranit</b> Typ Altenberg G 2 (sog. "Außengranit") Teilintrusion Aplitgranit Typ G 2 a</p>	<p>Aktivierung Kreuzungsbereich Tiefenstörung/Strukturlinien für Intrusionsaufstieg</p> 	<p><b>Zweite Vergreisung - Beginn</b> auf Trümmern (werden von Granit Typ G 2b abgeschnitten) [3] Lithiumglimmer-Topas-Quarz-Paragenese mit Li, Rb</p>	
<p><b>ältere Intrusionsbrekzie</b> (enthält u. a. Xenolithe Granit Typ G 2a) Hauptintrusion Monzogranit Typ G 2 b</p>	<p>Ausprägung des Diagonalkluftsystems des Rahmens und Orthogonal- und Diagonalkluftsystems im Granit Körper</p> 	<p>geringfügige Pegmatitgänge und randliche Stockscheiderbildungen [2] Glimmer-Feldspat-Quarz-Paragenesen</p>	
<p>weitere Teilintrusionen Monzogranit Typ G 2 c Monzogranit Typ G 2 d (eigenständige Kuppen im G 2 b)</p>		<p><b>Zweite Vergreisung - Hauptetappe</b> Dunkelgreisen, Dunkelgreisentrümer (u. a. Schnittmustergranit) – TGZ - [3] Lithiumglimmer-Topas-Quarz-Paragenese mit Hauptvererzung Sn, Li, Rb (W, Mo, Bi, As) Hellgreisen, Hellgreisentrümer – QTZ - [4] Topas-Quarz-Paragenese mit z. T. reicher Sn, (W, Mo, Bi, As) Vererzung</p>	
<p><b>jüngere Intrusionsbrekzie</b> (enthält u. a. Dunkelgreisen) <b>Albitgranit</b> Typ Altenberg G 3 (sog. "Innengranit")</p>	<p>Erneute Aktivierung Kreuzungsbereich Tiefenstörungsbereich (Rote Kluft) und Strukturlinie (Nordrandstörungssystem)</p> 	<p><b>Stockscheiderbildung</b> und Aplitgänge (schneiden Greisentrümer der 2. Vergreisung ab)</p> <p><b>Hydrothermale Nachphasen</b> Trümermineralisation [5] Quarz-Sulfid-Paragenese [6] Quarz-Hämatit-Paragenese [7] Karbonat-Sulfid-Paragenese mit insgesamt spärlicher Bi, Cu, Zn, As, S Vererzung</p>	
<p>Thermisches Hitzeschild während Intrusionsaufstieg → Umwandlung, Umlagerung Substanz monzogranitischer Dunkelgreisen</p>			

## Geologisch-genetischer Werdegang

Gesteinsfundus	Tektonische Beanspruchung (Richtung)	Mineralisation	zeitliche Einordnung
	syn- bis postalbitgranitisch	<b>Dritte Vergreisung</b> (prä- bis synalbitgranitisch) Hellgreisen, Hellgreisenrümerbildung im Exokontakt [4] Topas-Quarz-Paragenese Reicherzbildungen Sn, W, Mo	
	Aufschmelzung von Monzogranit. Topas-Glimmer-Greisen-Brekzie im Albitgranit-Magma → extrem spezialis. (F, Si) fluidreiches Magma	<b>Stockscheiderbildung</b> [2] Glimmer-Feldspat-(Kappen)-Quarz-Paragenese	
	tektonische (Abkühlung) - Entspannung (Druckentlastung!) → Spaltenbildung in Pyknit- und Stockscheiderhaube	<b>Pyknitkuppel</b> „diskordant“ zum Feldspatstockscheider Topas-Glimmer-Quarz-Pegmatit (Topas-Riesenkristallbildungen!)	
		<b>Graue Zone und Graue Trümer</b> exotische „Restpyknitschmelze“ erstarrt aplitisch-feinkörnig unter dem Pyknit und auf Trümmern; mineralisch-chemisch identisch mit Pyknit	
		<b>Dritte Vergreisung - geringer Nachhall</b> Restfluida bilden Dunkelgreisenrümer im Innengranit, Stockscheider, Pyknit [3] Lithiumglimmer-Topas-Quarz-Paragenese mit spärlicher Sn-Mineralisation	
		<b>Hydrothermale Nachphasen</b> - auf Trümmern sehr spärlich äquivalente Paragenese [5]-[7] - intensive hydrothermale Na-Metasomatose im Top des Albitgranits (→ Albitit)	
	<b>V a r i s z i s c h e r A n t e i l</b> (spät- bis postkinematisch) Saxonische Bruch- und Störungsbildungen		
	Belebung tertiäre Bruchtektonik	<b>Hydrothermale Gangbildungen</b> [8] Quarz-Hämatit-Baryt-Fluorit-Paragenese	
	Belebung Nordrandstörung in der Lagerstätte	<b>Kaolinisierung, Chloritisierung, Limonitierung</b>	
<b>Basalteffusionen</b> (u. a. Geisingberg)	Erzgebirgsabbruch, Heraushebung Erzgebirge		Oligozän/Miozän
<b>S a x o n i s c h - a l p i d i s c h e r A n t e i l</b>			Miozän/Pliozän

Nach der Bildung der „Grauen Zone“ erfolgte nur noch ein relativ geringfügiger **Nachhall der dritten Vergreisung** durch weitere im abgeschwächten Umfang aus tieferen Intrusionsherdbereichen zuströmende Fluida:

Dunkelgreisentrümer durchziehen den Albitgranit sowie den Feldspat-Stockscheider, die Zinnmineralisation ist in diesem Zusammenhang sehr spärlich.

Auf Trümmern bildeten sich nachfolgend als hydrothermale Nachphase geringfügige Mineralisationen mit Quarz, Karbonat, Fluorit und sporadischer Bi-, Fe-, Cu-, Zn-, Pb-Vererzung.

Weiträumige hydrothermale Metasomatoseerscheinungen führten im Top des Albitgranits zu zusätzlichen Albitisierungen (→ Albititbildung). Auch Serizitisierungen und Kaolinisierungen treten weitläufig in Erscheinung. Sie bildeten den Abschluss der postmagmatischen Prozesse der mit den variszischen Granitintrusionen im Zusammenhang stehenden Lagerstättenbildung.

Der Lagerstättenbildungsprozess umspannt einen Zeitraum von mindestens 10-20 Mio. Jahren (Stefan - tiefes Autun).

In der saxonisch-alpidischen Ära wurde u. a. das gesamte erzgebirgische Gebiet germanotyp beansprucht. Bruch- und Störungsbildungen in hercyner und erzgebirgischer Richtung belebten u. a. in der Lagerstätte Altenberg die Rote Kluff- und Nordrand-Störung. Besonders auf den NW-SO-gerichteten Strukturen bildeten sich hydrothermale Gangmineralisationen mit der dominierenden Quarz-Hämatit-Baryt-Fluorit-Paragenese.

Gleichfalls verbreiteten sich Kaolinisierung, Chloritisierungen und Limonitisierungen von den tektonischen Strukturen aus in die Nebengesteine.

Die Basalteffusion u. a. am Geisingberg in unmittelbarer Nähe von Altenberg im Zeitraum Oligozän/Miozän und der Erzgebirgsabbruch, die Heraushebung des Erzgebirges, in miozäner-pleozäner Zeit sind die letzten magmatisch-tektonischen Ereignisse, die das Altenberger Lagerstätten-terrain tangierten.

## **8 Angrenzende Erzreviere im unmittelbaren Umfeld der Zinnerz-lagerstätte Altenberg**

Mit der Entdeckung der reichen Zinnerz-lagerstätte des Zwitterstockes Altenberg Mitte des 15. Jahrhunderts erlangte der Zinnbergbau im Osterzgebirge einen gewaltigen

Aufschwung. Nachdem die reichen oberflächennahen Erze im Zwitterstock abgebaut waren, die Gewinnungsarbeiten sich mehr und mehr in die Teufe verlagerten und von Pingenbrüchen negativ beeinflusst wurden, konzentrierten sich Schurf- und Gewinnungsarbeiten rund 100 Jahre nach der Entdeckung des Zwitterstockes auch im Umfeld von Altenberg.

Nachdem bis ins Jahr 1576 auf rund 5 ha 124 Zechen und Fundgruben auf dem Zwitterstock Altenberg bauten, war im unmittelbar angrenzenden Altenberger Lagerstättenbereich nach JOBST (1979) folgende Anzahl an Zechen, Fundgruben und Maßen verliehen:

Gebiet	Zeitraum	Anzahl der Fundgruben usw.
Rote Zeche-Neufang	1538-1622	63
Neustadt Altenberg	1568-1585	7
Raupennest	1568-1621	20
Winterwald	1568-1631	34
Wolfgrund	1569-1578	3
Heidehübel	1569-1616	26
Sommerleithe	1570-1623	26
Zinnkluff	1572-1620	11
Ladenberg	1572-1620	8
Grüner Wald	1595-1681	4
Geising	1610-1620	10
Gänseweide	1617-1621	8

Auf einer Gesamtfläche von ca. 300-400 ha hatten sich somit in 12 Verbreitungsgebieten etwa 220 Bergbauunternehmungen angesiedelt (Abb. 59).

Nachdem das Revier Rote Zeche/Neufang mit der Anlegung des „Zwitterstockes Tiefen Erbstolln“ (1491-1543) relativ früh erschlossen wurde, kam es besonders ab 1568 zu einer intensiven Beschürfung des Altenberger Umfeldes. Abgesehen von der Vielzahl negativer bzw. geringer Bergbauerfolge in den Gruben erfolgte infolge der Wirnisse und Drangsale des 30jährigen Krieges überwiegend eine Einstellung der Bergbautätigkeit in den Randgebieten um Altenberg.

Von früheren Bergbauerfolgen ausgehend, kam es zeitweise im 18. und 19. Jahrhundert zu einer Wiederbelebung des Bergbaues in einzelnen Revieren.

Ausgehend von den bergbaulichen Erfolgen und dem gewachsenen geologischen Kenntnisstand erlangten besonders die Reviere

- Rote Zeche/Neufang nordöstlich von Altenberg,
- Raupennest südwestlich von Altenberg und
- Zinnkluff nördlich von Altenberg

eine größere Bedeutung.

Da die drei Reviere in einer erzgebirgisch streichenden Zone („Querzone“ Kahleberg-Altenberg-Sachsenhöhe) liegen, wurden diese als perspektiv betrachteten Objekte in den 70er-80er Jahren des 20. Jh. für geologisch untersuchungswürdig eingeordnet. Unter der Maßgabe der staatlichen Zielstellung der DDR einer verstärkten Nutzung einheimischer Rohstoffe wurden detaillierte Such- und Suchbewertungsarbeiten in der unmittelbaren Umgebung (0-4 km) des Bergbau-/Aufbereitungsbetriebes Zinnerz Altenberg zur prinzipiellen Klärung der Erkundungswürdigkeit von „Satellitenlagerstätten“ der Hauptlagerstätte Altenberg mit dem Ziel ihrer Nutzung zusammen mit der Hauptlagerstätte realisiert (Autorenkollektiv VEB GFE Halle 1979; SCHIEMENZ 1983). Die Ergebnisse der geologischen Sucharbeiten in diesen drei Revieren und ihre Bewertung sind Gegenstand der folgenden Ausführungen.

## **8.1 Revier Rote Zeche<sup>1</sup>/Neufang**

### **8.1.1 Geographische und geologische Position**

Unmittelbar östlich der Altenberger Pingie liegt in einer Zone von ca. 600 m Breite und ca. 500 m Länge das Bergrevier Rote Zeche/Neufang. Intensiver Bergbau in vergangenen Jahrhunderten war auf eine größere Zahl Zinnerzgänge mit erzgebirgischem Streichen gerichtet (Abb. 59).

Morphologisch stellt das Gebiet einen nach SO abfallenden Höhenrücken dar, dessen nördliche Begrenzung durch den Basalthärtling des Geisingberges gebildet wird. In nordöstlicher Richtung läuft der vorwiegend durch Gras- und Weidewirtschaft genutzte Landschaftsrücken zwischen Tiefenbachtal und Rotes Wasser-Tal aus.

Geologisch wird dieses Gebiet aus einer spätvariszischen Assoziation von Vulkaniten/Subvulkaniten (Quarzporphyr vom Typ Teplice und Granitporphyr vom Typ Altenberg) und einem Gneiskomplex der Osterzgebirgischen und Preßnitzer Serie (Zweiglimmerparagneis und untergeordnet Gneisglimmerschiefer und Amphibolit) aufgebaut (Abb. 59).

Die östliche Begrenzung des Reviers bilden die präkambri-schen Zweiglimmerparagneise. Diese NW-SO-streichende Gneisscholle taucht in SO-Richtung unter den Teplitzer Quarzporphyr ab. In zahlreichen bergmännischen Aufschlüssen (siehe unter Punkt 8.1.4) wurden an der Ostflanke der Gneisscholle geringmächtige (<15 m) Sedimente des Karbons (glimmerreicher Sandstein, Schluffstein, Steinkohle, Gneisbrekzien) des Westfal B/C (Schilka 1981) aufgeschlossen.

Darüber bzw. westlich davon angelagert befindet sich der

Teplitzer Quarzporphyr in differenzierter vulkanisch-fazieller Entwicklung (u. a. Ignimbrite). In Assoziation damit steht der Granitporphyr als subvulkanische Bildung in Form von dykeartigen mächtigen NW-SO-streichenden und bis zu wenige Meter breiten Gängen.

Die Lage der Oberkarbonsediment-Aufschlüsse auf dem Gneis deutet auf eine Steilkippung der mehrere Kilometer langen und über 500 m breiten Gneisscholle einschließlich des Quarzporphyrkomplexes nordöstlich von Altenberg wahrscheinlich in Zusammenhang mit der Intrusion des Granitporphyrs hin. Unterlagert wird das Revier Rote Zeche/Neufang von einem Granit mit monzogranitischem (Typ 2 Altenberg) oder eher syenogranitischem Charakter (Typ 1 Schellerhau), dessen Oberkante etwa bei +350 m über NN vermutet wurde, jedoch mit der Bohrung bis +280 m NN noch nicht angetroffen wurde.

### **8.1.2 Altbergbau und bergmännischer Aufschlussgrad**

Die Entdeckung und bergmännische Erschließung der Zinnerzgänge im Revier Rote Zeche/Neufang erfolgte gegenüber anderen Randrevieren relativ früh – im Ergebnis der Auffahrung des „Zwitterstocks Tiefer Erbstolln“ (1491-1543) von Osten aus dem Tal des Roten Wasser bei Geising (1472 wurden Gruben am Neufang fündig). Wie bereits erwähnt, wurden 63 Fundgruben, Maßen und Stolln im Zeitraum 1538-1622 verliehen.

Größere Bedeutung erlangten im Verlauf des Abbaugeschehens bis ins 19. Jahrhundert 5 Berggebäude (von NW nach SO generalisiert aufgeführt):

- Rote Zeche Fundgrube
  - Tiefer Zwitterstock Erbstolln (Stöllnerfeld)
  - Neubeschert Glück Fdgr. und Stolln mit Roten Bärten
  - Neue Hoffnung Fdgr.
  - Engel-Gabriel-Fdgr.
- (Die drei Letzteren verkörpern den Neufang).

Ein weiteres, jedoch völlig unbedeutendes Berggebäude liegt nordwestlich (Jakob Stolln) und südöstlich (Rosenkranz Fdgr.) von diesen fünf. Sie machen durch Bergschäden gelegentlich auf sich aufmerksam.

Über die jemals aus dem Bergrevier Rote Zeche/Neufang gewonnenen Zinnmengen lassen sich nur sehr unscharf Mengen angeben. BOLDUAN (1970) ermittelte aus Archivunterlagen für den Zeitraum 1664-1887 4.175 t Zinn (Einzeldaten in Tab. 15). Nach diesen Angaben hat zwar die Grube „Zwitterstocks Tiefer Erbstolln“ das meiste Zinn ausgebracht, jedoch stammt die Hauptmenge aus dem der Grube zustehenden Neuntel der Produktion der Gruben, die den Erbstolln mit benutzten (Zwitterstock Altenberg!).

<sup>1</sup> auch „Rothe Zeche“ (historische Schreibweise)

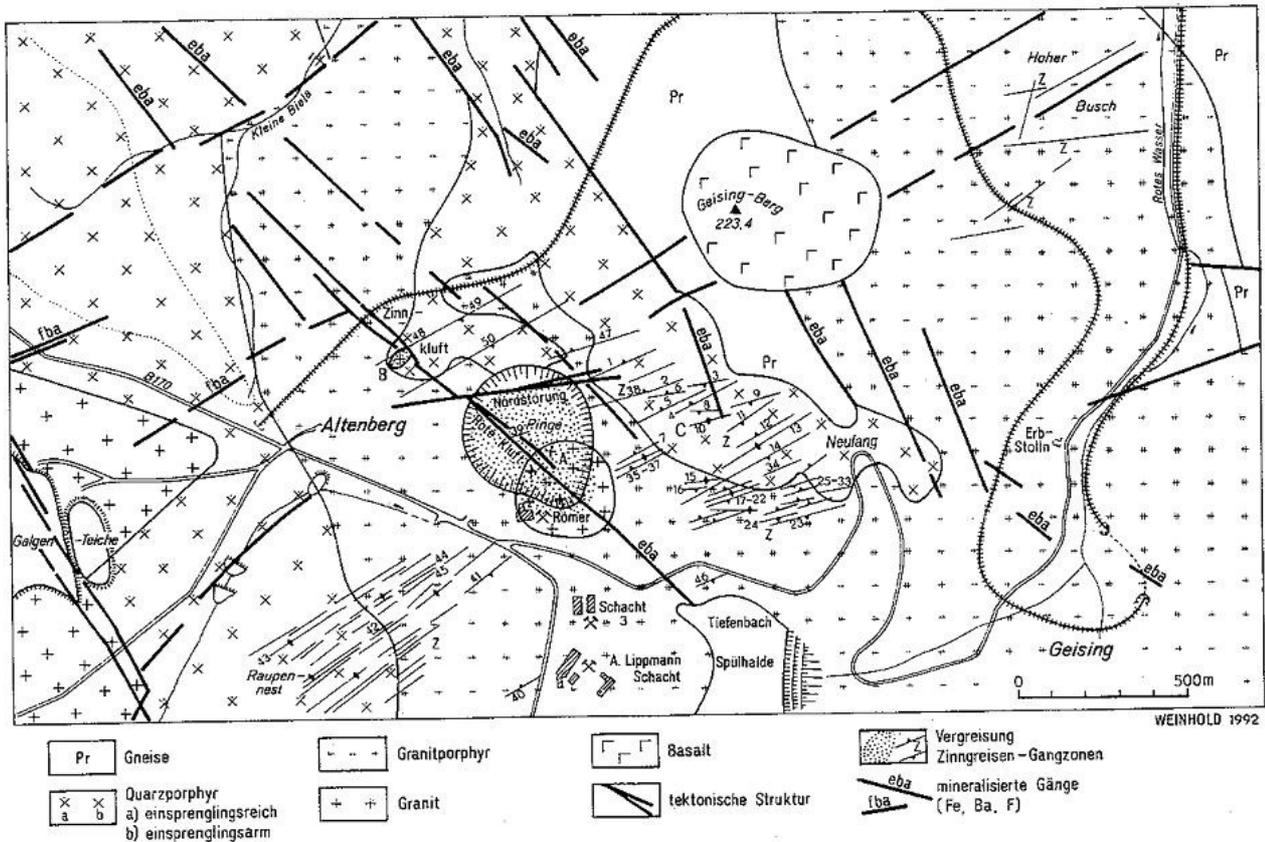


Abb. 59: Geologische Situation an der Peripherie der Lagerstätte Altenberg  
Greisenkörper, Greisenrümerzonen und zugeordnete Erzreviere (Revierabschnitte)

**Greisenkörper**

- A Zwitterstock Altenberg
- B Greisenkörper Zinnklüfter
- C Revier Rote Zeche/Neufang

**Zinnerzgänge, Greisenrümer**

**Revierabschnitt „Rote Zeche“**

- |                           |                         |
|---------------------------|-------------------------|
| 1 Spitzelslehn Mgg        | 19 Abraham Spat         |
| 2 Glückauf Mgg            | 20 Thomas Mgg           |
| 3 Fröhlicher Bergmann Mgg | 21 Jakob Spat           |
| 4 Jung Paulus Mgg         | 22 Friedrich Mgg        |
| 5 Unverhofft-Glück Mgg    | 23 Engel Gabriel Mgg    |
| 6 Frisch Glück Mgg        | 24 Gut Glück Mgg        |
| 7 Dreifaltigkeit Mgg      | 25 Hilfe Gottes Mgg     |
| 8 Neuklüfter Spat         | 26 Friedrich August Mgg |
| 9 Segen Gottes Spat       | 27 Zinnfang Mgg         |
| 10 Zinnklüfter Spat       | 28 Jung St. Georg Mgg   |
| 11 Stübner Mgg            | 29 Alt St. Georg Mgg    |

**Revierabschnitt „Neufang“**

- |                         |                          |
|-------------------------|--------------------------|
| 12 Andraaser Mgg        | 30 Johannes Mgg          |
| 13 Unvermutet Glück Mgg | 31 Moritz Mgg            |
| 14 Schurfer Mgg         | 32 Gabe Gottes Mgg       |
| 15 Ernst Spat           | 33 Zinnklüfter Mgg       |
| 16 Christian Spat       | 34 Elisabeth Spat        |
| 17 Neue Hoffnung Mgg    | 35 Neubeschert Glück Mgg |
| 18 Alexander Spat       | 36 Augustus Mgg          |
|                         | 37 Felix Mgg             |

**Revierabschnitt „Zwitterstock“**

- 38 Rautenkranz Mgg
- 39 Molybdän-Gang
- 40 Geburt Christi Mgg

**Revier „Raupennest“**

- 41 Hoffnung Mgg
- 42 neu erkundete Greisengangzonen  
(Bohrerkundung 1985)
- 43 unbenannter Mgg im Aron Stolln
- 44 Fortuna Mgg
- 45 Brüder Vereinigung Spat in Weinzeche

**Revierabschnitt „Zwitterstock“**

- 46 Carl Mgg
- 47 Rautenkranzer Mgg

**Revier „Zinnklüfter“**

- 48 unbenannter Mgg auf der Zinnklüfter
- 49 neu erkundete Greisengangzone  
(Bohrerkundung 1987)
- 50 neu erkundete Greisengangzone  
(Bohrerkundung 1987)

## Angrenzende Erzreviere

Tab. 15: Berggebäude und Zinngänge im Revier Rote Zeche/Neufang

Berggebäude Gangname	Betriebszei- ten	Streichen/ Fallen/ Mächtigkeit		ausgebrachtes Zinn (t) (Angaben n. BOLDUAN 1970)	Bemerkung
		(Grad)	(cm)		
gesamt Rote Zeche/Neufang	1538-1622	63 Fdgr.	?		
<b>Jakob Stolln (Nördl. Altenberg)</b>	1721-1739		?		
1. Rautenkronen Mgg		80/75 N	2-7		
2. Jakob Mgg		90/85 N	?		
<b>Rote Zeche Fdgr. am Neufang</b>	1754-1865			886 t Sn	
3. Glück auf Mgg		80/60 N	5-150		
4. Frisch Glück Mgg		85/75 N	3-30		
5. Unverhofft Glück Mgg (Verhieb von ca. 24.000 m <sup>2</sup> Gangfläche)		85/70 N	3-200		bedeutend!
6. Jung Paulus Mgg		80/80 N-S	2-24		
7. Fröhlicher Bergmann Mgg		95/85 S	2-5		
8. Neuklüfter Spat		105/65 S	15-140		bedeutend!
9. Segen Gottes Spat		90/70 S	5-25		
10. Dreifaltigkeit Mgg (bildet Scharkreuz mit 8 u. 9 – Verhieb von ca. 34.000 m <sup>2</sup> Gangfläche)		65/75 S	10-40		bedeutend!
<b>Neubeschert Glück Fdgr. und Stolln</b>	1802-1808		?		
11. Felix Mgg		90/80 N	2-25		
12. Augustus Spat		115/85 S	2-25		
13. Neubeschert Glück Spat		115/75 N	2-7		
<b>Neu Glück mit Rothen Bärten</b>	1690-1758			9,95 t Sn	
14. Rothe Bärte		?	?		
<b>Neue Hoffnung Fdgr.</b>	1754-1758			1,10 t Sn	
15. Ernst Spat		95/90	15-20		
16. Neue Hoffnung Mgg		90/85 N	2-25		
17. Friedrich Mgg		85/85 N	6-12		
18. Thomas Mgg		75/70 N	10-20		
19. Christian Spat		90/80 S	10-40		
20. Alexander Spat		90/90	10-15		
21. Abraham Spat		95/80 S	2-5		
22. Jakob Spat		105/90	2		
23. Elisabeth Spat		95/85 S	10-13		
<b>Zwitterstocks Tiefer Erbstolln</b>	1534-1887			3181 t Sn	
	1889 Vereinigung mit „Vereinigtes Feld im Zwitterstock“				
8. Neuklüfter Spat		105/65 S	15-140		bedeutend!
9. Segen Gottes Spat		90/70 S	5-25		
10. Dreifaltigkeit Mgg (Markscheide mit Rote Zeche)		65/75 S	10-40		bedeutend!
24. Andreaser Mgg		95/70 N	10-45		
25. Stübner Mgg		70/80 N	2-5		
26. Unvermutet Glück Mgg		80/75 S	2-20		bedeutend!
27. Schurfer Mgg		75/85 N	6-25		
28. Alt St. Georgner Mgg		75/70 S	4-45		
29. Jung St. Georgner Mgg		70/80 N	4-24		
30. Moritz Mgg		70/80 N	2-30		
31. Friedrich August Mgg (= Rosenkranz Mgg)		80/70 N	10-30		
32. Zinnklüfter Mgg		65/75 N	2-15		
33. Hilfe Gottes Mgg		75/80 N	5-8		
34. Wilhelm Mgg		50/60 N	2-40		
35. Zinnfang Mgg		75/85 N	7-13		
36. Traugott Mgg		70/60 N	5-50		
<b>Engel Gabriel Fdgr. und Stolln</b>	1728-1861			96,8 t Sn	
37. Engel Gabriel Mgg		90/70 S	5-38		
38. Gut Glück Mgg		70/80 S	7-13		
39. Neu Zinnklüfter Mgg					
40. Hilfe Gottes Mgg					
41. Fröhlicher Bergmann Mgg					
42. Zinngräuper Mgg					
43. Gabe Gottes Mgg					
44. St. Paulus Mgg		50/80 S	90-200		

## Angrenzende Erzreviere

<b>Rosenkranz Fdgr. (keine Angaben)</b>					
Uralter Bergbau					
Gangnamen nicht bekannt					

Nach BOLDUAN beträgt die Produktion aus den innerhalb der Markscheide des Grubengebäudes „Zwitterstocks Tiefen Erbstolln“ gelegenen Gängen wahrscheinlich nur etwa 15 % der in der Tab. 15 angegebenen Zinnmenge von 3.181 t und würde etwa nur 480 t Sn betragen, also etwas mehr als die Hälfte des aus dem Grubengebäude Rote Zeche geförderten Zinns. Die etwaige produzierte Gesamtzinnmenge aus dem Revier Rote Zeche/Neufang im Zeitraum 1664-1887 beträgt demnach nur ca. 1.474 t Sn. Betrachtet man den ersten Bergbauzeitraum von 1538-1622 mit 63 verliehenen Fundgruben sowie Stolln noch mit, so könnte die gesamte produzierte Zinnmenge des Reviers die Größenordnung von ca. 3.000 t Zinn annehmen.

Durch die intensive Bergbautätigkeit im Revier im Mittelalter sind 7 Sohlen bekannt, die je nach Vererzung unterschiedlich aufgeschlossen sind:

1. Feldstrecke	720 m ü. NN
Paulus-Sohle	714 m
2. Feldstrecke	698 m
Wolfer-Sohle	682 m
Dreifaltigkeiter-Sohle	650 m
Andreaser-Sohle	613 m
Tiefer Erbstollen	579 m.

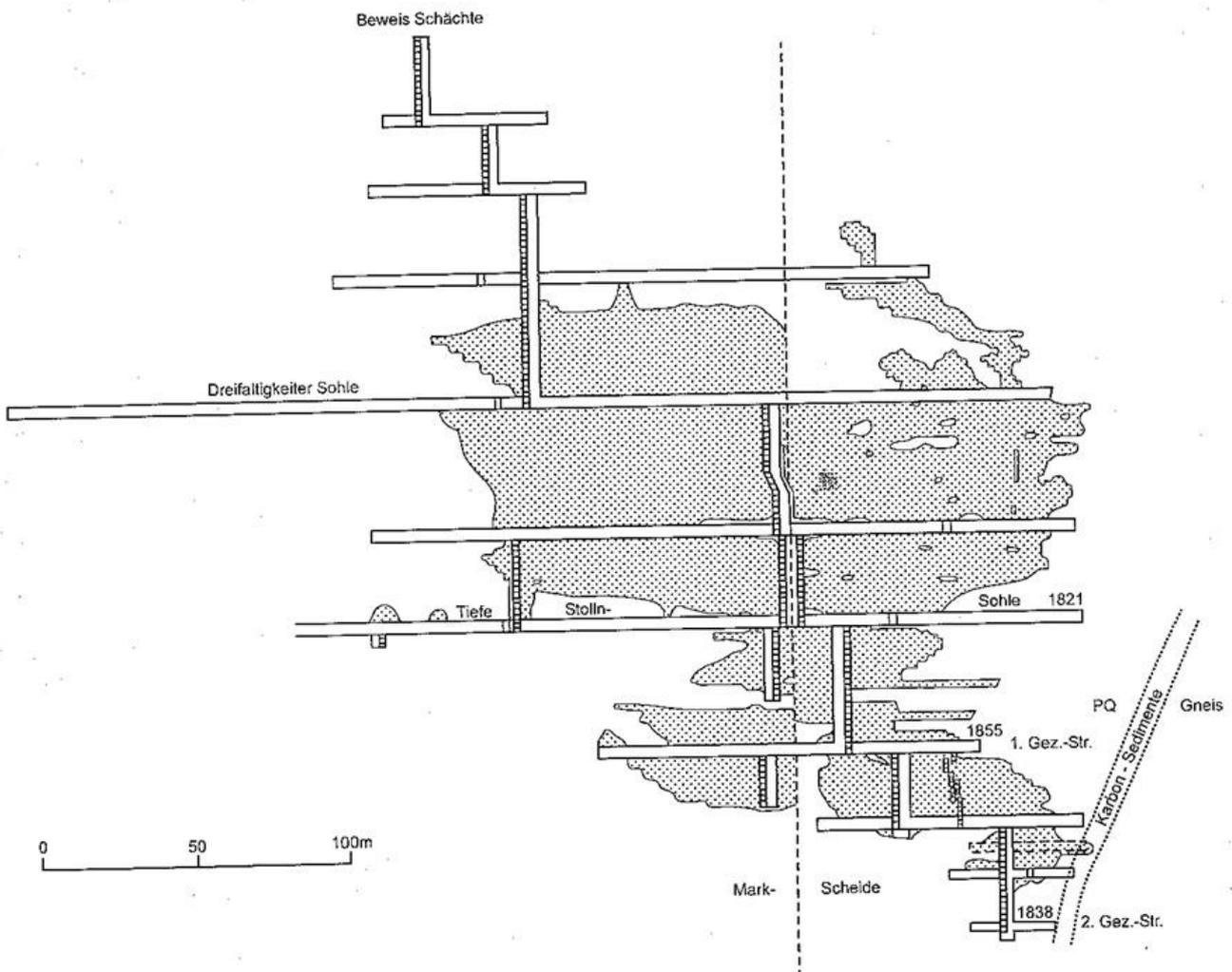


Abb. 60: *Flachriss vom Erzfall auf dem Neuklüfter Spat im Scharbereich mit dem Segen Gottes Spat (Vererzung punktiert)*

Im 19. Jahrhundert wurden im Feld Rote Zeche auf einem Erzfall des Unverhofft Glück Mgg noch bis 39 m unter dem Tiefen Erbstolln Aufschlüsse getätigt (1839) (BOLDUAN) und im Stöllner-Feld auf dem Erzfall im Scharkreuz des Dreifaltigkeit Mgg mit dem Neuklüfter Spat und Segen Gottes Spat noch die

1.	Gezeugstrecke	544 m ü NN
½ 2.	Gezeugstrecke	521 m
2.	Gezeugstrecke	491 m

unter Erbstolln-Niveau angelegt (1820-1838) (Abb. 60).

Im **Rote Grube Feld** wurden die Arbeiten auf dem Unverhofft Glück Mgg in der Teufe unter dem Erbstolln auf Grund von erhöhtem Wasserzulauf und andererseits Aufschlagwasserproblemen sowie verminderter Erzqualität eingestellt. Die zur Roten Zeche gehörenden Gangabschnitte auf dem Dreifaltigkeit Mgg im Scharkreuz mit Segen Gottes Spat und Neuklüfter Spat wurden 1830-1836 bis 63 m unter Erbstolln Niveau mit Erfolg gebaut (Markscheide zum Stöllner Feld). Bis 1865 erfolgten Restabbau auf oberen Sohlen und 1869 wurde zunächst die Stilllegung des Feldes angesagt.

Im **Stöllner-Feld** wurden die erfolgreichsten und gleichzeitig tiefsten Aufschlüsse (94 m unter Erbstolln – 2. Sohle) zwischen 1820-1838 auf dem großen Scharkreuz zwischen Dreifaltigkeit Mgg, Neuklüfter- und Segen Gottes Spat getätigt (Abb. 60).

Abnehmende Erzqualität und zunehmende Wässer beeinträchtigten jedoch auch hier die Arbeiten. Kleinere Baue wurden zwischen 1812-1850 noch auf dem Alt St. Georgner Mgg, Schurfer Mgg und Unvermutet Glück Mgg in Fristen gehalten.

Im Jahre 1846 schlossen sich die Neue Hoffnung Fdgr. und die Engel Gabriel Fdgr. zusammen und 1866 kamen selbige in den Besitz vom Stöllner Feld.

1871 wurde das Rote Zeche Feld in die 1869 neu gegründete Zwitterstock Erbstolln-Gewerkschaft integriert und es begann auch hier wieder der Abbau von Zinnerzen. Die Gänge Alt St. Georgner Mgg., Zinnklüfter Mgg und Unverhofft Glück Mgg waren in der zweiten Hälfte der 70er Jahre des 19. Jh. Gegenstand des Abbaues.

Da sich die Arbeiten nur noch auf Abbauarbeiten und nicht mehr auf horizontale Aufschlussarbeiten (fehlende Aus- und Vorrichtung) konzentrieren, kam es im Revier immer mehr zu einem Absinken der Erzgehalte (BOLDUAN 1970: Zwittererz vom Neufang 1863 0,57 % Sn, 1875 0,39 % Sn, 1886 0,23 % Sn).

Ab 1884 kam es infolge des Verfalls der Zinnpreise (Malaysia-Zinn) zur Absatzkrise des Altenberger Zinns (Handelspreis von Zinn sank seit 1860 von 120-180 Mark/Zentner auf 72 Mark/Zentner). Hingegen war seit 1869 eine Steigerung der Arbeitslöhne um durchschnittlich 12 % zu verzeichnen.

Mit der Vereinigung der beiden Gewerkschaften „Zwitterstock“ und „Zwitterstocks Tiefer Erbstolln“ im Jahr 1889 wurde der Zinngangerzbergbau im Revier Rote Zeche/Neufang eingestellt. Abschließend sollen nochmals Meinungen zu den Gründen der Aufgabe des Bergbaues im Revier aufgeführt werden:

- MÜLLER (1889) erwähnt im Gutachten über den gegenwärtigen Zeitwert des Zwitterstockes tiefen Erbstolln zu Altenberg nichts über Vertaubung der Erzgänge bzw. Wasserhaltungsschwierigkeiten. Seiner Meinung nach scheint vielmehr die weltwirtschaftliche Entwicklung und das seit 1860 kontinuierliche Absinken des Zinnpreises für das Erliegen des Abbaues im Revier ausschlaggebend zu sein.
- BOLDUAN (1970) vertritt die Aussage einer Erzarmut und Abnahme der Vererzung der Gänge nach der Teufe.
- BERGER (1971) und SCHLEGEL (1974) sehen in der Nichtbewältigung der zuzitenden Wässer unterhalb des Erbstolln den Grund der Einstellung der Arbeiten (z. B. auf Unverhofft Glück Mgg 25 m unter Erbstolln 1844/1851 6-12 l Wasser/min, hohe Wasserhaltungskosten).

Wertet man diese Meinungen, so ist die Schlussfolgerung eigentlich das komplexe Wirken dieser Faktoren auf den Niedergang dieses Bergbaues. Innere und äußere Faktoren waren Ursachen für die Einstellung des Bergbaues im Revier Rote Zeche/Neufang.

### 8.1.3 Geologische Untersuchungsarbeiten

Bereits 1796 wurde von der Erbstolln-Gewerkschaft der Versuch unternommen, mit dem „Tiefen Hülfstolln zu Bärenstein“ eine neue Wasserlösungsmöglichkeit am Neufang zu schaffen, um seine reichen Zwittergänge auch in größerer Teufe abzubauen.

MÜLLER (1889) hielt in seinem Gutachten über das Revier Rote Zeche/Neufang neben der Anlegung eines leistungsfähigen Hauptschachtes mit kräftigen Förder- und Wasserhaltungsmaschinen „im großen Stile unter dem Niveau des Zwitterstocks Tiefen Erbstolln Untersuchungs- und Aufschließungsbaue“ für erforderlich. Zur Verwirklichung all dieser Vorhaben kam es jedoch nicht.

## Angrenzende Erzreviere

Unter der Devise einer optimalen Nutzung der einheimischen Rohstoffe wurde seit den 70er Jahren des 20. Jahrhunderts in den Zinnerzgruben des Erzgebirges die geologische Untersuchung in den unmittelbaren Randgebieten der Lagerstätten forciert, da durch die dort bereits bestehenden Bergbaubetriebe eine effektive Nutzung von „Satellitenlagerstätten“ erfolgen konnte. SCHLEGEL (1974) arbeitete dazu für den Betrieb Zinnerz Altenberg ein entsprechendes Projekt für die Erkundung Rote Zeche/Neufang aus. Das Konzept sah eine ca. 650 m lange Richtstrecke von der 7. Sohle (490 m ü NN) der Grube Altenberg nach Ost mit Querschlägen nach NW und SO einschließlich Horizontalbohrungen vor. Ziel war die Erkundung der erzgebirgisch streichenden Zinnerzgänge in einem tiefen Niveau des Reviers Rote Zeche/Neufang, sowie Informationen zu sammeln über die weitere Morphologie der Granitoberkan-

te (Auftreten von weiteren Granitaufwölbungen und Greisenkuppeln).

Das Vorhaben wurde im Zeitraum 1980-1989 weitgehend nach Projekt durch eine Lehrlingsbrigade der Grube Altenberg realisiert.

Folgende Arbeiten wurden getätigt (siehe auch Abb. 61):

- Auffahrung der Strecke 723 auf der 7. Sohle (490 m ü NN) aus dem Ostring 7. Sohle der Grube Altenberg nach Ost 567 m
- Auffahrung SO-Querschlag (Strecke 735) aus Ri-Str. 723 74 m
- Auffahrung NO-Querschlag (Strecke 734) aus Ri-Str. 723 107 m

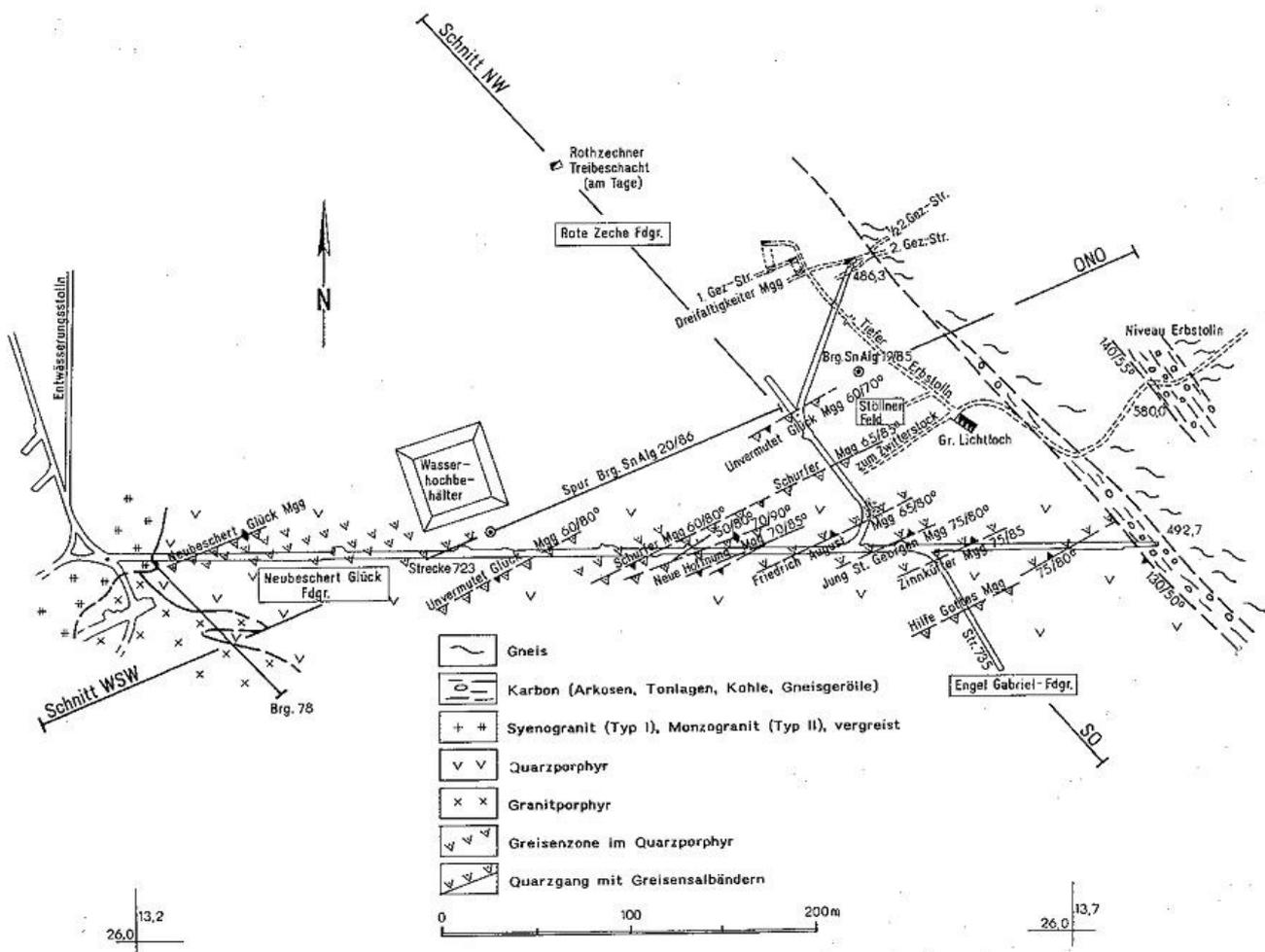


Abb. 61: Revier Rote Zeche/Neufang  
Geologische Dokumentation Erkundungsstrecke 723 (WEINHOLD 1993)

## Angrenzende Erzreviere

- Auffahrung NNO-Strecke (Strecke 737) zur Wasserlösung der alten Grubenbaue auf dem Dreifaltigkeit Mgg unter Erbstolln-Niveau (486 m-493 m ü NN), die planmäßig realisiert wurde.
- Anlegung von ca. 10 Horizontalbohrungen mit je etwa 50 m Länge aus der Strecke 723
- Durchführung von Bemusterungsarbeiten

Nach BOLDUAN (1970) wurde unter dem Zentrum des Gangfeldes eine verdeckte Granithochlage vermutet.

Hauptziel einer im Rahmen der laufenden Sucharbeiten von Geologische Forschung und Erkundung, Freiberg und Zinnerz Altenberg 1984 konzipierten Tiefbohrung war die Klärung der Existenz/Nichtexistenz dieser bis in NN-Höhen von 350-400 m aufragend erwarteten Granithochlage und ihrer evtl. Endokontaktvererzung (Greisen).

Die 1985 etwa 60 m NW des „Großen Lichtlochs“ (des Erbstollns) seiger angesetzten Bohrung Sn Alg 19/85 havarierte in nicht risskundigem Altbergbau und musste bei 86,2 m Teufe aufgegeben werden.

Danach wurde mit der ca. 200 m WSW angesetzten Bohrung Sn Alg 20/86 der Versuch unternommen, den „anvisierten“ Zielkreis mit einer Schrägbohrung zu erreichen, deren Azimut etwa parallel zur Hauptstreichrichtung der Erzgänge des „Stöllner“ Feldesteiles festgelegt wurde. Diese ursprünglich mit 450 m Endteufe projektierte Bohrung musste bei 490 m flache Teufe (ca. 290 m ü NN) nach totalem Spülungsverlust wegen akuter Havariegefahr eingestellt werden. Sie erbrachte bis zur Endteufe keinerlei Anzeichen der erwarteten Granithochlage (SCHIEMENZ, F. u. a. 1990, Abb. 61 und 62).

Zahlreiche thematische Arbeiten wurden vor und während der Erkundungszeit realisiert. Archivakten des Bergarchivs Freiberg und von Zinnerz Altenberg wurden nach geologischen Aspekten gesichtet und ausgewertet (BERGER, 1972). Befahrene Strecken im Altbergbau von Rote Grube und Neufang wurden teilkartiert und beprobt (SCHILKA, 1978). Eine erste petrographisch-tektonische Bearbeitung der Erkundungsstrecke 723 erfolgte von DÜMICHEN (1984). STUDE (1985) legte erste Ergebnisse zur paragenetischen Untersuchung des Neufang vor.

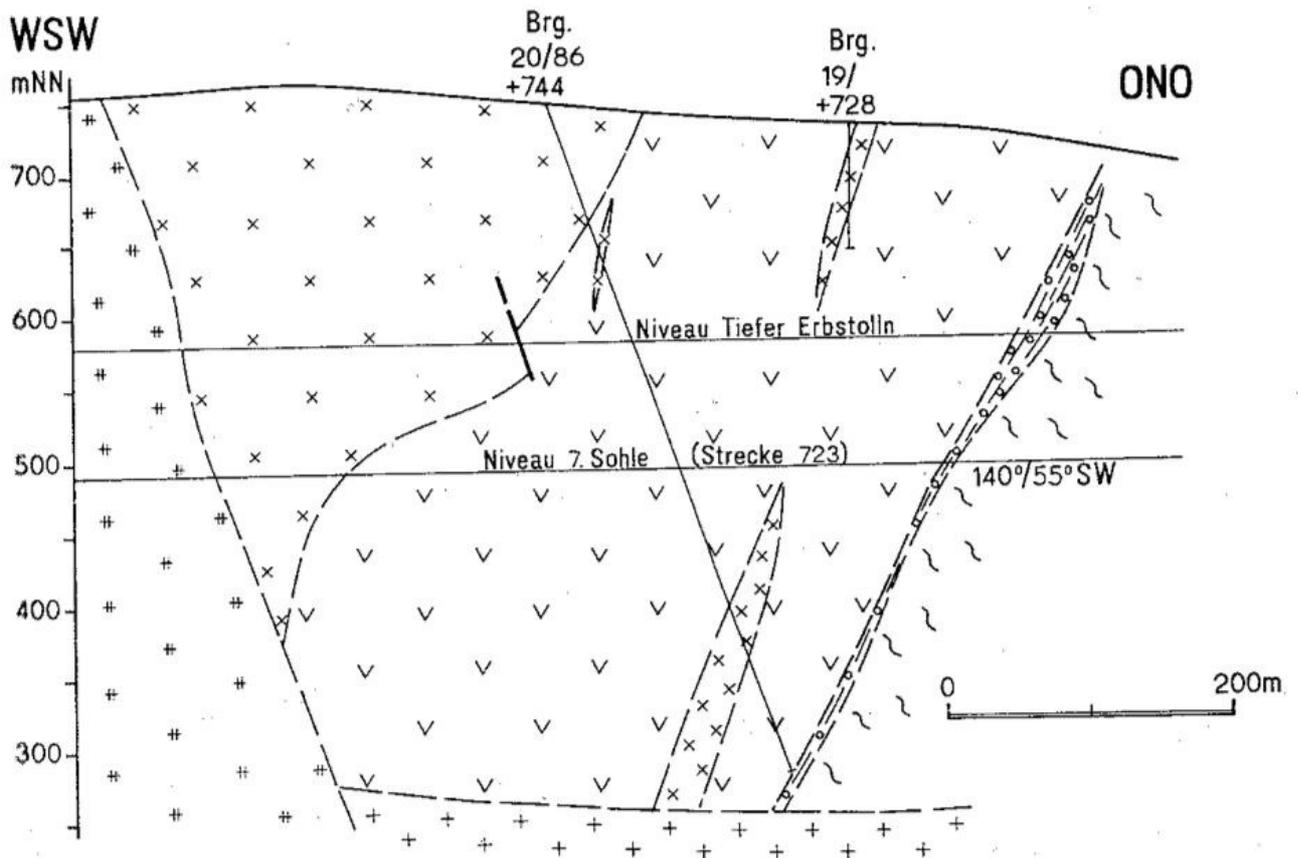


Abb. 62: Rote Zeche/Neufang, WSW-ONO-Schnitt (Schnittlage und Legende s. Abb. 61)

#### 8.1.4 Geologisch-tektonische Charakteristik

Im Abschnitt 8.1.1 wurde bereits der **geologische Aufbau des Reviers** skizziert. Das durch den Altbergbau bekannt gewordene geologische Bild konnte durch die Erkundungsauffahrungen auf der 7. Sohle und OT-Bohrungen ergänzt und präzisiert werden. Die Erkundungsstrecke 723 (Niveau +492 m ü NN) stand von 26-550 m im Quarzporphyr. Daran schloss sich ein interessanter **Karbonaufschluss** an, wie er aus früheren Aufschlüssen des Altbergbaues bereits bekannt war.

