

Die Komplexlagerstätten Tellerhäuser und Hämmerlein

Bergbau in Sachsen, Band 17
Bergbaumonografie



Die Komplexlagerstätten Tellerhäuser und Hämmerlein

Uranbergbau und Zinnerkundung in der Grube Pöhla der SDAG Wismut

WERNER SCHUPPAN und AXEL HILLER

unter Mitarbeit von INGE KREJNY

Bergbaumonografie

Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
Oberbergamt

Freiberg 2012

Vorwort

Die Sowjetische Aktiengesellschaft (SAG) Wismut, ab 1954 Sowjetisch-Deutsche Aktiengesellschaft (SDAG) Wismut erkundete und bebaute nach dem Zweiten Weltkrieg Uran-Lagerstätten, darunter auch im Gebiet zwischen Pöhla und Tellerhäuser, im grenznahen Raum zur ČSR bzw. ČSSR. Zu den letzten Zeugen dieses Bergbaus gehören ein Besucherbergwerk, die Anlagen zur Behandlung der aus dem Stolln austretenden kontaminierten Wässer und zahlreiche wunderschöne Mineralstufen in der Sammlung der Wismut GmbH. Beispiele sind im Anhang des Bandes zu sehen. Mit vorliegender Beschreibung von Geologie, Bergbau und Sanierung der Komplexlagerstätten Tellerhäuser und Hämmerlein ist eine weitere Bergbaumonografie zu Bergbauunternehmungen der SDAG Wismut fertig gestellt.

Die SDAG Wismut war auf dem Gebiet der DDR „Staat im Staate“. Bestand schon der Betriebsname aus einem Pseudonym, um das eigentliche Hauptproduktionsziel - den Abbau und die Aufbereitung von Uranerzen - zu verschleiern, verliefen auch Erkundung und Bergbau weitestgehend abgeschottet vom übrigen Geo- und Montanwesen in der DDR. Entsprechend hoch ist nach den politischen und wirtschaftlichen Veränderungen von 1990/91 und nach Einstel-

lung des Bergbaus der Informationsbedarf bei Wissenschaft und Wirtschaft, in Behörden des Geo- und Montanwesens und des Umweltschutzes wie auch in der Öffentlichkeit. In der vorliegenden Bergbaumonografie werden nun wesentliche Kenntnisse zum Standort im Luchsbachtal veröffentlicht.

Bei den einst intensiven Erkundungsarbeiten im Lagerstättenfeld zwischen Pöhla und Tellerhäuser wurden umfangreiche Vorräte insbesondere an Uran und Zinn gefunden, die allerdings größtenteils noch in der Tiefe verblieben sind. Damit bestehen geologische Voraussetzungen für eine künftige Wiederaufnahme des Bergbaus. Bei günstigen wirtschaftlichen Rahmenbedingungen und unter der Voraussetzung der Entwicklung neuartiger, verlustarmer und kostengünstiger Aufbereitungsmethoden wäre eine erneute Bergbauperiode zur Gewinnung insbesondere der Zinnerze mit ihren Begleitkomponenten denkbar.

Ein Dank gilt den Autoren dieses Bandes, die durch ihre jahrelange berufliche Tätigkeit als beste Kenner der Lagerstätten ausgewiesen sind. Gleichzeitig danken wir der Wismut GmbH, die als Rechtsnachfolger und Sanierer der Bergbauhinterlassenschaften der SDAG Wismut diese Arbeiten ermöglichte und unterstützte.

Prof. Dr. Bernhard Cramer
Oberberghauptmann
Präsident des Sächsischen Oberbergamtes

