



Abb. 158: Neue Aufbereitung, Primärmühlenhalle System – Innenansicht
Foto: J. KUGLER

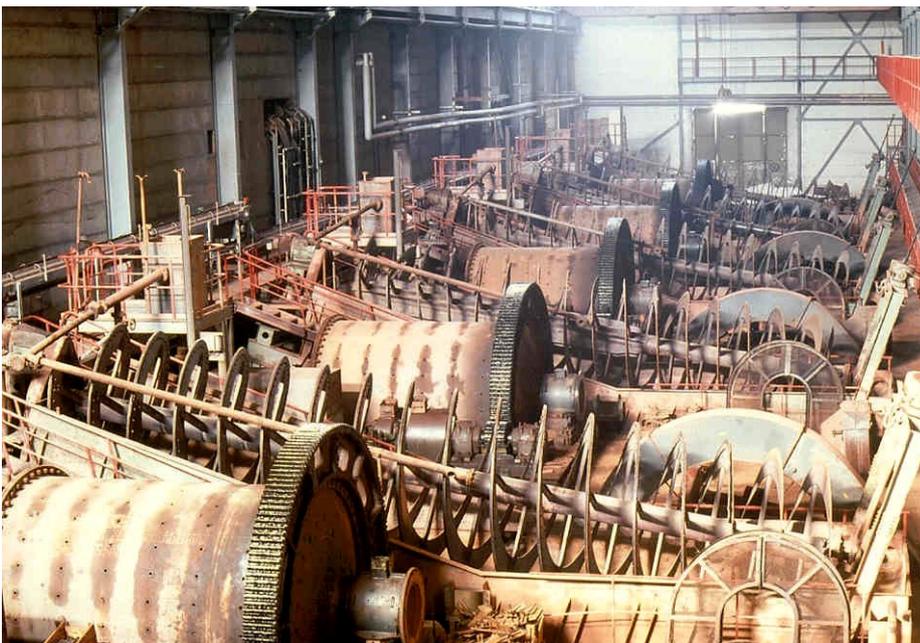


Abb. 159: Neue Aufbereitung, Sekundärmühlenhalle – Innenansicht
Foto: H. LAUSCH

Für die Sekundärmahlung wurden jeder Stabmühle (d. h. jedem Mahlsystem) 3 Kugelmühlen 2,7 m \varnothing x 3,6 m zugeordnet (Abb. 159). Als Mahlkörper dienten Kugeln 40 mm \varnothing oder Cylpebs (= zylinderförmige Mahlkörper, Stangenabschnitte).

Um die Mahlkosten der Primärstufe zu reduzieren und weitere Sicherheit für den errechneten Plandurchsatz zu gewinnen, wurde zusätzlich eine 3. Brechstufe mit 2 Stück Flachkegelbrechern 1220 x 65 mm und zwei Kreiswuchtschwingsieben 1600 x 4000 mm in einem neuen Gebäude installiert (Abb. 160).

Diese Anlagen gewährleisteten den Plandurchsatz. Bei Ausschaltung der unter Pkt. 15.6.2.1 dargestellten Probleme beim Bunkeraustrag des Schlammanteils wären deutliche Reserven vorhanden gewesen. Nachrechnungen der Primärmühlenarbeit anhand der aktuellen Ergebnisse zeigten aber auch, dass die in die Dimensionierung eingegangenen spezifischen Kennziffern in t Durchsatz pro m³ Mühlenvolumen nicht erreicht wurden. Es konnte nicht mehr überprüft werden, ob dafür der erhöhte Anteil an Festerz verantwortlich war.

Abb. 160: 3. Brechstufe im Bau, davor Seilbahn nach Schwarzwasser
Foto: J: RIBLAND



Eine entsprechende Hypothese behauptete, dass das Erz aus dem Pingenbereich leichter zerkleinerbar sei, weil sich vor dem Abbrechen der Wände der Gesteinsverband schon auflöste.

Die nachgewiesenen technologischen Vorteile der Stabmühle, die Entstehung von Feinstkorn betreffend, wurden durch einige verfahrenstechnische Nachteile sehr beeinträchtigt. Diese konnten nur z. T. durch spezielle Konstruktionen gemildert werden.

Das betraf:

- das Beschicken der Mühlen mit Stäben. Um schwere Handarbeit zu vermeiden (Einzelgewicht eines Stabes ca. 190 kg) war in Zusammenarbeit mit dem VEB SKET Magdeburg ein auf Schiene laufender Stabbeschickungswagen (Abb. 158 im Vordergrund) entwickelt worden. Die Stäbe wurden im Bündel mit dem Kran auf dem Tisch des Wagens abgelegt, rollten zur Mitte und dann über den mit Rollen besetzten Rüssel in die Mühle. Dazu wurde der Rüssel in die Mühle eingefahren. Dieser Vorgang verlief gut.

Die Entnahme der abgefahrenen Stäbe aus der Mühle sollte in analoger Weise geschehen. Vom Kran aus sollte durch das Mannloch mit einer Rundprofilzange jeder Stab einzeln angehoben und auf dem Rüssel des Wagens abgelegt werden. In der Praxis zeigte sich aber diese Arbeitsweise als zu umständlich, so dass das Personal die schwere Handarbeit bevorzugte, insbesondere auch, weil ein Großteil des Stabschrottes aus Bruchstücken bestand. Das war wiederum beabsichtigt. Die Stäbe sollten, wenn sie verschlissen waren, eher brechen als sich verbiegen. Verbogene Stäbe hätten die Parallel-

lage verhindert und das gefürchtete "Sauerkraut" provoziert. Also wurde ein legierter Stahl (teuer!) gewählt, der eher brach. Zum Aussortieren dieser Bruchstücke musste die Mühle häufig angehalten werden (z. T. täglich).

- Für die Innenauskleidung (Verschleißschutz) wurde eine Stahlbalkenpanzerung gewählt. Vor einer Plattenpanzerung wurde nach internationalen Erfahrungen gewarnt. Lockern sich die Befestigungsschrauben, so „kipeln“ die Platten und die Schrauben brechen schnell durch Wechselbeanspruchung.

Auf die Länge der Mahltrommel von 4,5 m wurden nun 4 Abschnitte (Ringe aus Mahlbalken) vorgesehen, jeweils in der Folge zwei flache Balken, ein Hubbalken. Die Länge der einzelnen Balken von ca. 1 m war bedingt durch das Maximalgewicht von 200 kg (z. T. Handtransport). Diese 4 Panzerungsringe in der Mühle trugen sich gewölbeartig selbst, denn sie wurden beim Einbringen mit Zwischenlagen verkeilt. Trotzdem waren an den Stoßstellen konusartige, durch die Außenhaut festgeschraubte Elemente notwendig. Auch diese Panzerschrauben mussten häufig mit Hilfe eines im Betrieb Altenberg entwickelten Schraubroboters festgezogen werden.

- Das Neupanzern einer Mühle war eine ca. 2 Tage dauernde Gewaltaktion mit vielen Hilfskräften, wobei allein das Aufbrechen der einzelnen Panzerringe, die ineinander „vernietet“ waren, mitunter Stunden dauerte.
- Für einen etwaigen Neubeginn sollte der Einsatz einer sog. Kaskadenmühle großen Durchmessers mit autogener Mahlwirkung ernsthaft geprüft werden.

Die Sekundärmühlen (mit Gummipanzerung) liefen ohne Beanstandung.

Alle Mühlen arbeiteten im Kreislauf mit Schraubenklassierern. Ihnen wurde gegenüber Rechenklassierern der Vorzug gegeben, weil sie entsprechend ihrer Wirkungsweise weniger Fehlkorn im Klassiererüberlauf zeigten.

Es sei noch vermerkt, dass im Zuge der Rekonstruktion auch die Entstaubung der Mittelzerkleinerung von einer trocken arbeitenden Anlage (Sackfilter Bauart Beth) auf eine effektivere Nassentstaubung mit Wirbelnasswäschern Typ WNA 560 umgestellt wurde. Die Abluft führte man über einen 50 m hohen Stahlschlot.

15.6.3 Fördermittel

Gurtbandförderer

Die für den Erztransport verwendeten mehrlagigen Gummigurtbandförderer arbeiteten zur Zufriedenheit. Allerdings mussten gut wirkende Abstreifer speziell gebaut werden, um Beeinträchtigungen durch den Lettenanteil zu vermeiden. Auch mussten die Bandrollen häufig gereinigt werden.

Becherwerke

Zur Senkrechtförderung von Grobkorntrübe wurden Gummigurtbecherwerke verwendet. Luftheber waren in den 60er Jahren mit schlechtem Ergebnis getestet worden (Verschleiß!).

Pumpen

Zur Förderung von Feinkorntrübe ($<100\ \mu\text{m}$) waren in Zusammenarbeit mit dem VEB Pumpenwerk Erfurt sog. Epoxydharzpumpen entwickelt worden und bewährten sich mit Laufzeiten bis zu 7000 h sehr gut. Laufräder und Gehäuse bestanden aus Epoxydharz in das feinkörniges Siliziumkarbid eingemischt war.

Die im Flotationsbereich eingesetzten sog. Schaumpumpen waren schon unter Pkt. 15.4.2.5 beschrieben worden. Sie waren für den praktischen Betrieb unerlässlich.

Seilbahn

Über Jahrzehnte waren für den Erztransport nach den Anlagen Schwarzwasser und Römer Seilbahnen eingesetzt worden, die nun nach dem Neubau der 3. Etappe entfielen. Obwohl sie sehr reparaturaufwendig waren, waren sie wohl unter den herrschenden klimatischen Bedingungen (Schneehöhe!) die beste Lösung gewesen. Trotzdem hatte man immer wieder nach anderen Möglichkeiten gesucht

(Förderbänder), die sich aber stets als zu aufwendig und nicht schneesicher erwiesen.

15.6.4 Flotation

In Altenberg wurde zum 1. Mal in der Welt das Flotationsverfahren für Kassiteritaufbereitung in einer industriellen Anlage angewendet (STEIN, 1940). In einer 35jährigen Entwicklungsarbeit mit Hunderten von Forschungsarbeiten und technologischen Untersuchungen, nach gewaltigen Investitionen entstand hier die größte Kassiteritflotation der Welt mit einem Jahresdurchsatz von ca. 850000 t (MOSCH & BECKER, 1985).

Nachdem die Anlage eingefahren war, diente sie mit ihren wichtigen Vorbereitungsstufen der Erzvorbehandlung sowie der Fein- und Feinstkornklassierung als Referenzanlage für den Verkauf von diversen Lizenzen und Know-how an internationale Interessenten.

Das gewählte Reagenzienregime bewährte sich ebenso wie die maschinelle Ausrüstung und die Messtechnik. Besonders der Einsatz der fremdbelüfteten Fingerrührerzellen (Abb. 161) mit ihrem hohen Luftzerteilungsvermögen war eine wichtige Voraussetzung für eine situationsgerechte Fahrweise der Flotation. Die dafür benötigten Kreiskolbengebläse waren wegen der starken Lärmentwicklung in einem schallabgedichteten Raum unter dem Konzentratlager untergebracht. Nicht optimal war die Konzentratlagerung wegen der langen Förderspiele des Krans mit Greifer. Die Ecken des Lagers waren zudem nicht für den Greifer erreichbar und erforderten Schaufelarbeit.

Unter den Flotationszellen ermöglichten dichtgeschweißte Stahlwannen mit schrägem Boden die Rückführung evtl. übergelaufenen Konzentratschaumes. Die großzügige Ausstattung der Flotation (Zellenvolumen) gestattete gute Verweilzeiten der Trübe und schnelle Umschaltung bei Reparaturen oder notwendigen Technologieänderungen.

Sicher hätte in weiteren Betriebszeiten eine Entstaubung konzipiert werden müssen, obwohl es sich um einen Nassbetrieb handelte. Die aus den Zellen entweichende Flotationsluft führte Feinstaub mit, der sich im Gebäude niederschlug, trocknete und zu Staubbelastung führte.

Zur Dosierung des Flotationsreagenz Styrolphosphonsäure in wässriger Lösung dienten die althergebrachten Schöpfräder. Moderne Kolbendosierpumpen waren ungeeignet, denn ein im technischen Produkt der SPS enthaltener Anteil an nicht umgesetztem Styrol verklebte die Ventile (BHKF - Zinnerz Altenberg 1983/84).

Im letzten Betriebsjahr waren die großen Mengen an Armkonzentrat nicht mehr absetzbar. Die Zinnhütte Freiberg



Abb. 161: Blick in eine 6 m³ Flotationszelle mit Fingerrührer
Foto: H. LAUSCH

verlangte höher angereicherte Produkte. Hier gelang es, die schon 1989 begonnenen Versuche so fortzuführen, dass in einer gesonderten Flotationsmaschine ein absetzbares Reichkonzentrat mit Sn-Gehalten über 40 % gewonnen werden konnte. Deutliche Verluste im Zinnausbringen waren allerdings die Folge.

15.6.5 Kontrolle des Prozesses

Zur Kontrolle des Aufbereitungsprozesses, insbesondere der Flotation wurden täglich eine große Anzahl von Proben genommen, aufbereitet und chemisch analysiert. So lagen täglich Durchschnittswerte des vergangenen Tages der Zinngehalte von Erzproben, Konzentraten, Abgängen und vielen wichtigen Zwischenprodukten vor.

Niedrige Gehalte <0,5 % Sn, z. B. in Aufgabe oder Berge der Flotation, wurden polarografisch ermittelt, die Zinngehalte von Konzentraten jodometrisch.

Später dominierte das Röntgenfluoreszenzverfahren. Zu Zinnwerten kamen vielfach noch Analysen auf Wasser, Arsen, Wismut, Molybdän, Kieselsäure, Fluor, Eisenoxid, Schwefel, Wolfram. Diese Zahlen dienten der Bilanzierung des Prozesses und der Qualitätskontrolle in den Konzentraten. Nachteilig für die Prozesssteuerung war, dass die genannten Werte meist erst am Folgetag greifbar waren.

Zur kontinuierlichen Prozesskontrolle wurde deshalb eine Reihe von Messverfahren (vgl. Pkt. 15.4.2.3) entwickelt bzw. für den Aufbereitungsbetrieb angepasst. So standen

dem Anlagenfahrer in der Steuerwarte ständig Werte der induktiven Trübemengenmessung, der radioaktiven Trübedichtemessung und der radioaktiven Sn-Gehaltsbestimmung zur Verfügung.

Diese Werte waren zusätzlich untereinander mathematisch verknüpft. So führte z. B. in der Flotationsaufgabetrübe ebenso wie in der Flotationsbergetrübe eine elektronische Multiplikation der Trübemenge (m³/h) mit der Trübedichte (t/m³) zu einer Feststoffangabe (t/h). Dieser Wert war für die tägliche Mengenbilanz wichtig, aber besonders für die Dosierung der Flotationsreagenzien in g/t Durchsatz. Die Feststoffmenge (t/h) wurde weiter mit dem Sn-Gehalt multipliziert, so dass auch die Sn-Mengen (t/h) von Flotationsaufgabe und -berge vorlagen. Die ebenfalls installierte Division dieser Werte *Sn-Menge der Berge* : *Sn-Menge der Aufgabe* ergab das aktuelle Sn-Ausbringen (%) als Differenz zu 100 % (Abb. 162).

Viel Erfahrung war für die Gestaltung der Messstellen (sog. Geometrie) erforderlich. Zum Beispiel war ein stets freier Messquerschnitt ohne Versandung und ohne Lufteinschlüsse bei einer Trübegeschwindigkeit von 20-30 cm/s zu garantieren.

Die Messtechnik war Voraussetzung für eine geplante rechnergestützte Prozesssteuerung (s. Studie SCHÖNE 1989) und ein Prozessleitsystem unter Mitwirkung des Grubenrechners. Dort waren die Arbeiten zur Vergleichmäßigung des Sn-Gehaltes im Roherz und zur flotationsgerechten Erztypenmischung einzubeziehen.



Abb. 162: *Messeinrichtungen am Einlauf der Grundflotation (Zinngehalt, Trübedichte, Trübmenge)
Foto: M. BECKER*

15.6.6 Chemische Erzvorbehandlung

Die hohe Bedeutung der Erzvorbehandlung war lange erkannt (s. Pkt. 15.4.2.2). Nicht nur die Zugabe von Natrium-silicofluorid und Schwefelsäure, sondern auch eine scharfe Entschlammung besonders des Primärmaterials und ein Wasserwechsel waren vonnöten. Die dafür entwickelte komplizierte Technologie wurde in der sogenannten Spreizung, einem Betriebsraum der Neuen Aufbereitung im Bunkertrakt zwischen Mahlsystem I und II, installiert und erstreckte sich über 5 Bühnen (Schema der Erzvorbehandlung, s. Abb. 146). Dazu gehörten 2 Rührmischer, 6 Pumpstationen und 6 Hydrozyklonstationen.

Da alle Aggregate doppelt vorhanden waren, gab es besonders bei den Pumpen in dem sehr beengten Raum von ca. 5 m x 14 m Grundfläche äußerst schlechte Wartungsbedingungen (BHKF 1982).

Bei diesem sehr wichtigen Verfahrensgang zeigt sich in großer Schärfe, dass zwischen dem hohen Material- und Wartungsaufwand, der den Prozess als störanfällig zeigt, und dem Nutzen unbedingt optimiert werden muss. Sicher hätte man in folgenden Betriebsjahren diesen Prozess vereinfacht.

Ein wichtiger Schritt zur Beschränkung der Erzvorbehandlung liegt in der Vergleichmäßigung des Erzvorlaufs. Immer wieder hatten Forschungsarbeiten gezeigt, dass einige Erztypen extrem schlecht flotierbar sind (TÖPFER, 1968; BILSING 1975). Hohe Anteile dieser Erztypen im Fördererz ließen den Flotationsprozess völlig zusammenbrechen. In

der o.g. Arbeit von Töpfer wurde z. B. für folgende Erztypen das maximal mögliche Ausbringen ermittelt:

Granitporphyrgreisen kaolinisiert	Rolle 426	42 %
Granitporphyrgreisen	Rolle 475	59 %
Topasglimmergreisen As-reich	Rolle 477	47 %
Topasglimmergreisen quarzhaltig	Rolle 416	72 %
Topasglimmergreisen	Rolle 584	72 %
Quarztopasgreisen	Rolle 434	72 %.

Diese Werte gelten nicht absolut, zeigen aber Schwankungsbreiten auf.

Eine deutliche Verbesserung brachte Ende der 80er Jahre eine rechnergestützte Erzabzugs- und Fördersteuerung (EHRT, 1992), die nicht nur den Sn-Aufgabegehalt vergleichmäßigte, sondern auch die Anteile unterschiedlich flotierbarer Erztypen.

Diese Anforderung wurde 1988 in die Erzvorratsberechnung mit einbezogen.

15.6.7 Feinstkornaufbereitung

Seit Beginn der Arbeiten zur Kassiteritflotation war die Entschlammung des Aufgabegutes als unerlässlich erkannt worden. In diesen Schlämmen gehen aber bis zu 25 % des im Roherz vorlaufenden Zinns verloren. Wenn auch größere Anteile des im Altenberger Erz chemisch nachgewiesenen Zinns als nicht ausbringbar gelten können (TÖPFER, 1968), und zwar

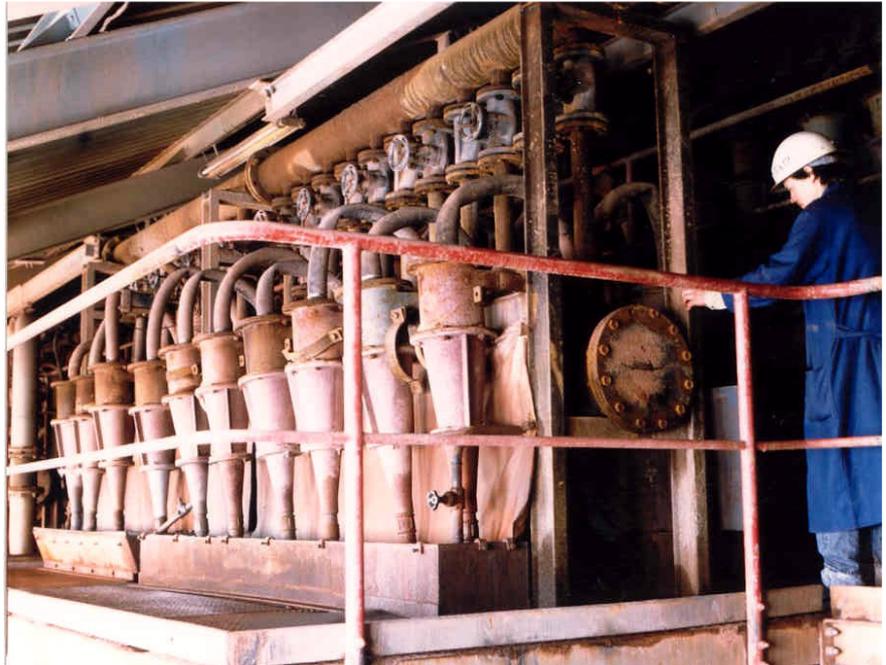


Abb. 163: *Neue Aufbereitung, Hydrozyklone NW 200*
Foto: J. KUGLER

- aufgeschlossener Zinnstein < 5 μm
- aufgeschlossener mit Tonsubstanz behafteter feinsten Zinnstein (Rotschlamm-Zinnstein-Agglomerate)
- feinstverwachsener Zinnstein
- isomorphe Beimengungen im Gitter von Silikaten und manchen Oxiden,

so hatten doch Untersuchungen des FIA (DALLMANN, 1980) und des BHKF (HOFMANN & BECKER, 1979 u. MOSCH & HOFMANN, 1980) gezeigt, dass aus den Schlämmen mit Hydrozyklonklassierung flotierbare Produkte bereitgestellt werden können. WOTTGEN (1974) und SCHMIDT (1979) hatten die Flotation und die Verbesserung der Konzentrate bearbeitet. Projektiert und realisiert wurde eine fünfstufige Zyklonklassierung und ein Klassierereindicker mit 45 m \varnothing .

Die Hydrozyklone NW 200 und NW 86 (= 1. und 2. Stufe) wurden traditionell in Längsverteilung angeordnet (Abb. 163). Um unterschiedliche Beaufschlagung durch Entmischung der Trübe im Aufgaberohr der 86er Zyklone zu vermeiden, wurde eine Anordnung in 8er Batterien (2 x 4 Stück) gewählt.

Die Zyklone der 3. - 5. Stufe NW 40 wurden zu 7 Rundverteilern mit je 68 Stück mit zentralem Aufgaberohr zusammengestellt (Abb. 164). Schlechte Übersichtlichkeit und schlechter Zugang zu den Ventilen beeinträchtigten die Wartungsarbeiten. Diese Zyklone waren außerordentlich anfällig für Verstopfungen, besonders im Anfahrbetrieb oder bei Schwankungen des Feststoffgehaltes.



Abb. 164: *Neue Flotation, Hydrozyklone im Rundverteiler*
Foto: H. LAUSCH

Auch hier sind Überlegungen angebracht, wo man auf technologische Effekte verzichten sollte zugunsten der Betriebssicherheit.

Bei störungsfreiem Betrieb zeigten diese Zykclone allerdings hervorragende Trennschärfe bei ca. 12 μm und sehr gute Verschleißfestigkeit (Polyurethan!).

Für das Sekundärmaterial wurde ein Klassiereindicker aus Beton mit 45 m \varnothing und Königswelle ohne Abdeckung auf

Höhe 725 m ü NN errichtet (Abb. 165). Trotz mäßigen Frostes von $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ gefror die Oberfläche durch die Eigenwärme der Einlauftrübe nicht. Die theoretische Verweilzeit der Trübe im Eindicker war ca. 7 h. Übrigens hatte ein Erfahrungsaustausch mit dem Betriebsteil Seelingstädt der SDAG Wismut ergeben, dass der dort vorhandene Eindicker 60 m \varnothing mit Eisschicht eher bessere Kennziffern brachte, da der Wind die Sedimentation nicht behindert.



Abb. 165: *Klassiereindicker
45 m \varnothing
Foto: M. BECKER*



Abb. 166: *Wendelscheider
Typ FMC in der
Neuen Aufbereitung
Foto: J. Kugler*

15.6.8 Dichtesortierung

Die aus England importierten Wendelscheider südafrikanischer Bauart Typ FMC (= Fine mineral concentrator) waren mit vier glasfaserverstärkten Wendeln ausgestattet (FIA, 1987, Abb. 166). Sie erfüllten voll die in sie gesetzten Erwartungen bezüglich Durchsatz, Erfolgskennziffern und Verschleißfestigkeit. Ein Bergeabstoß war nicht möglich.

Gute Ergebnisse brachten auch die aus der Sowjetunion importierten Dreideckherde Typ SK 22 bzw. SKO 22 (Abb. 167). Bei gleichem technologischen Ergebnis wie die einheimischen Eindeck-Schnellstoßherde hatten sie einen ca. 1,5fachen Durchsatz pro m² Anlagenfläche. Dieser Wert könnte bei günstigem Säulenraster durchaus noch gesteigert werden (Hubdecken!), denn die flächenbezogene Leistung lag beim Betriebstest (([BHKF - Zinnerz Altenberg, 1977) 6,6 mal höher als beim Eindeckherd (0,2 : 0,03 kg/m²). Die ermittelte Leistung betrug 1,6 t/h • Deck.



Abb. 167:
Dreideckherde Typ SKO22 in
der Neuen Aufbereitung
Foto: J. Kugler

Abb. 168: Neue Flotation, Filteranlage für Armkonzentrat;
oben: Einrichtung zum Aufblasen von Dampf
Foto: J. Kugler

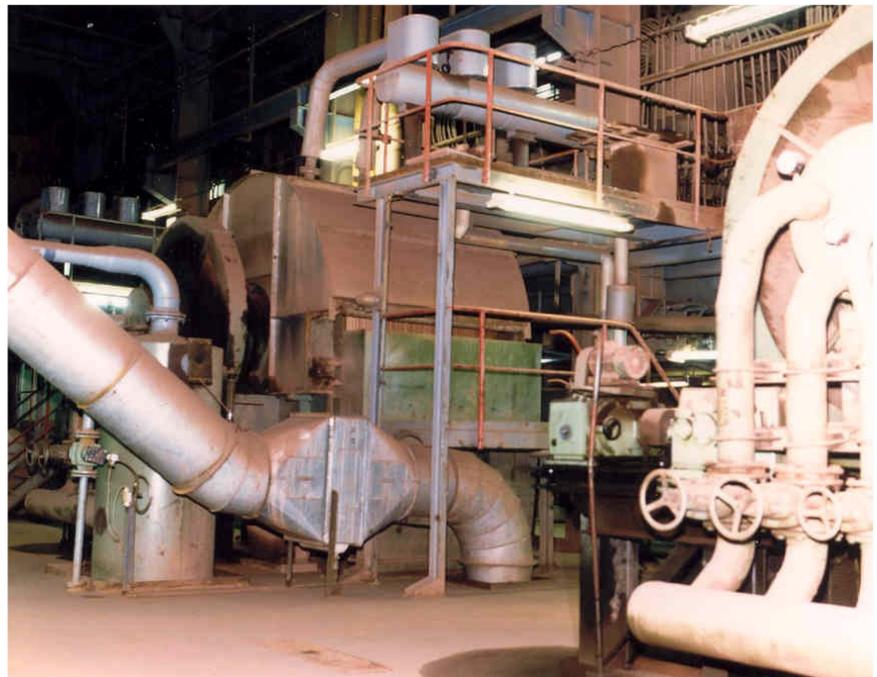




Abb. 169 :
Saugschwimmbagger im Bag-
gersee der Tiefenbachhalde
Foto: H. Lausch

15.6.9 Konzentratbehandlung

Zum Eindicken des Flotationskonzentrates wurden 4 Stück der bewährten Eindicker 12 m Ø eingesetzt. Trotz dieser nach Sedimentationsversuchen ermittelten ausreichenden Eindickerfläche gab es wiederum Konzentratverluste im Überlauf. Diese höchst unerwünschte Erscheinung trat auf, weil es im Eindicker zu einer erneuten Schaumbildung kam durch die beim Einlauf mitgerissene Luft. Das eingedickte Armkonzentrat wurde den Eindickern mit doppelt wirkenden Kolbenpumpen entnommen und zu den höher gelegenen Vakuumtrommelzellenfiltern gefördert. Hier bewährte sich das Aufblasen von Heißdampf auf die Filtertrommel sehr gut (MOSCH & BECKER 1985; Abb. 168).

In der alten Filteranlage Römer war der Wassergehalt des Filterkuchens von ~ 20 % mit Hilfe einer dampfbeheizten Rillentrockenwalze unter hohem Energieaufwand auf 13-14 % gesenkt worden. Nunmehr gelang eine Verringerung um weitere 2 % auf durchschnittlich 11,7 % H₂O mit einer Energieeinsparung von 50 %. Die Wirkung des Verfahrens, das von NEEBE und DALLMANN (FIA) vorgeschlagen worden war, beruht vor allem auf einer geringeren Viskosität der Flüssigkeit in den Kapillaren des Filterkuchens, aber auch auf einer Nachverdunstung im Konzentratlager.

15.6.10 Zinn aus Haldensanden

Unter erheblichem Aufwand an Investitionen (ca. 10 Mio. M, davon ca. 5 Mio. M Ausrüstung) und später an War-

tungs- und Bedienungspersonal (80 Arbeitskräfte) wurde auf der Tiefenbachhalde eine Aufnahme alter Haldensande mit einem Sn-Gehalt von ca. 0,22 % begonnen. Die Sande wurden mit einem schwimmenden Saugbagger (Abb. 169) entnommen und über eine Pumpstation in die Aufbereitung Römer gefördert. Hier standen noch vorhandene Maschinen zur Aufbereitung mit den Verfahrensstufen *Nachmahlung - Erzvorbehandlung - Entschlammung - Flotation* zur Verfügung. Der Prozess war durch ungleichmäßige Zuförderung recht labil. Insgesamt wurden ca. 60000 t Sande abgebaut und daraus 53,5 t Sn als Armkonzentrat gewonnen. Die Kosten pro t Sn waren anfangs (1988) über 4mal so hoch, wie die der normalen Produktion. Im zweiten und letzten Einsatzjahr der Haldenaufbereitung (1989) betrug sie immer noch das Doppelte der normalen Produktion, wobei der Prozess nun deutlich besser beherrscht wurde.

Obwohl die neuesten Erkenntnisse aus der Schlammflotation angewendet wurden, war das Ergebnis unbefriedigend. Grund dafür war, dass die aufbereitungstechnisch günstigsten Kornklassen bereits in früheren Zeiten gewonnen worden waren.

15.7 Zinnkonzentrate und Nebenelemente

15.7.1 Zinnreichkonzentrat

Seit alten Zeiten wurden in Altenberg Zinnreichkonzentrate erzeugt mit hohen Sn-Gehalten (über 55 % Sn) (WAGENBRETH u. a., 1990). Das war notwendig, um die Verarbeitungskosten der Hütten zu verringern (Brennstoff).

Durch geschickte Arbeit mit den Langstoßherden versuchte man die Eisenanteile niedrig zu halten, um bei der Schmelze im Schachtofen die Entstehung von Härtlingen (FeSn) zu vermeiden, denn diese mussten weiter selektiv verarbeitet werden. Durch Haufenröstung trieb man vor der Reduktion im Schachtofen den größten Teil des Arsens und Schwefels aus. Im Schachtofen entstand dann ein relativ reines Rohzinn, das durch Seigern von Verunreinigungen (Fe, Rest-Arsen) gereinigt wurde. Auch durch sog. Polen, d. h. Einführen von feuchtem Holz in die Schmelze, dürften letzte Fehlbestandteile beseitigt worden sein. Man erhielt so ein Hüttenzinn mit über 99 % Sn.

Mit hoher Anreicherung der Konzentrate sinkt allerdings das Zinnausbringen drastisch, so dass die Bergbaubetriebe, auch Altenberg, in ständiger Auseinandersetzung mit den Hütten nach und nach die Sn-Gehalte senkten, so wie das eine immer weiter verbesserte Hüttentechnologie ermöglichte.

In den 50er Jahren des 20. Jahrhunderts betragen die Zinngehalte im Reichkonzentrat nur noch hohe 40 %, und in der letzten Betriebszeit um 1985 waren 40 % Sn ausreichend.

In den Liefervereinbarungen mit der Hüttenseite war natürlich der Sn-Gehalt die wichtigste Kennziffer und Basis für den Preis. Für Verunreinigungen, z. B. Arsen und Wismut, gab es Toleranzen, bei deren Überschreitung ein Abzug in Zinn erfolgte.

In den Jahren 1972/73 wurden z. B. folgende Durchschnittsgehalte (%) im Reichkonzentrat (lt. Betriebsunterlagen) erreicht:

Sn	As	FeO	Bi	F	Al ₂ O ₃	SiO ₂
41,7	0,7	32,2	0,3	0,6	3,6	3,9

Diese Zahlen können als Durchschnittszahlen für ein Reichkonzentrat auch späterer Jahre gelten. Bemerkenswert ist, dass sich in den letzten 25 Jahren bis 1990 der Anteil an durch Dichtesortierung erzeugtem Reichkonzentrat kontinuierlich verringert hat. Ursache dafür war eine Rationalisierung der Nassmechanik (Dichtesortierung) mit ihren vielen Kreisläufen zugunsten der Flotation. Gleichzeitig erhöhte sich die durch die wirtschaftlichere Flotation erzeugte Menge an Armkonzentrat ständig. Dabei stieg das Gesamtzinnausbringen und das war im Sinne einer Erzeugnispolitik des Bergbau- und Hüttenkombinates, die zwischen Aufbereitungs- und Hüttenprozess optimierte. Die Hüttenseite musste eine laufend steigende Armkonzentratmenge verkraften, woraus nach Verflüchtigung des Zinns (Fuming) ein Flugstaub mit bis zu 65 % Sn entstand, der mit dem Reichkonzentrat aus der Dichtesortierung (Schnellstoßherde) gemeinsam in den Flammofen ging, s. folgende Tabelle:

Jahr	Zinnausbringen %		
	im Reichkonzentrat	im Armkonzentrat	gesamt
1965	32,44	11,30	43,74
1975	22,22	34,81	57,03
1980	19,84	40,03	59,87
1984	17,92	46,24	61,16
1986	12,9	41,85	54,75
1988	13,3	47,04	60,34

15.7.2 Zinnarmkonzentrat

Seit 1964 (Versuchsproduktion ab 1963) wurde in Altenberg durch Flotation ein Zinnarmkonzentrat erzeugt. Anfangs wurde das Produkt mit Sn-Gehalten um 20 % auf Schnellstoßherden weiter angereichert und dann mit dem Konzentrat aus der Dichtesortierung verschnitten. Das nach Muldenhütten bei Freiberg gelieferte Armkonzentrat verarbeitete man dort im Schwebeschmelzverfahren.

Es hatte in den Jahren 1972/73 folgende Durchschnittsgehalte (%):

Sn	As	FeO	Bi	F	Al ₂ O ₃	SiO ₂
12,4	0,6	40,8	0,1	1,6	9,6	19,0

Um das Zinnausbringen zu verbessern, wurden die Sn-Gehalte im Armkonzentrat heruntergefahren, so dass z. B. ein Mittelwert Juni - August 1974 folgende Gehalte hatte:

Sn	As	FeO	Bi	F	Al ₂ O ₃	SiO ₂
7,1	9,42	21,8	0,11	2,5	12,5	43,7

Dieses Produkt, das nunmehr im Verblaseprozess (Fuming) verarbeitet wurde, machte der Hütte große Probleme durch die hohen Fluorwerte und durch das drastisch veränderte Verhältnis FeO : SiO₂ ~ 1 : 2. Hier musste zwischen den Wünschen der Aufbereitung und den Möglichkeiten der Hütte optimiert werden, so dass sich die Sn-Gehalte im Armkonzentrat bei 10 - 12 % einpegelten und ein Verhältnis FeO : SiO₂ = 1 : 1 angestrebt wurde.

Die Einführung der Allflotation, die Zuführung weiterer Erzmengen aus der Feinstkornklassierung zur Flotation (= Schlammflotation) und die gewaltige Steigerung des Gesamtdurchsatzes hatten ~ 1985 zu einem Flotationsdurchsatz von ca. 850000 t/a geführt. Hier wurden jährlich 16000 - 17000 t Armkonzentrat erzeugt. Die höchste Jahresproduktion aus Roherz wurde 1988 erreicht mit

$$\begin{array}{r}
 1698 \text{ t Sn im Armkonzentrat} \\
 + \quad 480 \text{ t Sn im Reichkonzentrat, also} \\
 \hline
 2178 \text{ t Sn insgesamt}
 \end{array}$$

15.7.3 Arsenkonzentrat

In alten Zeiten wurde Arsen durch Haufenröstung aus dem Roherz ausgetrieben. Ab 1861 erzeugte man in Altenberg ein Arsenkonzentrat (vorwiegend Arsenkies). Das beim Abrösten erzeugte Arsenik (As_2O_3) diente als Ausgangsmaterial für Schädlingsbekämpfungs- und Holzschutzmittel sowie zur Läuterung in der Glasindustrie.

Bis 1977 wurden jährlich mehrere 100 t Arsenkonzentrat geliefert mit z. B.

1972	84,5 t As-Inhalt,
1973	73,1 t As-Inhalt (SAAGE, 1978).

Vorlaufen verschiedener Elemente

Roherz t	Sn		As		Bi		Mo	
	%	t	%	t	%	t	%	t
1.000.000	0,30	3.000	0,06	600	0,025	250	0,015	150
Streuung	0,30±0,02		0,06±0,02		0,025±0,01		0,015±0,01	

Daraus sollten folgende As-Produkte gewonnen werden:

Produkt	t	Sn		As		Bi		Mo	
		%	t	%	t	%	t	%	t
Nassmechanisches Arsenkonzentrat (satzweise Flotation)	120	0,8	1	25	30	2	2,5	1	1
Arsenkonzentrat Reichschäumer (kontinuierliche Flotation)	1200	0,8	10	15	180	4	48	5	60
Summe	1320	0,8	11	16	210	3,8	50,5	4,6	61

Auch eine selektive Gewinnung von Wismut und Molybdän aus diesen Produkten war geplant. Diese Entwicklung wurde jedoch gestoppt durch unerwünschte Erscheinungen beim Arsenkonzentrat (SAAGE, 1978), die etwa ab April 1977 die weitere Verarbeitung des Produktes unmöglich machten. Sie wurden mit dem neuen Verfahren der Chemischen Erzvorbehandlung in Verbindung gebracht. Im erzeugten feuchten As-Konzentrat kam es zu einer starken Erwärmung, zur Geruchsbelästigung und zum „Zusammenbacken“ des Inhaltes der Transportwannen.

Auch die Hütte Muldenhütten klagte über Beschwerden, so über

- hohen manuellen Aufwand beim Zerkleinern des Konzentrates und Geruchsbelästigung
- Braunfärbung des erzeugten Arseniks im Kanal nach dem Röstofen bzw.
- Blaufärbung des Arseniks nach dem Dublieren
- Nichterreichen bestimmter Qualitätsnormen.

Da die Hütte keine technologische Lösung fand, wurde das

Für diese beiden Jahre gelten folgende Durchschnittsgehalte (%):

Sn	As	Bi	F	Al ₂ O ₃	SiO ₂
2,4	28,8	2,6	1,2	2,8	6,4

Die Hütte Muldenhütten bevorzugte das Altenberger Produkt gegenüber dem Ehrenfriedersdorfer, denn es enthielt gewinnbares Wismut.

Für spätere Jahre wurde folgende Prognose gestellt: (Brief des VEB BHK Freiberg vom 17.08.1980 an das Forschungsinstitut für Aufbereitung zur Forschungsaufgabe „Nebenelemente Altenberg“; Museum Altenberg 2000):

Arsenkonzentrat in Altenberg seitdem in die Berge geleitet. Eine Rücknahme der Verfahrensstufe Chemische Erzvorbehandlung kam wegen der großen Vorteile für die Zinnflotation nicht in Frage. Trotzdem wurde der Forschungskomplex Nebenelementgewinnung (GRUNIG, 1983) weiter bearbeitet angesichts des geplanten Vorlaufes im Roherz von 250 t/a Wismut und 150 t/a Molybdän (s. o.).

15.7.4 Wismut

Wismut (Wismutglanz und metallisches Bi im Verhältnis 2 : 1 bis 5 : 1) ist bei der Dichtesortierung auf Schnellstoßherden als weißer Streifen gut sichtbar und gelangt dort in das Zinnkonzentrat. Die Abb. 136 zeigt, dass Wismut um 1930 mit Salzsäure aus dem gerösteten Sn-Konzentrat gewonnen wurde. Man erzielte ein Wismutchlorid mit 65 % Bi. Aus Altenberger Erz wird Wismut seit 1854 gewonnen.

Mit Einführung der Flotation erhöhte sich das Aufkommen von Wismut deutlich, da es bei der Sulfidflotation (= Arsenflotation) mit in die Konzentrate geht. Für einen Durch-

satz von 1 Mio. t wären das ca. 50 t/a Bi (Ausbringen bezogen auf Roherz ~ 20 % vgl. Tabelle Pkt. 15.7.3). Zur Gewinnung von Wismut aus diesen Produkten wurden verschiedene Wege untersucht (STRAßBERGER u. a., 1978), so die hydrometallurgische Bi-Abtrennung (ZÖNNCHEN 1979) oder eine selektive Molybdän-Wismut-Flotation (GRUNIG, 1983 und BHKF 1985). Hierzu war der Bau einer Pilotanlage in der Neuen Flotation konzipiert, die später auch einem Dauerbetrieb hätte genügen können. Ziel dieser Anlage mit einem Durchsatz von ca. 1,8 t/h war es, aus einer verbesserten Sulfidflotation zunächst ein MoS₂-Produkt (s. Pkt. 15.7.5) und dann durch indirekte selektive Flotation ein Bi-Konzentrat zu gewinnen mit folgender Zusammensetzung:

Bi	Mo	As	Cu	Sn
%	%	%	%	%
25-30	1,5	6,0	5-10	1-2

Zum Aufbau der Anlage kam es nicht mehr. Die technologischen und ökonomischen Erfolgskennziffern sind höchst unsicher, speziell mit Hinblick auf die bezüglich Arsen geschilderten Erscheinungen (vgl. Pkt. 15.7.3). Außerdem ist die fallende Tendenz der Bi-Gehalte (ebenso auch Mo und Sn) zu beachten. Gelten die Vorlaufzahlen für Bi von 1974-1982 als 100 %, so erwartete man für das Jahr 2000 nur noch 43 % davon. Ziel war trotzdem eine Bi-Produktion von ca. 40 t im Jahr 1992 mit der o. g. Pilotanlage. Die Kosten sollten ~ 18000 M/t Bi im Konzentrat betragen.

Eine weitere technologische Variante wäre aus ökonomischen Gründen sehr attraktiv gewesen, nämlich jeweils bei der Sulfidflotation (= Arsenflotation) das Wismut zu drücken, um es dann analog der Lösung von 1930 aus dem Zinnkonzentrat mit Salzsäure abtrennen zu können. Die hierzu geführten umfangreichen Untersuchungen brachten allerdings nur unbefriedigende Ergebnisse (SCHULZ, 1968; STRAßBERGER u. a., 1978).

15.7.5 Molybdän

Molybdän liegt im Altenberger Erz als Molybdänit (MoS₂) vor und gelangt bei der Sulfidflotation (= Arsenflotation) in die jeweiligen Konzentrate. Bei Durchsatz von 1 Mio. t/a beträgt der Vorlauf ~ 150 t/a Mo. Davon könnten ca. 60 t Mo im Konzentrat der sog. kontinuierlichen As-Flotation (s. Tabellen in Pkt. 15.7.3) anfallen.