In einer tektonisch stark beanspruchten Zone von 550-567 m (Endschaft der Strecke 723) traten steil gelagerte ( $130^{\circ}/50^{\circ}$  SW) und stark zerrüttete Sandsteinlagen mit Beimengungen von Kaolin (weiß, ursprünglich Arkosen) und Tonschieferschmitzen im Wechsel mit Dezimeter mächtigen stark beanspruchten tonigen Lagen auf. Eine lokale, Zentimeter mächtige intensive Schwarzfärbung in diesen Lagen deutet auf kohlige Bestandteile hin.

Makroskopische Anzeichen von Fossilresten waren nicht zu erkennen. In Richtung Ortsbrust der Strecke 723 (Liegendes der Schichtenfolge) traten in den stark durchbewegten tonig-sandigen Partien gehäuft konglomeratisch/brekziöse, zersetzte Gneisaggregate auf, die sich dann zum anstehenden Gneis verdichten.

Der Vollständigkeit halber werden hier alle durch den Altbergbau im Revier angetroffenen Aufschlüsse des Quarzporphyrs zum Karbon und Gneis aufgeführt, die von JOBST (1978) durch Archivstudium erfasst wurden:

Niveau +682 m NN (Wolfer Sohle):

- 44 m von Rotzechner Treibeschacht nach NO „Tonlager“ 28 m mächtig;

Niveau +650 m NN (Dreifaltigkeit Sohle):

- Bereich Neuklüfter- bzw. Segen Gottes Spat, 86 m östlich vom Querschlag bei Jahrestafel 1842 – erwähnt wird Grenze Porphyr/Schwarzkohle, Ton;

Niveau +613 m NN (Andreas Sohle):

- Bereich Jung Paulus Mgg, 163 m östlich Querschlag – Porphyr/5-25 m tonige Lagen/Gneis
- Bereich Andreas Mgg, 73 m östlich Querschlag – Porphyr/Tonlage
- Bereich Stübner Mgg – nach Osten Tonlagen angefahren;

Niveau +582 m NN (Zwitterstocks Tiefer Erbstolln):

- Bereich Unverhofft Glück Mgg, 57 m östlich Querschlag – Ende Porphyr/Tonschiefer
- Bereich im Tiefen Erbstolln bei 127-147 m östlich Großes Lichtloch (PIETZSCH 1963 – Charakteristik siehe Abschnitt 4.2.2;  $140^{\circ}/55^{\circ}$  SW);

Niveau +491 m NN (2. Gezeugstrecke):

- Dreifaltigkeit Mgg., 6,5 m östlich von 3. Schacht unter Erbstolln-Sohle-Gebirgsscheide Porphyr/Gneis.

Die insgesamt 9 Oberkarbonsediment/Gneis-Aufschlüsse im östlichen Bereich des Reviers im Zusammenhang mit der übertägig verfolgbaren Grenze Quarzporphyr/Gneis deuten auf eine Steilkippung der Karbonsediment-Gneis-Scholle mit  $130^{\circ}$  Streichen und  $55^{\circ}$  SW Einfallen.

Das Alter dieser Karbonsedimente entspricht nach PIETZSCH (1963) möglicherweise dem der Schönfelder Schichten (Westfal B/C). Sie stellen im Osterzgebirge die östlichste Verbreitung des Karbons als intramontane Senkenfüllung auf dem Gneissockel dar.

Neben der starken tektonischen Gestörtheit der Grenze Porphyr/Karbon-Sedimente/Gneis weist der heterogene schichtig-konglomeratisch-brekziöse Aufbau dieser Zone auf einen Erosionsanschnitt (Kaolinisierung der Arkosen-Feldspäte) unmittelbar vor der Effusion des aufliegenden Teplitzer Quarzporphyrs (Westfal C/D-LOBIN 1986) hin. Mit der Herausbildung des Altenberger Senkungsfeldes und des dykeartigen subvulkanischen Eindringens von Granitporphyr erfolgte die nach SW gerichtete Schrägstellung des gesamten Gesteinskomplexes.

Der in der Strecke 723 dominierende **Teplitzer Quarzporphyr** wurde auch in der Bohrung Sn Alg 20/86 von 86-490 m flache Teufe angetroffen (Abb. 62). Die reich an Varietäten aufgeschlossenen Quarzporphyre wechseln in der Farbe von rotbraun-braun bis graugrün. Insgesamt lässt sich nach dem äußeren Habitus eine Dreigliederung der ca. 350-400 m mächtigen Porphyreffusion vornehmen. Im Liegenden lässt sich eine 50-100 m mächtige graurotbraune ignimbrische Fazies mit zahlreichen Gesteinsfetzen/-flatschen in der Grundmasse aushalten. Sie könnte nach SCHILKA (1985) dem Typ Ib in der älteren Effusionsfolge entsprechen. Danach setzt sich eine überwiegend rotbraune einsprenglingsarme 150-200 m mächtige Varietät durch, die dem Typ IIb der jüngeren Effusionsfolge entspricht. Zum Hangenden (westlicher Bereich) folgen ca. 150-200 m einsprenglingreiche Varietäten, die dem Typ III entsprechen könnten.

**Granitporphyr**, der im Streckenbereich 723 nicht auftrat, jedoch im hangenden Bereich (westlich zur Grube Altenberg) zum Quarzporphyr als mächtiger Gesteinskomplex

vorhanden ist, wurde auch in den Bohrungen Sn Alg 19/85 und 20/86 in Form von einem ca. 5 m und einem 15-25 m mächtigen Granitporphyrgang im Quarzporphyr angetroffen (Abb. 62). Es handelt sich um einsprenglingsreichen Granitporphyr mit groß- bis mittelgroßen Einsprenglingen (Orthoklas, Quarz, Plagioklas – rhyodazitisch/rhyolithischer Modus; Hornblende, Biotit - trachytisch/latitischer Modus) sowie hiatal- und serial-porphyrischer Struktur.

Nach SCHILKA (1985) kann er als Normaltyp Granitporphyr II angesprochen werden.

Die ersten 26 m Auffahrung in der Strecke 723 standen im **Altenberger Granit vom Typ 2** (Monzogranit), wobei auch in den Randbereichen des Granits schnittmusterartige Vergreisungsbahnen mit Topas-Glimmer-Quarz-Paragenese (Dunkelgreisen) noch auftraten. Die schnittmusterartigen

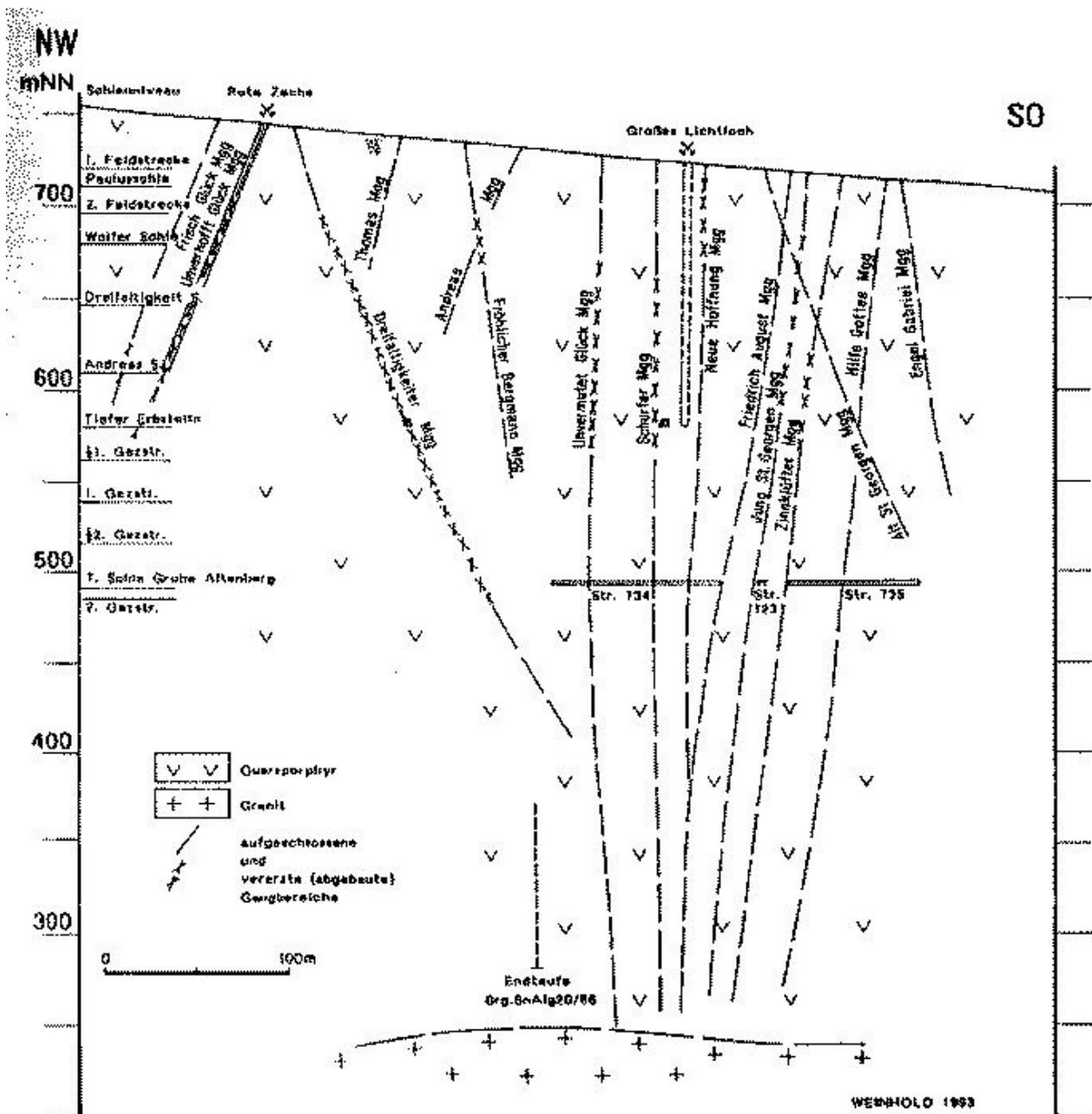


Abb. 63: Rote Zeche/Neufang, NW-SO-Schnitt

Tab. 16: Kluftmaxima der Gesteine im Revier Rote Zeche/Neufang (Richtungsangaben in Altgrad)

Kluftmaxima	Messbereich		Zuordnung zu Hauptspannungsachsen
	obere Sohlen Niv. 682 u. 582 m NN	7. Sohle Niv. 492 m NN	
Hauptmaxima	66/75 SO-85 NW	74/75 NW-85 SO	Scherklüfte $S_1$
1. Nebenmaxima	106/75 SSW-75 NNO	116/75 SW-85 NO	Scherklüfte $S_2$
2. Nebenmaxima	10/80 W-85 O	20/80 W-80 O	Zerr-/Diagonalklüfte $Z_1$
3. Nebenmaxima	156/80 WSW-85 ONO	168/80 WSW	Zerr-/Diagonalklüfte $Z_2$

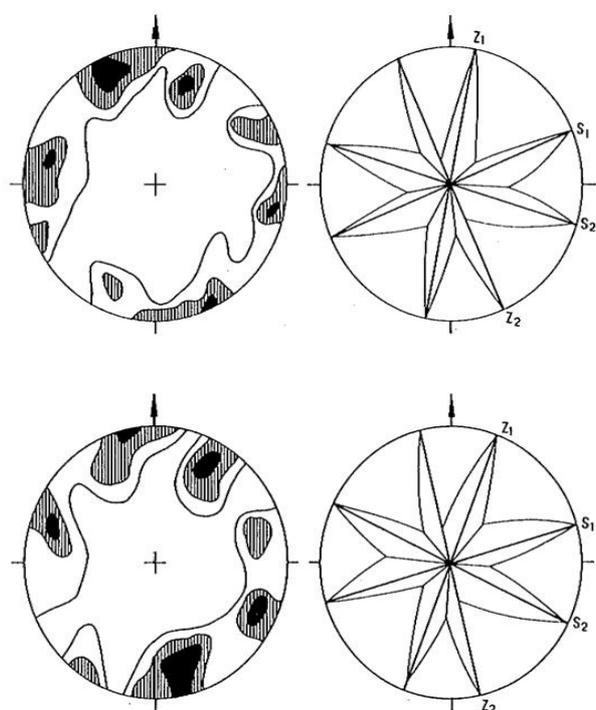


Abb. 64: Kluftmaxima der Gesteine im Revier Rote Zeche/Neufang  
oben: Niveau 682 und 582 m NN (Wolfers Sohle, Tiefer Erbstolln) 200 Werte  
unten: Niveau 492 m NN (Strecke 723) 480 Werte

Vergreisungen sind bis ca. 10 m im Kontaktbereich zum Quarzporphyr ausgeprägt. Hier scheinen jedoch die mit dem Monzogranit in Zusammenhang stehenden schnittmusterartigen Vergreisungen ihre Endschaft zu nehmen.

Das Ziel der Bohrung, Nachweis einer verdeckten Granitaufwölbung im Revier Rote Grube, wurde nicht erreicht. Die Granitoberkante liegt im Revier unter +280 m NN, wo Syenogranit (Typ G1 – Schellerhauer Granit) erwartet werden kann (Abb. 62 und 63).

Erste tektonische Bearbeitungen im Revier Rote Zeche/Neufang nahmen DÜMICHEN (1984 – Strecke 723) und STUDE (1985 Strecken im Altbergbau) vor.

Einige ergänzende Messungen und kluftstatistische Gesamtauswertungen brachten folgende Kluftverteilungsbilder für das Revier (Tab. 16 und Abb. 64)

Die Klüftung des Gesteinskomplexes auf den oberen Sohlen (Wolfers Sohle und tiefer Erbstolln) und auf der 7. Sohle zeigt nahezu identische Kluftverteilungsbilder. Die Klüfte fallen insgesamt steil mit oft wechselnden Grad um die Seigerebene ein. Als Hauptstreichrichtungen treten die bereits im Kapitel 5.6 für den Rahmen der Lagerstätte Altenberg charakterisierten Klufrichtungen hervor (Abb. 29).

Die markanteste Klufrichtung (Hauptmaxima) für den Gesteinskomplex im Revier Rote Zeche/Neufang liegt bei 66-74°/75 SO-75 NW und spiegelt Scherklüfte des  $S_1$ -Systems wider. Gemeinsam mit den Nebenmaxima 1-3 wird ein wie bereits im Kapitel 5.6 und Abbildung 28 charakterisierter Paläospannungsplan mit nahezu symmetrischer tektonischer Kluftstrukturverteilung - Scher- und Zugklüfte – offenbar. Die Generalrichtungen der Tiefenstörungen im Ost-erzgebirge spiegeln sich im Vorfeld der Hauptlagerstätte (Fehlen der graniteigenen Tektonik) – also hier im östlichen Terrain – sehr markant im Detailaufschluss wider.

Die Ausbildung der Klüfte im Quarzporphyr ist relativ unregelmäßig. Meist lassen sie sich nur über wenige Meter im Verlauf verfolgen, wobei sie in ihrer Richtung meist schon zu geringen Ablenkungen neigen. Die Flächen sind meist uneben und rau. Gelegentlich treten auch harnischartige Kluftflächen mit lettig-tonigen Bestegen auf. Im Durchschnitt treten 3 Klüfte/m (Klüftigkeitsziffer/bzw. reziprok Durchtrennungsgrad 0,33) auf.

Das gelegentliche Auftreten von Kluftscharen deutet auf exponierte tektonische Beanspruchungsbereiche (Bewegungsbahnen) hin, die zur Anlage von Gangstrukturen führten. Die Hauptrichtungen der ( $\pm$  mineralisierten) Gangzonen werden in Tabelle 17 und Abbildung 65 dargestellt.

Gegenüber dem Kluftsystem des Gesteins liegt bei der Ausbildung des Gangsystems eine straffere (fokussierte) Richtungsbildung vor. Die Hauptstreichrichtung der  $\pm$  mineralisierten Gänge bzw. Greisenzonen liegt zwischen 60-82° mit steilem wechselnden Einfallen, also typisch

Tab. 17: Hauptrichtungen der Gangzonen im Revier Rote Zeche/Neufang (in Altgrad)

Maxima der Lage der Gänge	Messbereich		Zuordnung zur Klufftstruktur
	obere Sohlen Niv. 682 u. 582 m NN	7. Sohle Niv. 492 m NN	
Hauptmaxima	60/80 NW-75 SO	82/75 SSO-80 NNW	S <sub>1</sub>
1. Nebenmaxima	110/75 SW	118/65 N-75 SW	S <sub>2</sub>
2. Nebenmaxima	fehlt	15/65 WNW	Z <sub>1</sub>
3. Nebenmaxima	175/85 W-85 O	175/65 ONO	Z <sub>2</sub>

erzgebirgische Streichrichtung. Die weiteren Gangrichtungen (Nebenmaxima 1-3) sind verhältnismäßig schwach vertreten. Relative Öffnungs-/Bewegungstendenzen sind altersmäßig nicht immer ganz eindeutig zu belegen, in ihrer Grundtendenz jedoch wie folgt charakterisiert: alt - Gänge Typ S<sub>1</sub> → (Gänge Typ Z<sub>1</sub>) → Gänge Typ S<sub>2</sub> → Gänge Typ Z<sub>2</sub> - jung.

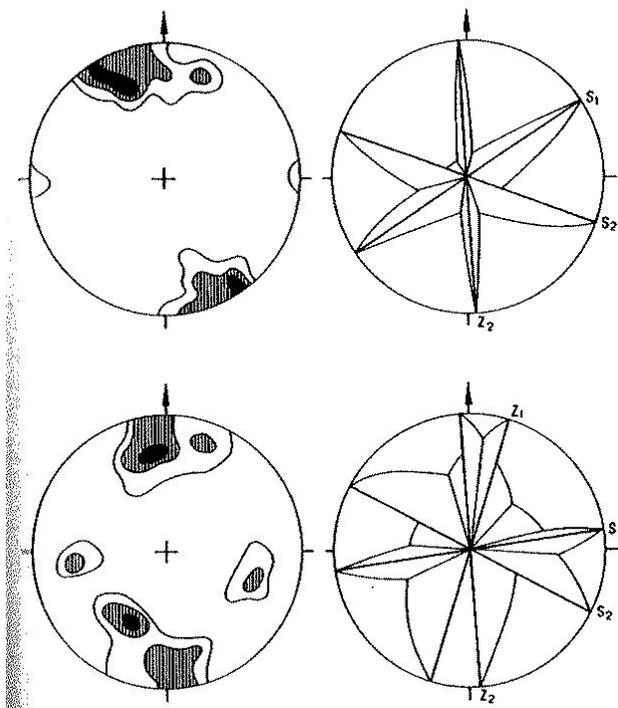


Abb. 65: Hauptrichtungen der Gangzonen im Revier Rote Zeche/Neufang  
oben: Niveau 682 und 582 m NN (Wolfer Sohle, Tiefer Erbstolln) 25 Werte  
unten: Niveau 492 m NN (Strecke 723) 80 Werte

Auf den oberen Sohlen im Revier Rote Zeche/Neufang zeigt die Gangrose (Abb. 65) eine straffere Bündelung der Hauptgangrichtungen mit steilem Einfallen, während auf der 7. Sohle die Gangrichtungen mehr variieren und das Einfallen der Gänge verflacht.

### 8.1.5 Erzrevier und Mineralisation

Das Erzrevier Rote Zeche/Neufang wird durch eine Vielzahl vorwiegend erzgebirgisch streichender und steil einfallender Zinnerzgänge/-trümerzüge mit salbandartigen Vergreisungszonen charakterisiert. Im gesamten Revier liegt eine etwas von Nordwesten gegen Südosten gestaffelte Anordnung der Gangstrukturen vor (Abb. 59). Im östlichen Kontakt des Zwitterstockes tritt zunächst eine ca. 100 m relativ gangleere Zone auf und erst dann setzt die im Streichen bis 500 m lange Gangstruktur auf, wobei die einzelnen Gänge eine durchschnittliche streichende Länge von 100-300 m erreichen. Die genannte Gangstruktur ist über eine Breite von ca. 600 m entwickelt. Im einzelnen sind es mehrere Gangzonen mit wechselndem Einfallen (Abb. 63):

Nordwest

#### Bereich Rote Zeche

Zone 1: Gänge mit NW-Einfallen

Zone 2: Gänge mit SO-Einfallen

#### Bereich Stöllner Feld (Neufang)

Zone 3: Gänge mit SO-Einfallen

Zone 4: Gänge mit seigerem Einfallen

Zone 5: Gänge mit NW-Einfallen

#### Bereich Engel Gabriel Fdgr.

Zone 6: Gänge mit SO-Einfallen

Südost

Die östliche Begrenzung finden alle Erzgänge an der Grenzfläche Quarzporphyr/Karbonsedimente und Gneis (130°/50 SW). Nach Markscheider C. C. MARTINI (1815) (in JOBST 1978) enden alle Erzgänge in den einzelnen Sohlenaufschlüssen (s. Abschnitt 8.1.4) im bis zu 28 m mächtigen sog. „Tonlager“. Die SW-NO orientierte Scherbewegung im Porphyrgesteinskomplex wurde an dieser alten inkompatiblen NW-SO-Störungszone (Gesteinswechsel: Quarzporphyr, Karbonsedimente, Gneis) nach NO völlig gedämpft. Erst ca. 2 km weiter nordöstlich im sog. Gangfeld „Hoher Busch“ ist die Fortsetzung dieser Gangstruktur innerhalb der Mittelerzgebirgischen Tiefenstörung weiter verfolgbar.

Im Revier sind mehr als 40 Erzgänge bekannt geworden (Tab. 15). Die meisten sind nur über kurze Distanz

(<100 m) auf verschiedenen Sohlen anzutreffen und mit wechselhaftem, doch überwiegend geringem Erfolg abgebaut worden. Nach SCHENDERLEIN (1941), BOLDUAN (1970) und BERGER (1972) erlangten folgende Erzgänge die größte Bedeutung im Revier:

**Rote Zeche** (Zone 1)

- Unverhofft Glück Mgg

**Rote Zeche und Stöllner Feld** (durch Markscheide getr.) (Zone 2)

- Dreifaltigkeit Mgg im Scharkreuz mit Neuklüfter Spat sowie Segen Gottes Spat

**Stöllner Feld** (Zone 4-6)

- Unvermutet Glück Mgg
- Schurfer Mgg
- Jung St. Georgner Mgg
- Engel Gabriel Mgg

Auf dem Dreifaltigkeit Mgg wurde in einem Erzfall durch den Altbergbau das tiefste Niveau mit der Auffahrung der 2. Gezeugstrecke (1838 - +486 m NN) erreicht. Der Erzreichtum auf diesem Gang war gebunden an das spitzwinklige Scharkreuz mit dem Neuklüfter- und Segen Gottes Spat. Die Bedeutung dieses Erzfalles wird durch die Dimensionen 200 m flache Bauhöhe und maximal 200 m Baulänge unterstrichen (Abb. 60).

Unabhängig von den Wasserproblemen in den Tiefbauten auf zahlreichen Gängen des Altbergbaues, deutete sich eine Verarmung der Gänge nach der Teufe an.

Durch die Erkundungsstrecke 723 sowie die querschlägigen Strecken 734 und 735 auf der 7. Sohle (Niv. 492 m NN) konnten ca. 8 Gangstrukturen mit einiger Vorsicht mit Gangnamen aus den oberen Sohlenbereichen zugeordnet werden. (Abb. 61)

Insgesamt zeichnen sich in diesem Niveau relativ geringe Gangmächtigkeiten (einige Zentimeter mächtige Quarzgänge mit einigen Dezimeter mächtigen Salbandvergreisungen) mit geringer Zinnsteinführung ab.

Auf den mittleren und oberen Sohlenbereichen schwanken die Gangmächtigkeiten zwischen 20-50 cm, mit Salbandvergreisungen zwischen 2-3 m (max. 6 m). Archivunterlagen berichten von „vorzüglichen Zwittern vor allem in den mittleren Teufen“. Häufig trümmern die Gänge auch in mehrere Trümer mit intensiven Salbandvergreisungen auf, so dass sie den typischen Charakter von Zwittertrümerzügen annehmen. Andererseits zerschlagen sich die Gänge auch

in einzelne Trümer, die dann bald ihre Endschaft erreichen. Parallel in Dezimeter bis einige Meter Distanz versetzt setzen Trümer und Gänge erneut wieder an, so dass ihr typischer Scherbildungscharakter offensichtlich wird.

Aus den Befunden der 7. Sohle und den Beschreibungen der Verhältnisse auf den mittleren und oberen Sohlen sowie dem Studium noch einiger zugänglicher Stellen im Altbergbau wird deutlich, dass die reinen Gangmächtigkeiten sowie die salbandseitigen Vergreisungszonen nach der Teufe geringer wurden.

Nach strukturellen und stofflichen Aspekten betrachtet sind zwei verschiedene Erztypen ausgebildet:

- Greisenzonen
- Quarz-Kassiterit-Gänge

Die Greisenzonen sind entlang der hauptsächlich durch Scherbewegungen entstandenen erzbergisch streichenden Klufftrümerzonen entwickelt. Die Vergreisung äußert sich in einer Umwandlung des Quarzporphyr im Salbandbereich der Klüfte und Trümer. Bei dichter Trümerfolge kann dann das gesamte zwischenliegende Gestein bis zu einigen Metern Mächtigkeit in meist graugrünen-schwarzgrünen Greisen umgewandelt sein. Nach den äußeren- und stofflichen Merkmalen charakterisiert, sind **zwei metaquarzporphyrische Greisentypen im Revier** unterscheidbar:

- Quarz-Glimmer-Serizit-Greisen
- Topas-Glimmer-Greisen

Die **Quarz-Glimmer-Serizit-Greisen** von graugrüner Farbe sind vorwiegend aus Glimmer, Serizit (seidiger Glanz der Flitterchen) und Quarz zusammengesetzt. Die Aggregate sind untereinander stark verfilzt bzw. feinkörnig verwachsen. Topas scheint ganz untergeordnet aufzutreten. Nur sehr spärlich sind bis 1 mm große Körner von Kassiterit und kleine Anhäufungen von kataklastischem Arsenopyrit sowie Partikelchen von Chalkopyrit im Greisen vorhanden.

Aufgrund weniger Aufschlüsse konnten Verbreitungstendenzen und –gesetzmäßigkeiten nicht abgeleitet werden.

Insgesamt ist jedoch dieser Greisentyp mit der Glimmer-Serizit-Quarz-Paragenese (Paragenese 1 – siehe Kapitel 6.3.1 und Tab. 12 und 13), wie sie aus unmittelbaren randlichen Bereichen der Lagerstätte Altenberg beschrieben wurde, identisch. Da die Anlage der erzbergisch streichenden Scherspalten-Gangstruktur bereits in prämonzogranitischer Zeit begann, kann diese Greisenparagenese einer postsyenogranitischen Mineralisation (weitflächige Verbreitung des Schellerhauer Granits - Typ Syenogranit, Typ 1 - im Raum Altenberg) zugeordnet werden.

Die farbintensiveren grünlich schwarzen **Topas-Glimmer-Greisen (Dunkelgreisen)** zeigen eine weitaus intensivere und extensivere Verbreitung. Sie begleiten salbandartig die Klüfte, Trümer und Gänge im Quarzporphyr. Neben der hauptsächlich erzgebirgisch (SW-NO) streichenden Vergreisungszonen treten auch (etwas jüngere) etwa N-S-streichende Greisentrümerzonen auf.

Die Vergreisung äußert sich in einer Protolithionit- und Topasbildung auf Klüften und im unmittelbaren Nebengestein, dem Quarzporphyr. Der feinkörnige Greisen folgt dabei besonders den Klüften, jedoch sind auch wolkige Verbreitungsformen, entsprechend den SW-NO/N-S-Kluftvergitterungen, anzutreffen. Feinkörniger (<1 mm) Kassiterit und Arsenopyrit sind als Erzminerale identifizierbar. Hämatitisierungen in den Dunkelglimmer-reichen Partien färben lokal die Greisen dunkelrot. Hydrothermale Prozesse führten in den teilweise vergreisten Quarzporphyrpartien zu umfangreichen Kaolinisierungen.

Fortschreitende intensivere Scherbewegungen führten nach der Vergreisung der Klüfte zur Öffnung als Gänge, die jedoch aufgrund des Schercharakters unregelmäßig im Verlauf (absetzen, neu ansetzen) und relativ gering in den Mächtigkeiten sind. Weiterhin führen sie viel zerruschelten und zersetzten Quarzporphyr, so dass sie lokal auch als Lettenzonen auftreten.

Die echten Gangfüllungen stellen überwiegend **Quarz-Kassiterit-(Sulfid)-Gänge** dar. Kassiterit tritt in den Quarzgängen unregelmäßig verteilt, eingesprengt, doch auch derb auf. Wolframit wurde nur sehr selten beobachtet. Hingegen tritt Arsenopyrit eingesprengt und in derben Formen häufig in Erscheinung.

Kassiterit und Arsenopyrit zeigen gelegentlich kataklastische Formen, die auf tektonische Begleitbewegungen während des gesamten Mineralisationsprozesses hinweisen. Die überwiegende Gangart ist Quarz. Verstreut bis nesterförmig treten auch Topas und grünlicher Glimmer in Erscheinung.

Insgesamt können der Topas-Glimmergreisen als auch die Quarz-Kassiterit-Gänge der pneumatolytischen Lithiumglimmer-Topas-Quarz-Paragenese (Paragenese 3 in der Lagerstätte Altenberg) zugeordnet werden (siehe auch Kap. 6.3.3 und Tab. 12 und 13).

Hydrothermale Prozesse im Gangspaltenbereich führten zu zum Teil ausgedehnten Verlettungs- und Kaolinisierungserscheinungen. An Erzmineralen kamen lokal Pyrit, Chalkopyrit und Sphalerit zusammen mit Quarz zum Absatz. Ebenso ist Hämatit (Eisenglanz) in einzelnen Gangabschnitten stark bis zu derben Massen verbreitet, wobei grünlich-gelber Fluorit in Assoziation mit auftritt. Auf den

oberen Sohlen traten lokal in einzelnen Nestern in den Gängen Karbonate (Ankerit) mit Sphalerit, Fahlerz, Galenit und gediegen Wismut auf.

All diese letztgenannten Mineralassoziationen sind als ausgezeichnetes Belegmaterial von den oberen Sohlen der Roten Zeche in der Lagerstättensammlung der Bergakademie Freiberg vorhanden.

Die Mineralassoziationen weisen daraufhin, dass die folgenden in der Lagerstätte Altenberg aushaltbaren Paragenesen

- Quarz-Sulfid-Paragenese (Paragenese 5)
- Quarz-Hämatit-Paragenese (Paragenese 6)
- Karbonat-Sulfid-Paragenese (Paragenese 7)

auch im Revier Rote Zeche/Neufang – wenn auch nur lokal und sporadisch – entwickelt sind.

Im Tiefen Erbstolln ca. 200 m westlich vom Mundloch, wurde eine Gangzone mit herzyner Streichrichtung (140°) bekannt, die karneolartigen Quarz, Amethyst und etwas Baryt führt. Vom südlichen und südöstlichen Hang des Geisingberges sind ebenfalls NW-SO-streichende Gangstrukturen mit Jaspis, Amethyst, Roteisen und Baryt bekannt. Diese Quarz-Hämatit-Fluorit-Paragenese (Paragenese 8) beschließt die Mineralisation im Altenberger Raum.

Mit der Erkundungsstrecke 723 wurden, wie bereits erwähnt, nur ca. 8 Gangzonen, bestehend aus nur wenige Zentimeter mächtigem Quarzgang und wenige Dezimeter mächtigen Greisen an den Salbändern, angetroffen. Die Quarzgänge führen gelegentlich etwas Dunkelglimmer und Hämatit sowie sporadisch kleine Körnchen von Kassiterit. Die graugrün bis schwarzgrünen Greisenzonen aus einem filzig-körnigen Gemenge von Hellglimmer/Serizit bzw. dunklen Glimmer und Quarz ließen makroskopisch Millimeter große Aggregate Arsenopyrit und vereinzelt Chalkopyrit erkennen. Kassiterit wurde mikroskopisch als bis zu 300 µ große zerlappte Körnchen diagnostiziert.

Insgesamt finden somit auf der 7. Sohle die

- Glimmer-Serizit-Quarz Paragenese (1) und
- Lithiumglimmer-Topas-Quarz Paragenese (3)

in sehr erzarmer Ausbildung ihre Verbreitung.

Durch Bemusterungsarbeiten und quantitative Bestimmungen konnten insgesamt nur an 3 Stellen auf der 7. Sohle (jeweils einige Dezimeter Greisen- und Gangmächtigkeit) Zinngehalte >0,2 % festgestellt werden:

Bereich i. d. Str. 723 (m v. Messpunkt 2302)	Gang	Zinngehalt %
296	Schurfer Mgg	0,21
310 u. 318	Neue Hoffnung Mgg (2 Trümer)	0,29 u. 1,07

Der Aufschlussbereich auf der 7. Sohle zeichnet sich somit durch eine sehr geringe und arme Erzverbreitung aus.

Testbemusterungsarbeiten durch die Betriebsgeologie Al-

tenberg im Jahr 1978 brachten auf der Tiefen Erbstollnsohle auf einem je ca. 50 m langen Abschnitt auf dem Andreas Mgg einen Sn-Gehalt von 0,23 % und auf Unverhofft Glück Mgg von 0,63 %.

BOLDUAN (1970) und BERGER (1972) stellten aus alten Unterlagen das ausbringbare Zinn aus einzelnen Gängen und von den jeweiligen Sohlen zusammen. Auszugsweise sind in Tabelle 18 einige Angaben zusammengestellt.

Tab. 18: Ausbringbares Zinn (in Prozent umgerechnet) aus einigen Gängen des Reviers Rote Zeche/Neufang (aus alten Unterlagen)

Sohlenniveau	1	2	3	4	5
Feldstrecke					
Paulus S.					
Wolfer S.	0,54-0,66				
Dreifaltigkeit S.	0,39-0,44	0,25-0,33	0,33-0,78		0,39-0,55
Andreas S.	0,78-0,88	0,78-0,88	0,25-0,44	0,33-0,66	0,25-0,33
T. Erbstolln	0,33-0,48	0,39-0,57	0,33-0,44	0,44-0,78	0,57-0,66
1. Gezstr.				0,39-0,44	0,57-0,66
½ 2. Gezstr.					0,25-0,33
2. Gezstr.					0,17

Gang Nr. 1 Unverhofft Glück Mgg  
 Gang Nr. 2 Unvermutet Glück Mgg  
 Gang Nr. 3 Alt St. Georgner Mgg

Gang Nr. 4 Zinnklüfter Mgg  
 Gang Nr. 5 Dreifaltigkeit Mgg im Scharkreuz mit Neuklüfter Mgg

Deutlich wird, dass auf den mittleren und oberen Sohlen ein Durchschnittsgehalt von ca. 0,6 % Sn auf den bauwürdigen Abschnitten dieser Gänge in diesem Revier vorlag. Tendenzen einer Abnahme der Zinngehalte nach der Teufe sind somit auch hier angedeutet.

Lithochemische Untersuchungen am Kernmaterial der Bohrung Sn Alg 20/86 zur Prognose der Teufenreichweite der Vererzung im Revier erbrachten im Zusammenhang mit der Bewertung zur Zonalitätsbegrenzung ein Grenzniveau von 540 m NN für den Bereich Erzkannte/Untererkante (SCHIEMENZ, 1990).

Hiernach würde also im Bereich zwischen Tiefen Erbstolln (+579 m NN) und 7. Sohle (+492 m NN) die Zinnmineralisation nach der Teufe merklich nachlassen.

### 8.1.6 Bewertung des Reviers

In Auswertung der Unterlagen des Altbergbaues, durch Befahrungen im Altbergbau sowie aufgrund der Ergebnisse der geologischen Untersuchungsarbeiten (bergmänn. Aufnahmen und Bohrungen) konnten die Vorstellungen zum Modell dieses Lagerstättenreviers und damit zur Perspektivität wesentlich verbessert werden.

Die wesentliche Verbreitung der Gänge innerhalb der

Gangstrukturzone wurde vom Altbergbau erfasst. Eine flächenhafte Erweiterung des Gangreviers ist nicht zu erwarten.

Die Gänge erreichen insbesondere nach Nordosten ihre Endschaft an der NW-SO-Störung bzw. Gesteinsgrenze Quarzporphyr/Karbon-Sedimente/Gneise.

Die angegebene Vielzahl der Gänge auf den oberen Sohlenniveaus verringert sich nach der Teufe (7. Sohle) auf eine wesentlich geringere Anzahl.

Die Erzverbreitung und Qualität der Erze nimmt nach der Teufe rasch ab. Wenn auch auf der 7. Sohle direkte Gangstreckenaufnahmen fehlen, so lassen doch die Gangaufschlüsse in der Strecke 723 und in den Querschlägen die geringen Gang- und Greisenmächtigkeiten in Verbindung mit den fehlenden bzw. spärlichen Vererzungen erkennen, dass von einem noch vorhandenen (nutzungsfähigen) Rohstoffpotential wohl nur in einem äußerst geringen Umfang gesprochen werden kann: nach groben Schätzungen einige hunderttausend Tonnen Roherz; Mächtigkeiten ca. 2 m; Zinngehalt: etwa 0,2 %; mit sehr hohem Erschließungsaufwand verbunden.

Auch wenn mit der Strecke 723 im Wesentlichen nur der (fokussierte) Gangstrukturbereich des Stöllner Feldes (Neufang) unterfahren wurde, so sind im Gangfeld Rote

Zeche wohl kaum andere Ergebnisse zu erwarten.

Ein vermuteter Granit mit evtl. Greisenvererzungen wurde bis in eine Teufe von +290 m NN nicht angetroffen, so dass auch aus dieser Sicht kein Rohstoffpotential zu erwarten ist.

Dem territorial sehr begrenzten Gangrevier Rote Zeche/Neufang mit seinem relativ hohen Grenzniveau Erz-/Untererzkante wurde keine perspektivische Bedeutung beige-messen.

## 8.2 Revier Raupennest

### 8.2.1 Geographische und geologische Position

Das durch Altbergbau bekannte Greisengangfeld am Raupennest verläuft vom südlichen Rand der Stadt Altenberg (ca. 200 m SW der Südkante der Pinge) etwa 700 m in

südwestlicher Richtung (Gebiet Altes Raupennest).

Morphologisch wird das Gebiet als NO-Hanglage des vom Stadtrand Altenberg (725 m NN) nach SW aufsteigenden Höhenrückens (827 m NN) charakterisiert. Während der östliche niedere Teil von Siedlern weidewirtschaftlich genutzt wird, ist auf den höheren westlichen Flächen ein minderwertiger Baum- und Waldbestand vorhanden. Zahlreiche kleinere Pingens und Haldenzüge deuten auf lokalen intensiven mittelalterlichen Bergbau hin.

Geologisch wird das Gebiet im westlichen Teil von Quarzporphyren aufgebaut (Kahleberg Areal); im östlichen Teil schließt sich Granitporphyr an, der als jüngerer dykeartiger hercyn streichender, mächtiger Gangkörper aufzufassen ist. Im Granitporphyr liegt im östlichen Terrain des betrachteten Gebietes der Altenberger Monzogranit mit dem Erzrevier.

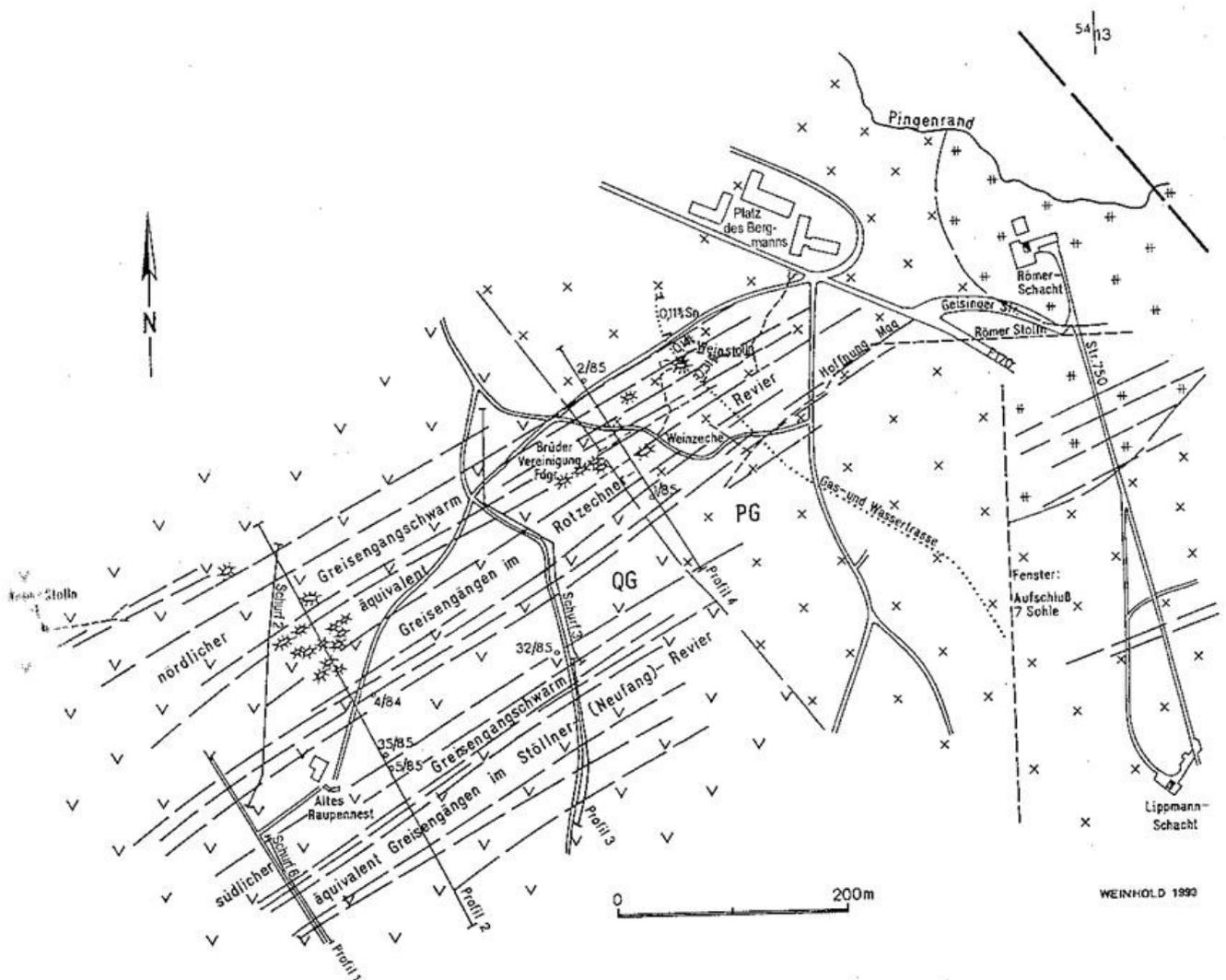


Abb. 66: Revier Raupennest – Geologie und Erzgänge (Gesteinslegende s. Abb. 61)

Die erzgebirgisch streichenden Greisenerzgänge sind Teil einer ca. 1 km breiten erzführenden Zone, die sich vom Kahleberg/Südkontakt Schellerhauer Granitmassiv im Südwesten über die Lagerstätte Altenberg nach NO über das Revier Rote Zeche/Neufang bis zur Sachsenhöhe bei Bärenstein verfolgen lässt.

### 8.2.2 Altbergbau und bergmännischer Aufschlussgrad

Im gesamten Greisengangfeld sind von NO nach SW im Wesentlichen die 4 Altbergbaubereiche Weinzeche, Brüder Vereinigung Fundgrube, Gruben am Raupennestbusche und Aron Stolln angesiedelt (Abb. 66).

Nach Angaben des Bergamtes Altenberg (1808 – in JOBST, 1978) ist der Bergbau am Raupennest von sehr hohem Alter und dürfte an die erste Periode des Altenberger Zinnbergbaus nach 1458 anschließen. Das älteste, bis ins Jahr 1567 zurückreichende Bergbuch belegt, dass dieser Teil des Altenberger Bergreviers im Jahre 1568 bergmännisch untersucht wurde. Im Zeitraum von 1568-1621 waren folgende 19 Zechen und Fundgruben im Gebiet gängig:

1568	Anna, Neue Hoffnung, Alte Zeche, Weinzeche
1574	Kinderzeche auf dem Winterwald, Heilige Dreifaltigkeit im Raupennestholz, Urbans Zeche auf'm Winterwald
1581	Heiliger Geist im Raupennest
1590	Ziezner Zeche im Raupennest, Heilige Dreikönige im Raupennest
1594	Hilfe Gottes im Raupennest
1609	Kothauer Zeche, Stadtzeche
1613	Auferstehung Christi
1614	Hilfe Gottes
1619	St. Johannes, Hilfe Gottes, St. Georg
1621	Weinzechner Maasen

Nach 1620 kam infolge des 30-jährigen Krieges fast der gesamte Bergbau zum Erliegen.

Erst im 18. Jahrhundert und in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts wurden wieder einige Bergbauversuche unternommen:

1693	Aron- und Zion Stolln
1708	St. Bernhardus im Raupennestbusche
1733	Hilfe Gottes Fdgr.
1734	Hilfe und Segen Gottes
1756	Komm Glück mit Freuden
1756-1845	niedere und obere Weinzeche, Gottes Glück Zeche

Ein letzter Bergbauversuch in dieser Gegend war die Anlegung des Rößler Stolln (Mundloch Nähe Römerschacht) ab 1838. Ziel der Stollnauffahrung war die Suche der Fortsetzung der Zwittergänge aus dem Rote Zeche- und Stöllner

Feld (Neufang) nach SW und die Teufenerschließung des Weinzechner-Feldes (52 m Teufengewinn). Nach 224 m Stollnauffahrung wurden 1841 Greisentrümer des Hoffnung Mgg angetroffen, die ca. 180 m nach SW verfolgt wurden. Aus diesem Morgengang wurde der Brüder Vereinigungsspat noch ca. 45 m nach NW aufgefahren, wobei 3 weitere Greisentrümerzonen durchfahren wurden. 1857 wurden die Auffahrungen im Niveau Rößler Stolln ebenfalls eingestellt, ohne das Feld von Weinzeche und Brüder Vereinigung Fdgr. (auflässig seit 1844) erreicht zu haben.