Norbert Eichkorn
Präsident des Sächsischen Landesamtes
für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Zusammenfassung	6
Summary	7
Einleitung	8
1 Allgemeine Angaben	9
1.1 Geografische Lage, klimatische und wirtschaftliche Verhältnisse	9
1.2 Geschichte des Bergbaus und der geologischen Untersuchung	10
2 Geologischer Bau der Lagerstätten	12
2.1 Geologische Position	12
2.2 Gliederung des Lagerstättenbereichs	14
2.3 Nebengesteine	15
2.3.1 Regionalmetamorphe Gesteine	15
2.3.2 Magmatische Gesteine	22
2.3.3 Granitoberfläche und Kontaktmetamorphose	24
2.3.4 Metasomatose	26
2.3.5 Quartäre Bildungen	28
2.4 Tektonischer Bau des Lagerstättenbereiches	28
2.4.1 Faltenbau	28
2.4.2 Bruchtektonik	29
2.5 Mineralisation	36
2.5.1 Gesamtprozessablauf	36
2.5.2 Schichtgebundene Mineralisation	38
2.5.3 Gangmineralisation	40
2.5.3.1 Gangformationen und Gangtypen	40
2.5.3.2 Hydrothermale Nebengesteinsveränderungen	47
2.5.3.3 Mineralogisch-geochemische Spezialuntersuchungen	48
3 Spezielle Lagerstättenbeschreibung	49
3.1 Allgemeines	49
3.2 Lokalisation der Uranvererzung, erzkontrollierende Faktoren	50
3.2.1 Verbreitung der Uranvererzung im Lagerstättenraum	50
3.2.1.1 Kluft-Gang-Netz	51
3.2.1.2 Strukturerknoten	51
3.2.2 Erzlokalisierung in den Gängen	52
3.3 Schichtgebundene Vererzung in den Skarnlagern	54
3.3.1 Skarnlager „Hämmerlein“ (Lagerstätte Hämmerlein)	55
3.3.1.1 Aufschlussverhältnisse	55
3.3.1.2 Geologische Situation	56
3.3.1.3 Vererzungsverhältnisse	56
3.3.2 Skarnlager „Dreiberg“	59
3.3.2.1 Aufschlussverhältnisse	59
3.3.2.2 Geologische Situation	61
3.3.2.3 Vererzungsverhältnisse	62
3.3.3 Skarnlager „Breitenbrunn“	64
3.3.3.1 Aufschlussverhältnisse	64
3.3.3.2 Geologische Situation	65
3.3.3.3 Vererzungsverhältnisse	65
3.4 Rohstoffcharakteristik	66
3.4.1 Uranerze	66
3.4.2 Zinnerze	67
3.5 Genetische Betrachtungen	69

4	Geophysikalische Arbeiten	71
4.1	Geophysikalische Such- und Erkundungsarbeiten	71
4.2	Geophysikalische Betreuung der Bergarbeiten	72
4.2.1	-auf Uran	72
4.2.2	-auf Zinn	73
5	Hydrogeologie	74
5.1	Hydrogeologische Situation, Grundwasserleiter	74
5.2	Wasserzulauf in die Grube und Wasserhaltung	76
5.3	Hydrochemische Verhältnisse	77
6	Ingenieurgeologie	78
7	Bergwirtschaftlich- bergtechnische Angaben	78
7.1	Aufschluss, Ausrichtung und Vorrichtung	78
7.2	Untersuchungs- und Erkundungsgrad	81
7.3	Bemusterung und Vorratsberechnung	83
7.3.1	Bemusterung und Vorratsberechnung der Uranvererzung	83
7.3.2	Bemusterung und Vorratsberechnung der Zinnvererzung	84
7.4	Abbau der Erze	86
7.4.1	Abbau von Uranerzen	86
7.4.2	Abbau von Zinnerzen	87
7.4.3	Abbau von Magnetit	88
7.5	Technologie der Gewinnung und Verarbeitung der Erze	89
7.5.1	Technologie der Gewinnung und Verarbeitung der Uranerze	89
7.5.2	Technologie der Gewinnung und Verarbeitung der Zinnerze	91
8	Entwicklung der Rohstoffbasis	94
8.1	Uranvorräte	94
8.1.1	Zeitraum von 1968 bis 01.07.1975	94
8.1.2	Zeitraum vom 01.07.1975 bis 01.01.1983	96
8.1.3	Zeitraum vom 01.01.1983 bis 01.01.1988	97
8.1.4	Zeitraum vom 01.01.1988 bis 01.07.1991	99
8.2	Vorräte an Zinn	101
8.2.1	Zeitraum von 1969 bis 1971	101
8.2.2	Zeitraum von 1971 bis 1975/1976	102
8.2.3	Zeitraum von 1975/1976 bis 1982	104
8.2.4	Zeitraum von 1982 bis 1991	106
8.3	Magnetit	107
8.4	Silber	109
8.5.	Sonstige Begleitrohstoffe	111
9	Verwaltungs- und Sanierungsarbeiten	113
9.1	Verwahrung des Grubengebäudes	114
9.2	Flutung und Wasserbehandlung	114
9.3	Sanierung der Betriebsflächen, -anlagen und Halden	118
	Nachwort	120
	Literaturverzeichnis	121
	Verzeichnis der Abbildungen	125
	Verzeichnis der Beilagen auf CD	127
	Anhang	128
	Buchbesprechungen	156

Zusammenfassung

Die Lagerstätten Hämmerlein und Tellerhäuser sind Bestandteile des Erzfeldes Pöhla-Tellerhäuser, das in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts im oberen Westerzgebirge entdeckt und erkundet wurde. Dieses Erzfeld, auch als „Komplexlagerstätte Westerzgebirge“ bezeichnet, führt eine komplexe, im Wesentlichen schichtgebundene Zinnvererzung des Skarntyps, die teilweise durch eine hydrothermale Uran-Gangvererzung überlagert wird. Innerhalb des Erzfeldes werden (von NW nach SO) die Sn-W-Lagerstätte Pöhla-Globenstein, die Sn-Lagerstätte Hämmerlein und die Sn-U-Lagerstätte Tellerhäuser ausgehalten.