Dieses Produkt sollte einer selektiven Mo-Bi-Flotation unterzogen werden (vgl. Pkt. 15.7.4). Auf der Grundlage seiner Forschungsarbeiten zum Thema „Nebenelemente Altenberg“ rechnete das Forschungsinstitut für Aufbereitung Freiberg unabhängig vom künftigen Verfahrensgang mit einem Flotationskonzentrat folgender Zusammensetzung

(Brief des FIA vom 10. 02. 1982 an VEB Chemisches Kombinat Bitterfeld zu Verarbeitungsmöglichkeiten solcher Konzentrate; Museum Altenberg 2000):

		als
Mo	45,0 - 50,0 %	Molybdänit
As	0,8 - 2,0 %	Arsenkies
Bi	1,0 - 2,0 %	Wismutglanz, metall. Bi
Sn	0,2 - 0,4 %	Kassiterit
Cu	0,2 - 0,3 %	vorwiegend Kupferkies
Fe	1,0 - 2,0 %	Hämatit, Rotschlämme
SiO ₂	5,0 - 8,0 %	Quarz, Glimmer, Feldspäte
Al ₂ O ₃	2,0 - 4,0 %	Feldspäte, Glimmer

Ziel war die Produktion von ca. 20 t Mo im Jahr 1992. Das Konzentrat sollte für eine MoS₂-Schmierstoffproduktion im VEB Chemiekombinat Bitterfeld ca. 80 % MoS₂ enthalten bei Kosten von ~ 18000 M/t Mo im Konzentrat der Pilotanlage. Auch hier sind die sinkenden Mo-Gehalte im Roherz zu beachten. Werden die Jahre 1974 - 1982 als 100 % angesetzt, so sollten im Jahr 2000 nur noch ca. 69 % davon anfallen (BHKF 1985).

Eine weitere Anreicherung des Molybdäns durch Flotation wäre möglich, wobei sich die Begleitkomponenten reduzieren. Ausbringungsverluste wären aber unvermeidlich. Welchen Einfluss die ab 1977 auftretende Oberflächenaktivierung der Sulfide im Konzentrat durch die chemische Erzvorbehandlung genommen hätte ist ungewiss. Die Blaufärbung des Konzentrates deutet auf die Bildung von Mo-Oxid (Molybdänblau) hin.

15.7.6 Wolfram

Der WO₃-Gehalt im Altenberger Erz (Wolframit, Hübnerit) wurde in einer Studie des Bergbau- und Hüttenkombinates im Dezember 1981 (Museum Altenberg 2000) mit 0,03-0,04 % angegeben. Als Vorlauf für eine Gewinnung sind nur die Zinnkonzentrate denkbar.

Die Anreicherung im Zinnreichkonzentrat auf 3-4 % WO₃ hat schon den Faktor 100. Man rechnete für das Jahr 1980 bei einer Roherzmenge von 725 000 t/a mit folgenden Daten (Studie BHK Freiberg):

		WO ₃	WO ₃ - Inhalt	Sn- Gehalt
		%	t/a	%
Sn-Reichkonzentrat	1197 t/a	3-4	36-48	40,5
Sn-Armkonzentrat	11668 t/a	~0,5	58	7,7!

Ähnlich liegen diese Angaben in einer Studie des FIA (ZÖNNCHEN u. a., 1982) für eine Roherzmenge von 1 Mio. t/a:

		WO ₃	WO ₃ - Inhalt
		%	t/a
Sn-Reichkonzentrat	1450 t/a	4-5	58-73
Sn-Armkonzentrat	17800 t/a	0,5	89

In einem Schreiben vom 10. 2. 1982 (vgl. Pkt. 15.7.5) schätzte das FIA ein, dass aus Altenberger Reichkonzentrat durch Magnetscheidung ein Mischkonzentrat folgender Zusammensetzung erzeugt werden könnte:

WO ₃	12 - 15 %	Wolframit, davon ca. 20 % Hübnerit
Fe ₂ O ₃	40 - 60 %	Hämatit, Rotschlämme
Sn	10 - 15 %	Kassiterit
As	0,5 - 1 %	Arsenkies
Rest		Quarz, Glimmer, Feldspäte

Daraus wären jährlich gewinnbar:

Mischkonzentrat	WO ₃ -Gehalt	WO ₃ -Inhalt	WO ₃ -Ausbringen bezogen auf Sn-Reichkonzentrat
330-350 t/a	12-15 %	~50 t/a	75-80 %

Eine Direktlaugung des Zinnreichkonzentrates mit 20-25%iger Natronlauge bei 105°C lässt bei einem WO₃-Ausbringen = 90-95 % deutlich bessere Ergebnisse erwarten. Eine Gewinnung von WO₃ aus dem Sn-Armkonzentrat ist wegen des niedrigen WO₃-Gehaltes und der großen Mengen nicht realisierbar.

15.7.7 Glimmer

Die Glimmervorräte der Altenberger Lagerstätte sind beachtlich, jedoch ist die Gewinnbarkeit stark eingeschränkt durch die feine Aufmahlung <100 µm, die die Zinnaufbereitung erfordert. Das behindert z. B. eine Magnetscheidung mit Starkfeldscheidern (Glimmer ist paramagnetisch). Selbst wenn man die Abgänge der Dichtesortierung in Korngrößen von 0,3-1,5 mm verarbeiten wollte, wäre mit sehr hohen Anlagekosten (geringer Durchsatz pro Maschine!) zu rechnen, von einer evtl. erforderlichen Trocknung ganz abgesehen.

Als ein weiteres Anreicherungsverfahren käme die Flotation in Frage, die für gröberes Material 60-300 µm mit Aminen als Sammler gut gelingt. Auch sie scheidet aber aus, denn diese Reagenzien im Wasserkreislauf einer Zinnflotation würden die Zinnengewinnung unmöglich machen. Altenberg verbrauchte bis zu 70 % Rückwasser. Hier ist die Einrichtung eines 2. Wasserkreislaufs nicht machbar. Übrigens sind bei Flotation mit Aminen erhebliche Verunreinigungen durch Eisen zu erwarten. Am Körnungsproblem scheiterte auch eine Sortierung nach elektrischen Verfahren.

Insgesamt wurden die Probleme als so gravierend eingeschätzt, dass keine weiteren Untersuchungen erfolgten (RÖSSEL, 1981).

15.7.8 Lithium

Für die Gewinnung von Lithium aus Altenberger Glimmern gelten die gleichen Prämissen wie unter Pkt. 15.7.7 für Glimmer allgemein dargestellt, zumal die für die Li-Gewinnung interessanten Glimmer eng verwachsen sind und durchweg sehr feinkörnig. Der Aufschlusspunkt für diese Glimmer liegt bei 20-30 µm (RÖSSEL, 1981). Trotzdem seien die Li-Ressourcen in Altenberg anhand einer 1981 erstellten Berechnung aufgeführt:

	Roherz (kt)	Li-Inhalt (t)
Festerz	20813	24578
Brucherz	14848	18615
Σ	35661	43193
Halden in Schwarzwasser und Bielatal	11873	14247
Σ	47534	57440
Aufbereitungshalden in Zinnwald	190	~ 300

In den Aufbereitungsprodukten zeigt sich Lithium mit folgenden Gehalten (%):

Zyklonberge	0,08
Flotationsaufgabe	0,06
Flotationsberge	0,06
Arsenvorkonzentrat	0,04
Zinnkonzentrat der Grundflotation	0,06

15.8 Zusammenfassung

Im aufbereitungstechnischen Teil der Monographie wird die Entwicklung eines kombinierten Verfahrens, bestehend aus Dichtesortierung und Flotation, beschrieben. Es wird dargelegt, wie sich der Prozess dem außerordentlich schwer aufbereitbaren Erz (Verwachsung, geringe Sn-Gehalte, Schlämme) anpasste und wie unter hohem Einsatz von Forschungs- und technologischer Arbeit, aber auch an beachtlichen materiellen Aufwendungen Spitzenleistungen erzielt wurden. So lief in Altenberg zum 1. Mal in der Welt eine Kassiteritflotation im industriellen Maßstab und 1985 arbeitete hier die größte Kassiteritflotation der Welt. Sie diente als Referenzanlage für mannigfaltige Neuentwicklungen. Hintergrund für diese gewaltigen Anstrengungen war die Grundsatzentscheidung der Regierung der DDR, die Reinzinnproduktion so zu steigern, dass Importe völlig abgelöst wurden (Ministerium EMK, 1982). Die für die Rekonstruktion der Aufbereitung realisierten 3 Etappen



Abb. 170:
 Abriss der Seilbahnenstelle Römer
 1990
 Foto. M. Becker



Abb. 171:
 Abriss der Neuen Aufbereitung 1998, im Vordergrund die 7 t
 schwere Abrissbirne
 Foto: J. Kugler



Abb. 172:
 Computerbildschirm der Flotation mit der letzten
 Anzeige bei endgültiger Abschaltung
 Foto. J. Kugler

werden dargestellt, wobei jeweils technologische Notwendigkeit und Lösungswege beschrieben werden. Das gilt besonders für die letzte und umfangreichste 3. Etappe. Dabei wurden lange bekannte Verfahrensstufen nur erwähnt. Sonderlösungen, die für das sehr schwer aufbereitbare Erz gefunden wurden, werden dagegen z. T. detailliert beschrieben, selbst wenn es sich um Hilfsprozesse handelte.

Ebenso wird auf Lösungswege eingegangen, die nicht befriedigen konnten (z. B. Schlammproblem) und welche Änderungen man wohl bei langjährigem Betrieb hätte treffen müssen. Zu jeder Etappe werden die benötigten Investmittel benannt.

Im letzten Abschnitt werden die Probleme bei der Gewinnung von Nebenelementen (As, Bi, Mo, WO₃, Glimmer, Li) angesprochen und mögliche Produktionsmengen genannt.

Für die Aufbereitungsanlagen fand sich nach 1991 keine Verwendung mehr. Sie wurden abgerissen. Drei Bilder sollen das illustrieren (Abb. 170, 171, 172).

16 Vorratswirtschaft und Zinnproduktion, Lagerstättenpotenz und Zinnverluste

16.1 Bemusterung der Lagerstätte (Probenahme)

Eine systematische Probenahme erfolgte in früherer Zeit – vor 1960 – nicht. Nur gelegentlich wurde eine Punkt-Stück-Probenahme zur Festlegung der lokalen Zinngehalte in den Streckenneuauffahrungen getätigt und unübersichtlich dokumentiert.

Gleiches gilt für die Bruchmassenbemusterung. Unregelmäßige Beprobungen der Schuborte – zeitlich und mengenmäßig – ließen in früherer Zeit keine gehaltlichen Entwicklungstendenzen erkennen. Die sehr lückenhaft analysierten Daten entsprachen keineswegs den Anforderungen für eine Erzvorratsberechnung und für die Steuerung des Produktionsprozesses. Entsprechend dem Charakter der Lagerstätte (massiger Greisenerztyp) und den Besonderheiten des Altenberger Bergbaues (Vorhandensein von Bruchermassen) wurden seit 1960 spezifische, repräsentative Probenahmearten erprobt und eingeführt.

16.1.1 Probenahme in bergmännischen Auffahrungen

Für die Probenahme in bergmännischen Auffahrungen (horizontale Strecken) wurde von SCHLEGEL 1966 die sog. **Punkt-Netz-Methode** entwickelt, von der Staatlichen Zentralen Vorratskommission des Ministerrates der DDR

anerkannt und in die Praxis eingeführt (SCHLEGEL, 1966).

Danach wurde im 1 m-Abstand in gleicher Höhe an beiden Stößen und in der Firste je eine gewichtete Probe (ca. 250 g) entnommen und in 5 m-Intervallen (15 Einzelproben) zu einer Sammelprobe zusammengefasst.

Die Sammelproben wurden nach entsprechender Zerkleinerung und Viertelung auf ihren **Zinngehalt** analysiert. Die Darstellung der Ergebnisse erfolgte in Sohlenrissen im Maßstab 1 : 1 000 als sog. **Bemusterungsrisse**.

Ferner wurde der jeweilige Analysenwert in der geologischen Datenbank gespeichert. Dazu stellte der Mittelpunkt der 5 m-Beprobungsstrecke mit seinen Koordinaten (Hoch-, Rechtswert, Lage über NN) den Festpunkt für das Analyseergebnis dar.

Für die Bereiche der 4. und 5. Sohle komplett (größte Lagerstättenfläche) sowie von tieferen und höheren Sohlen stichprobenhaft wurden aus den Streckenproben insgesamt 391 Sammelproben für **Begleitelementbestimmungen** zusammengewogen. Dabei stellt jeweils ein 20 m-Quadderraster eine Sammelprobe dar. Die Proben wurden im Rahmen eines Forschungsberichtes durch die Sektion Geowissenschaften der Ernst-Moritz-Arndt Universität Greifswald in den Jahren 1983/84 spektralanalytisch auf W, Bi, Be, Mo, Cu, Nb, Li und Rb untersucht. Der Mittelpunkt des Quaders wurde als Festpunkt der Analyseergebnisse für die Elemente gespeichert.

16.1.2 Bemusterung mittels Bohrungen

Eine weitere Bemusterungsmöglichkeit mittels vorwiegend Horizontalbohrungen (ca. 80 Kleinkernbohrungen von 1960 bis 1989) wurde zur randlichen Abgrenzung des Erzkörpers auf den einzelnen Sohlen und zur Erkundung der Metallgehalte in den Gebieten geringer Auffahrungsdichte genutzt. Die durchschnittlichen Bohrteufen lagen bei 75 m horizontal bei einem Kerndurchmesser von 56 bis 35 mm und maximalen Kernlängen von 1 m. Die Bohrkern wurden petrographisch bearbeitet und die Ergebnisse in einem Schichtenverzeichnis zusammengefasst. Jeweils 5 laufende Bohrmeter wurden zu einer Sammelprobe vereinigt und analysiert.

Die Darstellung der Analyseergebnisse erfolgte in den Bemusterungsrissen im Maßstab 1 : 1 000 der einzelnen Sohlen gemeinsam mit den Streckenbemusterungen.

Weiterhin wurden im Zeitraum ab 1965 20 OT-Bohrungen (zumeist Schrägbohrungen: HELBIG & SIPPPEL, 1970; Randerkundung Altenberg: THOMAE, 1981; Pingenrandschrägbohrungen) und 4 UT-Bohrungen (Seigerbohrungen: HELBIG & SIPPPEL, 1970; 5. und 7. Sohle) zur Lagerstättenrand-

und Teufenerkundung niedergebracht. Neben der petrographisch-tektonischen Dokumentation erfolgte die Zinngehaltsbestimmung alle 5 laufende Bohrmeter an einer Splitterprobe mittels Spektralanalyse. Proben mit Gehalten über 1000 ppm Sn wurden nasschemisch untersucht. Die Probenmittelpunkte wurden mit Koordinaten versehen und samt Sn-Wert mittels EDV gespeichert.

16.1.3 Bemusterung der Brucherze

Die Bemusterung der Brucherzmassen war seit alters her umstritten und in ihrer Repräsentativität aufgrund des geringen Proben/Werteumfangs eingeschränkt. Seit etwa 1960 wurden von den zahlreichen Schuborten (ca. 120 Stück zwischen 1950–1982 angelegt) und in der Folgezeit seit 1974 von den Ladeorten auf der 6. Sohle (ca. 130 Stück von 1974–1990) systematisch Proben genommen.

Zahlreiche Reihen variiertes Probenahmesysteme führten über statistische Untersuchungen unter Beachtung einer vertretbaren Repräsentanz der Werte in Verbindung mit verträglichen Probenahmemengen und Zeiten zu folgendem Probenahmeprinzip.

Schubortära (bis 1982): eine Greifprobe (ca. 0,5 kg) aus jedem letzten Hunt jedes Erzzuges von der jeweils bedienten Schubortrolle. Die Greifproben aus 44 Zügen wurden zu einer Sammelprobe zu ca. 20-25 kg zusammengestellt und auf Zinn analysiert. Sie entsprach einer abgezogenen Pingenerzmenge von ca. 440 t. Probenmengen aus jeweils 10 Sammelproben wurden wiederum vereinigt zu Sammelproben, die auf Begleitelemente, wie W, Bi, Fe, As und F analysiert wurden, wobei jede Begleitelementanalyse etwa 4 400 t Erz repräsentiert.

Ladeortära (ab 1974): Von jedem 10. Bunkerfahrlader wurde eine Greifprobe (ca. 0,5 kg) vom Bunkerfahrladefahrer genommen. Die Anzahl der Einzelproben pro Ladeort und je Tag – unter gleichzeitiger Erfassung der Tages-tonnage/Ladeort – wurden zu einer Sammelprobe vereinigt, die auf Zinn analysiert wurde (RFA-Schnellanalyse). Von jeweils 10 Sammelproben wurde wiederum eine Sammelprobe für Begleitelementbestimmungen zusammengewogen. Die Analysenwerte mit Ladeortnummer, Tonnage und Datum/Zeitraum wurden erfasst und gespeichert.

Aus der Vielzahl der Gehaltswerte pro Schubort-Ladeort mit zuordenbaren Erzmengen und entsprechenden Zeitebenen konnten gehaltliche Kenngrößen/Entwicklungen der Schub- und Ladeorte (**Ladeortstatistik/Regressionsanalysen**) statistisch ermittelt werden, die einerseits für die Berechnung der Zinnmenge in den Bruchmassen und andererseits für Planungs- und Produktionssteuerungsprozesse weiter verwendet wurden.

Neben der portionsweisen Probenahme der Brucherze wur-

den an allen einzelnen Entnahmeorten (Schub-/Ladeort) mehrmals monatlich visuelle Bemusterungen der Brucherze vorgenommen. Graduierte Kennzeichnungen der Erztypen, Gesteine, Korngrößen, Stückigkeit, Feuchtigkeit, Tonmineralanteile und weitere Fakten fanden in einer **geologischen Datenbank** Eingang und waren teilweise in ausgewerteter Form abrufbereit.

16.2 Probenuntersuchung und Analysenkontrolle

Alle kontinuierlich (Schubort-, Ladeort-, Strecken-, Bohrkernproben) und zufällig (Haufwert-, Greif-, Einzel-, Sonderproben) anfallenden Proben wurden seit 1980 in einem untertägig eingerichteten Probenvorbereitungsraum (Bereich Block 37, 6. Sohle) gesammelt und normgerecht analysenfein (<63 µm) vorbereitet.

Die **Zinnanalytik** erfolgte bis etwa 1980 mittels klassischer Methoden. Die **Jodometrie** wurde etwa 1960 von der **Polarographie** mit höherer Genauigkeit und niedrigeren Nachweisgrenzen (0,03 % Sn) abgelöst. Uneffektiv waren jedoch die relativ langen Analysenumlaufzeiten (einige Tage), so dass eine Produktionssteuerung nach dem Zinngehalt nicht möglich war.

Seit 1970 erfolgte eine wesentliche Steigerung der Roherzförderung, die an Bergleute, Technologen und Geologen Aufgaben völlig neuer Dimension stellte, wobei die verlustarme Abbauführung und Aufbereitung im Mittelpunkt des Interesses stand.

Präzise Kenntnisse, besonders über den Zinngehalt als Hauptwertstoff, waren unter diesen Gesichtspunkten unentbehrlich. Noch schneller als die Produktion entwickelte sich daher der Bedarf an Analysen, wobei deren Ergebnisse schneller als früher gefordert wurden, um steuernd in den Abbau- und Aufbereitungsprozess eingreifen zu können. Diese Bedingungen erzwangen die Einführung neuer Analyseverfahren mit höherer Effektivität. Zunächst wurden seit 1979 mehrere Generationen **radiometrischer Zinnanalysengeräte** für Pulverproben zur Bestimmung von Zinn getestet (Tabelle 40) (LOOS & THOMAE, 1983). Zusatzgeräte sowie ein **Vielkanalanalysator** erlaubten seit 1985 Mehrelementanalysen an verschiedensten Probensortimenten effektiv durchzuführen. Ebenfalls kamen Zinnschnellbestimmungsgeräte im Anstehenden untertage probeweise zum Einsatz.

Mit dem **Einsatz eines röntgen-radiometrischen Zinnanalysengerätes VRA 30** (Analysen-Automat auf der Basis Röntgenfluoreszenzanalyse – RFA; gefertigt vom Betrieb Präzisionsmechanik Freiberg) verfügte der Betrieb Zinnerz Altenberg seit 1987 über eine sehr moderne leistungsfähige Analytik, die allen Ansprüchen (Genauigkeit, Probeneinsatzfähigkeit, Schnelligkeit) aus Geologie, Bergbau und Aufbereitung gerecht wurde.

Tab. 40: Eingesetzte Analysenmethodik und Analysetechnik im Betrieb Zinnerz Altenberg

Art	Anwendung/ Einführung seit	Elementbestimmung	Messbereich %	rel. Fehler %	Bemerkungen
1. Klassische Methodik					
Jodometrie Sn	bis 1960				
Polarographie Sn	1960-1980			19,3	Gehaltsbereich 0,05-0,25 % Sn
				12,5	Gehaltsbereich 0,26-1,0 % Sn
2. Radiometrische Zinnanalysengeräte für Pulverproben					
Einkanalanalysator ITRA 111	Typ 1979	Sn	0,1-1,0	ca. 10	Störung durch Matrixeffekte
Zweikanalanalysator ITRA 113	Typ 1980	Sn	0,1-5,5 Erz 5-10 Armkon- zentrat	ca. 10 ca. 1,5	Abschwächung der Matrixef- fekte, Messzeit 6-9 Min./Probe
Dreikanalanalysator PAZ-P (Physikalischer Ana- lysatoren Zinn-Pulver)	Typ 1982	Sn	0,1-2 Erz 5-10 Armkon- zentrat	<10 ca. 1,5	Matrixeffekte eliminiert, Messzeit 2-4 Min./Probe
mit peripheren Geräten - Automatischer Probenwechsel (Linearförderer mit Magazin für 35 Proben) - Analysenrechner: Impulsraten → Ausdruck Zinngehalt					
Dreikanalanalysator PAZ-U (untertage am Stoß/Gestein, Erz) probeweiser Einsatz	Typ 1986	Sn			
Vielkanalanalysator 256/80	VK 1985	Sn, Fe, Mn, As, U, Th, Cs, Rb, Ta, Hf	alle Bereiche, Graduierung mittels INAA- Ref-Proben	<5	Erfassung störender Begleit- elemente, Messzeit 4 Min. alle Elemente
3. Röntgenradiometrische Zinnanalysengeräte					
Vielkanal-Röntgenanalysator VRA 30 (Analysenautomat)	1987	qualitative u. quantitative Elementbestimmung in allen Messbereiche für alle Probenarten (Pulver) Aufbau: - Anregungseinheit (Röntgengenerator) - Spektrometereinheit - Nachweiselektronik - Gerätebedienung und Datenverarbeitung - Probenmagazin: 94 Mess- und Referenzproben Ergebnisse - Schnelligkeit - Zuverlässigkeit - Reproduzierbarkeit - geringen Arbeitsaufwand			

Entsprechend der „Richtlinie der Zentralen Vorratskommission über die **innere und äußere Kontrolle chemischer Analysen**“ vom 29.02.1964 wurden zum Nachweis der Zuverlässigkeit und Reproduzierbarkeit der zur Vorratsberechnung verwendeten Analyseergebnisse Kontrollanalysen für die innere und äußere Kontrolle zur Bestimmung zufälliger und systematischer Fehler durchgeführt.

Die Erstbestimmungen erfolgten ausschließlich im Labor des Betriebes Zinnerz Altenberg. Die Auswertung der **inneren Analysenkontrolle** erfolgte an Hand der 1959 von der Staatlichen Geologischen Kommission herausgegebenen Tabelle der Höchstwerte für den durchschnittlichen zufälligen Analysenfehler für einzelne Gehaltsbereiche.

Hiernach waren in den vorgegebenen Gehaltsbereichen folgende maximale relative zufällige Fehler 1. Analyse zu 2. Analyse zulässig und es wurden folgende Fehler im Zeitraum bis 1980 bestimmt:

Gehaltsbereich	Mittlerer rel. zufälliger Fehler %	
	maximal zulässig	bestimmt
-0,04 % Sn	keine Vorgabe	100
0,05-0,25 % Sn	15-30	19,3
0,26-1,00 % Sn	7-15	12,5

Die Zinnanalytik wurde durch Eigenkontrolle im betriebs-eigenen Labor als hinreichend genau testiert.

Mit der **äußeren Analysenkontrolle** war die Richtigkeit der Erstbestimmung durch Vorzeichentest nach KALLISTOV (1966) zu bestätigen. Analysenkontrollen durch die Laboratorien Hütte Freiberg im Bergbau- und Hüttenkombinat Freiberg und Zentrallabor Grüna der SDAG Wismut brachten etwa gleichmäßig positiv und negativ verteilte Gehaltsabweichungen in den einzelnen Gehaltsklassen, so dass systematische Fehler in den von Altenberg vorgelegten Analysen nicht vorlagen.

Mit der Einführung der radiometrischen und röntgenradiometrischen Analytik wurden eine Vielzahl von Test- und Kontrollserien durchgeführt, die eine sehr hohe Analysenrepräsentanz nachwiesen. Der relative Fehler konnte gegenüber früheren klassischen Analysenmethoden wesentlich gesenkt werden (<5 %). Das ständige Verwenden von testierten Referenzproben und die Inanspruchnahme qualifizierter Kontrolllaboratorien (Zentrallabor Zentrales Geologisches Institut Berlin, Kernforschungsinstitut Rossendorf) garantierten seit 1980 die hohen Anforderungen in der Analysengenauigkeit.

16.3 Lagerstättenkonditionen

In der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts war Altenberg die bedeutendste zinnproduzierende Lagerstätte im Erzgebirge. In den 70er Jahren wurden zentrale Entscheidungen getroffen, die Produktion von Zinn aus einheimischen Rohstoffen bis zur Höhe des Bedarfs der Volkswirtschaft der DDR und darüber hinaus zu decken.

Die Lagerstättenvorräte des Betriebes Altenberg erlaubten gegenüber früheren Produktionszeiträumen eine wesentliche Erhöhung der Produktionskapazität. Ausgehend von dieser Tatsache wurde für den Betrieb eine umfassende Rekonstruktion und Erweiterung konzipiert, in dessen Ergebnis im Jahre 1985 eine Durchsatzkapazität von 1 Mio t Roherz pro Jahr erreicht werden sollte; dieses Ziel und darüber hinaus wurde ab 1986 auch erreicht.

Neben der Erweiterung der Aufbereitung zur Absicherung des Roherzdurchsatzes und des Ausbringens von 70 % stellte das Kernstück der Rekonstruktion des Grubenbetriebes die Umstellung des Abbaufahrens vom Schubortbetrieb auf eine spezielle Variante des Teilsohlenbruchbaues dar, wobei es erstmalig möglich wurde, die vorhandenen Bruch- und Festerzvorräte gemeinsam systematisch und verlustarm abzubauen.

Zur Absicherung der sehr umfangreichen materiellen und finanziellen Umfänge wurde von zentraler Ebene die Auflage erteilt, Lagerstättenkonditionen und eine neue Erzvorratsberechnung auszuarbeiten und staatlich bestätigen zu lassen.

Mit der Vorgabe des sog. **volkswirtschaftlich vertretbaren Aufwandes (vvA) für Zinn** in Höhe von

54.000 M (Industrieabgabepreis – IAP) + 15 %; entspricht einem maximalen vertretbaren Aufwand von 62 100 M/t Reinzinn

durch den Minister für Geologie (19.04.1979) und den Minister für Erzbergbau, Metallurgie und Kali (17.05.1979) war die Grundlage gegeben für die Ausarbeitung der Lagerstättenkonditionen und nachfolgend für die Abgrenzung und Ermittlung der Zinnerzvorräte (Autorenkollektiv, 1980).

Der Betriebspreis für Reinzinn betrug 1979 58.100 M. Er setzte sich aus dem Industrieabgabepreis von 54.000 M und einer staatlichen Stützung von 4.100 M auf der Verhüttungsseite zusammen. Mit diesem Betriebspreis konnte der aufgrund der eingesetzten Grundfonds in der Erzeugnislinie Zinn im VEB Bergbau- und Hüttenkombinat Freiberg zu realisierende Gewinn von 16 650 M gebracht werden.

Grundlage für die Ermittlung der ökonomischen Parameter und der Konditionen bildete neben dem vvA die 1978 erarbeitete und am 19.12.1978 vom Minister für Erzbergbau, Metallurgie und Kali bestätigte Gesamtökonomie Zinn.

Der vorgegebene vvA setzte sich aus den maximal zulässigen Selbstkosten für Bergbau (S_b), Aufbereitung (S_a) und Verhüttung (S_h) sowie dem zu realisierenden Gewinn (G) zusammen.

$$vvA = S_b + S_a + S_h + G$$

Die maximal zulässigen Selbstkosten für den Bergbau (S_b) und Aufbereitung (S_a) waren damit wie folgt angesagt:

$$S_b + S_a = 58\ 100 - 6\ 800 - 16\ 650$$

$$S_b + S_a = 34\ 650 \text{ M/t Reinzinn}$$

(Verhüttungskosten betragen 6 800 M/t Reinzinn, Gewinn pro 1 t Reinzinn 16 650 M entsprechend staatlichen Kalkulationsrichtlinien).

Da im BHK Freiberg neben Altenberger Erzen (Greisenertyp) auch Ehrenfriedersdorfer Erze (Gangerztyp) für die Zinnengewinnung genutzt wurden, traten unterschiedliche Kosten für Bergbau und Aufbereitung der beiden Gruben auf. Daraus ergab sich zwangsläufig im Sinne der umfassenden Nutzung der einheimischen Rohstoffe, dass eine differenzierte Vorgabe der maximal zulässigen Selbstkosten für Bergbau und Aufbereitung für die beiden Grubenbetriebe vorgenommen werden musste, da sonst der industrielle Minimalgehalt für den Betrieb Ehrenfriedersdorf zu hoch ausgefallen wäre. Das Ergebnis wären für Ehrenfriedersdorf nur Außerbilanzvorräte gewesen und für den Be-

trieb Altenberg ein zu geringer Minimalgehalt – ohne dass dadurch ein nennenswerter Vorratszuwachs erzielt worden wäre, da der Gehaltsabfall am Rand der Lagerstätte sehr schroff ist.

Unter Beachtung dieser Problematik sowie auf der Grundlage der zu erwartenden Selbstkostenentwicklung der Bergbaubetriebe und der zu erbringenden ökonomischen Effekte der Erzeugnislinie Zinn wurden die maximal zulässigen Selbstkosten pro t Reinzinn für

den Betrieb Altenberg mit 30 000 M/t Reinzinn und
den Betrieb Ehrenfriedersdorf mit 49 708 M/t Reinzinn

ermittelt.

Entsprechend den Zielen der Erzeugnislinie Zinn waren Produktionsziele für Altenberg 1956 t Reinzinn (= 2122 t Sn i. Konz.) und für Ehrenfriedersdorf 604 t Reinzinn (= 654 t Sn i. Konz.) – Hüttenausbringen 92,3 %. Unter Maßgabe der zulässigen Selbstkosten der Bergbaubetriebe wäre eine Gesamtproduktion von 2560 t Reinzinn mit 34 650 M/t Reinzinn realisierbar gewesen.

16.3.1 Konditionsparameter „industrieller Minimalgehalt“

Zur Ermittlung des wesentlichsten Konditionsparameters „industrieller Minimalgehalt“ bei maximal zulässigen Selbstkosten für Bergbau und Aufbereitung Altenberg in Höhe von 30.000 M mussten zunächst folgende Kennwerte bestimmt werden:

- Zinninhalt im Konzentrat
Vorgesehen war ab 1985/86 in Altenberg eine Produktion von 625 t Sn im Reichkonzentrat (Konz.-Geh. 42 % Sn) und 1507 t Sn im Armkonzentrat (Konz.-Geh. 7 % Sn), das entspricht einem mittleren Zinninhalt im Konzentrat von $g_k = 92,3 \text{ kg/t}$.
- Kostenlimit für 1 t Roherz in Gewinnung und Aufbereitung
Für die Produktion von 2122 t Sn i. Konz. bei einer Förderung von 1 Mio t Roherz wurden jährlich Betriebskosten in Höhe von 50,3 Mio M ermittelt, damit ergaben sich spezifische Kosten für 1 t RE Gewinnung und Aufbereitung
 $S_e + S_a = 50,30 \text{ M/t Roherz}$
- Aufbereitungsausbringen (Ziel) 70 % = 0,7 (a_a)
- Spezifische Kosten für 1 t Konzentrat wurden ermittelt $S_k = 2553,00 \text{ M}$
(Alle Werte sind detailliert im Konditionsantrag von 10/79 für die Lagerstätte begründet).

Der Konditionsparameter „industrieller Minimalgehalt“

(g_i) konnte entsprechend der Formel

$$g_i = \frac{g_k \cdot (S_e + S_a)}{a_a \cdot S_k}$$

$$g_i = \frac{92,3 \cdot 50,30}{0,7 \cdot 2553}$$

mit $g_i = 2,60 \text{ kg Sn/t RE}$ bestimmt werden.

16.3.2 Konditionsparameter „geologischer Schwellengehalt“

Der geologische Schwellengehalt legt für die gesamte Lagerstätte die untere Gehaltsgrenze fest, bis zu der es möglich ist, ärmere mit reicheren Erzen zu verschneiden, um den industriellen Minimalgehalt zu garantieren und eine optimale Nutzung der Lagerstätte zu gewährleisten (Abgrenzungsfunktion).

Die Ermittlung des geologischen Schwellengehaltes erfolgte nach den nachfolgend genannten Methoden, wobei letztlich eine Abgleichung der Einzelergebnisse im Sinne der Brauchbarkeit und Realisierbarkeit für das Wechselverhältnis Lagerstätte – Nutzung notwendig wurde:

- Ermittlung aus dem Sn-gehaltmäßigen Aufbau der Lagerstätte in ihre Randbereiche (Erzabgrenzung).
- Sohlenbezogene statistische Bearbeitung der natürlichen Zinngehaltsverteilung in der Lagerstätte
- Ermittlung des Zinngehaltes aus den Aufbereitungsabgängen

Für die Fixierung des geologischen Schwellengehaltes ergaben sich nach umfangreichen Ermittlungen folgende Faktoren:

- relativ abrupt einsetzende Armerzone am Rand des kompakten Erzkörpers mit einem durchschnittlichen Gehalt von 0,08 % Sn;
- unterste Verschnittgrenze aus der sohlenbezogenen statistischen Gehaltsverteilung bei 0,07 % Sn;
- Ausbringen von 70 % und daraus resultierende Endbergehalte zwischen 0,10 – 0,08 % Sn;
- Flotationsbergehalte von 0,086 – 0,087 % Sn in den Jahren 1977/78.

Da es sich jedoch bei der bergmännischen Gewinnung in Altenberg technologisch nicht vermeiden lässt, dass ärmere Partien im Randbereich mit hereingewonnen werden oder nachbrechen, wurde unter Berücksichtigung des industriellen Minimalgehaltes vorgeschlagen, den **geologischen Schwellengehalt bei 0,10 % Sn** festzulegen.

Da unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten in der Gesamttechnologie das Ausbringen von Zinn aus den ärmsten Erzen langfristig keine wesentlichen Reserven mehr erkennbar waren, konnten Erze mit Gehalten $<0,10\%$ Sn auch nicht als Außerbilanzvorräte behandelt werden.

16.3.3 Konditionsparameter „Mindestmenge an Bilanzvorräten“

Bei einer mittleren Abschreibungsrate von $3,4\%$ pro Jahr errechnete sich eine Lebensdauer von 29,4 Jahren. Bei einem Roherzdurchsatz von $1\,000\text{ kt/a}$ und bei den aufgrund der Abbautechnologie später eintretenden Vorratsverlusten von 20% ergab sich eine **Mindestvorratsmenge an Bilanzvorräten** von

$$M_b = (1\,000\,000 + 200\,000) \cdot 29,4$$

$$M_b = 35\,280\,000\text{ t.}$$

16.4 Vorratsberechnung und Vorratsstand

16.4.1 Methodik der Vorratsberechnung

Abgesehen von mehreren Vorratsschätzungen und Berechnungen (SCHENDERLEIN 1944, HEDRICH 1951, 1954, bis SCHLEGEL 1968, 1975) konnte 1980/81 auf der Basis umfangreicher Bemusterungsdaten und staatlich bestätigten Konditionsparametern eine Vorratsberechnung (Stichtag 01.01.1981) erstellt (Autorenkollektiv 1981) und 09/1981 bestätigt werden (Ministerium für Geologie der DDR, Abteilung Lagerstättenvorräte). Sie bildete die Grundlage für umfangreiche Rekonstruktions- und Investitionsvorhaben im Betrieb Altenberg und damit für die Erhöhung der Zinnproduktion aus einheimischen Rohstoffen.

Die **Berechnungsmethode** musste auf die besondere Situation (Form des Erzkörpers: Brucherze, Festerze; Absätzigkeit der Sn-Verteilung und unterschiedlicher Aufschlussgrad) zugeschnitten werden.

Bedingt durch den Aufbau der Lagerstätte war es möglich, geologische Blöcke nach der Methode von **horizontalen und vertikalen Schnitten** zu ermitteln.

Die vertikalen Schnitte wurden rasterförmig im Abstand von 24 m in NO-SW-Richtung (Abbaublöcke) und NW-SO-Richtung gelegt. Die horizontalen Schnitte ergaben sich aus den Sohlenabständen. Den sich damit abzeichnenden Quadern ließen sich rechnerisch Erzmengen und mittlere Gehalte zuordnen. Gehaltsverteilungen und Untersuchungsgrad konnten somit deutlich gemacht werden.

Die dazu notwendigen umfangreichen Rechenarbeiten wurden mit Hilfe der EDV durchgeführt. Die Daten und Zwischenwerte wurden für die Abbauführung auch unmittel-

bar verwendet (Zinngehalts-Verteilungskarten).

Die **Einstufung der Vorräte nach Vorratsklassen** wurde an Hand der Erzverteilungskarten vorgenommen. Die in den einzelnen Lagerstätteelementarzellen dokumentierte Analysenzahl informiert über den erreichten Untersuchungs- bzw. Erkundungsgrad und wurde zur Abgrenzung der Vorratsklassen verwendet:

Elementarzelle	<4 Analysen	= C_2 -Vorrat
Elementarzelle	$5-15$ Analysen	= C_1 -Vorrat
Elementarzelle	>15 Analysen	= B-Vorrat

Als C_2 -Vorräte wurden auch solche Zellen gezählt, die aus Extrapolation oder durch Mittelung aus umliegenden Zellen entstanden sind.

Die Bruchmassen wurden generell als C_2 -Vorräte eingestuft. Die dort zahlreich vorhandenen Analysen (Schubort-, Ladeortstatistik) geben eine Aussage zum Wert und den Tendenzen der zu erwartenden Durchschnittsgehalte.

Für die **Berechnung und Abgrenzung der Festerz-Bilanzvorräte** standen über $7\,600$ chemische Analysen zur Verfügung. Zur Bearbeitung der großen Datenumfänge (alle geologischen Daten und Analysen nach Koordinaten und NN-Höhe) wurde ab 1972 die EDV des Organisations- und Rechenzentrums (ORZ) des BHK Freiberg eingesetzt. Mit Hilfe speziell erarbeiteter Programme war es möglich, für Quader beliebiger Größe, in jedem Bereich der Lagerstätte, den entsprechenden durchschnittlichen Sn-Gehalt zu ermitteln (gleiches galt auch für andere geologische Daten).

Unter Berücksichtigung verschiedener technologischer Probleme, die im Zusammenhang mit dem Teilsohlenbruchbau standen, wurde ein Rasterystem entwickelt, das sowohl die unterschiedlichen Sohlenabstände, als auch die Lage und Größe der Abbaublöcke, die Lage des Abzugsystems u. a. berücksichtigte. In der Regel haben die einzelnen Elementarzellen des Rasters eine Fläche von $24 \times 24\text{ m}$, begründet durch die Abbaublockbreite von 24 m (siehe dazu als Beispiel Abb. 80). Ausnahmen bestehen im Bereich der Abbaublöcke 1 und 21 mit $30 \times 24\text{ m}$ und im Bereich der Mittelstrecke = Abbaufeldgrenze mit $20 \times 24\text{ m}$. Erstere ist begründet durch den im Abbaublock 1 durchgeführten Versuchsabbau mit einer Breite von 30 m und letztere durch die Lage der Abzugstrichter beiderseits der Mittelstrecke. Aus den Elementarzellen wurden für die Berechnung Quader entwickelt, deren Höhen in Abhängigkeit von den Sohlenabständen unterschiedlich sind. Sie betragen im Bereich der

7. Sohle	NN-Höhe	$479-499\text{ m} = 20\text{ m}$
6. Sohle	NN-Höhe	$499-516\text{ m} = 17\text{ m}$
Teilsohle 1	NN-Höhe	$516-526\text{ m} = 10\text{ m}$
5. Sohle	NN-Höhe	$526-538\text{ m} = 12\text{ m}$
4. Sohle	NN-Höhe	$538-566\text{ m} = 28\text{ m}$

1. Sohle	NN-Höhe	566-598 m = 32 m
Teilsohle 17	NN-Höhe	598-636 m = 38 m.

In Randbereichen wurden entsprechend den geologischen Verhältnissen (Vorhandensein von Greisen) über berechneten Blöcken noch um eine halbe Blockhöhe extrapoliert und meist mit dem geologischen Schwellengehalt versehen, um eine Überbewertung zu vermeiden. Das spezifische Gewicht zur Ermittlung der Roherz mengen wurde im Festerz mit 2,8 t/m³ angesetzt (siehe Kap. 10.3).

Die **Mengenberechnung des Brucherzkörpers** bereitete rechentechnisch keine größeren Schwierigkeiten. Zur Berechnung der Brucherzmassen wurden 13 SW-NO-Profile und 13 NW-SO-Profile mit einem Abstand von jeweils 24 m gelegt. Die Profile wurden von der Markscheiderie angefertigt. Die Abgrenzung des Brucherzkörpers übertrage erfolgte jährlich durch eine genaue photogrammetrische Aufnahme. Untertage ist der Bruchkantenverlauf durch zahlreiche markscheiderische Aufnahmen nachgewiesen. Die Flächenermittlung der Brucherze auf den einzelnen Schnitten erfolgte durch Planimetrierung. Bei der Ermittlung des spezifischen Gewichts der Brucherze wurde auf Berechnungen von SCHLEGEL (1967) zurückgegriffen, das spezifische Gewicht beträgt für Brucherze 2,514 t/m³.

Außerbilanzvorräte wurden von den Bilanzvorräten im Wesentlichen aus technologischen Gründen im Bereich der 6. Sohle (Erhaltung Erzabzugssystem) und im Niveau der 7. Sohle (lokale nach der weiteren Teufe auskeilende Greisenerzschläuche) ausgegliedert.

Prognostische Greisenerzvorräte sind in den äußeren Randbereichen der Bilanzvorräte zu den teilweise vererzten Bereichen der Pingenrandbohrungen angesiedelt. Der vererzte randliche Massenanteil wurde über einen Vererzungs-

faktor mit 42,7 % ermittelt. Der durchschnittliche Sn-Gehalt für diesen Masseanteil ließ sich durch Vergleichsrechnungen mit 0,16 % Sn bestimmen.

Die Vorratsberechnung war schwerpunktmäßig auf den Metallinhalt Zinn der Lagerstätte orientiert. Um einen Überblick über weitere Begleitelemente in der Lagerstätte zu erhalten, wurden 340 Sammelproben aus den archivierten Streckenproben zusammengezogen. Es entstand so ein homogenes Raster über die Lagerstätte und mittels Spektralanalyse wurden an der Universität Greifswald folgende Elemente untersucht:

Be, Bi, Cu, Li, Mo, Nb, Rb, W.

Im Betrieb Geologische Forschung und Erkundung Freiberg wurde Arsen spektralanalytisch untersucht. Die Berechnung der einzelnen Metallinhalte erfolgte analog der Einstufung der Fest- und Brucherze.

16.4.2 Ergebnis der Vorratsberechnung vom 01.01.1981

Die Vorratsberechnung von 1981 basierte gegenüber früheren Berechnungen auf

- einem bedeutend höheren methodischen Niveau
- einer sehr umfangreichen Datenfülle und
- effektiveren Berechnungsmöglichkeiten (EDV).

In Verbindung mit den Lagerstättenkonditionen kann die staatlich bestätigte Bilanz der Vorratsberechnung (09/1981) als eine sehr exakte Bewertung der Lagerstätte betrachtet werden.