Insgesamt betrachtet beschränkt sich der mittelalterliche Bergbau in diesem Revier auf geringe Teufen (ca. 30-40 m) und war nach alten Berichten nicht sehr ertragsfähig. Geringe Mächtigkeiten, große Absätzigkeit der Greisenzonen und relativ niedrige Zinngehalte (0,30-0,48 % Sn) charakterisieren die Verhältnisse im Revier. Die gewonnenen Zinnmengen waren dementsprechend gering.

Von der Weinzeche sind z. B. folgende Mengen bekannt:

1694	53,7 kg Sn
1697-1700	520,6 kg Sn

### 8.2.3 Geologische Untersuchungsarbeiten

Grundlage der Sucharbeiten auf Zinnerze im Erzgebirge seit den 70er-80er Jahren des 20. Jahrhunderts bildeten positive Ergebnisse regionaler Sucharbeiten (Ergebnisberichte Zentrales Geologisches Institut Berlin/Betrieb Geologische Forschung und Erkundung Freiberg 1969/1970 und 1980) sowie Regierungsbeschlüsse zur verstärkten Nutzung des einheimischen Rohstoffpotentials und ihre Umsetzung im Bereich des Ministeriums für Geologie und des Ministeriums für Erzbergbau Metallurgie und Kali (Bergbau- und Hüttenkombinat Freiberg, Zinnerz Altenberg) innerhalb der abgestimmten „Langfristigen Konzeption für Forschungs-, Such- und Erkundungsarbeiten auf Zinnerze bis 1990“ (VEB GFE Halle, 1979).

Nach der in der letztgenannten Ausarbeitung festgelegten Rang- und Reihenfolge waren detaillierte Such- und Suchbewertungsarbeiten im Osterzgebirge ab 1985 eingeordnet, mit dem Ziel, sie 1990 abzuschließen. Von Seiten der Industrie (Bergbau- und Hüttenkombinat Freiberg; zuständig für die Durchsetzung der Zinnlinie Erkundung, Bergbau, Aufbereitung, Verhüttung) wurden auf dem Sektor Geologie für die strategische Entwicklung des Betriebes Zinnerz Altenberg zwei spezielle Teilaufgabenstellungen konzipiert, die durch den Betrieb Geologische Forschung und Erkundung Freiberg umzusetzen waren:

1. Detaillierte Such- und Suchbewertungsarbeiten in der unmittelbaren Umgebung (0-4 km) des Bergbau-/Auf-

bereitungsbetriebes Zinnerz Altenberg zur prinzipiellen Klärung der Erkundungswürdigkeit von „**Satellitenlagerstätten**“ der Hauptlagerstätte Altenberg mit dem Ziel ihrer **Nutzung zusammen mit der Hauptlagerstätte**.

2. Detaillierte Such- und Suchbewertungsarbeiten mit dem Ziel des Nachweises einer **Nachfolgelagerstätte** für Altenberg.

Als Beitrag zur Lösung der erstgenannten Aufgabe wurden Sucharbeiten im Teilobjekt „Altenberg I“, welches die Reviere „Raupennest“ und „Zinnkluft“ umfasst, projiziert (SCHIEMENZ, 1983) und 1984/85 realisiert (Zwischenbericht „Suche Zinn Altenberg I“, SCHIEMENZ u. a. 1985).

Zum Vorratsziel der Sucharbeiten gab das Bergbau- und Hüttenkombinat Freiberg, ausgehend von ökonomischen Betrachtungen zur Mitnutzung von Kleinlagerstätten im Flankenbereich von Altenberg, für mittlere Sn-Gehalte von 0,2 % Mindestermengen pro Kilometer Schachtentfernung von 1,3-1,5 Mio t an. Diese Mindestanforderung ist wegen der geringen Entfernung vom Förderschacht für die o. g. Vorkommen zutreffend.

Insgesamt wurden in dieser Etappe (Sucharbeiten im Erzrevier Raupennest) folgende Arbeiten realisiert:

Umfang der Aufschlussart		Benennung
5 Schürfe	gesamt 1674 m <sup>3</sup>	Schurf Alg 1-4, 6
8 OT-Schrägbohrungen	gesamt 2491 m	Bohrung Sn Alg 1, 2, 4, 5, 6, 32, 33, 35 – 1984/85

Alle Aufschlüsse wurden geologisch dokumentiert und durch Splitter- und Kernproben zunächst nur auf Zinn (1. Entscheidungsetappe) bemustert und analysiert. Detailliertere Untersuchungen sollten in einer 2. Etappe folgen.

Die operative Auswertung der Suchergebnisse im Teilobjekt Altenberg war notwendig als Entscheidungsgrundlage für

- Abbruch oder Weiterführung der Suche zum Nachweis von Bilanzvorräten der Klasse C<sub>2</sub> und
- Festlegung zur Art und den Umfängen der zum effektiven Vorratsnachweis erforderlichen Folgearbeiten.

Das Ergebnis der 1. Etappe Sucharbeiten im Raupennest war „nicht erkundungswürdig“, so dass weitere Arbeiten und Folgeuntersuchungen an den bereits vorhandenen Materialien nicht erfolgten.

## 8.2.4 Geologisch-tektonische Charakteristik

Durch die Sucharbeiten wurde das Gangfeld mit einem mittleren Profilabstand von 100-150 m durch Schürfe und Bohrungen auf vier Profilen aufgeschlossen. Übersichtsmäßig untersucht ist damit ein Bereich von ca. 400 m quer zum Streichen mal 600 m im SW-NO-Streichen bis in Teufen von 220 bis maximal 400 m unter Gelände (= 410 m NN).

Während die Aufschlüsse auf Profil 4 (Abb. 67) im nordöstlichen Bereich aus Granitporphyr und Quarzporphyr vom Typ III b (s. Tab. 4) bestehen, tritt im Profil 2 (Abb. 67) im südwestlichen Bereich ausschließlich Quarzporphyr vom Typ 2b im Hangenden und im Liegenden möglicherweise vom Typ 2a auf. Entsprechend der lokalen oberflächlichen Verbreitung von Granitporphyr und Quarzporphyr südwestlich von Altenberg ist der Wechsel von beiden Gesteinen im Profil 4 als herzyn gerichtete Grenze zwischen Granitporphyr im östlichen und Quarzporphyr im westlichen Bereich zu deuten.

Auf dem Profil 4 in der nach SO gerichteten Schrägbohrung Sn Alg 2/85 wurde bei 250-255 m ein feinkörniger hiatalporphyrischer Aplitgranit vom Typ G 2a (aplitischer Vorläufer zum Altenberger Monzogranit Typ G 2b) erbohrt. Wie bereits im Abschnitt 4.2.6.1 charakterisiert, bildet dieser Granit Apophysen in den Granitporphyr. Eine relative Nähe (ca. 100-150 m) des Altenberger Granitstocks ist somit hier angezeigt.

Auf Profil 2 wurde mit der Bohrung 5/84 ab 402 m Bohrtiefe (= 440 m NN) bis Endteufe 441 m ein feinkörnigporphyrischer Granit mit hiatalporphyrischer Struktur aufgeschlossen. Dieser Granit, der durch eine feinkörnige graue Grundmasse mit rötlichen idiomorph-porphyrischen Feldspäten charakterisiert wird, kann als Syenogranit vom Typ Schellerhau – G 1 angesprochen werden. Von seinem Niveau Granitoberkante passt er sich sehr gut in das Isohypsen-Bild zur Granitoberkante in diesem Gebiet ein.

Eine **tektonisch-strukturelle Bearbeitung** des Gebietes war entsprechend den Aufschlüssen nur in Schurfgräben am Anstehenden möglich. So wurden von SCHILKA (1978) ca. 450 Kluftmessungen im östlichen Bereich des Reviers in dem ca. 600 m langen Graben für die Gas- und Wasserleitungstrasse (SO-NW-Richtung – Abb. 66) gemacht, die ein sehr aussagekräftiges Bild zum Klüftungscharakter des Gebietes erlauben (Abb. 68).

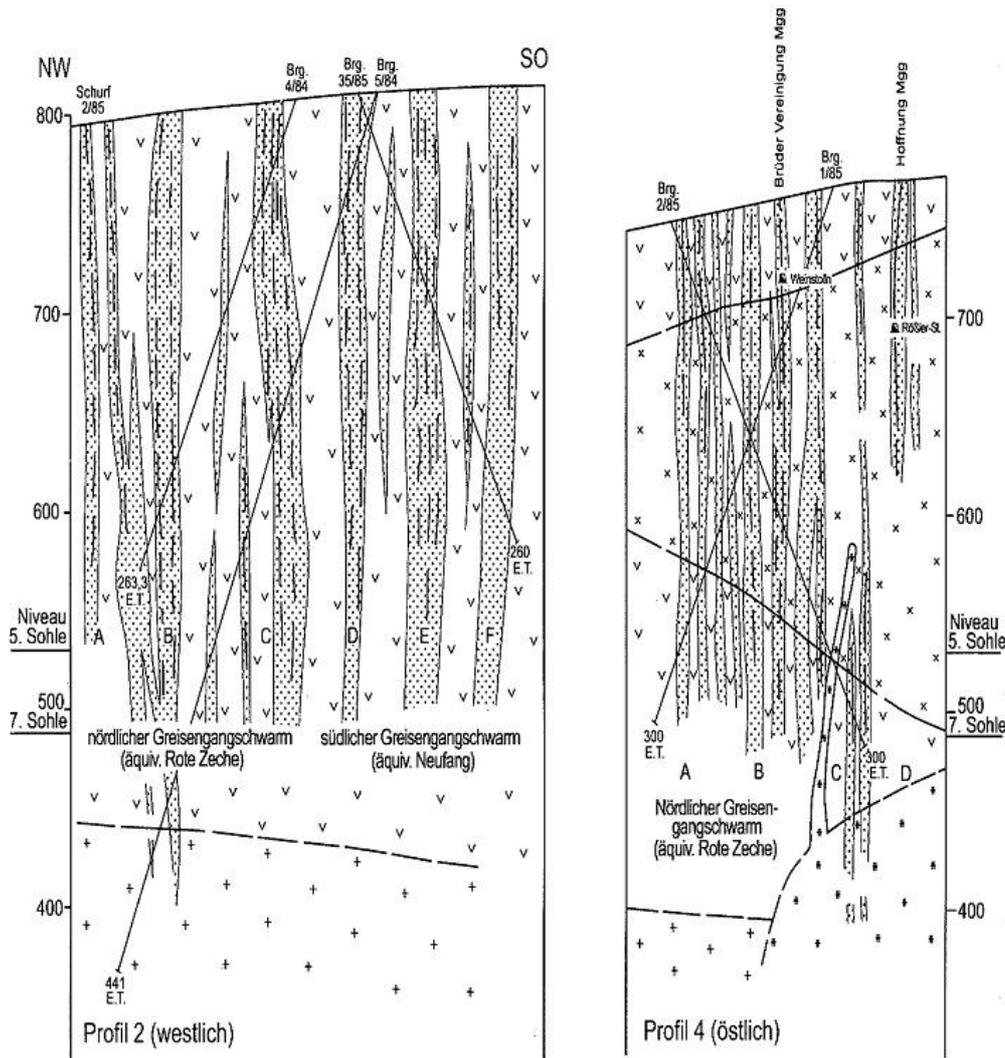


Abb. 67: Revier Raupennest – Profil 2 und Profil 4 (Gesteinslegende s. Abb. 61; WEINHOLD, 1993)

Kluftmaxima	Messbereich	Zuordnung zu Hauptspannungsachsen
Hauptmaxima	60/75 NW-SO	Scherklüfte $S_1$
1. Nebenmaxima	25/75 NW-SO	Zerr-/Diagonalklüfte $Z_1$
2. Nebenmaxima	150/85 NO-SW	Zerr-/Diagonalklüfte $Z_2$
3. Nebenmaxima	130/85 NO-SW	Scherklüfte $S_2$

Markant hebt sich, wie im Revier Rote Zeche/Neufang, die Scherklüftung mit  $60^\circ$  Streichrichtung und mit um die Seigerebene pendelndem Fallen bis  $75^\circ$  ab. Am schwächsten tritt die Scherklüftrichtung  $S_2$  in Erscheinung, was mit einem relativ „spannungsfreien Gesteinsschollenbereich“ zwischen intensiver gestörten (geschernten) Zonen (z. B. im Osten die zur Rote Kluft-Störung avisierte Zone) erklärbar ist. Auffällig ist der größere Winkel zwischen beiden Scherklüftsystemen im Bereich Raupennest ( $S_1/S_2$   $75^\circ$ ) gegenüber dem Bereich Rote Zeche/Neufang ( $S_1/S_2$   $40^\circ$ ). Das äußert sich in einem mehr nach NNO gerichteten Streichen der Greisengänge im Revier Rote Zeche gegen-

über NO Streichen im Revier Raupennest.

Ein Versuch zur richtungsstatistischen Verteilung der  $\pm$  mineralisierten Gang-Trümer-Systeme wurde mit eingetragenen Streich-Fallwerten der Trümer aus alten Rissunterlagen unternommen, weiterhin sind Gang-Trümer-Messwerte aus den Schürfen eingegangen. Danach ergibt sich folgender Verteilungsplan (auch Abb. 68).

Gang-, Trümer-richtung	Messbereich	Zuordnung zu Kluftstruktur
Hauptmaxima	$57^\circ/75$ SO- $85^\circ$ NW	$S_1$
1. Nebenmaxima	$25/75$ WNW- $85$ OSO	$Z_1$
2. Nebenmaxima	$125^\circ/85$ NO-SW	$Z_2$
3. Nebenmaxima	$172^\circ/85$ NO-SW	$S_2$

Dominant erscheint als Maximum die Greisentrümmerrichtung ( $57^\circ/75^\circ$  SO- $85^\circ$  NW). Aufgrund des Schertyps dieser Trümmerrichtung ist mit „langzeitigen“ (mehrphasigen) Be-

wegungen und somit mit mehraktigen Mineralisationen zu rechnen. Die anderen Richtungsmaxima der Gänge und Trümer sind ebenfalls weitgehend identisch mit den Klüftungsmaxima. Ein markanter Vertreter des S<sub>2</sub>-Kluftsystems ist die Gangspalte des Brüder Vereinigungs Spat (120°/75° NO) im Rößler Stolln.

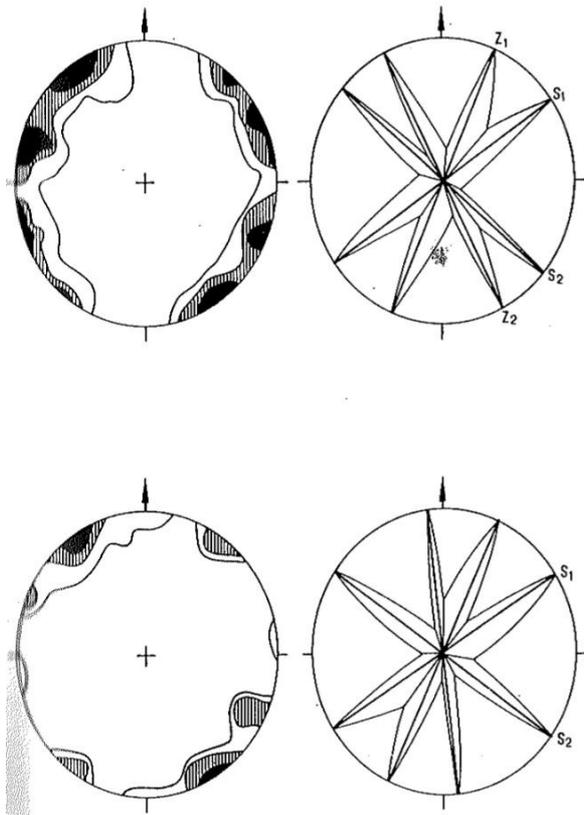


Abb. 68: *Revier Raupennest*  
 oben: *Gesteinsklüftung (Tagesoberfläche, Schurfgräben), 450 Werte*  
 unten: *Mineralisationsrichtungen der Gänge und Greisenzonen (Messwerte aus Rissunterlagen und Schurf), 70 Werte*

### 8.2.5 Erzrevier und Mineralisation

Das Erzrevier Raupennest wird ähnlich wie das Revier Rote Zeche/Neufang von einer großen Zahl erzgebirgisch streichender und steileinfallender Greisengangzonen mit Quarztrümmern charakterisiert.

In einem ca. 320 m breiten Bereich wurden mindestens 6 Greisengangzonen (A-F) durch Bohrungen und Schürfe aufgeschlossen (Abb. 67). Die einzelnen vergreisten Gangzonen lassen Mächtigkeiten von 8-10 m erkennen, gelegentlich sind jedoch auch bis zu 30 m mächtige Greisenzonen aus den Bohraufschlüssen zu ermitteln. Das Einfallen

der Greisenzonen ist im wesentlichen seiger, mit einer Tendenz südöstlicher Fallwerte.

In der Abb. 67 wird erkennbar, dass die Greisengangzonen zu zwei Greisengangschwärmen sich bündeln:

- Nördlicher Greisengangschwarm:  
Greisengangzone A-C – in streichender Verlängerung lageäquivalent mit Gangzonen Rote Zeche.
- Südlicher Greisengangschwarm:  
Greisengangzone D-F – Fortsetzung vom Gangschwarm Stöllner-(Neufang)-Feld.

Die verbindenden Greisengangaufschlüsse zwischen südlichem Greisengangschwarm im Revier Raupennest und den Neufanger Gangzonen sind im Schachtquerschlag vom Arno-Lippmann-Schacht zum Römer-Schacht auf der 5. und 7. Sohle (Strecken 550 und 750 siehe Fenster in Abb. 66) aufgeschlossen. Im Streichen sind die Greisengangzonen somit viele Hundert Meter verfolgbar, wobei ein Auskeilen und Wiederansetzen der Greisentrümmernzonen – wie im Revier Rote Zeche/Neufang erkannt – charakteristisch für diesen Scherspaltens-Strukturtyp ist.

Das Auftreten von brekziösem Gesteinsmaterial und die intensiven Verletzungszone weisen ebenfalls auf mehraktige Scherbeanspruchungen der Gesteinspakete hin.

Nach der Teufe sind die Greisentrümmern bis 360 m unter dem Gelände verfolgbar (Bohrung Sn Ag 5/84 bei +440 m NN Granitoberkante Schellerhauer Granit – Typ G1; Abb. 67). Andeutungsweise scheinen die Gangkluftzonen als schwach vergreiste Bahnen weiter in den Granit hineinzusetzen. Eine postsyenogranitische Mineralisation in diesem Raum ist somit zumindest anteilig angezeigt.

Die in ihrer Mächtigkeit stark schwankenden Greisenzonen weisen gleichzeitig eine sehr wechselnde Vergreisungsintensität in den Gesteinen aus; kompakte Greisen bis hin zu unvollständig vergreiste Ausgangsgesteine wechseln in rascher Folge. Am intensivsten sind die Gesteine vergreist, die von geringmächtigen (Millimeter-Zentimeter) Quarztrümmern bzw. auch nur zahlreichen Kluftscharen durchschwärmt werden.

Nach den Ausgangsgesteinen im Revier treten wiederum

- metaquarzporphyrische und
- metagranitporphyrische
- Quarz-Glimmer-Serizit-Greisen
- Topas-Glimmer-Greisen und
- Quarz-Topas-Greisen

auf.

Die Befunde am Bohrkernmaterial lassen dabei zonale Veränderungen im Charakter der Vergreisung im Revier erkennen. Während in den Bohrungen des südwestlich gelegenen Profils 2 bevorzugt metaquarzporphyrische Quarz-Glimmer-Serizit-Greisen und untergeordnet Topas-Glimmer-Greisen und keine Quarz-Topas-Greisen auftreten, sind im nordöstlichen Profil 4 (Annäherung an den Altenberger Monzogranit- und Greisenstock) wesentlich mehr metaquarzporphyrischer und metagranitporphyrischer Topas-Glimmer-Greisen und auch Quarz-Topas-Greisen vorhanden, wohingegen der Quarz-Glimmer-Serizit-Greisen nur noch „reliktisch“ zu beobachten ist.

Die grauen, dichtverfilzten, z. T. silbrig glänzenden **Quarz-Glimmer-Serizit-Greisen** führen an Erzmineralen bis millimetergroße Partikelchen von Arsenopyrit und Löllingit; Kassiterit ist in Form winziger Körnchen im Greisen eingesprengt bzw. auf Klüften als dünne Schmitzen verbreitet; gelegentlich sind Fünkchen von Chalkopyrit und äußerst selten Galenit und Sphalerit zu beobachten.

Die grünlich-schwarzen **Topas-Glimmer-Greisen** (Dunkelgreisen) und hellrötlichen **Quarz-Topas-Greisen** lassen gelegentlich kleine Körnchen von Kassiterit und Fünkchen von Arsenopyrit erkennen, bisweilen sind diese Greisen durch Hämatitisierung intensiv rot gefärbt.

Die angedeutete zonale Verteilung der Greisentypen mit ihren differenzierten Erzparagenesen weist im Revier Raupennest auf mehrere Vergreisungsetappen mit unterschiedlichen Quellen hin. Wie für die Lagerstätte Altenberg und für das Revier Rote Zeche/Neufang bereits festgestellt, sind auch hier im Revier Raupennest folgende relativ zeitlich fixierte Mineralisations- (Vergreisungs-) Etappen nachweisbar:

postsyenogranitische Vergreisung

- Quarz-Glimmer-Serizit-Greisen mit Sn-, As-, Cu (Pb, Zn)-Mineralisation (Paragenese 1 – Kapitel 6, Tab. 12 und 13)

postmonzogranitische Vergreisung

- Lithiumglimmer-Topas-Quarz-Greisen (Dunkelgreisen) mit Sn-, As-, W-, Mo-Mineralisation (Paragenese 3)  
Quarz-Topas-Greisen (Hellgreisen) mit Sn-, As-, W-, Mo-Mineralisation (Paragenese 4)

Das dominierende Auftreten der Paragenese 1 im südwestlichen Revierteil wird durch den dort unterlagernden Syenogranit-Typ 1 Schellerhau sehr plausibel, hingegen wurde

der nordöstliche Teil noch zusätzlich durch die postmonzogranitische Vergreisung des unmittelbar in der Nähe liegenden Monzogranitstocks Altenberg-Typ 2 beeinflusst, so dass hier zusätzlich die Greisenparagenese 3 und 4 zur Ausbildung kamen.

Zum qualitativen und quantitativen Charakter der Vererzung im Revier Raupennest sind in den Akten zum Altbergbau kaum verwertbare Angaben enthalten:

- große Absätzigkeit
- Förderung geringer Erzmengen mit Zinngehalten um 0,30 % Sn (umgerechnet auf ausgebrachtes Zinn).

Haufwerkproben von Halden in den 80er Jahren des 20. Jahrhunderts brachten für die Gesteine und Greisentypen folgende Metallgehalte als Orientierung (Angaben in ppm)

	Sn	As	Cu	W	Mo	Bi
<b>Quarzporphyr</b>	<b>(200)</b>	<b>30</b>	<b>40</b>	<b>(20)</b>	<b>(30)</b>	<b>3</b>
metaquarzporphyrischer Quarz-Glimmer-Greisen	1000	140 0	100 0	40	100	20
<b>Granitporphyr</b>	<b>20</b>	<b>30</b>	<b>10</b>	<b>(20)</b>	<b>10</b>	<b>1</b>
metagranitporphyrischer Topas-Glimmer-Greisen	1500	800	300	170	90	30

Erst mit der Dokumentation und Bemusterung des Kernmaterials der Bohrungen aus den Jahren 1984/85 konnte eine Bewertung der Vererzung in diesem Revier erfolgen (SCHIEMENZ u. a. 1985). Die bis zu 30 m breiten Greisenzonen erwiesen sich als überwiegend taub bzw. nur schwach mit Zinn mineralisiert. Vererzte Abschnitte sind durch geringe Mächtigkeit (einige Dezimeter bis maximal 34 m), starke Veränderlichkeit der Zinngehalte im Streichen und Einfallen und damit offenbar durch starke Absätzigkeit der gangförmigen Erzkörper charakterisiert. Diese Merkmale, bekannt durch den Altbergbau im Gebiet der Weinzechen, gelten für die gesamte horizontale und vertikale Ausdehnung der Gangfelder. Die Bemusterungsergebnisse lassen keinen „Trend“ der Erzführung im Streichen bzw. Einfallen zu günstigeren Verhältnissen als im Altbergbaubereich oder umgekehrt zu vollständiger Vertaubung der Greisenzone erkennen.

Mit allen aus dem niedrigen Erkundungsgrad resultierenden Schwierigkeiten und Unsicherheiten der Korrelation im Streichen und Fallen konnten als erzkontrollierende und erzführende Strukturen 6 Greisenzonen (in Abb. 67 mit A-F bezeichnet) ausgehalten werden, von denen jede zwischen 1-3 geringmächtige mineralisierte und z. T. industriell vererzte Abschnitte – als Greisengänge bezeichnet – enthält, die nach Bemusterungsergebnissen ausgliederbar waren. Anzahl, Position und Mächtigkeiten der vererzten Greisengänge sind im Streichen und Fallen offenbar stärker veränderlich als die strukturell übergeordneten Greisenzonen. Die streichende Ausdehnung der erzführenden Berei-

che der Greisenzonen erstreckt sich mindestens über 400 m. Nach der Teufe reicht sie von durchschnittlich 790 m ü NN bis max. 590 m ü NN (tiefster Erzaufschluss Brg Alg 4 bei 595 m NN). Die Teufenerstreckung des erzführenden Bereiches der Greisenzone liegt also bei ca. 200 m.

Unter Anwendung folgender Konditionsrichtwerte

- Mindestvorratsmenge 1,3-1,5 Mio t Erz im Anstehenden
- Industrieller Minimalgehalt 0,20 % Sn im Anstehenden
- Schwellengehalt 0,12 % Sn im Anstehenden
- technologisch bedingte Mindestmächtigkeit 2,0 m

beträgt die prognostische Vorratsmenge 1,08 kt Erz mit 1940 t Sn Inhalt.

Von den 35 in den Bohrungen angetroffenen „erzführenden“ Aufschlüssen wurden 12 mit Zinngehalten  $\geq 0,12$  % Sn bestimmt, was einem Erzführungskoeffizienten von 0,34 entspricht und damit die starke Absätzigkeit ausdrückt. Die mittlere Mächtigkeit der 12 Aufschlüsse beträgt lediglich 2,2 m. Der ermittelte durchschnittliche Zinngehalt im Anstehenden beträgt 0,18 % Sn und liegt unter dem industriellen Minimalgehalt.

### 8.2.6 Bewertung des Reviers

Trotz des niedrigen Erkundungsgrades (Suchetappe) konnte das Lagerstättenmodell dieses Reviers ausreichend gut charakterisiert werden. Die zahlreichen erzgebirgisch streichenden und steil einfallenden Greisenzonen führen mehrere Greisengangabschnitte mit stark absetzigem Vererzungscharakter. Eine streichende Fortsetzung der Gangzonen Richtung SW (Vergreisungszonen am Kahleberg) ist zwar zu vermuten, doch sind hinsichtlich Vererzung keine Verbesserungen zu erwarten.

Die an den Schellerhauer Syenogranit (Typ 1) weiträumig gebundenen Greisengangzonen mit ihrer Quarz-Glimmer-Serizit-Paragenese zeichnen sich nur durch eine relativ geringe Vererzungsintensität (u. a. Sn) aus. Auch die vom Altenberger Granitstock sehr intensiv wirkenden jüngeren postmonzogranitischen Mineralisationen (Paragenese 3: Lithiumglimmer-Topas-Quarz und Paragenese 4: Quarz-Topas) brachten im weiteren Randbereich (>100 m) vom Granit-Greisenstock nur noch eine geringe Vergreisung auf den Schergangzonen mit schwachen Vererzungen (Sn, As) hervor. Die während der Suchetappe ermittelten geringen Erzmächtigkeiten, niedrigen Metallgehalte und großen Erzabsetzigkeiten führten dazu, dass die ermittelten prognostischen Vorratsmengen wichtige Konditionsparameter (Menge, Gehalte der Erze) nicht erfüllten. Unter zusätzlicher Berücksichtigung der montangeologischen Bedingungen – hohen Aufwand und Verarbeitung schwer aufberei-

barer Erze – wurden das Ergebnis der Sucharbeiten als negativ beurteilt. Trotz der günstigen Lage in unmittelbarer Nähe des damaligen Bergbau-Aufbereitungsbetriebes Zinnerz Altenberg wurde das Greisengangfeld Raupennest nicht als erkundungswürdig bewertet.

## 8.3 Revier Zinnkluft

### 8.3.1 Geographische und geologische Position

Unmittelbar nördlich der Ortslage Altenberg bzw. ca. 200 m nordwestlich der Pinge liegt das flächenmäßig kleinste, randlich der Zentrallagerstätte Altenberg gelegene Erzrevier „Zinnkluft“ (Abb. 59).

Es nimmt mit einer Längserstreckung von ca. 500 m (ONO-WSW-Richtung) und einer Breite von ca. 200 m (NNW-SSO-Richtung) eine Fläche von 0,1 km<sup>2</sup> ein, wobei die Begrenzung im Norden die Eisenbahnstrecke Altenberg-Dresden, im Osten die ehemalige Heizwerkanlage Altenberg, im Süden die Besiedlung Neustadt-Straße – Bärensteiner Straße und im Westen die Besiedlung Hirschsprunger Straße bildet.

Das Gebiet liegt in dem morphologisch wenig gegliederten (flachwelligen) Bereich der Hochfläche von Altenberg in einer Höhenlage von 750-770 m ü NN. Teils wird dieses Gelände im Bahnbereich als Bau- und Lagerfläche genutzt, überwiegend erfolgt jedoch eine landwirtschaftliche Nutzung.

Im westlichen Teil sind zahlreiche Spuren und Reste von Altbergbau vorhanden.

Das Erzrevier liegt unmittelbar nordwestlich der Zinnlagerstätte Altenberg in einem tektonisch-strukturell komplizierten, überwiegend aus Schollen von Quarzporphyr und Granitporphyr aufgebautem Abschnitt, in dem nach lokal intensiven Durchbewegungen (Bildung von Explosionsbrekzien) der (wie der Altenberger „Innengranit“) zur Gruppe der Albitgranite gerechnete Zinnklüfter Granit (Typ G 3) intrudierte.

Die erzführenden Strukturen des Gebietes sind steil einfallende erzgebirgisch streichende gangförmige Greisenerzonen im Exokontakt und kontaktparallel flach-/steilfallende Greisenerzonen im Endokontakt des Zinnklüfter Granits (Anl. 7, Abb. 69). Sie gehören somit zu zwei genetisch und altersmäßig unterschiedlichen Erzbildungsetappen der an den jüngeren spätvariszischen Intrusionskomplex gebundenen Greisenformation an. Die Erstgenannten sind Teil der an die erzgebirgisch streichende Strukturzone vom Kahleberg über Altenberg nach Bärenstein gebundene postsyenogranitische (Schellerhauer Granit G 1) Vergreisung. Letztgenannte stehen im Zusammen-

hang mit postalbitgranitischen (Altenberger „Innengranit“, Zinnklüfter Granit – G 3) Vergreisungen.

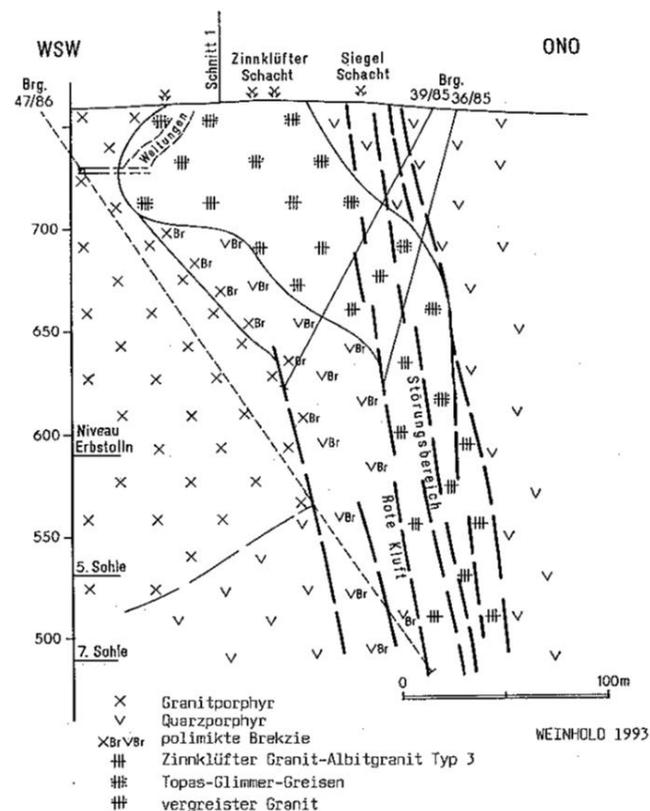


Abb. 69: Revier Zinnklüft  
Geologische Situation in einem WSW-ONO-Schnitt

### 8.3.2 Altbergbau und bergmännischer Aufschlussgrad

Die Anfänge des Bergbaues in diesem Revier reichen bis in die gleiche Zeit zurück wie am Raupennest.

Nach Archivunterlagen (JOBST, 1978) wurden folgende Gruben betrieben:

1552	St. Nicolaus
1579	Auferstehung Christi
1581	Arme Brüder
1592	Hoffnung Gottes
1620	Milde Hand Gottes

Zunächst wurden die Greisenerze im Tagebau gewonnen.

Risskundiger Altbergbau ist nur vom **nördlichen Gangzug**, der sog. „Zinnklüft“ bekannt, wo Bergbau von Mitte

16. Jh. bis Mitte 19 Jh. umging (Abb. 59). Auf einer Distanz von 170 m streichender Erstreckung sind 5 alte Schächte bekannt; u. a. der Zinnklüfter-, Glückauf- und Siegel-Tagesschacht. Nach Auffahrung des Glückauf-Stollns (1715-1731; Mundloch ca. 375 m NW Zinnklüfter Tagesschacht, 36 m Teufe u. Gelände, +728 m NN) erfolgte mit mehreren Unterbrechungen Tiefbau bis 1848. Bei Befahrungen durch die Bergsicherung 1971 wurden Weitungsbau mit 21x26 m Grundfläche und 4-6 m Höhe vorgefunden. Das nach allen Seiten vorliegende Greisenlager hatte Zinngehalte zwischen 0,27-0,44 %; im Jahre 1805 war das Zinnausbringen stark rückläufig, was einem Zinngehalt der Greisenerze von ca. 0,22 % Sn entspricht.

Der Hauptabbaubereich (Glückauf-Tagesschacht) mit altem Tagebau, Pingin, Schächten und Halden ist inzwischen durch eine noch bis 1977 betriebene Siedlungsmüllkippe größtenteils überdeckt. Die Kippe ist inzwischen mit Garagen bebaut.

Etwa 110 m SSO des Glückaufers Schachtes streicht ein **südlicher Gangzug**. Die hier seit dem 16. Jh. angelegte Grube „Zwei wunderliche Köpfe“ baute auf einem „Spangang“ (80 m Auffahrungslänge) und zwei „Stehenden Gängen“.

Ca. 220 m SO des Glückaufschachtes (also heute bereits im südwestlichen Verbruchbereich der Pingin) wurde ebenfalls auf einem erzgebirgisch streichenden Greisengang gebaut, der jedoch nur geringe Bedeutung hatte. Der mit dem Joseph und Maria Schacht betriebene Bergbau wurde 1665 schon wieder abgeworfen. Es war das obere Stollnort vom St. Erasmus-Schacht, der 1574 bereits eine Teufe von 192 m hatte und in Verbindung mit dem Pinginbruch von 1620 sehr „wandelbar“ geworden war.

### 8.3.3 Geologische Untersuchungsarbeiten

Von der Lagerstättenforschungsstelle in Freiberg wurden 1937/38 (Lafo-Akte 131401/13107) vier OT-Bohrungen auf dem nördlichen Greisenzug niedergebracht. Zwei der Bohrungen (Brg. 1 u. 4) schlossen Greisenzonen im Endo-/Exokontakt des „Zinnklüfter“ Granits auf. Bohrung 3 und 2 an der West- bzw. Nordflanke des Vorkommens waren ganz erfolglos. Die Untersuchungen, die teils eine absätzigere Vererzung in metagranitischem Greisen erbrachte, wurden mit einer negativen Einschätzung des Vorkommens beendet.

Analog zum Untersuchungsauftrag Revier „Raupennest“ wurden im nördlichen Umfeld zur Lagerstätte Altenberg (Teilobjekt Altenberg I) ebenfalls 1984/85 Sucharbeiten mittels Bohrungen konzipiert und realisiert (SCHIEMENZ u. a. 1985). Das Programm umfasste 337 m<sup>3</sup> Schurfarbeiten

(Gräben) und 6 OT-Schrägbohrungen (Alg 7, 8, 10, 36, 38, 39) mit 914 m. Im Gegensatz zum Revier „Raupennest“, welches mit einem negativen Ergebnis abschloss und geologische Folgeuntersuchungen nicht nach sich zog, wurden im Revier „Zinnkluft“ höffige Aufschlüsse erzielt, die zum Ausweis prognostischer Vorräte im Umfang von ca. 2 Mio t Greisenerz mit ca. 4400 t Sn (mittlerer Sn-Gehalt von 0,22 % - 0,20 ... 0,26 %) führten.

Dies veranlasste die Fortführung von Untersuchungsarbeiten mittels Bohrungen mit dem Ziel in einer Suchbewertungsetappe Bilanzvorräte in einer niederen Klasse (C<sub>2</sub>) auszuweisen.

Das von SEIDEL 1986 erarbeitete Projekt wurde bohrtechnisch ebenfalls 1986 mit 13 Bohrungen und 3149 m realisiert. Der Ergebnisbericht (KÜHNE, SEIDEL u. a., 1988) schloss mit dem Ausweis von Bilanzvorräten ab, die im gleichen Jahr von der Staatlichen Vorratskommission beim Ministerrat der DDR anerkannt und bestätigt wurden.

#### 8.3.4. Geologisch-tektonische Charakteristik

Die auf 6 Hauptschnitten (NW-SO) und mehreren Nebenschnitten insgesamt angelegten 19 Schrägbohrungen und 2 Schürfe der Suchprogramme 1984-85 und 1986-88 erlauben über eine streichende Erstreckung von ca. 600 m (NO-SW) und 250 m quer dazu ein ausreichend gesichertes geologisches Modell des nordwestlichen Bereiches zur Lagerstätte Altenberg (Revier Zinnkluft) einschließlich der Mineralisationstypen zu entwickeln (Beilage 3.1, Abb. 59, Abb. 69). Besonders der Zusammengehörigkeitscharakter zwischen der Lagerstätte Altenberg und dem Revier Zinnkluft in größerer Teufe wurde nachträglich vom Verfasser herausgearbeitet.

Der Aufbau des Reviers wird in der Hauptsache von den bekannten Einheiten des spätvariszischen, osterzgebirgischen Eruptivkomplexes, dem Teplitzer Quarzporphyr und dem jüngeren Granitporphyr bestimmt. Der einsprenglingsreiche **Quarzporphyr** vom Typ IIIa nimmt an der Oberfläche im zentralen Teil des Untersuchungsgebietes ein relativ geschlossenes Areal ein. Flankiert wird er im östlichen und westlichen Bereich von **Granitporphyr**, wobei sein Anteil nach der Teufe zunimmt. Der serialporphyrisch strukturierte Granitporphyr mit seinen mittel- bis sehr grobkörnigen Einsprenglingen kann als Typ II (Normalausbildung) angesprochen werden.

Im Westteil des Reviers liegt ein mindestens 100x150 m großer Bereich an der Grenzfläche Quarzporphyr und Granitporphyr als Explosionsbrekzie vor, die sich zur Oberfläche hin verjüngt und ursprünglich wahrscheinlich „blind“ im Vulkanit-/Subvulkanitkomplex endete. Innerhalb des

Brekzienkörpers setzt die „blasenförmige“ Kleinintrusion des jüngeren „**Zinnklüfter Granites**“ (Albitgranit Typ 3) auf. Sein kleinflächiger Ausbiss an der Tagesoberfläche entspricht der geringen Ausdehnung des Brekzienkörpers in diesem Niveau. Der steil nach Südost (75°) einfallende stockförmige Brekzienkörper ist dabei an den prädestinierten Kreuzungsbereich alter tektonischer Strukturen im Verlauf der „Roten Kluff“ und des Systems der „Nordstörungen“ gebunden. Diese altangelegten und mehrmals tektonisch wiederbelebten Störungssysteme stellten besonders in Kreuzungsbereichen mobile Zonen für magmatisch/vulkanitische Prozesse, also Explosionsbrekzienbildung, Magmatitaufstiegsbahnen, dar.

Während in den tieferen Bereichen (>250 m Teufe) direkt der Kreuzungsbereich zwischen „Roter Kluff“ und „Nordstörung“ als Aufstiegskanal für die präalbitgranitischen Explosionsbrekzie und den Albitgranitschlauch diente, benutzten beide Gesteine in den höheren Bereichen mehr den Störungsbereich der NW-SO-streichenden „Roten Kluff“ als Aufstiegsweg.

Die Grenzen des **Brekzienkörpers** zum intakten Nebengestein sind sowohl im Oberflächen- als auch im Flankenbereich verhältnismäßig scharf ausgebildet. Stofflich zeichnen sie sich als fest „verschweißter“ Verband von vorwiegend zentimeter- bis dezimetergroßen, meist kantigen Bruchstücken aus Quarzporphyr und ± trümervergreistem Quarzporphyr sowie Granitporphyr aus. Die Brekzien sind arm an Matrix, die – wo vorhanden – aus dem gleichen Material besteht. Bereichsweise sind gelegentlich vorhandene Hohlräume und Zwickel mit z. T. drusigen Quarz-Fluorit-Paragenesen gefüllt. Mehrfach wurden in den Bohrungen auch (vor allem in tieferen Niveaus) geringmächtige (cm-dm-Bereich) unregelmäßig verlaufende Albitgranit-Apophysen angetroffen. Im höheren Niveau treten vor allem an den Flanken verstärkt trümerartige, unregelmäßige metablastische Glimmergreisen auf. Sie sind in Verbindung mit den postalbitgranitischen Vergreisungen und Überprägungen zu sehen.

Die blasenförmige Kleinintrusion des **Zinnklüfter Albitgranits** mit einer ca. 100 m im Durchmesser großen „Beule“ im oberflächennahen Bereich, verjüngt sich nach der Teufe und spaltet in mehrere gangartige Strukturen auf. Im unmittelbaren Top- und Flankenbereich bildet der Granit gelegentlich unscharfe Kontakte zur Brekzie. Der Exokontakt wird in einer Aureole von meist nur wenigen Metern innerhalb der Brekzie von zahlreichen, geringmächtigen (bis einige Dezimeter), unregelmäßigen Apophysen durchsetzt.

Der Granit selbst ist durch jüngere metasomatische Prozesse mehr oder weniger intensiv überprägt und wurde in unveränderter Form nicht angetroffen.

Folgender zonaler Aufbau des Granitkörpers von innen nach außen (Randbereich) kann ausgehalten werden:

- stark feldspatisierter und quarzblastischer Albitgranit (Kernbereich, tiefere Flankenteile)
- metaalbitgranitischer Glimmergreisen (Top und höhere Flankenbereiche)
- metablastisch überprägter Glimmergreisen bis monomineralischer Quarz- und Glimmerfels (Stockscheiderbildungen ?!, im oberen Flankenbereich).

Strukturell und stofflich äußert sich der überwiegend stark veränderte Granit als ein klein- bis mittelkörniger, ungleichkörnig-porphyrartiger Leukogranit vom Typ eines Albitgranits. Den stofflichen Altbestand stellen Quarz, Albit, Plagioklas und Hellglimmer. Kataklasen an den Mineralen sind häufig. Quarzblastese und Feldspatitisierung (jüngerer Albit und/oder Kalifeldspat) verwischen die primäre Granitstruktur.

Kleintektonische Untersuchungen (Klüftung) waren im Revier mangels Aufschlüsse nicht möglich. Aus Bohraufschlüssen heraus und insbesondere durch geophysikalische Strukturvermessungen (LORENZ, 1981) zeichnen sich besonders 3 wesentliche **Strukturrichtungen** ab:

- SW-NO-Richtung (erzbergisch): Greisengangzonen äquivalent im Revier Rote Zeche/Neufang und Raupennest
- NW-SO-Richtung: Störungszone „Rote Kluft“ (steil nach NO einfallend) und östlich davon parallel dazu verlaufende Störungen
- O-W/ONO-WSW-Richtung: System Nordstörung (steil nach N einfallend)

Wie bereits an früherer Stelle hervorgehoben, haben besonders die „Rote Kluft“ und „Nordstörung“ sehr langzeitig mehraktige Wirkung ausgeübt, die magmakontrollierende Funktionen hatte (Aufstieg des Monzogranits- und Albitgranits von Altenberg) und lagerstättenbildende Prozesse (Vergreisung) förderte.

Die NW-Fortsetzung und der Charakter der Roten-Kluft-Zone konnte in mehreren Bohrungen beobachtet werden. Sie zeigt sich in mehreren Ästen als tektonische Brekzie mit Lettenbahnen, Lettenstörung mit Harnischrillungen und Klüftzonen.

Charakteristisch ist die intensive Rotfärbung (Hämatit) der Störungen und des Nebengesteins. Bemerkenswert ist das gehäufte Auftreten einer Barytmineralisation auf Klüften und Trümmern.

Die Fortsetzung der „Nordstörung“ in westlicher Richtung ist mit mehreren Bohraufschlüssen (41, 47/86) belegt. Sie

ist als Zone intensiver Zerruschelung und Zerklüftung, verbunden mit stärkerer hydrothermalen Zersetzung des Nebengesteins (Bleichung, Tonmineralneubildung) ausgebildet.

### 8.3.5 Erzrevier und Mineralisation

Mehraktige tektonomagmatische Kataklasten-, Intrusions-, Metasomatose- und Mineralisationsprozesse führten im Revier zu zeitlich, räumlich und strukturell differenzierbaren Greisenbildungen, zu Feldspatisierungen und zu pneumatolytisch-hydrothermalen Mineralisationen.

Folgende Lagerstättenstrukturen liegen vor:

1. Greisengangzonen im Eruptivkomplex (= Exokontakt) – zuordenbar einem älteren (postsyenogranitischen) Metasomatose-/Mineralisationsprozess (Vergreisung 1).
2. Lager- bis gangförmige Greisenzonen (= Endokontakt) im Apikal- und Flankenbereich des Zinnklüfter-Albitgranits – zuordenbar einem jüngeren (postalbitgranitischen) Metasomatose-/Mineralisationsprozess (Vergreisung 2).

#### Greisengangzonen

Sie sind an ausgeprägte Klüftungszonen in den Eruptivgesteinen gebunden. Als potentielle Träger der Zinnvererzung lassen sie sich mit denen der Reviere Rote Zeche/ Neufang und Raupennest vergleichen.

Besonders zwei Hauptgreisenzonen konnten durch Übertage- und Bohraufschlüsse im Revier erkundet werden, die sog. „Nördliche Greisengangzone“ und die „Südliche Greisengangzone“ (Abb. 59). Sie streichen erzbergisch (60-70°) und fallen steil (75-80°) nach SO ein. Verfolgen lassen sie sich über ca. 600 m, von der Hirschsprunger Straße im WSW bis in den Bereich des ehemaligen Heizwerkes im ONO. Im Südosten der beiden Gänge schließen sich weitere, doch relativ unbedeutende Greisengangzonen an (Greisenzone nördlich der Bärensteiner Straße, Altbergbau Rautenkroner Mgg).