Tab. 41: Ergebnis Vorratsberechnung Stand 01.01.1981

Vorratsklasse	Roherzmenge		Sn-Gehalt kg/t	Sn-Inhalt	
	kt	%		t	%
Bilanzvorräte					
B-Vorräte Festerz	3188,2	8,9	3,823	12189	11,1
C ₁ -Vorräte Festerz	8948,4	25,1	3,383	30269	27,5
C ₂ -Vorräte Festerz	8676,4	24,3	2,274	19734	17,9
Summe Festerz	20813,0	58,3	2,950	62192	56,5
C ₂ -Vorräte Brucherz	14848,4	41,6	3,218	47786	43,5
Gesamtvorräte	35661,4	99,9	3,084	109978	100,0
Außerbilanzvorräte					
C ₁₊₂ -Vorräte Festerz	3788,5		1,793	6792	
Prognostische Vorräte					
δ ₁ -Vorräte in der Lagerstätte	9072,0		1,600	14515	

Tab. 42: Gehalte und Inhalte an Begleitelementen in der Lagerstätte (bezogen auf Bilanzvorräte)

Gehalt in ppm	As	Be	Bi	Cu	Li	Mo	Nb	Rb	W
Σ Festerz	1113	20	141	32	1181	125	67	1699	326
Brucherz	1071	22	159	33	1254	124	69	1691	358
Gesamt Lagerstätte	1092	21	150	32	1217	124	68	1695	342
= %	0,110	0,0021	0,015	0,0032	0,122	0,012	0,007	0,169	0,034
Metallinhalt in t									
Σ Festerz	23173	423	2938	659	24578	2596	1402	35368	6792
Brucherz	15902	334	2356	491	18615	1837	1019	25110	5321
Gesamt Lagerstätte	39075	757	5294	1150	43193	4433	2421	60478	12113

In Tabelle 41 ist das Ergebnis der Vorratsberechnung mit Stand 01.01.1981 zusammengestellt; Tabelle 42 informiert über Begleitelementgehalte und -inhalte.

16.4.3 Ergebnis der Vorratspräzisierung vom 01.01.1988 und Vorratsstand zum Zeitpunkt der Produktionseinstellung am 31.03.1991

Eine komplettierte und aktualisierte geologische Vorratsdatensammlung wurde 1987/88 in einer Datenbank GEO-VORRATSDATEI abgespeichert und auf Einzelvorratspositionen verrechnet.

Die seit der Vorratsberechnung Stand 01.01.1981 eingetretenen Veränderungen, wie

- Abgang Bilanzerte durch die Gewinnung 1981-1987,
- Präzisierung der Vorratspositionen durch Neuberechnung (Datenzuwachs von ca. 1 000 Bemusterungs-

Analysendaten)

- Überführung und Präzisierung von prognostischen Vorräten

wurden eingearbeitet und die gesamten Vorräte als ein Vorratspositionssystem gegliedert.

Insgesamt gingen in die GEO-VORRATSDATEI 170 Datensätze ein, d. h. die Lagerstätte wurde in diese Anzahl von Vorratssäulen/Ladeortgruppen (zu je 3-5 Ladeorten) entsprechend der Abbaublockfolge gegliedert. Durch weitere vertikale Gliederung der Vorratssäulen bilden 905 Vorratsblöcke die Grundlage der Vorratsdatei. Durch softwareseitige Bearbeitung war eine Bilanzierung (Saldierung) der Vorräte und Gruppenbildung nach verschiedenen Aspekten möglich.

Tabelle 43 gibt die Vorratsbilanz aller eingegangenen Vorratsblöcke wider:

Tab. 43: Vorratsbilanz Stand 01.01.1988

	Vorratsmenge		Sn-Gehalt	Sn-Inhalt	
	kt	%-Anteil	kg Sn/t	t	%-Anteil
Bilanzerze					
Festerz B-Vorrat	3773,1	10,1	3,520	13281	14,0
Festerz C ₁ -Vorrat	6657,9	17,8	2,896	19281	20,3
Festerz C ₂ -Vorrat	7983,5	21,3	2,586	20645	21,7
Summe Festerz	18414,5	49,2	2,889	53207	56,0
Brucherz C ₂ -Vorrat	11624,1	31,1	2,557	29723	31,3
Summe Bilanzerte	30038,6	80,3	2,761	82930	87,3
prognost. Erze	7369,4	19,7	1,634	12049	12,7
Gesamtressourcen	37408,0	100,0	2,539	94979	100,0

Die Solidität der Gesamtvorratsressourcen in der Zinnlagerstätte Altenberg wird charakterisiert durch den hohen Anteil Bilanzvorräte (80,3 %) mit einem überdurchschnittlichen Zinnanteil (87,3 %). Die Einbeziehung des geringen Mengenanteils prognostischer Erze (19,7 %) mit nur 12,7 % Zinnanteil wirkt auf die Gesamtvorratsbilanz nicht risi-

kobelastend.

Im Bilanzfesterzbereich verkörpern 3813 Analysenwerte 18,4 Mio. t Erz; d. h. 4830 t RE (Roherz) werden im Schnitt durch einen Analysenwert belegt. Diese Erzmenge lag etwa in der Größenordnung einer Tagesförderung. Die

qualitative Repräsentanz der Bilanzfesterzvorrate ist somit durch ausreichende Bemusterung gegeben.

Ausführliche Darlegungen und Begründungen zur Verfahrensweise der Schaffung und Bearbeitung des geologischen Datenmaterials sind in den Forschungsberichten zum Thema „Kompensation der rückläufigen Roherzgehalte im Betrieb Zinnerz Altenberg“ Teilaufgabe 1: „Berechnung per-

spektivischer Roherzgehalte“, Studie 1988 und Leistungsstufe V5 1989 einschließlich GEO-VORRATSDATEI (DIETZE, WEINHOLD, ROHRLACK 1988/89) dokumentiert.

Der **Vorratsstand** zum Zeitpunkt der Produktionseinstellung **am 31.03.1991** ergibt sich aus dem Abzug der Roherzförderung in den Jahren 1988-31.03.1991 von der Vorratsbilanz Stand 01.01.1988

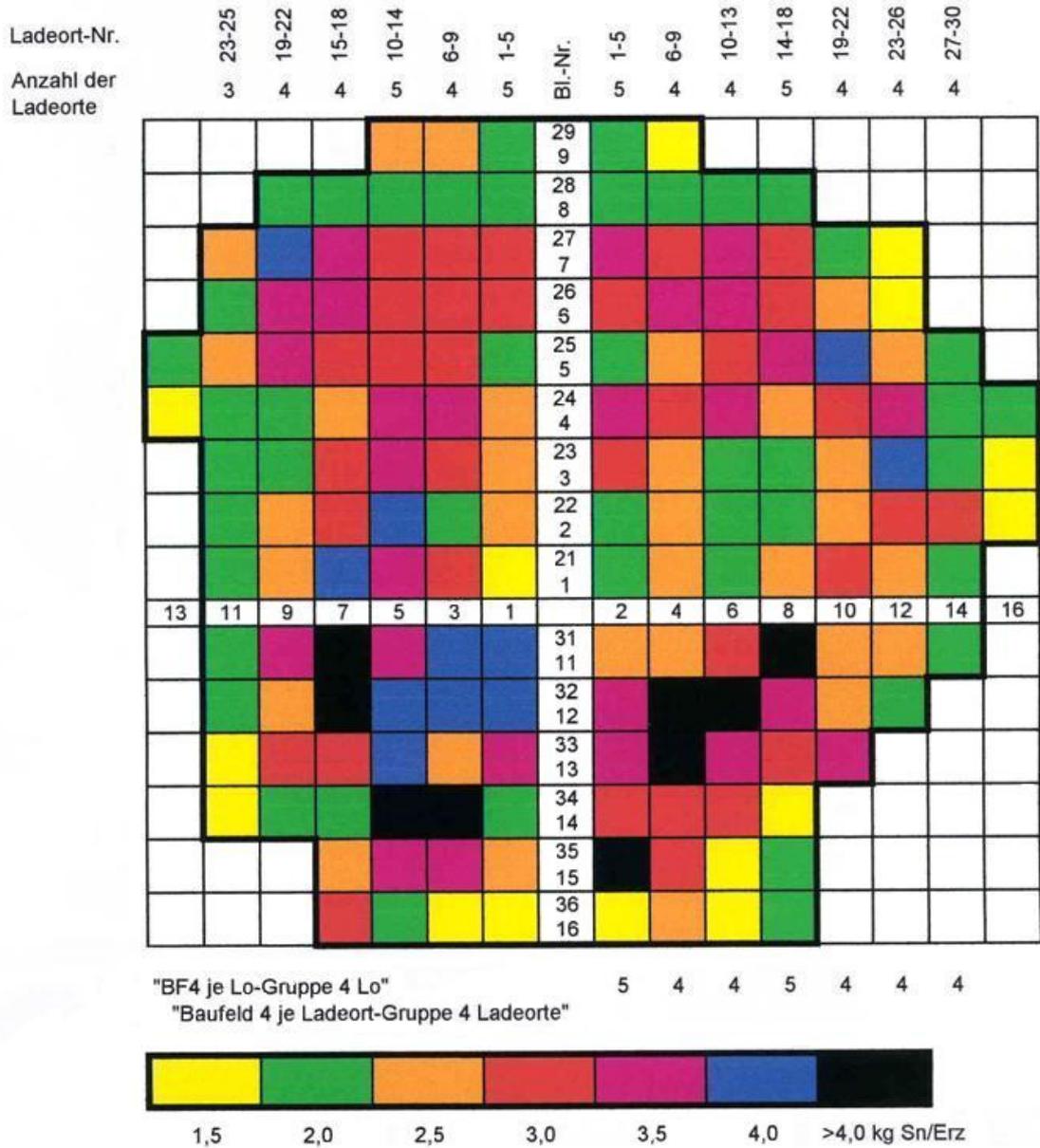


Abb. 173: Verteilung der Sn-Gehalte (kg Sn/t) in der Lagerstätte Altenberg pro Ladeortgruppensäule
 Ergänzende Erläuterungen
 Vorratssäulenraasterung basiert auf Ladeortssystem 6. Sohle (Beilage 4)
 Baufeld 1 (rechts oben) umfasst Ladestrecke 1-9; Baufeld 2 (rechts unten) umfasst Ladestrecke 11-16;
 Baufeld 3 (links oben) umfasst Ladestrecke 21-29; Baufeld 4 (links unten) umfasst Ladestrecke 31-36
 Unter jeder Vorratssäule (Quadrate) ist eine entsprechende Anzahl Ladeorte zugeordnet.

Vorratswirtschaft, Zinnproduktion

	Vorrats- menge kt	Sn-Gehalt kg Sn/t	Sn-Inhalt t
Bilanzarz Stand 01.01.1988	30038	2,761	82930
- RE-Förderung 1988-31.03.1991	2986	3,471	10366

Verbleibende, noch vorhandene Zinnerz-Vorräte nach dem 31.03.1991

Bilanzvorräte **27000** kt (gerundet)
mit einem **Zinngehalt** von **2,682** kg/t
und einem **Zinninhalt** von **72000** t (gerundet)

Weiterhin beinhalten die verbleibenden Erzvorräte folgen-

de Gehalte und Inhalte (jeweils gerundet) an Begleitelementen

	Metallgehalt kg/t	Metallinhalt t
As	1,10	30000
Li	1,22	33000
Rb	1,70	46000
Bi	0,15	4000
Mo	0,12	3000
W	0,34	9000

In den Abb. 173-175 wird in den 170 Vorratssäulen der Gesamtlagerstätte laut GEO-VORRATSDATEI (Stand 1/1988) die Verteilung der Zinngehalte, Erzmengen und Zinninhalte dokumentiert.

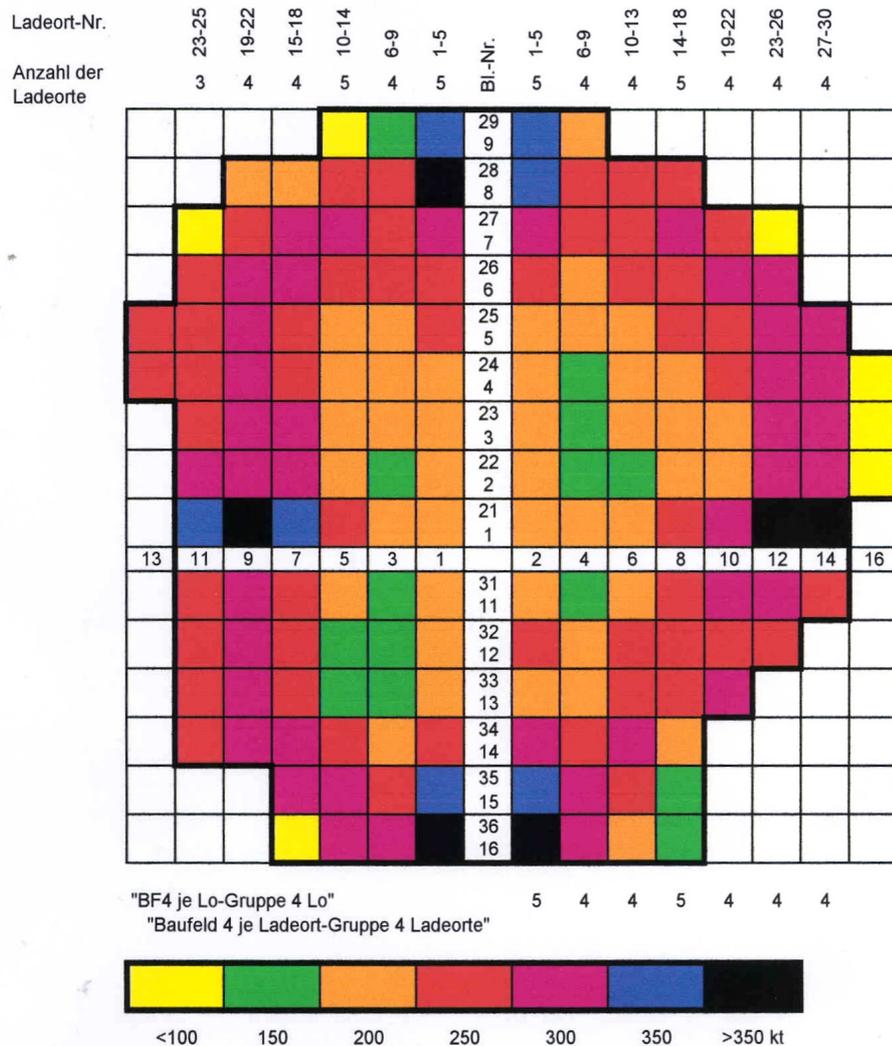


Abb. 174:
Verteilung der Erzmengen (kt) in der Lagerstätte Altenberg pro Ladeortgruppen-säule

Vorratswirtschaft, Zinnproduktion

Eine Veränderung bis zur Einstellung des Bergbaues 3/1991 ist durch den räumlich definierten Abzug von ca. drei Mio. t Erz mit etwa 10000 t Sn-Inhalt im Zeitraum 1988-3/1991 eingetreten.

Nach der intensiven, erfolgreichen und vom technischen Fortschritt getragenen Bergbaustufe von 1947–1991 in der größten Zinnerzlagertätte des Erzgebirges verbleibt somit ein bedeutendes Rohstoffpotential zurück. Politische und letztlich ökonomische Aspekte setzten der Zinnge-

winning aus einheimischen Lagerstätten ein Ende, da unter derzeitigen rohstoffpolitischen und marktwirtschaftlichen Bedingungen kein Gewinn zu realisieren ist.

Rohstofflagerstätten müssen jedoch, auch wenn sie zeitweilig kein konkretes wirtschaftliches Interesse genießen, unter gesellschaftlichem Schutz stehen, da sie einmalig und nicht erneuerbar sind.

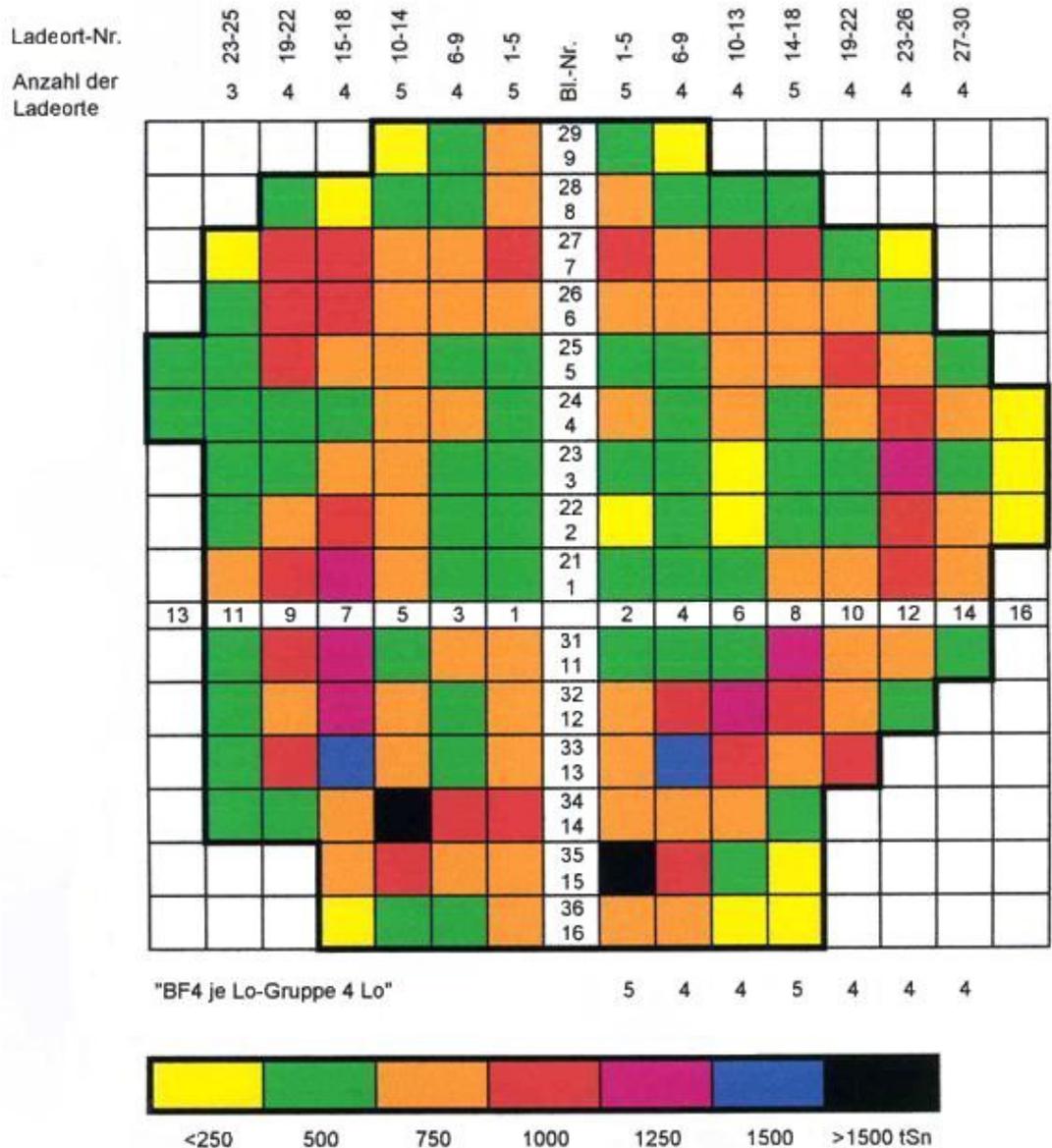


Abb. 175: Verteilung des Sn-Inhaltes (t Sn) in der Lagerstätte Altenberg pro Ladeort-gruppensäule

16.5 Roherzförderung und Zinnproduktion

16.5.1 Roherzförderung und Zinnkonzentrat-Gewinnung im Zeitraum 1947-1991

Tabelle 44 zeigt anschaulich die beachtliche Entwicklung der Zinnerzgrube Altenberg in einer über 40jährigen Entwicklung zu einem modernen, leistungsfähigen Bergbau- und Aufbereitungsbetrieb.

Nach Abschluss einer Teildemontage nach dem 2. Weltkrieg kam es Ende der 40iger Jahre zu einer bescheidenen Wiederaufnahme der Produktion zunächst mit mittelalterlichen Pochstempeln und Langstoßherden.

Nach Rekonstruktion des Römerschachtes und dem Wiederaufbau der Schwarzwasser- und Römeraufbereitung in der ersten Hälfte der 50er Jahre konnte die Erzförderung und Konzentratgewinnung auf das Produktionsniveau vor 1945 gehoben werden.

Durch grubenseitige Investitionen (Auffahrung Ringstrecken 5. und 7. Sohle und Anlage von neuen Schuborten) sowie leistungssteigernden Maßnahmen (Lademaschinen) in der 2. Hälfte der 50er Jahre und Anfang der 60er Jahre konnte die Roherzförderung und Zinnkonzentratgewinnung kontinuierlich auf über 500 t Sn im Konzentrat/Jahr gesteigert werden.

Durch die Havarie im Tunnel unter der Aufbereitungssandhalde im Tiefenbachtal im Jahr 1966 kam es in Folge zu einem Produktionsrückgang.

Entsprechend dem Erzvorratspotential der Lagerstätte war die Forderung nach einer wesentlichen Erhöhung der Produktion gerechtfertigt. Eine Voraussetzung dafür bildete die Ablösung des Schubortbetriebes durch Erprobung und Einführung eines neuen Abbauverfahrens zur gemeinsamen Gewinnung von Bruch- und Festerz (modifizierter Teilsohlenkammerbruchbau) seit Anfang der 70er Jahre. Die Inbetriebnahme des Schachtes 3 hatte eine wesentliche Erhöhung der Erzförderung im Arno-Lippmann-Schacht zur Folge. Breitbandförderbänder auf der 7. Sohle garantierten einen kontinuierlichen Erztransport aus dem Ladeortssystem der 6. Sohle. Mit der Inbetriebnahme der Neuen Aufbereitung konnte erstmalig im Jahr 1986 ein Jahres-Roherzdurchsatz von über 1 Million Tonnen realisiert werden. Im Jahre 1988 wurde die Produktionsspitze von 1051,6 kt Roherz-Durchsatz (trocken) und eine Produktion von 2180 t Sn i. Konz. erzielt. Die langfristige Zielstellung „1 Million Tonnen Jahresdurchsatz“ war durch das ehrgeizige Investitionsprogramm „Bergbau-Aufbereitung“, begleitet durch vielseitige anspruchsvolle Forschungsprojekte, Realität geworden.

Trotz Lagerstätten-Vorratsgröße und weltstandsmittelbestimmender Technik und Technologie auf dem Sektor Bergbau und Aufbereitung war unmittelbar nach der politischen und wirtschaftlichen Wende 1989/90 ein Produktionsfortgang unter der Prämisse „Zinnproduktion zu Weltmarktpreisen“ in Altenberg nicht möglich.

Tab. 44: Roherzdurchsatz (trocken), Zinnaufgabegehalt, Ausbringen und Zinnmetallinhalt im Konzentrat von 1947-1991

Jahr	RE-Durchsatz kt	Aufgabegeh. Sn %	Ausbringen %	Metallinh. i. Konz. Sn t
1947	4,2	0,50	((84,3))	18
1948	10,1	0,51	(62,7)	32
1949	18,8	0,64	(53,4)	64
1950	44,6	0,53	44,6	105
1951	69,3	0,50	42,2	146
1952	120,6	0,46	41,3	229
1953	168,1	0,41	43,0	297
1954	226,8	0,42	39,4	375
1955	224,4	0,44	41,4	409
1956	240,5	0,439	40,1	424
1957	243,8	0,409	43,0	428
1958	250,0	0,388	44,9	436
1959	267,0	0,367	47,1	461
1960	277,6	0,356	49,4	488
1961	282,8	0,343	49,3	478
1962	293,7	0,337	50,6	501
1963	342,3	0,374	42,8	548
1964	391,5	0,377	44,1	651
1965	400,1	0,376	43,7	658
1966	358,2	0,352	42,9	542
1967	342,7	0,386	40,0	529
1968	510,2	0,375	41,6	796
1969	507,7	0,355	41,6	749
1970	509,1	0,303	43,56	672
1971	505,7	0,297	50,16	753
1972	486,2	0,316	54,28	833
1973	487,6	0,323	54,94	866
1974	490,3	0,337	53,49	884
1975	505,7	0,314	57,07	906
1976	508,1	0,310	59,79	942
1977	514,4	0,310	63,11	1006
1978	580,9	0,318	61,80	1140
1979	702,8	0,319	57,70	1294
1980	715,0	0,324	59,80	1385
1981	734,7	0,317	64,58	1505
1982	741,2	0,319	65,0	1537
1983	786,3	0,332	64,9	1694
1984	885,6	0,314	64,2	1785
1985	928,8	0,331	64,4	1980
1986	1015,0	0,350	55,0	1952
1987	995,0	0,346	61,2	2107
1988	1051,6	0,342	60,2	2180
1989	1035,5	0,344	59,8	2130
1990	746,9	0,356	59,8	1591
1991	152,3	0,360	34,3	188

Produktionsperiode 1947-1991	
Roherzdurchsatz (trocken)	20 673 700 t
Sn-Inhalt im Roherz	70 962 t
Sn-Aufgabegehalt Ø	0,343 %
Ausbringen in Aufbereitung Ø	54,5 %
Zinn-Metallinhalt i. Konz.	38 694 t

Der Produktionszeitraum von 1947-1991 war mit einem Gesamtroherzdurchsatz von 20,6 Mio t und einer Produktion von 38 600 t Zinn i. Konz. die bedeutendste, auf ständig steigendem technischen Niveau basierende Produktionsperiode in der Zinnerzlagertstätte Altenberg.

16.5.2 Die Zinnproduktion in den Bergbauperioden von Altenberg – Versuch einer Gesamtbilanz

Der Versuch, die Zinnproduktion in der gesamten 545jährigen Bergbauära von Altenberg zu erfassen, ist äußerst schwierig. Die Angaben insbesondere über die spätmittelalterliche Bergbauepoche sind nicht ganz gesichert – von der Größenordnung sind die Produktionszahlen aufgrund der Gewinnungstätigkeit (Weitungsbaue) bevorzugt in Reicherzonen (Gehalte »1 % Sn) bis in über 200 m Teufe jedoch nachvollziehbar. Die in Bergbau und Aufbereitung Tätigen (Beschäftigten) sind dabei als Durchschnittszahl innerhalb einer Periode aufzufassen. Die Angaben zu den Zinnmengen und die grobe Näherung der Beschäftigtenzahl stammen von KROMAYER 1922, PREIDT 1935, aus Akten der Zwitterstock AG, aus Statistiken von Zinnerz Altenberg und dem Bergbau- und Hüttenkombinat Freiberg.

Die ermittelten Produktivitätsziffer „Zinnmenge pro Beschäftigtem und Jahr“ soll als eine Art Effektivitätsgröße betrachtet werden, nicht als reine Arbeitsproduktivitätskennziffer, da ja die erzeugte Zinnmenge nicht nur von dem Arbeitsaufwand, sondern auch von der Qualität der Lagerstätte (Metallgehalt) bestimmt wird.

Im Folgenden sind die Bergbauperioden und die damit verbundenen Effekte der Zinnengewinnung in Altenberg aufgeführt:

	Zinngewinnung t	Beschäftigte Ø t/a	Produktivität Sn (t) pro Beschäftigtem und Jahr
1. Spätmittelalterliche Bergbauperiode (Aufbruchstimmung! Reicherzgewinnung)			
1446-1546	19100	191	0,06
1545 1. Pingenbruch			
2. Hauptbergbauperiode (intensive Weitungsbaue nach der Teufe in Reicherzonen)			
1547-1620	25900	355	0,20
1620 Pingenhauptbruch			

3. Periode der Stagnation durch Folgen des großen Pingenbruches und des 30jährigen Krieges (Gewinnung in randlichen Gruben und im Tagebau)				
1621-1637	1290	80	?	
1638-1662	fast gänzliche Einstellung der Zwitterförderung infolge Bruch und technischer Probleme (Verbruch Tiefer Erbstolln 1648, 80 m Wasser über Erbstollen, 30jähriger Krieg)			
4. Periode der Konsolidierung der Bergbautätigkeit durch Gründung der „Gewerkschaft des Zwitterstocks zu Altenberg“, technische Verbesserungen in Bergbau und Aufbereitung				
1663-1800	9390	68	340	0,20
1801-1886	8062	94	360	0,26
(1806-1812 Altenberger Zinn steigt im Kurs durch Kontinental-sperre)				
5. Periode der Stagnation und kurzzeitigen Belebungen (Wechselnde Zinnpreise, Weltwirtschaftskrise, Weltkriege, technische Verbesserungen)				
1887-1907	825	41	70	0,58
1908-1937	868	30	140	0,21
1938-1945	2320	331	350	0,95
6. Periode mit intensivster Bergbautätigkeit mit weltstandsmittelbestimmender Technologie: effektives Abbauverfahren und Zinnsteinfotation; systematischer randlicher Festerzabbau gemeinsam mit Brucherzgewinnung				
1947-1991	38694	860	450	1,91
(1988 höchste Roherzförderung mit 1 051 600 t und einer Zinnproduktion von 2180 t Sn i. Konz.)				
Bilanz von 545 Jahren Bergbautätigkeit in Altenberg: circa 106 000 t Zinn				

Die Effekte der Zinnengewinnung in Altenberg sind in Abb. 176 in der zeitlichen Ebene nochmals verdeutlicht.

16.6 Versuch zur Ermittlung der Gesamtpotenz der Zinnerzlagertstätte

Die Lagerstätte Altenberg kann als bedeutendstes Zinnvorkommen Europas angesprochen werden. Ihre Gesamtpotenz zu erfassen ist von Interesse. Ein hohes Maß an Unsicherheiten ist dabei allerdings zu beachten bzw. zu akzeptieren.

Im wesentlichen wird die Gesamtpotenz durch die Summe von drei Teilkomplexen bestimmt:

1. Zinnmenge im noch verbliebenen Lagerstättenvorrat;
2. abgebaute Zinnmenge in 545 Jahren Bergbautätigkeit, verrechnet unter Beachtung des Ausbringkoeffizienten auf die Zinnmenge im Roherz;
3. Zinnmenge im erodierten kuppelförmigen Lagerstättenteil.

Zu 1.:

Die nach Einstellung des Bergbaues noch im Lagerstätten-

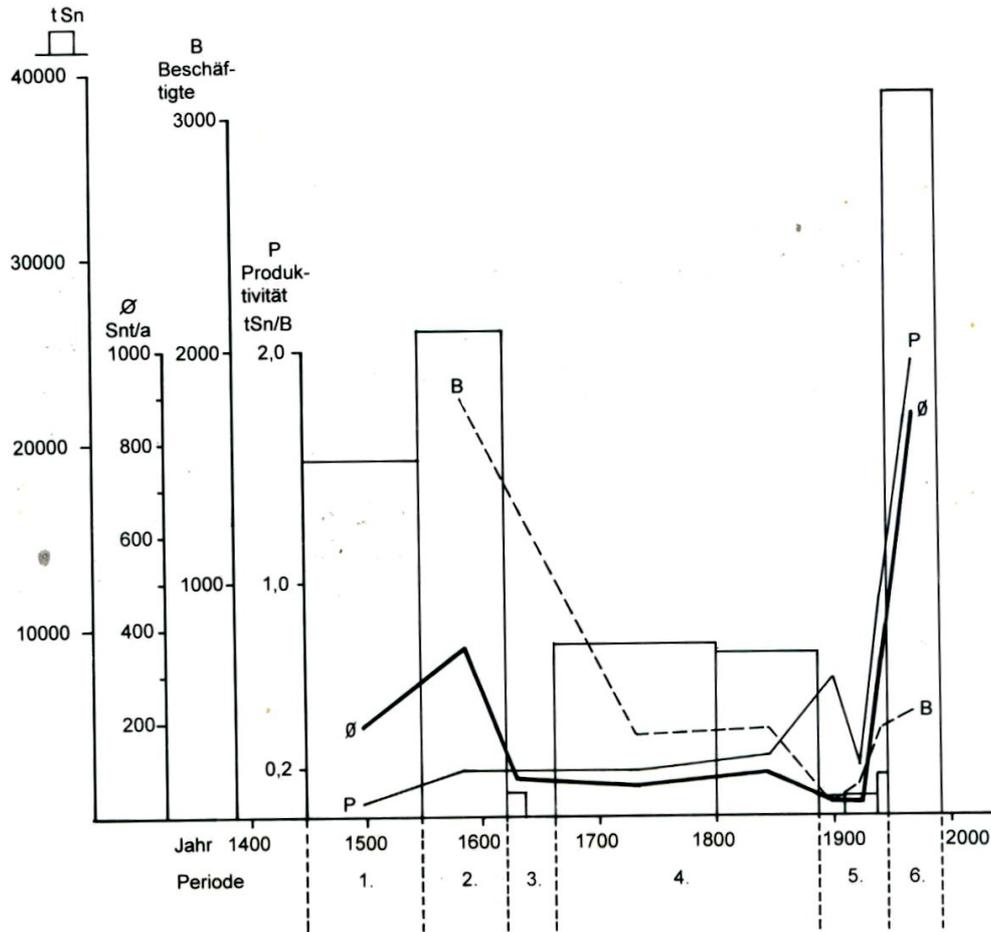


Abb. 176: Effekte der Zinngewinnung in den Bergbauperioden von Altenberg
 Ø Zinnmenge in Tonnen pro Jahr
 B etwa Anzahl der Beschäftigten (Bergbau, Aufbereitung, Handwerker)
 P näherungsweise Produktivität (Sn t/Beschäftigte und Jahr)

vorrat verbliebene Zinnmenge ist auf der Basis vorangegangener Vorratsberechnungen hinreichend genau bekannt.

Noch vorhandene Lagerstättensubstanz

Mio. t Erzmenge	% Sn-Gehalt	t Zinn-Inhalt
27	0,268	72400

Zu 2.:

Die gewonnene Menge Zinn bzw. Zinn i. Konzentrat in den Bergbauetappen ist bekannt bzw. näherungsweise erfasst (s. Kap. 16.5.2), gleichfalls ist der Ausbringensanteil bekannt bzw. aus früheren Verfahrenstechnologien abschätzbar; der Zinninhalt im Erz ist damit ermittelbar. Die Zinngehalte im Erz und die abgebauten Erzmengen in früheren Bergbauepochen sind nur näherungsweise durch gegensei-

tige Abschätzungen ermittelbar.

Wie im Kap. 9.5.1 und in Abb. 83 aufgezeigt, waren in den oberen Lagerstättenbereichen und speziell in den Erzscläuchen hohe Sn-Gehalte vorhanden. Im Zusammenhang mit dem Pingenvolumen nach dem großen Pingbruch und weiteren Pingenvolumina-Berechnungen (gleichzeitig unter Beachtung aufgelockerter Brucherze) waren abgewogene Ermittlungen zum Gehalt und der Erzmenge – spez. Gew. = 2,8 t/m³ – möglich.

Durch Bergbau von 1446-1991 gewonnene Lagerstättensubstanz

Mio. t Erzmenge	% Sn-Gehalt	t Zinn-Inhalt
32	0,76	240 000

	Sn-Gewinnung bzw. Sn im Konzentrat	Ausbringen	Sn-Inhalt im Erz	Sn-Gehalt des Erzes	RE-Menge
Zeitraum	t	%	t	%	Mio t (trocken)
1446-1546	19100	40	47750	2,4	2,0
1547-1620	25900	40	64750	1,6	4,0
1621-1946	22755	40	56900	1,1	5,0
1947-1991	38700	54,5	70800	0,34	20,6
	106455	44	240200	0,76	31,6

Zu 3.:

Der Greisenerzkörper hat eine Anschnittfläche von ca. 300 x 220 m, d. h. wesentliche Teile der Lagerstätte wurden erodiert. Es kann angenommen werden, dass bereits in der Oberkreide Abtragungen des Erzgebirgskristallins einschließlich Lagerstättensubstanz erfolgten. In limnisch-fluviatilen cenomanen Sedimenten der Niederschönaer Schichten wurden Zinngehalte (Kassiterit) nachgewiesen (PRESCHER 1957, FAY 1962). Eine starke Erosion erfolgte besonders durch die Anhebung (Schrägstellung) der Erzgebirgsscholle ab Mitteloligozän.

Die Projektion der Einfallswerte der Vererzungsgrenzen auf die Luftseite lassen eine halbkugelförmige Kuppel als oberen abgetragenen Greisenerzkörper von etwa 130 m Höhe als eine mögliche Lagerstättenform zu. Die Höhe als Radius betrachtet, ist identisch mit dem Radius aus den gemittelten Durchmesser der Anschnittfläche. Aus dem Halbkugelvolumen mit einem $r = 130$ m und dem spezifischen Gewicht der Greisenerze von $2,8 \text{ t/m}^3$ ergibt sich eine Erzmenge von 13 Mio. t. Gemessen an den tatsächlich existierenden Erzkörper erscheint dieser abgetragene Erzkörper als durchaus realistische Größe – wobei natürlich nicht ausgeschlossen werden kann, dass der Lagerstättenapikalkörper auch eine ganz andere unförmige Gestalt gehabt haben kann.

Ebenso problematisch ist natürlich die Zinngehaltsgröße dieses Erzkörpers. Ein überdurchschnittlicher Gehalt $>1 \%$ Sn könnte aus lagerstättengenesischen Gesichtspunkten im Kuppelbereich angenommen werden (siehe Abb. 83), mit dem Wert von $0,76 \%$ Sn (Haupterkörper) wird einer Überbewertung jedoch besser begegnet.

Durch Erosion größenordnungsmäßig abgetragene Lagerstättensubstanz:

Mio. t Erzmenge	% Sn-Gehalt	t Zinn-Inhalt
13	0,76	100 000

Die ursprünglich primäre unverritzte Lagerstätte kann somit in der Größenordnung von insgesamt:

Mio. t Erzmenge	% Sn-Gehalt	t Zinn-Inhalt
72	0,57	412 400

gelegen haben. Sie zählt daher zu den bedeutenden Zinnlagerstätten im Weltmaßstab.

16.7 Verluste an Zinn aus der Lagerstätte durch geogene und anthropogene Wirkungen

Es ist natürlich nicht nur von Interesse die Gesamtpotenz einer Lagerstätte zu skizzieren bzw. näherungsweise abzuschätzen und die durch bergbauliche Tätigkeit erzielte Metallgewinnung zu erfassen, sondern auch die Größenordnungen der Metallverluste zu umreißen, die durch geogene und anthropogene Wirkungen entstanden sind.

Im Kap. 16.6 unter „3.“ wurde die seit der Oberkreide **durch geogene Erosionsprozesse abgetragene Lagerstättensubstanz** in der Größenordnung von

13 Mio t Erzsubstanz und ca. 100 000 t Zinn-Inhalt

skizziert. Die stärkste Lagerstättenerosion erfolgte dabei sicherlich mit der verstärkten Schrägstellung der Erzgebirgsscholle seit dem Mitteloligozän. Die erodierte Metallsubstanz wurde in die postoligozänen Schichtenfolgen dispergiert. Damit wird gleichzeitig gesagt, dass - neben Zinn – beachtliche Metallmengen aus erzgebirgischen Lagerstätten in diese Schichtenfolgen eingebracht wurden.

Im geringen Umfang sind eluviale und alluviale (subrezente) Seifenbildungen als Lagerstättenschutt und in den Flusstälern Tiefenbach, Rotes Wasser, Müglitz und Kleine Biela vorhanden.

VUMSON (1969) gibt für eluviale Bildungen östlich von Altenberg einen Zinngehalt von 800–1800 g/t, in Alluvionen der kleinen Biela und des Tiefenbaches um 500 g/t und in der Müglitz um 1000 g/t an (Abb. 177, 178).

Anthropogen verursachte Metallverluste sind im Wesentlichen auf die mit dem Bergbau einhergehenden Erzaufbereitungsprozesse zurückzuführen.

In einer 500jährigen Bergbautätigkeit von 1446-1946 (Kap. 16.6 unter „2.“) wurden ca. 68 000 t Sn bei einem näherungsweise 40% igem Ausbringen gewonnen, d. h. aber, dass ca. 60% Zinn als Verlust seit dem Mittelalter als

„wilde Flut“¹ dem Tiefenbach, Roten Wasser und Müglitzbach „runter sind“, das entspricht einer rechnerischen

Zinnmenge von 102 000 t in einer Pochsandmenge von ca. 11 Mio. t (± ca. 5 Mio. m³).

Quantitative Verteilung des Zinngehaltes im Sediment auf die einzelnen Kornklassen in Abhängigkeit vom Transportweg in ppm

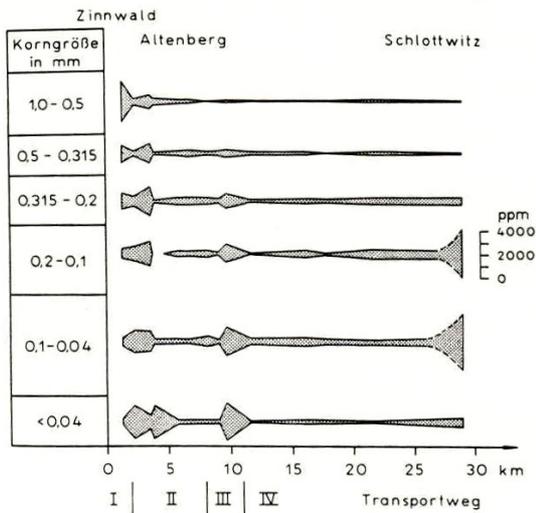
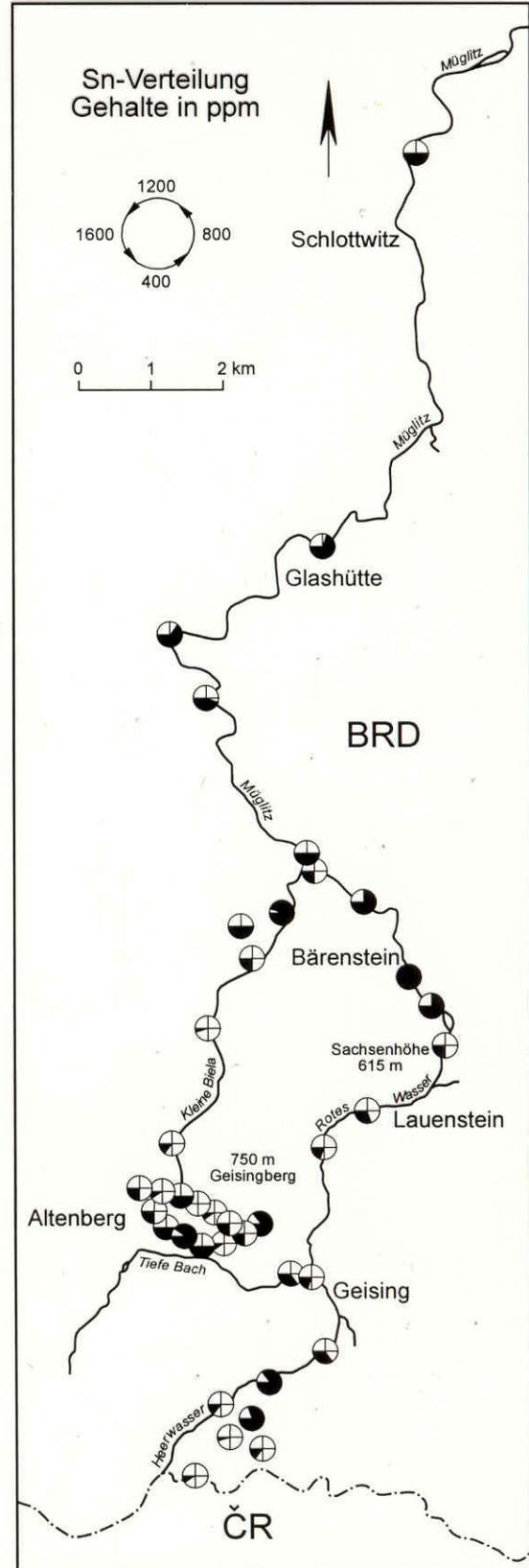


Abb. 177: Quantitative Verteilung des Zinngehaltes im Sediment auf die einzelnen Kornklassen in Abhängigkeit vom Transportweg in ppm (VUMSON 1969)

Abb. 178 (rechts): Zinnverteilung in alluvialen Sedimenten der Bäche Tiefenbach, Rotes Wasser, Kleine Biela und Müglitz (Sn ppm) (VUMSON 1969)



¹ Als „Wilde Flut“ wurden in den vergangenen Jahrhunderten Abgänge, Berge, der Überlauf aus den Nasspochwerken, von den Langstoß- und Glauchherden, aus den Poch-, Sumpf- und Schlammgräben in die Bäche und Flüsse bezeichnet.

Wo liegen diese enormen Mengen Pochsande? An den flachen Hängen im Tal des Tiefenbaches und Roten Wasser, wo die Pochwerke standen und natürlich in den Talauen der Müglitz.