Die genannten Greisenzonen sind bezüglich Mächtigkeit, Aufbau und Zusammensetzung als stark absätzig und differenzierte, gangartige Körper aufzufassen. Sie können als kompakte, massive Greisen (Vergreisungsintensität >90 %), als dichte Scharungen cm- bis dm-mächtiger Greisenrümer (Vergreisungsintensität >50 %) und als dichte Scharungen von cm-mächtigen Quarz-Kassiterit-Arsenopyrit-Trümmern mit Salbandvergreisungen ausgebildet sein. Im südwestlichen Abschnitt wurden Teile dieser Greisenzonen in die Brekzierung einbezogen und durch jüngere metasomatische Prozesse beeinflusst.

Die Mächtigkeiten der Greisenzonen liegen in der Regel in Größenordnungen von ca. 5-10 m. Extreme Mächtigkeiten (bis 25 m) sind in der „Südlichen Greisengangzone“ am Südkontakt des Zinnklüfter Granits zu beobachten, wo offenbar im Zusammenhang mit der Granitintrusion (G 2) jüngere Vergreisungen (II) in der präexistenten Greisenzone mit ihrer älteren Vergreisung (I) einen umfassenderen Metasomatoseprozess hervorriefen.

Die meist graugrünen bis dunkelgrünen Greisen sind je nach Ausgangsgestein dicht – metaquarzporphyrischer Greisen – bzw. feinkörnig – metagranitporphyrischer Greisen – und lassen das Eduktgefüge sowie die primären Quarzeinsprenglinge größtenteils erkennen.

Stofflich sind es überwiegend Quarz-**Glimmer-Serizit-Greisen** mit gelegentlich Kassiterit- und Arsenopyrit-Partikelchen (Paragenese 1). Lokale Greisenpartien mit Dunkelglimmer und etwas Topas sowie Kassiterit und vereinzelt Wolframit deuten auf die jüngere Lithiumglimmer-Topas-Quarzparagenese (3) hin, die im Zusammenhang mit der umfassenden postmonzogranitischen Vergreisung des Altenberger Granitstockes und in abgeschwächter Form seines Umfeldes zu sehen ist.

Die Vererzung in den Greisengangzonen stellt sich als ungleichmäßig bis stark absetzig dar.

Ermittelte Metallgehalte der Greisengangzonen (GGZ) sind wie folgt:

	Sn (%)	As (%)	W (%)
„Nördliche GGZ“	0,20	0,06	0,01
	0,16-0,23 (0,52)	0,005-0,19	0,005-0,018
„Südliche GGZ“	0,21	0,03	0,01
	0,15-0,39	0,005-0,23	0,004-0,026

Kassiterit tritt überwiegend in Verwachsungen mit Glimmer, Serizit, Quarz und selten Topas auf. Die Kornformen von Kassiterit sind isometrisch bis kurzprismatisch, häufig sind auch kataklastische Formen vorhanden. Die mittlere Korngröße des Zinnsteins ist mit 60-80 µm relativ niedrig, wobei in den metaquarzporphyrischen Greisen die Korngrößen des Kassiterits tendenziell etwas niedriger liegen als in den metagranitporphyrischen Greisen.

#### **Greisenzonen im Endokontakt des Zinnklüfter-Albitgranits**

Der metaalbitgranitische Greisen bildet im Top und höheren Flankenbereichen des beulenförmigen Albitgranitkörpers einen nahezu kompakten, kontaktparallelen „schalenförmigen“ Körper, der sich insbesondere an der Nordost-Flanke als steileinfallende Greisenerzzone in eine Teufe von ca. 150 bis maximal 200 m fortsetzt (Abb. 69). Wäh-

rend an der Erdoberfläche der Greisenkörper nur maximal 60x30 m (SW-NO-Streckung) Erstreckung aufweist, liegt in 20-25 m Teufe die größte flächenhafte Verbreitung mit 140-110 m vor. Nach der Teufe ist er nur noch – wie bereits erwähnt – an der Nordost-Flanke als schmales 5 bis max. 29 m mächtiges Lager verfolgbar.

Makroskopisch sind die Greisen als graue bis grünlich-graue, klein- bis mittelkörnige Glimmergreisen und Topas-Glimmer-Greisen ausgebildet. Primäre Quarz- und Feldspatreliekt des Granits sind gelegentlich noch mikroskopisch erkennbar.

Das Hauptgreisenmineral Glimmer wurde als Lithiumglimmer (Protolithionit) identifiziert. Mit ihm verwachsen ist Kassiterit. Gelegentlich tritt nesterförmig auch Topas in Erscheinung. Als weitere Erzminerale sind sehr selten Wolframit und Arsenopyrit in winzigen Partikelchen zu beobachten. Die mittlere Korngröße des Kassiterits liegt bei 80 µm; das Korngrößenspektrum des Kassiterits im metagranitischen Greisen ist mit dem des metagranitporphyrischen Greisen etwa identisch.

Die Vererzung der Endokontaktgreisen ist von einer starken Absätzigkeit charakterisiert. Die mittleren Metallgehalte dieser Greisen sind wie folgt:

	Sn (%)	As (%)	W (%)
Endokontaktgreisen	0,21	0,007	0,03
Streubreite	0,09-0,35	0,005-0,01	0,008-0,045

Während die Metallisation der Greisengangzonen und Endokontaktgreisen mit Zinn etwa identisch ist, sind die älteren postsyenogranitischen Gangvergreisungen deutlich arsenreicher und geringfügig ärmer an Wolfram als die jüngeren (postalbitgranitischen) Endokontaktvergreisungen.

#### **8.3.5 Bewertung des Reviers**

Im Ergebnis der Such- und Suchbewertungsarbeiten wurde das Lagerstättenmodell des Reviers mit dem Ausweis von zwei grundsätzlich verschiedenen Greisenerz-Strukturtypen wesentlich gegenüber früheren Vorstellungen präzisiert.

Sowohl auf zwei älteren erzgebirgisch streichenden Greisengangzonen als auch in einer an die kleine blasenförmige Granitintrusion gebundenen Endokontakt-Greisenzone konnten konditionsgerechte Bilanzvorräte nachgewiesen werden.

Die zentralen Teile der beiden Greisengangzonen mit einer streichenden Länge von 250 m und einer Bauhöhe von ca. 200 m (tiefstes Vererzungsniveau +530 m NN = 5. Sohle Grube Altenberg) beinhalten eine Erzmenge von 1900 kt mit 3920 t Zinninhalt. Im Endokontakt-Greisenkörper wurden bis in das Niveau +650 m NN Höhe (100 m Bauhöhe) 621 kt Roherz mit 1320 t Zinninhalt berechnet.

In einer Nutzungskonzeption (BÖRNER u. a. 1987) wurde der bergmännische Aufschluss und der Abbau der steil einfallenden Greisenerzonen nach dem bereits praktizierten Verfahren des Teilsohlenbruchbaues mit Versatz, ergänzt durch einen kleinen Tagebau zur Gewinnung der Endokontakt-Greisenerze einschließlich des erforderlichen Versatzmaterials bergbautechnisch-technologisch durchdacht.

Vorgesehen war ein Anschluss an das Grubengebäude Altenberg im Niveau +700 m NN und 530 m NN (= 5. Sohle). Als anteilige Roherzzuförderung aus diesem Revier in die Altenberger Hauptfördermenge waren 150 kt Roherz/a festgelegt. Daraus wäre eine Produktion von etwa 200 t Zinn im Konzentrat pro Jahr – bei 65 % Ausbringen – über eine Lebensdauer von ca. 17 Jahren möglich geworden.

Im Rahmen der in den 80er Jahren des 20. Jh. realisierten Sucharbeiten im unmittelbaren Umfeld der Zentrallagerstätte Altenberg gelang der einzige Nachweis von nutzungsfähigen Zinnerzvorräten im Revier Zinnkluft.

Mit der im Jahre 1989/90 einhergehenden wirtschaftlichen Umorientierung war eine ökonomische (marktwirtschaftliche) Tragfähigkeit für die Gewinnung von Zinn aus derart niedrighaltigen Erzen insgesamt nicht mehr gegeben. Die für das Revier Zinnkluft ermittelten Zinnerzmassen tragen somit nur noch den Charakter von staatlichen Zinnerz-Ressourcen im Erzgebirge.

## 9 Geochemie

### Zum quantitativen Stoffbestand der Gesteine und Erze sowie zum Verteilungscharakter einiger Elemente in der Lagerstätte

#### 9.1 Modaler Mineralbestand der Gesteine und Greisenerztypen

Der quantitative Anteil der am Aufbau der Gesteine und Greisenerze der Lagerstätte beteiligten Minerale ist in Tabelle 19 und Abbildung 70 zusammengestellt. Von 283 Dünnschliffuntersuchungen wurden die mineralischen Integrationsergebnisse erfasst (OSSENKOPF, 1969; SCHLEGEL 1975; SEIM, 1953/1983; SCHILKA, 1985) und als modale

Durchschnittswerte der Minerale für die einzelnen Gesteine und Greisenerze verrechnet.

Insgesamt zeichnen sich die Rahmengesteine der Lagerstätte (Quarzporphyr, Granitporphyr), die Granite und Greisenerze als saure bis sehr saure, quarzreiche Petrotypen aus. Extrem quarzbetont sind insbesondere der Teplitzer Quarzporphyr und die Greisenerze (TGZ, QTZ). Die Greisenerze sind als saure Metasomatoseprodukte zusätzlich stark durch einen wesentlichen Anteil an Topas betont.

Im q/gm/to+f-Diagramm (Abb. 70) kommt besonders deutlich die Entwicklung der einzelnen Granittypen  $G_{A2a-d}$  des Altenberger Außengranits durch eine Zunahme von Quarz und Glimmer und Abnahme von Feldspat zum Ausdruck.

KÜHNE (1970) verwendete dieses Diagramm zur Klassifikation der Greisen. Der schwach vergreiste Altenberger „Schnittmustergranit“  $G_{A2Z}$  liegt noch im Grenzbereich der Felder quarzarmer Glimmer-Topas-Greisen. Der weitere Vergreisungsprozess schreitet durch Zunahme von Quarz, Glimmer und Topas zur Entstehung von Topas-Glimmer-Greisen ( $TGZ_{GA2}$ ,  $TGZ_{GA3}$ ); der metagranitporphyrische Topas-Glimmer-Greisen  $TGZ_{GP}$  ist dabei etwas quarzärmer in seiner Ausbildung. Bei fortschreitender Vergreisung wird das Quarz-Topas-Greisen-Feld ( $QTZ_{GA2}$ ) erreicht, wobei eine Zunahme von Quarz und Topas, hingegen eine Abnahme des Glimmers dominant wird.

Im AQP-Diagramm nach STRECKEISEN (1964, 1967) sind die osterzgebirgischen Granite in den Feldern der Syenogranite und Monzogranite platziert (Abb. 71). Sowohl der ältere porphyrische **Granittyp von Schellerhau** ( $G_{Sch1}$ ) als auch die auf der 7. Sohle in Altenberg und in UT-Bohrungen angetroffenen Granitxenolithe vom Typ  $G_{Sch1}$  im Altenberger Granit ( $G_{A2}$ ) sind typische **Syenogranite**. Die mineralische, strukturelle und letztlich auch chemische Identität der Granitxenolithe mit dem Schellerhauer Granit Typ 1 weist auf die weite Verbreitung des Schellerhauer Granitmassivs im Untergrund hin.

Der **Altenberger Außengranit** (Typ  $G_{A2}$ ) hingegen ist ein typischer Vertreter eines **Monzogranits**. Als eine Folge der Magmenentwicklung/-spezialisierung ist besonders die gerichtete modale Veränderung der vier Granituntertypen des Altenberger Außengranits  $G_{A2a-d}$  zu werten. In den Varietäten  $G_{A2a-d}$  steigt der Volumenanteil an Quarz, Glimmer und Na-Plagioklas kontinuierlich an, hingegen fällt der Anteil von Orthoklas auf reichlich die Hälfte (Tab. 19, Abb. 70). Instrukтив verläuft die Entwicklung des  $G_{A2a-d}$  im Diagramm nach STRECKEISEN (Abb. 71) durch das gesamte Feld des Monzogranits, also vom Monzogranit mit syenogranitischer Tendenz ( $G_{A2a+b}$ ) einerseits bis granodioritischer Tendenz ( $G_{A2d}$ ) andererseits. Die modale mineralische Entwicklung der Granittypen wird auch hier mit

einer Zunahme von Quarz und Plagioklas sowie Orthoklas-abnahme deutlich. Interessant ist weiterhin der Modus des jüngeren mittelkörnigen Schellerhauer Granits  $G_{Sch2}$  als

Vertreter eines Monzogranits, wobei er magmenentwicklungsseitig als Äquivalent zum Altenberger  $G_{A2}$  aufgefasst werden kann.

Tab. 19: Modale mineralische Zusammensetzung der Gesteine und Greisen in der Zinnerzlagertstätte Altenberg

Symbol	Gestein, Greisenerze	Volumenprozent						Anzahl der Proben	Autor*
		Quarz	Glimmer	Kali-feld-spat	Na-Ca-Feld-spat	Topas	Akzess		
QP	Quarzporphyr	65	5	25	5	-	-	2	c
GP	Granitporphyr	32	12	34	21	-	1	6	b, c
	<b>Schellerhauer Granit</b>								
$G_{Sch1}$	Syenogranit (älterer porphyrischer Typ)	36	5	42	16	0,5	0,2	2	d
$G_{Sch2}$	Monzogranit (jüngerer mittelkörniger Typ)	31	6	31	30	1	0,6	2	d
	Xenolithe vom Schellerhauer Granit ( $G_{Sch1}$ ) im Altenberger Granit ( $G_{A2}$ )	35	4	40	18	1	2	5	c
	<b>Altenberger Granit (Außengranit)</b>								
$G_{A2}$	Monzogranit								
$G_{A2a}$	älterer Aplitgranit	33	2	42	23	-	-	1	c
$G_{A2b}$	feinkörniger Monzogranit-Normaltyp	34	4	38	22	1	1	30	a, c
$G_{A2c}$	kleinkörniger Monzogranit	35	5	32	26	1	1	5	c
$G_{A2d}$	jüngerer Aplitgranit	40	10	20	30	-	-	2	c
	<b>Greisenerze</b>								
$G_{A2Z}$	Kluftvergreister Monzogranit (Schnittmustergranit)	50	18	15	13	1,8	1,6	18	a, c
$TGZ_{GA2}$	metamonzogranitischer Topas-Glimmer-Greisen	55	29	0,2	-	14,2	1,6	132	a, b, c
$QTZ_{GA2}$	metamonzogranitischer Quarz-Topas-Greisen	68	0,3	0,2	-	22,9	8,6	46	a, b, c
$TGZ_{GP}$	metamonzogranitporphyrischer Topas-Glimmer-Greisen	47	33	1	-	16,6	2,4	4	a, b, c
	<b>Altenberger Granit (Innengranit)</b>								
$G_{A3}$	Albitgranit	26	3	34	35	-	2	5	a
$G_{A3K}$	kalifeldspatisierter Albitgranit	3	-	59	37	-	1	4	a
$G_{A3Na}$	albitisierter Albitgranit - Albitit	9	2	42	46	-	1	5	a, c
	<b>Greisen</b>								
$G_{A3Z}$	kluftvergreister Albitgranit	35	14	15	32	3,4	0,6	12	a
$TGZ_{GA3}$	metaalbitgranitischer Topas-Glimmer-Greisen	58	34	-	-	8	-	2	c

\* a - OSSENKOPF, 1969; b – SCHLEGEL, 1975; c – SCHILKA, 1985; d – SEIM 1953/1982

Ähnliches trifft auch für den **Granitporphyr** zu. Seine Lage im „Monzogranitfeld“ (zwischen  $G_{A2b}$  und  $G_{A2c}$ ) deklariert ihn im Streckeisen-Diagramm als **Rhyodazit-Subvulkanit**. Der sehr quarzbetonte **Teplitzer Quarzporphyr** liegt hingegen als Magmentyp im Feld eines Quarzgranits bzw. **Quarzhyliths**.

Der **Altenberger Innengranit** liegt im Streckeisen-Diagramm zwar im Feld des monzogranitischen Magmentyps, doch wird er aufgrund seiner relativen Armut an Quarz und Glimmer und seines Reichtums an Albit als typischer **Albitgranit** plaziert, was Ausdruck einer weiteren Magmenspezialisierung ist.

Auffällig ist auch die gute lagemäßige Übereinstimmung der modalen Parameter bzw. Lagepunkte im Diagramm der von LANGE, H. u. a. 1972 für das Osterzgebirge angegebenen Granitintrusionsphasen mit den im Altenberger Lagerstättenrevier spezifizierten Granittypen (Abb. 71). Die von LANGE u. a. vorgelegte Gliederung des osterzgebirgischen Teilplutons kann für den Raum Altenberg wie folgt präziert werden (Tab. 20).

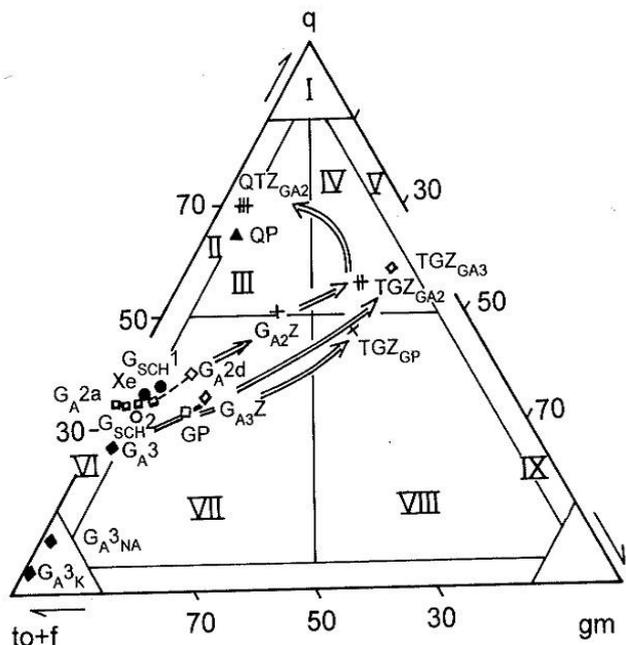


Abb. 70: Modalbestand der Greisens und ihrer Ausgangsgesteine im Klassifikationsschema der Greisens nach KÜHNE (1970)

I – Quarzgreisens; II – Quarz-Topas-Greisens; III – Glimmer-Topas-Greisens; IV – Topas-Glimmer-Greisens; V – Quarz-Glimmer-Greisens; VI – quarzarmer Topas-Greisens; VII – quarzarmer Glimmer-Topas-Greisens; VIII – quarzarmer Topas-Glimmer-Greisens; IX – quarzarmer Glimmergreisens

- ▲ QP – Quarzporphyr
- GP – Granitporphyr
- G<sub>Sch1</sub> – Granit von Schellerhau (älterer porphyrischer Typ)
- Xe – Xenolithe von Typ G<sub>Sch1</sub> im Altenberger Granit G<sub>A2b</sub>
- G<sub>Sch2</sub> – Granit von Schellerhau (jüngerer mittelkörniger Typ)
- G<sub>A2a</sub> – älterer Aplitgranit von Altenberg
- G<sub>A2b</sub> – feinkörniger Granit von Altenberg (Normaltyp)
- G<sub>A2c</sub> – feinkörniger Granit von Altenberg
- G<sub>A2d</sub> – jüngerer Aplitgranit von Altenberg
- ◆ G<sub>A3</sub> – Albitgranit von Altenberg
- ◆ G<sub>A3Na</sub> – albitisierter Albitgranit (sog. „Albitit“)
- ◆ G<sub>A3K</sub> – kalifeldspatisierter Albitgranit
- ◇ G<sub>A3Z</sub> – kluftvergreister Albitgranit
- ◇ TGZ<sub>GA3</sub> – metaalbitgranitischer Topas-Glimmer-Greisens
- ⊕ TGZ<sub>GA2</sub> – metagranitischer Topas-Glimmer-Greisens
- ⊞ QTZ<sub>GA2</sub> – metagranitischer Quarz-Topas-Greisens
- × TGZ<sub>GP</sub> – metagranitporphyrischer Topas-Glimmer-Greisens

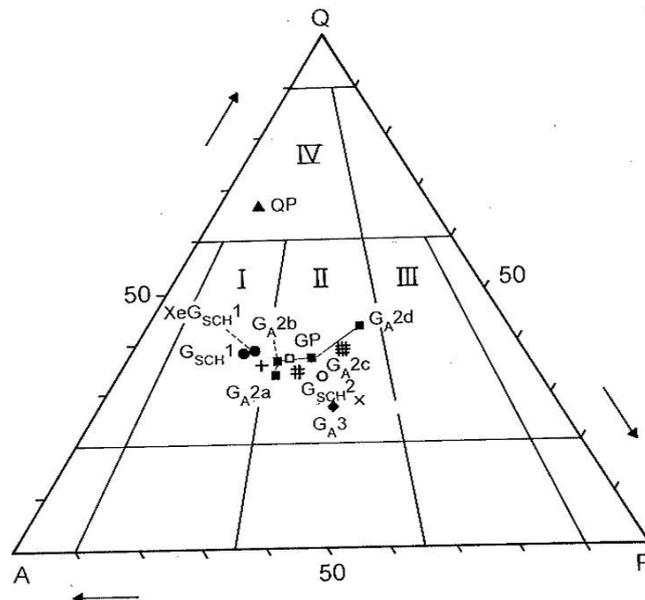


Abb. 71: Ergebnisse der Modalanalyse für Granite von Schellerhau und Altenberg sowie Quarzporphyr und Granitporphyr im Konzentrationsdreieck Quarz-Alkalifeldspat-Plagioklas (nach STRECKEISEN 1964 und 1967)

- ▲ QP – Quarzporphyr
  - GP – Granitporphyr
  - G<sub>Sch1</sub> – Granit von Schellerhau (älterer porphyrischer Typ)
  - Xe – Xenolithe von Typ G<sub>Sch1</sub> im Altenberger Granit G<sub>A2b</sub>
  - G<sub>Sch2</sub> – Granit von Schellerhau (jüngerer mittelkörniger Typ)
  - G<sub>A2a</sub> – älterer Aplitgranit von Altenberg
  - G<sub>A2b</sub> – feinkörniger Granit von Altenberg (Normaltyp)
  - G<sub>A2c</sub> – feinkörniger Granit von Altenberg
  - G<sub>A2d</sub> – jüngerer Aplitgranit von Altenberg
  - ◆ G<sub>A3</sub> – Albitgranit von Altenberg
- Intrusionsphasen osterzgebirgischer Granite nach LANGE, H. u. a. 1972
- ⊕ JG 1 – junger Granit Schellerhau
  - ⊞ JG 2 – junger Granit Schellerhau und Altenberg
  - ⊞ JG 3 – junger Granit Altenberg
  - × JGm – junger metasomatisch veränderter Granit Altenberg
- I Syenogranit
  - II Monzogranit (Rhyodazit)
  - III Granodiorit
  - IV Quarzgranit (Quarzrhyolith)

Tab. 20: Gliederung und Zuordnung der Granite im Raum Altenberg

	Intrusivphasen (im Sinne von KOPTEV-DVORNIKOV, 1952)		Granite Osterzgebirge (Gliederung n. LANGE, 1972)	Gliederung und Zuordnung der Granite Raum Altenberg	
Granite des Jüngerer Intrusivkomplex JG im Erzgebirge	Spätmagmatische metasomatisch veränderte Fazies der Granite des Jüngerer Intrusivkomplexes	JG <sub>m</sub>	Granitstock von Altenberg	Albitgranit (Innengranit) Lagerstätte Altenberg	G <sub>A3</sub>
	Zweite zusätzliche Intrusion	JG <sub>3</sub>	Granitstock von Altenberg	Monzogranit (Außengranit) der Phasen 2c und 2d in der Lagerstätte Altenberg	G <sub>A2d</sub> G <sub>A2c</sub>
	Erste zusätzliche Intrusion	JG <sub>2</sub>	Granitstock von Markersbach, Granitmassiv von Schellerhau (Typ Bärenfels Nord), Granitstock von Altenberg	Monzogranit von Schellerhau (jüngerer mittelkörniger Typ) und Monzogranit (Außengranit) der Phasen 2a und 2b (Normaltyp) in der Lagerstätte Altenberg	G <sub>A2b</sub> G <sub>A2a</sub> G <sub>Sch2</sub>
	Hauptintrusivphase	JG <sub>1</sub>	Granitmassiv von Schellerhau, Typ Weißeritztal	Syenogranit von Schellerhau (älterer porphyrischer Typ)	G <sub>Sch1</sub>

## 9.2 Makrochemismus der Gesteine und Greisenerztypen

Von den einzelnen Gesteinen und Greisenerzen wurden insgesamt 220 Vollanalysen erfasst (KALWEIT & WAWRA 1969; OSSENKOPF & HELBIG, 1969; Zentrallabor Grüna SDAG Wismut 1984, SCHILKA, 1985) und als Mittelwerte der einzelnen Komponenten für die einzelnen Gesteinsty-

pen berechnet (Tab. 21). Sowohl die Vulkanite als auch die Granitphasen und -typen sowie die Greisenerztypen lassen im Bestand der chemischen Hauptkomponenten charakteristische Unterschiede erkennen. Allen Gesteinen gemeinsam ist der saure, also kieselsäurereiche Charakter. Besonders von den älteren zu den jüngeren Granitphasen wird eine gerichtete Verteilung der Durchschnittswerte bei zahlreichen Hauptkomponenten ersichtlich (Tab. 21).

Tab. 21: Hauptelementgehalte der Gesteine und Greisen in der Zinnerzlagerstätte Altenberg

		SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	F	M
Quarzporphyr		72,4	14,2	0,8	2,8	0,5	1,2	1,0	5,4	0,2	1,5	22
Granitporphyr		67,8	14,7	2,1	3,8	0,9	2,1	2,1	5,4	0,6	0,5	26
<b>Syenogranit Schellerhau</b>												
Xenolith G <sub>Sch1</sub> in G <sub>A2</sub>		74,7	12,7	0,4	2,1	0,3	1,6	3,3	4,2	0,1	0,6	11
<b>Monzogranit</b> Altenberg	G <sub>A2</sub>	73,4	14,2	0,2	2,0	0,3	1,1	3,6	4,4	0,2	0,6	46
älterer Aplitgranit	G <sub>A2a</sub>	68,8	17,2	0,3	1,3	0,4	1,2	5,0	5,0	0,3	0,5	4
feinkörn. Monzogranit-Normaltyp	G <sub>A2b</sub>	73,6	13,9	0,2	2,1	0,3	1,2	3,6	4,2	0,2	0,7	33
kleinkörniger Monzogranit	G <sub>A2c</sub>	74,6	13,5	0,1	2,0	0,2	1,0	3,4	4,6	0,1	0,4	7
jüngerer Aplitgranit	G <sub>A2d</sub>	75,5	13,6	0,1	2,4	0,5	0,8	2,5	4,5	0,1	-	2
<b>Albitgranit</b> Altenberg	G <sub>A3</sub>	72,0	15,2	0,6	0,5	0,1	0,4	6,3	4,5	0,2	0,2	14
Feldspatit	Fst	67,7	18,3	0,4	0,7	0,3	0,8	6,9	4,5	0,2	0,2	13
<b>Greisenerztypen</b>												
Topas-Glimmer-Greisen	TGZ	70,6	13,7	4,0	4,5	0,3	1,2	0,2	2,6	0,1	2,8	51
Quarz-Topas-Greisen	QTZ	76,5	14,0	0,6	4,5	0,2	0,6	0,1	0,4	0,1	3,0	11
quarzporphyr. TGZ	TGZ <sub>QP</sub>	78,1	11,5	1,9	1,5	0,4	0,9	0,2	3,5	0,1	1,9	6
granitporphyr. TGZ	TGZ <sub>GP</sub>	68,3	13,5	5,4	5,0	0,3	1,6	0,3	3,4	0,2	2,0	15
<b>Pyknit</b>	Pg	64,8	21,0	0,7	4,3	0,3	0,8	0,2	2,1	0,2	5,6	5

Analysenherkunft: KALWEIT & WAWRA, 1969; OSSENKOPF & HELBIG, 1969; Betriebsunterlagen ZA (ZL Grüna, SDAG Wismut) 1984; SCHILKA, 1985

So ist von dem älteren Syenogranit (Xenolithe vom älteren Schellerhauer Granit - G<sub>Sch1</sub>) über Altenberger Monzogranit (G<sub>A2</sub>) zu dem jüngeren Altenberger Albitgranit (G<sub>A3</sub>) – identisch zu der von LANGE u. a. 1972 genannten temporären Reihenfolge der jüngeren Granitphasen JG1-3 und der

jüngsten metasomatisch veränderten Granitfazies JG<sub>m</sub> – eine Zunahme der Komponenten Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> und Na<sub>2</sub>O, hingegen eine Abnahme bei FeO, MgO und CaO angezeigt. Diese stofflich-temporäre Entwicklung weist auf Differentiationsvorgänge bzw. eine Magmenentwicklung hin.

Die stoffliche Spezialentwicklung der vier Granitteilintrusionsphasen  $G_A2a-d$  innerhalb der Altenberger Monzogranitintrusion wird ebenfalls sehr deutlich durch eine Zunahme von  $SiO_2$  und Abnahme von  $Al_2O_3$ ,  $CaO$ ,  $Na_2O$ ,  $K_2O$  und  $TiO_2$  von den älteren zu den jüngeren Typen (Tab. 21). In seiner chemischen und damit auch modalen mineralischen Zusammensetzung ist die älteste Monzogranitintrusion ( $G_A2a$ ) mit ihrem relativ niedrigen  $SiO_2$ -Gehalt und andererseits hohen  $Na_2O$ - und  $K_2O$ -Gehalten etwas exponiert.

Zur Charakterisierung einer Magmenentwicklung erwies sich die Darstellung des  $SiO_2$ -Anteils im Verhältnis zur Summe  $TiO_2 + CaO + MgO$  als günstig, also ein Vergleich von leukokraten und melanokraten Bestandteilen in den Graniten. Für die einzelnen Granittypen im Raum Altenberg konnte eine dem relativen Alter entsprechende geochemische orientierte Reihenfolge dargestellt werden (SCHILKA, 1987; Abb. 72).

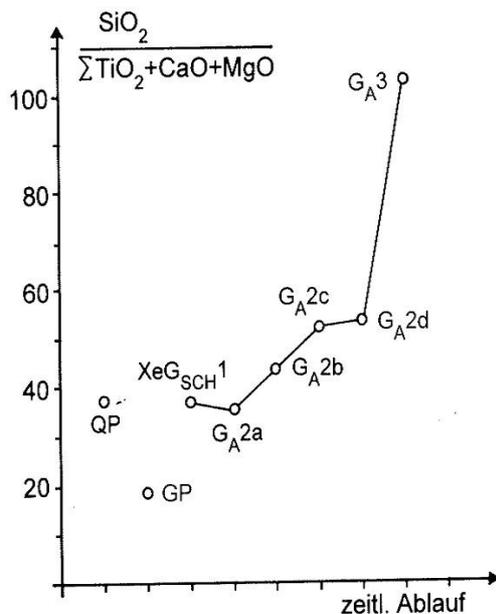


Abb. 72: Schema der Magmenentwicklung für Vulkanite und Granite im Raum Altenberg

Bei den Greisenerztypen ist der hohe  $SiO_2$ - und F-Gehalt durch Zuführung beider Komponenten während des Metasomatoseprozesses charakteristisch. Andererseits führte dieser Prozess zur Zerstörung der Feldspäte in den Graniten und damit zur Abfuhr der Komponenten  $Na_2O$  und  $K_2O$  bei der Bildung der Greisen, die sich durch niedrige Alkali-Gehalte auszeichnen (Abb. 73). Bei den randlich zum Vergreisungszentrum gelagerten quarzporphyrischen und granitporphyrischen Topas-Glimmer-Greisen ist jedoch auch zu erkennen, dass der Vergreisungsprozess nicht so intensiv war, da besonders noch relativ hohe  $K_2O$ -Gehalte in

diesen Greisertypen anwesend sind, was auch die Modalanalysen (noch Anwesenheit von Kalifeldspat) dieser Typen bestätigen.

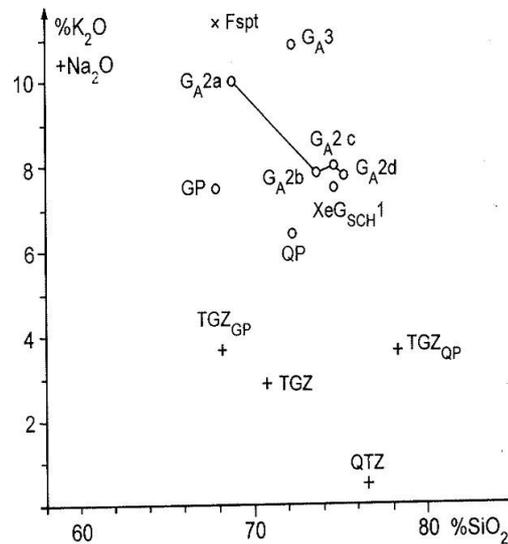


Abb. 73: Verteilung der Granit- und Greisertypen im Diagramm  $K_2O + Na_2O/SiO_2$

### 9.3 Mikrochemismus der Gesteine und Greisenerztypen

Spurenelementbestimmungen an Gesteinen und Greisenerzen von Altenberg liegen in relativ großer Anzahl aus unterschiedlichen Quellen (Diplomarbeiten, Dissertationen, Forschungsberichten) und Zeitebenen vor. Die Daten sind oftmals in sich heterogen und qualitativ sehr unterschiedlich zu bewerten.

Seit 1983 konnte im Betrieb Zinnerz Altenberg mittels eines sehr modernen Analysenautomaten (Vielkanal-Röntgenfluoreszenzanalysator VKR 300) ein sehr breites Spektrum von Elementen mit hoher Präzision sehr effektiv bestimmt werden. Die Repräsentanz der Analysenwerte wurde durch umfangreiche Test- und Kontrollserien mit dem Kernforschungsinstitut Rossendorf gesichert. Die Bestimmung der SE-Gehalte erfolgte durch JUST (1984) an der Universität Leipzig.

Die in Tabelle 22 vorgelegten Daten stammen aus 386 petrographisch wohldefinierten Proben der Rahmengesteine, Granit- und Greisenerztypen aus der Grube Altenberg und der unmittelbaren Umgebung. Weiterhin wurden auch einige Speziesarten (u. a. Feldspat-Stockscheider, Kappenquarz-Zone, Pyknit, Graue Zone, Albitit und verschiedene Glimmer) analytisch untersucht, wobei bei diesen nicht die gesamte Elementpalette bestimmt wurde.

Tab. 22: Spurenelementgehalte (g/t) der Gesteine, Erze und einiger Spezies von Altenberg

	n	Sn	W	Mo	Bi	As	Pb	Zn	Cu	Li	Rb	Cs
Paragneis Gn	12	150	55	90	70	13	45	52	27	70	135	6
Quarzporphyr QP	38	142	25	41	84	82	30	47	29	50	320	24
Granitporphyr GP	17	160	29	106	90	25	26	213	21	133	300	34
Schellerhauer Granit G <sub>Sch1</sub>	11	167	34	68	85	90	90	127	20	680	1120	42
Altenberger Monzogranit G <sub>A2a-d</sub>	73	140	28	51	73	79	47	63	16	588	850	36
Altenberger Albitgranit G <sub>A3</sub>	32	84	28	14	64	45	12	35	19	100	293	15
Altenberger Monzogranit Typ G <sub>A2a</sub>	13	94	8	31	122	74	70	68	18	350	730	38
Altenberger Monzogranit Typ G <sub>A2b</sub>	35	146	33	70	61	86	43	73	15	685	867	37
Altenberger Monzogranit Typ G <sub>A2c</sub>	22	151	31	37	63	75	45	48	18	454	501	36
Altenberger Monzogranit Typ G <sub>A2d</sub>	3	180	60	80	80	58	50	25	12	550	850	17
Schnittmustergranit G <sub>A2Z</sub>	36	761	78	52	119	511	25	48	18	1050	1963	37
Topas-Glimmer-Greisen TGZ	83	2643	266	212	166	449	19	61	39	1920	2088	45
Quarz-Topas-Greisen QTZ	42	4598	325	93	238	154	12	44	27	222	420	12
metaquarzporphyrischer TGZ <sub>OP</sub>	9	694	65	59	193	185	53	65	75	120	1320	35
metagranitporphyrischer TGZ <sub>GP</sub>	10	852	111	185	160	108	25	250	23	350	1480	43
Feldspat-Stockscheider	7	179	60	25	100	62	30	38	21	1500	1988	8
Kappenquarz-Zone	4	150	16	15	88	42	12	27	15	230	332	12
Pyknit	4	228	38	50	n. b.	33	10	n. b.	21	2325	1890	42
Graue Zone	6	122	40	40	n. b.	2346	1950	38				
Albitit	2	150	12	5	94	41	n. b.	30	n. b.	n. b.	592	n. b.

rechte Fortsetzung Tabelle 22:

	Be	Ba	Sr	B	Ga	Ge	Ti	Zr	Hf	Sc	Nb	Ta
Paragneis Gn	n. b.	500	400	20	20	n. b.	300	600	7	15	n. b.	1,2
Quarzporphyr QP	9	675	700	20	24	8	1340	214	7	5	38	2,5
Granitporphyr GP	14	485	247	27	29	n. b.	2150	366	11	7,4	20	1,2
Schellerhauer Granit G <sub>Sch1</sub>	21	330	380	16	42	n. b.	1900	173	9,2	9,1	27	15
Altenberger Monzogranit G <sub>A2a-d</sub>	9	167	218	10	44	n. b.	656	132	7,2	7,2	33	16
Altenberger Albitgranit G <sub>A3</sub>	5,3	268	190	20	58	7	122	44	7	3,7	37	32
Altenberger Monzogranit Typ G <sub>A2a</sub>	4	174	240	20	45	n. b.	1548	117	5	5	27	14
Altenberger Monzogranit Typ G <sub>A2b</sub>	10	170	150	9	46	n. b.	672	153	8	7	33	17
Altenberger Monzogranit Typ G <sub>A2c</sub>	10	158	350	10	42	n. b.	579	119	8	8	34	15
Altenberger Monzogranit Typ G <sub>A2d</sub>	10	137	190	15	40	n. b.	300	70	3,4	4	45	22
Schnittmustergranit G <sub>A2Z</sub>	6	85	110	8	28	8	160	70	8,5	7,5	53	17
Topas-Glimmer-Greisen TGZ	8	77	19	12	11	13	135	42	7,5	9	60	31
Quarz-Topas-Greisen QTZ	4	65	13	15	10	8	128	13	7	7	66	32
metaquarzporphyrischer TGZ <sub>OP</sub>	8	515	n. b.	20	24	n. b.	700	102	9	9	42	2
metagranitporphyrischer TGZ <sub>GP</sub>	15	298	n. b.	25	25	n. b.	1800	350	11	11	40	5
Feldspat-Stockscheider	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	20	6	n. b.	n. b.	0,9	7	46	20
Kappenquarz-Zone	n. b.	0,7	5	5	11							
Pyknit	n. b.	35	30	10	n. b.	22	90	n. b.	0,5	13	82	36
Graue Zone	10	n. b.	51	n. b.	51	n. b.	60	67	n. b.	8	74	29
Albitit	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	83	n. b.	50	35				

rechte Fortsetzung Tabelle 22:

		Th	U	Seltene Erden							
				La	Ce	Nd	Sm	Eu	Tb	Yb	Lu
Paragneis	Gn	13	3,8	41	88	40	7	1,6	0,7	3,2	0,6
Quarzporphyr	QP	36	6	39	47	52	6,5	0,24	1,2	4,2	0,7
Granitporphyr	GP	23	5,7	53	60	68	10	1,4	1,7	4,5	0,7
Schellerhauer Granit	G <sub>Sch1</sub>	40	13	50	101	57	11	0,49	2,0	8,5	1,9
Altenberger Monzogranit	G <sub>A2a-d</sub>	28	21	30	77	39	9	0,24	1,8	8,5	1,7
Altenberger Albitgranit	G <sub>A3</sub>	12	12	24	84	14	1,9	0,05	0,4	4,5	1,2
Altenberger Monzogranit	Typ G <sub>A2a</sub>	25	21	48	90	60	17	0,25	2,5	9	1,9
Altenberger Monzogranit	Typ G <sub>A2b</sub>	11	24	31	83	43	10	0,25	1,9	8	1,6
Altenberger Monzogranit	Typ G <sub>A2c</sub>	25	14	26	70	25	9	0,25	1,2	11,5	1,7
Altenberger Monzogranit	Typ G <sub>A2d</sub>	5	10	5	18	15	1,9	0,1	2,0	8,5	0,78
Schnittmustergranit	G <sub>A2Z</sub>	31	17	33	94	48	10	0,18	2,0	12	2,1
Topas-Glimmer-Greisen	TGZ	41	35	27	80	37	7,4	0,09	1,3	8	1,6
Quarz-Topas-Greisen	QTZ	100	61	15	40	18	4	0,07	0,9	5,8	1,2
metaquarzporphyrischer	TGZ <sub>QP</sub>	32	8	32	63	63	7,6	0,15	1,4	6,0	0,8
metagranitporphyrischer	TGZ <sub>GP</sub>	25	8,5	36	78	78	10	0,8	1,7	6,7	0,8
Feldspat-Stockscheider		n. b.	12	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.
Kappenquarz-Zone		2	2	4	14	5	0,9	0,1	0,2	3,0	0,3
Pyknit		3	1,5	4,9	21	8	1,1	0,05	0,3	1,0	0,15
Graue Zone		4	2	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.
Albitit		13	24	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.

Tab.23: Anreicherungsfaktoren der Elemente in den Graniten von Schellerhau und Altenberg (Monzo-, Albitgranit) zum Clarkwert der Granite (weltweit) nach VINOGRADOV 1962)

	Sn	W	Mo	Bi	As	Pb	Zn	Cu	Li	Rb	Cs
Clarkwert (g/t) für Granite nach VINOGRADOV 1962	3	1,5	1	0,01	1,5	20	60	20	40	200	5
Anreicherungsfaktoren im											
Schellerhauer Granit G <sub>Sch1</sub>	56	23	68	8500	60	4,5	2,1	1	17	11	8,5
Altenberger Monzogranit G <sub>A2</sub>	47	19	61	7300	53	2,3	1,0	0,8	15	8,5	7,2
Altenberger Albitgranit G <sub>A3</sub>	28	19	14	6400	30	0,6	0,6	0,95	2,5	6,5	3,0

rechte Fortsetzung Tabelle 23:

	Be	Ba	Sr	B	Ga	Ge	Ti	Zr	Hf	Sc	Nb	Ta
Clarkwert (g/t) für Granite nach VINOGRADOV 1962	5,5	830	300	15	20	1,4	2300	200	1	3	20	3,5
Anreicherungsfaktoren im												
Schellerhauer Granit G <sub>Sch1</sub>	3,8	0,4	1,3	1,1	2,1	n. b.	0,8	0,9	9	3,0	1,3	4,3
Altenberger Monzogranit G <sub>A2</sub>	1,6	0,2	0,7	0,7	2,2	n. b.	0,3	0,7	7	2,4	1,6	4,6
Altenberger Albitgranit G <sub>A3</sub>	0,95	0,3	0,6	1,3	2,9	n. b.	0,05	0,2	7	1,2	1,8	9,1

rechte Fortsetzung Tabelle 23:

	Th	U	Seltene Erden							
			La	Ce	Nd	Sm	Eu	Tb	Yb	Lu
Clarkewert (g/t) für Granite nach VINOGRADOV 1962	18	3,5	60	100	46	9	1,5	2,5	4,0	1,0
Anreicherungs-faktoren im										
Schellerhauer Granit $G_{Sch1}$	2,2	3,7	0,8	1,0	1,2	1,2	0,3	0,8	2,1	1,9
Altenberger Monzogranit $G_{A2}$	1,6	6,0	0,5	0,8	0,8	1,0	0,16	0,7	2,1	1,7
Altenberger Albitgranit $G_{A3}$	0,7	3,4	0,4	0,8	0,3	0,2	0,03	0,2	1,1	1,2

Tab. 24: Anreicherungs-faktoren der Elemente in den Greisenerztypen zum Altenberger Monzogranit ( $G_{A2}$ )

	Sn	W	Mo	Bi	As	Pb	Zn	Cu	Li	Rb	Cs
Schnittmustergranit $GZ/G_{A2}$	5,4	2,8	1,3	1,6	6,5	0,5	0,8	1,1	1,8	1,2	1,02
Topas-Glimmer-Greisen $TGZ/G_{A2}$	18,9	9,5	4,2	2,3	5,7	0,4	1,0	2,4	3,3	2,5	1,3
Quarz-Topas-Greisen $QTZ/G_{A2}$	32,8	11,6	1,8	3,2	1,9	0,3	0,7	1,7	0,4	0,2	0,3

rechte Fortsetzung Tab.24:

	Be	Ba	Sr	B	Ga	Ge	Ti	Zr	Hf	Sc	Nb	Ta
Schnittmustergranit $GZ/G_{A2}$	0,7	0,5	0,5	0,8	0,6	n. b.	0,24	0,53	1,2	1,04	1,6	1,1
Topas-Glimmer-Greisen $TGZ/G_{A2}$	0,9	0,5	0,08	1,2	0,25	n. b.	0,22	0,32	1,0	1,25	1,8	1,9
Quarz-Topas-Greisen $QTZ/G_{A2}$	0,4	0,4	0,06	1,5	0,22	n. b.	0,20	0,1	1,0	1,0	2,0	2,0

rechte Fortsetzung Tab. 24:

	Th	U	Seltene Erden							
			La	Ce	Nd	Sm	Eu	Tb	Yb	Lu
Schnittmustergranit $GZ/G_{A2}$	1,1	0,8	1,1	1,22	1,23	1,1	0,75	1,1	1,4	1,23
Topas-Glimmer-Greisen $TGZ/G_{A2}$	1,5	1,7	0,9	1,04	0,95	0,82	0,37	0,72	0,94	0,94
Quarz-Topas-Greisen $QTZ/G_{A2}$	3,6	2,9	0,5	0,52	0,46	0,44	0,5	0,5	0,68	0,70

Für die meisten untersuchten Elemente in den Paragneisen der relativ kleinen Gesteinsscholle nördlich der Lagerstätte Altenberg sind die Gehalte ähnlich denen der Parametamorphite des Erzgebirges. Ob die höheren Gehalte an Sn, W, Mo, Bi, As, Li, Rb einer primären Veranlagung oder einer sekundären Beeinflussung durch die Lagerstätten-Aureole zu zuschreiben sind, kann nicht ad hoc beantwortet werden, bisherige Meinungen dazu neigten stets zum letzteren Aspekt.

Betrachtet man die Spurenelementgehalte im zeitlich nacheinander entstandenen Quarzporphyr und Granitporphyr (Vulkanit, Subvulkanit), so ist nur bei einem Teil der Elemente eine leichte Erhöhung im Granitporphyr festzustellen (Sn, W, Mo, Zn, Li, Cs, Be, Ti, Zr, Hf, Sc, SE).

Sehr interessante Entwicklungen der Spurenmetallgehalte sind in den drei nacheinander entstandenen Granitintrusionen angezeigt. Die meisten Spurenmetalle sind in der ersten Intrusion (Schellerhauer Granit) am höchsten und neh-

men über die zweite (Altenberger Monzogranit) zur dritten Intrusion (Altenberger Albitgranit) ab, besonders bei Zinn, Lithium und Rubidium ist dies der Fall. Neben einer starken modalen mineralischen Veränderung besonders im Albitgranit scheint dies aber vor allem Ausdruck einer Fraktionierung von Metallkomponenten aus dem zunächst undifferenzierten Magma für  $G_{Sch1}$  zu den differenzierten Typen  $G_{A2}$  + hochfluiden „Erzlösungen“ und Typ  $G_{A3}$  zu sein; die Magmatite nacheinanderfolgender Intrusionen werden durch zwischenzeitliche Erz-Lagerstättenbildungen metallärmer.

Im Albitgranit  $G_{A3}$  ist besonders für Nb, Ta, (B, Ga) eine Zunahme der Gehalte festzustellen. Dieser stark feldspatbetonte Granit scheint submikroskopische Nb-Ta-Mineralen zu führen.