VUMSON hat die alluviale Schwermineralführung ausgangs der Lagerstätte Altenberg und Zinnwald weitläufig in den Tälern Tiefenbach, Rotes Wasser, Müglitz sehr detailliert durch Bohr- und Schürfaufschlüsse untersucht. Die Interpretation der Ergebnisse wird allerdings nur aus der Sicht einer geogenen Erosion der Primärlagerstätte geführt. Dass im Laufe des über 500jährigen Bergbaus eine ganz gewaltige Erzmenge als Pochwerksande und –schlämme (technologiebedingter Zinnverlust) in die Bäche und Flüsse als Vorflut eingebracht wurde, ist leider nicht beachtet und diskutiert worden. Trotzdem sind die Ergebnisse sehr aufschlussreich und interpretationswürdig im Sinne einer geogenen und anthropogenen „Zinnfracht“.

VUMSON charakterisiert die Zinnkonzentration alluvialer Ablagerungen in den Flüssen Tiefenbach und Müglitz in Abhängigkeit von der Transportweite und der Beziehung zu den kontrollierenden Faktoren der Zinnanreicherung wie folgt:

Ablagerungszone	Intervall Transportweite (km)	Sn-Konzentration (ppm)	kontrollierende Faktoren
I	1-2	hohe Sn-Konz. $\varnothing > 1000$	starkes Gefälle Lagerstättennähe
II	2-8	niedrige Sn-Konz. $\varnothing < 500$	starkes Gefälle wachsende Entfernung zur Lagerstätte
III	8-11	hohe Sn-Konz. $\varnothing 780-1900 (>3000)$	flaches Gefälle große Entfernung zur Lagerstätte
IV	>11	allgem. geringere Konz. $\varnothing 900-1100 ((>3000))$	flaches Gefälle große Entfernung zur Lagerstätte

Beispiel: in 29 km Transportweite wurden noch Sn-Konzentrationen von 800 ppm angetroffen.

Festzustellen ist, dass Kassiterit als seifenbildendes Mineral über weite Entfernungen von der Lagerstätte/von den Pochwerken insbesondere während episodischer Hochwas-

serzeiten transportiert wurde und in Talauen mit flachem Gefälle sedimentierte. Sehr aufschlussreich sind die Informationen von VUMSON zur Zinnverteilung in den alluvialen Vertikalprofilen. Innerhalb der Vertikalprofile wurden fast immer zwei Horizontgruppen angetroffen, die durch erhöhte Zinnführung charakterisiert sind.

Niveau	Zinngehalt	Teufenlage in den Profilen
oberer Horizont	1000-3000 ppm	sehr einheitlich bei 0,60 m einsetzend und oberhalb
unterer Horizont	160-3000 ppm	sehr unterschiedliche Horizontniveaus zwischen >0,60 – max. 5 m

In einem Profil senkrecht zur Fließrichtung des Gewässers zeigte sich bei einer terrassenähnlichen Bildung im Müglitztal eine Zunahme des Zinngehaltes zur Talmitte.

Sowohl die höhere Zinnanreicherung im oberen Horizont als auch die Zinnanreicherung im Querprofil der Müglitz zur Talmitte interpretierte VUMSON als eine stärkere Zinnzuführung in jüngerer Zeit, die durch eine Vergrößerung des Erosionsanschnittes der primären Lagerstätte erklärbar sei, also insgesamt geogener Natur sei.

Beachtet man die vor reichlich 500 Jahren einsetzende intensive bergmännische Zinnengewinnung, so kann wohl zweifelsfrei abgeleitet werden, dass

- die Zinnführung des **oberen Horizontes** und die höheren Zinngehalte zur Talmitte eine **anthropogene Ursache** durch die **bergbauliche Tätigkeit**
- und die Zinnführung in unterschiedlichen Niveaus eines **unteren Horizontes** eine **geogene Ursache** durch **Erosionswirkung** der Primärlagerstätte als alluviale Ablagerungen

haben.

Ein weiteres durch anthropogene Wirkung hervorgerufenes Verlustpotential an Zinn aus der Lagerstätte liegt durch die infolge Aufbereitungstätigkeit geschaffene geordnete Berglagerung vor. Im neuzeitlichen Bergbau Altenberg wurden – beginnend im Jahr 1937 – Aufbereitungsabgänge auf drei Deponien gelagert. Ein lückenloser Nachweis über die aufgehaldeten/aufgespülten Bergemengen mit entsprechenden Zinngehalten und errechneten Zinnmengen wurde geführt (SCHILKA in BERNHARDT, 1993).

Deponiekörper	Aufspülungszeitraum	Bergemenge kt	Sn-Gehalt kg/t	Sn-Inhalt t
Schwarzwasserhalden	1937-1953	754	2,14	1609
Tiefenbach-Deponie	1954-1966	3847	2,22	8555
Bielatal-Deponie	1966-1991	16098	1,42	22839

In ca. 50 Jahren neuzeitlicher Bergbautätigkeit bis 1991 wurden

ca. 21 Mio. t Aufbereitungsabgänge mit durchschnittlich 1,6 kg Sn/t und 33 000 t Sn-Inhalt

deponiert, die als Lagerstättenverluste zu Buche stehen.

Insgesamt ist somit folgende **Verlustbilanz an Zinninhalt** aus der Lagerstätte zu nennen:

1. geogene Ursachen

Teilerosion der Lagerstätte
ca. 13 Mio. t Erzsubstanz mit ca. 100 000 t Zinn-Inhalt

2. anthropogene Ursachen

- 2.1 Aufbereitungsverluste in 500 Jahren Altbergbau 1446-1946
ca. 11 Mio. t Pochwerksande und –schlämme mit ca. 102 000 t Zinn-Inhalt
- 2.2 Aufbereitungsverlust in 50 Jahren neuzeitlichem Bergbau bis 1991
21 Mio. t Berge mit 33 000 t Zinn-Inhalt

2.1+2.2 Aufbereitungsverluste insgesamt
32 Mio. t Aufbereitungsabgänge mit 135 000 t Zinn-Inhalt

17 Betriebswirtschaftliche Entwicklung und Charakteristik von 1946-1991

17.1 Umfang und Struktur der Beschäftigten sowie durchschnittlicher Lohn/Gehalt pro Jahr und Beschäftigtem

In Tab. 45 wird ein Überblick über Gesamtarbeitsbeschäftigte, Beschäftigten-Struktur und Durchschnittsjahreslohn/gehalt (brutto) pro Beschäftigtem gegeben.

Die Aufstellung der Arbeitskräfte enthält einige Sprünge, die sich aus unterschiedlichen statistischen Zuordnungen ergeben, so u. a. in der Grube 1963/64, 1977/78 oder bei Sonstigen 1977/78, die hier aber nicht näher untersucht werden.

Tab. 45: Gesamtbeschäftigte, Aufschlüsselung der Beschäftigten nach Bereichen sowie Jahresdurchschnittslohn/-gehalt pro Beschäftigtem für den Zeitraum 1946-1991 (BERNHARDT, Chronik 1993)

Jahr	Gesamtbeschäftigte	Aufschlüsselung					Brutto-Durchschnittslohn/-gehalt pro Beschäftigtem und Jahr [in 1000 Mark]
		Grube UT	Aufbereitung ÜT	Hilfsabteilung UT + ÜT	Sonstige	Angestellte	
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	
1946	80	-	-	-	-	-	-
1947	135	-	-	-	-	-	-
1948	225	-	-	-	-	-	-
1949	340	-	-	-	-	-	-
1950	372	-	-	-	-	-	3,2
1951	466	-	-	-	-	-	3,6
1952	610	-	-	-	-	-	4,6
1953	799	-	-	-	-	-	5,5
1954	804	-	-	-	-	-	6,4
1955	721	-	-	-	-	-	6,3
1956	689	-	-	-	-	-	6,4
1957	650	-	-	-	-	-	6,6
1958	644	-	-	-	-	-	6,8
1959	629	-	-	-	-	-	7,1
1960	610	-	-	-	-	-	7,4
1961	596	-	-	-	-	-	7,7
1962	586	-	-	-	-	-	7,6
1963	620	160	120	130	140	70	7,7

Betriebswirtschaftliche Entwicklung

Jahr	Gesamtbeschäftigte	Aufschlüsselung					Brutto-Durchschnittslohn/-gehalt pro Beschäftigtem und Jahr [in 1000 Mark]
		Grube UT	Aufbereitung ÜT	Hilfsabteilung UT + ÜT	Sonstige	Angestellte	
1964	633	165	121	133	140	74	8,0
1965	633	124	122	133	155	99	8,1
1966	654	129	114	138	150	123	8,2
1967	629	134	112	129	145	129	8,3
1968	630	156	128	145	120	81	8,7
1969	628	154	114	139	92	129	8,9
1970	614	124	108	150	61	171	9,0
1971	607	127	106	158	72	144	9,3
1972	613	123	104	153	81	152	9,7
1973	623	126	99	154	92	152	9,8
1974	627	114	96	154	107	156	10,3
1975	639	106	97	154	121	161	10,3
1976	675	101	98	159	123	194	10,8
1977	691	104	96	168	117	206	11,3
1978	715	193	105	174	35	208	11,8
1979	734	202	113	190	21	208	12,6
1980	739	209	108	200	30	192	12,6
1981	756	208	82	175	66	225	13,0
1982	801	212	82	184	83	240	13,0
1983	786	209	84	190	86	217	13,1
1984	794	212	86	186	93	217	13,1
1985	816	224	112	242	45	184	13,2
1986	851	234	113	260	49	195	13,6
1987	878	213	121	276	50	218	14,3
1988	883	211	137	276	47	212	14,4
1989	872	214	142	232	92	192	15,7
1990	757	136	126	214	158	123	18,2
1991	632	193	92	148	80	119	

1991 = Januar – April; UT = Untertage; ÜT = Übertage

- (1) Grube: Abbau, Gewinnung, Förderung, Vortrieb, Grubenhandwerker
- (2) Aufbereitung: Aufbereitung, Flotation, Bergelagerung, Wasserhaltung
- (3) Hilfsabteilungen: Schlosser, Elektriker, Bauabteilung, Tischlerei, Zimmerei
- (4) sonstige: Transport, Labor, Küchen, Kauen, Betriebsschutz
- (5) Angestellte: Verwaltungspersonal, Werkstattleiter, Steiger, Ing.-techn. u. kaufmänn. Personal, Abteilungsleiter

Die 5 Strukturbereiche der Arbeitskräfte im Betrieb waren grob überschlägig mit 25, 15, 25, 15 und 20 % anteilig belegt.

Die Angaben zum Brutto-Durchschnittsverdienst pro Beschäftigtem und Jahr in über 4 Jahrzehnten von 1950-1990 charakterisieren die Lohn-Gehalts-Entwicklung in der volkseigenen Grundstoffindustrie der DDR. Die betriebszugehörigkeitsgebundene zusätzliche Belohnung zum Tag des Bergmanns (1. Sonntag im Juli d. J.) zwischen 3-12 % zum Brutto-Jahresverdienst ist in den Angaben der Tabelle nicht enthalten.

Auszugsweise für das Jahr 1989 werden die Ausfallzeiten der Beschäftigten des Betriebes charakterisiert:

Gesetzlicher Urlaub	10,9 %
Berufliche Qualifizierung, gesellschaftliche Freistellungen	1,4 %
Arbeitsbefreiung durch ärztliches Attest	5,8 %
sonstige Ausfallzeiten	0,6 %
(darunter unentschuldigtes Fehlen am Arbeitsplatz)	0,2 %
Gesamtausfallzeiten	18,7 %

17.2 Entwicklung der Leistungen in der Erzgewinnung (Tonnen Erz pro Mann und Schicht) während der Schubort- und Ladeortära

Über 300 Jahre wurden in Altenberg untertägig über Schuborte Pingenbrucherze gewonnen. Die in der Neuzeit erzielten Leistungen t Erz/Mann und Schicht (t/MS) sind in Abb. 179 dargestellt. Waren es Anfang der 50er Jahre noch geringe Leistungen um $20 t/MS$, so wurden Ende der 50er Jahre durch Vergrößerung der Rostlochgröße (siehe auch Kap. 14.2.2) schon sprunghaft über $30 t/MS$ und dann in den 60er Jahren über $40 t/MS$ erreicht. Die schwere körperliche Arbeit am Schubort wurde durch die Einführung der Hydraulik- und Schlitzroste in den 70er Jahren wesentlich erleichtert, gleichzeitig erzielte man bis zu $72,9 t/MS$.

Seit Ende der 40er Jahre wurden weit über hundert Schuborte auf der 4. und 5. Sohle angelegt. Maximal aus 33 Schuborten (1959, 1962) wurden Brucherze gezogen. Eine Anlage weiterer Schuborte auf diesen Sohlen war bergbautechnisch kaum noch möglich. In den 70er Jahren erkannte man auch die fatalen Folgen eines weiteren Erzabzuges aus den flächenhaft unregelmäßig angeordneten Schuborten: Die rasche Vertaubung der gezogenen Schuborterze - nach ca. $10\ 000 t$ gutgehaltigen Pingenbrucherzen - durch Einzug pingenoberflächennaher tauber Pingenrandmassen nach dem Sanduhrprinzip! Die letzten Schuborte wurden 1982 eingestellt. Insgesamt wurden im Schubortabbau von 1947-1982 ca. $11\ Mio. t$ Erz (nass) gewonnen. Um einer weiteren Verdünnung der Brucherze entgegenzuwirken und die randlichen Festerze in die Gewinnung mit einzubeziehen, wurde seit Anfang der 70er Jahre ein umfangreiches Bergbauforschungsprogramm entwickelt, welches mit der Einführung und Umsetzung des neuen Abbauverfahrens - modifizierter Teilsohlenbruchbau - mit Abzug der Erze über ein rasterförmiges Erzabzugssystem auf der 6. Sohle durch Ladeorte seit Anfang der 80er Jahre erfolgreich Realität wurde.

Neben der wesentlichsten Forderung, eine rohstoffverlustarme Gewinnung von qualitativ guthaltigen, unverdünnten Erzen durchzusetzen, waren mit der Einführung des neuen Abba- und Gewinnungsverfahrens gleichzeitig wesentliche Leistungssteigerungen und Arbeitserleichterungen (Bohrwagen, Bunkerfahrlader) verbunden. So wurden beim Erzabzug im Ladeortsystem 6. Sohle das 6fache gegenüber den Leistungen beim Schubortabzug erzielt. Von 1980 bis 1991 stieg die Leistung von 143 auf $180 t$ Erz/Mann und Schicht (Abb. 179). Der flächenhafte Erzabzug konnte 1989 aus 180 abzugsbereiten Ladeorten erfolgen. Über das neue Abbauverfahren und Erzabzug über 6. Sohle wurden von 1974-1991 ca. $10\ Mio. t$ Erz (nass) gewonnen.

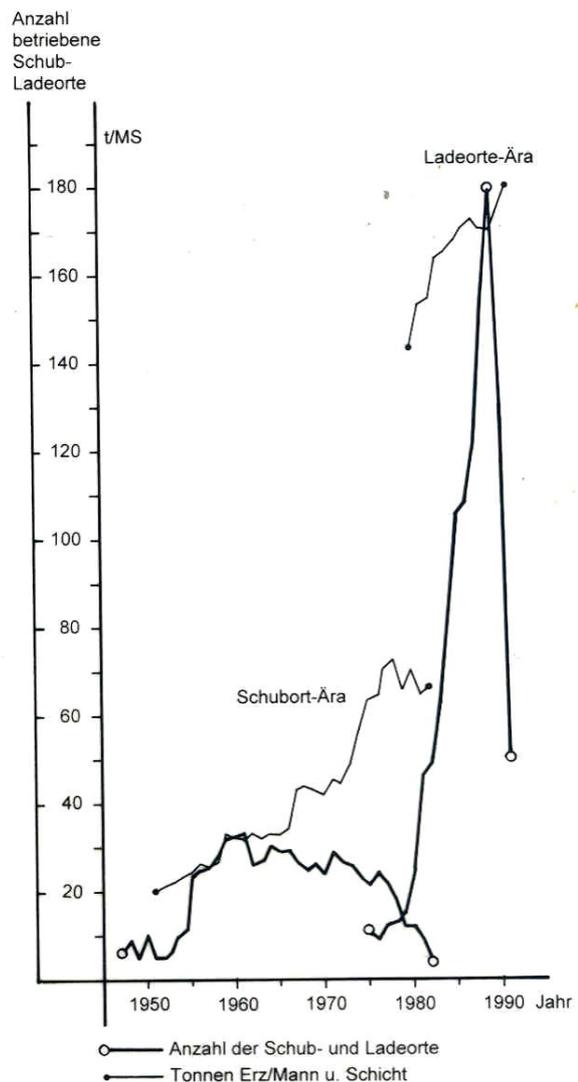


Abb. 179: Entwicklung der Erzgewinnung (t) pro Mann und Schicht – Leistung – in der Schubort- und Ladeort-Ära sowie die Anzahl der betriebenen Schub- und Ladeorte in den einzelnen Jahren (BERNHARDT, 1993)

17.3 Investitionsumfänge und -maßnahmen

Das große Rohstoffpotential der Lagerstätte ermöglichte es eine langfristige Eigenversorgung der Volkswirtschaft mit Zinn vorzusehen. Seit Anfang der 50er Jahre wurden mehrere Investitionsetappen realisiert mit dem Ergebnis, dass Ende der 80er Jahre ein moderner Bergbau- und Aufbereitungsbetrieb mit weltstandsbestimmenden Technologien und einem Roherzdurchsatz von $1\ Mio. t/a$ existierte.

Wenn die Investitionsmaßnahmen in der Zeit von 1950-55 zunächst nur der Absicherung der vollen Produktionstätigkeit nach dem 2. Weltkrieg dienten, so wurden seit 1960 in 3 Jahrzehnten 3 umfangreiche Investitionsetappen zur völligen Rekonstruktion und Erweiterung der Produktionsanlagen zielstrebig durchgesetzt.

Der Gesamtinvestitionsumfang von 1950-1989 belief sich auf 639,3 Mio. M. In den einzelnen Jahrzehntscheiben wurden folgende Mittel eingesetzt (Abb. 180).

1950-59	27,1 Mio. M
1960-69	80,3 Mio. M
1970-79	156,4 Mio. M
1980-89	375,5 Mio. M.

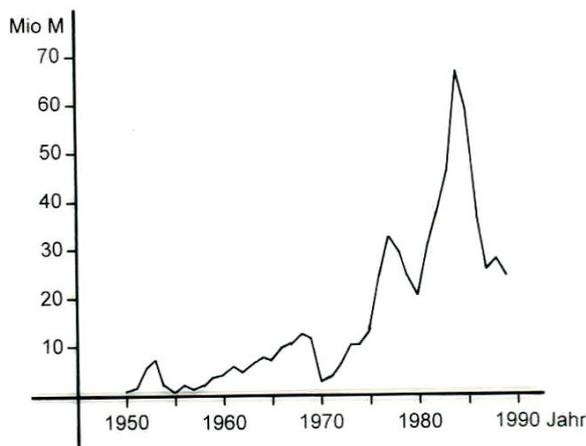


Abb. 180: Investitionsmittelaufwand im Zeitraum 1950-1989

Stichpunktartig werden die wesentlichsten Investmaßnahmen nochmals genannt:

1951-57	Ringstrecken 5. und 7. Sohle Brecheranlagen 1 und 2 - 5. Sohle
1952/53	Umbau Römerschacht und Fördermaschine
1952	Beginn Teufe Arno-Lippmann-Schacht (1954 Invest-Stopp)
1955	Wiederaufnahme Flotation
1958-63	Fertigstellung AL-Schacht
1963	Querschläge 550 und 750 AL-Schacht-Grube Mittelzerkleinerung
1964	Bergetrübestolln ins Bielatal
1965	Brecher 3 - 5. Sohle Bänder von 7. Sohle zur 5. Sohle AL-Schacht
1966	Umleitungsstolln Kleine Biela
1967	Inbetriebnahme Industrieabsetzanlage Bielatal
1960-66	Abwetterring 4. Sohle
1967	Installation Hauptgrubenlüfter 5. Sohle

1968	Geomechanischer Großversuch zum neuen Abbauverfahren
1970-74	Großbrecher 7. Sohle
1973-78	Teufe Schacht 3
1974	Hauptgrubenlüfter im Trübestolln
1973-80	Mahlung und Neue Aufbereitung (Nassmechanik)
1975-80	Bandanlage 7. Sohle für Erzabzug aus Baufelder 1 und 2, Aus- und Vorrichtung Baufelder 1 und 2 zwischen 7. Sohle und Teilsohle 3
1980-85	Neue Flotation
1982	Hauptwasserhaltung am Schacht 3
1985-88	Großgerätewerkstatt 7. Sohle, neues Sprengmittellager, Lok- und Ladestation 7. Sohle für Transporte in Baufeldern 3 und 4
1985-89	Stabilisierung Wasserversorgung und Bau „Speicher Altenberg“ westlich Galgenteich

17.4 Elektroenergieverbrauch

Rohstoffgewinnende Branchen der Grundstoffindustrie sind im allgemeinen energieintensive Bergbaubetriebe mit einer sehr komplizierten, aufwendigen Wertstoffgewinnung - wie Zinnkonzentratgewinnung aus feinstkörnigen Greisenerzen von Altenberg - und sie erfordern einen hohen Elektroenergieeinsatz. Der Verbrauch an Elektroenergie des Betriebes (Bergbau und Aufbereitung) wird in Tabelle 46 auszugsweise für einige Zeitabschnitte dargestellt.

Tab. 46: Elektroenergieverbrauch (MWh/a) Zinnerz Altenberg (Bergbau und Aufbereitung)

Zeitraum	Durchschnitt pro Jahr (MWh/a)	minimaler Verbrauch		maximaler Verbrauch	
		Jahr	MWh/a	Jahr	MWh/a
1944	5432				
1951	3037				
1955	6475				
1970-79	25490	1972	21233	1979	38122
1980-89	50210	1980	38440	1989	66694
1990-92	22734	1992	7066	1990	47490

Abb. 181 lässt weiterhin erkennen, dass der Elektroenergieverbrauch stetig mit der Erhöhung der Zinnerzkonzentratgewinnung gestiegen ist. Der spezifische Einsatz an Energie pro Erzeugung 1 t Zinn im Konzentrat von 32,5 MWh/t Sn i. Konz. im Jahr 1970 konnte auf 25,2 MWh/t Sn i. Konz. im Jahr 1985 bei starker Produktionserhöhung gesenkt werden. Mit der Inbetriebnahme der neuen Aufbereitung mit dem großen Zinnsteinflotationstrakt im Jahre 1986 erhöhte sich jedoch der Elektroenergieverbrauch auf 30 MWh/t Sn i. Konz. Vom Gesamtelektroenergieverbrauch war stets die Aufbereitung relativ konstant mit ca. 80 %, in der 2. Hälfte der 80er Jahre bis 84 % belastet,

der Bergbau hingegen nur mit $\leq 20\%$.

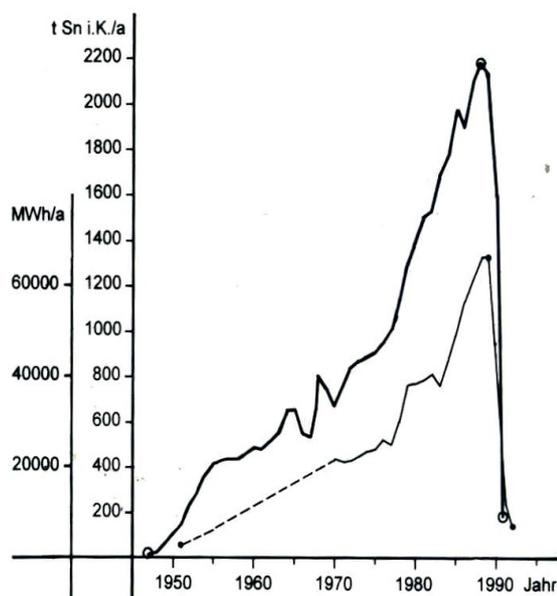


Abb. 181: Entwicklung des Elektroenergieverbrauchs (MWh/a) im Bergbau und in der Aufbereitung (dünne Linie) im Verhältnis zur Zinnproduktion (t Zinn im Konzentrat pro Jahr; = starke Linie)

17.5 Kostenstruktur des Bergbau- und Aufbereitungsbetriebes

In den 80er Jahren wurden umfangreiche betriebswirtschaftliche Untersuchungen zur Komplexität der vielschichtigen Prozessstufen im Bergbau und in den Aufbereitungen sowie zahlreichen Nebenprozessstufen durchgeführt.

Als charakteristisch und verallgemeinerungswürdig für Produktionsprozesse schwer aufbereiter Erze ist folgende Übersicht (Tabelle 47) zur kostenwirksamen Rangfolge der verschiedenen Prozessstufen interessant:

Tab. 47: Rang und Gewicht kostenwirksamer Komplexkriterien nach ihrem Anteil an den spezifischen Gesamtselbstkosten des Bergbau- und Aufbereitungsprozesses in Altenberg (nach SEIFERT, 1985)

Rang	Kostenstelle	kostenwirksame Komplexkriterien	Gewicht (%)
1	Primär- und Sekundärmahlung „Neue Aufbereitung“, Mahlung Römer und Schwarzwasser	Mahlbarkeit	23
2	Vorrichtung „Trichterauffahrung“, Kammerpfeilerbau, Teilsohlenbruchbau	Teilsystem „Abbau“	22
3	Strecken- und Bandförderung, Schachtförderung, Seilbahn	Teilsystem „Transport“	15,5
4	Flotation und Zyklonenanlage „Neue Aufbereitung“, Konzentratnachbehandlung	Flotierbarkeit	15
5	Bergelagerung	(1)	6,7
6	Grob- und Mittelzerkleinerung	Brechbarkeit	6,5
7	Primär- und Sekundärwäsche der „Neuen Aufbereitung“, Herdwäsche Römer	nassmechanische Aufbereitarbeit	5
8	Wasserversorgung Aufbereitung	(1)	2,5
9	Wetterführung	(1)	2
10	Wasserhaltung Grube	hydrogeologische Einflussfaktoren	1,8

Gesamtselbstkosten des Bergbau- und Aufbereitungsprozesses = 100,0 %
 davon Anteil Bergbau 41,3 %
 Anteil Aufbereitung 58,7 %

(1) keine direkte Zuordnung zu einem kostenwirksamen Kriterium möglich

17.6 Entwicklung der Selbstkosten in Mark pro Tonne Zinn im Konzentrat

Die Abb. 182 verdeutlicht einen Überblick über die Entwicklung der Selbstkosten M/t Sn i. Konz. im Betrieb Altenberg für den Zeitraum 1950-1991. Gleichzeitig wird der Weltmarktpreis pro Tonne Reinzinn gegenübergestellt. Zieht man Vergleiche, so sind natürlich Währungs- und Wirtschaftsform in den unterschiedlichen gesellschaftlichen Staatssystemen zu beachten.

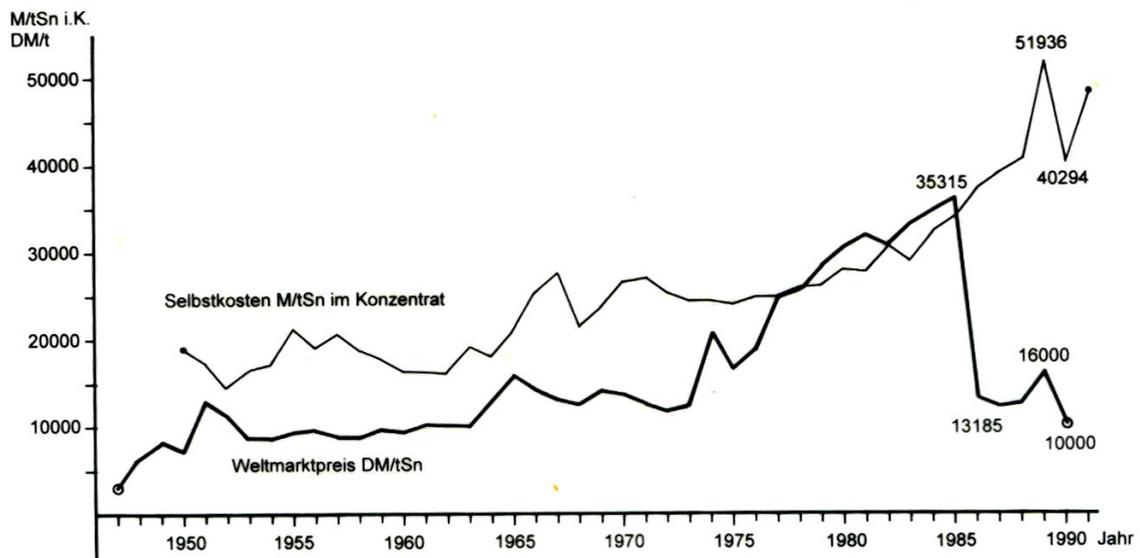


Abb. 182: Entwicklung Selbstkosten M/t Sn i. Konz. in Altenberg (dünne Linie) und Entwicklung Weltmarktpreis DM/t Sn (starke Linie) im Zeitraum 1947-1991 (BERNHARDT, 1993)

Die Erzeugung 1 Tonne Sn i. Konz. kostete 1939 6011 Reichsmark, zuzüglich ca. 2000 RM Verhüttungskosten ergaben einen Inlandpreis von 8000 RM/t Reinzinn - der Weltmarktpreis lag 1939 bei 1500 RM.

Im VEB Zinnerz Altenberg entwickelten sich die Kosten für 1 t Sn i. Konz. in den 50er Jahren von ca. 15 TM auf 25 TM in den 70er Jahren. Sie kletterten weiter in den 80er Jahren von 30 auf 40 TM. Hinzukommen die Hüttenkosten von ca. 3-4 TM bis in die 60er Jahre, 1979 6,8 TM, 1985 10,1 TM, 1988 11 TM zur Erzeugung von 1 Tonne Reinzinn.

Ursachen für den Kostenanstieg sind stichpunktartig folgende: Wirtschaftsreformen, Preisänderungen, Umbewertung Grundmittel, Investitionsumlagen, Lohnanstieg.

Im Zusammenhang mit der politischen und wirtschaftlichen Wende im Jahr 1989 kam es auch zu produktionsseitigen Veränderungen im Betrieb, die einen Kostensprung auf 51936 M/t Sn i. Konz. bewirkten. Betriebsrationalisierungen im Jahr 1990 hatten eine Senkung der Kosten pro Tonne Sn i. Konz. auf 40294 M (entspricht etwa 18000 DM) zur Folge.

Während der Weltmarktpreis Tonne Reinzinn in den 50er bis Mitte der 70er Jahre zwischen 10-20 TDM lag, kletterte der Zinnpreis durch künstliche Metallverknappungsstrategien auf 35315 DM/t Sn im Jahre 1985. Durch das Steigen der Weltmarktpreise, insbesondere auch für Zinn, fühlte sich die Wirtschaftsführung in der DDR bestärkt, die eige-

nen Zinnressourcen im Erzgebirge umfassender durch Umsetzung komplexer Investitionsprogramme (Zinnlinie: Rohstofferkundung, Bergbau, Aufbereitung, Verhüttung) zu nutzen. Durch Öffnung des Zinnmarktes fiel der Weltmarktpreis von 1985 zu 1986 auf 13185 DM und weiter im Jahre 1990 auf ca. 10000 DM.

Im Herbst 1989 vollzog sich die politische und damit wirtschaftliche Wende in der DDR - damit war die weitere Existenz der volkseigenen Betriebe in Frage gestellt. Am 1. Mai 1990 wurde durch die Treuhandanstalt in Berlin die juristische Auflösung des VEB Zinnerz Altenberg und die Bildung der Zinnerz GmbH Altenberg vollzogen (Zinnerz GmbH Altenberg, 1990).

Es war zu erkennen, dass unter bisherigen Bedingungen eine Wettbewerbsfähigkeit des Unternehmens nicht möglich ist, da die Preisentwicklung des Zinns auf dem Weltmarkt in den letzten Jahren sinkend war und einen Stand von ca. 10000 DM erreicht hatte. Im Juli 1990 wurde die DM mit der Währungsunion in Ostdeutschland wirksam und damit wurden die Erlöse für die Zinnproduktion auf gültige Weltmarktpreise umgestellt.

Trotz eingeleiteter Rationalisierungsmaßnahmen konnte die Zinnproduktion ohne Subventionen nicht mehr wettbewerbsfähig werden.

Der Vorstand der Treuhandanstalt Berlin entschied am 07.03.1991 die Zinnkonzentratproduktion in Altenberg am 31.03.1991 einzustellen (Zinnerz GmbH Altenberg, 1991).

18 Umweltbelastung und Sanierung (M. KÜHN)

18.1 Altlasten

Hauptursache von Umweltbelastungen im Raum Altenberg ist der 550 jährige Zinnerzbergbau.

Die relevanten Zeugnisse dieses Erzbergbaus sind in erster Linie:

- eine große Zahl von Grubenräumen (auch Altbergbau), die nur z. T. noch zugänglich sind;
- Stollnmundlöcher als Zugang zu den Grubenräumen;
- natürliche und Kunstgräben bzw. Teiche und Staubecken als Repräsentanten bergmännischer Wasserwirtschaft;
- Halden und Absetzanlagen (Sedimentationsbecken);

- riesige, an der Oberfläche austretende Bruchgebiete (Pingen) (Abb. 183).

Mit dem Grubenbetrieb entstanden die Erzwäschen im Tiefenbachtal, deren Abgänge bis 1930 von Wäsche zu Wäsche weitergeleitet und erst vor der Stadt Geising in den Tiefenbach eingeleitet wurden (BERNHARDT, 1993). Ab 1930 wurden die Rotschlämme dann in den sog. Roten Teich verspült, der zwischen den Wäschen 4 und 5 unmittelbar neben dem Mundloch des Neubeschert-Glück-Stolln lag (unmittelbar östlich Bergbaumuseum – s. Abb. 138). Dieser Teich wurde erst Ende der 80er Jahre mit Bergmassen aus Erweiterungsarbeiten des Neubeschert-Glück-Stolln verfüllt (BERNHARDT, 1993). Die Wäschen 3 und 4 hatten eigene Halden beiderseits des Tiefenbaches. Noch heute ist dieses alte Haldensystem auf dem Römergelände sichtbar.



Abb. 183: Altenberger Pinge 1998 (450 x 350 x 110 m), Blick nach Süden: rechtsseitig Stadt Altenberg, Mitte oben Schacht 3 und Arno-Lippmann-Schacht, links oben Tiefenbachhalde

Im Raum Altenberg bestimmen 10 Halden bzw. Absetzanlagen das Bild der Landschaft. Zum einen sind das die 7 Halden und 1 Nachklärbecken der ehemaligen Aufberei-

tung Schwarzwasser, die Schwarzwasserhalden, die wie Schwalbennester an die Berghänge der „Scharspitze“ angelegt wurden.

Zum anderen sind es die Tiefenbachhalde, im ehemaligen Tal des Tiefenbaches gelegen, und die große industrielle Absetzanlage Bielatal im Tal der Kleinen Biela.

Nachfolgende Tabelle gibt eine Übersicht über die bedeutendsten Absetzanlagen und Halden im Raum Altenberg.

Tab. 48: Absetzanlagen Altenberg

	IAA Bielatal	Tiefenbachhalde	Schwarzwasserhalde
Vorfluter	Kleine Biela	Rotes Wasser	Aschergraben
Hauptvorfluter	Müglitz	Müglitz	Müglitz
Baubeginn	1967	1952	1937
Inbetriebnahme	1967	1953	1938
Außerbetriebsetzung	31.03.1991	1966	1953
Art und Herkunft des Haldenmaterials	Materialrückstände der Zinnaufbereitung (Berge) mit einem Ø Körnungsband		
	< 100 µm 16,2 %	> 100 µm 30 %	0,1 mm 30 %
	< 63 µm 35,0 %	> 63 µm 15 %	0,1-0,063 mm 15 %
	< 40 µm 48,8 %	< 63 µm 55 %	< 0,063 mm 55 %
Inhalt in Tm ³	10456	1950	450
Bauwerksart	Steinschüttdamm, talabschließend, autostabile Aufhaltung		Hanglage, eigenstabile inhomogene Körnungsverteilung (ohne Bergedamm)

Nachfolgende Zusammensetzung gilt für alle o. g. Halden:

Mineralogische Zusammensetzung (%)

Quarz	50	-	55
Feldspäte	5	-	7
Glimmer	20	-	30
Topas	8	-	15
Tonminerale	2		
Hämatit	5		

Pauschale chemische Zusammensetzung (%)

Si	30	-	35	Sn	0,2-0,12
Fe	4	-	7	As	0,1
Al	2	-	8	Bi	<0,02
Ca	0,5			Mo	<0,01
Mg	0,1			S	0,02
Ti	0,1			F	1

Die Aufbereitungsrückstände (Endberge) wurden durch Längseinspülung in diese industriellen Absetzanlagen (Se-

dimentationsbecken und Halden) verspült. Die Trübe (Berge) wurde mittels Rohren und Gerinnen auf die Dammschulter gebracht. Durch vorbereitete Austrittsöffnungen (Schläuche) lief die Trübe drucklos über den sich ausbildenden Spülstrand. Dabei setzten sich die gröberen Körnungen im oberen und betretbaren Spülstrand ab, während die feineren Fraktionen übergangslos in Richtung Spülsee abflossen.

In den 30er und 40er Jahren wurde in der Aufbereitung **Schwarzwasser** mit Ölsäure flotiert. Diese ungesättigten Fettsäuren sind wasserunlöslich und befinden sich in geringen Anteilen noch heute im Inneren der **Halden**. Daneben sind in dem Haldenkörper ca. 1 kg pro Tonne Arsen und in einigen Abschnitten bis zu 100 g pro Tonne radioaktive Strahlenträger (Uran, Thorium) enthalten, neben einem Zinnmetallinhalt von ca. 2,3 kg pro Tonne Haldenmaterial (SCHILKA, 1993). Die vermehrt in den 30er und 40er Jahren aufgetretenen Dammsbrüche und Haldenrutsche resultierten aus langanhaltenden Starkregen.

Die 1953 in Betrieb genommene **Tiefenbachhalde** wurde nach dem Bruch der Wölbschleuse im Schwarzwassertunnel am 09.10.1966 stillgelegt. 200 000 m³ Schlamm- und Geröllmassen flossen aus dem Mundloch der Halde auf die am Tiefenbach und Roten Wasser gelegenen Grundstücke. Der Zinngehalt der Tiefenbachhalde beträgt durchschnittlich 0,22 % Sn.

In den Jahren 1988 und 1989 wurde die Zinnengewinnung aus Haldensanden in Betrieb genommen. Das Material wurde von einem Saug- und Spülbagger aufgenommen und in einer Rohrleitung über eine Pontonbrücke und Pumpstation der Aufbereitung Römer zugeführt. Die Haldensandgewinnung wurde 1990 stillgelegt.

Anfang 1967 begann der Spülbetrieb auf der **industriellen Absetzanlage (IAA) Bielatal** mit der Teilaufnahme der Aufbereitungsprodukte.

Zur Entwässerung des Spülsees und zur Einleitung des Vorfluters Kleine Biela wurde bereits 1965 der Umleitungsstolln auf einer Länge von 1200 m fertiggestellt. Der Klarwasserabtrag des Spülsees erfolgte über wechselweise betriebene Rohrmönche, die ihr Wasser über eine Sammelgrundleitung senkrechten Bohrlöchern zuführten. Der Austrag der Bohrlöcher vereinigt sich mit dem umgeleiteten Wasser der Kleinen Biela im Umleitungsstolln und gelangt von dort über eine Messstelle in die Vorflut.

Die IAA Bielatal hat zwei gleichberechtigte Aufgaben zu erfüllen:

1. absolut gesicherte Deponie der Endberge der Aufbereitung auf Dauer;
2. hoher Reinheitsgrad des durch den Klarwasserabtrag abfließenden Wassers bzw. des Sickerwassers am Hauptdammfuß.

Gerade wegen des Reinheitsgrades des durch den Klarwasserabtrag abfließenden Wassers gab es in den Jahren der Einspülung auf der IAA Bielatal, wie auch vorher auf der Tiefenbachhalde, oft Probleme und Streit mit den Anliegerbetrieben im Müglitztal. Mitunter wurde sehr eisen-

fluor- und feststoffreiches Wasser in die Vorflut abgegeben.

In der wasserrechtlichen Nutzungsgenehmigung unterlag neben dem Aufstau und der Entnahme von Oberflächenwasser vor allem die Einleitung von Abwasser in die Vorflut strengen Auflagen. Hier wurden die Grenzwerte der Abwasserbeschaffenheit zur Verhütung nachteiliger Auswirkungen auf die Gewässer festgelegt und auf erforderliche technologische und bauliche Maßnahmen verwiesen (Tab. 49).

Tab. 49: Grenze der Abwasserlast für die Einleitung von Abwasser aus der Spülhalde Bielatal,

Bezugspegel Dohna		Grenzwerte						
W	Q	abfiltrierbare Stoffe		Fe gesamt		F		pH-Wert
cm	m³/s	g/s	kg/d	g/s	kg/d	g/s	kg/d	
7	0,20	5	400	0,17	15	0,17	15	5,0-8,0
13	0,50	10	900	0,35	30	0,35	30	5,0-8,0
21	1,00	20	1800	0,70	60	0,70	60	5,0-8,0
32	2,00	40	3500	1,40	120	1,40	120	5,0-8,0
40	3,00	60	5200	2,00	170	2,00	170	5,0-8,0
47	4,00	80	7000	2,70	230	2,70	230	5,0-8,0
69	8,00	160	14000	5,40	460	5,40	460	5,0-8,0

Ein weiteres Problem waren die ständigen Sandabwehungen auf dem Spülstrand und den Bermen der Absetzanlagen, die teilweise durch Berieselung mit Wasser eingedämmt wurden.

18.2 Verwahrung, Sanierung und Rekultivierung

18.2.1 Verwahrung und Sanierung unter Tage

Die aus dem Lagerstättengebiet Altenberg bekannten bergmännischen Aufschlüsse sind nach Einstellung des Bergbaus nach den geltenden Richtlinien und Normen verwahrt worden.

Verwahrung der Zinnerzgrube Altenberg

Aus der Zinnerzgrube wurden alle Kontaminationen, wie öl- und fetthaltige Geräte und Maschinen, bitumenhaltige Kabel, Öl-Transformatoren und elektrische Anlagen sowie Rohrleitungen beseitigt. Das Sprengmittellager, Lüfterstationen, Elektro-, Lok- und Huntewerkstatt, Bandanlagen sowie Bandsteuerraum und untertägige Betriebsräume wurden ausgeräumt, ebenso die Funktionsräume Gezähmagazin, Materiallager, Diesel- und Öllager, Brandkammer, Erste-Hilfe-Raum und Pumpenkammer. So wurde Sohle für Sohle beräumt und der größte Teil des aus der Grube geraubten Materials verschrottet.

Die Abgänge vom Niveau Trübestolln in das Grubenge-

bäude sowie in den Altbergbau der Roten Zeche wurden verschlossen.

Im Trübestolln, Umleitungsstolln Kleine Biela und Rößlerstolln wurden Beraubungen und Sicherungsarbeiten verrichtet, teilweise Gleisreparaturen vorgenommen und die Wassersaigen instandgesetzt. Die Mundlöcher dieser Stolln sind mit einem Stahlgittertor gegen unbefugtes Betreten gesichert worden.

Kosten der Verwahrung: 5 246 TDM

Römerschacht

Bereits Anfang der achtziger Jahre wurden das Förder- und Fahrtentrum sowie alle Kabel- und Rohrleitungen aus dem Schacht geraubt. Der Förderturm musste wegen akuter Einsturzgefahr im Okt./Nov. 1989 abgerissen werden. Seitdem diente der Römerschacht nur noch als Wetterschacht. Von einer Verwahrung nach geltenden Richtlinien und Normen wurde abgesehen, da sich der Schacht bereits im bruchgefährdeten Einzugsbereich der Pinge befindet und durch eine Betonplatte bzw. durch den Pingenzaun gesichert ist.

Arno-Lippmann-Schacht

Die Sicherung des Schachtes wurde mit einem Einfachscherpfpfropfen oberhalb 35,8 m Schachtteufe, mit Lockermaterialüberkippung bis zur Tagesoberfläche und Abde-

ckung an der Rasensohle mit einer Stahlbetonabdeckplatte realisiert.

Dazu wurden die Schachtkabel und -rohrleitungen geraubt. Im Schacht verblieben 2 Stück Plastkabel von -51 m bis 7. Sohle und 3 Stück Rohrleitungen 5.-7. Sohle (DN 250, DN 100; 2“). Kontaminierte Bauteile der Füllorteinrichtungen, der Pumpen und der Hydraulikanlage im Schachtsumpf sowie der Skipbeschickung wurden demontiert.

Nach der Betonage wurden die Schachteinbauten ab Plombenoberkante bis Rasensohle geraubt. Es verblieben lediglich die Schachteinstriche.

Als Verfüllmaterial wurden Schotter, Splitt und Kies lagenweise verstürzt und verteilt. Im Anschluss erfolgte die Verfüllung der Schachtsäule mit nachzerkleinerten Bergmassen (Porphy, max. Korngröße 100 mm). Die Abdeckplatte wurde im Bereich der Rasenhängebank sohlengleich eingebaut und mit 2 Kontrollöffnungen versehen.

Die Schachteinrichtungen im Bereich der Rasensohle sowie die Fördergestelle und Förderseile wurden demontiert. Die Füllortzugänge auf der 5. und 7. Sohle sind in den Strecken 761 und 756 sowie im Querschlag 550 durch Ziegelmauern und im Querschlag 750 durch ein verschweißtes und im Gebirge verankertes Stahlgitter gegen Betreten gesichert.

Der verwahrte Schacht ist mit einer Tafel gekennzeichnet.

Beginn der Verwahrung:	November 1992
Ende der Schachtverwahrung:	08.05.1993
Kosten der Verwahrung:	496 TDM

Schacht 3

Die Sicherung des Schachtes wurde mit einem Füllortein-fachscherpfropfen im Niveau der Teilsohle 9 (-57 m), mit Lockermaterialüberkippung bis zur Tagesoberfläche und Abdeckung an der Rasensohle mit einer Stahlbetonabdeckplatte realisiert. Dazu wurden Kabel und Rohrleitungen geraubt.

Im Schacht verblieben lediglich 1 x Rohrleitung DN 100 von -63 m bis 7. Sohle und 5 x Plastkabel von -63 m bis 7. Sohle. Ab Füllortplombe bis Rasenhängebank wurden im Schacht die Fahrten, Umtrittbühnen und Vertonnung geraubt, es verblieben die Stahleinstriche und die Spurlatten.

In der Betonschalungsplatte und der Füllortplombe ist ein Entwässerungsrohr eingebaut. Als Verfüllmaterial wurden Schotter, Splitt und Kies lagenweise verstürzt und verteilt.

Im Anschluss erfolgte die Verfüllung der Schachtsäule mit nachzerkleinerten Bergmassen (Porphy, max. Korngröße

100 mm).

Die Abdeckplatte wurde im Bereich der Rasenhängebank sohlengleich eingebaut und mit zwei Kontrollöffnungen versehen.

Im Bereich Rasensohle wurden die Schachteinrichtungen, Fördergestelle und Förderseile demontiert.

Der Füllortzugang auf der 5. Sohle wurde durch Verschweißen der Stahlwettertür gesperrt, die Zugänge auf der 7. Sohle in den Strecken 761 und 756 durch Ziegelmauern und im Querschlag 750 durch ein verschweißtes und im Gebirge verankertes Stahlgitter gegen Befahren gesichert.

Der verwahrte Schacht ist mit einer Tafel gekennzeichnet.

Beginn der Verwahrung:	Februar/März 1993
Ende der Schachtverwahrung:	25.05.1993
Kosten der Verwahrung:	342 TDM

Tagesüberhauen 32

In Auswertung eines zur Erkundung der tagesnahen Gebirgsverhältnisse angelegten Schurfes und nach Hinweisen vom DMT Institut (1992) wurde die ursprünglich vorgesehene Verwahrung mit einer übertägigen Stahlbetonabdeckplatte verworfen. Statt dessen wurde ein Stahlbetonpfropfen im Knickbereich des Überhauens auf einer Stahlbetonbühne als Schalboden eingebaut und die verbliebene Schachtröhre mit Fertigbeton bis zur Rasensohle verfüllt. Die im Überhauen vorhandenen Einbauten wurden im Bereich des Betonschalbodens und des Pfropfens vollständig geraubt. Im Verfüllbereich oberhalb des Pfropfens verblieben die Stahleinstriche und Stahlumtrittbühnen.

Die Art der Verwahrung trägt im besonderen der Gewährleistung der Standsicherung des Überhauenkopfes Rechnung.

Die Schachtkau wurde saniert und das verwahrte Überhauen mit einer Tafel gekennzeichnet.

Beginn der Verwahrung:	Juni 1992
Ende der Verwahrung:	18.05.1993
Kosten der Verwahrung:	192 TDM

Tagesüberhauen 20 und Rothzechner Treibeschacht 27

Die beiden noch unverwahrten Schächte werden im 4. Quartal 2000 bzw. im 1. Quartal 2001 verwahrt. Die Kauen beider Schächte und die Schachtröhre des Rothzechner Treibeschachtes stehen unter Denkmalschutz und bedürfen deshalb einer sorgfältigen Prüfung bergmännisch vertretbarer als auch denkmalpflegerischer Ziele.

Entwässerungsstolln

Um Verformungen innerhalb der Bruchmassen am Böschungsfuß der Pingenwände bei vollständiger Flutung des Grubengebäudes bis in die Bruchmasse der Pinge und damit ein unkontrollierbares Nachbrechen der Pingenwände zu verhindern, wurde von Dezember 1991 bis August 1993 der Entwässerungsstolln vom Niveau der 7. Sohle (Strecke 725; 489,5 m ü. NN) mit zwei Streckenabknickungen bis in das Tal der Kleinen Biela weit unterhalb der Industriellen Absetzanlage Bielatal im Gegenortbetrieb aufgeföhren (Mdl. 477,5 m ü. NN, Abb. 184).

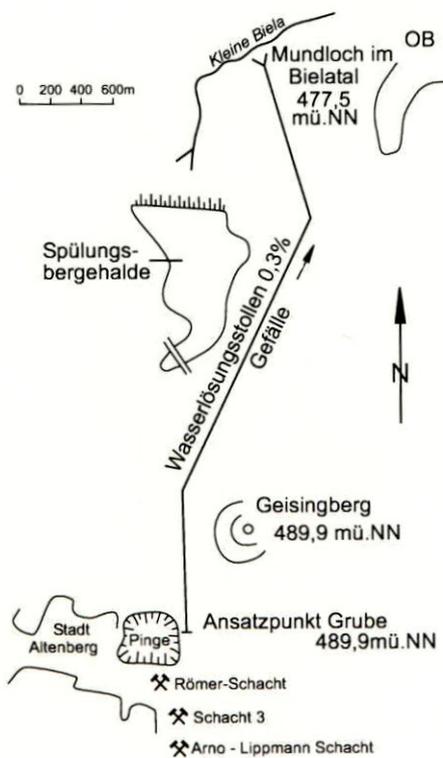


Abb. 184: Trassenführung des Entwässerungsstollens (NOLTZE 1993) (OB = Ortschaft Bärenstein)

Der grubenseitige Vortrieb erfolgte gleisgebunden mit einem Querschnitt von 9,37 m², der Vortrieb im Gegenort von der Bielatalseite her gleislos mit einem Querschnitt von 15,2 m² bis zum Durchschlag bei 2115 m am 18.02.1993. Der Stolln ist 3925 m lang und hat die Aufgabe, das im Grubengebäude oberhalb der 7. Sohle sich sammelnde Wasser von jährlich ca. 300 000 m³ abzuführen und die Grube damit trocken zu halten. Dadurch ist das geomechanische Gleichgewicht des durch den Bergbau stark beanspruchten Gebirgskörpers nahezu sichergestellt. Ca. 50 m vor dem Mundloch grubenseitig wurde ein Öl- und Fettabscheider in die Sohle eingebaut. Das Stollnmundloch ist mit Stützmauern gestaltet und mit einem Stahlgittertor gegen unbefugtes Betreten gesichert.

Kosten der Verwahrung: 10 784 TDM

Zwitterstocks Tiefer Erbstolln

Die tal- und bergseitigen Aufföhren des Zwitterstocks Tiefer Erbstolln begannen 1491 und konnten erst 1543 am „Gesprenge“ mit 3,1 m Höhenunterschied zusammengeführt werden. Das Stollnmundloch (570 m ü. NN) befindet sich nördlich von Geising am Roten Wasser (Abb. 4 und 17). Der Stolln verläuft in westlicher Richtung auf einer Länge von 1940 m bis in die Grubenräume des Altenberger Zwitterstocks und „kommt am Römerschacht in ca. 132 m Teufe ein“ (JOBST, 1978, UK 1. Sohle 589 m ü. NN).

Gleichzeitig mit dem Hauptstolln wurde, beginnend am Lichtloch 59, bis zum „Gesprenge“ über diesem ein Wetterbegleitort im Profil eines Sitzortes vorgetrieben. Seine Länge beträgt 1582 m. Dieses Begleitort liegt zwischen 0,75 m bis 3 m über der Firste des Hauptstollens und erhielt nach Bedarf Wetterdurchschläge.

Diese Wetterdurchschläge wurden im Verlauf des Vortriebes nacheinander wieder verschlossen, da immer nur der letzte Durchschlag als Wetterverbindung genutzt wurde. In der Folgezeit traten durch geringmächtige Schweben zwischen Begleitort und Stolln lokal Brüche auf.

Der Zwitterstocks Tiefer Erbstolln steht unter Denkmalschutz, um die weitgehend erhaltenen besonderen Sachzeugen dieses Stollens aus dem frühen 16. Jh. dauerhaft zu sichern. Aus diesem Grund wurde eine Verwahrungsvariante gewählt, die den bergbauhistorisch-denkmalpflegerischen Zielen, aber auch den Auflagen des Bergamtes Chemnitz gerecht wurde.

So wurden zunächst das Tragwerk auf einer Länge von 1125 m (Großes Lichtloch) vollständig erneuert, Bereiß- und Beräumungsarbeiten durchgeführt sowie das Haufwerk und das Altholz aus dem Wetterbegleitort mittels eines selbstgeföhrtigen Hutes beräumt. 10 m hinter dem Großen Lichtloch (vom Mdl. kommend) und seitlich des Lichtloches wurden Stahlgitter verschweißt und im Stoß eingelassen. Der Röschenauslauf vor dem Mundloch wurde gesäubert und das Mundloch mit einem Stahlgittertor gegen unbefugtes Betreten gesichert.

Es bestehen Bestrebungen, den Zwitterstocks Tiefer Erbstolln an die Kommune Geising zu übertragen.

Kosten der Verwahrung: 38 TDM

Zu den Aufgaben der ehemaligen Zinnerz GmbH Altenberg zählten auch die Verwahrungen der Schachtanlagen und Stolln der Kupfergrube Sadisdorf. Sie sind jedoch nicht Inhalt dieser Lagerstättenmonographie.

Kosten der Verwahrung: 970 TDM

18.2.2 Verwahrung, Sanierung und Rekultivierung über Tage

Die Tagesanlagen des Betriebes Zinnerz Altenberg (Abb. 185) wurden zum größten Teil verkauft bzw. kommunalisiert. Das betrifft vor allem die Gebäude am Arno-Lippmann-Schacht (Abb. 186), auf dem Römergelände, im Bielatal sowie die Schachtkauen des Überhauens 20 und des Rothzechner Treibeschachtes. Weiterhin konnten der Gebäudekomplex des Schachtes 3 (Abb. 187), das Verwaltungsgebäude sowie das Gebäude der Betriebsgaststätte (BG 1000) veräußert werden. Ein Beschluss der Treuhandanstalt gestattete den Rückkauf von Grundstücken und Wohngebäuden durch die ehemaligen Eigentümer (Pingen-

vorfeldberäumung).

Die Betriebsgebäude, die keiner Nachnutzung zugeführt werden konnten, wurden abgerissen und das Gelände rekultiviert. Hierbei handelt es sich um die ehemalige Aufbereitung Schwarzwasser, das Neue Heizwerk, Heizhaus und Trafostation Römer, Neue Aufbereitung, 3. Brechstufe, Neue Flotation, Pumpstationen sowie die Wohnheime 1, 3 und 5, um nur einige zu nennen.

Das System der Galgenteiche (Abb. 188) wurde getrennt. Der Große Galgenteich und der 1992 fertiggestellte Speicher Altenberg mit Neu- und Quergraben wurden an die Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen verkauft, der Kleine Galgenteich kommunalisiert. Er wird auch weiterhin als Stadtbad genutzt.



Abb. 185: Betriebsgelände Zinnerz GmbH Altenberg 1998
(von links nach rechts Mitte: Betriebsgaststätte, Arno-Lippmann-Schacht, Schacht 3, Römer-Gebäude, Pinge)



Abb. 186: Arno-Lippmann-Schacht 1998

Der Aschergraben (Kunstgraben), Rößlerstolln (unterirdische Weiterleitung des Tiefenbaches) und der Umleitungsstolln Kleine Biela (unterirdische Weiterleitung des Vorfluters Kleine Biela) sind lt. Sächsischem Wassergesetz vom 23.02.1993 als Gewässer 2. Ordnung eingestuft.

Industrielle Absetzanlagen, Halden und Pinggen bedürfen einer Wiedereingliederung in die Landschaft. Auf den Halden des historischen Bergbaus hat sich bereits eine besondere Haldenflora entwickelt. Sie stehen teilweise unter Naturschutz. Die durch den Bergbau der Gegenwart angelegten Halden und Absetzanlagen wurden und werden unter Berücksichtigung der Standsicherheit ihrer Dammbauwerke, des Haldenchemismus und des Hochwasserschutzes rekultiviert.

So wurden die Schwarzwasserhalden in den 70er Jahren wiederaufgeforstet, was ohne gesonderten Auftrag von Mutterboden gelang.

Die mit der vorgesehenen Liquidation des Betriebes 1990 eingestellte Haldensandrückgewinnung auf der Tiefenbachhalde hinterließ ein Restloch (ehemaliger Spülsee) mit einem Volumen von ca. 60 Tm³. Unter Einhaltung des vom Bergamt Chemnitz zugelassenen Betriebsplanes wurde dieses Restloch mit unkontaminiertem Bauschutt aus Abbrüchen einzelner Gebäude verfüllt. Die Anlagenteile (Pontons, Rohrleitungen) wurden verkauft bzw. verschrottet. Da die Absetzanlage bereits 1993 einer Firma als neue Produktionsstätte diente, gestalteten sich die verbliebenen Rekultivierungsmaßnahmen nicht mehr nur rein bergbaubezogen. Betriebsbedingte, durch die Art der Produktion bestimmte technisch/technologische Forderungen, vor allem hinsichtlich der Lärm- und Staubbelastigung, mussten umgesetzt werden. So wurden 5 Wälle radial zur Dammachse geschüttet (Fuß ca. 6,50 m breit; 2,50 m hoch, ca. 200 m lang) und bepflanzt. Die Tiefenbachhalde wurde 1998 aus der Bergaufsicht entlassen (Abb. 189).



Abb. 187: Schacht 3 1998

Mit Einstellung der Produktion Ende März 1991 begannen auch auf der Industriellen Absetzanlage Bielatal Rekultivierungsmaßnahmen. Ziel dieser Verwahrung ist die Eingliederung der IAA in die überwiegend forstwirtschaftlich genutzten Flächen.

Dazu wurden 2/3 der Haldenoberfläche zum Schutz gegen Winderosion mit grusigem, nicht ausreichend kulturfähigem Material mit einer Schichtdicke von ca. 35 cm abgedeckt. Die Luftseite des Hauptdammes wurde von der Berme 610 m ü. NN bis 628,75 m ü. NN durch Nassansaart begrünt.

Entsprechend vorliegenden Gutachten wird der Spülsee auf längere Sicht erhalten bleiben (Abb. 190). Da er aufgrund seiner Unterbodenstruktur eine Gefährdung für die Öffentlichkeit darstellt, wurde er von der Landseite durch einen Handlauf, der sich in die Umgebung einfügt, gesichert.

Das Einzugsgebiet der IAA Bielatal wurde auf der Grundlage der Topographischen Karte M 1 : 10 000, Stand 1983, mit 1,66 km² ermittelt. Für den Fall eines Starkniederschlags mit einer Niederschlagsmenge von 140 mm in 2 Stunden ist die sichere Ableitung der zusitzenden Wässer über den Klarwasserabtrag des Spülsees gewährleistet. Dazu dienen die beiden zuletzt angelegten Schrote 13 und 14 mit einer Nennweite von 309 mm. Diese Schrote wurden auf einer Höhe von

Schrot 13	OK	626,44 m ü. NN
Schrot 14	OK	626,39 m ü. NN

abgebrochen und mit einem Rechenkorb abgedeckt. Die Wasserableitung erfolgt nunmehr direkt über den Schachtüberfall und die Fallrohre.



Abb. 188: Großer und Kleiner Galgenteich sowie Speicher Altenberg 1998

Der Zugang zu dem Wasserabtragungssystem erfolgt über Pontons.

1993 wurde die Absetzanlage an eine Firma verkauft, die die Rekultivierungsmaßnahmen fortsetzt.

Gesamtkosten der Verwahrung
über Tage: 71 231 TDM.

Kontroll- und Überwachungsmaßnahmen (Monitoring)

Für die IAA Bielatal, den Entwässerungsstolln und die Pinge sind auch in Zukunft Kontroll- und Überwachungsmaßnahmen erforderlich.

Diese sind in Betriebsplänen, die vom Bergamt Chemnitz bestätigt wurden, geregelt.

18.2.3 Geomechanische Umweltbeeinflussung durch die Pinge (J. SIEGERT)

18.2.3.1 Stand der Bergarbeiten bei Einstellung der Produktion am 31. März 1991

Mit der Entscheidung zur Gewinnung der um die Pingengebruchmasse herum anstehenden Festerze mit dem dafür speziell entwickelten Abbaufahren „Modifizierter Teilsohlenbruchbau mit kammerpfeilerartigem Verhieb“, erfolgte ab 1983 bis zur Betriebseinstellung das großflächige Unterschrämen des Festerzkörpers im Niveau der Teilsohle 3 (TS 3) bei 545 m über NN im Baufeld 1 und 2 sowie z. T. BF 3.

Damit wurden große Teile des Festerzbereiches unterschrämt und Voraussetzungen für das Zubruchgehen des darüber anstehenden Gebirgskörpers geschaffen.



Abb. 189: Rekultivierte Tiefenbachhalde 1998

18.2.3.2 Zu erwartende geomechanische Auswirkungen auf die Tagesoberfläche

Ausgehend von der Grenze des unterschrägten Festerzkörpers im Niveau TS 3 wurden mit den vom Institut für Bergbausicherheit bis 1985 im Rahmen des Forschungsprogramms „Geomechanische Untersuchungen zur Einführung des Teilsohlenbruchbaues im Betrieb Zinnerz Altenberg“ ermittelten Parametern die Grenzen für die Vorfeldberäumung und die Zerrungsbereiche für 2 mm/m und 1 mm/m an der Tagesoberfläche konstruiert.

Die Konstruktion erfolgte mit folgenden Parametern:

- Bruchwinkel 70°
- Sicherheitsstreifen entlang der konstruierten Bruchwinkelgrenze 20 m
- Winkel für Zerrungen an der Tagesoberfläche (Zerrungszonengrenzen)
 - bis 2 mm/m 60°
 - bis 1 mm/m 50°

Die Grenze der Vorfeldberäumung ergab sich aus dem Verlauf der Bruchgrenze erweitert um den 20 m Sicherheitsstreifen.

Nach den geomechanischen Untersuchungen des Institutes für Bergbausicherheit ist bis zum Bruchwinkel von 70° mit dem Nachbrechen der Pingenwände zu rechnen (s. auch Kap. 13 und Abb. 98).

Zwischen dem Winkelbereich von 60°–70° treten Entfestigungsprozesse im Gebirge auf, die zu Horizontal- und Vertikalbewegungen führen. Die Zerrungen können dabei Werte bis 2 mm/m erreichen.

Zwischen den Einwirkwinkeln von 60°–50° treten ebenfalls Horizontal- und Vertikalbewegungen auf, wobei die Zerrungen nur noch Werte bis 1 mm/m erreichen.

Außerhalb der 50° –Linie treten nur noch geringfügige Horizontal- und Vertikalbewegungen auf.



Abb. 190: Rekultivierte Industrielle Absetzanlage Bielatal 1998

18.2.3.3 Ergebnisse der Deformationsmessungen

Im Rahmen der „Markscheiderischen Sicherheitskontrolle“ (gemäß Anordnung der Obersten Bergbehörde der DDR) wurden bereits 1982 15 Messlinien radial um die Pinge herum angelegt, um Höhen- und Längenänderungen zu ermitteln und daraus vertikale und horizontale Deformationen zu berechnen.

Diese Messungen werden heute noch in drei ausgewählten Profilen dreimal und in allen Profilen einmal jährlich durchgeführt. Die nach den Messungen durchgeführten Interpretationen bestätigten bis 1999 die vom Institut für Bergbausicherheit ermittelten Parameter.

Nach den vorangeschrittenen Bruchvorgängen im Gebirge ergaben sich Anfang der 90er Jahre aus der Berechnung der Zerrungen und Pressungen zwei zum Pingenrand parallel verlaufende Bruchkonturen an der Tagesoberfläche.

Dabei spiegelt die pingennahe Bruchkontur den Zerrungsbe-
reich für 2mm/m und die pingenerne Bruchkontur den Zer-

rungsbereich für 1mm/m wider.

18.2.3.4 Monitoring zur Pingenbeobachtung

Da abzusehen war, dass die durch das Unterschrämen des Festerkörpers provozierten Bruchvorgänge nicht kurzfristig abklingen werden, forderte das Bergamt Chemnitz zur kontinuierlichen weiteren Kontrolle der Bruchvorgänge und der Geländebeschaffenheit an der Pinge die Vorlage eines Monitorings.

Der „Sonderbetriebsplan für das Monitoring zur Beobachtung des Randes der Pinge Altenberg“ wurde daraufhin auf Antrag des Betriebes vom 14. Juli 1998 am 28. August 1998 zugelassen.

Folgende Kontrollmaßnahmen wurden darin festgelegt (Tab. 50).

Tab. 50: Kontrollmaßnahmen Pingensrandbeobachtungen

Ifd. Nr.	Kontrollmaßnahme	Festlegung gemäß	Kontrollzyklus	verantwortlich für Dokumentation	Verantwortlich für Interpretation
1	Kontrolle des Zaunes einschließlich kleiner Reparaturen	Abschlussbetriebsplan	wöchentlich	Bergwerk Altenberg	
2	Ablesen der Extensiometer in den Bohrungen 101 (8 Ext.), 102 (10 Ext.), 103 (11 Ext.) und an den Messstellen 3 (5 Ext.) und 5 (1 Ext.)	Abschlussbetriebsplan	14tägig	Bergwerk Altenberg	Markscheider
3	makroskopische Beobachtung des Pingenvorfeldes, besonders innerhalb der Einwirkungsfläche, auf neue Rissbildungen	Abschlussbetriebsplan	14tägig, davon einmal monatlich mit Markscheider	Bergwerk Altenberg und Markscheider	Markscheider
4	Deformationsmessung in allen Messlinien	Abschlussbetriebsplan	jährlich	beauftragtes Vermessungsbüro	Markscheider
5	Deformationsmessung in 3 ausgewählten Messlinien	BSA-Auflage vom 01.06.1995	2 x jährlich	beauftragtes Vermessungsbüro	Markscheider
6	Kontrolle der innerhalb der Einwirkungsfläche bewohnten Gebäude durch einen Bauingenieur	BSA-Auflage vom 01.06.1995	mindestens aller 2 Jahre	beauftragtes Ingenieurbüro	Bauingenieur
7	Kontrollbefahrung in der Beobachtungsstrecke, Ablesen der Streckenextensiometer und makroskopische Kontrolle zur Veränderung der Rissbildungen	BSA-Auflage	1 x jährlich	Bergwerk Altenberg und Markscheider	Markscheider

Die Fortsetzung der Deformationsmessungen bestätigen den Verlauf der pingennahen und pingenernen Bruchkontur und dass die Entfestigungen im Pingenvorfeld noch nicht abgeklungen sind. In ausgewählten Bereichen ist deshalb mit plötzlichen Pingensabbrüchen jederzeit zu rechnen.

18.2.3.5 Entwicklung des Pingensrandes

Die Entwicklung des Pingensrandes wurde durch die hohen Fördermengen und den ab 1985 folgenden Festerzabbau sehr stark beeinflusst (Abb. 10, Rand der Pinge in den Jahren bis 1999). Es zeigt sich, dass der Pingensrand im Westen und Süden sehr dicht an der übertägigen Bruchraumkontur verläuft. Ein Zustand, der auf Grund der hohen Festigkeit des Gebirges in diesen Gebieten zwar logisch ist, aber gleichzeitig auf die ständige akute Bruchgefahr hinweist.

Die Entwicklung des Pingensrandes ab 1973 spiegelt die hohen Förderzahlen wider. Nach 1983 wirkt sich auf die Entwicklung die Einführung des Festerzabbaues aus.

Die Entwicklung des Pingensrandes ist noch lange nicht abgeschlossen. Der Gleichgewichtszustand ist noch nicht erreicht. Im Gutachten „Geomechanische Bewertung möglicher Beeinflussungen des Pingenvorfeldes im Bergwerk Altenberg“ von GEOTECHNIK PROJEKT vom März 1998 wird auf einen Langzeitprozess verwiesen, der Jahrzehnte bis Jahrhunderte dauern kann. Bei vergleichbaren Aufschlüssen traten Abbrüche noch 20 Jahre nach Beendigung der bergmännischen Arbeiten auf.

Ständige Nachbrüche über die ganzen Jahre hinweg bestätigen diese Theorie.

18.2.3.6. Entwicklung des Pingensmassenspiegels

Um 1920 lag das Pingentiefste bei etwa 675 m ü. NN. Mit den Gewinnungsarbeiten hat die Teufe der Pinge ständig zugenommen.

In den Jahren 1992 und 1996 erfolgte mit terrestrischer Photogrammetrie durch die TU Bergakademie Freiberg, Institut für Markscheidewesen und Geodäsie eine Aufnahme vom Stand des Pingensmassenspiegels. 1992 erreichte das Pingentiefste einen Wert von 604,4 m ü. NN und 1996 einen von 603,5 m ü. NN.

Damit sank, trotz eingestellter Gewinnung, der Pingensmassenspiegel um einen weiteren Meter ab. Ob Setzungen oder/und Senkungen die Ursache sind, ist nicht festzustellen.

Bis 1999 ist ein weiteres Abgleiten der Pingensmassen von den Pingensböschungen zum Tiefsten hin zu beobachten.

Damit sind immer noch ein Anwachsen der Böschungshöhen und eine Erhöhung der Böschungsbeanspruchung verbunden.

Stützwirkungen für die Pingenswände sind bisher noch an keiner Stelle der Pinge eingetreten.

18.2.3.7 Bruchentwicklung in der Beobachtungsstrecke

Zur Beobachtung der Bruchentwicklung im Gebirge wurde im Rahmen der Entwicklung des neuen Abbaufahrens eine Beobachtungsstrecke vom Trübestolln bis zum Durchschlag zur Bruchmasse in der Pinge in einer Teufe von 60 m aufgefahren.

Von den damals installierten Messeinrichtungen sind heute noch die Streckenextensiometer funktionsfähig. Sie werden regelmäßig abgelesen, die Veränderungen dokumentiert und ausgewertet.

Etwa 60 m unter der Tagesoberfläche lässt sich heute noch die Entfestigung des Gebirges bis zum totalen Zusammenbruch der Strecke sehr gut verfolgen. In den letzten Jahren konnte so ein Voranschreiten der Bruchfront nach Osten um ca. 120 m verfolgt werden.

Regelmäßige Befahrungen der Beobachtungsstrecke werden gemäß Monitoring auch weiterhin durchgeführt.

18.2.3.8. Prognose für die Entwicklung am Rand der Pinge

Wie bereits erwähnt, ist der Gleichgewichtszustand in den Pingenböschungen und am Pingenrand noch nicht erreicht. Die Entfestigung am Pingenrand, bei der örtlich bis zu Dezimeter breite Spalten entstehen können, wird bis zu der 1998 festgelegten „Grenze der bauwerksrelevanten geomechanischen Einwirkungen“ gemäß § 110, Absatz 6 Bundesberggesetz“ reichen.

19 Nachwort

Für die Abfassung der Kapitel Bergbau, Aufbereitung, Umweltbelastung/Sanierung und Pingenüberwachung erklärten sich kompetente Fachleute bereit. Der Autor dankt Herrn H. Bernhardt, Herrn M. Becker, Frau M. Kühn und Herrn J. Siegert für die aufgeschlossene und fruchtbare Zusammenarbeit. Den Herren G. Tischendorf (Zittau) und R. Sennewald (Freiberg) gebührt Dank für die sachkundige und kritische Durchsicht des Manuskriptes. Frau E. Schulz sowie den Kolleginnen der Kartographie des LfUG wird für die sorgfältige Ausführung von zeichnerischen Arbeiten gedankt. Ein herzliches Dankeschön gilt Frau S. Lasch und Frau R. Neuke für die gewissenhafte Realisierung der umfangreichen schreibtechnischen Arbeiten.

Für die Überlassung zahlreicher Fotomaterialien sei der Firma Luftbild Büschel, Schlema, Frau M. Kühn und den Herren M. Becker, H. Bernhardt, W. Böhme, E. Ehrh, G. Gerstenberger, H. Henker, J. Kugler, H. Lausch, H. Mende,

J. Rißland, W. Schilka, O. Tietz, R. Voigt gedankt. Ein weiteres Dankeschön gilt Herrn P. Wolf (LfUG) für die umfangreiche und sorgfältige redaktionelle Bearbeitung.

Literatur (G. WEINHOLD, M. BECKER)

- AGRICOLA, G. (1974): De re metallica libri XII, Basel 1556 – [Reprint VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin.]
- ARBEITSGEMEINSCHAFT (1968): Abgrenzung zwischen anstehendem Erz und Brucherz sowie Erz-Nebengestein in der Lagerstätte Altenberg. – Abschlußbericht VEB BHK Freiberg, unveröff.
- AUTORENKOLLEKTIV (1966): Östliches Erzgebirge. Ergebnisse der heimatkundlichen Bestandsaufnahme im Gebiet Frauenstein/Nassau. Aufsätze zu Natur, Geschichte und Kultur des östlichen Erzgebirges. – Werte der deutschen Heimat, Bd. 10, Berlin.
- AUTORENKOLLEKTIV (1967): Untersuchung der Zinnflotation Altenberg für den Einsatz des Röntgenmessfühlers Mansfeld. – VEB Mansfeld Kombinat „W. Pieck“ Eisleben.
- AUTORENKOLLEKTIV (1976): Die Verwirklichung der Beschlüsse des VIII. Parteitag der SED – die Hauptanstrengungen der Werktätigen des Zinnbergbaus im VEB Bergbau- und Hüttenkombinat „Albert Funk“ Freiberg, zwischen dem VIII. und IX. Parteitag der SED. – Neue Bergbautechnik, 6. Jg., Heft 4.
- AUTORENKOLLEKTIV (1979): Langfristige Konzeption für Forschungs-, Such- und Erkundungsarbeiten auf Zinnerze bis 1990. – VEB Kombinat Geologische Forschung und Erkundung Halle.
- AUTORENKOLLEKTIV (1980): Konditionsantrag für die Zinnlagerstätte Altenberg. – VEB BHK Freiberg, unveröff. Bericht.
- AUTORENKOLLEKTIV (1981): Erzvorratsberechnung Zinnerzlagerstätte Altenberg. – VEB BHK Freiberg, unveröff.
- AUTORENKOLLEKTIV (1982): Geomechanische Stellungnahme zur Konzeption zur Fortführung des Festerzabbaues der Lagerstätte Altenberg vom 30.04.1982. – Inst. f. Bergbausicherheit Leipzig, unveröff. Bericht.
- AUTORENKOLLEKTIV (1984): Ergebnisbericht Ausgangsmodell Teilaufgabe zur Forschungsaufgabe „Geomechanische Untersuchungen Altenberg 3 zur Einführung des Teilsohlenbruchbaues im Betrieb Zinnerz Altenberg“. – Inst. f. Bergbausicherheit Leipzig, unveröff.
- AUTORENKOLLEKTIV (1984): Geomechanische Stellungnahme zur Standsicherheit der Aufbereitungsanlage Römer des Betriebes Zinnerz Altenberg. – Inst. f. Bergbausicherheit Leipzig, unveröff.
- AUTORENKOLLEKTIV (1984): Verteilung der Begleitelemente (Bi, Mo, W, Li, Rb) in der Zinnerzlagerstätte Altenberg. – EMA Universität Greifswald, Sekt. Geowiss., unveröff. Bericht.
- AUTORENKOLLEKTIV (1987): Auswertung der übertage im

- Vorfeld der Pingenkontur gemessenen Verschiebungen. - Inst. f. Bergbausicherheit Leipzig, unveröff. Bericht.
- AUTORENKOLLEKTIV (1987): Auswertung der untertägig beobachteten Druck- bzw. Entfestigungserscheinungen im Betrieb Zinnerz Altenberg. - Inst. f. Bergbausicherheit Leipzig, unveröff. Bericht.
- AUTORENKOLLEKTIV (1987): Bergbautechnisch-ökonomische Bewertung der Lagerstätte Zinnkluft Altenberg. - VEB BHK „Albert Funk“ Freiberg, unveröff.
- AUTORENKOLLEKTIV (1987): Ergebnisbericht zum numerischen Modell Block 23. - Inst. f. Bergbausicherheit Leipzig, unveröff.
- AUTORENKOLLEKTIV (1988): Abschlußbericht geomechanische Untersuchungen zur Fortführung des Teilsohlenbruchbaues im Betrieb Zinnerz Altenberg. - Inst. f. Bergbausicherheit Leipzig, unveröff.
- AUTORENKOLLEKTIV (1989): Geomechanische Untersuchungen zur Überwachung der unter- und übertägigen Auswirkungen des Festerzabbaues der Zinnerz Lagerstätte Altenberg. - Inst. f. Bergbausicherheit Leipzig, unveröff. Bericht.
- AUTORENKOLLEKTIV (1989): Suche Zinnerzfeld Altenberg - Dippoldiswalde. Komplexinterpretation geologischer, geophysikalischer und geochemischer Untersuchungen im Maßstab 1 : 25 000. - Ber. VEB GFE Freiberg.
- AUTORENKOLLEKTIV (1989/90): Abbruchdokumentation Zinn Altenberg I und II. - VEB GFE Freiberg, Unveröff. Bericht.
- AUTORENKOLLEKTIV (1993): Chronik des Betriebes Zinner Altenberg mit Schachtanlagen Römerschacht, Arnolippmann-Schacht (Zentralschacht), Schacht 3 und den Aufbereitungsanlagen Schwarzwasser, Römer und Neue Aufbereitung 1945-1993. - Archiv Zinnerz Altenberg, Bergarchiv Freiberg.
- BACHMANN, H. (1825): Bemerkungen über das Stockwerk zu Altenberg und über einige andere in der Nähe von Altenberg gelegene Grubengebäude. - Bergakademie Freiberg, Bibliothek, Bergmännische Specimina Nr. 1995.
- BANKWITZ, P. & BANKWITZ, E. (1982): Zur Entwicklung der Erzgebirgischen und Lausitzer Antiklinalzone. - Z. angew. Geologie Berlin **28**, 11: 511-524.
- BANKWITZ, P. u. a. (1979): Zu einigen Fragen der Krustenentwicklung in Mitteleuropa. - Ztsch. geologisch. Wiss. Berlin **7**, 9: 1081-1089.
- BARSCHE, W. (1969): Tektonische Untersuchungen in der Zinnerz Lagerstätte Altenberg. - VEB GFE Freiberg, unveröff. Ingenieurarbeit.
- BARSCHE, W.; QUELLMALZ, W; WILSDORF, H.; SCHLEGEL, G. (1988): Das erzgebirgische Zinn in Natur, Geschichte, Technik. - 3. Auflage, 88 Seiten, Altenberg.
- BAUERNFEIND, H. (1932): Altenberg und sein Zinnerzwerk. - Zeitschrift „Glück auf“, Schwarzenberg.
- BAUMANN, L. (1968): Die Mineralparagenesen des Erzgebirges - Charakteristik und Genese. - Freiburger Forschungshefte C **230**, Leipzig.
- BAUMANN, L. (1992): Zur Metallogenie des Erzgebirges sowie Darstellung einiger seiner bedeutenden Lagerstätten. - Lagerstättenforschung in Deutschland 1991. Vorträge der Fachtagung 1991 des GDMB-Fachausschusses „Lagerstätten“ in Freiberg/Sachsen am 24./25. Oktober. Heft 64 der Schriftenreihe der GDMB, S. 1-30 Clausthal-Zellerfeld.
- BAUMANN, L. (1994): Oscar W. Oelsner - ein bedeutender Lagerstättengeologe. - Freiberg. Forsch.h., **C 451**, S. 11-36, Leipzig-Stuttgart.
- BAUMANN, L. (1994): Klassische Erzlagerstätten des Erzgebirges. - Der Aufschluß, **45**, S. 56-66, Heidelberg.
- BAUMANN, L. & SCHLEGEL G. (1967): Zur Geologie und Mineralisation der Zinnerz Lagerstätte Altenberg. - Freiburger Forschungshefte C **218**: 9-34, Leipzig.
- BECHER, CHR. (1976): Hydrodynamische Einflüsse bei fremdbelüfteten Fingerrührerflotationsmaschinen mit Altenberger Kassiterit - Bergarchiv Freiberg, ZE-Alt THA-Nr. III Ae 60, lfd. Nr. 238. Studienarbeit.
- BECK, R. (1896): Einige Beobachtungen im Gebiet der Altenberger-Zinnwalder Zinnerz Lagerstätte. - Zeitschrift für praktische Geologie, 4. Jg. (Halle).
- BECKER, M. (1973): Rationalisierung in den Aufbereitungsanlagen des Betriebes Zinnerz Altenberg. - Museum Altenberg, unveröff.
- BECKER, M. & RÖSSEL, H. (1979): Überführung der Technologie II. Etappe zur Rekonstruktion und Erweiterung der Aufbereitung Zinnerz. - Bergarchiv Freiberg, ZE-Alt THA-Nr. III Ae 60, lfd. Nr. 272. Abschlussprotokoll.
- BECKERT, H. (1955): Aus der Geschichte des Zinnerzbergbaus um den Geisingberg. - Heimatkundl. Blätter, Dresden, 1. Jg., H. 2/3, S. 19-35.
- BECKERT, H. (1956): Die Altenberger Pinge. - Bergakademie **8**, 8: 382-383.
- BECKERT, H. (1956): Über alte Pochen und Wäschen im Altenberger Zinnerzbergbau. - Bergbautechnik (Berlin) **9**: 322-328.
- BECKERT, H. (1958): Über das Feuersetzen im Zinnerzbergbau zu Altenberg. - Neuer historischer Fund zum Feuersetzen in Altenberg. Bergakademie (Berlin) **10**: 269-272 und **11** (1959), s. 261.
- BECKERT, H. (1961): Historische Beiträge zur bergmännischen Wasserwirtschaft im Zinnerzbergbau zu Altenberg. - Sächsische Heimatblätter, 7. Jg. Heft 5.
- BECKERT, H. (1968): Alte Pochen und Wäschen im Zinnerzbergbau des östlichen Erzgebirges. - Sächsische Heimatblätter, Heft 4: 41-44.
- BEHR, F. A. E. (1821): Gruben-Bericht von dem Berggebäude Vereinigt Feld im Zwitterstock in Altenberger Bergamtsrevier zu Altenberg gelegen. - Bergakademie Freiberg, Bibliothek, Bergmännische Specimina, Nr. 1801.
- BEHRENS, W. (1977): Studie Schutzstreifen um die Pinge Altenberg nach Auserzung der Lagerstätte. - VEB GFE Freiberg unveröff.

- BEHRENS, W. (1980): Ing.-geologisch. Stellungnahme zur Nordböschung Pinge Altenberg. – VEB GFE, unveröff.
- BENEK, R.; SELTMANN, R.; SCHILKA, W.; WETZEL, H.-U., (1991): Bruchtektonik, spätvariszischer Magmatismus und Mineralisation im Osterzgebirge (speziell Altenberger Scholle). – Exkursionsführer GfG-Vortrags- und Exkursionstagung „Paläovulkanismus im östlichen Deutschland, S. 1-25, Münchenfrei.
- BERGER, H.-J. (1972): Ergebnisbericht über gesicherte Grubenakten der Neu Hoffnunger Fundgrube, Engel Gabrieler Fundgrube und Zwitterstock tiefer Erbstollengesellschaft. – Archivmaterial Geologie Zinnerz Altenberg, unveröff.
- BERGER, W. (1972): Ergebnisbericht – Neufanger-Fundgruben. – Zinnerz Altenberg, unveröff.
- BERNHARDT, H., MATTHES, H. & BORMANN, U. (1993): Chronik des Betriebes Zinnerz Altenberg mit den Schachtanlagen Römerschacht, Arno-Lippmann-Schacht (Zentralschacht), Schacht 3 und den Aufbereitungsanlagen Schwarzwasser, Römer und Neue Aufbereitung 1945-1993
- BEUS, A. A. & SOBOLEV, B. P. (1964): Die Geochemie der Prozesse hochtemperierter postmagmatischer Erzbildung in Granitoiden. – Dokl. sov. mezdu. geologisch. Kongr. XXII. sess., probl. 5, probl. gen. rud. 36-49, Izd. Nedra, Moskau.
- BEUS, R. A. & ZALASKOVA N. E. (1962): Über die Prozesse der hochthermalen postmagmatischen Metasomatose in Granitoiden. – *Isvest ak. Nauk SSR, senja Geolog.* **4**: 13-31.
- BILSING, U. (1971): Einfluss der unvermeidlichen Ionen auf das Flotationsverhalten von Zinnstein und Begleitmineralen. - Bergarchiv Freiberg, ZE-Alt THA-Nr. III Ae 60, lfd. Nr. 198. Abschlußbericht.
- BILSING, U. (1975): Stabilisierung der Flotation Altenberg - Regressionsbeziehungen zwischen Erzzusammensetzung und Aufbereitungsergebnis. - Bergarchiv Freiberg, ZE-Alt THA-Nr. III Ae 60, lfd. Nr. 222. Teilbericht.
- BILSING, U. (1975): Stabilisierung Flotation Altenberg, Teilaufgabe Erztypeneinfluss. - Bergarchiv Freiberg, ZE-Alt THA-Nr. III Ae 60, lfd. Nr. 226. Abschlussbericht.
- BINDE, G. (1984): Beiträge zur Mineralogie, Geochemie und Genese des Kassiterits. – Bergakademie Freiberg, Diss.
- BINDE, G. (1986): Beitrag zur Mineralogie, Geochemie und Genese des Kassiterits. – FFH, C 411, Dt. Verl. f. Grundstoffind. Leipzig.
- BISCHOFBERGER (1983): Die Zinnerzaufbereitung in Altenberg von der Mitte des 18. bis zum Ende des 19. Jahrhunderts. - Bergakademie Freiberg, Bergarchiv Freiberg, ZE-Alt THA-Nr. III Ae 60, lfd. Nr. 328.
- BODDIN, H. (1956): Abschlußbericht über Gravimetermessungen im Gebiet Altenberg – Löwenhain. – Archiv des VEB Geophysik Leipzig, unveröff.
- BÖHME, ST. (1987): Altenberger Zinnerzaufbereitung - Abgänge und Abwasserwirtschaft in der 1. Hälfte des 20. Jahrhunderts. - Bergakademie Freiberg, Bergarchiv Freiberg, ZE-Alt THA-Nr. III Ae 60, lfd. Nr. 370.
- BOLDUAN, H. (1970): Vorratsberechnung der Neben- und Spurenelemente im Erzkörper der Zinnerzlagertstätte Altenberg. – GFE Freiberg, unveröff. Bericht.
- BOLDUAN, H. (1972): Die Zinnmineralisation im Erzgebirge – Typen und Verteilung. – *Geologie*, 21. Jg., H. 6, S. 677-692, Berlin.
- BOLDUAN, H.; TISCHENDORF, G.; AUTORENKOLLEKTIV (1969): Zur Metallogenie und Prognose des Zinns im Erzgebirge. Teil I: Zur Metallogenie des Zinns im Erzgebirge. Teil II: Zur Prognose des Zinns im Erzgebirge. – Bericht, VEB Geologische Forschung und Erkundung Halle, BT Freiberg.
- BOLDUAN, H. & HELBIG, C. (1970): Dokumentation Rothe Zeche Fundgrube am Neufang bei Altenberg. – GFE BT Freiberg, unveröff.
- BORCHERT, H.; DYBECK, J. (1960): Zur Geochemie des Zinns. – *Chemie der Erde. Zeitschrift für Chemische Mineralogie, Petrographie, Bodenkunde, Geochemie und Meteoritenkunde*, 20. Bd., Heft 3, S. 137-154, Jena.
- BÖRNER, A; FAHNING, E.; SCHILLING, B. & SCHLEGEL, L. (1987): Bergbautechnisch-ökonomische Bewertung der Lagerstätte Zinnkluft Altenberg. – VEB Bergbau- und Hüttenkombinat Freiberg, unveröff. Bericht.
- BRAUN, FR. J. (1942): Die Granitvorkommen um Tellnitz im Erzgebirge und deren Beziehungen zu den Zinnerzlagertstätten von Graupen und Altenberg. – *Zeitschrift für Kristallographie, Mineralogie und Petrographie*, 53. Bd., Abt. B, S. 93-117, Leipzig.
- BRAUSE, GOTTE & DOUFFET (1968): Gesetzmäßigkeiten in der saxothuringischen Zone des Variszikums und ihre Beziehungen zu älteren Orogenen. – Reports of the 23. Sess. International Geological Congress, Sect. 3, Orogenetic belts, Praha.
- BREITHAUPT, A. (1958): Sogenannter Syenitporphyr von Altenberg. – *Berg- und Hüttenmännische Zeitung*.
- BRETTSCHEIDER (1983): Großtechnische Versuche zur Kassiteritflotation mit verschiedenen Rührertypen. - Bergarchiv Freiberg, ZE-Alt THA-Nr. III Ae 60, lfd. Nr. 318. Studienarbeit.
- BRÜCKNER & ECKART (1970): Gutachten über den Gefährdungsgrad des vorhandenen Grubengebäudes in folge Nachbrechens des Pingenrandes im Bereich Studie der Lagerstätte Altenberg. – Inst. für Bergbausicherheit Leipzig, unveröff.
- BUCHHOLZ, Ch. F. (1804): Neue Untersuchung des schörlartigen Berylls von Altenberg, Stangenstein von Karsten (Pyknite von Hany). – *Neues allgem. Journal der Chemie*, **2**: 15-41.
- CHARPENTIER, J. F. W. (1778): Mineralogische Geographie der Chursächsischen Lande. – Leipzig.
- CHRT, J.; BOLDUAN, H. u. a. (1968): Räumliche und zeitliche Beziehungen der endogenen Mineralisation der Böhmisches Masse zu Magmatismus und Bruchtektonik. – *Z. angew. Geologie*, **14**, 7: 362-376.