Bei den 4 Granitphasen  $G_{A2a-d}$  der Altenberger Monzogranitintrusion sind markante Tendenzen in der Spurenmetallführung kaum wahrzunehmen. Schwache Zunahme

bei Sn, W, Mo, Nb, Ta von  $G_{A2a}$  bis d ist angedeutet, schwache Abnahme hingegen bei As, Pb, Zn, Cu, Cs, Ba, Ti, Th, U und SE, eine pulsierende Entwicklung (Zunahme der Gehalte von  $G_{A2a}$  zu b und auf abgesenktem Niveau wieder Zunahme von  $G_{A2e}$  zu d) bei W, Mo, Cu, Li, Rb.

Markante Elementverteilungen sind in den verschiedenen Greisenerztypen zu beobachten. Bei zunehmender Vergreisungsintensität vom schwach vergreisten „Schnittmustergranit“ über den Topas-Glimmer betonten TGZ zum Quarz-Topas betonten QTZ sind folgende Elementkonzentrationen angezeigt:

- Im „Schnittmustergranit“ treten die höchsten Gehalte an As, Pb, Ba, Sr, Ga, Ti, Zr, Hf und SE auf. Die Gehalte fallen zum TGZ und weiter zum intensivst vergreisten QTZ ab.
- Der Topas-Glimmer-Greisen führt gegenüber  $G_{A2Z}$  und QTZ die höchsten Gehalte an Mo, Zn, Cu, Li, Rb, Cs, Be und Sc.
- Der am stärksten vergreiste Quarz-Topas-Greisen zeigt bei Sn, W, Bi, B, Nb, Ta, Th und U die höchsten Gehalte.

Der metaquarzporphyrische und metagranitporphyrische Topas-Glimmer-Greisen ist gegenüber dem Quarzporphyr und Granitporphyr bei den Elementen Sn, W, Mo, Bi, Li, Rb, Cs mittel bis stark erhöht, bei den Elementen As, Zn, Cu, Sc, Nb, Ta lediglich gering erhöht, alle anderen Elemente zeigen in den Ausgangsgesteinen und entsprechenden vergreisten Gesteinen keine tendenziellen Veränderungen.

Bei den untersuchten Speziesarten sind besonders Pykmit, Graue Zone und Albitit im Spurenmetallhaushalt interessant. Pykmit und Graue Zone sind geochemisch ähnlich gelagert: beide zeigen hohe Gehalte bei Sn, Li, Rb, Nb, Ta und niedrige Gehalte bei Th und U gegenüber den Graniten und Greisentypen. Dieses Verhalten unterstreicht die im Kapitel 6.2.3.1 geäußerte Meinung des Verfassers, dass Pykmit und Graue Zone weitgehend stofflich identisch sind, nur unter physikalisch (Druck) unterschiedlichen Bedingungen zum Absatz kamen.

Der dem Albitgranit sehr nahestehende Albitit lässt gering erhöhte Gehalte an Sn, Bi, Rb, Ga, Nb, Ta und U erkennen.

#### 9.4 Elementanreicherungen in den Graniten und Greisenerztypen

Sehr interessante Hinweise für die Spezialisierung granitischer Magmen und den damit verbundenen lagerstättenbildenden Prozessen geben die Anreicherungsfaktoren der einzelnen Elemente.

Hierzu wurden die Elementgehalte der Granite von Schellerhau ( $G_{Sch1}$ ), Altenberger Monzogranit ( $G_{A2}$ ) und Altenberger Albitgranit ( $G_{A3}$ ) jeweils ins Verhältnis gesetzt zum Clarkewert (weltweit) nach VINOGRADOV 1962. In Tab. 23 sind die einzelnen Anreicherungsfaktoren aufgelistet, Abb. 74 gibt einen graphischen Überblick dazu. Eine formale Gliederung der Anreicherungen weist eindeutig auf Elementspezialisierungen der Granite und damit auf potentielle Erzlagerstättenbildner hin.

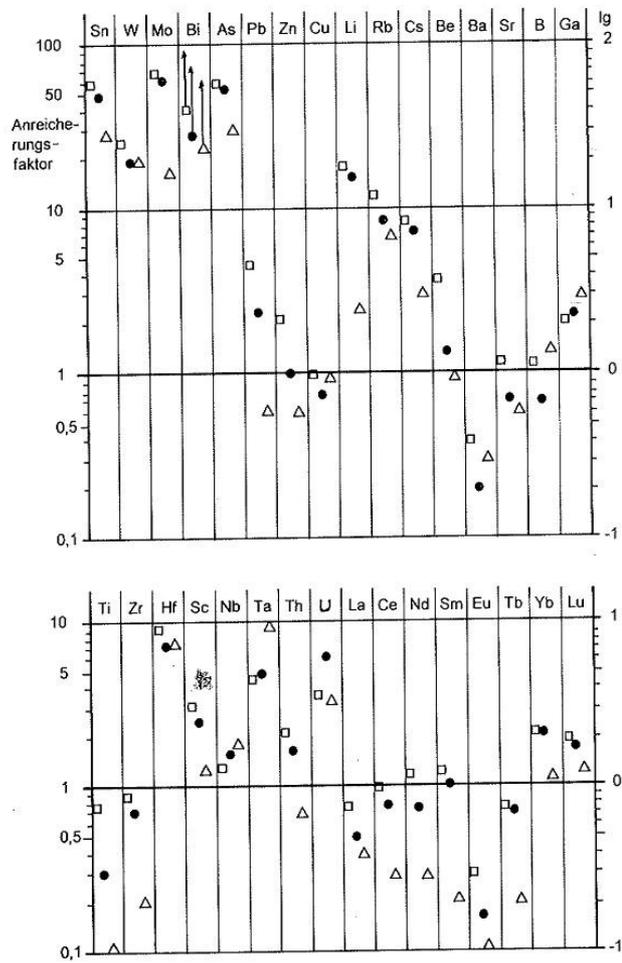


Abb. 74: Anreicherungsfaktoren der Elemente in den Graniten von Schellerhau und Altenberg zum Clarke-Wert der Granite (weltweit) nach VINOGRADOV 1962

- Schellerhauer Granit  $G_{S1}$ /Clarke-Wert Granite
- Altenberger Monzogranit  $G_{A2}$ /Clarke-Wert Granite
- △ Altenberger Albitgranit  $G_{A3}$ /Clarke-Wert Granite

Tab. 25: Anreicherung der Elemente im Granit zu Clarke Granit

Faktor	verbal	
>10	starke Anreicherung	<b>Sn, W, Mo, Bi, As, Li, Rb</b>
2-10	mittlere-schwache Anreicherung	Pb, Cs, Ga, Hf, Sc, Ta, Th, U
1-2	sehr schwache Anreicherung	Zn, Be, B, Nb, Yb, Lu
0,1-1	Verarmung	Cu, Ba, Sr, Ti, Zr, La, Ce, Nd, Sm, Eu, Tb

Ähnlich interessante Ergebnisse werden erkennbar bei der Ermittlung der Anreicherungsfaktoren der Elemente in den Greisenerztypen zum Altenberger Monzogranit (GA2) (Tab. 24 und Abb. 75). Die von zunehmender Vergreisungsintensität gekennzeichneten Greisenerztypen „Schnittmustergranit“ (GA2Z), Topas-Glimmer-Greis (TGZ) und Quarz-Topas-Greis (QTZ) sind jeweils durch markante Anreicherungstendenzen markiert. Ohne eine weitere differenzierte Betrachtung der Elementanreicherungen in den Greisenerztypen vorzunehmen, kann der Vergreisungsprozess in der Lagerstätte Altenberg durch folgende Graduierung der Elementanreicherungen charakterisiert werden.

Tab. 26: Anreicherung der Elemente in den Greisenerzen gegenüber Monzogranit

Faktor	verbal	
>10	starke Anreicherung	<b>Sn</b>
2-10	mittlere-schwache Anreicherung	<b>W, Mo, (Bi), As, Li, Rb</b>
1-2	sehr schwache Anreicherung	Cu, Cs, B, (Hf), (Sc), Nb, Ta, Th, U
0,1-1	Verarmung	Pb, Zn, Be, Ba, Sr, Ga, Ti, Zr, La, Ce, Nd, Sm, Eu, Tb, Yb, Lu

Ergänzend muss natürlich hinzugefügt werden, dass die Greisenerze gegenüber dem Monzogranit eine starke Konzentration von Fluor auszeichnen (siehe Kapitel 9.1, Tab. 19, Topasgehalte von 1,8 – 22,9 Vol.-Prozent).

Der **Greisenerzstock von Altenberg** zeichnet sich somit durch eine **exponierte Mineralisation mit den Elementen Sn, F, Li, Rb, As, W, Bi und Mo** aus. Alle anderen Elemente sind nur in sehr geringen mineralisch/akzessorischen Mengen bzw. als Spurenelemente in entsprechenden Mineralen enthalten.

Eine detaillierte Betrachtung und Diskussion der Gehaltswerte und Anreicherungsfaktoren der Elemente in den einzelnen Granit- und Greisenerztypen in Abhängigkeit von der mineralischen Zusammensetzung der Typen, der Ele-

mentveränderungen in der zeitlichen Ebene, der Bildung der Granittypen, der Platzierung der Greisentypen im Lagerstättenraum, um nur einige Aspekte zu nennen, würde den Rahmen der monographischen Darstellung von Fakten und Ergebnissen sprengen und unterbleibt hier daher.

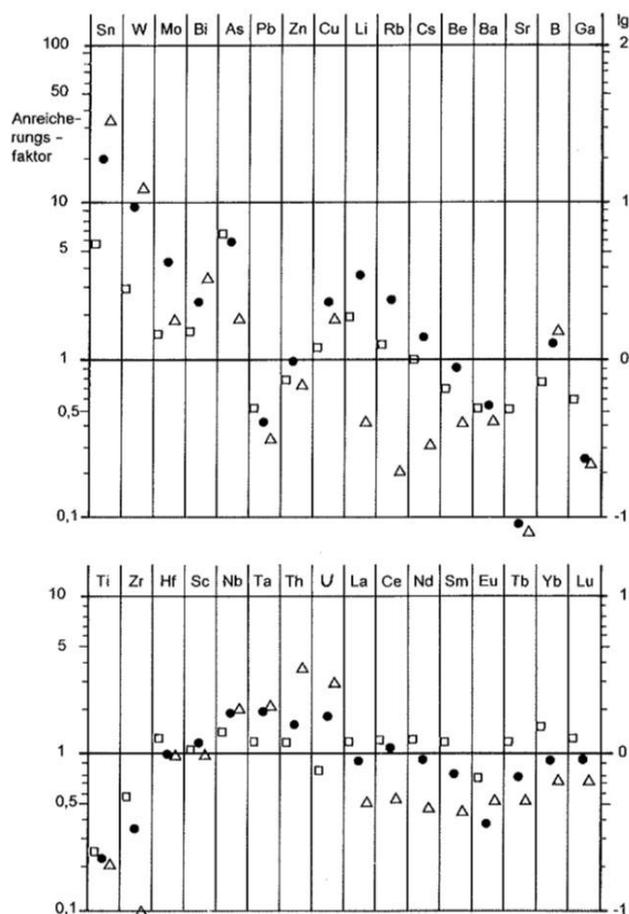


Abb. 75: Anreicherungsfaktoren der Elemente in den Greisenerztypen zum Monzogranit GA2  
 Schnittmustergranit GZ/Monzogranit GA2  
 ● Topas-Glimmer-Greis TGZ/Monzogranit GA2  
 Δ Quarz-Topas-Greis QTZ/Monzogranit GA2

Abschließend noch einige interessante Aspekte zu den **Seltenerden-Verteilungsmustern in Graniten und Greisenerzen** sowie einigen weiteren Gesteinen (Gneis, Quarzporphyr, Granitporphyr, Abb. 76-79). Für alle diese Gesteine und Greisenerze gemeinsam sind relativ hohe Gehalte der leichten Seltenerden (bis 100 ppm) und niedrigere Gehalte der schwereren Seltenerden (SE) (bis 10 ppm) bei einer negativen Europium-Anomalie (<1 ppm, außer Gneis 1,6 und Granitporphyr 1,4 ppm). Charakteristisch ist für alle Gesteine und Greisenerze ein ähnlicher Kurvenverlauf, also weitgehend gleiche Verteilungsmuster.

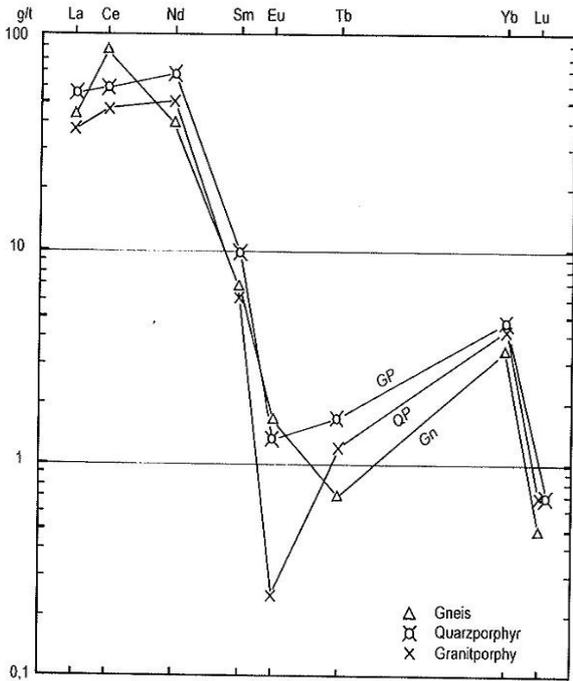


Abb. 76: SE-Verteilungsmuster Gneis, Quarzporphyr, Granitporphy

Weitgehend ähnliche Tendenzen sind in den vier Monzogranittypen  $G_A2a-d$  zu erkennen. Dies mag wohl ein Ausdruck der Magmendifferenzierung sein.

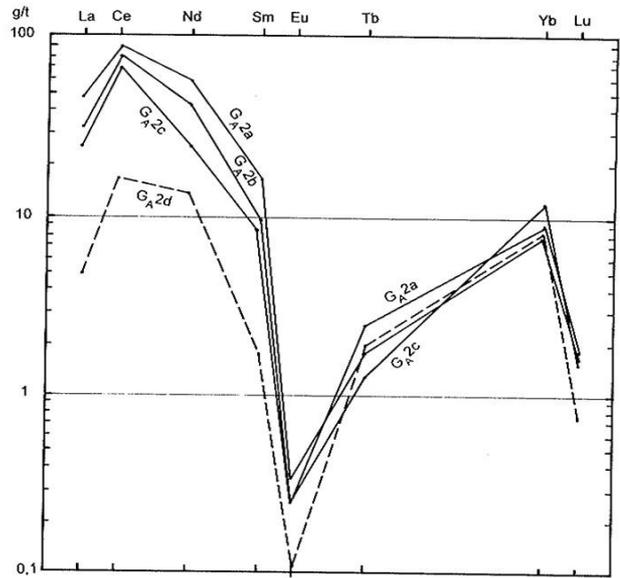


Abb. 78 SE-Verteilungsmuster der 4 Granittypen des Altenberger Monzogranits

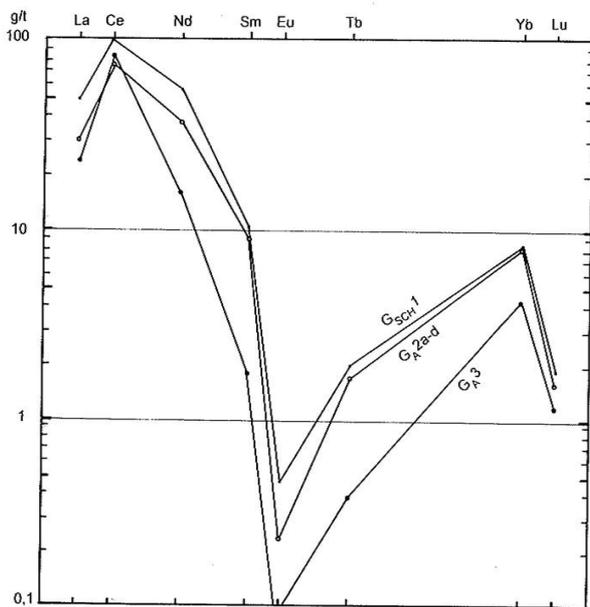


Abb. 77: SE-Verteilungsmuster Granite  
 $G_{Sch1}$  - Schellerhauer Syenogranit  
 $G_{A2a-d}$  - Altenberger Außen-Monzogranit  
 $G_{A3}$  - Altenberger Innen-Albitgranit

Vom Schellerhauer Granit ( $G_{Sch1}$ ) über den Altenberger Monzogranit ( $G_{A2}$ ) zum Altenberger Albitgranit ( $G_{A3}$ ) sind insgesamt bei allen SE leicht fallende Gehalte zu erkennen.

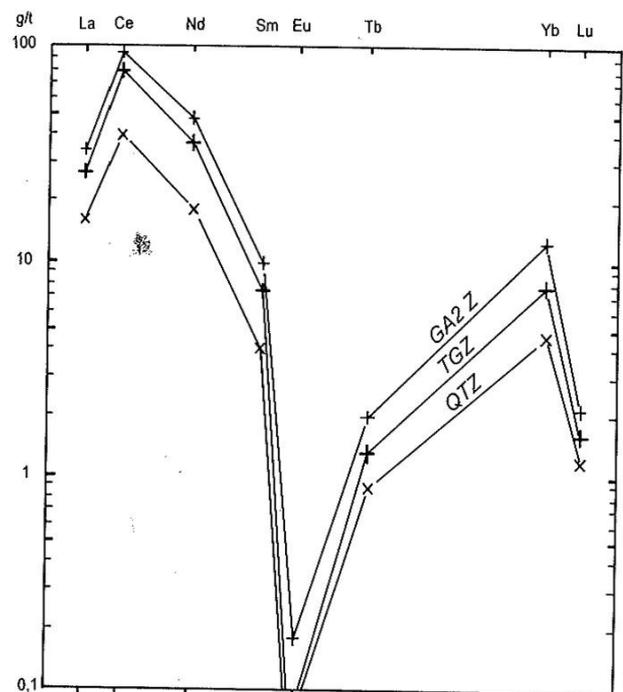


Abb. 79: SE-Verteilungsmuster der Greisenerztypen  
 $G_{A2Z}$  - Schnittmustergranit, schwach vergreist  
 TGZ - Topasglimmergreisen  
 QTZ - Quarztopasgreisen

Auch bei den Greisenerztypen ist ein geringer aber deutlich einheitlich gehaltlicher Abfall der SE vom Schnittmustergranit (G<sub>A</sub>2Z) über Topas-Glimmer-Greisen (TGZ) zum Quarz-Topas-Greisen (QTZ) festzustellen. Die leicht erhöhten SE-Gehalte im Schnittmustergranit sind evtl. dadurch zu erklären, dass zum ursprünglichen Normalgehalt des Monzogranits durch die Fluidaureole im Rahmen der Vergreisung noch eine leichte gehaltliche Anreicherung erfolgte. Die SE-Gehalte scheinen wohl insgesamt auch besonders an die dunklen Mineralkomponenten (Glimmer) gebunden zu sein, dies kommt in den etwas höheren SE-Gehalten beim TGZ gegenüber dem QTZ zum Ausdruck.

Verallgemeinernd ist festzustellen, dass es während des Lagerstättenbildungsprozesses der Zinn-Greisenerz-Formation zu keiner Anreicherung der Selten Erden-Elemente gekommen ist.

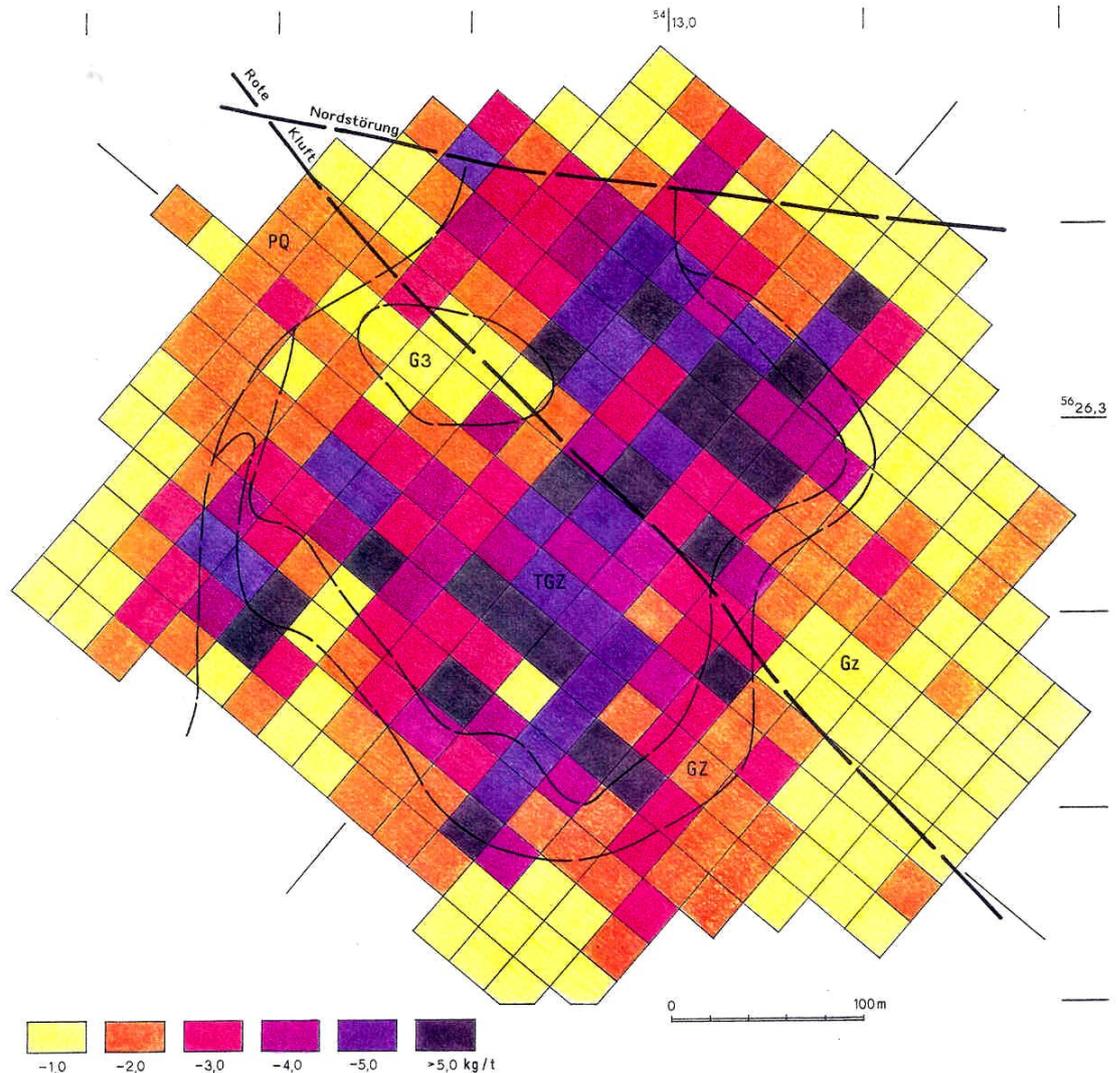
**9.5. Zum Verteilungscharakter einiger Elemente in der Lagerstätte**  
**9.5.1 Zinn**

In Vorbereitung zur Erzvorratsberechnung 1981 wurde das umfangreiche Analysen-Datenmaterial (ca. 7600 Analysen) mittels EDV bearbeitet und sohlenweise in einem Raster-system in Anlehnung an das neue Abbauverfahren vorgelegt.

Die Grundfläche der einzelnen Elementarzellen beträgt – bis auf einige Ausnahmen – 24 x 24 m.

Die ermittelten **sohlenweisen Verteilungsbilder für Zinn** geben eine hinreichende Orientierung über die ortsabhängige Konzentration bzw. über die Verteilung im jeweiligen Lagerstättenniveau.

Abb. 80:  
Zinnverteilung  
5. Sohle



Auf der 5. Sohle (Abb. 80) sind flächenhaft große Teile des Topas-Glimmer-Greisen (TGZ) von einer starken bis sehr starken Zinnvererzung begleitet, lediglich in den nordwestlichen Teilen lässt die Vererzungsintensität nach. Der randlich vom TGZ sich anschließende Schnittmustergranit (GZ) und schwach vergraste Granit (Gz) zeigt eine abnehmende Sn-Mineralisation, gelegentlich scheinen jedoch stärker vergraste und stärker vererzte Partien zwischengeschaltet zu sein. Der Innengranit (G3) ist insgesamt von einer sehr schwachen Vererzung gekennzeichnet. Ebenso der nordwestlich von Greisenstock sich anschließende Quarzporphyr (PQ) ist nur von einer geringen Sn-Aureole erfasst.

Auf der 7. Sohle (Abb. 81) sind die stark vererzten Zonen auf lokale Bereiche nordöstlich der Roten Kluft – vorwiegend in TGZ-Ausbildung – zusammengeschrumpft bzw. sie stellen schlauchartige Gebilde dar, die in die Tiefe weiter fortsetzen.

Der von verschiedenen Autoren vertretene Äußerung, nördlich der N-Störung trete keine Zinnvererzung mehr auf, muss aufgrund der Indizien auf der 5. und 7. Sohle (z. T. Flachbohrergebnisse) widersprochen werden.

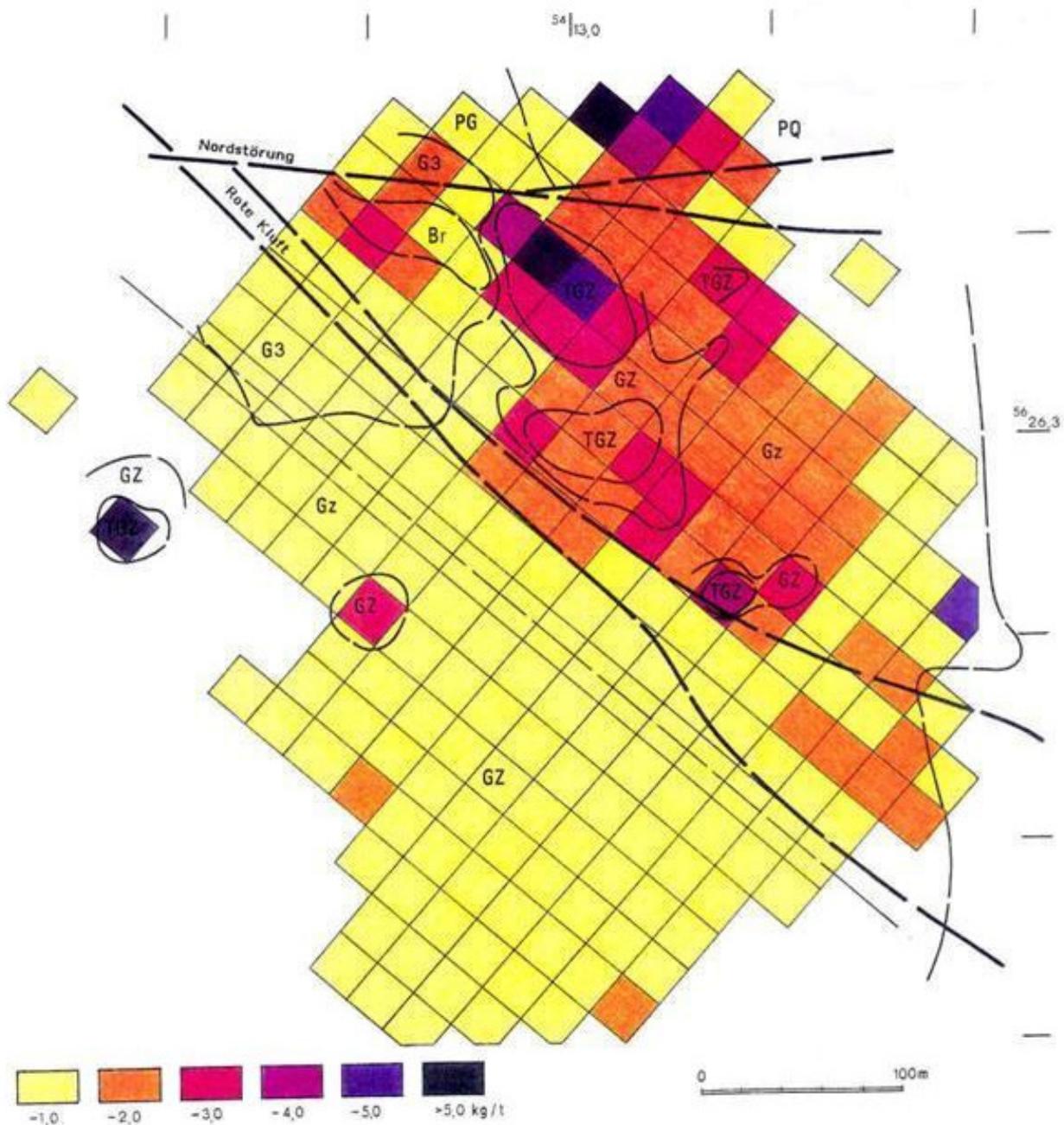


Abb. 81: Zinnverteilung 7. Sohle

Neuartige Untersuchungen zur räumlichen Verteilung des Haupterzelementes Zinn und ihre Beziehung zur geologisch-tektonischen Situation stellte FÖRSTER (1982) an. Er stützte sich auf ein Raummodell, welches aus der Anwendung einer dreidimensionalen Trendanalyse mit polynomen Reihen resultierte. Mit Hilfe der mathematisch-statistischen Datenbearbeitung sollte eine Trennung der verschiedenen Anteile (regionale, lokale, zufällige) am Elementverhalten vorgenommen werden, um Gesetzmäßigkeiten in der Zinnverteilung besser zu erkennen, als dies an Isolinienkarten herkömmlicher Konstruktion möglich ist.

Die geringe Größe des Korrelationskoeffizienten von 0,36 weist allerdings aus, dass das verwendete Modell mangels konkreter Analysendaten vom Inneren des ursprünglichen Lagerstättenkörpers (Pingenraum) offensichtlich nur bedingt den geologischen Sachverhalt widerspiegelt.

Im Ergebnis dieser **Trendmodell-Untersuchungen** waren folgende Tendenzen festzuhalten:

- Der Trendkörper ist insgesamt durch einfache Strukturen gekennzeichnet. Horizontale Schnitte zeigen konzentrisch-schalige Isolinien mit nach außen langsam abnehmenden Gehalten.
- Das Vererzungszentrum muss eindeutig oberhalb der 1. Sohle gelegen haben.

Die **Restfeldkarten** dokumentieren im Unterschied zum Trendmodell die starke Erzabhängigkeit im Lagerstättenkörper. Deutlich ist eine Aufgliederung des relativ homogen erscheinenden Greisenkörpers in Bereiche unterschiedlicher Vererzungsintensität zu erkennen. Aufgrund ihrer Form und ihres zumeist sehr steilen Einfallens können die Zonen starker Elementanreicherung, in denen ein großer Teil des Zinns konzentriert ist, als **Erzschläuche** (intensivst vergreister und vererzter TGZ und QTZ) bezeichnet werden. Die außerordentlich enge Bindung der Zinnvererzung an die tiefreichenden TGZ- und QTZ-Schläuche als Wurzelzonen des Kompaktgreisens ist von wesentlicher genetischer Relevanz. Dies lässt sich nur erklären, wenn Vergreisung und Vererzung als ein genetisch eng zusammenhängender Prozess betrachtet wird.

Abgesehen von diesen Ergebnissen moderner mathematisch-statistischer Datenbearbeitungen führen auch Auswertungen hochinteressanter mittelalterlicher Grubenrisse mit samt ihren detaillierten Angaben in Korrelation mit geologischem Risswerk zu interessanten Beobachtungen.

Abb. 5 zeigt eine wesentlich verkleinerte Kopie eines der ältesten Risse vom Altenberger Zwitterstock. Danach gab es 1574 bereits 7 Schächte mit über 200 m Teufe in meist geringen Entfernungen voneinander (ca. 30 m, Abb. 6 und

82). In den ca. 120 Jahren (1446-1574) mühevoller bergmännischer Tätigkeit waren die „Zinner“ bereits deutlich den reich vererzten Zonen in die Teufe gefolgt, ohne die „ärmeren“ oberflächennahen Erzpartien umfassend abgebaut zu haben. Nach Verfolgung immer weiterer reicher Erze in den Weitungsbaue kam es in den zentralen Bereichen zum großen Bruch (1620), nachdem das Bergwerk durch einige Brüche vorher schon „wandelbar“ geworden war.

Die profilmäßige Projektion der mittelalterlichen Schachtteufen in den geologischen Schnitt (Abb. 82) zeigt deutlich die Beziehung der Schachtteufen zu den Erzschläuchen, die auch in tieferen Teilen der Lagerstätte noch vorhanden sind und in den oberen Stockwerken als Reicherzschläuche ausgebildet waren.

Der Albitgranit bildet sich in den Restfeldkarten deutlich als Sn-arter Körper ab. Im Gefolge seiner Intrusion kam es jedoch offensichtlich zu elementmobilisierenden Prozessen im präalbitgranitischen Dunkelgreisen, die zu starken Erzanreicherungen insbesondere im unmittelbaren Exkontaktbereich des Albitgranits führten (Dachzone) und damit das primäre Verteilungsbild im postmonzogranitischen TGZ veränderten und insbesondere in der Vererzungsintensität verstärkten.

Aus den Restfeldkarten lässt sich als weiteres Charakteristikum die enge Bindung der Greisentrümer und -gänge an das Trennflächeninventar der Gesteine als Ausdruck der Dominanz des infiltrativen Transports der Fluida ableiten. Die Hauptstreichrichtungen der Isolinien aus den Restfeldkarten spiegeln die Hauptvererzungsrichtungen (NNO-SSW und NO-SW) wider. Die metasomatischen Umwandlungen waren also mehr oder weniger einer tektonischen Kontrolle unterworfen.

Eine zusätzliche Bestätigung der dominierenden Zinnvererzungsrichtungen erbrachte die Analyse der Streichrichtungen mittelalterliche Weitungsbaue aus alten Rissunterlagen. Nach FÖRSTER (1982) fallen von 285 Messungen der größten Längsachse in mittelalterlichen Weitungen 40 % der Messungen ins Streichrichtungsintervall 0-20°, 14 % ins Intervall 80-100° und 10 % ins Intervall 40-60°.

Von wesentlicher Bedeutung für eine Einschätzung der Gesamt-Zinnpotenz der Lagerstätte ist die näherungsweise vertikale Verteilung des Zinngehaltes in der Lagerstätte. Diese ist in Altenberg äußerst schwierig zu ermitteln, da der zentrale und reiche Teil der Lagerstätte abgebaut ist bzw. als Bruchherz in der Pinge liegt. Die statistische Auswertung der sehr großen Zahl von Analysenwerten gibt jedoch eine Orientierung über den Trend der Zinngehaltsverteilung in der Vertikalen der Lagerstätte (Abb. 83).

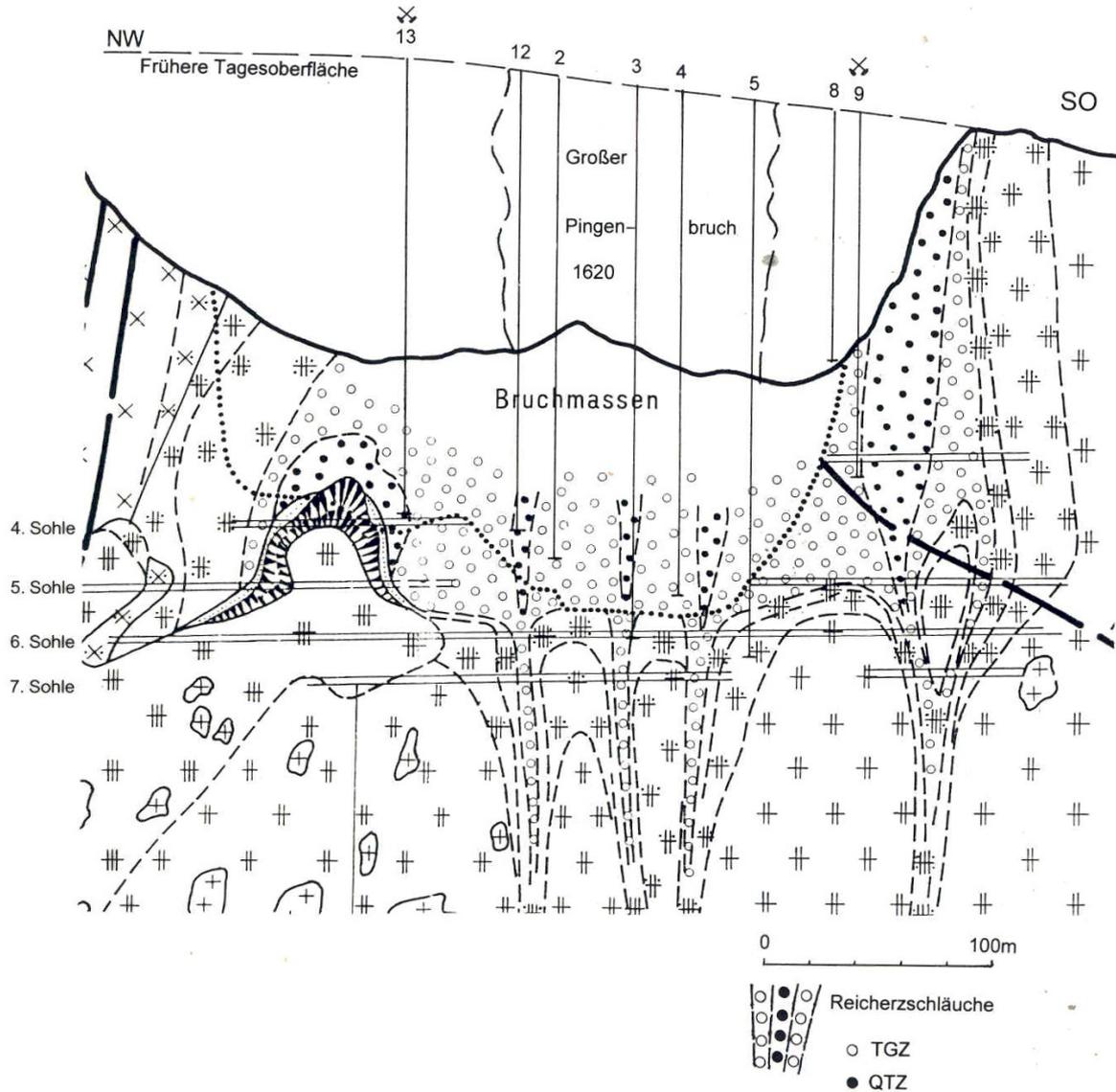


Abb. 82: Mittelalterliche Schachtteufen verfolgten über Weitungsbaue die Sn-reichen Erzscläuche in große Teufen. Ge-  
steinssignaturen vgl. Beilage 2.3 (Weinhold 1993)

Für die einzelnen Sohlenbereiche wurden in der Vorratsbe-  
rechnung 1981 für den Festerzbereich folgende durch-  
schnittliche Sn-Gehalte ermittelt:

Sohle	Anzahl der Analysen	Ø Sn-Gehalt
1.	987	0,3837
4.	1813	0,3548
5.	2256	0,2815
6.	362	0,1616
7.	620	0,0850

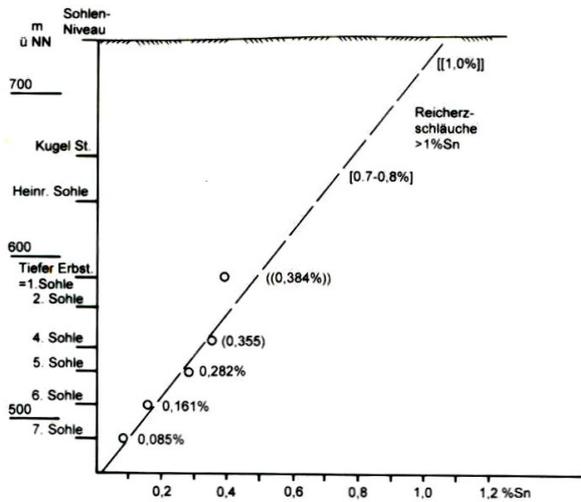


Abb. 83: Vertikaler Trend des Zinngehaltes in der Lagerstätte Altenberg  
 ○ Ø- Gehalt auf den Sohlen  
 Σ > 6000 Analysen

Während die ermittelten Sn-Gehalte für die 7. und 6. Sohle repräsentativ erscheinen, sind die Gehalte der 5., zunehmend die der 4. und besonders die der 1. Sohle (Erbstolln-Niveau) zu niedrig in ihrer ermittelten Größe, da sie zunehmend nur noch die Rest- und äußersten Randbereiche des Erzkörpers darstellen, hingegen die reicheren Zentralpartien (Pingenraum) nicht eingegangen sind. Höhere Gehaltswerte für das Niveau der 5., 4., 1. Sohle, als hier berechnet, sind ursprünglich also unbedingt real. Folgt man den Sn-Werten und damit der Trendgeraden von der 7. zur 4. Sohle und weiter in Richtung oberes Lagerstättenniveau, so sind Sn-Gehalte von 0,7-0,8 % und im ursprünglichen Niveau „Bereich Tagesoberfläche“ Gehalte um 1 % Sn als realistisch aufzufassen. Geologische Überlegungen und Berechnungen von FÖRSTER (1982) weisen aus, dass im Pingenraum im Vergleich zum randlich noch vorhandenen Festeren beträchtlich höhere Sn-Gehalte vorhanden gewesen sein müssen. Als durchschnittlicher Wert der primären Erze im Pingenraum wurde 0,7 % Sn ermittelt. Dieser Wert lässt quantitativ gute Beziehungen zu den historischen Produktionsziffern knüpfen. Dabei ist auch plausibel, dass in Sn-reichen Greisenerzschlächten und Kassiterit-Quarz-Gängen Sn-Gehalte von weit größer als 0,7 % Sn aufgetre-

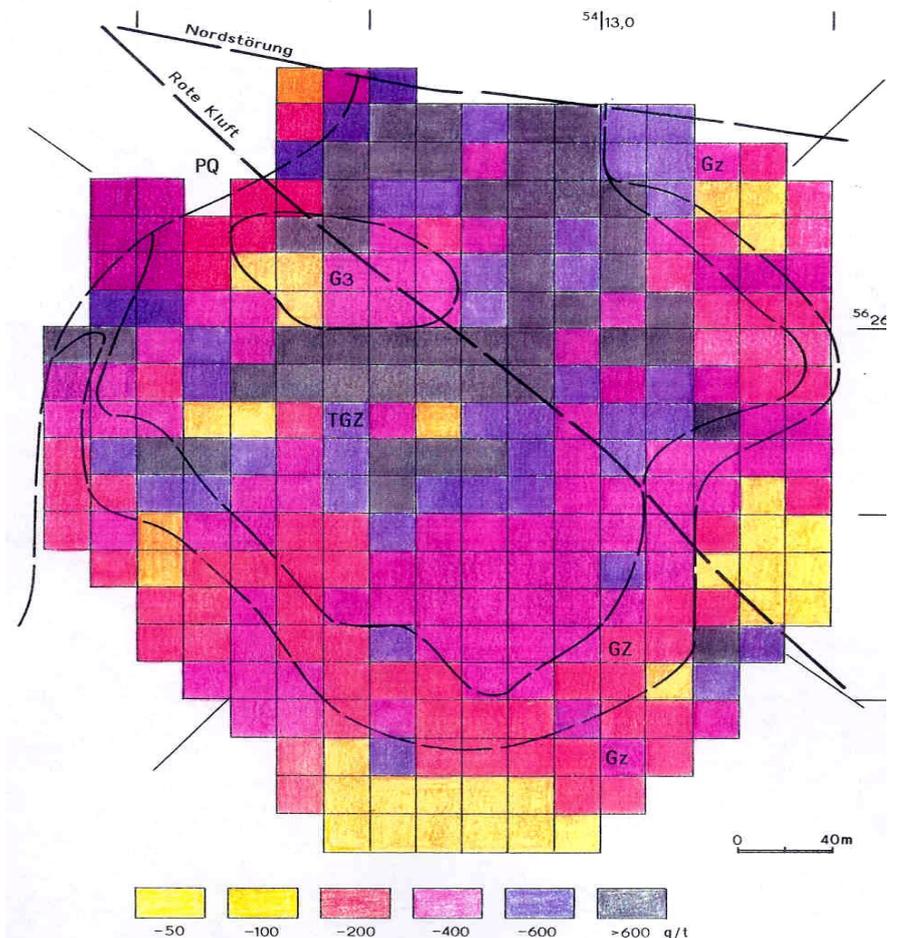


Abb. 84: Wolframverteilung 5. Sohle

ten sind. Damit gehört die Zinnlagerstätte Altenberg zu den ausgesprochenen Reicherzlagerstätten der Greisenerzformation, wie sie im Weltmaßstab selten auftreten.

Für die Ermittlung der Begleitelemente wurden über 6000 archivierte Proben des Zeitraums 1950-1982 - zu 391 Sammelproben vereinigt - einem orthogonalen (N-S/O-W) Raster system auf der 4. und 5. Sohle mit einem Elementarzellenmaß von 20 x 20 m zugeordnet. Mittels Röntgen-Fluoreszenz-Analyse wurden die Elemente W, Bi, Mo, Li und Rb bestimmt (Autorenkollektiv, 1984).

### 9.5.2 Wolfram

Die flächenhafte Verteilung der W-Vererzung auf der 5. Sohle (Abb. 84) zeigt hauptsächlich im nördlichen Lagerstättenbereich höhere Konzentrationen, ausgenommen teilweise der Innengranit-Bereich. Die Bindung von W an Sn kann aus der flächenhaften Verbreitung beider Elemente nicht überzeugend festgestellt werden. In vertikaler Richtung der Lagerstätte ist nach der Teufe eine deutliche Zunahme der W-Gehalte zu erkennen (Abb. 85). Während auf den oberen Sohlen Gehalte um 0,015 % W ermittelt wurden, sind auf der 4. Sohle bereits 0,035 % und auf der 5. Sohle 0,037 % W als Durchschnittsgehalt ausgewiesen. Auf der 7. Sohle geben anteilig relativ wenig Analysen

sogar einen Durchschnittswert von 0,05 % W.

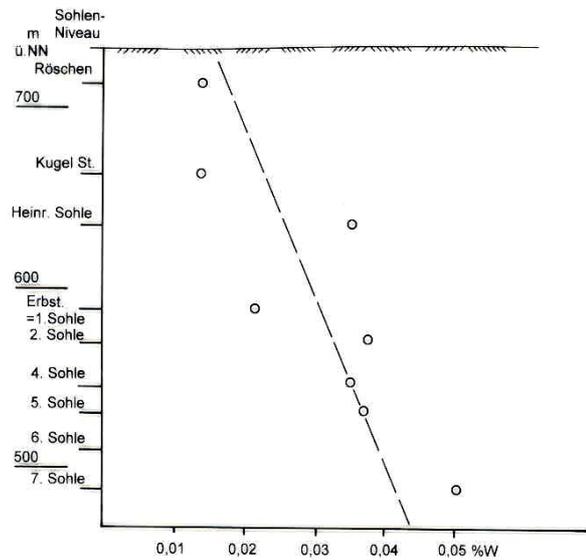


Abb. 85: Vertikaler Trend des Wolframgehaltes in der Lagerstätte Altenberg  
○ Ø-Gehalt auf den Sohlen

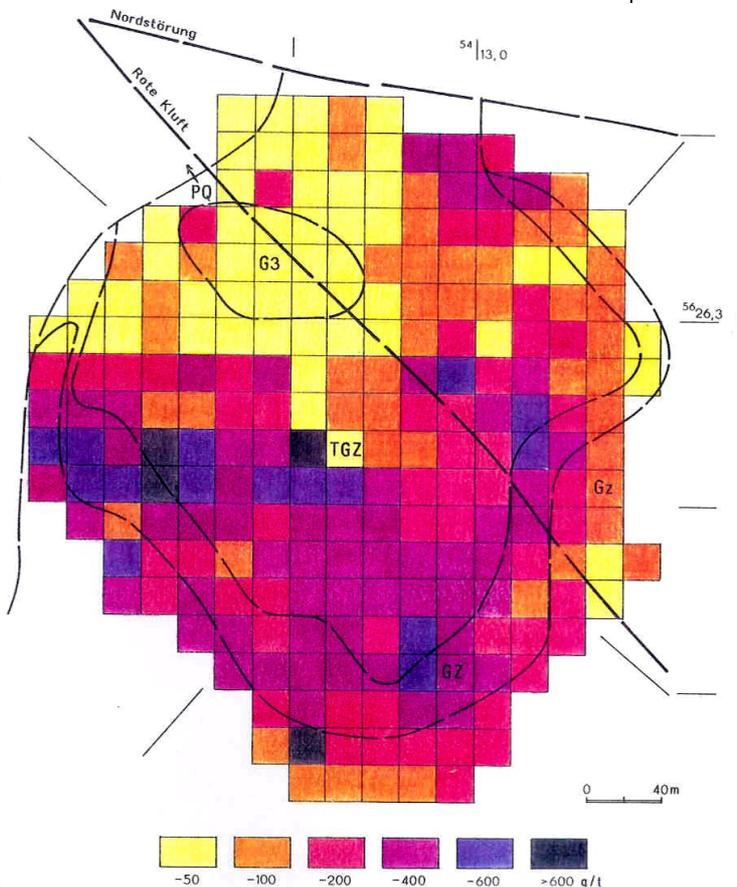


Abb. 86: Wismutverteilung 5. Sohle

### 9.5.3 Wismut

Das Element Wismut ist im Niveau der 5. Sohle (Abb. 86) hauptsächlich in der südlichen und südwestlichen Hälfte der Lagerstätte verbreitet, ganz im Gegensatz zu Wolfram, welches in der zentralen und nördlichen Hälfte konzentriert ist. Es scheint weiterhin auch unabhängig von der Vergreisungsintensität konzentriert zu sein. Der Innengranit ist durch sehr geringe Bi-Gehalte gekennzeichnet.