- CICHOS, CHR; BILSING, U. (1983): Nebenelemente Altenberg - WO₃ aus Roherz und Zinnarmkonzentrat. - Bergarchiv Freiberg, ZE-Alt THA-Nr. III Ae 60, lfd. Nr. 327. Abschlussbericht.
- CISSARZ, A. (1928): Übergangslagerstätten innerhalb der intrusiv magmatischen Abfolge – Teil I Zinn-Wolfram- und Molybdänformation. – N. Jb. Min. Geologie u. Paläontologie Stuttgart, Abt. A, Bergbau 56 128 p. 99.185.
- COTTA, B. v. (1860): Das Altenberger Zinnstockwerk. – Berg- und Hüttenmännische Zeitung, Nr. 1.
- DAHM, P. (1972): Gesetzmäßigkeiten in der Ausbildung der primären Dispersionshöfe von Zinnerzlagerstätten im Erzgebirge. – Geologie, **21**, 4/5: 521-535, Berlin.
- DAHM, P. (1985): ein neues Modell zur Genese der Zinnlagerstätten im Erzgebirge (Quarz-Kassiterit-Formation). – Freiberg. Forsch.h., **C 390**, S. 254-274, Leipzig
- DALLMANN, NEEBE (1984): Intensivierung der Konzentratentwässerung einschl. des Einsatzes von Hydrozyklonen für die Feinstkornklassierung. - Bergarchiv Freiberg, ZE-Alt THA-Nr. III Ae 60, lfd. Nr. 335. Abschlussprotokoll.
- DALLMANN, W. (1980): Untersuchungen zur Verbesserung der Feinstkornflotation - Einsatz von Hydrozyklonen zur Feinstkornklassierung in Altenberg. - Bergarchiv Freiberg, ZE-Alt THA-Nr. III Ae 60, lfd. Nr. 281. Abschlußbericht.
- DALMER, K. (1887): Über das reichliche Vorkommen von Topas im Altenberger Zwitter. – Ztschr. der Deutsch. Geologisch. Ges., 39 Bd., S. 819-821.
- DALMER, K. (1890): Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte des Königreiches Sachsen. – Sect. Altenberg – Zinnwald. - 2. Auflage 1908.
- DALMER, K. (1894): Der Altenberg – Graupener Zinnerz-lagerstättendistrikt. – Z. f. prakt. Geologie **2**: 313-326.
- DAUBREE, A. (1841): Mémoire sur le gisement, la constitution et l'origine des amas de minerai de etain. – Ann. des mines **IXI**, 3. Serie, Paris.
- DEHNERT, J. (1987): Fund eines Topaskristalls im Altenberger Pyknit. – Fundgrube **23**, 2, 45.
- DIETRICH, R. (1991): Untersuchungen zum Frühkapitalismus im mitteldeutschen Erzbergbau und Metallhandel. - IV. Der Zinnbergbau im Erzgebirge. S. 48-72, Hildesheim, Zürich, New York
- DIETZE, R.; WEINHOLD, G. & ROHRLACK, D. (1988/89): Berechnung perspektivischer Roherzgehalte. – Forschungsstudie und Leistungsstufe V5 sowie GEO-Vorratsdatei BHK Freiberg, Bergarchiv Freiberg (unter BHK-BEG-Nr. 16878).
- DIETZE, R.; GUTHE, P.; SCHILLING, B. (1992): Einstellung des sächsischen Zinnerzbergbaus. Hinterlassenschaft und Probleme. – Fachtagung „Beherrschung bergbaulicher Altlasten“. Bergakademie Freiberg. Beilage zum VDI-Tagungsbericht, 13 S., Freiberg.
- DMT- INSTITUT FÜR WASSER- UND BODENSCHUTZ-BAU-GRUNDINSTITUT (1992): Geotechnisch-verwahrungstechnisches Gutachten zur Sicherung des Arno-Lippmann-Schachtes der Zinnerz GmbH Altenberg. - unveröff.
- DMT-GESELLSCHAFT FÜR FORSCHUNG UND PRÜFUNG MBH, DMT-INSTITUT FÜR WASSER- UND BODENSCHUTZ-BAUGRUNDINSTITUT (1992): Geotechnisch-verwahrungstechnisches Gutachten zur Sicherung des Schachtes 3 der Zinnerz GmbH Altenberg. - unveröff.
- DMT-INSTITUT FÜR WASSER- UND BODENSCHUTZ-BAUGRUNDINSTITUT (1992): 1. Ergänzung zum Geotechnisch-verwahrungstechnischen Gutachten zur endgültigen Sicherung des Arno-Lippmann-Schachtes der Zinnerz GmbH Altenberg. - unveröff.
- DMT-INSTITUT FÜR WASSER- UND BODENSCHUTZ-BAUGRUNDINSTITUT (1992): Geotechnisches Gutachten zur Sicherungskonzeption für das Überhauen 32 der Zinnerz GmbH Altenberg. - unveröff.
- DOLLE, P. (1982): Untersuchungen zur Stabilität der Randböschungen der Altenberger Pingge durch Analyse von Brucherscheinungen an der Pingenkontur. – Bergakademie Freiberg, unveröff. Diplomarbeit.
- DOLOMANOVA, E. u. a. (1974): Einige Angaben zu den Bildungsbedingungen der Zinnerzlagerstätte Ehrenfriedersdorf (DDR) an Hand von Gas-Flüssigkeitseinschlüssen. – Z. angew. Geologie Berlin **20**, 8: 352-363.
- DONATH, M. (1946): Magmatische und tektonische Abhängigkeiten der Zinnerzlagerstätte des östlichen Erzgebirges. – VEB BHK, Betr. Altenberg, unveröff. Manuskripte.
- DÜMICHEN, V. (1984): Petrographisch-tektonische Bearbeitung der geologischen Erkundungsstrecke 723 der Zinnerzlagerstätte Altenberg – 1. Teilabschnitt. – Universität Greifswald, Sektion Geowissenschaften.
- DURIŠOVA, J. (1978): Geothermometry in the minerals from tin deposits of the eastern krusne Mts. – in Metallization Associated with Acid Magmatism. Vol 3 – Praha: Ustr. ust. geologisch., S. 325-335.
- EHRT, E. (1992): Zinnerzbergwerk Altenberg in Sachsen: Entwicklungsstand vor der Schließung. – Zeitschrift „Glück auf“ Essen, **128**, 9: 694-701.
- EL HINNAWI, E. E. & HOFMANN R. (1966): Bemerkungen zur Verteilung von Spurenelementen im Topas. – Chemie Erde, **25**, 3: 230-236, Jena.
- ENDERLEIN, G. (1931): Sächsische Zinnbergwerke. – Dtsch. Mus. Abh. u. Ber. **3**, Heft 4, Berlin.
- ERMISCH, P. (1886): Das Zinnrecht von Ehrenfriedersdorf, Geyer und Thum. – Archiv f. sächs. Geschichte **VII**.
- ESCHHOLZ, H. & REINHARD, K. (1958): Schlaggerät „Altenberg“. – Neue Hütte, 3. Jg. Heft 2.
- ETTENHUBER, E. u. a. (1986): Radionuklidbestimmung in Umweltmedien zur Ermittlung der Strahlenbelastung der Bevölkerung der DDR. - Isotopenpraxis **22**, 3: 99-105.
- ETTIG, F. (1954): Der Altenberger Zinnbergbau. – Abschluss 5: 208-210.
- FAHNING, E.; RÖSSEL, H.; WEIGEL, ST. (1983): Zinn aus

- Haldensanden. - Bergarchiv Freiberg, ZE-Alt THA-Nr. III Ae 60, lfd. Nr. 319. F/E-Bericht.
- FAY, W. (1963): Geochemische und schwermineralanalytische Prospektion auf Zinnstein und Wolframit, Scheelit usw. im Erzgebirge. - Bergakademie Freiberg, Dipl.-Arb.
- FELIX, M. (1991): Einige Gedanken zum Profil MVE'90 im Bereich der Altenberger Scholle. - in : BRAUSE, H.; LORENZ, W.; WIEMEIER, G. (Hrsg.): Deutsches Kontinentales Reflexionsseismisches Programm - DEKORP/Abstracts. Proceedings MVE'90-Workshop Freiberg 20-22.06.1991, S. 136-140.
- FELIX, M. & BESSER, TLUJEV. (1985): Zur Charakteristik der vertikalen Zonalität primärer geochemischer Aureolen endogener Zinnvererzungen des „Quarz-Kassiterit-Gangtyps“. - Freiburger Forschungshefte C **390**, Grundstoffverlag Leipzig, S. 275-288.
- FELIX, M. et al (1991): Zinn- und Fluorit-Baryt-Mineralisation im sächsischen Osterzgebirge. - Exkursionsführer zum Internationalen Friedrich August Breithaupt Kolloquium vom 16.-18. Sept. 1991 in Freiberg, 59 S.
- FERBER, J. (1778): Beobachtungen in sächsischen Gebürge. - Neue Beyträge zur Mineralgeschichte verschiedener Länder, 1. Bd., S. 126-1268 Altenberg und Zinnwald.
- FIALA, F. (1959): Teplitzer Quarzporphyr zwischen Krupka, Cinovec, Dubi, Mikulov und die benachbarten Gesteine. - UUG Praha, s. 445-494.
- FIEBINGER, R. (1980): Neue Ergebnisse zur Genese des Pyknitgesteins von Altenberg/Erzgebirge - EMA Uni Greifswald, unveröff. Dipl.-Arb.
- FIETZEK, M. (1985): Untersuchungen zur Typisierung von Zinnerzen. - Bergakademie Freiberg, unveröff. Dipl.-Arb.
- FISCHER, J. & WALD, S. (1976): Kartierung der petrographischen Typen des Teplice-Rhyolithes sowie von Mineralisationsanzeichen. - Ing. Prakt. BA Freiberg.
- FISCHER, C. F. W. (1853): Jahresbericht über das Berggebäude Rothe Zeche Fdgr. am Neufange bei Altenberg. - Sächsische Bergwerkszeitung, 2. Bd., S. 110-111, Freiberg.
- FLASCH (1931): Sächsische Zinnbergwerke. - Deutsch. Mus. Abh. u. Ber. 3, Berlin.
- FLASCH, C. G. (1757): Die Ehre der Chursächsischen Bergwerke in dem Erzgebürgischen Kreyße. - Stadtarchiv Freiberg, Handschrift.
- FLUCK, P. (1981): Altenberg (R. D. A.) la plus grosse mine d'étain d'europe La Ferté-St. Aubin. - Mineraux et fossiles, 7. Jg., S. 35-37, 16-21.
- FORSCHUNGSINSTITUT FÜR AUFBEREITUNG, FREIBERG (1987): Einsatzoptimierung moderner Wendelscheider in der Aufbereitung Altenberg. - Bergarchiv Freiberg, ZE-Alt THA-Nr. III Ae 60, lfd. Nr. 365. Studie.
- FÖRSTER, H.-J. (1981): Bestimmung einiger trioktaedrischer Glimmer aus Altenberg, Zinnwald und Sadisdorf anhand optischer und röntgenographischer Daten. - EMA Uni Greifswald, Sekt. Geowiss. 38 Seiten.
- FÖRSTER, H.-J. (1981): Kartierungsbericht Hoher Busch - Geising. - EMA Uni Greifswald, 19 Seiten.
- FÖRSTER, H.-J. (1982): Die Verteilung des Elements Zinn in der Zinnerzlagertstätte Altenberg und ihre Beziehung zur geologisch-tektonischen Situation. - EMA Uni Greifswald, Sekt. Geowiss., unveröff. Dipl.-Arbeit.
- FÖRSTER., H.-J.; HUNGER, H.-J. & GRIMM, L. (1986): Elektronenstrahlmikroanalytische Untersuchungen von Erzmineralen aus der Zinnerzlagertstätte Altenberg, Mitteilung: Ein neuer Nachweis von Russelit und Aikinit. - Chemie Erde **45**: 203-211.
- FÖRSTER, H.-J.; HUNGER, H.-J. & GRIMM, L. (1987): Elektronenstrahlmikroanalytische Untersuchungen von Erzmineralen aus der Zinnerzlagertstätte Altenberg, Mitteilung: Die Scheelit-Powellit-Mischreihe. - Chemie Erde **46**. Bd., H. 3 4.
- FÖRSTER., H.-J.; HUNGER, H.-J. & GRIMM, L. (1987): Elektronenstrahlmikroanalytische Untersuchungen von Erzmineralen aus der Zinnerzlagertstätte Altenberg, Mitteilung: Erste Hinweise der Seltenen-Erden-Mineralen Fluocerit und Bastnäsit-Ce. - Chemie Erde **46**: 73-79.
- FÖRSTER., H.-J.; HUNGER, H.-J. & GRIMM, L. (1987): Elektronenstrahlmikroanalytische Untersuchungen an Erzmineralen aus der Zinnerzlagertstätte Altenberg/Erzgebirge. 4. Mitteilung: Fahlere - Chemismus und Nomenklatur. - Chemie der Erde **47**: H. 1/2, 111-115.
- FÖRSTER, W., KOCH, P. (1991): Altlasten des Erzbergbaus. - Neue Bergbautechnik 21. Jg. Heft 9.
- FRANKE, H. (1982): Untersuchungen zum Einfluss der Hydrodynamik in 6-m³-Flotationszellen. - Bergarchiv Freiberg, ZE-Alt THA-Nr. III Ae 60, lfd. Nr. 304. Studienarbeit.
- FRENZEL, A. (1874): Mineralogisches Lexikon für das Königreich Sachsen.
- FRICKE, D. (1968): Beziehungen zwischen geochemischen Dispersionshöfen und tektonischen Faktoren in der Zinnerzlagertstätte Altenberg. - VEB GFE Freiberg, Archiv, unveröff.
- FRISCHBUTTER, A. (1980): Geologie und stoffliche Entwicklung des prävaristischen Magmatismus im Bereich der Reitzenhainer Rotgneisstrukturen. - ZI Physik der Erde, unveröff. wiss. Bericht, Potsdam.
- FRIITZSCHE, E. (1928): Beitrag zur petrochemischen Kenntnis der erzgebirgischen Granitmassive. - N. Jb. F. Min. **58** A, S. 253-302.
- GEINITZ, E. (1856): Steinkohlenformation in Sachsen. - Leipzig.
- GEINITZ, E. (1890): Bemerkungen über das Alter des Granites von Altenberg und der erzgebirgischen Gneise. - Sitzungsberichte und Abhandlungen der Naturwissenschaftlichen Gesellschaft ISIS in Dresden, S. 6.
- GERHARDT, H. & DIETZE, R. (1983): Bohr- und sprengtechnische Probleme bei der Einführung eines neuen Abbauverfahrens im Zinnbergbau der DDR. - Neue

- Bergbautechnik, 13. Jg., Heft 4, S. 200-206, Leipzig.
- GERLACH, W. (1966): Kartierung des Wetterringes Nord im VEB Zinnerz Altenberg. – Zinnerz Altenberg.
- GERSTENBERGER, G. (1956): Probleme der Aufbereitung des Altenberger Zinnerzes. – Bergbautechnik 6. Jg., Heft 5, S. 267-274.
- GERSTENBERGER, G. (1963): Die Steigerung des Zinnausbringens im VEB Zinnerz Altenberg durch umfangreiche technologische Verbesserungen. – Freiburger Forschungshefte A **281**, Leipzig.
- GERSTENBERGER & GEISLER (1984): Neutronenaktivierungsanalyse von Granit- und Nebengesteinsproben aus der Grube Altenberg (Seltene Erden). – Zentralinstitut für Isotopen- und Strahlenforschung Leipzig, Archiv Altenberg.
- GERTH (1931): Untersuchungen über die Flotation des Kassiterits. – Bergakademie Freiberg, Dissertation.
- GIESUTAS (1952): Der Zwitterstock zu Altenberg als Kulturdenkmal. – Natur und Heimat, Heft 9.
- GIMM, W. & KRAUSSE, A. (1969): Gutachtliche Stellungnahme zum geomechanischen Zustand der Lagerstätte Altenberg aufgrund makroskopischer Untersuchungen. – Bergakademie Freiberg, unveröff. Bericht.
- GIMM, W.; PFORR, H. & ROSETZ, G. (1969): Bericht über die Ergebnisse der gesteinsmechanischen Labor- und geomechanischen Großversuche – Zinnerzlagerstätte Altenberg. – Bergakademie Freiberg, unveröff.
- GLOYNA, B. (1960): Mineralogisch-petrographische Untersuchungen an Sn- und Li-führenden Greisen in Altenberg/Sa. – Min. Inst. Humb.-Uni. Berlin, unveröff. Dipl.-Arb.
- GOTTESMANN, B. (1962): Über einige Lithiumglimmer aus Zinnwald und Altenberg in Sachsen. – Z. Geologie, **11**, 10: 1164-1176.
- GOTTESMANN, B. (1990): Dickit aus Altenberg/Sachsen. – Zeitschrift für geologische Wissenschaften, 18. Bd., H. 9, S. 855-858, Berlin.
- GOTTESMANN, B. & TISCHENDORF, G. (1980): Über Protolithionit. – Z. geologisch. Wiss. Berlin **8**, 11: 1365-1373.
- GRAF, R. (1944): Bericht über gravimetrische Untersuchungen bei Altenberg – Zinnwald. – ZGI-VZ unveröff.
- GRÄN, K. (1975): Eine Wanderung am Aschergraben im osterzgebirgischen Altenberger Bergbaurevier. – „Der Heimatfreund“ für das Erzgebirge, Heft 7.
- GROTH, P. (1870): Über den Topas einiger Zinnerzlagerstätten, insbesondere von Altenberg und Schlaggenwald. – Z. d. Dtsch. geologisch. Gesellsch., Seite 383.
- GRÜNDER (1955): Ein Beitrag zur Zinnsteinaufbereitung. – Zeitung f. Erzbergbau und Hüttenwesen, Bd. 8: 152-157.
- GRUNER, H. (1982): Aufbereitung der Haldensande. – Bergarchiv Freiberg, ZE-Alt THA-Nr. III Ae 60, lfd. Nr. 315. Abschlußbericht.
- GRUNEWALD, V. (1978): Metallogenie und Prognose Zinnwald. – ZGI Berlin, unveröff. Bericht.
- GRUNIG, S. (1983): Gewinnung der Nebenelemente Mo, Bi und As aus dem Altenberger Erz. – Bergarchiv Freiberg, ZE-Alt THA-Nr. III Ae 60, lfd. Nr. 324. Technologie-vorschlag.
- GÜPNER, H.-J. (1966): Radiometrische Messungen in der Zinnerzgrube Altenberg. – Ing.-Schule für Maschinenbau und Elektrotechnik Zwickau, Ing.-Arbeit.
- GÜRTLER, E. (1957): Die Gehalte an Zinn, Arsen, Molybdän, Wolfram und Wismut im Altenberger Greisen und ihre funktionellen Beziehungen. – Grube Altenberg, unveröff.
- HAKE & WÜSTE (1990): Untersuchungen zur Sicherung eines übertägigen Schutzgebietes beim Unterschneiden einer hohen, steilen Felsböschung. – Neue Bergbautechnik, 20 Jg. H. 8, S. 289-293.
- HAKE, K.; DIETZE, R. & WINTER, S. (1980): Geomechanische Untersuchungen zur Beurteilung der Beanspruchung des Pfeiler-Schweben-Systems beim Teilsohlenbruchbau der Zinnerzlagerstätte Altenberg. – Freib. Forsch.-H. A **637**.
- HAMMERMÜLLER, M. (1964): Ergebnisse heimatlicher Bestandsaufnahme im Gebiet von Altenberg und Fürstenwalde. – Akademie-Verlag Berlin.
- HAMMERMÜLLER, M. (1964): Um Altenberg, Geising und Lauenstein. – Werte der deutschen Heimat, Bd. 7, Berlin.
- HARTSCH, J. & HOTH, K. (1990): Abbruchdokumentation Zinn Altenberg 1 + 2. – Geologisch. Landesuntersuchung GmbH Freiberg/Sa.
- HAUBOLD, L.; SCHLAUDERER, H. & EHRT, E. (1985): Erzabzugssteuerung. – unveröff. Vortrag.
- HAUBOLD, L.; DIETZE, W. & EHRT, E. (1988): Steuerung des Haufwerkabzuges im Streb- und Blockbau, Teil 1. – 3. Lehrbrief Freiberg.
- HEDRICH, G. (1956): Zinnformationen im Raum Altenberg außerhalb des Zwitterstockes. – Archiv Betrieb Zinnerz Altenberg, unveröff. Bericht.
- HEDRICH, G. (1958): Die Minerale des Zwitterstockes Altenberg. – Aufschluss 9: 25-28.
- HEDRICH, G. (1958): Neue Aufschlüsse im Zwitterstock zu Altenberg. – Z. Angew. Geologie **4**, 2/3: 59-70.
- HEGMUNTH, M. & DOHLE, P. (1983): Zur Stabilität der Randböschungen einer großen Pingge bei Beeinflussung durch darunter umgehenden Bergbau. – Neue Bergbautechnik, 13. Jg., H. 7: 385-388.
- HELBIG, C.; OSSENKOPF, P. & SCHLEGEL, G. (1969): Geolog. Dokumentation und Auswertung zur Ermittlung der Verteilung der Rohstoffsorten (Greisentypen) in der Lagerstätte Altenberg. – VEB GFE Freiberg, Ergebnisbericht.
- HELBIG, C. & BEYER, F. (1970): Zur relativen Altersstellung und petrotektonischen Analyse des Schellerhauer Granits. – Jb. Geol. **3**: 217-242, Berlin.
- HELBIG, C. & SIPPEL, H. (1970): Projekt für die Randerkundung der Zinnerzlagerstätte Altenberg. – Teil I: Ergebnisbericht – Geolog. Grundlagen; Teil II: Projekt.

- HELBIG, C. & KÜHNE, R. (1971): Zur Tektonik der Zinnerlagerstätte Altenberg. – VEB GFE Freiberg, unveröff. Ergebnisbericht.
- HELBIG, C. & OSSENKOPF, P. (1975): Zum geologischen Aufbau der Zinnerzlagerstätte Altenberg, speziell zum Pyknitgestein. – Z. f. Angew. Geologie Berlin **21**, H. 2: 57-67.
- HERRMANN, G. (1967): Die Granite des Westerzgebirges und des Vogtlandes und ihre Beziehungen zu granitischen Gesteinen benachbarter Räume. – Diss. Bergakademie Freiberg.
- HERRMANN, G. (1969): Der Zeitfaktor bei der Bildung von endogenen Zinnerzlagerstätten. – Z. Angew. Geologie **15**: 343-344, Berlin.
- HERRMANN, L. (1986): Die Altenberger Zinnerzaufbereitung, die Entwicklung im Zeitraum 2. Hälfte des 19. Jahrhunderts bis 1. Hälfte des 20. Jahrhunderts. - Bergakademie Freiberg, Bergarchiv Freiberg, ZE-Alt THA-Nr. III Ae 60, lfd. Nr. 349.
- HOFMANN, J. (1965): Zur Petrotektonik des Graugneiskomplexes von Freiberg. - Freiburger Forschungshefte C **191**, Leipzig.
- HOFMANN, J. (1971): Zur Lithostratigraphie, Petro- und Gefügefazies der Gneise des Osterzgebirges. – Bergakademie Freiberg, unveröff.
- HOFMANN, J. (1974): Petrographische und lithostratigraphische Stellung der Gneise des Osterzgebirges. – Freiburger Forschungshefte C **292**, Leipzig.
- HOFMANN, J. & LORENZ, W. (1975): Saxothuringikum des Erzgebirges im Gebiet der ČSSR und DDR, Anteil DDR: Kristallin des Osterzgebirges. – Exkursionsführer 22. Jahrestagung der Ges. für Geolog. Wiss. der DDR., Teil B, Berlin.
- HOFMANN, P. & BECKER, M. (1979): Feinstkornklassierung mit Hydrozyklonen. - Bergarchiv Freiberg, ZE-Alt THA-Nr. III Ae 60, lfd. Nr. 273. Abschlußbericht.
- HOLZHEY & OERTEL (1969): Betriebskontrolle mit radioaktiven Isotopen - Trübedichtemessung. - Bergarchiv Freiberg, ZE-Alt THA-Nr. III Ae 60, lfd. Nr. 180. Bericht NE-Metalle Freiberg.
- HOLZHEY, J. & WEINHOLD, G. (1990): Verteilung und Höhe der natürlichen Radioaktivität in den Produkten der Zinnlinie. – FNE Freiberg, unveröff. Bericht.
- HÖSEL, G. (1969): Zur Rolle der strukturellen Faktoren bei der Bildung von Zinn- und Skarnlagerstätten im Erzgebirge. – VEB GFE Freiberg, unveröff. Bericht.
- HÖSEL, G. (1972): Fortschritte der Metallogenie im Erzgebirge; A. Position, Aufbau sowie tektonische Strukturen des Erzgebirges. – Geologie, **21**, 4/5: 437-456, Berlin.
- HOTH, LORENZ, HIRSCHMANN & BERGER (1979): Lithostratigraphische Gliederung, Möglichkeiten regional-metamorphen Jungproterozoikums am Beispiel des Erzgebirges. – Z. geol. Wiss. Berlin **7**, 3: 397-404.
- HYDROPROJEKT INGENIEURGESELLSCHAFT DRESDEN (HPI) (1992): Standsicherheitsnachweis und Hochwassersicherung IAA Bielatal. - unveröff.
- JACOB, H. (1966): Überblick über die Wasserführung in der Zinnerzgrube Altenberg. – Ing.-Schule für Maschinenbau und Elektrotechnik Zwickau
- JÄGER, A. (1984): Untersuchung der Explosionsbrekzien in der Lagerstätte Altenberg. – unveröff. Bericht Freiberg.
- JAHN, ST. (1999): Geologie, Bergbaugeschichte und Mineralien von Altenberg/Sachsen. – Mineralienwelt, 10. Jg., H. 2, S. 17-35.
- JANETZKY, F. (1985): Geologische und petrographische Untersuchungen im Gebiet des Teplice-Rhyoliths, Altenberger Scholle. – Bergakademie Freiberg.
- JARCHOVSKIY, T. (1962): Entstehung der Feldspatsäume (Stockscheider) an den Kontakten von Granit und Greisenstöcken im Erzgebirge. – Kristallinikum **1**: 71-80.
- JOBST, W. (1979): Bergschadenkundliche Analyse Altenberg – Geising (Stand 1978). – VEB BHK Freiberg, Archiv.
- JUNGE, F. (1992): Isotopen- und element-geochemische Studien an mit Zinnerzlagerstätten assoziierten Kataklast-Subvulkanitkomplexen des Osterzgebirges. – Diss. Ba Freiberg.
- JUNGE, F.; SELTMANN, R.; STIEHL, G. (1989): Nitrogen isotope characteristics of breccias, granitoids and greisens from Eastern Erzgebirge tin ore deposits (Sadisdorf, Altenberg), GDR. – Abstracts 5th. Working Meeting „Isotopes in Nature“ Academie Sciences GDR, Central Institute for Isotope and Radiation Research, Leipzig
- JUNGE, F.; SELTMANN, R. (1991): Nitrogen isotope characteristics of breccias, granitoids and greisens from Eastern Erzgebirge tin ore deposits. Strasbourg: EUG VI. Symposium/GV-Jahrestagung March 24-28. – Terra abstracts, 3. Jg. No. 1, S. 497.
- JUST, G. (1987): Beiträge zur Klassifizierung granitoider Gesteine auf der Grundlage aktivierungsanalytischer Bestimmungen seltener Elemente. – Unveröff. Forsch.-Ber. Karl-Marx-Univ. Leipzig.
- JUST, G. (1987): Untersuchungen der natürlichen Radioaktivität von Lockersedimenten und Anwendung der Instrumentellen Neutronenaktivierungsanalyse (INAA) zur weiteren geochemischen Charakterisierung von Massenrohstoffen. - Isotopenpraxis **23**, 5: 187-201
- JUST, G. (1987): Zur Geochemie der Elemente Thorium, Uran, und Kalium im kristallinen Grundgebirge der DDR – 1. Osterzgebirge, Altenberger Scholle, Objekt Schmiedeberg. – Karl-Marx-Universität Leipzig.
- JUST, G. & KAEMMEL, TH. (1986): Zur geochemischen Differenzierung von Granitoiden der DDR durch seltene Erden. – Hallesches Jb. Geowiss. **11**: 11-119, Halle-Wittenberg.
- JUST, G.; SCHILKA, W. & SELTMANN, R. (1987): INNA investigations in tin bearing granites of the Altenberg and Sadisdorf ore deposits. – Proc 4th Meeting on Nuclear Analytical Methods, Vol. 1, S. 242-251, Dresden.
- KALLISTOW, P. L. (1966): Anleitung zu den Erkundungs- und Vorratsberechnungsmethoden für Goldlagerstätten (russ.). – Verl. Techn. Inform. Nigri Soloto 56, Moskau.
- KALWEIT, H. & WAWRA, H. (1969): Die Zinnführung der

- Minerale der Lagerstätte, ihre optische und kristallochemische Interpretation bei besonderer Betonung der Glimmer. – Humboldt Uni Berlin. Dipl.-Arb.
- KASPER, W. (1986/87): Dokumentationsbericht Geochemie Osterzgebirge. – VEB Geophysik Leipzig.
- KELL (1933): Der Wasserrechtsstreit der Altenberger Zwitterstock AG. – Sächsische Verwaltungspraxis, S. 410.
- KIM, Jung-Ho (1987): Bestimmung radioaktiver Nuklide in Baustoffen, geologischen Proben und Umweltfaktoren. – Bergakademie Freiberg, unveröff.
- KIRCHBERG, H.; EBBEN, M.; KUNZE, J. (1966): Stand der Zinnengewinnung in der Welt. Teil II: Die Zinnvorkommen der Welt und einige ihrer Besonderheiten. – Bergakademie, 18. Jg. Heft, 5, S. 257-265, Leipzig.
- KIRSTE, T. (1983): Analyse des Bruchgeschehens an ausgewählten Randböschungen der Altenberger Pinge (Nord-Ost-Bereich, Bereich der Römer-Aufbereitung). – Bergakademie Freiberg, unveröff.
- KLAPROTH, M.-A. (1808): Chemische Untersuchung des Stangensteins von Altenberg. – Journal für Chemie und Physik, 5. Bd., S. 213-215, Berlin.
- KLAPROTH, M.-A. (1810): Chemische Untersuchungen des Pyknits. – Beitr. zur chem. Kenntnisse der Mineralkörper 5 Bd. 50-57, Berlin, Leipzig.
- KLEMM, G. (1861): Die große Pinge bei Altenberg. – Sachsengrün, 1. Band, Dresden.
- KLOTZSCH, J. F. (1770): Beytrag alter Nachrichten von dem Zienbergwerke zu Altenberg. – Sammlung vermischter Nachrichten zur sächsischen Geschichte, Hrsg. von J. F. Klotzsch, Bd. 4, S. 230-261, Chemnitz.
- KNORR, H. & PRETZSCH, R. (1954): Mengen-Zinn-Wasser-Stammbäume der Aufbereitung Römer Beschreibung der Verfahrensgänge. – Bergarchiv Freiberg, ZE-Alt THA-Nr. III Ae 60, lfd. Nr. 072, Ing.-Arbeit.
- KOCH, W. & TEUSCHER, E.-O. (1951): Die zonale Verteilung des Li in osterzgebirgischen Greisen. – N. Jb. Min. Abh. 82, S. 93.
- KÖHLER & EICHNER (1978): Osterzgebirge II. – VEB Geophysik Leipzig, unveröff. Ergebnisbericht.
- KOSSMAT, F. (1916): Über die Tektonik des Gneisgebietes im westlichen Erzgebirge. – Cbl Mineral, S. 135-144, 158-165, Stuttgart.
- KRAUSSE, A. (1991): Stand und Zukunftsaussichten des Bergbaus in der ehemaligen DDR.. – Glückauf, H. 34, Essen.
- KROMAYER, H. (1925): Der Altenberger - Zinnwalder Bergbau unter besonderer Berücksichtigung seiner Entwicklung seit der Mitte des vorigen Jahrhunderts. – unveröff. Dissert., Jena.
- KROMAYER, H. (1926): Wirtschaftliches vom Altenberg Zinnwalder Bergbau unter besonderer Berücksichtigung seiner Entwicklung seit 1851. – Jb. Berg- und Hüttenw. Sachsen, 100: 93-99, Freiberg.
- KROMAYER, H. (1930): Sozialgeschichtliches aus dem osterzgebirgischen Bergbau. – Zeitschrift „Glück auf“, 50, Schwarzenberg.
- KRÜGER, G. (1971): Bestimmung des Sn-Gehaltes von Erztrüben. – Bergarchiv Freiberg, ZE-Alt THA-Nr. III Ae 60, lfd. Nr. 184. Abschlußbericht NE-Metalle Freiberg.
- KRÜGER, G. (1977): Entwicklung multivalent einsetzbarer Messtechnik. – Bergarchiv Freiberg, ZE-Alt THA-Nr. III Ae 60, lfd. Nr. 245. Abschlußbericht.
- KRÜGER, G. (1981): Multivalent einsetzbare Messtechnik - Kontinuierliche Sn-Bestimmung an Trüben. – Bergarchiv Freiberg, ZE-Alt THA-Nr. III Ae 60, lfd. Nr. 296. Abschlußbericht.
- KRUTAK, G. (1968): Ermittlung der Zinn- bzw. Kassiteritführung der Gesteine und ausgewählten Minerale der Lagerstätte Altenberg. – Meldearb. Min. Inst. Bergakademie Freiberg.
- KUBSCH, H. & RIEDEL, H. (1957): Kartierung der Pegmatitkuppe und der Vergreisung unterhalb der Pegmatitkuppe auf der 4., 5. und 7. Sohle des Altenberger Zwitterstockes. – Min. Inst. Bergakademie Freiberg, unveröff.
- KUGLER, J.; SCHREIBER, W. (1992): Das beste Erz. Eine bergbauhistorische Reise durch das sächsische Erzgebirge. – Haltern.
- KÜHN, K. (1987): Lagerstättenkundliche Bearbeitung der Löwenhainer Greisenzone. – Bergakademie Freiberg.
- KÜHN, K. (1989): Die Mineralisation der Löwenhainer Greisenzone. – Freiburger Forschungshefte C 437: 73-88, Leipzig.
- KÜHNE, R. (1970): Zur Frage der Nomenklatur und Klassifikation der Greisen. – Izd. Nedra Moskau, S. 197-200, russ.
- KÜHNE, R. (1983): Erzfeld Dippoldiswalde-Altenberg, Rahmenprojekt Suche. – VEB GFE Freiberg, unveröff.
- KÜHNE R.; WASTERNAK, J. & SCHULZE, H. (1972): Postmagmatische Metasomatose im Endo-Exo-Kontakt der jüngsten postkinematischen Granite des Erzgebirge. – Geologie 21, Heft 4/5, Berlin.
- KÜHNE R.; SCHIEMENZ, F. & SEIDEL (1985): Zwischenbericht Suche 2 Zinn Altenberg, Teilgebiet 1. – VEB GFE Freiberg, unveröff.
- KÜHNE, R., SEIDEL, B. u. a. (1988): Suche Zinn Altenberg, Zinnkluft 1984-88 mit Vorratsberechnung. – VEB GFE Freiberg, unveröff. Bericht.
- LÄCHELT, A. & S. (1959): Bericht über die Ergebnisse der Tiefbohrung Kahleberg 1/58. – Archiv VEB GFE Freiberg.
- LAGERSTÄTTENFORSCHUNGSSTELLE Freiberg (1937): Bohrungen Zinnkluft Altenberg. – Bergarchiv Freiberg, unveröff.
- LANGE, A. & KOTTE, K. (1961): Hüttenkunde f. Bergleute und Aufbereiter. – Bergakademie Freiberg, HA Fernstudium.
- LANGE, H.; TISCHENDORF, G.; PÄLCHEN, W.; KLEMM, J. & OSSENKOPF, W. (1972): Fortschritte der Metallogenie im Erzgebirge. – Zur Petrographie und Geochemie der

- Granite des Erzgebirge, *Geologie*, **21**, H. 4/5: 457-493, Berlin.
- LAUFFER, H. (1958): Gebirgsklassifizierung für den Stollnbau. – *Geol. u. Bauwesen* **24** (1): 46-51, Wien.
- LEEDER, O.; KUMANN, R.; BINDE, G.; SELTMANN, R.; WIRTH, C. (1987): Zur formationellen und paragenetischen Charakterisierung von Zinnlagerstätten unter besonderer Berücksichtigung von Einschlüssen. – *Freiberg. Forsch.h., C* **423**, S. 35-61, Leipzig.
- LEHMANN, J. A. (1825): Beschreibung über den Altenberger Zwitterstocks tiefen Erbstolln am Neufang. – *Bergakademie Freiberg, Bibliothek, Bergmännische Specimina* Nr. 2001.
- LEIPE, T. (1982): Zur Geochemie und Genese der Altenberger Granitintrusion. – *EMA Uni Greifswald*.
- LETZNER, H. (1966): Dokumentierung der Hydrogeologie der Zinnerzgrube Altenberg. – *Zinnerz Altenberg*, unveröff.
- LEUTWEIN, F. (1951): Die Wolframit-Gruppe. – *Freiberger Forschungshefte, C* **3**, H. 8, S. 8-19.
- LEUTWEIN, F. (1951): Über die Zinn-Wolfram-Provinz des Erzgebirges. – *Freiberger Forschungshefte, C* **3**, H. 8, p. 7.
- LIEBSCHER, W. (1962): Der Zinnbergbau in Altenberg (Entwicklung nach 1945). – *Ing.-Schule Eisleben*, unveröff.
- LINDNER (1500): In ENDERLEIN (1931): *Sächsische Zinnbergwerke*. – *Dtsch. Mus. Abh. und Ber.* 3, Berlin.
- LINDNER, H. (1964): Ergebnisbericht über gravimetrische Erkundung im Gebiet Altenberg. – *Archiv VEB Geophysik Leipzig*, unveröff.
- LINDNER, H. (1966): Ergebnisse der gravimetrischen Spezialmessungen im Gebiet von Altenberg. – *Berichte der Dtsch. Gesell. Für Geologische Wissenschaften, Reihe B: Mineralogie und Lagerstättenforschung*, Bd. 11, H. 2, S. 260-261, Berlin.
- LIPPOLD, W. (1956): Geschichte des Zinnbergbaus von Altenberg. – *Archiv Zinnerz Altenberg*, Manuskript.
- LOBIN, M. (1982): Stratigraphie, Altersstellung und Fazies des Permosiles im Gebiet des Erzgebirges. – *Bergakademie Freiberg*.
- LOBIN, M. (1983): Pflanzenfunde aus Tuffiten des Teplicer Quarzporphyrs. – *Exkursionsführer und Kurzreferat Tag. Fortschritte der Paläontologie und Stratigraphie des Rotliegenden* 13.-15. April 1983 in Erfurt, *Ges. Ged. Wiss. der DDR*, Berlin.
- LOBIN, M. (1986): Aufbau und Entwicklung des Permosiles im mittleren und östlichen Erzgebirge. – *Bergakademie Freiberg*.
- LOEBEL, C. T. (1818): Beschreibung des Altenberger Zwitterstockwerkes in Altenberger Bergamtsrefier gelegen. – *Bergakademie Freiberg, Bibliothek, Bergmännische Specimina*, Nr. 2234.
- LOHSE, H. (1966): Klärung der Ursachen der tektonischen Anomalie im Zentrum der Zinnerzlagerstätte Altenberg. – unveröff., Zwickau.
- LOOS, R. & THOMAE, M. (1983): Die Eichung eines Röntgenfluoreszenzspektrometers für Betriebsanalysen im Zinnbergbau mittels Aktivierungsanalyse. – *Neue Bergbautechnik*, 13. Jg. Heft 3.
- LORENZ (1981): *Ingenieurphysik Altenberg 2*. – VEB Geophysik Leipzig, Archiv.
- LÖSCHER, H. (1954): Der landesherrliche Schiedsspruch von 4. September 1469 im Streike der Knappen zu Altenberg/Erzgebirge, eine rechtsgeschichtliche Untersuchung. – *Bergakademie Freiberg*, 6. Jg. Heft 10, S. 444-448.
- LÖSCHER, H. (1955): Der landesherrliche Schiedsspruch vom 04.09.1469 im Streike der Knappen zu Altenberg. Eine rechtsgeschichtliche Untersuchung. – *Freiberger Forschungshefte D* **11**, *Bergakademie Freiberg*.
- LUDWIG, M. (1967): Kartierung der Strecke 505 in der Grube Altenberg. – VEB Zinnerz Altenberg.
- MAI, Ch. (1980): Verteilung des Nebenelementes Wismut in der Zinnerzlagerstätte Altenberg. – *EMA Uni Greifswald, Sekt. Geowiss.*
- MALÁSEK, F.; TICHY, K. u. a. (1973): Die Problematik getarnter Zinn-Wolfram-Lagerstätten des östlichen Erzgebirges. – *Geologisch. Průzkum*, **15**, 4: 97-102, Praha.
- MARKGRAF, J. & SCHIRMER M. (1961): *Geologische Dokumentation der Strecke 550 des VEB Zinnerz Altenberg*. – *Min. Inst. Bergakademie*, unveröff.
- MATTHES, J. (1983): Beitrag zur Geologie und Geochemie metagranitischer Greisen der Zinnerzlagerstätte Altenberg. – *Dipl.-Arb. EMA Uni Greifswald, Sekt. Geowiss.*
- MEIBNER, M. C. (1747): Umständliche Nachricht von der ... Zien-Berg-Stadt Altenberg. – *Chronik von 1458-1746*, Dresden, Leipzig.
- MEIXNER, H.; Schellhaus, W.; Schmidt, P. (1980): Balthasa Rösler – Persönlichkeit und Wirken für den Bergbau des 17. Jahrhunderts. - *Kommentarband zum Faksimiledruck „Hellpolierter Berg-Bau-Spiegel“*, Leipzig
- MINISTERIUM FÜR ERZBERGBAU, METALLURGIE UND KALI (1982): Bestätigungsdokument und Festlegungen zur Grundsatzentscheidung zum Investvorhaben „Rekonstruktion und Erweiterung der Zinnproduktion - 3. Etappe“. - *Museum Altenberg*.
- MÖBUS (1964): Die geotektonische Entwicklung des Grundgebirges im Raum Erzgebirge-Elbtalzone-Lausitzer Grundgebirge und Westsudeten. – *Abh. d. Deutsch. Akad. d. Wiss. zu Berlin, Kl. f. Chemie, Geologie, Biologie*, Nr. 5.
- MÖBUS, G.; SEIM, R.; SCHILKA, W. & SÜBMILCH, P. (1984): Grundlagen einer Paläospannungsanalyse der Zinnerzlagerstätte Altenberg/Erzgebirge. – *Z. angew. Geologie*, **30**: 68-74, Berlin.
- MOESTA, G. (1928): Brüche und Porphyreffusionen im östlichen Erzgebirge. – *Z. deutsch. geologisch. Ges.* **80**: 343-408, Berlin.
- MOHRMANN, R. & MÜNZ, T. (1959): Überprüfung der Methode der Probenahme mittels Punktation im Altenberger Greisen. – *Min. Inst. Bergakademie Freiberg*, unveröff.
- MOSCH, E. & BECKER, M. (1985): Largest cassiterite flotation plant in the world under test operation at Altenberg. -

- Mining Magazine December.
- MOSCH, E. & HOFMANN, P. (1980): Technologie der Schlammflotation - technologische Konzeption der Feinstkornklassierung. - Bergarchiv Freiberg, ZE-Alt THA-Nr. III Ae 60, lfd. Nr. 284. Bericht.
- MÜLLER, K.-H. (1865): Die Bildung der Zinnstockwerke im östlichen Erzgebirge. - Berg- und hüttenmännische Zeitung, 24. Jg., Nr. 21, S. 178-180, Leipzig.
- MÜLLER, K.-H. (1889): Gutachten über den gegenwärtigen Zeitwert des Zwitterstocks tiefen Erbstolln zu Altenberg und des Berggebäudes Vereinigt Feld im Zwitterstock zu Altenberg. - Bergarchiv Freiberg.
- MÜLLER, O. (1964): Zwischen Müglitz und Weißeritz - Werte der deutschen Heimat. - Akademie Verlag, Bd. 8.
- MUSEUM ALTENBERG (2000): Zusammenstellung von historischen Unterlagen zur Aufbereitung Altenberg, besonders zur vorliegenden Monographie.
- NEUBER, Chr. (1977): Schlammflotation. - Bergarchiv Freiberg, ZE-Alt THA-Nr. III Ae 60, lfd. Nr. 244. Abschlußbericht.
- NEUNHOEFFER (1943): Synthese eines Schwimmmittels für Zinnstein. - Metall und Erz Bd. 40, S. 174.
- N. N. (1853): Die Zementquelle im Vereinigt Feld im Zwitterstock zu Altenberg. - Jahrbuch für den Berg- und Hüttenmann auf, 27. Jg. S. 278-280, Freiberg.
- N. N. (1854): Altenberg, Bergbauproduktion. - Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen im preußischen Staate, Bd. 2, Teil C, S. 8, Berlin.
- NOLL, W. (1949): Zur Kristallchemie des Zinnsteins (Kassiterit). - Heidelberger Beitr. 1. Bd., p. 593.
- NOLTZE, Ch. (1993): Verwahrung der Zinnerzgrube Altenberg. - Erzmetall 46: 621-625.
- OELSNER, Chr. (1963): Ergebnisse der Gravimetermessungen im Osterzgebirge. - Freiburger Forschungshefte C 144, Bergakademie Freiberg, S. 39-81.
- OELSNER, O. W. (1942): Korngrößenverteilung in den Erzen der alten und neuen Rollen des Zwitterstocks zu Altenberg. Großbemusterung des Zwitterstockes zu Altenberg. - VEB Zinnerz, Werkunterlagen, unveröff.
- OELSNER, O. W. (1952): Die pegmatitisch-pneumatolytischen Lagerstätten des Erzgebirges mit Ausnahme der Kontaktlagerstätten. - Freiburger Forschungshefte C 14.
- OELSNER, O. W. (1954): Bemerkungen über die Anwendbarkeit des H/F-Koeffizienten zur Deutung der Genese von Wolframiten. - Freiburger Forschungshefte C 10, p. 62, Bergakademie Freiberg.
- OELSNER, O. W. (1956): Über einige Vorkommen von Jordisit und Ilsemannit. - Geologie, Jg. 5, H. 7. p. 563.
- OELSNER, O. W. (1961): Die Abhängigkeit der Paragenesen erzgebirgischer Lagerstättenbezirke vom Intrusionsalter der zugehörigen Granite. - Freiburger Forschungshefte C 13, H. 8, p. 24.
- ÖHLSCHLÄGEL, F. G. (1813): Mineralogische Beschreibung der Gegend von Altenberg, Rechenberg, Glashütte, Liebstadt und Berggießhübel. - Bergarchiv Freiberg, unveröff.
- OSSENKOPF, P. (1967): Bericht über die Dokumentation und petrographische Bearbeitung der Pingenbohrungen 1/65-5/65. - VEB GFE Halle, unveröff. Bericht, Freiberg.
- OSSENKOPF, P. (1971): Herkunft und Bedeutung des Namens „Zwitter“ und „Greisen“. - Fundgrube Berlin 9, 3/4: 69-72.
- OSSENKOPF, P. & SIPPEL (1966): Methodische Untersuchungen zur Genese und Paragenese der Zinnmineralisation in der Lagerstätte Altenberg. - VEB Geologische Erkundung Süd, unveröff. Bericht, Freiberg.
- PÄLCHEN, W. (1968): Zur Geochemie und Petrologie der postorogenen variszischen Magmatite des sächsischen Osterzgebirges. - Bergakademie Freiberg.
- PÄLCHEN, W. & OSSENKOPF (1970): Über das relative Alter des Schellerhauer Granitmassivs und seiner Varietäten. - Ber. GGW Reihe B 12, 4: 359-371.
- PÄLCHEN, W.; WETZEL, H.-V. u. a. (1984): Spätvaristischer Magmatismus und Bruchtektonik im Osterzgebirge. - Exkursionsführer „Alter und Altersbestimmung geologisch. Erkundung und Prozesse“, 31. Jahrestag GGW, S. 53-60, Berlin.
- PÄLCHEN, W.; RANK, G.; HARPKE, B.; SCHUBERT, W.; KASPER, W. (1991): Zur geologischen Interpretation pedo-geochemischer und aerogammaspektrometrischer Daten der Altenberger Scholle unter besonderer Berücksichtigung der Paläovulkanite. - Vortrags- und Exkursionstagung in Mönchenfrei (erzgeb.) vom 23-25. Oktober 1991. Kurzfassung der Vorträge. ZIPE Potsdam, S. 19, Potsdam.
- PAWLAK, W. (1956): Mengen-Zinn-Wasserstrombild der Aufbereitung Schwarzwasser. - Bergarchiv Freiberg, ZE-Alt THA-Nr. III Ae 60, lfd. Nr. 080 und 081, Ing.-Arbeit.
- PELCZYNSKI, M. (1967): Kartierung eines Streckenabschnittes der Strecke 469 in der Grube Altenberg. - VEB Zinnerz Altenberg.
- PFITZENREUTER, M. (1966): Kartierung der Strecken 412, 419, 422 und 414 des VEB Zinnerz Altenberg. - VEB Zinnerz Altenberg.
- PIETZSCH, G. & HEMPEL, D. (1960): Geologische Dokumentation der Strecke 750 des VEB Zinnerz Altenberg. - Min. Inst. Bergakademie Freiberg, unveröff.
- PIETZSCH, K. (1962): Geologie von Sachsen. - Dt. Verl. Wiss., Berlin.
- PILARSKI, J. (1979): Aufnahme von Kluftdiagrammen. - Altenberg, unveröff.
- PREIDT, P. (1934): Angabe der Zinnproduktion der Zwitterstock AG von 1682 - 1929. - Bergarchiv Freiberg, ZE-Alt THA-Nr. III Ae 60, lfd. Nr. 054.
- PREIDT, P. (1935): Die bisherige Gewinnung und Aufbereitung der Zinn-Wolframerze in der Gegend von Zinnwald und Altenberg ist zu beschreiben: Es sind Vorschläge für eine eventuelle weitere Belebung dieses Bergbaus zu machen. - unveröff., Berlin.

- PREIDT, P. (1937): Der Einfluss des Mürbebrennens auf die Aufbereikbaarheit von feinverteilten Zinnerzen mit besonderer Berücksichtigung des Erzes von Altenberg in Sachsen. – TH Berlin, unveröff. Diss.
- PREIß, W. (1953/54): Zinnaufbereitung Altenberg, Probleme der Erhaltung technischer Denkmale. – Wiss. Zeitschrift TH Dresden, **3**, Heft 3.
- PREIß & MEIBNER (1952): Gutachten über die Möglichkeiten der Erhaltung der alten Aufbereitungsanlagen, technische Kulturdenkmale Grube „Zwitterstock“ in Altenberg. – Institut für Denkmalpflege
- PRESCHER (1957): Die Niederschönaer Schichten der sächsischen Kreide. – FFH C 34, Berlin Akad. Verl.
- PRZYBYLSKI, R. & HEDRICH, G. (1956): Die Zinnerzlagertstätte von Altenberg. Geologie und Bergbau. – Z. Bergbautechnik, **6**, 4: 188-194.
- QUELLMALZ, W.; WILSDORF, H.; SCHLEGEL, G. (1983): Das erzgebirgische Zinn in Natur, Geschichte, Technik. – 2. überarbeitete Auflage, 84 S. Altenberg.
- RAATZ, W. (1971): Flotative Haldenzinnengewinnung. – Bergarchiv Freiberg, ZE-Alt THA-Nr. III Ae 60, lfd. Nr. 202. Studie des Aufbereitungsinstitutes der Bergakademie Freiberg.
- RECKNAGEL, U. (1969): Die Zinnverteilung in den Mineralen des Greisen von Altenberg. – Bergakademie Freiberg, Sekt. Geowiss., Dipl.-Arb.
- REH (1927): Korngröße des Zinnsteins im Zwitter Altenberg.
- REH, H. (1932): Beitrag zur Kenntnis der erzgebirgischen Erzlager. – Neues Jahrbuch für Mineralogie, Abt. A Geologie und Paläontologie, Bd. 65, S. 1-86, Stuttgart.
- REPORTAGE (1964): Zentralschacht in Altenberg. – Sächsische Heimatblätter, 10. Jg., Heft 1.
- REYER, E. (1879): Über die erzführenden Tiefeneruptionen von Zinnwald – Altenberg und über den Zinnbergbau in diesem Gebiet. – Jb. k. u. k. geolog. Reichsanstalt 29. Bd. H. 1.
- REYER, E. (1881): Zinn – Eine geologisch-montanhistorische Monographie. – Berlin.
- RIESCHEL, H. (1949): Vergleichende Untersuchung von Kugelmühle und Pochwerk auf Grube Zwitterstock in Altenberg. – Bergarchiv Freiberg, ZE-Alt THA-Nr. III Ae 60, lfd. Nr.059.
- RINKE, H. (1932): Die Heinrichsohle in Altenberg. – Über Berg und Tal 55, Dresden.
- ROHRLACK, D. & SCHLEGEL, G. (1968): Erzvorratsberechnung Zinnerz Altenberg. – VEB BHK Freiberg, Betrieb Zinnerz Altenberg, unveröff. Bericht.
- ROSCHER, K. (1973): Entwicklung der Produktivkräfte im Betrieb Zinnerz Altenberg des VEB Bergbau- und Hüttenkombinat Freiberg unter besonderer Berücksichtigung der in der Perspektive vorgesehenen technologischen Änderungen. – Bergakademie Freiberg, Dipl.-Arb. 113 S.
- ROSENBAUM, A. (1981): Abschlußbericht des Forschungsinstitutes für Aufbereitung Freiberg: „Reagenzienregime Altenberg – Sammler/Schäumer-Verhältnis“. – Bergarchiv Freiberg, ZE-Alt THA-Nr. III Ae 60, lfd. Nr. 290.
- ROSENBAUM, A. (1981): Reagenzienregime Altenberg – Wirkungsmechanismus der Erzvorbehandlung. – Bergarchiv Freiberg, ZE-Alt THA-Nr. III Ae 60, lfd. Nr. 286. F/E-Bericht.
- ROSENBAUM, A. (1982): Reagenzien für die Zinnsteinflotation – Studie Abwasserqualität. – Bergarchiv Freiberg, ZE-Alt THA-Nr. III Ae 60, lfd. Nr. 312. Abschlußbericht.
- ROSENBAUM, A. (1984): Abwasserqualität Altenberg – Untersuchungen zum Verhalten von Fe und F in Trübeströmen der Aufbereitung und des Klärteiches. – Bergarchiv Freiberg, ZE-Alt THA-Nr. III Ae 60, lfd. Nr. 339. Protokoll.
- RÖSLER, H.-J. & LANGE, H. (1975): Geochemische Tabellen. – Akademie Verlag, 2. Auflage, Berlin.
- RÖSSEL, H. (1981): Möglichkeiten der Gewinnung von Lithium aus einheimischen Rohstoffen – aus Altenberger Haufwerk und Zinnwalder Haldenmaterial. – Bergarchiv Freiberg, ZE-Alt THA-Nr. III Ae 60, lfd. Nr. 299. Studie.
- RÖBLER, B. (1980): Hellpolierter Bergbauspiegel 1700. – Faksimiledruck, VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie Leipzig.
- RÖTZLER, J. (1984): Revisionskartierung Geising-Lauenstein und geologische lagerstättenkundliche Kartierung in der Zinnerzlagertstätte Altenberg. – Bergakademie Freiberg, 53 Seiten.
- RUBE (1862): Analysen des Zwittergesteins und des Granites von Altenberg. – Berg- und Hüttenmännische Zeitung 21, S. 74.
- RUMPF, K. (1965): Aus der Geschichte des erzgebirgischen Zinnbergbaues. – Sächs. Heimat H. 8-9: 32-36.
- SAAGE, E. (1978): Studie: Verarbeitung des im Betrieb Zinnerz Altenberg anfallenden As-Konzentrates in den Hüttenbetrieben. – Museum Altenberg., 2000.
- SACK, H. (1958): Lagerstättengenetische Bearbeitung des Zwitterstockes von Altenberg/Erzgebirge. – Min. Inst. Bergakademie Freiberg, unveröff. Dipl.-Arb.
- SANSONI, G. (1973): Zum Auftreten des Zinnsteins in Gesteinen der Zinnerzlagertstätte Altenberg/Sa. – Chemie der Erde, Bd. 32, H 1/2: 93-120.
- SANSONI, G. (1979): Nebenelemente Altenberg – Teilbericht Rohstoffuntersuchungen. – Forschungsinstitut für Aufbereitung Freiberg, unveröff. Bericht.
- SCHÄFER, G. (1967): Geologisch. Kartierung der Bohrkammer III in der Grube Altenberg. – VEB Zinnerz Altenberg, unveröff.
- SCHATSCH, J.; WEIß, ST.; MASSERNEK, A. (2001): Zinnbergbau in Altenberg/Sachsen, Jahrhundertfunde mit Prosopit und die weltbesten Walpurginkristalle Lapis. – Min.-Magazin 26. Jg., Nr. 2, S. 13-25
- SCHATZ, J. (1989): Die Altenberger Zinnerzaufbereitung 1933 - 1962. – Bergakademie Freiberg, Bergarchiv Freiberg, ZE-Alt THA-Nr. III Ae 60, lfd. Nr. 394.

- SCHEERER, T. (1857): Mineralogische Charakteristik des Prosopits Halle und Leipzig. – Annalen der Physik und Chemie, 101. Bd., S. 361-386.
- SCHELLHAS, W. (1932): Goethe in Zinnwald und Altenberg. – Zeitschrift „Glück auf“ 52, Schwarzenberg.
- SCHENDERLEIN (1941): Bericht über die Zwittergänge am Neufang. – Betrieb Zinnerz Altenberg, Archiv, unveröff.
- SCHENDERLEIN (1944): Abschließender Bericht über die Großbemusterung des Zwitterstockes. – Zinnerz Altenberg, unveröff. Bericht.
- SCHEUMANN, K.-H. (1932): Über die petrographische Ableitung der roten Erzgebirgsgrisen. – Min., petrogr. Mitt. 42: 413-454.
- SCHIEMENZ, F. (1983): Projekt Zinn Altenberg Suche 1 und 2.- VEB GFE Freiberg, unveröff.
- SCHIEMENZ, F.; KÜHNE, R. u. a. (1985): Zwischenbericht Suche Zinn Altenberg (Raupennest, Zinnkluff). – VEB Geologische Forschung und Erkundung Freiberg.
- SCHIEMENZ, F.; ZERNKE & KÜHNE (1990): Kurzbericht OT Bohrungen Altenberg – Neufang. – VEB Geologische Forschung und Erkundung Freiberg.
- SCHIFFNER, C. (1911): Uranmineralien in Sachsen. – 20 S., Freiberg
- SCHILKA, W. (1978): Mitteilung über eine Probenahme im Grubenfeld der Roten Zeche und im Stöllner Feld. – Zinnerz Altenberg, Archivgut Geologie.
- SCHILKA, W. (1981): Dokumentation zum geologisch. Erkundungsprojekt Neufang Altenberg. – Betrieb Zinnerz Altenberg, unveröff. Bericht.
- SCHILKA, W. (1986): Der regionale Rahmen der Zinnerz-lagerstätte Altenberg. – Zinnerz Altenberg, unveröff.
- SCHILKA, W. (1986): Indizienkarte der Metallogenie im Raum Zinnwald-Schmiedeberg und Erläuterungen. – ZA, unveröff. Bericht.
- SCHILKA, W. (1986): Zur Typisierung der Paragenesen osterzgebirgischer Lagerstätten unter besonderer Berücksichtigung der Altenberger Lagerstätte. – Freiburger Forschungshefte C **413**: 56-72, Leipzig.
- SCHILKA, W. (1987): Mineralisationen im Osterzgebirge. – VEB BHK Betrieb Zinnerz Altenberg, Exkursionsführer, 23. S., Altenberg.
- SCHILKA, W. (1987): Tektonische und postmagmatische Prozesse in der Zinnerz-lagerstätte Altenberg. – Bergakademie Freiberg, unveröff.
- SCHILKA, W. (1991): Rückblick auf den Zinnerzbergbau im sächsischen Altenberg. – Zeitschrift „Glück auf“, 127, Nr. 23/24, S. 1077-1080.
- SCHILKA, W. (1993): Wirtschaftliche Aspekte bei der Stilllegung des Zinnerzbergbaus in Altenberg. – Schriftenreihe der GDMB H. 67: 67-81.
- SCHILKA, W. (1995): Verhältnis von Tektonik, Metasomatische und Vererzung in der Zinnerz-lagerstätte Altenberg/Erzgebirge. – Freiberg. Forsch.h. (Ergebnisse der Lagerstättenforschung. Festkolloquium der TU Bergakademie Freiberg zum 65. Geburtstag von Prof. L. Baumann), C **460**, S. 123-135, Freiberg.
- SCHILKA, W. (1996): Metasomatische Prozesse im Schellerhauer Granitmassiv (Osterzgebirge). – Freiberg. Forsch.h. C **467**.
- SCHILKA, W. (2000): Zinnerz-lagerstätte Altenberg in Sachsen – Die Mineralienfunde der letzten Betriebsperiode von 1978-1991. – Mineralienwelt, 11. Jg. H. 2, S. 22-27
- SCHILKA, W., MATTHES, H. (1991): Betriebliche Unterlagen Zinnerz Altenberg. – Zinnerz GmbH Altenberg, unveröff.
- SCHINDLER, N.; BARTZSCH, J. & JAHN (1981): Bisherige Ergebnisse bei der Leistungssteigerung im gleislosen horizontalen Vortrieb in einer Zinnerz-grube. – Neue Bergbautechnik, 11. Jg. Heft 11, S. 629-631, Leipzig.
- SCHLEGEL, G. (1966): Die Altenberger Pinge und die Abhängigkeit ihrer Form von der Tektonik der Zinnerz-lagerstätte Altenberg. – Z. Angew. Geologie, **12**, 4: 182-185.
- SCHLEGEL, G. (1966): Testuntersuchungen zur Bemusterung der Lagerstätte Altenberg. – Z. f. angew. Geologie, 12. Jg., H. 4.
- SCHLEGEL, G. (1967): 1. Ergänzung zur Erzvorrats-berechnung Betrieb Zinnerz Altenberg. – VEB BHK Freiberg, unveröff. Bericht.
- SCHLEGEL, G. (1967): Beziehungen zwischen Tektonik und Vererzung in der Zinnerz-lagerstätte Altenberg. – Z. Angew. Geologie, **13**, 6: 294-304.
- SCHLEGEL, G. (1967): Erzvorratsberechnung zur Zinnerz-lagerstätte Altenberg/Erzgebirge. – VEB BHK Freiberg, Grube Altenberg, unveröff. Bericht.
- SCHLEGEL, G. (1967): Ökonomische Begründung für die Kondition der Zinnerz-lagerstätte Altenberg. – VEB BHK Freiberg, unveröff. Bericht.
- SCHLEGEL, G. (1968): 2. Ergänzung zur Erzvorratsbe-rechnung Betrieb Zinnerz Altenberg. – VEB BHK Freiberg, unveröff. Bericht.
- SCHLEGEL, G. (1969): Die Herstellung von Anschliffen am Aufbereitungsprodukt von Altenberger Erzen. – Z. angew. Geologie, **15**, 1: 45-46.
- SCHLEGEL, G. (1972): Mineralogische und geologische Untersuchungen in Altenberg – Teilthema 3: Mineralogische Untersuchungen. – Zinnerz Altenberg, unveröff. Bericht.
- SCHLEGEL, G. (1974): Vorprojekt für die Erkundung der „Roten Zeche“ und der Gänge am „Neufang“. – Saxonia AG, Archiv.
- SCHLEGEL, G. (1991): Der Erzgebirgische Zinnbergbau und seine geschützten Sachzeugen. – Der Anschnitt, 43. Jg., H. 4/5, S. 94-100, Bochum.
- SCHLEGEL, G. u. a. (1975): Erzvorratsberechnung zur Zinnerz-lagerstätte Altenberg Textteil. – Zinnerz GmbH Altenberg, Archiv.
- SCHMIDHUBER (1833): Aufsatz über die verschieden bei der Grube Vereinigt Feld im Zwitterstock vorkommenden Arten von Gesteinen und die Differenz des Zinn-steingehaltes derselben bei einem verschiedenen äußeren

- Aussehen. – Bergarchiv Freiberg, unveröff.
- SCHMIDT, M. (1977): Geologische, petrographische und geochemische Untersuchungen zur Charakterisierung des Mikrogranitganges zwischen Zinnwald und Altenberg. – Bergakademie Freiberg, Dipl.-Arb.
- SCHMIDT (1988): Geomechanische Untersuchungen im Ladestreckensystem des VEB Zinnerz Altenberg. – Bergakademie Freiberg, Sektion Geotechnik.
- SCHMIDT, M. (1979): Schlammflotation - Verbesserung der Konzentratqualität bei der Feinstkornflotation. - Bergarchiv Freiberg, ZE-Alt THA-Nr. III Ae 60, lfd. Nr. 262, Bericht.
- SCHMIDT, O.-E. (1922): Kursächsische Streifzüge. – Aus dem Erzgebirge, Bd. 4, Buchdruckerei Wilhelm und Beetke von Baensch Stiftung, Dresden.
- SCHMIDT, T. (1985): Randbedingungen für die Untersuchung der Stabilität der Pingenböschungen in Altenberg unter dem Einfluss des Abbaues. – Bergakademie Freiberg, unveröff.
- SCHMIDT, U. (1958): Zur tektonischen Analyse des sächsischen Erzgebirges. – Abh. DAW, Kl. Chemie, Geologie., Biol., 2.
- SCHÖNBERG, G. (1985): Petrographisch-lagerstättenkundliche Kartierungsarbeiten im Gebiet der Zinnerzlagerstätte Altenberg. – Bergakademie Freiberg, 21 Seiten.
- SCHÖNE, H. (1989): Prozessbeschreibung und Systemgrobkonzeption zum Entwurf eines Prozessleitsystems zur komplexen Automatisierung der Aufbereitung Altenberg. - Bergarchiv Freiberg, ZE-Alt THA-Nr. III Ae 60, lfd. Nr. 381.
- SCHÖNEBECK, B. (1983): Paragenetische Untersuchungen von Trümervererzungen im Greisenkörper Altenberg. – Bergakademie Freiberg, Sekt. Geowissenschaften.
- SCHREITER, R. (1927): Geologischer Führer durch das Erzgebirge. – 332 Seiten, Freiberg.
- SCHRÖCKE, H. (1952): Sächsische Zinnerzlagerstätten, ihre Paragenesen und Altersstellung. – Freiburger Forschungshefte, C 3: 19-24, Freiberg.
- SCHRÖCKE, H. (1954): Zur Geochemie erzgebirgischer Zinnerzlagerstätten. – N. Jb. Min. Abh. 87: 418-456.
- SCHRÖCKE, H. (1954): Zur Paragenese erzgebirgischer Zinnerzlagerstätten. – N. Jb. f. Min. Geol. u. Pal., 87, H. 1, 33-109.
- SCHRÖN, W.; BAUMANN & RANK (1982): Zur Charakterisierung von Quarzgenerationen in den postmagmatogenen Erzformationen des Erzgebirges. – Z. f. geologisch. Wiss. 10,12, Se. 1499.
- SCHÜLLER, A. (1955): Bericht über die Li-Glimmer von Altenberg und Zinnwald. – Bergarchiv Freiberg, unveröff.
- SCHULZ, G. (1968): Wismut-Zinn-Trennung. - Bergarchiv Freiberg, ZE-Alt THA-Nr. III Ae 60, lfd. Nr. 148. Abschlußbericht.
- SCHULZE, H. (1969): Zinnprognose Erzgebirge – Gebiet Osterzgebirge, Teilgebiet Altenberg – Zinnwald. – GFE BT Freiberg, unveröff. Bericht.
- SCHUMANN, R. (1930): Vom Altenberger Zinnbergbau. – Mitteilungen des Landesvereins Sächsischen Heimatschutz, XIX, H. 5/6: 257-290.
- SCHUMANN, R. (1940/46): Altenberg und sein Zinnbergbau. – Inst. für Denkmalspflege Dresden, Zusammenfassung Altenberger Archiv.
- SCHUST, F. (1980): Zum Zusammenhang zwischen der paläogeographischen Entwicklung und der Intrusionstiefe der Granite im Osterzgebirge. – Z. angew. Geologie Berlin, 26, 8: 405-411.
- SCHUST, F. & TISCHENDORF, G. (1981): Zur prävariszischen und variszischen geotektonischen-magmatischen Entwicklung im Erzgebirge. – ZGI Berlin, unveröff. Bericht.
- SCHÜTZ, J.-K. (1789): Beschreibung des Zinnbergwerkes zu Altenberg. – Leipzig.
- SEELIGER, J. (1965): Geologisch. Kartierung der Strecken 490 und 432 W in der Grube Altenberg. – VEB Geologisch. Erk. Nr. 440, Manuskriptarchiv.
- SEIDEL, B. (1986): Projekt Zinn Altenberg 1, Suche 3. – VEB GFE Freiberg, unveröff.
- SEIDEL, B.; KÜHNE, R. u. a. (1988): Suche Zinn Altenberg 1 (Zinnkluft) 1984-1988. – VEB GFE Freiberg, Bericht.
- SEIDLITZ, W. (1926): Die Altenberger Scholle. – Geologisch. Rdsch., Sonderband, 17a: S. 1-19, Stuttgart.
- SEIFERT, Th. (1985): Beitrag zur Typisierung von Zinnerzlagerstätten im Erzgebirge. – Bergakademie, unveröff.
- SEIFERT, Th.; KEMPE, U. (1985): Sn-W-Lagerstätten und spätvariszische Magmatite des Erzgebirges. – Berichte der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft, Beihefte zum European Journal of Mineralogy (Exkursionsführer), V. 6, N. 2, S. 125-172, Stuttgart.
- SEIM, R. & Schweder, P. (1962): Germaniumgehalt im Topas. – Naturwissenschaften, 49. Jg., 23, Springer-Verlag Berlin.
- SEIM, R. & LEIPE, T. (1987): Die magmatische Entwicklung einer mehrphasigen Zinngranitintrusion. – Chemie der Erde, 46: 247-258, Jena.
- SEIM; EIDAM & KORICH (1982): Zur Elementverteilung in einem Zinngranit (Schellerhauer Massiv/Osterzgebirge). – Chemie der Erde, 42, Jena.
- SELTMANN, R.; HÖSEL, G.; KÜHNE, R.; TISCHENDORF, G. (1989): Depositions related with Hercynian postkinematic granitoid complexes. Sn-W-Depositions. – Silic Magmatism and Metallogensis of the Erzgebirge. Veröffentlichungen des Zentralinstituts für Physik der Erde der Akademie der Wissenschaften der DDR Nr. 107, S. 121-148, Potsdam.
- SELTMANN, R.; FRISCHBUTTER, A.; JUST, G. (1990): Beitrag zur Mikrostrukturuntersuchung an Kataklasiten. – Zeitschrift für geologische Wissenschaften, 18. Bd., H. 11, S. 965-976, 1050-1051, Berlin.
- SELTMANN, R.; SCHILKA, W. (1991): Metallogenic aspects of breccia-related tin granites in the Eastern Erzgebirge. – Zeitschrift für geologische Wissenschaften, 19. Bd., H.

- 4, S. 485-490, Berlin.
- SELTSMANN, R.; SCHILKA, W. (1991): Genetical models of breccia-related tin granites in the Eastern Erzgebirge. – Geoprofil, H. 3, S. 48-50, Freiberg.
- SELTSMANN, R.; FARAGHER, A. E. (1994): Collosional Orogens and their related Metallogeny – a preface. – Czech Geological Survey, Proceedings of the IAGOD Erzgebirge meeting, Geyer, June 4-6, 1993. Metallogeny of Collosional Orognes Focussed on the Erzgebirge and Comparable Metallogenic Settings. Edited by Reimaer Seltmann, Horst Kämpf and Peter Möller, GeoForschungsZentrum Potsdam, S. 7-19, Prague
- SELTSMANN, R.; SCHILKA, W. (1995): Late Variscan crustal evolution in the Altenberg-Teplice Caldera. Evidence from new geochemical and geocronological data. – Terra Nostra, H. 7, S. 120-124.
- SELTSMANN, R.; BREITER, K.; SCHILKA, W.; BENEK, R. (1996): The Altenberg-Teplice caldera: Reversed zonation of a stratified magma chamber. – V. M. Goldschmidt conference, March 31 – April 4-Cambridge Publications. Journal of Conference Abstracts, Volume I, 556 S., Heidelberg.
- SELTSMANN, R.; BANKWITZ, P.; FRISCHBUTTER, A.; THOMAS, R. (1998): Struktur-Stoff-Probleme brekziengebundener Zinngranite. – Mitteilungen der Gesell. f. Geologische Wissenschaften der DDR, 16. Jg. H. 2/3, S. 54-55, Berlin.
- SENNEWALD, R. (1981): Zum Weitungsbaue in der Altenberger Zinnerzlagertstätte. – Fundgrube 17: 122-125.
- SENNEWALD, R.; UHLIG, J. (1993): Die rolle der Zinnerzlagertstätte Altenberg im geologisch-lagerstättenkundlichen Erkenntnisfortschritt seit etwa 1500. – Z. geol. Wiss., 21, 5/6.
- SEIFERT, L.; BAUMANN, L.; LEEDER, O. (1992): Contribution to the paragenetic characterization of mineralizations of the Sn (-W), quartz-polymetal and fluorite-quartz association in the E part of the Central Erzgebirge anticlinal area. – Neues Jahrbuch für Mineralogie, 165 Jg., H. 1, S. 65-81, Stuttgart.
- SIEBER, S. (1964): Der böhmische Zinnbergbau in seinen Beziehungen zum sächsischen Zinnbergbau. – Bohemia, Jahrbuch des Collegium Carolinum, Bd. 5, S. 137-160, München.
- SIEGMUNDT, M.; DOLLE, P. (1983): Zur Stabilität der Randböschungen einer großen Pinne bei Beeinflussung durch darunter umgehenden Bergbau. – Neue Bergbautechnik, 13. Jg., H. 7, S. 385-388, Leipzig.
- SIPPEL, H. (1971): Bericht über die Apatit-, Fluorit- und Topasverteilung im Erzkörper der Zinnerzlagertstätte Altenberg. – VEB GFE Freiberg, unveröff. Bericht.
- SPENGLER, E. (1949): Über die Abtragung des variszischen Gebirges in Sachsen. – Abh. Geologisch. Landesamt N. F. 212, 102 S.
- SOBOTKA, K. (1976): Erstellung eines Musterkataloges der Dokumentationsmethoden für die untertägige geologische Aufnahme (Kartierung) und für Bohrungen verschiedenen Typs, sowie für die Bemusterungsmethoden und der Darstellung der Ergebnisse in den geologischen Abteilungen. – Bergakademie Freiberg, Ingenieurspraktikumsarbeit, 30 Seiten.
- STEIN, O. (1940): Zusammenfassung der Versuchsergebnisse zur Verbesserung des Zinnausbringens der Aufbereitung Schwarzwasser. - Bergarchiv Freiberg, ZE-Alt THA-Nr. III Ae 60, lfd. Nr. 057.
- STEMPROK, M. (1967): Genetische Probleme der Zinn-Wolfram-Vererzung im Erzgebirge. – Mineralium Deposita. International Journal for Geology, Mineralogy and Geochemistry of Mineral Deposits. Official Bulletin of the Society for Geology Applied to Mineral Deposits. 2. Jg., S. 102-118, Berlin.
- STEMPROK, M.; SELTSMANN, R. (1994): The Metallogeny of the Erzgebirge (Krusné Hory). – Czech Geological Survey, Proceedings of the IAGOD Erzgebirge meeting, Geyer, June 4-6, 1993, Metallogeny of Collosional Orognes Focussed on the Erzgebirge und Comparable Metallogenic Settings. Edited by R. Seltmann, H. Kämpf and P. Müller, GeoForschungsZentrum Potsdam, S. 61-69, Prague.
- STERNFREUND DER JÜNGERE (1749): Schreiben an Prof. Kästnern von Entdeckung und Beschaffenheit der Cementquelle in Altenberg. – Hamburgisches Magazin oder gesammelte Schriften zum Unterrichte und Vergnügen aus der Naturforschung und den angenehmen Wissenschaften überhaupt, 3. Bd., 5. Stück, S. 496-501, Hamburg, Leipzig.
- STILLE, H. (1951): Das mitteleuropäische variszische Grundgebirge im Bilde des Gesamteuropäischen. – Geologisch. Jb., Beih. 2, 136 Seiten, Hannover.
- STRABBERGER, NEUBER, SANSONI, ROSENBAUM (1978): Studie über aufbereitungstechnologische Fragen der Wismutgewinnung in Altenberg. - Bergarchiv Freiberg, ZE-Alt THA-Nr. III Ae 60, lfd. Nr. 257. Abschlußbericht.
- STRIEDER, J. (1925): Studie zur Geschichte kapitalistischen Organisationsformen, Monopole, Kartelle und Aktiengesellschaften im Mittelalter und zu Beginn der Neuzeit. – Formen des sächsischen Zinnhandels, 2. Auflage, speziell S. 212-292, München und Leipzig.
- STRUBE, M. (1965): Feinstkornanteile in den Entschlammungsprodukten, analytische Erfassung und Auswirkungen auf das Betriebsergebnis. - Bergarchiv Freiberg, ZE-Alt THA-Nr. III Ae 60, lfd. Nr. 115 und 116, Dipl.-Arbeit.
- STUDE, J. (1985): Paragenetische Untersuchungen in der Zinnerzlagertstätte Neufang bei Altenberg/Erzgebirge. – Bergakademie Freiberg, Sekt. Geowiss.
- STUMPFL, E.-F. (1963): Einige neue Ergebnisse zur Geochemie der Zinnerzlagertstätten. – N. Jb. Min., Geol. u. Pal., 96. Jg., 4: 88-95.
- STUTH, N. (1982): Tektonische Bearbeitung der Nordstörung

- im Bereich der Zinnerzlagerstätte Altenberg. – EMA Uni Greifswald, Sekt. Geowiss.
- SÜBMILCH, P. (1980): Die Abhängigkeit der Greisen-trümerrichtung von der Klüftung der Ausgangsgesteine sowie ihre Altersstellung innerhalb der magmame-tasomatischen Abfolge in der Lagerstätte Altenberg. – EMA UNI Greifswald, unveröff. Dipl.-Arb.
- TAMNAU (11857): Prosopit aus dem Zinnstockwerk zu Altenberg. – Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft, 9. Bd. Berlin.
- THOMAE, M. (1981): Abschlußbericht Pingenrandbohrungen Altenberg für geomechanische Bewertungen. – Zinnerz Altenberg, unveröff. Bericht.
- THOMAS, R. & BAUMANN, L. (1980): Ergebnisse von thermometrischen und kryometrischen Untersuchungen an Kassiteriten des Erzgebirge. – Z. geologisch. Wiss., **8**, 10: 1281-1299, Berlin.
- TIMMLER, A. (1966): Kartierung der alten Abbausohle des VEB Zinnerz Altenberg. – VEB Zinnerz Altenberg.
- TIMMLER, A. (1969): Spurenelementverteilung in der Lagerstätte Altenberg und ihre Beziehung zur Tektonik. – Bergakademie Freiberg, Sektion Geowiss., unveröff.
- TISCHENDORF, G. (1964): Stand der Kenntnisse bei der Suche nach Zinnerzlagerstätten im Osterzgebirge. – Z. f. angew. Geologie, Bd. 10, H. 5: 225-238, mit Karte.
- TISCHENDORF, G. (1966): Zur Zinnprognose im Erzgebirge mit Bemerkungen zu allgemeinen Metallogenie- und Prognoseproblemen. – Zeitschrift für angewandte Geologie, 12. Jg., H. 7/8, S. 338-344, 402-409, Berlin.
- TISCHENDORF (1969): Über die kausalen Beziehungen zwischen Granitoiden und endogenen Zinnlagerstätten. – Z. angew. Geologie, **15**, S. 333-342, Berlin.
- TISCHENDORF, G. (1971): Zur Problematik der Verteilung von Zinnmineralisationen in Raum und Zeit. – Ber. Dtsch. Gesell. Geologisch. Wiss., A, 16, 3-5: 379-394, Berlin.
- TISCHENDORF, G. (1972): Fortschritte der Metallogenie im Erzgebirge. Einführung. – Geologie **21**, 4/5: 434-436.
- TISCHENDORF, G. (1987): Probleme des Magmatismus und seiner Metallogenese im variszischen konsolidierten Mitteleuropa. – Z. geol. Wiss. **15**, S. 5-23, Berlin.
- TISCHENDORF, G.; WASTERNAK, J.; BOLDUAN, H. & BEIN. E. (1965): Zur Lage der Granitoberfläche im Erzgebirge und Vogtland mit Bemerkungen über ihre Bedeutung für die Verteilung der endogenen Lagerstätten. – Z. f. angew. Geologie, **11**, 8.
- TISCHENDORF, G. u. a. (1969): Die Dunkelglimmer der westerzgebirgisch-vogtländischen Granite und ihre Bedeutung als petrogenetische und metallogenetische Indikatoren. – Geologie **18**, 4: 384-399.
- TISCHENDORF, G.; PÄLCHEN, W. & LANGE, H. (1972): Zur geo-chemischen Charakterisierung granitoider Gesteine. – Geologie **21**, 4/5: 554-569.
- TISCHENDORF, G. et al. (1972): Fortschritte der Metallogenie im Erzgebirge. Position, Aufbau sowie tektonische Strukturen des Erzgebirges. Zur Petrographie und Geochemie der Granite des Erzgebirges. Postmagmatische Metasomatose im Endo-Exokontakt der jüngeren postkinematischen Granite. – Geologie, 21. Jg. Heft 4/5, S. 434-535, Berlin
- TÖPFER, E. (1966): Autogene Mahlung von Altenberger Erz. - Bergarchiv Freiberg, ZE-Alt THA-Nr. III Ae 60, lfd. Nr. 135. Abschlußbericht.
- TÖPFER, E. (1968): Flotationsverhalten Altenberger Erztypen. - Bergarchiv Freiberg, ZE-Alt THA-Nr. III Ae 60, lfd. Nr. 158. Abschlussbericht.
- TÖPFER, E. (1978): Studie über aufbereitungstechnologische Fragen der Wismutgewinnung im Betrieb Zinnerz Altenberg. – Forschungsinstitut für Aufbereitung, Archiv, Zinnerz Altenberg.
- TÖPFER, E. u. a. (1973): Untersuchungen über das unterschiedliche Flotationsverhalten von Zinnstein aus verschiedenen Erztypen. – Deutsch. Ges. Geologisch. Wiss., Berlin.
- TRAUTMANN, O. (1926): Die Altenberger Binge. – N. Archiv für Sächs. Geschichte und Altertumskunde **47**, H 2, Dresden.
- TRAUTMANN, O. (1928): Die Entstehung der Bergstadt Altenberg. - N. Archiv für Sächs. Geschichte und Altertumskunde **49**, Dresden.
- UHLIG, J. (1989): Die Rolle der Zinnerzlagerstätte Altenberg im geologisch-lagerstättenkundlichen Erkenntnisfortschritt (um 1500 bis zur Gegenwart). – Bergakademie Freiberg, M.-L.-Arbeit.
- ULLRICH, B. (1986): Vergleichende Untersuchungen zur Primärmahlung in Stab- und Kugelmühlen. - Bergakademie Freiberg, Bergarchiv Freiberg, ZE-Alt THA-Nr. III Ae 60, lfd. Nr. 363.
- VEB BERGBAU- UND HÜTTENKOMBINAT FREIBERG (1977): Erprobung Mehrdeckherd Altenberg. - Bergarchiv Freiberg, ZE-Alt THA-Nr. III Ae 60, lfd. Nr. 248. Abschlußbericht.
- VEB BERGBAU- UND HÜTTENKOMBINAT FREIBERG (1978): Technologie der Erzvorbehandlung im Betrieb Zinnerz Altenberg. - Bergarchiv Freiberg, ZE-Alt THA-Nr. III Ae 60, lfd. Nr. 253. Abschlussprotokoll.
- VEB BERGBAU- UND HÜTTENKOMBINAT FREIBERG (1983/84): Experimentalstudie der Aufbereitungstechnologie Altenberg zur Erprobung der Ausrüstung 3. Etappe Altenberg: 1. Rührsystem 6m³-Zelle, 2. Technologie Erzvorbehandlung, 3. Erprobung Dosierpumpen, 4. Industrielles Fernsehen in der Aufbereitung. - Bergarchiv Freiberg, ZE-Alt THA-Nr. III Ae 60, lfd. Nr. 334.
- VEB BERGBAU- UND HÜTTENKOMBINAT FREIBERG (1982): Technologie der chemischen Erzvorbehandlung von Altenberger Kassiteriterzen. - Bergarchiv Freiberg, ZE-Alt THA-Nr. III Ae 60, lfd. Nr. 313. Dokumentation.
- VEB BERGBAU- UND HÜTTENKOMBINAT FREIBERG, ABT. F 14 (1985): Gewinnung von Molybdän und Wismut aus Altenberger Zinnerzen - Errichtung einer Pilotanlage in der neuen Flotation. - Bergarchiv Freiberg, ZE-Alt THA-Nr. III Ae 60, lfd. Nr. 345. Bericht.