In der Vertikalen sind niedrige Bi-Gehalte auf den tieferen Sohlen markant, ein deutlicher Trend zu höheren Gehalten kann auf den oberen Sohlen festgestellt werden (Abb. 87).

### 9.5.4 Molybdän

Die flächenhafte Verteilung des Elementes Molybdän ähnelt weitgehend der Verteilung des Wismuts (Abb. 88). Relativ hohe Konzentrationen im südwestlichen Feld der Lagerstätte, kleinflächigere Bereiche im nordöstlichen Teil. Eine Korrespondenz zwischen Gehaltsniveau und Vergreisungsintensität kann nicht beobachtet werden. Das Verbreitungsgebiet des Innengranits weist gleichfalls nur sehr niedrige Gehaltswerte auf.

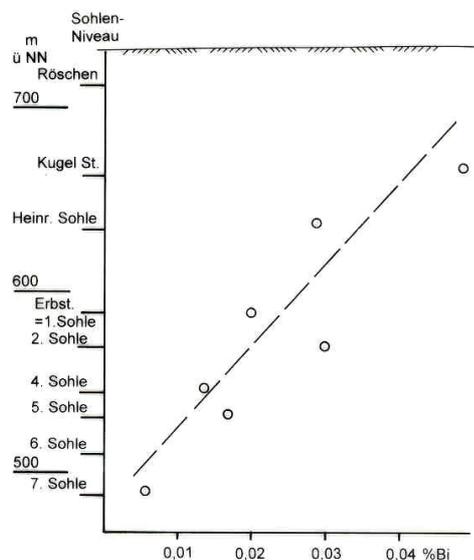


Abb. 87: Vertikaler Trend des Wismutgehaltes in der Lagerstätte Altenberg  
○ Ø-Gehalt auf den Sohlen

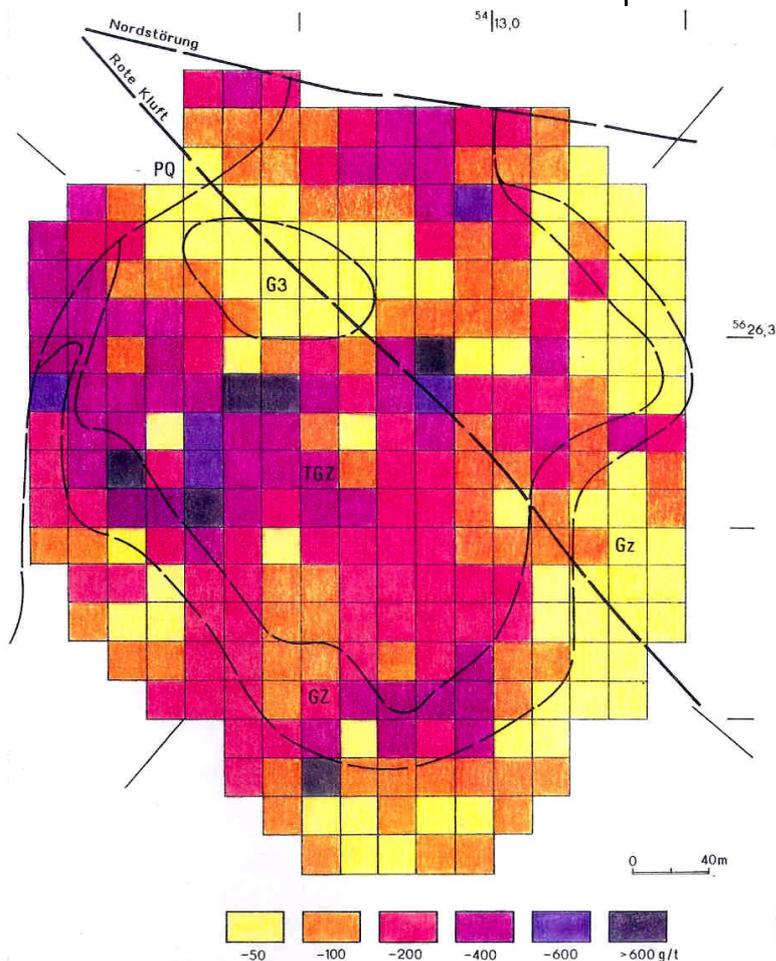


Abb. 88: Molybdänverteilung 5. Sohle

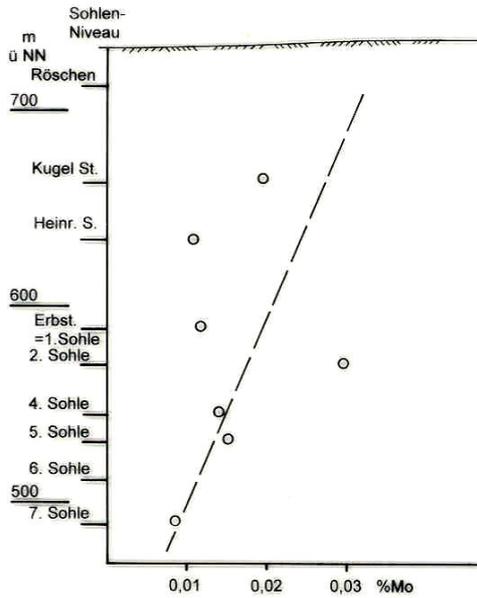


Abb. 89: Vertikaler Trend des Molybdängehaltes in der Lagerstätte Altenberg  
○ Ø-Gehalt auf den Sohlen

In der Vertikalen ist ebenfalls die Tendenz wie bei Wismut erkennbar: im tieferen Lagerstättenniveau niedrige Gehalte, steigende Konzentrationstendenz auf den oberen Sohlen (Abb. 89).

### 9.5.5 Lithium und Rubidium

Beide Elemente sind im Topas-Glimmer-Greisen an die Glimmerkomponente (Protolithionit) gebunden. In den flächenhaften Verteilungsbildern (Abb. 90 und 91) kommt im wesentlichen die unterschiedliche Vergreisungsintensität von Topas-Glimmer-Greisen und schwach vergreistem Schnittmustergranit bzw. von anderen Gesteinen mit niedrigerem Gehaltspegel (Innengranit, Quarz-Topas-Greisen) zum Ausdruck.

### 9.6 Korrelative Beziehungen zwischen den Elementen

Ausgehend von den unterschiedlichen Verteilungsbildern der Elemente erhebt sich die Frage der Beziehungen im Auftreten der Elemente. Festgestellt werden kann zunächst,

Abb. 90: Lithiumverteilung 5. Sohle

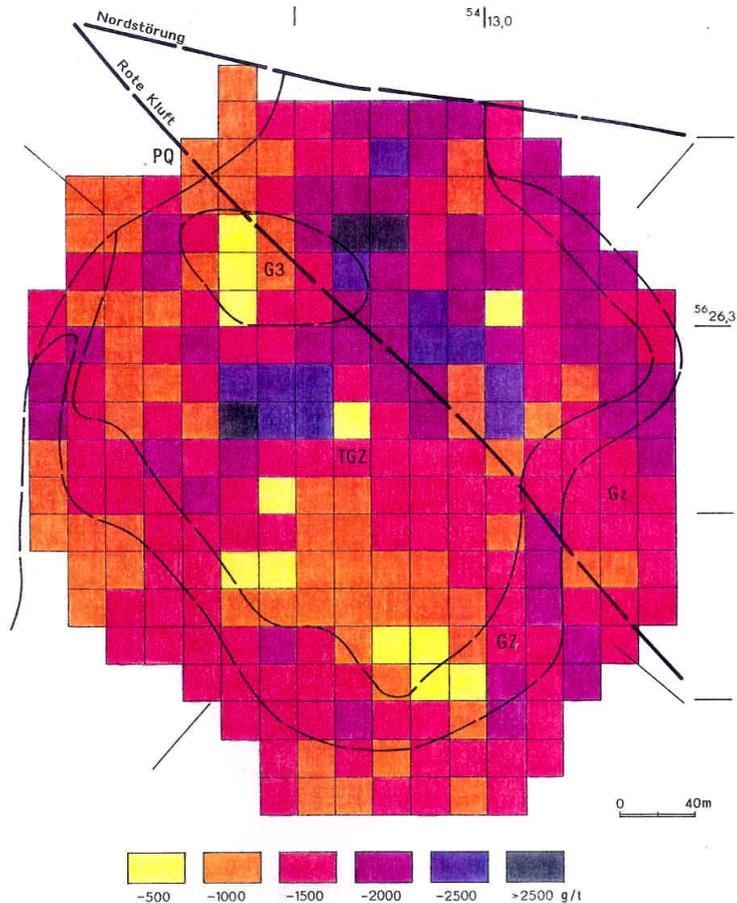
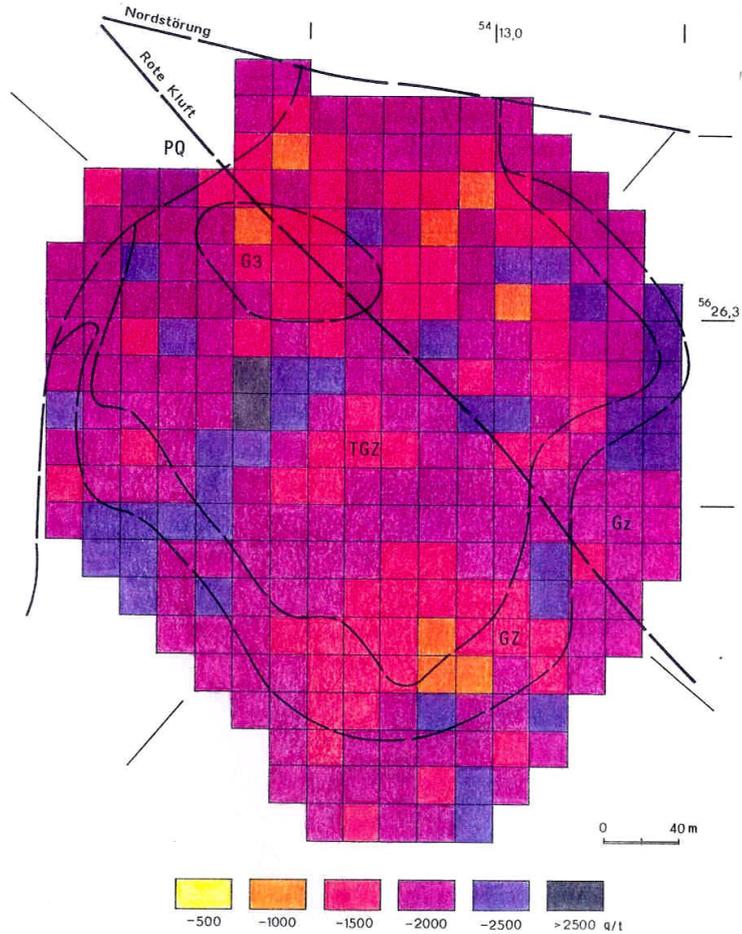


Abb. 91: Rubidiumverteilung 5. Sohle



dass die Verteilung der einzelnen Elemente im Erz in der Lagerstätte unterschiedlich ist. Ermittlungen zum Variationscharakter der Elemente lässt folgende Verteilung erkennen.

- gleichmäßige Verteilung in der Lagerstätte: Li, Rb
- ungleichmäßige Verteilung: Sn, As, W, Bi
- sehr ungleichmäßige Verteilung: Mo

Die Beziehungen der Elemente im Mineralisationsprozess und letztlich im Auftreten des Mineralbestandes lässt sich durch den Korrelationskoeffizienten der Elemente zueinander charakterisieren. Für die Lagerstätte Altenberg ergibt sich folgendes Bild:

Korrelationskoeffizient		Elementbezeichnung
sehr hoch	0,95-0,99	Li-Rb
hoch	0,86-0,98	Mo-Bi
mittel	0,60-0,80	Sn-W-As
niedrig	0,34-0,47	Sn-Rb
sehr niedrig	0,23-0,29	Sn-Li
sehr niedrig	<0,2	Bi, Mo-Li, Rb
sehr niedrig	0,15	W-Li, Rb

Aus dem Mineralisationsverband lässt sich diese Gliederung eindeutig nachvollziehen. Li und Rb sind durch den Vergreisungsprozess relativ weiträumig gleichmäßig verteilt, wobei beide Elemente im 3-Schicht-Silikat (Glimmer) diadoch gebunden sind.

Ungleichmäßig bzw. sogar sehr ungleichmäßig sind in der Mineralisation die Elemente Sn, As, W, Bi und Mo verteilt. Sie treten als wolkig-imprägnative Vererbungen in den Greisen, feinverteilt als Kluftmineralisationen (Schnittmustergranit) und in Trümmern sowie Gängen auf. Dabei ist zu beobachten, dass Mo-, Bi- und W-Mineralen in Trümmern und Gängen immer sehr eng assoziiert sind. Ähnliche Verhältnisse sind in den Greisenerzen zwischen feinverteilt Kasserit, Arsenopyrit und Wolframit festzustellen.

Die relativ geringe Korrelation der Elemente Li, Rb zu Sn, As, Bi, W, Mo kann dabei ein Hinweis sein, dass der Vergreisungsprozess (Glimmerneubildung) und Vererzungsprozess zwar eng miteinander verbunden waren, doch unmittelbar nacheinander stattfanden.

Zur Charakterisierung der Lagerstätte sind auch die Ele-

mentverhältnisse von Interesse. Bezogen auf den Gesamt-  
vorratsbestand (Erzvorratsberechnung 1981) wurden fol-

gende Metalldurchschnittsgehalte ermittelt, die ins Ver-  
hältnis gesetzt folgende Metallanteile dokumentieren:

Element	Sn	Rb	Li	As	W	Bi	Mo
Durchschnittliche % Gehalte i. d. Lagerstätte	0,3084	0,1695	0,1217	0,1092	0,0340	0,0150	0,0124
%-Anteil (gerundet)	40	22	16	14	4	2	2

### 9.7 Pedogeochemische Untersuchungen

In den Jahren 1985/86 wurden im Raum „Südteil Osterzge-  
birge“ durch KASPER W. u. a. weitgehend flächendeckende  
Pedogeochemische Untersuchungen durchgeführt. Unter-  
suchungen im „Nordteil Osterzgebirge“ sowie einige er-  
gänzende Elementbestimmungen im Südteil erfolgten in  
den Jahren 1986/87. Ziel war es, elementspezifische Indi-  
kationen zu ermitteln, die im Zusammenhang mit anderen  
geologisch-geophysikalischen Indikationen Hinweise für  
weitere Maßnahmen zur Lagerstättensuche gaben.

DAHM (1972) wies beim Studium der primären Dispersi-  
onshöfe erzgebirgischer Zinnlagerstätten Zinn, Lithium,  
Wismut und Fluor als wichtigste und Arsen sowie Molyb-  
dän als z. T. geeignete Indikatoren für Zinnvererbungen  
aus. Umfassende lithogeochemische Untersuchungen im

Osterzgebirge wurden von PÄLCHEN (1982) durchgeführt.

Die unter Regie von KASPER durchgeführten Arbeiten und  
erzielten Ergebnisse sind in 5 Bänden (Teil 1-3) dokumen-  
tiert (Archiv LfUG Freiberg). Die Probenahme erfolgte im  
100 m Profil-Punktraster-Abstand im „Südteil“ auf Flächen  
der Messtischblätter Johnsbach, Altenberg, Zinnwald-  
Georgenfeld, Liebenau und Fürstenau. Das Probematerial  
wurde dem B-Bodenhorizont entnommen. Die Verteilung  
der Elementgehalte ist als Isokonzentrationslinien-  
Darstellung im Maßstab 1 : 10000 erfolgt.

Übersichtsweise werden hier für die unmittelbar interessie-  
renden Flächen „Lagerstättenraum Altenberg“ (betrachtet  
ca. 4 km<sup>2</sup>) einige Angaben (Auszüge) zu den Gehaltsberei-  
chen der Elemente in den Bodenproben gegeben.

Tab. 27: Größenordnung der Metallgehalte in Bodenproben im Raum der Zinnlagerstätte Altenberg

Element	Gehaltsbereiche [ppm]	
	überwiegend großflächig	lokal
As	100-200	vereinzelt kleine Anomalien (-200 m) > 200
B	27-37	relativ ausgeglichen
Ba	400-550	Anomalie NW Bahnhof Altenberg -750 (erzgebirgisch streich. Gang)
Be	0,3-0,8	NW Altenberg kleine Anomalie bis 3,7 Raum Altenberg rel. hoch gegenüber weiterer Umgebung
Bi	<0,75	im unmittelbaren Lagerstätten-Bereich (N, O, S) lokale Anomalien (100 m) bis 8,0
Co	< 0,8	Geisingberg-Anomalie bis 3,7
Cu	Lagerstättenbereich 20-120 NW Altenberg <15	
Li	Lagerstättenbereich > 100 weiteres Umfeld <100	NW Altenberg entlang B 170 bis Abzweig Straße n. Schellerhau lokale stark betonte Anomalien bis 800
Mn	Lagerstättenbereich 400-700 großflächig W Altenberg < 400 O Altenberg > 700	
Mo	Lagerstättenbereich 0,3 außerhalb Lagerstättenbereich <0,3	lokale Anomalien im unmittelbaren Lagerstättenraum bis 2,2
Nb	Lagerstättenbereich 25	keine Anomalie im unmittelbaren Lagerstättenbereich Geisingberg-Anomalie bis 110
Pb	37-90	Anomalie NW Geisingberg bis 300 Anomalie S Raupennest bis 225
Sn	starke großflächige Anomalie im Raum Altenberg >225 (Durchmesser ca. 1000 m) weiteres Umfeld <225	lokal mehrere kleine Anomalien (Ø 100-200 m) bis 1350 starke Anomalien ca. 700 m NW Bahnhof Altenberg an der B 170 (Ferienhäuser) bis 750
Ti	2000-3000	Geisingberg-Anomalie bis 13500
V	niedriger Gehaltpegel ≤ 50	Geisingberg-Anomalie bis 700
W	niedriger Gehaltspegel 1	lokal kleine Anomalien bis 300

Von den hier untersuchten Elementverteilungen können folgende Elemente als Greisenzinnlagerstätten anzeigend gewertet werden:

flächenhaft wichtige Indikation:	Li, Sn, (Bi)
flächenhaft geeignete Indikation:	As, Be, Mo, Cu
punkthaft wichtige Indikation:	As, Bi, Mo, W

Bei den Elementen B und Mn ist kein Indikationsverhalten zu erkennen. Ba- und Pb-Anomalien weisen auf Gangmineralisationen hin. Die ca. 500–800 m nordwestlich des Bahnhofes Altenberg indizierten Anomalien von Li, Sn und Be (! in Tabelle) weisen möglicherweise auf eine bislang nicht bekannte Sn-lagerstättenhöfliche Struktur hin, die über die NW-Verlängerung der Struktur Rote Kluft mit der Zentrallagerstätte und dem Erzrevier Zinnkluft in Verbindung stehen können. Diese Struktur ist deshalb interessant, da auf ihr im Untergrund als Nachfolgeintrusionen zum Schellerhauer Granit G1 die Intrusionen Altenberger Außengranit G2 und Altenberger Innengranit G3 bzw. Zinnklüfter Granit G3 mit begleitenden lagerstättenbildenden Prozessen aufgestiegen sind. Im Rahmen der monographischen Bearbeitung der Region Altenberg schätzt der Verfasser dieses anomale Gebiet NW Bahnhof Altenberg möglicherweise als Sn-Erzrevier anzeigend und damit für untersuchungswürdig ein (vgl. Übersicht Abb. 59).

Die Co-, Nb-, Ti- und V-Anomalie am Geisingberg ist dem Basaltterrain zuzuschreiben.

### **9.8 Temperaturbestimmungen an Mineralen der Zinnerzformation**

Untersuchungen von Gas-Flüssigkeits-Einschlüssen aus Mineralen der Zinnerzformation hinsichtlich der Bestimmung von Temperatur, Druck und Lösungsbestand wurden Anfang der 70er Jahre begonnen.

DOLOMANOVA u. a. (1974) analysierten Quarz-, Kassiterit- und Topasinklusionen der Zinnlagerstätte Ehrenfriedersdorf und fanden die bestimmende Rolle der kritischen Temperatur des Wassers im Prozess der Erzbildung bestätigt, - die Homogenisierungstemperatur der gasreichen Einschlüsse in Greisenkassiteriten liegt zwischen 390-420°C.

ĎURIŠOVA (1978, 1979) ermittelte in den tschechischen Lagerstätten Cinovec, Preißelberg und Krupka Homogenisierungstemperaturen der Mineraleinschlüsse für Kassiterit bei 370-426°C, Topas 380-402°C und Quarz 300-540°C. Die Bildung von Kassiterit und Topas fand damit weitgehend im gleichen Temperaturintervall – dem pneumatolytischen Stadium – statt. Gleichzeitig wird damit unterstrichen, dass Vergreisungsprozess (Topasierung) und Vererzungsprozess (Zinnsteinabscheidung) ein und derselben

pneumatologischen Phase zuzuordnen sind. Die Bildung von Quarz erstreckt sich hingegen vom pegmatitischen über das pneumatolytische bis ins hydrothermale Stadium.

THOMAS & BAUMANN (1980) untersuchten Kassiterite aus einer Vielzahl erzgebirgischer Lagerstätten. Thermometrische Untersuchungen erbrachten für Kassiterite und den sie begleitenden kritischen Mineralen aus Altenberg ein Homogenisierungsintervall zwischen 350-435°C, mit einem Schwerpunkt bei 395°C.

### **9.9 Verteilung der natürlichen Radioaktivität in den Gesteinen und Erzen sowie Aufbereitungsprodukten**

Eine Untersuchung zur "Verteilung und Höhe der natürlichen Radioaktivität in den Produkten der Zinnlinie" erfolgte als Auftrag des BHK Freiberg an das Forschungsinstitut für NE-Metalle Freiberg im Jahre 1988 (HOLZHEY, J. und WEINHOLD, G. 1990).

Ziel war es, in den einzelnen Produkten von Lagerstätte/Bergbau, Aufbereitung und Hütte die Höhe und Verteilung (Anreicherung, Abreicherung) der natürlichen Radioaktivität zu bestimmen, um Informationen zu sammeln, woraus evtl. Arbeitsschutz- und sicherheitstechnische Maßnahmen im Rahmen der gesetzlichen Forderungen abzuleiten wären.

Bei der Erörterung der komplizierten Grundlagen zur Messung natürlicher radioaktiver Strahlung, insbesondere zur Abstimmung über die Messtechnik, erfolgte eine enge konsultative Zusammenarbeit zwischen dem FNE Freiberg mit dem Staatlichen Amt für Atomsicherheit und Strahlenschutz (SAAS), dem Institut für Umweltüberwachung, dem Zentralinstitut für Kernforschung Rossendorf und dem Forschungsinstitut für Aufbereitung Freiberg.

Bei der Messung der natürlichen Radioaktivität wurden die radioaktiven Komponenten der Zerfallsreihen U-Ra und U-Th und des natürlichen Radionuklids K-40 in Betracht gezogen.

Zur Nuklididentifikation kam die Gammaspktrometrie zur Anwendung. Bestimmt wurden die Radionuklide K-40, Ra-226 bzw. U-238 und Th-232, z. T. nicht direkt, sondern über die Zerfallsprodukte Bi-214 und Tl-208. Problemvorbereitung und Messtechnik (Zählrohre, Detektoren, Standards) sind in der Studie ausführlich beschrieben.

Insgesamt wurden 171 Proben untersucht, davon 43 Gesteins-, Erz- und Aufbereitungsproben von Zinnerz Altenberg, 74 Proben von Zinnerz Ehrenfriedersdorf und 54 Proben aus der Zinnhütte Freiberg.

Tab. 28: Anteile radioaktiver Komponenten in Gesteinen und Erzen der Lagerstätte Altenberg sowie in Produkten der Aufbereitung und deren Summenaktivität pro Jahr

	Spezifische Aktivität (Bq/g)			= Summenaktivität GBq/a			
	Ra-226	Th-232	$\Sigma \alpha$	Ra-226	Th-232	$\Sigma \alpha$	
<b>Gesteine und Erze (23 Proben)</b>							
Quarzporphyr	0,129	0,099	0,97				
Granitporphyr	0,259	0,118	1,70				
Granit (G <sub>A2</sub> )	0,331	0,099	2,13				
Schnittmustergranit (G <sub>A2Z</sub> )	0,406	0,106	2,14				
Topas-Glimmer-Greisen (TGZ)	0,285	0,098	1,41				
Quarz-Topas-Greisen (QTZ)	0,105	0,097	0,92				
Roherz (Durchschnitt)	0,239	0,097	1,52				
<b>Aufbereitung (20 Proben)</b>							
	Menge kt/a						
Roherzvorlauf	1000	0,239	0,097	1,52	239	97	1520,0
Reichkonzentrat	0,98	1,251	0,185	9,52	1,226	0,181	9,33
Armkonzentrat	12,0	1,43	0,325	7,15	17,2	3,9	85,8
Berge	987	0,158	0,065	0,85	156,2	64,4	840,2

Betrachtet werden hier nur die Proben von Altenberg.

Zwischen den Gesteinen und Erzen sind deutliche Aktivitätsunterschiede zu erkennen. Besonders der Altenberger Außengranit (GA2) weist eine hohe natürliche Radioaktivität aus Produkten der Uran-Zerfallsreihe auf. Akzessorische Uran- und andererseits Thoriumminerale sind als Quellen für die natürliche Radioaktivität in erster Linie in Betracht zu ziehen.

Der am intensivsten metasomatisch beeinflusste Quarz-Topas-Greisen weist insgesamt die niedrigsten spezifischen Radioaktivitätswerte auf. Über den Topas-Glimmer-Greisen zum relativ gering vergreisten Schnittmustergranit steigen die Aktivitätswerte stark an und übersteigen sogar die Aktivitäten des Granits, daraus schlussfolgernd könnte eine zusätzliche zonale Uran-Thorium-Mineralisationsaureole im Schnittmustergranit vermutet werden. Die Radioaktivität der Gesteine und Erze rührt zum größeren Teil von Produkten der Uran-Zerfallsreihe her (U : Th-Zerfallsreihe ~ 2,5 : 1).

In den Aufbereitungsprodukten Zinn-Reich- und Zinn-Armkonzentrat sind die Radioaktivitäten deutlich gegenüber dem Roherz angereichert (Faktor -6), die spezifische Radioaktivität der Bergeabgänge ist hingegen deutlich niedriger gegenüber dem Roherz.

Etwas andere Verhältnisse ergeben sich, wenn die Gesamtmenge an eingebrachter Radioaktivität - also unter Beachtung des Mengenvorlaufs der Produkte pro Jahr - betrachtet wird. So beträgt die natürliche Gesamtradioaktivität im Reich- und Armkonzentrat <10 % der Summenra-

dioaktivität des Roherzvorlaufs, hingegen fast 90 % der Summenradioaktivität in der anteilig riesengroßen Berge-menge (ca. 99 % zum Roherzvorlauf).

## 10 Rohstoffcharakteristik

### 10.1 Roherztypen

Die Greisen stellen in der Lagerstätte das eigentliche Erz dar, in denen Kassiterit, das wirtschaftlich interessanteste Erzmineral, und weitere Erze feinverteilt eingesprengt sind. Nach dem räumlichen Entstehungsort überwiegen die Endokontaktgreisen (>90 %) gegenüber den Exkontaktgreisen (<10 %). Nach Ergebnissen megaskopischer, mikroskopischer, gesteinsphysikalischer und analytischer Untersuchungen und hinsichtlich ihrer Aufbereitbarkeit werden die **Erztypen** (Tab. 29) ausgehalten:

Tab. 29: Erztypen

Erztyp	Synonym	Symbol
<b>Endokontaktgreisen</b>		
1. vergreister Monzogranit	Schnittmustergranit	G <sub>Z</sub>
2. metamonzogranitischer Topas-Glimmer-Greisen	Dunkelgreisen	TGZ <sub>G</sub>
3. metamonzogranitischer Quarz-Topas-Greisen	Hellgreisen	QTZ <sub>G</sub>
<b>Exkontaktgreisen</b>		
4. metagranitporphyrischer Topas-Glimmer-Greisen	Dunkelgreisen	TGZ <sub>PG</sub>
5. metaquarzporphyrischer Topas-Glimmer-Greisen	Dunkelgreisen	TGZ <sub>QP</sub>

Die prozentualen Erztypenanteile der Gesamtlagerstätte und der einzelnen Baufelder sind in Tab. 30 mit Stand 1988 zusammengestellt.

Tab. 30: Erztypenanteil in den Baufeldern und in der Gesamtlagerstätte (gerundet auf volle Prozente)

Baufeld	entspr. Teilbereich d. Lagerstätte	prozent. Anteil				
		Endokontaktgreisen			Exkontaktgreisen	
		G <sub>Z</sub>	TGZ <sub>G</sub>	QTZ <sub>G</sub>	TGZ <sub>PG</sub>	TGZ <sub>QP</sub>
BF1	NO-Teil	15	64	1	7	13
BF2	SO-Teil	55	29	12	-	4
BF3	NW-Teil	31	68	-	1	-
BF4	SW-Teil	45	50	5	-	-
Gesamtlagerstätte		36	52	5	2	5

Die Kenntnisse der Anteile und Verteilung der Greisenerztypen in der Lagerstätte waren für die Prozessführung Bergbau (qualitative Roherzbereitstellung) und insbesondere in der Aufbereitung von entscheidender Bedeutung (Sicherung Prozesssteuerung und Qualität der Konzentrate zur optimalen Fahrweise im Verblaseprozeß Zinnhütteeinhaltung Fluorgehalte → Umwelt und Si/Al- und Fe/Si-Verhältnis → Schmelzbarkeit). Neben einer Erfassung der Greisenerz-Typenanteile in der Lagerstätte nach der Rasterschnittmethode (39600 m Gesteins-Erzsäule auf 12 Schnitten) wurden seit 1980 permanent wöchentlich bis zu 120 Ladeorte (Erzabzugspunkte), parallel zur Probenahme für qualitative Gehaltsermittlungen, hinsichtlich Erztypenanteile bewertet, statistisch erfasst und für operative Steuerungen zur Roherztypen-Zusammenstellung genutzt.

Die modale mineralische Zusammensetzung der Greisenerztypen wurde bereits in den Abschnitten 6.2 und 9.1 dargestellt. Die chemische Komposition sowie die der Greisenerztypen wurden in den Abschnitten 9.1 und 9.2 charakterisiert.

Ergebnisse repräsentativer Untersuchungen zur durchschnittlichen chemischen und mineralischen Zusammensetzung des Altenberger Greisenerzes werden in Tab. 31 genannt (unveröff. Unterlagen „Zinnerz Altenberg“ 1971).

Insgesamt zeichnen sich die Greisenerze im Fördererz als eine Mischung der 5 verschiedenen Erztypen aus. Die einzelnen Typen zeigen im Grad, in der Intensität der Vergreisungen sehr große Unterschiede. Die Palette reicht von schwachvergreisten „Schnittmustergranit“, über Topas-Glimmer-Greisen und Quarz-Topas-Greisen bis hin zu anteilig geringfügigen, jedoch extremen Untertypen, wie reine Glimmer-, Topas- und Quarzgreisen.

Tab. 31: Durchschnittliche chemische und mineralische Zusammensetzung des Altenberger Greisenerzes

gewog. Durchschnitt aus 39 Vollanalysen		Durchschnitt aus 53 Dünnschliffen	
SiO <sub>2</sub>	70,0	Quarz	57,9
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14,2	Glimmer	23,9
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,8	Topas	13,5
FeO	2,7	Fluorit, Apatit	0,4
MnO	0,1	Tonminerale	1,4
MgO	0,3	Feldspat	0,1
CaO	1,1	opake Erzminerale	2,3
Na <sub>2</sub> O	0,4	Kassiterit	0,5
K <sub>2</sub> O	2,4		
TiO <sub>2</sub>	0,2		
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,1		
H <sub>2</sub> O	0,1		
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	1,0		
CO <sub>2</sub>	0,1		
F	2,7		
Metalloxyde	1,8		

Grundsätzlich kann weiterhin festgestellt werden, dass Vergreisung der Gesteine nicht gleich Vererzung der Gesteine bedeutet. Im Detail (Handstück, lokaler Aufschluss) bedingen sich Vergreisungsgrad und Vergreisungsintensität nicht gegenseitig. Bei globaler Betrachtungsweise zeichnen sich die einzelnen Vergreisungsbereiche („Schnittmustergranit“ TGZ, QTZ) jedoch durch charakteristische Erz-elementanreicherungen aus (Abschnitt 9.2 und 9.3).

Das Charakteristische der Altenberger Greisenerze ist ihr feinkörniges, lepidoblastisches (TGZ) bis granoblastisches (QTZ) Gefüge mit fein- bis feinstkörnig eingesprengten Erzmineralien. Selten liegen die Erzminerale mittel- bis grobkörnig vor. Derberznerz waren in der Lagerstätte äußerst selten und wenn, dann in nur geringer Ausdehnung anzutreffen.

## 10.2. Erz- und Begleitminerale

**Haupterzmineral ist Kassiterit.** Bedeutung haben **weitere Erzminerale**, wie Arsenopyrit, Löllingit, Wolframit, Molybdänit und gediegen Wismut.

Andere sulfidische Minerale, wie Bismuthinit, Emplektit, Pyrit, Sphalerit, Bornit, Fahlerz, Stannin, Galenit und Covellin sind selten in der Lagerstätte und können z. T. nur erzmikroskopisch nachgewiesen werden.

Von der Lagerstätte Altenberg wurden über 80 Minerale erfasst und beschrieben (FRENZEL 1874, SCHREIER 1927, HEDRICH 1958), einen wesentlichen Teil (40 %) stellen jedoch sekundäre Umwandlungsminerale dar.

Über die Grenzen des Erzgebirges wurden besonders zwei Minerale von Altenberg als Seltenheit bekannt:

- Der *Stängeltopas*, von CHARPENTIER 1778 beschrieben und von HAUY mit dem Namen *Pyknit* belegt, in Form sattgelber, garbenförmig-palmenwedelartiger Topasaggregate (bis zu 75 cm lang, Pyknitort 4. Sohle – nicht mehr existent) mit Protolithionitrosetten und Quarz (s. a. Kap. 6.2.3.1)
- *Prosopit*, als locus typicus von Altenberg im Jahre 1853 von SCHEERER erstmals beschrieben, trat in Paragenese mit Fluorit, Siderit und teils überkrustet von Hämatit sehr selten und möglicherweise nur in oberen Sohlenbereichen auf.

Durch elektronenstrahlmikroanalytische Untersuchungen konnten neuerdings von Altenberg noch nicht bekannte Mineralphasen in winzigsten Mengen nachgewiesen werden (FÖRSTER, H.-J.; HUNGER, H.-J.; GRIMM, L., 1986 und 1987). Es handelt sich um Russellit ( $\text{Bi}_2\text{WO}_6$ ), Aikinit ( $\text{CuPbBiS}_3$ ), einen Ag-Hg-Tetraedrit mit 17,6 % Hg, Annivit ( $\text{Bi-Zn-Tennantit}$ ), As-Sandbergerit ( $\text{Zn-Tennantit}$ ) und einen Fe-Zn-Tennantit.

Als wesentliche Mineralbildung im Zuge der Lagerstättenentwicklung sind die **lithium- und rubidiumführenden Glimmer** - Protolithionit, Zinnwaldit - zu nennen. Mit dem am weitesten in der Lagerstätte verbreiteten Topas-Glimmer-Greisen (52 %, bei 30 % Glimmeranteil) liegt ein Rohstoffpotential vor, welches in bisherigen Nutzungsetappen der Lagerstätte so gut wie keine Beachtung fand. Im Zuge der Politik einer möglichst komplexen Lagerstättennutzung seit den 70er Jahren des 20. Jh. wurden umfangreiche Forschungsarbeiten zur breiten Nutzung der Begleitelemente/-minerale eingeordnet, deren Ergebnisse aufgrund wirtschaftlicher Probleme und der Dominanz der Zinnerzgewinnung, nicht umgesetzt wurden.

An der mineralischen Zusammensetzung der Greisen ist auch **Topas** wesentlich beteiligt. So führt der QTZ reichlich 20 % und der TGZ 14 % Topas. Extrem topasreich (>50 %) ist die Pyknit-Zone im Apikalbereich des Albitgranits zum Greisen des Monzogranits, insgesamt ist der Pyknit-Anteil zum gesamten Lagerstättenvolumen gering. Kurzzeitig im Roherz vorlaufende topasreiche Sorten mussten für den Aufbereitungsprozess limitiert werden, um im Zinnerzkonzentrat den Topasanteil (Fluorgehalt schädlich im Verhüttungsgang) in Grenzen zu halten.

Weitere fluorhaltige Minerale im Roherz sind **Apatit** und Fluorit, beide treten in den Greisenerzen nur in akzessorischen Mengen in Erscheinung, vereinzelt kommen sie in schmalen Trümmern auch kompakt vor. Aufgrund ihres geringen Anteils im Erz gegenüber Topas wurde der Einfluss auf den Aufbereitungsprozess als unbedeutend bewertet.

Weit verbreitet ist in den Greisenerzen (besonders im QTZ und TGZ<sub>PG</sub>) die **Hämatitführung** in Form von feindispersen bis gelegentlich derben Massen der Varietät Specularit. Er färbt die Greisen intensiv rot. In Verbindung mit Tonmineralen und Wasser bildet dieses „Roteisen“ die für den Altenberger Bergbau bekannten „Rotschlämme“. In der Grube behinderten diese Schlämme die Streckenreinigung, in der Aufbereitung übten sie einen negativen Einfluss auf das Ausbringen (Tonminerale behinderten die Flotation) und auf die Sedimentation der Berge aus der Bergetrube aus.

Tektonische Auflockerungszonen und hydrothermale Überprägungen in den Gesteinen und Greisenerzen führten zur Bildung von **Hydroglimmern** und verschiedensten **Tonmineralen**. Ihre Absorptions- und Kationenaustauschereigenschaften führten im Aufbereitungsprozess (besonders in der Zinnsteinflotation) zu ungünstigen Beeinflussungen des Effektes. Gilbertit, Serizit, Hydromuskovit treten als Zersetzungsprodukte von Topas und Feldspäten auf. Sehr weit verbreitet sind auch Kaolinisierungsvorgänge in Feldspäten und Umwandlungsvorgänge im Topas zu Kaolinit, Nakrit, Dickit; besonders betroffen sind Granitporphyr, Granit, Quarz-Topas-Greisen und metagranitporphyrischer Topas-Glimmer-Greisen. Illitbildungen sind besonders aus den Randbereichen der Greisen (Schnittmustergranit) durch Umwandlung der Feldspäte bekannt. Chloritisierungen der Glimmer (Biotit; Protolithionit) und das vereinzelte Auftreten von Vermiculit durch Umwandlung eben derselben Minerale wurden verstärkt nach der Teufe in den liegenden Bereichen der Lagerstätte beobachtet.

**Radioaktive Minerale** treten sehr selten in makroskopisch sichtbaren Mengen in Form dünner grünlicher Beschläge auf Klüften bzw. kleinsten grünen Kristalltäfelchen als Autunit, Torbernit und Zeunerit in Quarztrümmern auf. Ihre Verbindung beschränkt sich auf hydrothermal überprägte Gesteins-Greisenpartien in den Randbereichen der kompakten Greisenerzkörper. Der Stoffbestand der Uranglimmer resultiert durch hydrothermale Auslaugungs- und Umlagerungseffekte aus den Graniten, die insgesamt an Uran und Thorium höher disponiert sind. In den Graniten, pegmatitischen Bildungen (Stockscheider) und Greisen können akzessorische U-Th-SE-Minerale (Uraninit, Thorianit, Thorit usw.) auftreten; makroskopisch wie auch mikroskopisch wurden sie nie explizit nachgewiesen. Insbesondere die Herdkonzentrate (Reichkonzentrate) der Aufbereitung weisen aufgrund radiometrischer Untersuchungen (Kap. 9.9) darauf hin, dass die dort nachgewiesenen erhöhten Strahlungsquoten auf radioaktive Schwermineralanreicherungen zurückgeführt werden können.

### 10.3 Rohdichte der Gesteine und Greisenerztypen

Die Gesteine und wesentliche Greisenerztypen wurden auf ihre **Rohdichte** in zahlreichen Messreihen untersucht.

Die Rahmengesteine der Lagerstätte, wie Quarzporphyr, Granitporphyr und Monogranit, ordnen sich als relativ „leichte“ Gesteine um eine Rohdichte von 2,6 g/cm<sup>3</sup>.

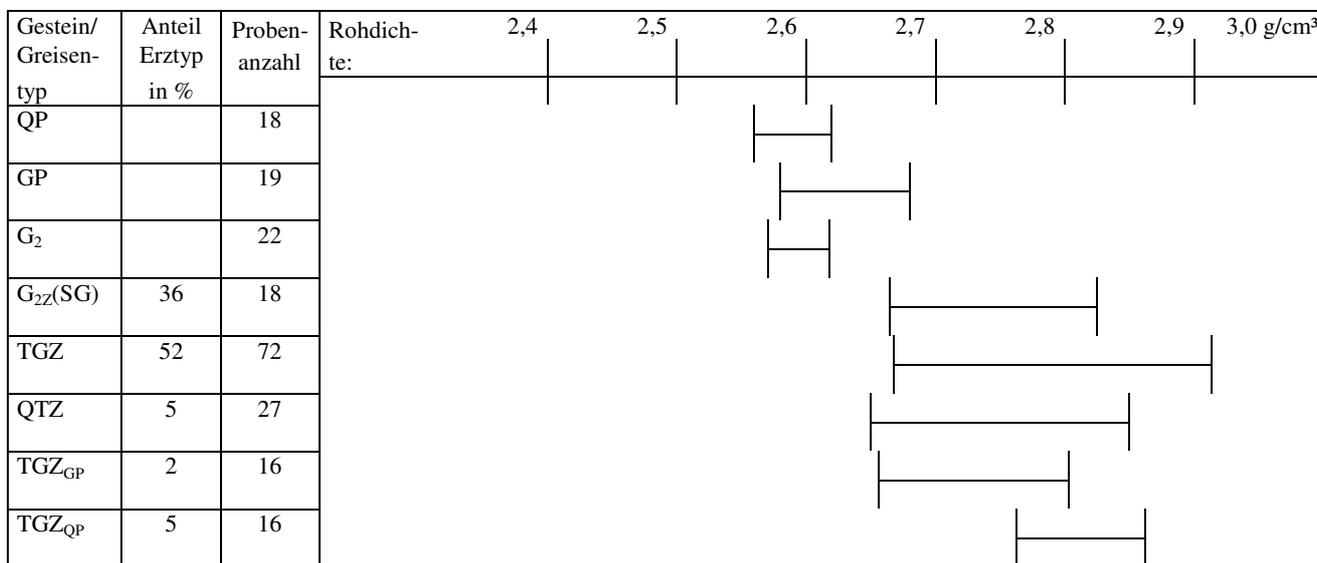
Tab. 32: Rohdichte (g/cm<sup>3</sup>) der Gesteine und Greisenerztypen

Gestein/Greis	Symbol	Probenanzahl	Mittelwert	Streubereich von – bis
Quarzporphyr	QP	18	2,58	2,56-2,62
Granitporphyr	GP	19	2,60	2,58-2,68
Monzogranit	G <sub>2</sub>	22	2,61	2,58-2,63
Schnittmustergranit	G <sub>2Z</sub> (SG)	18	2,76	2,67-2,82
Topas-Glimmer-Greis	TGZ	72	2,84	2,68-2,91
Quarz-Topas-Greis	QTZ	27	2,78	2,65-2,83
metagranitporphyrischer	TGZ <sub>Granitporphyr</sub>	16	2,78	2,66-2,80
quarzporphyrischer	TGZ <sub>Quarzporphyr</sub>	16	2,82	2,75-2,84
Rohdichte Greisenerz gesamt gewogen über Anteile Greisentypen			2,80	

Die verschiedenen Greisenerztypen zeichnen sich aufgrund der Vergreisung (Topas-Glimmer-Bildung) durch markant höhere Roherdichten und im differenzierten Grad der Vergreisung durch relativ große Streubreiten (2,65-2,91 g/cm<sup>3</sup>) in den Roherdichten aus (Abb. 92).

Entsprechend dem prozentualen Anteil der Erztypen mit ihren spezifischen Roherdichten wurde die Messzahl **Roherdichte Greisen gesamt mit 2,8 g/cm<sup>3</sup>** ermittelt, die u. a. für die Berechnung der Erzvorratsmassen Anwendung fand.

Abb. 92: Rohdichte der Gesteine und Greisenerztypen



### 10.4 Korngrößen des Kassiterits und Verwachsungen

Für die Verarbeitung eines Erzes (Aufschluss, Ausbringen) ist die Kenntnis des Korngrößenspektrums der Erzmineralpartikelchen im Erz und der Verwachsungen derselben von wesentlicher Bedeutung. Die Greisenerzen bzw. sogenannten „Zwitter“ von Altenberg sind überwiegend sehr fein-

körnige Erze, in denen die Erzminerale als feinstkörnig, makroskopisch überwiegend nicht sichtbare Partikelchen und demzufolge auch in enger Verwachsung mit anderen Mineralen auftreten.

Mit der Ermittlung der Korngrößen und des Aufschlusses des Zinnsteins im Altenberger Greisen beschäftigten sich zahlreiche Autoren (SCHMIDT-HUBER, 1833; REH, 1927;

HOTTMANN, 1930; PREIDT, 1937; OELSNER, 1942; HELBIG & OSSENKOPF, 1969; SANSONI, 1973; KUEHN, 1989). Die Angaben sind nicht frei von Widersprüchen. Sie weisen gelegentlich systematische Fehler auf, da sie zum überwiegenden Teil an Schlifflen aus stückigem Material gewonnen wurden (Problem: Anschnitteffekt). Nach HELBIG & OSSENKOPF (1969) liegt lt. Tab. 33 folgendes Kassiterit-Korngrößenspektrum in den Greisenerzen vor.