- VETTER, D. (1987): Untersuchungen zu den Haufwerkbewegungen in der Altenberger Pinge und Aufstellung eines Simulationsmodells zur langfristigen Planung des Erzabzuges. – Diss. BA Freiberg, Fakult. f. Techn. Wiss.
- VOIGT (1882): In ENDERLEIN, G. (1931): Sächsische Zinnbergwerke. – Dtsch. Mus. Abh. und Ber. 3, Berlin.
- VOIGT, V. (1882): Die Gründung Altenbergs. – „Der Bote von Geising ...“, Nr. 95: 1-2, Nr. 97: S. 1.
- VOGT, J. H. L. (1894): Über die durch pneumatolytische Prozesse an Granit gebundenen Mineralneubildungen. – Zeitschrift für praktische Geologie mit besonderer Berücksichtigung der Lagerstättenkunde, 2. Jg. Berlin.
- VOLLSTÄDT, A. (1971): Einheimische Minerale. – Dresden.
- VOLLSTÄDT, H.; WEIß, St. (1991): Mineralfundstellen im Erzgebirge. – München.
- VUMSON (1969): Untersuchungen der Schwermineralführung und der Elementverteilung in Seifenbildungen des Lagerstättengebietes von Altenberg und Zinnwald. – Bergakademie Freiberg, Diss.
- WAGENBRETH; WÄCHTLER; BECKE, DOUFFET & JOBST (1990): Bergbau im Erzgebirge, Technische Denkmale und Geschichte. – 504 Seiten, Leipzig.
- WATZNAUER, A. (1954): Die erzgebirgische Granitintrusion. – Geologie, Jg. 3, H. 6/7, p. 688.
- WATZNAUER, A. (1983): Die Rolle des Radon (Rn-222) als Umweltfaktor. - Akademie-Verlag Berlin.
- WAWRA & KALWEIT (1969): Zinnverteilung im Altenberger Greisenmineral: Humb. Uni Berlin, Geowissenschaften.
- WEINHOLD, G. (1977): Zur prävariszischen Vererzung im Erzgebirgskristallin aus der Sicht seiner lithofaziellen und geotektonischen Entwicklung während der assyntiskaledonischen Ära. – Freiburger Forschungshefte C 320: 5-53, Leipzig.
- WEINHOLD, G. (1979): Die Entwicklung der Produktivkräfte auf geologischem Gebiet in den Zinnerzgruben der DDR. – Bergakademie Freiberg, M.-L.-Arbeit.
- Weissenbach, C. G. A. von (1823): Geognostische Beschreibung der Gegend von Altenberg und Zinnwald nach einer im September 1823 gemachten geognostischen Untersuchung dargestellt. – Bergarchiv Freiberg, Landesuntersuchung, Manuskript, LU 85A und B.
- WETZEL, H.-U. (1982): Aspekte der bruchtektonischen Gliederung des Osterzgebirges. – Z. geologisch. Wiss., 10, 5: 635-655.
- WETZEL, H.-U. (1984): Spätvariszische Bruchtektonik und subsequeute Gangmagmatite als Ausdruck der Krustenentwicklung im Osterzgebirge (Altenberger Scholle). – ZIPE Potsdam.
- WETZEL, H.-U. (1984): Zeitliche Einordnung sowie Dauer von magmatischen und tektonischen Prozessen im Osterzgebirge. – Mitteilungen der Gesell. für geologische Wissenschaften der DDR, 12. Jg. Heft 3/4, S. 23-24, Berlin.
- WETZEL, H.-U. (1985): Interpretation von Bruchzonen im Osterzgebirge und ihre Fortsetzung in die Deckgebirgseinheiten der Lausitz. – Z. geol. Wiss., Berlin 13, 1: 111-121.
- WILKE & SCHUBERT (1989): Komplexe Interpretation geophysikalischer Untersuchungen im Erzfeld Dippoldiswalde – Altenberg. – VEB Geophysik Leipzig, unveröff.
- WILSDORF, H. (1986): Die neuen Zinnvorkommen im Osterzgebirge. – in WILSDORF, QUELLMALZ, SCHLEGEL: Zinn in Natur und Geschichte. – Technik, 2. Auflage, Altenberg.
- WILSDORF, QUELLMALZ, SCHLEGEL, BARSCH (1988): Das erzgebirgische Zinn in Natur, Geschichte, Technik. - 3. Auflage, Altenberg Bergbauschauanlage.
- WINKLER, M. (1952): Untersuchungen über die bestmögliche Aufbereitung des Altenberger fein verwachsenen Zinnerzes. – unveröff., Altenberg.
- WINTER, S. (1969): Probleme beim Abbau der Zinnerzlagerstätte Altenberg. – Bergakademie 21, 8: 480-482.
- WINTER, S. (1973): Abbau von Erzlagerstätten großer Mächtigkeit unter besonderer Berücksichtigung der Zinnerzlagerstätte Altenberg. – Bergakademie Freiberg, unveröff.
- WINTER, S. (1974): Stand und Entwicklung der Technologie im Horizontalvortrieb der Gruben des Berg- und Hüttenkombinates „Albert Funk“ Freiberg. – Neue Bergbautechnik, 4. Jg., H. 2.
- WINTER, S. (1979): Probleme beim gleichzeitigen Abbau von Bruch- und Festerzen in einer durch alten Bergbau beeinflussten Zinnerzlagerstätte. – Neue Bergbautechnik H. 8: 455-459
- WINTER, H. & GÖRL, H. (1975): Die Einführung neuer Technologien in der Zinnerzgrube Altenberg. – Neue Bergbautechnik, H. 8: 630-633.
- WINTER, S.; SCHLEGEL; WEINHOLD; ROHRLACK (1979): Erfahrungen bei der komplexen Nutzung mineralischer Rohstoffe in den Gruben des VEB Bergbau- und Hüttenkombinat „A. Funk“ Freiberg. – FFH D 127, Leipzig, Dt. Verlag f. Grundstoffind.
- WINTER, S.; DIETZE, R. & TIETZ, O. (1981): Ergebnisse von Modellversuchen für den großflächigen Abzug von Erzen. – Neue Bergbautechnik, 11. Jg. H. 11.
- WOLF, L. (1960): Ergebnisse einiger Bohrungen im Gebiet des Steinkohlenvorkommens Schönfeld (Osterzgebirge). – Z. angew. Geol., Berlin 6: 341-344.
- WOLF, M.; KÜHNE, R.; SELTMANN, H. (1989): Zur geologisch-ökonomischen Bewertung der Ergebnisse der Zinnerzlagerstättensuche. – Neue Bergbautechnik, 19. Jg., H. 6, S. 201-209, Leipzig.
- WOTTGEN, E. (1970): Anwendung der Phosphonsäure zur Zinnsteinflotation. - Bergarchiv Freiberg, ZE-Alt THA-Nr. III Ae 60, lfd. Nr. 171 und 172. Abschlußbericht.
- WOTTGEN, E. (1971): Schlackenbildner. - Bergarchiv Freiberg, ZE-Alt THA-Nr. III Ae 60, lfd. Nr. 189. Zwi-

schenbericht.

WOTTGEN, E. (1971): Schlackenbildner. - Bergarchiv Freiberg, ZE-Alt THA-Nr. III Ae 60, lfd. Nr. 195. Bericht.

WOTTGEN, E. (1974): Versuche zur flotativen Gewinnung von Kassiterit aus Abgängen der Entschlammung. - Bergarchiv Freiberg, ZE-Alt THA-Nr. III Ae 60, lfd. Nr. 213. Abschlußbericht.

WOTTGEN, E.; NEUBER, CHR.; LUFT, D. (1976): Technologie der Erzvorbehandlung. - Bergarchiv Freiberg, ZE-Alt THA-Nr. III Ae 60, lfd. Nr. 231 und 232. Abschlußbericht.

WTB Eisleben (1966): Zinn aus Haldensanden. - Bergarchiv Freiberg, ZE-Alt THA-Nr. III Ae 60, lfd. Nr. 209. Studie.

ZIEBELL, J. (1966): Streckenkartierung 2. Sohle Römerschacht 150 m NNW im VEB Zinnerz Altenberg. - VEB Zinnerz Altenberg.

ZINKEISEN, H. (1888): Mineralogisch-geognostische Beschreibung der Gegend von Altenberg - Zinnwald. - Historisches Staatsarchiv Freiberg.

ZINNERZ VEB Altenberg (1989): Komplexe Analyse für den Zeitraum 1989. - Zinnerz-Akten, unveröff.

ZINNERZ GmbH Altenberg (1990): Lagebericht der Zinnerz GmbH Altenberg zum 31. Dezember 1990. - Zinnerz-Akten, unveröff.

ZINNERZ GmbH Altenberg (1991): Geologisches Gutachten für den Entwässerungsstollen 7. Sohle Kleine Biela. - Altenberg, unveröff. Bericht.

ZINNERZ GmbH Altenberg (1991): Lagebericht der Zinnerz GmbH Altenberg zum 31. Dezember 1991. - Zinnerz-Akten, unveröff.

ZINNERZ GmbH Altenberg (1992): Sonderbetriebsplan zur Demontage von Rohrleitungen und Kabel im Schacht 3. - unveröff.

ZINNERZ GmbH Altenberg (1992): Sonderbetriebsplan zur Montage/Demontage von Rohrleitungen und Kabel im Arno-Lippmann-Schacht. - unveröff.

ZINNERZ GmbH Altenberg (1993): Der neue Gewerbetrieb auf dem Gebiet der Zinnerz GmbH Altenberg. - Michel Sandstein Verlagsgesellschaft mbH

ZINNERZ GmbH Altenberg (1993): Verwahrdokumentation zur Verwahrung des Arno-Lippmann-Schachtes der Zinnerzgrube Altenberg. - unveröff.

ZINNERZ GmbH Altenberg (1993): Verwahrdokumentation zur Verwahrung des Schachtes 3 der Zinnerzgrube Altenberg. - unveröff.

ZINNERZ GmbH Altenberg (1993): Verwahrdokumentation zur Verwahrung des Tagesüberhauen 32 der Zinnerzgrube Altenberg. - unveröff.

ZÖNNCHEN (1979): Hydrometallurgische Wismutabtrennung aus sulfidischen Kollektivkonzentraten von Zinnerz Altenberg. - Bergarchiv Freiberg, ZE-Alt THA-Nr. III Ae 60, lfd. Nr. 274. Bericht.

ZÖNNCHEN, WETZEL, RÖSSEL (1982): Aufbereitungstechnische Möglichkeiten der WO₃-Gewinnung. - Bergarchiv Freiberg, ZE-Alt THA-Nr. III Ae 60, lfd. Nr. 316.

Studie.

ZSCHAU (1864): Über den Kappenquarz von Geyer, Schlaggenwald und Altenberg. - Sitzungsberichte und Abhandlungen der Naturwissenschaftlichen Gesellschaft ISIS in Dresden, S. 217.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Topographische Übersichtskarte.....	9
Abb. 2:	Morphologische Situation Raum Altenberg	10
Abb. 3:	Siegel der Stadt Altenberg vor 1544.....	11
Abb. 4:	Mundloch des Zwitterstocks Tiefer Erbstolln.....	12
Abb. 5:	Riss vom Altenberger Zwitterstock (1574)...	13
Abb. 6:	Lage und Teufe einiger Schächte aus dem Riss von 1574	13
Abb. 7:	Brennort im Zwitterstockwerk Altenberg	15
Abb. 8:	Weitungen auf der Heinrich-Sohle	15
Abb. 9:	Süd-Pingenwand mit Weitungen	15
Abb. 10:	Zeitliche Entwicklung der Pingel.....	16
Abb. 11:	Radstube im Saustaller Schacht	17
Abb. 12:	Römerschacht	19
Abb. 13:	Arno-Lippmann-Schacht	20
Abb. 14:	Übersicht bergmännischer Aufschlüsse in der Zinnerzgrube Altenberg.....	27
Abb. 15:	Regionalgeologische Position und tektonische Strukturen des Freiberg-Fürstenwalder Blocks (Osterzgebirge).....	29
Abb. 16:	Geologische Übersicht „Altenberger Scholle“.....	30
Abb. 17:	Geologische Karte Raum Altenberg	36
Abb. 18:	Profilschnitte durch den Albitgranit Typ G3 samt Feldspat-Stockscheider und Pyknitzone	39
Abb. 19a:	Quarzporphyr - Makrobild.....	42
Abb. 19b:	Quarzporphyr - Mikrobild	42
Abb. 20:	Granitporphyr - Makrobild.....	43
Abb. 21:	Syenogranit - Typ Schellerhau G1 - Makrobild	43
Abb. 22a:	Älterer aplitischer Monzogranit G2a im Kontakt mit Monzogranit G2b (Normaltyp) - Makrobild	44
Abb. 22b:	Älterer aplitischer Monzogranit vom Typ G2a - Mikrobild	44
Abb. 23a:	Monzogranit vom Typ G2b - Makrobild.....	45
Abb. 23b:	Monzogranit vom Typ G2b - Mikrobild	45
Abb. 24:	Monzogranit vom Typ G2c - Mikrobild.....	46
Abb. 25:	Jüngerer aplitischer Monzogranit vom Typ G2d - Mikrobild.....	46
Abb. 26a:	Albitgranit vom Typ G3 - Makrobild.....	47
Abb. 26b:	Albitgranit vom Typ G3 - Mikrobild	47
Abb. 27:	Deformationen im proterozoischen Erzgebirgskristallin nach BANKWITZ, P. und E., 1982.....	48

Abb. 28:	Tektonische Schemata Osterzgebirge	51	Abb. 61:	Revier Rote Zeche-Neufang	90
Abb. 29:	Hauptklufscharen der Gesteine im Raum Altenberg.....	52	Abb. 62:	Revier Rote Zeche-Neufang WSW-ONO-Schnitt	91
Abb. 30:	Generalisiertes Klufscharen- und Störungsbild der Lagerstätte	53	Abb. 63:	Revier Rote Zeche-Neufang NW-SO-Schnitt	93
Abb. 31:	Greisentrümergewirr im sog. „Schnittmustergranit“	53	Abb. 64:	Kluftmaxima der Gesteine im Revier Rote Zeche-Neufang	94
Abb. 32:	Richtungsverteilung der Klufflächen in den Rahmengesteinen und im Granit von Altenberg sowie Richtungsverteilung der Greisentrümer und hydrothermalen Störungen	54	Abb. 65:	Hauptrichtungen der Gangzonen im Revier Rote Zeche-Neufang	95
Abb. 33:	Nordrand-Störung schollenförmig zerlegt	57	Abb. 66:	Revier Raupennest – Geologie und Erzgänge.....	99
Abb. 34:	Nordrand-Störung nach Osten.....	58	Abb. 67:	Revier Raupennest – Profile.....	102
Abb. 35:	Nordrand-Störung im Kreuzungsbereich mit „Roter Kluft“-Störung.....	58	Abb. 68:	Revier Raupennest – Gesteinsklüftungs- und Mineralisationsrichtungen	103
Abb. 36:	Stockscheider des Monzogranits Typ G2d im Kontakt zum Monzogranit Typ G2b.....	59	Abb. 69:	Revier Zinnkluft – Schnitt.....	106
Abb. 37:	Stockscheider des Albitgranits Typ G3 im Kontakt zu Topas-Glimmergreisen	60	Abb. 70:	Modalbestand der Greisen und ihrer Ausgangsgesteine	112
Abb. 38:	Sog. „Schnittmustergranit“-Greisentrümer im Granit	62	Abb. 71:	Modalanalyse der Granite usw. nach STRECK- EISEN.....	112
Abb. 39:	Sog. „Schnittmustergranit“-Greisentrümer im Granit	62	Abb. 72:	Schema der Magmenentwicklung für Vulkanite und Granite im Raum Altenberg.	114
Abb. 40:	Topas-Glimmer-Greisen (Dunkelgreisen).....	63	Abb. 73:	Verteilung der Granit- und Greisentypen im Diagramm $K_2O + Na_2O/SiO_2$	114
Abb. 41:	Dünnschliff-Aufnahme zu Abb. 40.....	63	Abb. 74:	Anreicherungsfaktoren der Elemente in den Greisenerztypen von Schellerhau und Altenberg zum Clarkwert der Granite (weltweit) nach VINOGRADOV 1962.....	118
Abb. 42:	Topas-Glimmer-Greisen (Dunkelgreisen).....	63	Abb. 75:	Anreicherungsfaktoren der Elemente in den Greisenerztypen zum Monzogranit G_{A2}	119
Abb. 43:	Dünnschliff-Aufnahme zu Abb. 42.....	64	Abb. 76:	SE-Verteilungsmuster Gneis, Quarzporphyr, Granitporphyr.....	120
Abb. 44:	Greisentrümer in metaquarzporphyrischen Topas-Glimmer-Greisen übergehend.....	65	Abb. 77:	SE-Verteilungsmuster Granite	120
Abb. 45:	Quarz-Topas-Greisen (Hellgreisen)	66	Abb. 78:	SE-Verteilungsmuster der 4. Granittypen des Altenberger Monzogranits	120
Abb. 46:	Dünnschliff-Aufnahme zu Abb. 45 + Nic.....	66	Abb. 79:	SE-Verteilungsmuster der Greisenerztypen	120
Abb. 47:	Dünnschliff-Aufnahme zu Abb. 45 = Nic.....	66	Abb. 80:	Zinnverteilung 5. Sohle	122
Abb. 48:	Reiche Kassiteritvererzung im Quarz- Topas-Greisen (Hellgreisen)	66	Abb. 81:	Zinnverteilung 7. Sohle	123
Abb. 49:	Pyknitgesteinszone.....	68	Abb. 82:	Mittelalterliche Schachtteufen verfolgten über Weitungsbaue die Sn-reichen Erz- schläuche in große Teufen.....	124
Abb. 50:	Pyknit.....	69	Abb. 83:	Vertikaler Trend des Zinngehaltes in der Lagerstätte Altenberg	126
Abb. 51:	Quergliederung der Stängeltopas- Polykristalle	69	Abb. 84:	Wolframverteilung 5. Sohle	126
Abb. 52:	Sog. „Graue Zone“ im Liegenden der Pyknitzone.....	70	Abb. 85:	Vertikaler Trend des Wolframgehaltes in der Lagerstätte Altenberg	127
Abb. 53:	Topaskristallite in der „Grauen Zone“	70	Abb. 86:	Wismutverteilung 5. Sohle	127
Abb. 54:	Quarz-Glimmer-Topas-Gang Paragenesetyp 3	73	Abb. 87:	Vertikaler Trend des Molybdängehaltes in der Lagerstätte Altenberg	128
Abb. 55:	Quarzgang mit Wolframit und Molybdänit Paragenesetyp 4	74	Abb. 88:	Molybdänverteilung 5. Sohle	128
Abb. 56:	Gang mit Quarz und Eisenglanz Paragenesetyp 6	74	Abb. 89:	Vertikaler Trend des Molybdängehaltes in der Lagerstätte Altenberg	129
Abb. 57:	ged. Wismut, Bismuthinit, Karbonspat Paragenesetyp 7	75	Abb. 90:	Lithiumverteilung 5. Sohle.....	129
Abb. 58:	Baryt-Fluorit-Gang Paragenesetyp 8.....	75	Abb. 91:	Rubidiumverteilung 5. Sohle.....	130
Abb. 59:	Geologische Situation an der Peripherie der Lagerstätte Altenberg.....	86	Abb. 92:	Rohdichte der Gesteine und Greisen- erztypen	135
Abb. 60:	Flachriss vom Erzfall auf dem Neuklüfter Mgg im Kreuz mit dem Segen Gottes Spat... 88				

Abb. 93:	Schema des Granitreliefs in m NN vom Erzfeld Altenberg nach Gravimetrie und unter Berücksichtigung von Bohrergebnissen 139	Wäsche (Naumannmühle) Museum Altenberg 180
Abb. 94:	Durchschnittliche monatliche Niederschlagssummen für den Geisingberg/Altenberg seit 1948 140	Abb. 136: Aufbereitungs- und Verhüttungsverfahren der Zwitterstocks AG um 1930..... 182
Abb. 95:	Durchschnittliche monatliche Abflussmengen der Müglitz (Messstelle Dohna) seit 1916). 140	Abb. 137: Schnellstoßherd..... 183
Abb. 96:	Grundwasserisohypsen im Gebiet nordwestlich der Pinge..... 141	Abb. 138: Ausschnitt Tagesriss Altenberg – Bereich Römer 187
Abb. 97:	Wasserwirtschaftsplan Altenberg 144	Abb. 139: Ausschnitt Tagesriss Altenberg - Bereich Schwarzwasser 188
Abb. 98:	Bruchwinkel in Abhängigkeit von der geologischen Situation am Pingenrand..... 147	Abb. 140: Schema der Mittelzerkleinerung/ Seilbahn 1975 189
Abb. 99:	Modellvorstellung zur Bildung einer parabelförmigen Entfestigungszone mit 4 Entfestigungsstadien 150	Abb. 141: Schema der Aufbereitung Römer (Grobkorn) 1975 189
Abb. 100:	Trichterbildung in der Pinge 154	Abb. 142: Schema der Aufbereitung Römer (Feinkorn einschl. Schwarzwasser)..... 190
Abb. 101:	Mundloch Trübestolln 156	Abb. 143: Schema der Aufbereitung Schwarzwasser ab 1969 191
Abb. 102:	Mundloch Umleitungsstolln 156	Abb. 144: Tagesriss Arno-Lippmann-Schacht..... 194
Abb. 103a:	Stahlbogenausbau Ladestrecke 604 158	Abb. 145: Technologisches Schema der Mittelzerkleinerung mit 3. Brechstufe 195
Abb. 103b:	Durch Gebirgsdruck „gefalteter“ Stahlbogenausbau, 3. Teilsohle 158	Abb. 146: Schema der Erzvorbehandlung/Entschlammung in der Neuen Aufbereitung 196
Abb. 104:	Schubortabbau 159	Abb. 147: Schema der Entschlammung Zinnerz Altenberg ~ 1988 – 5 stufige Hydrozyklonklassierung und Klassiereindicker Ø 45 m 197
Abb. 105:	Fliesschema der Erzförderung 159	Abb. 148: Gesamtansicht Neue Flotation und Neue Aufbereitung 199
Abb. 106:	Rechnerstation 7. Sohle 160	Abb. 149: Neue Aufbereitung..... 200
Abb. 107:	Mundloch Entwässerungsstollen 162	Abb. 150: Neue Aufbereitung in Skizzen 200
Abb. 108:	Bruchortbau 163	Abb. 151: Neue Aufbereitung, Ansicht von Norden ... 200
Abb. 109:	Schubortbau 163	Abb. 152: Neue Aufbereitung, Beginn des Geschosbaus im Hubdeckenverfahren 201
Abb. 110:	Rollort..... 163	Abb. 153: Neue Aufbereitung, Ansicht von Westen ... 201
Abb. 111:	Schubort..... 163	Abb. 154: Neue Flotation, Ansicht von Osten Giebel noch offen 202
Abb. 112:	Schubortabbau 164	Abb. 155: Neue Flotation, Querschnitt von Osten..... 202
Abb. 113:	Schubortabbau (Schema) 164	Abb. 156: Grundflotation – Innenansicht 203
Abb. 114:	Hydraulikrost 164	Abb. 157: Steuerwarte der Neuen Flotation 203
Abb. 115:	Schlitzrost 165	Abb. 158: Neue Aufbereitung, Primärmühlensystem – Innenansicht 204
Abb. 116:	Modifizierter Teilsohlenbruchbau 166	Abb. 159: Neue Aufbereitung, Sekundärmühlensalle Innenansicht 204
Abb. 117:	Schema modifizierter Teilsohlenbruchbau . 167	Abb. 160: 3. Brechstufe im Bau, davor Seilbahn nach Schwarzwasser 205
Abb. 118:	Abbau Teilsohle 1-3 167	Abb. 161: Blick in eine 6 m ³ Flotationszelle mit Fingerrührer 207
Abb. 119:	Grundriss Erzabzugssystem 6. Sohle..... 167	Abb. 162: Messeinrichtungen am Einlauf der Grundflotation..... 208
Abb. 120:	Kippstelle für Förderwagen 168	Abb. 163: Neue Aufbereitung, Hydrozyklone NW 200..... 209
Abb. 121:	Querband, 1600 mm Breite..... 169	Abb. 164: Neue Flotation, Hydrozyklone im Rundverteiler 209
Abb. 122:	Römerschacht 170	Abb. 165: Klassiereindicker 45 m Ø 210
Abb. 123:	Arno-Lippmann-Schacht 172	Abb. 166: Wendelscheider Typ FMC in der Neuen Aufbereitung 210
Abb. 124:	Fördermaschine Arno-Lippmann-Schacht.. 172	Abb. 167: Neue Aufbereitung, Dreideckherde
Abb. 125:	Der letzte Förderwagen 173	
Abb. 126:	Schacht 3 173	
Abb. 127:	Sprenglochladegerät 175	
Abb. 128:	Langlochbohrgerät..... 175	
Abb. 129:	Lafettenbohrwagen 176	
Abb. 130:	Bohrwagen..... 176	
Abb. 131:	Bohrwagen..... 178	
Abb. 132:	Bunkerfahrlader..... 178	
Abb. 133:	Bunkerfahrlader..... 179	
Abb. 134:	Pochwerk, rekonstruiert in der 4. Wäsche (Naumannmühle) Museum Altenberg 180	
Abb. 135:	Langstoßherde, rekonstruiert in der 4.	

	Typ SKO 22	211
Abb. 168:	Neue Flotation Filteranlage für Armkonzentrat.....	211
Abb. 169:	Saugschwimmbagger im Baggersee der Tiefenbachhalde	212
Abb. 170:	Abriss der Seilbahndestelle Römer 1990 ..	217
Abb. 171:	Abriss der Neuen Aufbereitung 1998.....	217
Abb. 172:	Computerbildschirm der Flotation mit der letzten Anzeige bei endgültiger Abschaltung	217
Abb. 173:	Verteilung der Sn-Gehalte (kg Sn/t) in der Lagerstätte Altenberg pro Ladeortgruppensäule	226
Abb. 174:	Verteilung der Erzmengen (kt) in der Lagerstätte Altenberg pro Ladeortgruppensäule	227
Abb. 175:	Verteilung des Sn-Inhaltes (t Sn) in der Lagerstätte Altenberg pro Ladeortgruppensäule	228
Abb. 176:	Effekte der Zinnengewinnung in den Bergbauperioden von Altenberg	230
Abb. 177:	Quantitative Verteilung des Zinngehaltes im Sediment auf die einzelnen Kornklassen in Abhängigkeit vom Transportweg in ppm (VUMSON 1969)	232
Abb. 178:	Zinnverteilung in alluvialen Sedimenten der Bäche Tiefenbach, Rotes Wasser, Kleine Biela und Müglitz (VUMSON 1969).....	232
Abb. 179:	Entwicklung der Erzgewinnung (t) pro Mann und Schicht (M, S) – Leistung – in der Schubort- und Ladeort-Ära sowie die Anzahl der betriebenen Schub- und Ladeorte in den einzelnen Jahren.....	236
Abb. 180:	Investitionsmittelaufwand im Zeitraum 1950-1989	237
Abb. 181:	Entwicklung des Elektroenergieverbrauchs Bergbau und Aufbereitung zur Entwicklung Produktion Zinn im Konzentrat	238
Abb. 182:	Entwicklung Selbstkosten M/t Sn i. Konz. in Altenberg und Entwicklung Weltmarktpreis DM/t Sn im Zeitraum 1947-1991.....	240
Abb. 183:	Altenberger Pinge 1998	241
Abb. 184:	Trassenführung des Entwässerungsstollen..	244
Abb. 185:	Betriebsgelände Zinnerz GmbH Altenberg 1998.....	246
Abb. 186:	Arno-Lippmann-Schacht 1998.....	247
Abb. 187:	Schacht 3 1998.....	248
Abb. 188:	Großer und Kleiner Galgenteich sowie Speicher Altenberg 1998.....	249
Abb. 189:	Rekultivierte Tiefenbachhalte 1998	250
Abb. 190:	Rekultivierte Industrielle Absetzanlage Bielatal 1998	251

Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Klimacharakteristik Altenberg (750 m ü. NN).....	10
Tab. 2:	Zeittafel zur Geschichte des Bergbaues in Altenberg	21
Tab. 3:	Bohrungen auf Messtischblatt Altenberg.....	26
Tab. 4:	Effusionsfolgen und vulkanische Faziestypen des Teplicer Quarzporphyr.....	33
Tab. 5:	Generalisiertes Schema zur tektonischen Entwicklung des Osterzgebirges	50
Tab. 6:	Klüftungsplan der Rahmengesteine (Quarzporphyr, Granitporphyr)	54
Tab. 7:	Orthogonale Klüftung im Altenberger Granit ..	54
Tab. 8:	Diagonale Klüftung im Altenberger Granit	54
Tab. 9:	Richtungen der Greisentürme	55
Tab. 10:	Relatives Alter der Vergreisungsetappen (Greisentürme)	56
Tab. 11:	Schematischer Aufbau des Endo- und Exokontaktbereiches des Albitgranits	67
Tab. 12:	Paragenesenschema zur Greisen- und Trümmermineralisation in der Zinnlagerstätte Altenberg	76
Tab. 13:	Etagen und Produkte der Mineralisation-Erzbildung in der Lagerstätte Altenberg.....	77
Tab. 14:	Geologisch-genetischer Werdegang der Zinnerzlagerstätte Altenberg.....	81
Tab. 15:	Berggebäude und Zinngänge im Revier Rote Zeche/Neufang	87
Tab. 16:	Klüftungsmaxima der Gesteine im Revier Rote Zeche/Neufang	94
Tab. 17:	Hauptrichtungen der Gangzonen im Revier Rote Zeche/Neufang	95
Tab. 18:	Ausbringbares Zinn aus einigen Gängen des Reviers Rote Zeche/Neufang (aus alten Unterlagen)	98
Tab. 19:	Modale mineralische Zusammensetzung der Gesteine und Greisen in der Zinnerzlagerstätte Altenberg	111
Tab. 20:	Gliederung und Zuordnung der Granite im Raum Altenberg.....	113
Tab. 21:	Hauptelementgehalte der Gesteine und Greisen in der Zinnerzlagerstätte Altenberg.....	113
Tab. 22:	Spurenelementgehalte (g/t) der Gesteine, Erze und einiger Spezies von Altenberg	115
Tab. 23:	Anreicherungs-faktoren der Elemente in den Graniten von Schellerhau und Altenberg (Monzo-, Albitgranit) zum Clarkewert der Granite (weltweit) nach VINOGRADOV 1962.....	116
Tab. 24:	Anreicherungs-faktoren der Elemente in den Greisenerztypen zum Altenberger Monzogranit (GA2).....	117
Tab. 25:	Anreicherung der Elemente im Granit zu Clarke Granit.....	119

Tab. 26:	Anreicherung der Elemente in den Greisenerzen gegenüber Monzogranit.....	119
Tab. 27:	Größenordnung der Metallgehalte in Bodenproben im Raum der Zinnlagerstätte Altenberg..	131
Tab. 28:	Anteile radioaktiver Komponenten in Gesteinen und Erzen der Lagerstätte Altenberg sowie Produkten der Aufbereitung und deren Summenaktivität pro Jahr.....	132
Tab. 29:	Erztypen	132
Tab. 30:	Erztypenanteil in den Baufeldern und in der Gesamtlagerstätte (gerundet auf volle Prozent) .	133
Tab. 31:	Durchschnittliche chemische und mineralische Zusammensetzung des Altenberger Greisenerzes.....	133
Tab. 32:	Rohdichte (g/cm^3) der Gesteine und Greisenerztypen.....	135
Tab. 33:	Kassiterit-Korngrößenspektrum Altenberger Greisenerz.....	136
Tab. 34:	Prozentuale Korngrößenverteilung des Kassiterits und Verwachsungen (Korngrößen $<100 \mu\text{m}$, Dichtefraktion $>3,78 \text{ g/cm}^3$).....	136
Tab. 35:	Prozentuale Verteilung der Korngrößen einiger Begleiterminerale im Greisenerz	137
Tab. 36:	Wasseranalysen Grube Altenberg	143
Tab. 37:	Wassergebrauch, Wasserverbrauch und Grubenwasser für die Aufbereitung (Angaben in m^3)	145
Tab. 38:	Physikalische und mechanische Kennwerte ausgewählter Gesteine/Erze von Altenberg (SCHMIDT 1985 und Ergänzungen).....	146
Tab. 39:	Klüftigkeit der Gesteine	146
Tab. 40:	Eingesetzte Analysenmethodik und -technik im Betrieb Zinnerz Altenberg.....	219
Tab. 41:	Ergebnis Vorratsberechnung Stand 01.01.1981.....	223
Tab. 42:	Gehalte und Inhalt an Begleitelementen in der Lagerstätte (bezogen auf Bilanzvorräte).....	224
Tab. 43:	Vorratsbilanz Stand 01.01.1988	224
Tab. 44:	Roherzdurchsatz (trocken), Zinnaufgabengehalte, Ausbringen und Zinnmetallinhalt im Konzentrat von 1947-1991	229
Tab. 45:	Gesamtbeschäftigte, Aufschlüsselung der Beschäftigten nach Bereichen sowie Jahresdurchschnittslohn/-gehalt pro Beschäftigtem für den Zeitraum 1946-1991.....	234
Tab. 46:	Elektronenenergieverbrauch (MWh/a) Zinnerz Altenberg (Bergbau und Aufbereitung).....	237
Tab. 47:	Rang und Gewicht kostenwirksamer Komplexkriterien nach ihrem Anteil an den spezifischen Gesamtselbstkosten des Bergbau- und Aufbereitungsprozesses in Altenberg (SEIFERT 1985)	238
Tab. 48:	Absetzanlagen Altenberg	241
Tab. 49:	Grenze der Abwasserlast für die Einleitung von Abwasser aus der Spülhalde Bielatal.....	242

Tab. 50:	Kontrollmaßnahmen Pingenrandbeobachtungen	251
----------	---	-----

Abkürzungsverzeichnis

ABM	Arbeitsbeschaffungsmaßnahme
B	Basalt
BHK Freiberg	Bergbau und Hüttenkombinat Freiberg
BSA	Bergschadenkundliche Analyse
DDR	Deutsche Demokratische Republik (eigenständiger Staat im Osten Deutschlands von 07.10.1949-05.10.1990)
DMT	Deutsche Montan Technologie GmbH
Fdgr	Fundgrube
Fl	Flacher Gang 135-180°
F NE	Forschungsinstitut für Nichteisenmetalle in Freiberg (DDR)
G1	Granit von Schellerhau – Syenogranit vom Typ 1
G2	Granit von Altenberg (Außengranit) – Monzogranit vom Typ 2
G3	Granit von Altenberg (Innengranit) – Albitgranit vom Typ 3
GVV mbH	Gesellschaft zur Verwahrung und Verwertung von stillgelegten Bergwerksbetrieben mbH
IAA	Industrielle Absetzanlage
IfB	Institut für Bergbausicherheit in Leipzig
Jh.	Jahrhundert
kWh	Kilowattstunden
LfUG bzw. LAUG	Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie in Klotzsche/Amtsteil Freiberg
m	Meter
m^3	Kubikmeter
m^3/m^{-1}	Kubikmeter pro Minute
Mgg	Morgengang 45-90°
Ministerium EMK	Ministerium für Erzbergbau, Metallurgie und Kali (DDR)
mm	Millimeter
ms^{-1}	Meter pro Sekunde
OT-Bohrung	Übertage-Bohrung
PQ	Quarzporphyr
PG	Granitporphyr
OT-Bohrung	Übertage-Bohrung
QTZ	Quarz-Topas-Greisen
rd.	rund
Ri-Str.	Richtstrecke
SAAS	Staatliches Amt für Atomsicherheit und Strahlenschutz (DDR)

SDAG Wismut	Sowjetisch-Deutsche Aktiengesellschaft Wismut
Sn	Zinn
Sp	Spatgang 90-135°
Sth	Stehendgang 0-45°
Str	Strecke
t	Tonnen
t/h	Tonnen pro Stunde
t/MS	Tonnen pro Mann und Schicht
TGZ	Topas-Glimmer-Greisen
TSBB	Teilsohlenbruchbau
UT-Bohrung	Untertage-Bohrung
VEB	Volkseigener Betrieb (in der ehemaligen DDR)
vvA	Volkswirtschaftlich vertretbarer Aufwand
WTB Eisleben	Wissenschaftlich-technischer Betrieb Eisleben

Verzeichnis der Beilagen

Beilage 1.1 bis 3.2: Darstellung der Geologie der Zinnerz-lagerstätte Altenberg in Sohlenrissen und Schnitten

Beilage 1.1: Übertagesituation

Beilage 1.2: 1. Sohle (Niveau tiefer Erbstollen)

Beilage 1.3: 4. Sohle

Beilage 2.1: 6. Sohle

Beilage 2.2: 7. Sohle

Beilage 2.3: Legende zu Sohlenrissen und Schnitten

Beilage 3.1: Schnitt 1 (NW-SO)

Beilage 3.2: Schnitt 2 (SW-NO)

Beilage 4: Ladeortssystem 6. Sohle

Beilage 5: Technologisches Schema - Neue Aufbereitung

Beilage 6: Legende zu Beilage 5

Beilage 7.1 Technologisches Schema - Neue Flotation

Beilage 7.2: Legende zu Beilage 7.1

Die geologischen Karten und geologischen Druckschriften des Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie befinden sich im Vertrieb des Landesvermessungsamtes Sachsen, Olbrichtplatz 3, 01099 Dresden, Postanschrift: Postfach 10 02 44, 01072 Dresden, Tel.: (0351) 82 83 7341, Fax: (0351) 82 83 6340; e-mail: Verkauf@lvsn.smi.sachsen.de.

Reihe Bergbau in Sachsen

Bisher erschienen:

Band 1 (1994)

HÖSEL, G. et al.: Das Zinnerz-Lagerstättengebiet Ehrenfriedersdorf/Erzgeb. – 189 Seiten, 132 Abbildungen, 40 Tabellen, 1 geologische Karte und 5 Sohlenrisse als Anlagen. € 19,68

Band 2 (1996)

KUSCHKA, E. HAHN, W.: Flußspatlagerstätten des Südwestvogtlandes Schönbrunn, Bösenbrunn, Wiedersberg. – 283 Seiten, 204 Abbildungen, zahlreiche Tabellen und Anlagen, 3 Kartenbeilagen. € 27,61

Band 3 (1997)

HÖSEL, G., TISCHENDORF, G. & WASTERNAK, J. et al.: Erläuterungen zur Karte „Mineralische Rohstoffe Erzgebirge – Vogtland/Krušné hory 1 : 100 000“, Karte 2: Metalle, Fluorit/Baryt – Verbreitung und Auswirkungen auf die Umwelt. – 144 Seiten, 54 Abbildungen, 8 Tabellen € 12,78

Band 4 (1997)

HÖSEL, G. et al.: Das Lagerstättengebiet Geyer. – 112 Seiten, 110 Abbildungen, 24 Tabellen € 12,78

Band 5 (1998)

ILGNER, E.-M. & HAHN, W.: Die Schwerspatlagerstätte Brunndöbra und das Schwerspatvorkommen Scharrtanne im Ostvogtland/Westerzgebirge. – 120 Seiten, 63 Abbildungen, 23 Tabellen € 12,78

Band 6 (2002)

KUSCHKA, E.: Die Uranerz-Baryt-Fluorit-Lagerstätte Niederschlag bei Bärenstein, nebst benachbarten Erzvorkommen. - 219 Seiten, 175 Abb., 38 Tab. € 12,50

Band 7 (2000)

TONNDORF, H.: Die Uranlagerstätte Königstein. – 208 Seiten, 117 Abbildung, 28 Tabellen € 12,78

Band 8 (2002)

HÖSEL, G. et al: Die polymetallische Skarnlagerstätte Pöhla-Globenstein. – 143 Seiten, 43 Abb., 36 Tab., 29 Tafeln € 12,50

Band 9 (2002)

WEINHOLD G.: Die Zinnlagerstätte Altenberg. – dieser Band € 12,50

Reihe Geoprofil

Bisher erschienen:

Heft 1 (1989)

Autorenkollektiv: Beiträge zum Niederlausitzer Braunkohlenrevier. – 64 Seiten, zahlreiche Abbildungen, 3 Beilagen. € 12,27

Heft 2 (1990)

BRAUSE, H.: Beiträge zur Geodynamik des Saxothuringikums. - 88 Seiten, 104 Abbildungen. € 12,27

Heft 3 (1991)

Autorenkollektiv: Beiträge zur Lagerstättengeologie im Raum Erzgebirge/Vogtland. – Tagung Ehrenfriedersdorf 1988. –76 Seiten, 72 Abbildungen. € 12,27

Heft 4 (1992)

WOLF, L. & SCHUBERT, G.: Die spättertiären bis elstereiszeitlichen Terrassen der Elbe und ihrer Nebenflüsse und die Gliederung der Elster-Kaltzeit in Sachsen. – Außerdem weitere Arbeiten zur Geologie und Lagerstättengeologie Sachsens. – Außerdem weitere Arbeiten zur Geologie und Lagerstättengeologie Sachsens,. 72 Seiten, 40 Abbildungen, Karten und Tabellenbeilagen. € 12,27

Heft 5 (1995)

Autorenkollektiv: Geowissenschaftliche Karten und Kartierung im Freistaat Sachsen. - 81 Seiten, 40 Abbildungen. € 12,27

Heft 6 (1996)

Autorenkollektiv: Geophysik in Sachsen: - 128 Seiten, 77 Abbildungen, Kartenbeilage SÜK 500. € 17,90

Heft 7 (1997)

KUSCHKA, E.: Atlas der Hydrothermalite des Vogtlandes, Erzgebirges und Granulitgebirges. – 151 Seiten, 27 Abbildungen, 1 Tabelle, 113 Mineralisationsschemata. € 15,34

Heft 8 (1998)

Autorenkollektiv: Beiträge und Berichte zum Jubiläumsjahr „125 Jahre amtliche Geologie in Sachsen“.
– 65 Seiten, 52 Abbildungen, 3 Tabellen. € 12,27

Heft 9 (2000)

STORCH, K. v.; JORDAN, H.; GLÄSER, W.; ABRAHAM, T.; GRIMM, R. & MÜLLER, B.: Mineral- und Thermalwässer in Sachsen. – II + 263 Seiten, 184 Abbildungen, 82 Tabellen € 12,78

Heft 10 (2001)

Autorenkollektiv: Beiträge zum Grundgebirge in der Lausitz. – 91 Seiten, 42 Abbildungen, 6 Tafeln, 1 Anlage, 6 Tabellen € 7,67

Heft 11 (2001)

KUSCHKA, E.: Zur Tektonik, Verbreitung und Minerogenie sächsischer hydrothermalen Mineralgänge. – 183 Seiten, 70 Abbildungen, 6 Tabellen, 1 Anlage € 12,50

Wir sind an Ihrer Meinung über die Veröffentlichungen des Sächsischen Landesamtes für Umwelt und Geologie (LfUG) interessiert.

Bitte faxen Sie den nachfolgenden Fragebogen ausgefüllt zurück an das

FAX

Sächsisches Landesamt
für Umwelt und Geologie
Öffentlichkeitsarbeit
Zur Wetterwarte 11

Tel.: 0351/8928352
Fax: 0351/8928225
Email: Abteilung2@lfug.smul.sachsen.de

01109 Dresden

Fragebogen

1. Wie ist der Titel der Veröffentlichung?

.....

2. Wie sind Sie auf die Veröffentlichung aufmerksam geworden?

.....

3. Zu welcher der folgenden Zielgruppen gehören Sie?

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Behörden | <input type="checkbox"/> Parteien |
| <input type="checkbox"/> öffentliche Bibliotheken | <input type="checkbox"/> Museen |
| <input type="checkbox"/> Hochschulen | <input type="checkbox"/> Verbände |
| <input type="checkbox"/> Schulen | <input type="checkbox"/> Vereine |
| <input type="checkbox"/> Institute | <input type="checkbox"/> Privatpersonen |
| <input type="checkbox"/> Betriebe | <input type="checkbox"/> Ingenieurbüros |
| <input type="checkbox"/> Sonstige | |

4. Wie nutzen Sie die Veröffentlichungen des LfUG?

- Im Beruf in der Ausbildung privat

5. Sind Sie mit dem Informationsgehalt zufrieden?*

- | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |

6. Wie beurteilen Sie das Layout und die optische Darstellung der Veröffentlichung?*

- | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |

7. Ist der fachliche Inhalt aussagefähig dargestellt?*

- | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |

8. Wie ist Ihr Gesamteindruck?*

- | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |

9. Welche Themenbereiche sind in der Veröffentlichung zu kurz gekommen?

.....

10. Ihre Meinung, Verbesserungsvorschläge, Kritik oder Lob!

.....

11. Möchten Sie über vergleichbare Veröffentlichungen des LfUG informiert werden?

ja nein

Falls ja, werden Sie automatisch in den Verteiler der Materialienreihe aufgenommen. Dazu bitte Ihren Namen und Adresse unten angeben. Die Angaben werden vertraulich behandelt.

Jeder ausgefüllte Fragebogen trägt zur Verbesserung der Veröffentlichungen des LfUG bei.

Wir bedanken uns für die Beantwortung der Fragen.

* Erläuterungen:

- | | |
|------------------|-----------------|
| 1 = sehr gut | 4 = ausreichend |
| 2 = gut | 5 = mangelhaft |
| 3 = befriedigend | 6 = ungenügend |

Name: _____
Vorname: _____
Straße Nummer: _____
Postleitzahl Wohnort: _____
Telefon: _____
email: _____
Fax: _____