Tab. 33: *Kassiterit-Korngrößenspektrum Altenberger Greisenerz (Bestimmung an 356 Dünnschliffen)*

Korngröße Kassiterit (µm)	Anzahl Kassiteritkörner (%)	Volumen-Anteil (%)	Kassiterit Bilanz (Σ %)
<20	50	1,5	1,5
20-30		4,5	
-30			6
30-60		12	18
60-100		15	
<100	90		33
>100	10	67	41,5

Insgesamt liegen 50 % aller Körner unter 20 µm und 90 % aller Körner unter 100 µm. Volumenseitig und damit aufbereitungsrelevant kehren sich diese Verhältnisse um. So beträgt der Volumenanteil der Körner unter 20 µm nur 1,5 %, während die Kassiteritkörner über 100 µm 67 % der Zinnbilanz ausmachen.

Mit diesem Korngrößen-/Kornvolumenspektrum des Kassiterits wird die Fein- und Feinstkörnigkeit des Erzes dokumentiert und die Problematik einer effektiven Aufbereitung der Erze angedeutet. Der Aufschluss des Zinnsteins (u. a. die Trennung von Verwachsungen) ist für ein erfolgreiches Sortieren Grundbedingung. Untersuchungen von SANSONI (1973) an siebklassierten angereicherten Proben verschiedener Greisenerztypen charakterisieren die Korngrößenspektren und die Verwachsungsverhältnisse in den Etappen einer simulierten Zerkleinerung (Tab. 34).

Tab. 34: *Prozentuale Korngrößenverteilung des Kassiterits und Verwachsungen (Korngrößenfraktion <100 µm, Dichtefraktion >3,780 g/cm³)*

Erztyp	Korngrößen des freien SnO <sub>2</sub> (%)				Verwachsungen davon		
	<5	5-20	20-50 (µm)	50-100	Σ %	opak	durchsichtig
G <sub>2Z</sub> (SG)	0,4	19,2	53,6	22,3	4,5	0,1	4,4
TGZ	1,6	24,3	59,4	5,4	9,3	0,8	8,5
QTZ	0,1	20,6	62,1	8,9	8,3	0,7	7,6
TGZ-GP	2,8	34,6	46,1	5,6	10,9	0,2	10,7
TGZ-QP	3,3	21,3	49,5	19,6	6,3	0,2	6,1

Verdeutlicht wird, dass bei einer Kornscheide von 100 µm die größte Anzahl freier Kassiteritkörner in dem Korn-

spektrum zwischen 20-50 µm in allen Greisenerztypen liegt. Die Verwachsungen des Kassiterits mit anderen Mineralen halten sich bei diesem Korngrößenschnitt in Grenzen (<11 %). Verwachsungen mit opaken Erzmineralen sind extrem gering, wobei Hämatit » Arsenopyrit > Ged. Wismut > Wolframit auftreten. Häufiger sind Verwachsungen mit durchsichtigen Nichterzmineralen wie Glimmer > Topas > Quarz » Feldspat.

Für die Führung eines modernen effektiven Aufbereitungsprozesses leitete sich aus dem Charakter der Greisenerze und insbesondere aus dem Korngrößenspektrum des wirtschaftlich wichtigsten Erzminerals Kassiterit eine schonende stufenweise Zerkleinerung (Vermeidung einer Übermahlung), Sortierung und Selektierung ab (→ s. auch Kap. Aufbereitung).

Mit dem Drängen nach besserer Aufbereitungseffektivität (maximales Ausbringen an Kassiterit) war die Frage zu erörtern, welcher Anteil an ausbringbarem Zinn im Erz theoretisch überhaupt möglich ist bzw. welcher Anteil an **nicht-ausbringbarem Kassiterit oder Zinn** überhaupt vorliegt. Untersuchungen zum nichtausbringbaren Kassiterit der Greisenerzen wurden von SANSONI (1973) durchgeführt. Hiernach sind insbesondere

- aufgeschlossener Kassiterit < 5 µm und
- submikroskopische Kassiteritverwachsungen

zu nennen. Der Anteil beider Verlustquellen ist wegen seiner geringen Menge bedeutungslos, er liegt in der Größenordnung bei 0,x % Volumenanteil Kassiterit.

Untersuchungen zum nichtausbringbaren Zinn aus Greisenerzen wurden mit der Frage nach der Bindung des Zinns in anderen Mineralen verbunden (KALWEIT & WAWRA, 1969; RECKNAGEL, 1969; TISCHENDORF u. a. 1969). Die Ergebnisse können danach wie folgt zusammengefasst werden:

- Hauptmenge des Zinns ist an Kassiterit gebunden
- als weiteres Zinnmineral kommt Stannin vor, aufgrund des extrem seltenen Vorkommens als Akzessorium im Erz ohne Bedeutung
- Bindung von Zinn zweifelsfrei in isomorpher Form an Glimmer, Topas und Quarz in der Größenordnung nicht mehr als 6-8 % des Gesamtzinns im Greisenerz.

RECKNAGEL (1969) gibt beispielsweise folgende Zinngehalte für monomineralische Fraktionen an:

	Zinn g/t		
	Glimmer	Topas	Quarz
TGZ	400	60	280
QTZ	900	30	410

### 10.5 Charakteristik weiterer Mineralkomponenten in den Greisenerzen

**Gediegen Wismut** kommt verbreitet im TGZ und QTZ in winzigen isometrischen Körnchen als Zwickelfüllung zwischen den Gangartmineralen vor. Verwachsungen erscheinen häufig mit Bismuthinit, Arsenopyrit und Molybdänit. In pneumatolytischen und hydrothermalen Trümmermineralisationen, bevorzugt in den hangenden Lagerstättenbereichen, trat gediegen Wismut gelegentlich in bis Millimeter und Zentimeter großen Aggregaten auf.

**Bismuthinit** erscheint überwiegend in Verwachsung mit ged. Wismut in winzigen Aggregaten überwiegend im TGZ, jedoch in größeren Aggregaten auch in Trümmern.

**Molybdänit** liegt in fächerförmigen, wirrstrahligen, zerknitterten Strähnen, jedoch auch in Form feinsten tonnenförmiger Körnchen im Greisen vorwiegend in Verwachsung mit Hämatit und Wismutmineralen vor. In größerer Ausbildung (mm-cm) ist Molybdänit auf Trümmern und Gängen häufig mit Wolframit assoziiert. Die wohl stärkste Molybdänitanreicherung in der Lagerstätte Altenberg wurde in den 40er Jahren des 20. Jh. auf der 4. Sohle aufgeschlossen und als separater Molybdänitabbau geführt (Bereich Strecke 405). Die Vererzung war auf einem bis zu mehrere Dezimeter mächtigen, 70° streichenden, steil nach SO-fallenden Quarzgang im Topas-Glimmer-Greisen konzentriert. Erwähnung finden soll auch das gelegentliche Auftreten von schwarzem Jordisit (amorpher Molybdänit), der wiederum zu intensiv blau färbendem Ilsemannit verwittert. Die gelegentliche verpönte Blaufärbung des in der Hütte Freiberg aus Altenberger Arsenkieskonzentrat erzeugten Arsens für die Glasindustrie wurde auf die Anwesenheit von Ilsemannit bis in den Hüttenprozess zurückgeführt.

**Wolframit** tritt, wie bereits erwähnt mit Molybdänitverwachsung als hypidiomorphe langprismatische, spanförmige bis dicktaflige Aggregate auf. Die Partikelchen erreichen im Greisenerz nur gelegentlich bis 2 mm Größe. Auf Klüften und Gängen erscheint er bisweilen in hypidiomorphen und idiomorphen Formen bis in Zentimetergröße.

**Arsenopyrit** ist im Altenberger Greisenerz als makroskopisch sichtbares und als häufigstes verbreitetes Begleitminerale anwesend. Sowohl im TGZ als auch im QTZ ist der Arsenopyrit in imprägnativer Form wie auch auf feinsten Trümchen verbreitet. Auf den mineralisierten Trümmern im „Schnittmustergranit“ trifft man ihn als häufigstes Erzminerale an.

Untersuchungsergebnisse zum Korngrößenspektrum einiger Begleitminerale in Greisenerzen sind in Tab. 35 zusammengestellt.

Tab. 35: Prozentuale Verteilung der Korngrößen einiger Begleitminerale im Greisenerz

	Korngrößen (µm)			
	<28	28-100	100-315	>315
Arsenopyrit	10	20	40	30
gediegen Wismut	20	50	20	10
Bismuthinit	10	25	40	25
Molybdänit	30	50	15	10
Wolframit	5	30	35	30

Auffällig ist der erhöhte Anteil an sehr kleinen Korngrößen bei ged. Wismut und Molybdänit, während Arsenopyrit, Wolframit und Bismuthinit anteilig in etwas größeren Kornklassen dominieren.

#### Lithium-Rubidium-führende Glimmer

Wie bereits erwähnt, führt das Altenberger Greisenerz einen beachtlichen Anteil an Glimmer. Diese sog. **Dunkelglimmer** sind besonders in sehr feinblättrigen und feinfilzigen Aggregaten im Topas-Glimmer-Greisen und in größeren Anhäufungen im Pyknit enthalten. Im TGZ überwiegen die Glimmerblättchen in Größen (Länge!) bis 100 µm (ca. 80 %), über 500 µm große Blättchen sind hingegen selten (<10 %). Im Pyknit liegen die Glimmerblättchen im makroskopischen Bereich zwischen mehreren Millimetern bis ein Zentimeter Größe.

In den Graniten des jüngeren postkinematischen Intrusivkomplexes und in den mit ihnen verknüpften Metasomatiten stellen die Dunkelglimmer der isomorphen Mischungsreihe der Li-Fe-Glimmer die wichtigsten Li- und Rb-Träger dar.

Speziell durch die Arbeiten von TISCHENDORF u. a. (1969), GOTTESMANN & TISCHENDORF (1978, 1980) und GOTTESMANN u. a. (1981) konnten im Erzgebirge wesentliche Kenntnisfortschritte im Hinblick auf Klassifikation, Vorkommen und Chemismus der Dunkelglimmer erreicht werden. Vertreter dieser Minerale standen auch in der Lagerstätte Altenberg oft im Mittelpunkt von Untersuchungen (vgl. GLOYNA, 1960; GOTTESMANN, 1962; RECKNAGEL, 1969; KALWEIT & WAWRA, 1969; FÖRSTER, 1981), auf die an dieser Stelle verwiesen werden soll.

Mit steigendem Differentiationsgrad des erzgebirgischen granitischen Magmas gewinnen die Li-reicheren Glieder der Mischungsreihe (Protolithionite, Zinnwaldite) mengenmäßig an Bedeutung. Die wichtigsten Dunkelglimmer in der Lagerstätte Altenberg sind die Protolithionite.

Mit 0,2-0,83 Masse-% Lithium stellen sie im Topas-Glimmer-Greisen und im Pyknit intermediär bis stark Li-angereicherte Protolithionite dar (GOTTESMANN & TI-

SCHENDORF, 1980 – Variationsbreite erzgebirgischer Protolithionite: 0,43-1,0 Masse-% Li).

Typischer Li-reicher Zinnwaldit ist in Altenberg selten. FÖRSTER (1981) konnte ihn in einer Probe mit 1,67 % Li nachweisen.

Rubidium-Bestimmungen an Altenberger Protolithioniten wurden nur sehr wenige vorgenommen. FÖRSTER (1981) gibt Rb-Gehalte von 0,92 % an (2 Proben). Entsprechend der von GOTTESMANN & TISCHENDORF (1980) angegebenen Variationsbreite von 0,55-1,16 % Rb sind es Rb-reiche Protolithionite.

## 11 Geophysik

Im Raum Altenberg wurden im Rahmen komplexer geophysikalischer Untersuchungen im Erzfeld Altenberg–Dippoldiswalde im Zeitraum 1982-1989 umfangreiche oberflächengeophysikalische Messungen durchgeführt (WILKE & SCHUBERT, 1989).

Zum Einsatz kamen flächendeckende gravimetrische, geoelektrische, geomagnetische, aerogeophysikalische, refraktionsseismische und bodengammaspektrometrische Messungen in den Maßstäben 1 : 25000, lokal bis 1 : 1000. Ziel war, bekannte Strukturen auf ihre Erzpotenz zu untersuchen und neue verdeckte Strukturen nachzuweisen.

Zur Klärung der strukturellen Verhältnisse im Erzfeld Altenberg–Dippoldiswalde bestand folgende Aufgabenstellung:

- Erkundung tektonischer Störungen und Bruchzonen
- Präzisierung des Granitreliefs
- Aussonderung lithologischer Einheiten
- Lokalisierung von Bereichen mit Gesteinsumwandlungen verschiedenster Art (Vergreisung, Verkieselung)
- Bewertung der Messergebnisse hinsichtlich ihrer Höflichkeit aus geophysikalisch-geochemischer Sicht

Die Analyse der geophysikalischen und aerogammaspektrometrischen Felder weist insbesondere auf herzy-

ne (SO-NW) und steil erzgebirgische (SW-NO) Indikationen hin, wie sie im wesentlichen aus dem geologisch-tektonischen Befund bekannt sind.

**Geoelektrische Messungen** Anfang der 80er Jahre im unmittelbaren N- und NO-Bereich der Pinge brachten deutliche Anomalien, die den Verlauf mehrerer Äste der Nordrand-Störung (O-W) und herzyner Störungen markierten. Mitte der 80er Jahre vollzog sich entlang dieser Störungen das Bruchgeschehen in der Pinge.

**Gravimetrische Messungen** zur Lokalisierung der Granitoberfläche, die in den Jahren 1976/77 durch KÖHLER und EICHNER (1978) durchgeführt wurden, konnten durch die Messungen 1982-1989 präzisiert werden. Durch Einbindung konkreter Bohrdaten durch die SDAG Wismut konnte die Morphologie der Granitoberkante genauer erfasst werden (Abb. 93). Aufgrund des relativ großen Messpunktabstandes (250 bzw. 100 m) waren jedoch mögliche lokale Granitaufwölbungen (Apikalintrusionen), die im Untergrund Vererzungszonen (Greisenerzkörper) aufweisen könnten, nicht lokalisierbar. Im Ergebnis umfangreicher geologisch-geophysikalischer Modellierungsarbeiten konnte zusätzlich ein Mächtigkeitsschema des Gesteinskomplexes Quarzporphyr/Granitporphyr ermittelt werden.

**Gammaspektrometrische Untersuchungen** brachten in der Verteilung der Elemente Kalium, Uran und besonders Thorium zur Unterscheidung der Gesteine interessante Ergebnisse. Unterschiedliche Thorium- und Uranintensitäten im verschiedenkörnigen Schellerhauer Granitareal könnten durch weitere Untersuchungen möglicherweise zur Untergliederung in Syeno-, Monzo- und Albitgranit beitragen.

**Widerstandselektrische Messungen** deuten auf Silifizierungs- und Vergreisungserscheinungen aufgrund ihrer hohen spezifischen Widerstände hin (Bereich Kahleberg).

Insgesamt kann festgestellt werden, dass die komplexen geophysikalischen Untersuchungen interessante und ergänzende Beiträge zur Vertiefung des geologischen Kenntnisstandes des Gebietes brachten, lokale engmaschigere Messnetze könnten präzisere Hinweise für mögliche Mineralisationsbereiche bringen.

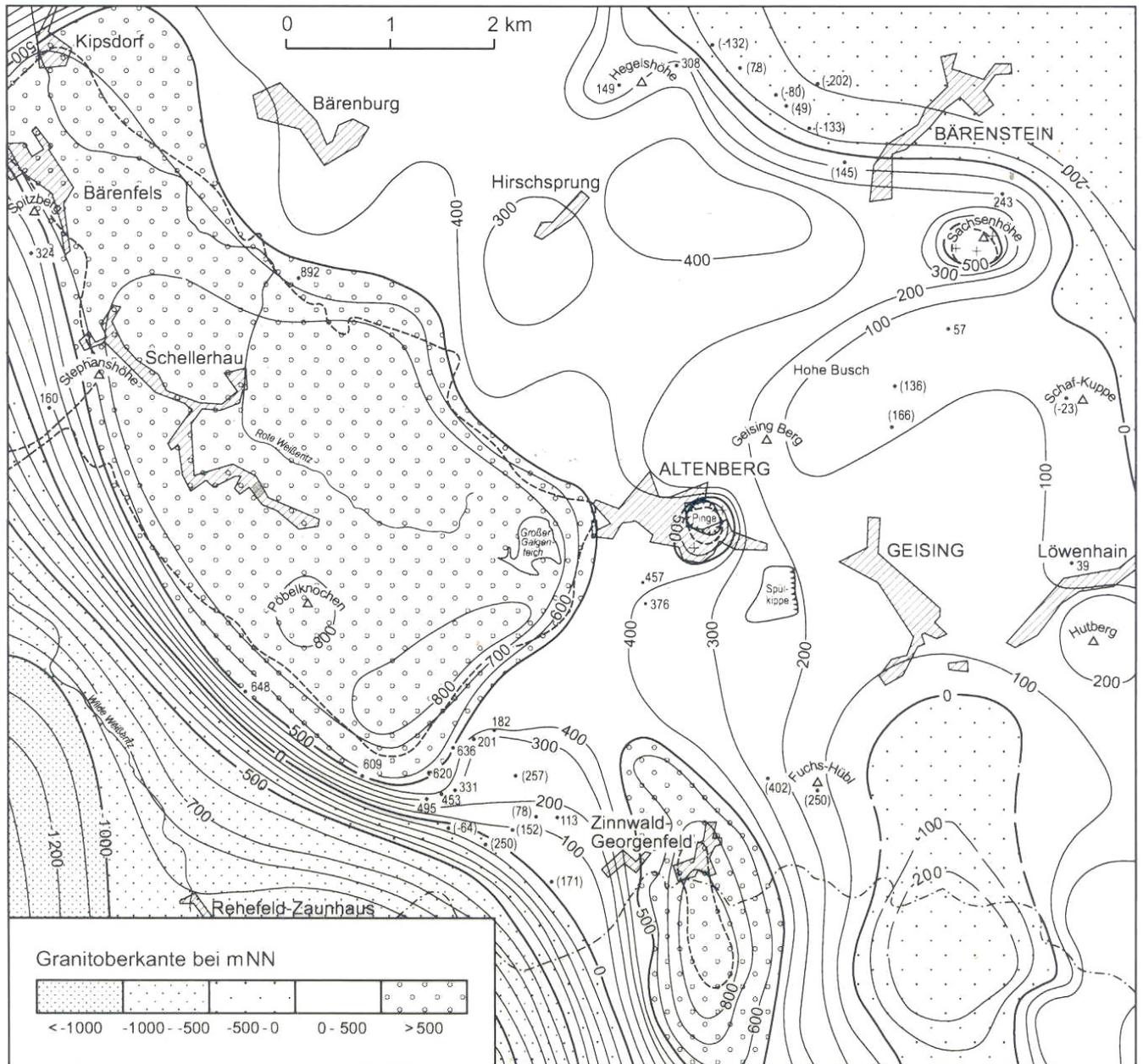


Abb. 93: Schema des Granitreliefs in m NN vom Erzfeld Altenberg nach Gravimetrie und unter Berücksichtigung von Bohrergebnissen (nach WILKE & SCHUBERT 1989)

## 12 Hydrologie und Hydrogeologie im Bereich der Lagerstätte, Wasserhaltung

### 12.1 Hydrologische Verhältnisse

Langzeitliche Wetterbeobachtungen der Wetterwarte Geisingberg seit 1948 geben für das Gebiet Altenberg eine jährliche durchschnittliche Niederschlagsmenge von 826 mm/a an. Jahreshöchstwerte an Niederschlag lagen bei 1212 mm/a (1965) und Niedrigwerte bei 663 mm/a (1951).

Abb. 94 zeigt die langjährigen durchschnittlichen Niederschlagsmengen in den Sommermonaten, mit besonderer Spitze im Juli durch Starkregen (Gewitter). Hingegen liegen die Herbst- und Wintermonate niederschlagsmäßig überwiegend unter dem langjährigen Mittel. Monatliche Höchstwerte lagen bei 184,1 und 179,3 mm/M (Februar und Mai 1965). Tageshöchstwerte kamen auf 71 mm/d (23.07.1952), 82 mm/d (21.07.1980) bzw. 91 mm/d (23.07.1954).

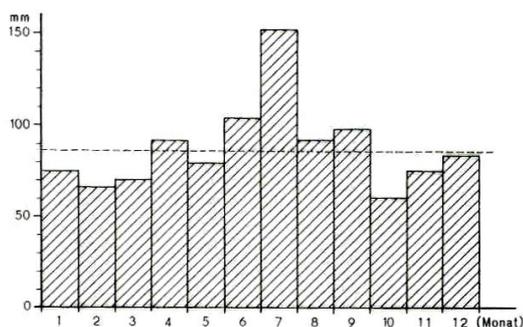


Abb. 94: Durchschnittliche monatliche Niederschlagssummen für den Geisingberg/Altenberg seit 1948

Entsprechend der Morphologie im Raum um Altenberg vollzieht sich die Entwässerung in wenigen Bach- und kleinen Flussläufen im Ostbereich durch Heerwasser und Rote Müglitz und im NW-Bereich durch Rote Weißeritz und kleine Biela.

Bei einer durchschnittlichen Abflussrate von 2,5 m<sup>3</sup>/sec bringt besonders die Frühjahrs-Schneesmelze im Monat März und April hohe (doppelte) durchschnittliche Abflussmengen. Langjährige Messungen seit 1916 der Abflussmengen der Müglitz an der Messstelle Dohna (nach Unterlagen des Amtes für Meteorologie und Hydrologie in Dresden) lassen gleichzeitig starke Abflussdefizite in den Monaten August bis Oktober erkennen (Abb. 95). Extreme Abflussmengen bringen wolkenbruchartige Niederschläge in den Monaten Juli und August. So stieg beispielsweise der Abfluss der Müglitz bei Dohna aufgrund verheerender Wolkenbrüche im Osterzgebirge von ca. 1,5 m<sup>3</sup>/sec am

08.07.1927, auf 55 m<sup>3</sup>/sec am 09.07.1927. Auch Tauwetter mit starken Niederschlägen im Frühjahr geben hohe Abflussmengen, so z. B. am 23.03.1947 mit 23 m<sup>3</sup>/sec Abfluss der Müglitz bei Dohna (4,5 m<sup>3</sup>/sec Märzabflussmittel).

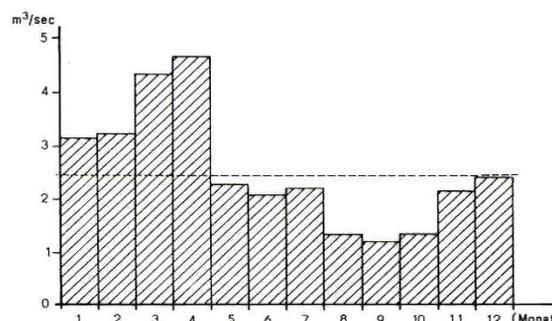


Abb. 95: Durchschnittliche monatliche Abflussmengen der Müglitz (Messstelle Dohna) seit 1916

Eine Verzögerung zwischen Niederschlagstätigkeit und Wasserabfluss war in der Vergangenheit in der gebirgigen Region insbesondere durch die wasserspeichernde Eigenschaft des Waldes gegeben. Dabei kam besonders den vermoorten Waldflächen in der Kammregion (z. B. Zinnwalder Hochmoor) eine große Bedeutung als Wasserspeicher und Wasserabgaberegulator zu. Mit der starken Abholzung des Waldes im Mittelalter (großer Holzbedarf für Bergbau und Hütten) und dem Waldsterben in den 70er und 80er Jahren des 20. Jahrhunderts aufgrund der chemischen Belastung der Luft durch die nordböhmische Braunkohlenindustrie wurde die natürliche Wasserabgaberegulierung im Territorium stark beeinträchtigt.

Die Oberflächenwässer zeigen insgesamt einen sauren Charakter (pH-Wert <6,5; saurer Regen, Huminsäuren). In niederschlagsarmen Zeiten weisen Wässer aus den vermoorten Gebieten bisweilen auch pH-Werte bis 4,8 auf.

### 12.2 Hydrogeologische Eigenschaften des Gebirges und Grundwasserdynamik, Wasserhaltung der Grube

Die hydrogeologische Situation im Bereich der Lagerstätte (Grube) wird hauptsächlich durch die mit Bruchmassen gefüllte Pinge und die umgebenden dichten vulkanischen Gesteinskomplexe bestimmt, die nur im mäßigen Umfang von Klüften, Gängen und Störungszonen durchzogen sind.

Die Hydrodynamik wird ausschließlich durch die Pinge und das darunter liegende Grubengebäude bestimmt.

Der unmittelbare Bereich der Zinnerzlagerstätte Altenberg weist hydrogeologisch durch die ca. 14 ha große Pinge eine

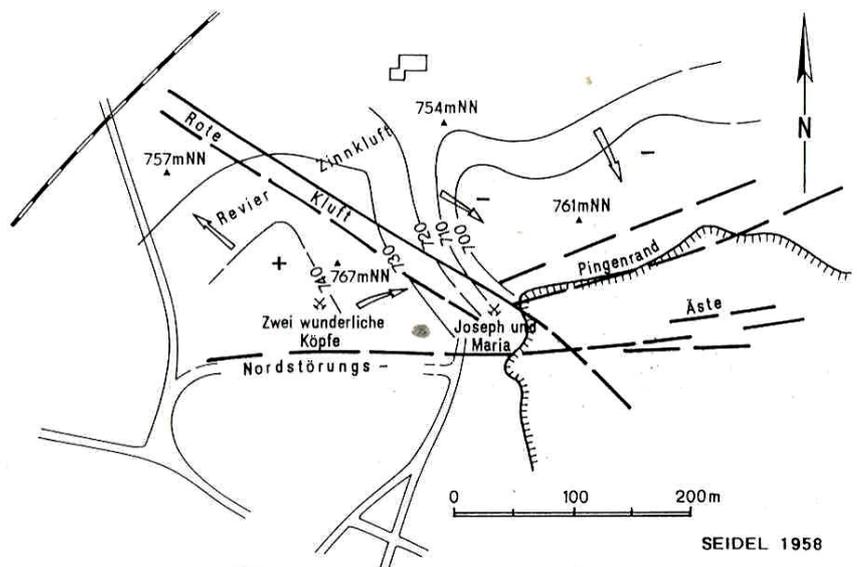
Besonderheit auf. Dieser gewaltige Bruchkörper bis in über 150 m Teufe nimmt alle Niederschläge über dieser Fläche und Sickerzuflüsse aus dem Umfeld auf und speichert somit beträchtliche Wassermengen. Obwohl alle wichtigen Grubenbaue direkten oder indirekten Kontakt zur Pinge besitzen, kommt es dennoch zu keinen plötzlichen großen Wasserzuflüssen, da die Speicherwirkung des Bruchkörpers regulierend wirkt. Das Niederschlagswasser wird von den reichlich vorhandenen Tonmineralen aufgenommen und bildet einen thixotropen Schlamm, der während der Ladearbeit an den Erzabzugsstellen mit anfiel.

Die Speicherwirkung der Pinge verhindert den plötzlichen Zufluss großer Niederschlagsmengen (Wolkenbruch, Schneeschmelze) in die Grubenbaue. Allerdings kann sie einen Sättigungsgrad durch langanhaltende Niederschläge erreichen, so dass die Speicherwirkung für weitere Niederschläge gegen Null geht. In solchem Fall trat dann die Niederschlagsmenge des Tages auch täglich in die Grubenbaue über. Ließen die Niederschläge nach, hielten hohe Wasserzuflüsse aus den Bruchmassen noch längere Zeit an.

Die in der Lagerstätte vorhandenen Gesteinskomplexe sind in Abhängigkeit von der Kluftdichte als dicht bis wenig wasserdurchlässig einzuschätzen. Eine erhöhte Wasser-

wegsamkeit des Gebirges weisen der oberflächennahe Auflockerungsbereich sowie Kluft- und tektonische Störungszonen auf. Im bohrtechnischen Prozess führten diese Bereiche zu z. T. hohen Spülungsverlusten. Diese Bereiche stellen die eigentlichen grundwasserführenden Strukturen dar, über die eine Kommunikation des Grundwassers erfolgt. Im Grubengebäude sind nur etwa 30-40 wasserführende offene Klüfte und Gangzonen vorhanden, die nicht mehr als 5 l/min führen. Die meisten, wenige Zentimeter offenen Kluftwasserleiter liegen dabei im Vorfeld des Grubengebäudes, in den Hauptquerschlägen zu den Schächten, in der Erkundungsstrecke 723 nach Osten und im Erbstolln. Nach Einstellung der Produktion und im Zusammenhang mit der Auffahrung eines Entwässerungsstolln auf der 7. Sohle (zur Trockenlegung der Grube und Beruhigung der Pingenbruchvorgänge) wurde Mitte 1992 ca. 900 m nördlich des Grubengebäudes eine stark wasserführende herzyn streichende Gangzone (amethystfarbener Quarz, Baryt, Letten) angefahren, die kurzzeitig einige hundert Liter Wasser pro Minute brachte. Da die Strecke bergseitig fallend angelegt ist, stieg das Wasser in der Strecke binnen weniger Stunden bis zum Stollnbeginn im Grubenbereich an. Durch eine saugende Notwasserleitung wurde die Havarie nach wenigen Tagen behoben.

Abb. 96:  
Grundwasserisohypsen im Gebiet nordwestlich der Pinge



Hydrostatische Parameter – Verlauf des Grundwasserspiegels – liegen nur aus dem nordwestlichen und gleichzeitig morphologisch am höchsten liegenden Bereich der Lagerstätte durch bohrtechnische Arbeiten vor. Die Spülungsspiegel (etwa Grundwasserspiegel) zeigen mit den NN-Niveaus von 746,8 m bis 698,3 m (Tagesoberflächenniveau zwischen 760-768 m NN) erhebliche Schwankungen auf, die sich jedoch zu differenzierten flächenhaften Einheiten gruppieren (Abb. 96).

Das relativ hohe Grundwasserniveau im Nordwestteil der Lagerstätte erklärt sich aus der Stauwirkung der wasserundurchlässigen Zersatzzone des Nordstörungssystems (Tonmineralführung). In Richtung Nord fällt das Grundwasserniveau entsprechend der Geländeneigung und durch Entwässerung über die Zinnklüfte Altbergbau-Anlagen (Glückauf-Stolln) ab. Das Gefälle in Richtung Ost ist mit der Wasserwegsamkeit der Roten-Kluft-Zone und ihrer Entwässerung in Richtung Pinge zu erklären. Das relativ

niedrige Grundwasserniveau im Nordteil der Lagerstätte wird hauptsächlich durch die grundwasserabsenkende Wirkung der naheliegenden Pinge verursacht (Entwässerung auf wasserwegsamem Strukturen, Störungszonen).

Standwässer sind im unmittelbaren Grubenbereich der Lagerstätte Altenberg nicht mehr zu erwarten, da die nur noch geringfügig vorhandenen Weitungen des Altbergbaues durch die vorhandene Klüftung „trockengefallen“ sind. Im Jahre 1988 wurde aus der Erkundungsstrecke 723 auch das alte Berggebäude Rote Zeche unterhalb der Erbstollnsohle bis ins Niveau der 7. Sohle durch gezielte Auffahrung und Vorbohrung entwässert.

Modellhafte Ansätze zur Ermittlung des Anfalls von Wasser in der Grube Altenberg führten zu folgenden Ergebnissen:

- „Pingenbrunnen“
  - Pingenfläche (Radius 225 m)      160 000 m<sup>2</sup>
  - durchschnittliche Niederschlagsrate/Jahr      826 mm/m<sup>2</sup>  
= 132 000 m<sup>3</sup>
- Grubennaher Grundwassereinzugsbereich
  - Fläche mit Radius 225-500 m      625 000 m<sup>2</sup>
  - 50 % der Niederschlagsrate/Jahr      413 mm/m<sup>2</sup>  
= 260 000 m<sup>3</sup>
- Grubenferner Grundwassereinzugsbereich
  - Fläche mit Radius 500-1000 m      2 515 000 m<sup>2</sup>
  - 5 % Niederschlagsrate/Jahr      41 mm/m<sup>2</sup>  
= 103 000 m<sup>3</sup>
- Zu erwartende Gesamtwassermenge in der Grube pro Jahr      = 495 000 m<sup>3</sup>

Nach Rückfrage bei der Zinnerz GmbH fielen als langjähriges Jahresmittel ca. 440 000 m<sup>3</sup> Grubenwasser an (s. Tab. 37). Diese Menge entspricht einer durchschnittlichen Rate von 50 m<sup>3</sup>/h. Maximale Raten lagen z. B. im Mai 1978 mit 72,6 m<sup>3</sup>/h und im Dezember 1974 mit 210 m<sup>3</sup>/h. Die Wasserhaltung der Grube war mit 450 m<sup>3</sup>/h ausgelegt.

Die Wasserhaltung war bis 1982 im unmittelbaren Bereich des Römer Schachtes (Schachtsumpf und Sumpfstrecken) auf der 7. Sohle eingerichtet. Die Grubenwässer wurden auf das Niveau Tiefer Erbstolln gehoben (100 m Förderhöhe) und nahmen ihren Abfluss durch den ca. 2 km langen Stolltrakt in das Rote Wasser. Ab 1982 wurde die Wasserableitung durch den Tiefen Erbstolln völlig eingestellt. Mit der Fertigstellung des Schachtes 3 im Jahre 1979 wurde 1982 eine neue Wasserhaltung im Bereich dieses Schachtes mit einer 300 m langen Wasserstrecke (Stauraum ca. 2 500 m<sup>3</sup>) 8 m unter der 7. Sohle in Richtung Römer Schacht in Betrieb genommen.

### 12.3 Hydrochemische Verhältnisse

Die Grubenwässer weisen insgesamt einen schwach sauren Charakter auf, gleichzeitig sind es, nach der Karbonathärte bezeichnet, weiche bis sehr weiche Wässer.

Aus Tab. 36 wird ersichtlich, dass sie sich nach der Menge der Abdampf- und Glührückstände sowie des Sulfatgehaltes unterscheiden. Wasser aus geringmächtigen Gangzonen und Klüften weisen geringe Mengen und Gehalte auf. Es ist ein Zeichen dafür, dass die Oberflächenwässer teils durch die offenen Kluftspalten rasch hindurchlaufen und das intakte vulkanische Gestein wenig zu An- und Auslösungen neigt. Hingegen weisen die Wässer, die durch die stark zerrütteten und zerkleinerten Pingenbruchmassen gewandert sind und die Wässer aus der Roten Kluft (mächtige Störungszone) erhöhte Mengen und Gehalte auf. Es ist ein Zeichen dafür, dass in den zerkleinerten und zersetzten Massen wesentlich höhere Lösungsraten und insbesondere auch die Oxydation der imprägnativen sporadischen Sulfidvererzung möglich waren. In diesem Zusammenhang ist auch die 1719 angefahrne „Cementquelle im Zwitterstock“ zu sehen, wo aus dem kupferhaltigen Quellwasser durch Zementationsvorgänge Kupfer auf eingelegtem Eisen ausgefällt wurde.

Weitere Gehaltsbestimmungen (PO<sub>4</sub>, Kieselsäure, Fe) zeigen keine signifikanten Unterschiede in den Wässern. Eine teilweise geringe Fluorbelastung der Grubenwässer wurde festgestellt, hingegen konnten Arsengehalte nicht nachgewiesen werden.

Tab. 36: Wasseranalysen Grube Altenberg

	Wässer aus kleinen Gangzonen und Klüften						großer Gangzone		Pingenwässer	
	Strecke 550	Strecke 550 Nähe Ladesta- tion	Strecke 533/575 Bohr- loch	Strecke 723 Bohrung 86	Strecke 737 Schar- kreuz	Str. 710 Bohrung	Rote Kluft	Rote Kluft Strecke 2004	Überhau 3	Rolle 19
	(1)	(1)	(2)	(3)	(3)	(1)	(1)	(3)	(1)	(1)
pH-Wert	6,6	6,3	5,6	6,2	6,7	5,6	6,1	6,3	6,2	5,7
°dH Härte	5,8	4,8	5,9	1,8	2,3	3,8	7,0	6,4	6,4	5,4
Abdampfrückstand mg/l	146	127	152,5	90,0	104,8	100	272	247,2	207	175
Glührückstand mg/l	83	80	166,5	58,4	74,0	60	182	200,0	145	123
SO <sub>4</sub> mg/l	11	19	51,2	14,8	31,6	59	208	130	148	133
PO <sub>4</sub> mg/l	-	0,1	0,2	0	0	0	0,1	0	0,1	0,1
Kieselsäure mg/l	17	20	5,3	9,7	7,8	12	9,0	5,3	10	13
Fe mg/l	50,8	19,3	1,4	0,3	0,3	3,5	0,5	0,5	4	18
F mg/l	-	-	4,4	0	0,25	-	-	0	-	-
As mg/l	nicht nachweisbar (Nachweisgrenze 0,006 mg/l)									

(1) Analyse a. d. Jahr 1957

(2) Analyse a. d. Jahr 1984

(3) Analyse a. d. Jahr 1990

#### 12.4 Wasserwirtschaft

Für den Bergbau und die Aufbereitung der Zinnerze war eine kontinuierliche Bereitstellung von Betriebswasser und die Grubenwasserhaltung (Entwässerung) schon seit eh und je von existentieller Bedeutung. Die Anlage von umfangreichen wasserwirtschaftlichen Einrichtungen seit dem 15. Jahrhundert diente der Milderung der kurzfristigen und dann auch der permanent langfristig auftretenden Defizite im Wasserangebot im 16. und 17. Jahrhundert (Abholzung des Waldes im Mittelalter für Grubenholz, zum Feuersetzen für den Abbau der Erze und Holzkohle für die Hüttenbetriebe → Prägung des Namen „Kahle-Berg“). So wurde 1452-1458 der Aschergraben zur Heranführung von Betriebswasser für die Altenberger Pochwerke angelegt (Abb. 97).

Zur Entwässerung des Zwitterstockes Altenberg trieb man von 1491-1543 den 1878 m langen „Zwitterstocks Tiefen Erbstolln“ aus dem Tal des Roten Wassers bei Geising. 1530-1553 wurden der große und kleine Galgenteich angelegt. Zur allseitigen Erfassung der Hangwässer vom Kahleberg wurden von 1550-1559 der Quergraben und der Neu-graben gezogen. Durch spätere Aufsattelung der Dammkronen am Großen Galgenteich 1943 wurde die Betriebswasserkapazität erneut erhöht.

Der erhöhte Wasserverbrauch in der Zinnerzaufbereitung im Betrieb Zinnerz Altenberg infolge wesentlich erhöhter Roherzdurchsätze gegenüber früheren Produktionszeiten (1958 250 kt, 1968 510 kt, 1986 1 Mio. t) erforderte die Anlage eines weiteren Wasserspeichers. Im Zeitraum 1986-1992 wurde unmittelbar nordwestlich der Galgenteiche der „Speicher Altenberg“ angelegt. Da mit der Einstellung des

Zinnbergbaues 1990 kein Betriebswassergebrauch mehr erfolgte, dient der „Speicher Altenberg“ nach endgültiger Fertigstellung im Jahr 1992 der Wasserversorgung des Raumes Dippoldiswalde.

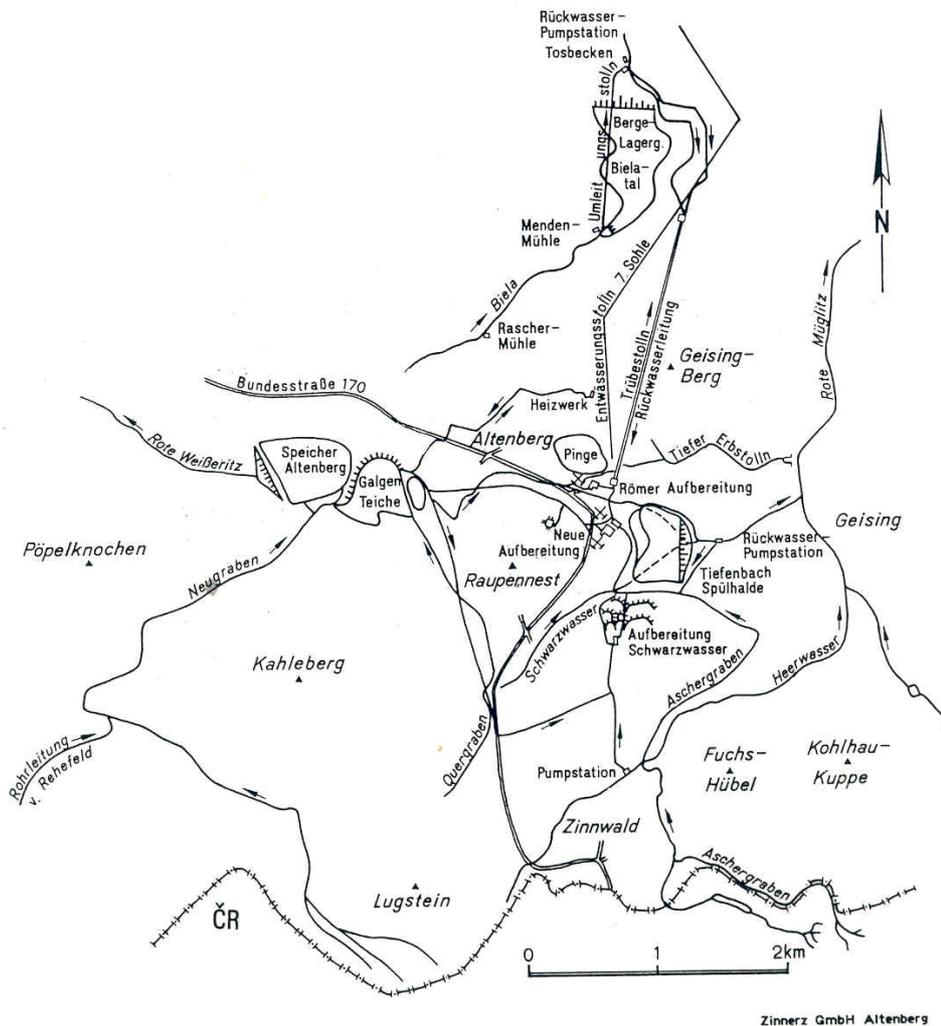
Der Wasserzulauf aus Neu- und Quergraben in den Großen Galgenteich betrug im Jahr 1991 im Durchschnitt 4,12 m<sup>3</sup>/min (min. 0,51 m<sup>3</sup>/min bis max. 13,0 m<sup>3</sup>/min)  $\triangleq$  2,16 Mio. m<sup>3</sup>/a. Beide Gräben erfassen das gesamte Abfluss-Oberflächenwasser um den Kahleberg in einer Fläche von ca. 510 ha. Bei einer durchschnittlichen Niederschlagsrate von 826 mm/a fallen in dem umrissenen Kahleberg-Gebiet 4,2 Mio. m<sup>3</sup> Niederschlag pro Jahr. Von dieser Menge fließen ca. 50 % als Oberflächenwasser ab, die anderen 50 % versickern im Gebirge bzw. verdunsten anteilig.

Die Speicherkapazität in den Wasserbauten ist wie folgt:

Großer Galgenteich	656 000 m <sup>3</sup>
Kleiner Galgenteich	35 000 m <sup>3</sup>
Speicher Altenberg	850 000 m <sup>3</sup>

Der Verbrauch an Wasser (Frischwasser) durch die Zinnerz-Aufbereitung betrug 1980 ca. 4,1 Mio. m<sup>3</sup> (abgegeben in die Vorflut Kleine Biela). Neben diesem Frischwasser aus dem Galgenteich wurden noch ca. 0,3-0,5 Mio. m<sup>3</sup>/a Grubenwasser in die Aufbereitung eingespeist (Tab. 37). Auf dem Bergespülteich im Bielatal standen ständig ca. 200 000 m<sup>3</sup> Klärwasser. Zur Beherrschung der Aufbereitungsprozesse wurden im Sinne einer sparsamen Wassernutzung jährlich weiterhin ca. 3,4 Mio. m<sup>3</sup> Rückwasser aus dem Bielatal-Spülsee wieder in die Aufbereitung durch die Rückwasserleitung im Trübestolln zurückgepumpt, so dass der Frischwasserverbrauch gesenkt werden konnte.

Abb. 97:  
Wasserwirtschaftsplan Altenberg



Die Abb. 97 demonstriert die gesamte ausgereifte Wasserwirtschaftliche Erschließung des Altenberger Reviers für die Zinnaufbereitung mit Stand 3/1991. Sie war gekennzeichnet von einer maximalen Erfassung der Oberflächenwässer: Großer und kleiner Galgenteich, Speicher Altenberg mit Neugraben und Quergraben sowie eine weitere Notwasserzuleitung über eine Pumpstation (Kapazität max. 100 m<sup>3</sup>/h) von der Wilden Weißeritz in Rehefeld. Im südöstlichen Terrain erfolgte die Wassererfassung über den Aschergraben mit Schwarzwasser und Heerwasser in den moorigen Gebieten östlich Zinnwald im Grenzgebiet. Über ein System von Mess- und Überlaufwehren erfolgten Mengmessungen und Regulierungen. Umfangreiche Rohrleitungssysteme (Druckleitungen, Rückwasserleitungen) und Hochbehälter garantierten der Neuen Aufbereitung (Nassmechanik: Herde, Zyklone) und der Neuen Flotation im

Gebiet zwischen Arno-Lippmann-Schacht und Schacht 3 sowie der Aufbereitung am Römer Schacht (Nassmechanik) eine maßhaltige Wasserzuführung.

Die Bergeabgänge aus den Aufbereitungen wurden durch den Trübestolln auf die industrielle Absetzanlage im Bielatal verspült.

Zahlreiche Einrichtungen zum Hochwasserschutz ergänzten die wasserwirtschaftlichen Anlagen, z. B. Überlauf des Neugrabens und des Speichers Altenberg zur Roten Weißeritz, Ableitung des Aschergrabens ins Heerwasser und Ableitung des Schweißgrabens oberhalb der abgelegten Spülhalde Tiefenbach ins Rote Wasser und Müglitz, Umleitungsstollen der Kleinen Biela an der Menden-Mühle im Hang des Bielatales.

Tab. 37: Wassergebrauch, Wasserverbrauch und Grubenwasser für die Aufbereitungen (Angaben in m<sup>3</sup>; BERNHARDT 1993)

	Wassergebrauch (Rückwasser und Frischwasser)	m <sup>3</sup> /t	Wasserverbrauch (Frischwasser)	m <sup>3</sup> /t	Grubenwasser (gehobenes Wasser)
1966	3.365.400	9,39	3.236.800	9,04	
1967	3.698.600	10,79	3.120.800	9,10	
1968	5.134.700	10,06	4.226.000	8,28	
1969	5.170.500	10,18	3.683.500	7,25	
1970	4.756.400	9,38	3.781.400	7,42	
1971	4.389.400	8,68	3.660.800	7,24	212.600
1972	3.952.700	8,13	3.202.800	6,59	192.200
1973	3.714.900	7,62	2.651.000	5,44	220.200
1974	3.779.700	7,71	3.228.800	6,59	317.900
1975	3.683.500	7,28	2.870.400	5,67	313.100
1976	3.733.000	7,35	2.615.700	5,15	322.900
1977	3.600.000	7,00	3.350.200	6,51	403.600
1978	3.935.000	6,17	3.174.400	5,46	501.000
1979	6.053.600	8,61	3.202.800	4,64	470.200
1980	6.316.700	8,83	4.171.600	5,83	523.600
1981	6.183.300	8,42	4.139.900	5,64	647.000
1982	5.790.000	7,81	3.055.000	4,12	415.800
1983	5.641.900	7,72	3.063.200	4,19	440.300
1984	6.897.500	7,79	3.566.300	4,03	475.600
1985	7.064.000	7,59	3.406.100	3,66	379.600
1986	8.051.000	7,93	3.893.600	3,83	405.100
1987	8.305.900	8,34	3.542.400	3,56	481.100
1988	8.494.200	7,97	3.509.100	3,29	456.400
1989	8.287.900	7,59	3.422.900	3,14	465.000
1990	5.651.000	7,53	2.290.000	3,05	391.800
1991	1.218.200	8,02	381.800	2,51	96.000

m<sup>3</sup>/t: bezogen auf Trockendurchsatz der Aufbereitung

## 13 Ingenieurgeologie

### 13.1 Petrophysikalische und geomechanische Eigenschaften sowie Verbandsverhältnisse des Gebirges

Standfestigkeitsbewertungen des Gebirges für untertägige bergmännische Arbeiten mit Auswirkungen zur Oberfläche sind insbesondere von den physikalisch-mechanischen Eigenschaften der Gesteine und den Verbandseigenschaften des Gebirges abhängig. Die **petrophysikalischen/geomechanischen Eigenschaften** der Gesteine in der Grube Altenberg wurden von SCHMIDT (1985) durch umfangreiche Untersuchungen ausreichend charakterisiert (Tab. 38); Toleranzbereiche sind infolge des Einflusses der Klüftigkeit stark ausgeprägt, Beziehungen in Abhängigkeit vom Grad der Umwandlung (hydrothermale Zersetzung) und von Überprägungen (Vergreisung, Feldspatisierung, Quarzblastese) sind erkennbar.

Erhöhte Schallgeschwindigkeiten sind besonders bei einer stärkeren Vergreisung der Granite zu Topas-Glimmergreisen auffällig, hingegen zeigen kaolinisierte Gesteine (Verbandsauflockerungen) eine geringere Schalldurchdrin-

gung.

Druckfestigkeits- und Zugfestigkeitsmessungen liegen tendenziell ähnlich: hohe Festigkeiten bei Verquarzungen, Vergreisungen und Feldspatisierung, geringe Festigkeit bei Kaolinisierungen und Klüftigkeitszunahme.

Gesteine mit hohen Festigkeiten (einaxiale und triaxiale Festigkeit sowie Zugfestigkeit) werden bezüglich des Verformungsverhaltens als hochelastisch eingestuft. Eine verminderte Festigkeit sowie niedrige Elastizitätsmodule sind für Gesteine in tektonisch stärker beanspruchten und hydrothermal überprägten bzw. zersetzten Bereichen (Rote Klufft und Nordstörungssystem) charakteristisch.

Für bergbautechnische Belange und die Erörterung von Fragen der Standsicherheit des Gebirges besitzen die **ingenieurgeologischen Verbandsverhältnisse** einen hohen Stellenwert. In Auswertung spezifischer Kriterien (Klüftigkeit, Zersetzungsgrad, Bohrgutzustand, Kerngewinn) sowie geophysikalischer Bohrlochmessergebnisse (Kalibererweiterungen, Entfestigungen) lässt sich zusammenfassend folgende Charakterisierung für das Gebirge (Fels) ableiten:

Tab. 38: *Physikalische und mechanische Kennwerte ausgewählter Gesteine/Erze von Altenberg (SCHMIDT, 1985 und Ergänzungen)*

Eigenschaft	Bezeichnung	Dimension	Monogranit (Typ G2)	Topas-Glimmer-Greisen (Dunkelgreisen)	Albitgranit (Typ G3)	Quarzporphyr	Granitporphyr
Ultraschallmessung (Longi-W)	V <sub>L</sub>	m/s	3740-4640	4400-5440	4275	5200	4300
Gesteinsdichte	ρ	g/cm <sup>3</sup>	2,67	2,76	2,49	2,53	2,63
Druckfestigkeit, einaxial	σ <sub>D</sub>	MPa	42,96-80,60	49,37-76,10	38-75	40-60	45-75
Axialverformung	ε <sub>Br</sub>	10 <sup>-3</sup> mm/mm	12,3	9,9	10,5	8,3	11,0
Druckfestigkeit, triaxial	σ <sub>D</sub>	MPa	93,3-125,7	124,7-181,2	142,2-190,2	85	175
Axialverformung	ε <sub>Br</sub>	10 <sup>-3</sup> mm/mm	8,9-9,8		9,9-12,4		
Spaltzugfestigkeit		MP	2,2-2,5	1,4-10,0	1,4-5,1		
Elastizitätsmodul	E	GPa	13,2	18,0			
Verformungsmodul	V	GPa	5,6	7,1			
Gebirgsklassifikation nach PFORR 1973			IV-III	III	IV-III	IV-III	IV-III

- Im oberflächennahen Bereich bis ca. 20 m Teufe (Bohrungen, Beobachtungen am Pingenrand) zeigt der Fels einen aufgelockerten Charakter mit höherem Verwitterungsgrad und hohem Durchtrennungsgrad. Das Gebirge ist hier brüchig bis sehr brüchig (Gebirgsklasse C/D nach LAUFFER, 1958).
- Im untertägigen Bereich und in Bohrungen >20 m Teufe zeigen die vulkanogen-magmatischen (Quarzporphyr, Granitporphyr, Granite) einschließlich der metasomatisch umgewandelten (Greisen) Gesteine einen überwiegend massig kompakten Charakter. Die Klüftigkeit der Gesteine ist differenziert zu bewerten (Tab. 39).

Tab. 39: *Klüftigkeit der Gesteine*

	Klüftigkeit (Kl/m)	Kluftabstände (cm)	Charakter der Klüftung
Monzogranit	5-7	15-20	mäßig-eng
Monzogranit, vergreist (sog. „Schnittmustergranit“)	6-20	5-15	mäßig-sehr eng
Topas-Glimmer-Greisen (Dunkelgreisen)	10-20	5-10	eng-sehr eng
Quarz-Topas-Greisen (Hellgreisen)	10-20	5-10	eng-sehr eng
Quarzporphyr	3-5	20-30	mäßig
Granitporphyr	2-4	25-50	weit-mäßig
Albitgranit	1-5	20-100	sehr weit-mäßig

Die vulkanischen Mantelgesteine weisen eine sehr weite bis mäßige Kluftständigkeit aus. In den zentralen Lagerstättenbereichen steigt die Klüftigkeit (einschließlich die verheilten mineralisierten Klüfte) vom Monzogranit über Schnittmustergranit zu den Greisen stark an (lagerstätten-tektonisch-bildungsbedingt). Den tiefer lagernden jüngeren

Albitgranit zeichnet hingegen eine teilweise sehr weitständige bis mäßige Klüftung aus.

Das Gebirge kann insgesamt (ausgenommen Bereiche von Störungen) als standfest bis leicht nachbrüchig, entsprechend Gebirgsklasse A/B eingeordnet werden. Die Klein-klüftigkeit stellt mit ihrem vorwiegend steilen Einfallen auch für größere Grubenräume keine wesentliche Gefahr des Nachbrechens dar. Ein kleinstückiges Herausbrechen aus dem Verband kann durch Kopfschutz in den Firsten (Spritzbeton, Drahtgeflecht) verhindert werden. Selten in der Lagerstätte auftretende flachfallende Klüfte neigen gelegentlich zum Ablösen von keilförmigen größeren Brocken; konturgerechtes Bohren, schonendes Sprengen und Setzen von Ankern mildern diese Gefahren.

Im unmittelbaren Bereich der wichtigen tektonischen Störungszonen (Rote Kluft, System der Nordrandstörung) ist mit Mächtigkeiten von mehreren Metern eine höhere Klüftigkeit (5-9 Kl/m = mäßig bis eng geklüftet) und somit ein hoher Durchtrennungsgrad des Gebirgsverbandes zu verzeichnen. Damit in Verbindung stehen erhöhte Zersetzungs-/Entfestigungsgrade vor allem im Bereich des Nordstörungssystems (stark verwittert bis grusig, z. T. vollständig zersetzt). Der Gebirgsverband ist für beide Störungszonen differenziert zu bewerten. Die Rote-Kluft-Zone ist als nachbrüchig bis sehr nachbrüchig (Gebirgsklasse C/D) und das Nordrandstörungssystem als gebräch bis z. T. sehr gebräch (Gebirgsklasse E/F) einzuschätzen.

### 13.2 Standfestigkeit und Bruchwinkel der freien Pingenböschungen

Der auf relativ kleinem Raum konzentrierte Zinnbergbau im 16. Jahrhundert führte bereits 1545 und 1578 zu einem ersten und zweiten Zusammenbruch des Gebirges. Der größte Bruchfall im Jahre 1620 ließ eine Pinge mit einer

Fläche von ca. 1,5 ha entstehen. Seit dieser Zeit übte der durch den Bergbau an Umfang zunehmende Pingenkörper nachhaltig steigenden Einfluss auf das Territorium der Stadt Altenberg und untätig auf die Gewinnung der Zinnerze aus. Durch die intensive Abbau-/ Gewinnungstätigkeit in der 2. Hälfte des 20. Jahrhunderts nahm der Pingenbruch sehr an Flächenausdehnung zu, so dass sich zum Ende der letzten Bergbauperiode die Pinge auf über 14 ha ausweitete (Abb. 10).

Der kontinuierlich steigende Abzug von Pingenbrucherzmassen in Verbindung mit dem systematischen untätigen Zubruchwerfen der noch anstehenden randlichen Festerze forderte eine systematische geologische Bestandsaufnahme und ständige Beobachtung des Pingenrandes, der Bruchwinkel und des Pingenvorfeldes im Hinblick auf eine perspektivische Bruchentwicklung und Einflussnahme auf die territoriale Sicherheit. Eine systematische Erfassung und Analyse der Entwicklung des Pingenrandes

wurde seit 1952 durchgeführt. Hierbei erfolgte eine übersichtliche Riss- und Graphikdarstellung der Nachbruchflächen pro Jahr. Zur Erfassung aller damit in Zusammenhang stehenden Erscheinungen und Maßnahmen wurde ein sog. Pingentagebuch mit Schriftverkehr geführt. Das Nachbruchgeschehen an den Randböschungen der Altenberger Pinge wurde seit 1982 durch die Bergakademie Freiberg, Sektion Geotechnik-Bergbau, detaillierten Untersuchungen unterzogen (DOLLE, 1982; KIRSTE, 1983; SCHMIDT 1985).

Die Standfestigkeit der freien Pingenböschungen ist geologisch abhängig von dem regionalen Spannungsgefüge des Altenberger Vulkanit-Magmatitkomplexes und dem jeweils anstehenden Gesteinstyp (Abb. 98). Die Richtungen der Abbruchkanten sind bestrebt sich der Tektonik des regionalen Rahmens anzupassen (SCHLEGEL, 1966). Als Hauptstreichrichtungen der Pingenwände dominieren somit die tektonischen Richtungen 45°, 140°, 10°, 80°, 170°. Einen besonderen Einfluss auf die Pingenkontur üben die beiden

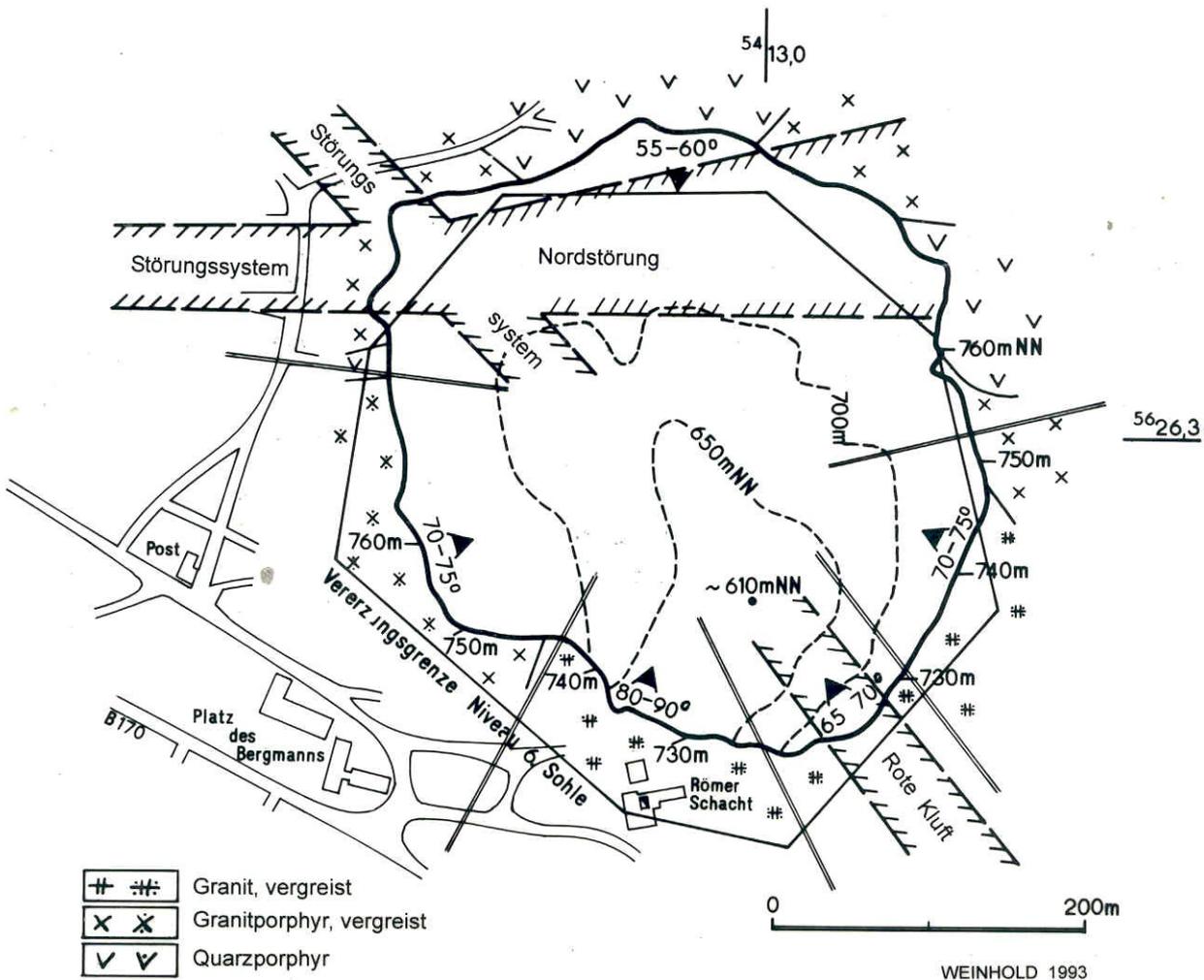


Abb. 98: Bruchwinkel in Abhängigkeit von der geologischen Situation am Pingenrand (WEINHOLD 1993)

Großstörungssysteme aus. Die Nordstörung, eine aus mehreren Ästen bestehende und zu tiefgründiger Kaolinisierung neigende Zone, prägt entscheidend den relativ flachen Nordrand der Pinge. Die Rote Kluft lässt im SE die Pinge weiter ins Vorfeld hineinragen. Im NW bildet das Scharkreuz Nordstörung-Rote Kluft eine ausgeprägte Mylonitierungszone mit stärkerem Ausbruch in Richtung WNW.

Einen starken Einfluss auf die **Standfestigkeit der Böschungen** übt das umgebende Gestein aus. Die **Südwand** wird von Monzogranit und Greisen gebildet, die eine hohe Eigenstabilität aufweisen. Die sehr gute Standfestigkeit dieser Gesteine führt zur Bildung von steilen ( $>80^\circ$ ) bis zum Teil überkippten freien Böschungflächen/-winkeln, wobei freie Böschungshöhen von 70-100 m auftreten.

Die Klüftigkeit ist relativ gering und führt gelegentlich zu Kluftkörperabbrüchen in der Größe von einigen Kubikmetern. In größeren Zeitabständen vollzog sich im Rahmen des Spannungsausgleiches meist sehr schnell und ohne längere vorherige Rissbildung an der Oberfläche der Absturz größerer vertikaler Wände.

Die **Westwand** wird aus Granitporphyr gebildet, der lokal bis in 20 m Teufe vergreist und kaolinisiert ist. Der Granitporphyr, der zur Bankigkeit neigt, bildet mehrere Kubikmeter-Kubikdekameter große Kluftkörper. Die Bankigkeit trägt dazu bei, dass die Westwand der Pinge steile, z. T. senkrechte Wände mit freien Böschungshöhen bis 40 m bildet. Abbrüche an der Westwand erfolgen meist durch ein schalenförmiges Abbrechen entlang vorhandener Kluftflächen, wobei die oberflächlichen Rissbildungen sich langfristig vorher anzeigen. Die Bruchfestigkeit des Granitporphyrs ist gegenüber dem Monzogranit geringer. Die Böschungswinkel im Westrandbereich liegen bei  $70-75^\circ$ .

Die **Nordwand** wird im zentralen Teil aus stark brüchigem Quarzporphyr und östlich sowie westlich davon aus Granitporphyr gebildet. Entscheidend auf die Standfestigkeit der freien Böschung wirken, neben den petrographischen Unterschieden, Störungssysteme auf die Pingennordwand. Durch tiefgründige Kaolinisierung, die an eine tektonische Zerruschelung der Gesteine gebunden ist, wird die Nordwand sehr instabil. Außerdem weist der Quarzporphyr primär eine höhere kleinklufttektonische Zerrüttung auf, wobei Dezimetergroße Kluftkörper in der Überzahl auftreten. Die freie Böschungshöhe überschreitet deshalb bei anstehendem Quarzporphyr selten 20 m. Abrisse im Bereich der Nordwand sind langfristig im Vorfeld der Pinge durch ein Absenken großer Schollen an den Störungsästen der Nordrandstörung und einer langsamen „Drift“ in Richtung Pinge mit starker Zerlegung der Blöcke erkennbar.

Bedingt durch die geringe Standfestigkeit der im Norden anstehenden Gesteine im Einfluss der Nordrandstörung und der Roten-Kluft-Störung war das Abbruch- und Ausbruch-

geschehen in diesem Bereich besonders intensiv und umfangreich. Der Böschungswinkel an der Nordflanke der Pinge liegt bei  $55-60^\circ$  und ist somit der „flachste“ Bereich.

Das nördliche Vorfeld der Pinge zeichnet sich – wie geoelektrische Messungen belegen – bereits durch eine erhöhte Auflockerung, Zerböschung und Instabilität aus, was in den tektonisch stark beanspruchten Bereichen besonders deutlich wird.

Die **Ostwand** besteht in ihrem südlichen Abschnitt überwiegend aus Monzogranit und Greisen. In ihrem nördlichen Teil steht Granitporphyr an, der ähnliche latente Standfestigkeiten, wie die Nordwand aufweist. Der größere südwärts gelegene Teil der Ostwand zeigt Standfestigkeitsverhältnisse wie an der Südwand, auch die Böschungswinkel mit  $70-80^\circ$  sind verhältnismäßig steil. Teilweise treten 80 m hohe Böschungswände auf.

Zu einem stärkeren Ausbrechen kommt es in der äußersten südöstlichen Ecke der Pinge im Eintrittsbereich der Störungszone „Rote Kluft“. Ein flacherer Böschungseinschnitt von  $65-70^\circ$  ist damit verbunden. Aufgrund der tektonischen Beanspruchung ist das Ausbruchsmaterial kleinstückig und grusig.

### **13.3 Ingenieurgeologisch-geomechanische Aussagen und Maßnahmen zur Gewährleistung der territorialen- und Bergbausicherheit**

Mit der Ablösung des über Jahrhunderte durchgeführten Schubortabbaues durch Einführung neuer Abbauverfahren, welche sich aus betrieblichen und wirtschaftlichen Erfordernissen ergaben (Erzförderung 1950 45 kt/a, 1970 509 kt/a, 1986 1000 kt/a), war eine entscheidende Vergrößerung des Pingenschubkörpers und Beeinträchtigung des Umfeldes verbunden, die umfangreiche Forschungsarbeiten zur Erfassung und Beherrschung des Bruchgeschehens und zur über- und untertägigen Standsicherheit erforderlich machten.

Die Gesamtheit der geomechanischen Untersuchungsmaßnahmen des Betriebes Zinnerz Altenberg hatte zwei Aspekte zum Ziel:

- Klärung des Umfanges der Gebirgsentfestigung in Folge der Absenkung des Bruchmassenspiegels und der Unterschrägung durch den Festerzabbau.
- Ermittlung des Ausmaßes der Auswirkungen der Gebirgsentfestigung auf die Standsicherheit an der Tagesoberfläche, im unmittelbaren Abbaubereich und im Erzabzugssystem 6. Sohle.

Zur Realisierung dieser Untersuchungsmaßnahmen wurde eine große Zahl von vielfältigen Einzel- und Komplexprob-

lemen durch das Institut für Bergbausicherheit Leipzig, die Bergakademie Freiberg und die Abteilung Haupttechnologie Bergbau des Bergbau- und Hüttenkombinates Freiberg bearbeitet.

### **13.3.1 Charakter und Umfang der Gebirgsentfestigung infolge Absenkung des Bruchmassenspiegels und Unterschrägung durch den Festerzabbau**

Die in den 70er Jahren des 20. Jahrhunderts durchgeführten Vorratsberechnungen hatten etwa ein Drittel Brucherz und zwei Drittel Festerz als Lagerstättenvorrat zum Ergebnis. Die erklärte Strategie der umfassenden Nutzung der Rohstoffe ergab für Altenberg die Konsequenz, neben dem jahrhundertlangen Abzug von Brucherzmassen auch die randlichen Festerze in die Gewinnung mit einzubeziehen. Das dem Charakter der Lagerstätte angepasste und seit 1983 praktizierte neue Abbaufahren „Modifizierter Teilsohlenbruchbau mit kammerpfeilerartigem Verhieb“ sah eine großflächige Unterschrägung des Festerzkörpers auf drei Sohlen im unteren Teil des Erzkörpers vor, wobei im Zusammenhang mit dem Abzug der Bruch- und zubruchgeworfenen Erze, ein „geordnetes“ Zubruchgehen der weiteren Pingenrandbereiche konzipiert wurde. Neben den vielfältigen damit in Verbindung stehenden und zu lösenden Problemstellungen, wie Minimierung der durch Eintriften tauber Pingenrandbereiche eintretenden Erzverdünnung durch einen bestimmten Erzabzugsmodus oder Gewährleistung der Standsicherheit im Abbau und Erzabzugssystem, war das Erkennen der Auswirkungen auf die Tagesoberfläche und das prophylaktische Einordnen von Maßnahmen zur Sicherung des Territoriums von eminenter Wichtigkeit.

Sowohl die Unterschneidung des Gebirgskörpers, als auch die Absenkung der Pingenoberfläche hatten entscheidenden Einfluss auf das Pingenrandnachbruchgeschehen sowie auf das gesamte untertägige und vor allem übertägige Deformationsgeschehen am Pingenrand und dessen Vorfeld und somit auf den Verlauf der Grenze der Vorfeldberäumung und die sich daran anschließenden Bereiche unterschiedlicher horizontaler und vertikaler Gebirgsbewegungen.

Zu den Problemen „Entfestigung des Gebirges“ durch verstärkte Absenkung des Bruchmassenspiegels und fortschreitender Unterschrägung des Gebirges wurde vom Institut für Bergbausicherheit (IfB) Leipzig eine umfangreiche Forschungsarbeit in den Jahren 1982-1990 geleistet (IfB 1982, 1984, 1987, 1988, 1989; HAKE und WÜSTE 1990).

Durch Auswertung numerischer Untersuchungen zur Ermittlung der geomechanischen Verhältnisse im Vorfeld des

Pingenbruchraumes (Finite-Elemente-Berechnung) sowie die Auswertung der geomechanischen Erscheinungen in einem Horizontaleinschnitt eines 70 m tiefen Rückbaues auf der Teilsohle 3 (tiefstes Abbauniveau) und in einer Beobachtungsstrecke wurde insgesamt eine parabelförmige Entfestigungszone im Gebirge – primäre Entfestigung – festgestellt, die sich in 4 Entfestigungsstadien untergliedern lässt (Abb. 99):

1. stark gelockertes bis grob zerlegtes Gebirge in unmittelbarer Pingenbruchraumnähe
2. gelockerte Zone, in der die auch beobachteten Risse entstehen (Rissbildungszone)
3. festigkeitsgeminderte Zone, in der die Geschwindigkeit seismischer Wellen um 25 % niedriger ist als im angrenzenden ungestörten Gebirge
4. Zone mit Horizontalverschiebungen geringen Umfangs.

In der ersten Zone lagen die Horizontal- und die Vertikalbewegungen in der gleichen Größenordnung, in der Rissbildungszone waren die Vertikalbewegungen etwa halb so groß wie die horizontalen. Die Vertikalbewegungen klangen zum äußeren Rand der 3. Zone hin aus, während die Horizontalbewegungen mit allerdings relativ kleinen Beträgen über die genannte Entfestigungszone hinausreichen (Zerrungszone).

In der 1. Zone traten an der Tagesoberfläche die Abrisse ein, in deren Folge kleinere und größere Schollen unter größerer oder geringerer Zerlegung in das Erzabzugsgeschehen integriert wurden. Unterhalb des Bruchmassenspiegels blieb das Gebirge dieser Zone in der Regel bis zu den nächsten Abzugsschloten, gewissermaßen als stehender Bruch, stehen.

Aus dem Vergleich des Verschiebungsgeschehens im Nordbereich der Pinge mit der für die Ostwand ermittelten Senkungszone deutet sich an, dass die Entfestigungszone im Norden weiter in das Vorfeld reicht, als im Osten, was mit der bekannten Vorstellung über die dort geringere Gebirgsfestigkeit übereinstimmt. Der unter dem Bruchraumboden umgehende Abbau ging im Prinzip in die Auswirkungen des Erzabzuges ein.

Der hinter der ± steilen Bruchraumkontur (Pingenwand) umgehende Abbau hatte in erster Linie eine Mobilisierung der entfestigten Gebirgszonen (sekundäre Entfestigung) zur Folge. Dabei dehnte sich die Rissbildung auf die nächste Zone (entfestigtes Gebirge) aus und die Verschiebungsgeschwindigkeiten nahmen zu. Diese Mobilisierung erfolgte relativ kurzfristig ( $\frac{1}{4}$ - $\frac{1}{2}$  Jahr) und entsprechend intensiv, wenn sich der Abbau in den entfestigten Zonen selbst bewegte.



Grundlage für geomechanische Stellungnahmen sowie als territoriale Beräumungskontur bestätigt. Untersuchungen zum Zeitbedarf des Verformungsgeschehens durch das IfB Leipzig seit 1979 und insbesondere ab 1983 ließen erkennen, dass ca. 2,5 Jahre vergehen, ehe sich das lokale Rückbaugeschehen in einem Winkel von 70° als Deformationsbereich (konstruktiver Bruchwinkel) an der Tagesoberfläche bemerkbar macht. Mit der Einstellung des Bergbaues im Jahr 1990 dürften spätestens 1993/94 die übertägigen Verformungserscheinungen im Tagesoberflächenbereich im wesentlichen ausgeklungen sein.

### 13.3.2 Untersuchungen zum Ausmaß der Einwirkungen der Gebirgsentfestigung auf die Standsicherheit an der Tagesoberfläche

Das übertägige Deformationsgeschehen am Pingenrand und dessen Vorfeld wurde, wie bereits festgestellt, durch die Absenkung des Bruchmassenspiegels und die Unterschneidung des randlichen Festerzkörpers bestimmt.

Zur Erfassung dieser Verformungsvorgänge im Pingenrandbereich wurde eine Vielzahl von übertägigen Untersuchungen und Überwachungsmaßnahmen durchgeführt, die insbesondere dazu dienten, eine geordnete prophylaktische Vorfeldberäumung in enger Zusammenarbeit mit den verschiedensten Territorialorganen durchzuführen.

Die Detailliertheit der Untersuchungen und Verfahren sowie die Einzelergebnisse können hier nicht Gegenstand der Information sein, es soll lediglich ein Überblick über die vielfältigen praktischen Methoden zur Erfassung und Überwachung übertägiger Deformationsvorgänge gegeben werden.

Seit 1978 und verstärkt seit 1982 wurden Senkungs- und Dehnungsmessungen auf 15 radial um die Pinge angeordneten Messlinien (bis 250 m ins Vorfeld, Punktabstand 20 m) durchgeführt. Die Höhenbestimmung der Punkte erfolgte durch **Präzisionsnivellements**, ausgehend von einem ca. 600 m vom Pingenrand entfernten Höhenpunkt. Die Längenmessung wurde mit 24 m Inwarband durchgeführt.

Auffällig war, dass sogar die äußersten, von der Pinge am weitesten entfernten Messpunkte (>250 m) der Erstprofile im NE bereits seit Anfang 1979 horizontalen Verschiebungen in Richtung auf die Pinge unterworfen waren. Die Reichweite der pingengebundenen Gebirgsverformungen bzw. Lockerungszone war zumindest im tagesnahen Bereich wesentlich größer als ursprünglich eingeschätzt, entsprach aber größenordnungsmäßig den Ergebnissen der numerischen Untersuchungen durch das IfB Leipzig. Weiterhin waren nach bereits 8 Monaten deutliche Verschie-

bungen der Einzelmesspunkte auf den Profilen festzustellen. In den Profilachsen wurden Dehnungsgeschwindigkeiten von 0,4 mm pro Meter und Jahr registriert.

Parallel zur Beobachtung der Verformungsvorgänge im Pingenvorfeld durch die Festpunkttrihen erfolgte eine Erfassung der Bewegungen im Pingeninneren, speziell der Pingenwände bzw. Pingenböschungen mittels **terrestrischer Fotogrammetrie** durch den VEB Geodäsie und Kartographie Dresden. Nach Auswertung der Messungen standen ein Höhenlinienplan der gesamten Pinge sowie Profile der Pingenwände und -böschungen in Verlängerung der o. a. Messlinien zur weiteren Auswertung zur Verfügung.

Neben den radialen Messlinien befand sich im Südbereich der Pinge ein **Höhenfestpunktnetz**, das zur Überwachung der nur ca. 50-100 m von der Pingenbruchkante entfernten Aufbereitungsanlage Römer angelegt wurde. Die Höhenbestimmung erfolgte durch Präzisionsnivellements jeweils im Frühjahr und Herbst.

Neben diesen Messlinien diente eine Reihe von **Schrägböhlöchern**, die mit Extensiomern ausgerüstet waren, zur Erfassung von Verformungsvorgängen im unmittelbaren Pingenwandbereich (4 Kontrollschrägbohrungen 1962, 7 Schrägbohrungen 1981). Ein Teil dieser Bohrungen existiert lagemäßig nicht mehr bzw. ist nicht mehr funktionsfähig (Seilabriss im Extensiomern).

Seit 1983 kam zur Überwachung der Pingenwand- und -vorfeldbereiche eine weitere Methode zum frühzeitigen Erkennen von Auflockerungserscheinungen zur Anwendung. Jeweils einmal jährlich wurden bestimmte interessierende Pingenwandbereiche mittels **Multispektralaufnahmen** durch den VEB Geodäsie und Kartographie Leipzig aufgenommen und ausgewertet. Anhand unterschiedlicher Verfärbungen ließen sich Bereiche zunehmender Entfestigung bzw. Auflockerung erkennen.

Zum anderen erfolgte durch Befliegung durch den Betrieb „Interflug“ eine **Luftbildaufnahme** der gesamten Pinge und von deren Vorfeld mittels Multispektralkamera. In Auswertung dieser Aufnahmen sollte versucht werden, das Entfestigungsgeschehen sowie Zeitpunkt und Lage von sich anbahnenden Riss- und Abrisszonen im Pingenrandbereich frühzeitig zu erkennen und prognostische Aussagen zum Pingenrandnachbruchgeschehen und dessen Auswirkungen ableiten zu können. Dies war besonders wichtig für bewohnte Vorfeldbereiche. Wohngebäude und Anlagen, die in unmittelbarer Pingennähe und innerhalb der konzipierten Bergschadensgrenze lagen, wurden einer besonderen Kontrolle und Beobachtung unterzogen. Dazu wurde eine **Häuserkartei** angelegt, in welcher neben Allgemeinangaben auch solche über den baulichen Zustand sowie Anzahl und Lage von Gebäuderissen (mit Skizzen) enthal-

ten waren. In zeitlichen Abständen erfolgte eine Neuaufnahme mit entsprechenden Ergänzungen.

Seit 1985 wurden die mit dem Grubenbetrieb in Verbindung stehenden **Sprengerschütterungen** messtechnisch registriert. Dadurch war die Möglichkeit gegeben, die vor allem auf pingennahe Wohngebäude wirkenden tatsächlichen Erschütterungen mit zulässigen Verträglichkeitswerten zu vergleichen und einzuschätzen, welche Ursachen den Gebäudeschäden zuzuordnen sind.

### 13.3.3 Untersuchungen zum Ausmaß der Einwirkungen der Gebirgsentfestigung auf die Standsicherheit im unmittelbaren Abbaubereich und im Erzabzugssystem 6. Sohle

Ein zweiter umfangreicher geomechanischer Aufgabenkomplex war mit der Realisierung des Abbaufahrens im untertägigen Bereich verbunden, d. h. der standsicheren Gestaltung der Abbaue selbst (Pfeiler-Schweben-System) und der Aufrechterhaltung des gesamten Erzabzugssystems auf der 6. Sohle.

Zur Gewinnung des anstehenden Festerzkörpers wurde dieser durch die Auffahrung und den anschließenden Rückbau von 3 Teilsohlenniveaus rings um den Pingenschlag großflächig unterschramt. Unterhalb des Pingenschlages wurde das durch Bohr- und Sprengarbeiten zu Bruch geworfene Festerz gemeinsam mit dem Pingenschlager über ein großflächig aufgefahrene Ladeort- und Ladestreckensystem abgezogen. Dazu wurden von den einzelnen Ladeorttrichtern zum unterstem Teilsohlenniveau Durchbrüche hergestellt, wobei jeweils vom Pingenschlag in Richtung Begrenzungsstrecken abgebaut wurde.

Mit dem Ziel, Informationen zur Erkennung des Bruch- bzw. Verformungsmechanismus des über dem Festerzabbau befindlichen „Deckgebirges“ zu gewinnen, fuhr der Betrieb im Osten der Pinge im Rahmen der Bergerprobung des Kammerpfeilerbaus in ca. 60 m Tiefe eine **Beobachtungsstrecke** von 221 m Länge aus dem vorhandenen Trübestollen bis an die Pingenschlagkante auf (Abb. 99). In dieser Beobachtungsstrecke wurden in Abständen von 5 bzw. 10 m Festpunkte im Stoß und in der Firse vermarktet. An den Stoßpunkten wurden Extensiomter installiert. Zur Berechnung der vertikalen und horizontalen Verschiebungen wurden seit 1982 vierteljährliche Präzisionsnivelements und monatliche Extensiomterablesungen durchgeführt. Aus zwei in der Strecke angelegten Bohrkammern wurden Schrägbohrlöcher in Richtung Festerzabbau gestoßen und mit Extensiomtern ausgerüstet, um die vom Abbruch zu erwartenden Bruch- bzw. Verformungserscheinungen möglichst räumlich bzw. flächenhaft zu erfassen.

Gleichfalls wurden Extensiomter-Installationen im Süd-

wandbereich der Pinge angebracht, wo sich in relativ geringer Teufe Reste des einst umfangreichen Altbergbaus (ehemaliges Weitungssystem Kugelstolln-Heinrichssohle) befanden. Da diese Bereiche durch das Abwerfen des Römerschachtes nicht mehr zugänglich waren, erfolgte hier eine Überwachung der Entfestigungs- und Bruchvorgänge über in den Zugangsstrecken angebrachte Extensiomter durch Fernübertragung auf der Basis der Widerstandsmessung. Die Messwerte werden wöchentlich übertage abgelesen. Über einen Eichfaktor ließen sich die Widerstandswerte in die entsprechenden Längenänderungen zurückrechnen.

Für den relativ kurzlebigen Rückbau der Teilsohlen 1-3 zur Gebirgsunterschramung wurden spezielle Überwachungsmethoden nicht angewendet. Hier beschränkten sich die Arbeiten auf die makroskopische Erfassung und Dokumentation sowie die zeitliche Einordnung geomechanischer Vorgänge. Dabei ging es vor allem um die Lokalisierung und den Zeitpunkt des Auftretens von Druckzonen sowie von Riss- und Abrissbereichen.

Die Gewährleistung einer **langzeitigen Standsicherheit des Ladestreckensystems** auf der 6. Sohle war für die Lagerstättenutzung eines der Hauptprobleme. Aufgrund verschiedener Einflussfaktoren zeichneten sich in verschiedenen Bereichen Probleme in der Stabilität dieses Abzugssystems ab. Sie führten dazu, dass eine Reihe unterschiedlicher Untersuchungs- und Beobachtungsmethoden zur Bewertung der geomechanischen Eigenschaften des Gebirges in den Pfeilern und Schweben des Ladestreckensystems seit 1984 getestet wurden.

Voraus und parallel ging den verschiedenen Untersuchungsmethoden eine makroskopische Beobachtung und Dokumentation (z. T. Fotodokumentation des geologischen Inventars des Rissgeschehens sowie der Pfeiler- und Ladeortschäden). In einer Ladeortkartei wurden unter Einbeziehung zahlreicher geologischer Fakten Daten zum vollzogenen Erzabzug, zu Art und Zeitpunkt von Schäden und deren Sanierung (Ausbau) usw. erfasst.

Zur Beurteilung der pfeilerinneren Auflockerung und Klüftigkeit kam die **pneumatische Bohrlochabdrucksonde** nach GAUTZSCH, Bergakademie Freiberg, Sektion Geotechnik-Bergbau zum Einsatz. Die hier ermittelten Bereiche mit hoher Riss-/Kluftanzahl pro Bohrlochmeter ließen eine relativ gute Übereinstimmung mit den Tendenzen einer zweiten gebirgsäußeren Messmethodik, der **Setz-Dehnungs-Messungen** erkennen. Die Setz-Dehnungsmessungen wurden vorrangig in den Pfeilern des Ladeortsystems angewendet, die von markanten Rissen im Spritzbeton geprägt waren.

Hierbei erfolgte eine messtechnische Erfassung des Verformungsverhaltens des Spritzbetons mittels Plättchen und Setz-Dehnungs-Messer. Anhand der Messergebnisse beider Verfahren ließen sich Korrelationen feststellen, die darauf hindeuten, dass sich bestimmte Risse nicht nur äußerlich zeigen, sondern sich bis ins Gebirgsinnere erstrecken.

Wesentlich bessere Aussagen über Spannungs-/Auflockerungszustände in den Pfeilern brachten **Ultraschallmessverfahren**. Die meist von 3 Seiten durchgeführte Ultraschallung der Pfeiler brachte im Auswertungsverfahren computertomographische Bilder vom inneren Festigkeitszustand der Pfeiler. Prophylaktische Sanierungsarbeiten (Ausbau) an den Pfeilern konnten nach zeitlich veränderten Zustandsbildern vorgenommen werden.

Versuchsweise wurden im Ladestreckensystem auch **spannungsoptische Geber** in verschiedenen Streckenbereichen eingebracht. Weiterhin liefen Bemühungen in Zusammenarbeit mit der Bergakademie Freiberg, Sektion Geophysik, das Verfahren der **Festkörperspurdetektoren (FSD)**, d. h. Messung des Radongehaltes in der Bodenluft, für eine mögliche Lokalisierung von Hohlräumen bzw. Brüchen bzw. Aussagen zur Pfeilerauflockerung zu nutzen. Die Anwendung von **Dehnungsmessstreifen** mit digitaler Messanzeige zur Beurteilung des zeitlichen Belastungs- und Verformungsverhaltens von Stahlbogenausbau war ebenfalls im Versuchsstadium.

## **14 Bergbautechnik, Bergbautechnologie, ausgewählte Haupt-, Hilfs- und Nebenprozesse** (H. BERNHARDT)

### **14.1 Grubenzuschnitt (Aus- und Vorrichtung)**

#### **14.1.1 Ringstrecken auf der 5. und 7. Sohle orientierten auf den Schubortabbau: 1951-1957**

Nach dem bergbaulichen Neubeginn im Jahr 1947 und den in den Jahren 1951 und 1954 ermittelten Vorratsbilanzen war dem Betrieb Zinnerz Altenberg eine volkswirtschaftliche Bedeutung zugeordnet, die in der Perspektive hohe Steigerungsraten bei der Zinnbereitstellung forderten.

Der Grubenzuschnitt für untertage basierte im wesentlichen auf dem vorhandenen Schubortabbau. In der Folge waren Kapazitätserweiterungen in der Schacht- und Streckenförderung, den Brecheranlagen sowie in der Aus- und Vorrichtung notwendig. Der Römerschacht wurde 1952/53 komplett umgebaut, angefangen von einem neuen Fördermaschinenhaus bis zu den erweiterten Füllorten. Im Zentralschacht, dem späteren Arno-Lippmann-Schacht, begannen bereits 1952 die Teufarbeiten. Wegen fehlender In-

vestmittel konnte dieser Schacht erst 1963 in Betrieb genommen werden.

Mit der noch beibehaltenen Schuborttechnologie wurden auch die Ausrichtungen auf der 5. und 7. Sohle in der Streckenförderung als Ringstrecken angelegt. Die 1951 erweiterte Brecheranlage 1 reichte mit ihrer Leistung von 200-300 t pro Schicht nicht aus, sie wurde 1965 abgeworfen. Die 1955 in Betrieb genommene Brecheranlage übertage hatte eine Schichtleistung von 400 t und übernahm das vorgebrochene Erz aus der Grube. Die Brecheranlage 2 konnte 1957 und die Brecheranlage 3 1965 in Betrieb gehen. Alle Brecheranlagen waren auf der 5. Sohle angelegt.

Mit welchem Aufwand die Kapazitätserweiterungen von 1951 bis 1957 erfolgten, verdeutlichen einige Zahlen:

Aus- und Vorrichtung:	1952:	6089 m <sup>3</sup>
	1954:	11744 m <sup>3</sup>
	1957:	5506 m <sup>3</sup>
Erzförderung (nass):	1952:	134472 t
	1954:	248530 t
	1957:	257164 t
Betriebene Schuborte:	1952:	5
	1954:	10
	1957:	25

#### **14.1.2 Vorbereitung und Inbetriebnahme des Zentralschachtes: 1958-1963**

Mit den ab 1958 wieder kontinuierlich bereitgestellten Investmitteln wurde zielstrebig die auf den Zentralschacht orientierte Ausrichtung fortgesetzt. Dazu gehörten auch auf der Vorrichtungsseite Erweiterungen im Schubortabbau und eine projektmäßige Vorbereitung in Richtung 6. Sohle. Der Zentralschacht selbst ist in 2 Abschnitten angelegt, einmal von der 5. Sohle bis zum Teufhorizont und zum anderen von der 7. bis zur 5. Sohle als Hochbruch. Der Schachtsumpf wurde als Gesenk aufgefahren. Der Schacht ging am 01.04.1963 in Betrieb einschließlich Fördermaschinenhaus, Schachtgebäude, der übertägigen Mittelzerkleinerung und der Seilbahnen nach den Aufbereitungen Römer und Schwarzwasser.

Umfangreiche Auffahrungen waren vor der Inbetriebnahme des Zentralschachtes notwendig, wie die Querschläge 550 und 750 (5. und 7. Sohle) einschließlich der Füllorte. Sie stellen die Verbindung aus dem bestehenden Grubenfeld zur neuen Schachanlage her.

Das Erz aus den Bunkern der Brecheranlagen 1 und 2 und ab 1965 auch aus der Brecheranlage 3 übergaben Zubringerbänder auf ein Hauptband von der 7. Sohle durch ein Steigort nach der 5. Sohle. Der Abwurf erfolgte in einen 1200 t Vorbunker am Schacht für eine vergleichmäßigte

Förderung in der Mittag- und Nachtschicht. Die Entnahme aus dem Bunker regulierte ein Plattenband auf einen 800er Gurtbandförderer und Dosierung in den Messtaschen zur Füllung der Skipgefäße. Die vorerst handgesteuerte Erzförderung konnte später mit neuester Technik auf eine vollautomatische Steuerung umgestellt werden.

Der Blindschacht übernahm ab 1961 bis 1973 das auf der 7. Sohle anfallende Erz zur Förderung auf die 5. Sohle. Bei Betrieb erreichte die Blindschachtförderung 500 t.

Ringförmig waren die Schuborte der 4. Sohle um die Pinge herum angelegt. Die ersten Schuborte auf der 5. Sohle gingen ab 1959 in Betrieb, deren Förderung zuerst durch den Römerschacht und ab 1961 durch den Blindschacht zu den Brecheranlagen der 5. Sohle erfolgte.

Mit der Zunahme der Grubenleistungen waren dringend Wettermaßnahmen erforderlich. Von 1960 bis 1966 wurde ein Abwetterring von 1585 m Länge auf der 4. Sohle mit einem neuen Anschluss nach übertage aufgeföhren. Alle Arbeitsorte der verschiedensten Sohlen erhielten Einbindungen an das neue Wettersystem.

Aus- und Vorrichtung:	1958	8462 m <sup>3</sup>
	1960	9141 m <sup>3</sup>
	1962	8177 m <sup>3</sup>
Erzförderung	1958	260498 t
	1960	291920 t
	1962	307988 t
Betriebene Schuborte	1958	28
	1960	32
	1962	26

### 14.1.3 Übernahme des Betriebes nach der Havarie auf der Tiefenbachhalde durch das Bergbau- und Hüttenkombinat „Albert Funk“ in Freiberg: 1963-1968

Nach Inbetriebnahme der Zentralschachanlage und Erweiterungen in den übertägigen Anlagen wurde vorerst der Schwerpunkt auf eine Erhöhung der Erzförderleistung aus dem Schubortabbau gelegt. Ein auf der 4. Sohle 1967 in Betrieb genommenes Großschubort brachte nicht den gewünschten Erfolg. Durch den konzentrierten Erzabzug in lokalen Schubortgruppen bildeten sich zahlreiche Trichter im Pingenbereich, in die taube Nachbruchmassen einge-zogen wurden (Abb. 100). In dieser Zeit wurde auch das „Achtungszeichen“ gesetzt, das alte die Lagerstättenqualität zunichte machende Schubortverfahren durch ein neues effektives und die Lagerstättenqualität erhaltendes Abbauverfahren zu ersetzen!

Wesentlich erweitert wurde zunächst noch der Schubortabbau auf der 5. Sohle. Rostlocherweiterungen, Schrapperbetrieb, Schlitzroste oder Hydraulikrost waren alles Versuche, die das technische Niveau auf dem Abbau und die Leistungen pro Mann und Schicht (t/MS) erhöhten. Aber die geforderten Zielstellungen, wie die gleichmäßige Absenkung der Pingenmassen, die Einbeziehung des Festerzes oder die Forderung der höheren Sicherheit durch die Bergbehörde, konnten zunächst aufgrund des kurz-sichtigen Druckes nach einer höheren Zinnproduktion nicht durch-gesetzt werden. Ein vorgelegtes Projekt zur Anlage weiterer Schuborte vom tiefsten Niveau der 6. Sohle konnte jedoch verhindert werden.

Es wurde nunmehr an einem grundsätzlich **neuen Abbau-**

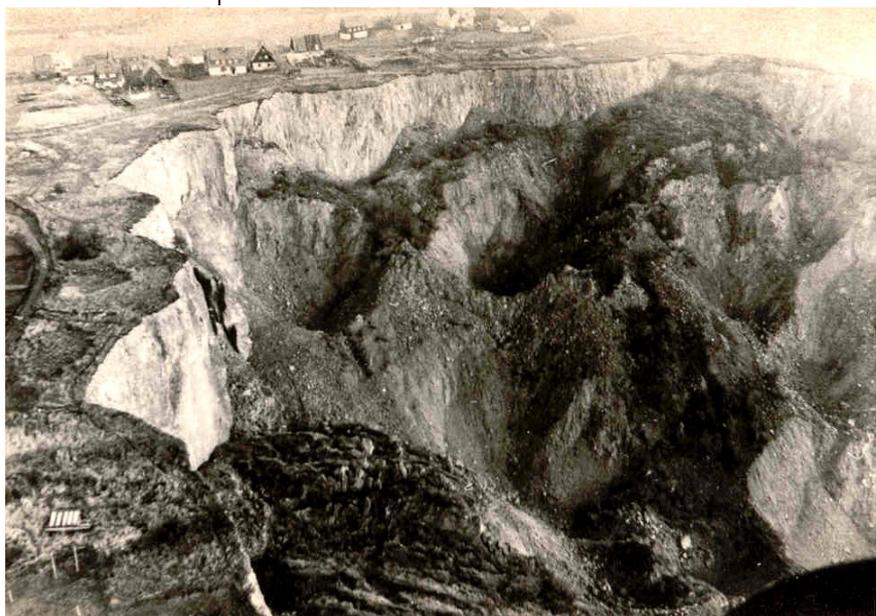


Abb. 100: Trichterbildung am Nordrand der Pinge mit Ortsteil Polen im Jahr 1966