Im regionalgeologischen Sinn liegt das Lagerstättenfeld im Kreuzungsbereich der Fichtelgebirgisch-Erzgebirgischen Antiklinalzone mit der Gera-Jáchymov-Störungszone. Hier, im Übergangsbereich von der Schwarzenberger Kuppel zur Tellerhäuser-Hundsmarter-Mulde (Brachysynklinale von Tellerhäuser) sowie in deren Zentralbereich stehen kambrisch-ordovizische, regionalmetamorph überprägte Schieferfolgen an. Sie bestehen überwiegend aus Glimmerschiefern, in denen Einlagerungen von mehr oder weniger stark verskarnten Metakarbonatgesteinen, Gneisen, Quarziten, kohlenstoffführenden Schiefern und Amphiboliten in intensiver Wechsellagerung und zu erzhöflichen Profilabschnitten (Skarnlager und „produktive“ Pakete) gruppiert vorkommen. In der Brachysynklinale von Tellerhäuser werden sie von phyllitischen Schiefern überdeckt. Lithostratigraphisch werden diese Gesteine im Wesentlichen der Joachimsthaler (Jáchymov-) und der Thumer Gruppe zugeordnet.

Die genannten Schichtfolgen werden von einem Granittrücken unterlagert, der als Teil des Eibenstock-Karlsbader Massivs bzw. Westerzgebirgischen Teilplutons den jüngeren oder Erzgebirgsgraniten zugerechnet wird. Die Granitintrusion führte zu kontaktmetamorphen und metasomatischen Prozessen in den umgebenden Gesteinen, mit denen vor allem die Bildung von Skarnlagern verknüpft war. Auch die hydrothermale Gangmineralisation ist an den Exokontaktbereich dieses Granitmassivs gebunden.

Tektonische Störungen, Klüftzonen und Gangstrukturen unterschiedlicher Orientierung durchsetzen in großer Zahl die Gesteine des Lagerstättengebietes. Entsprechend der Lage im Bereich der Gera-Jáchymov-Störungszone dominieren dabei herzynisch orientierte Bruchstrukturen; daneben spielen vor allem erzgebirgisch streichende sowie annähernd meridional verlaufende Strukturen eine wichtige Rolle. Die Uran-Gangvererzung ist überwiegend an herzynische und submeridionale Strukturen gebunden. Die Zinnvererzung hingegen ist meist mit erzgebirgischen Strukturen verknüpft.

Die Mineralisation des Gebietes Hämmerlein-Tellerhäuser ist auf mehrere unterschiedliche und verschiedenaltige Bildungsprozesse zurückzuführen. Von entscheidender Bedeutung waren die drei Hauptprozesse

- Skarnbildung mit Absatz der Magnetitvererzung,
- Vergreisung mit Bildung der schichtgebundenen Zinn- und Sulfidvererzung,
- Bildung der hydrothermalen Uranerzgänge.

Die Skarnbildung ist als postmagmatisch-metasomatischer Prozess zu verstehen, der zur Bildung der Skarnlager und – nach tektonischen Bewegungen – der Magnetitvererzung führte. Die nachfolgenden, überwiegend katathermale Prozesse umfassten eine Vergreisung von weiten Bereichen der Skarnlager und von Klüft-Trümer-Zonen aus teilweise auch der umgebenden, insbesondere der liegenden Schiefer und führten zum Absatz der meist dispers eingesprengten Zinnvererzung. Dabei wird für das Zinn wie auch für das Eisen eine Herkunft aus den unterlagernden Erzgebirgsgraniten angenommen. Der abschließende massierte Absatz von Sulfiden in den Skarnlagern wird auf Mobilisierung bzw. Umlagerung ursprünglich dispers vor allem in den liegenden Schiefern verteilter Erzsubstanz zurückgeführt.

Die Bildung der hydrothermalen Uranerzgänge setzte nach erneuten bruchtektonischen Bewegungen ein. Dabei erfolgte der Absatz der Gangmineralisation in mehreren Etappen unterschiedlichen Alters und verschiedener Intensität. Dominierende Gangformation war hier die spätvariszische kku-Formation, mit der der Absatz der primären Uranvererzung verbunden war. Postvariszisch kam es auf einem Teil der Gänge zu einer Magnesium-Metasomatose (mgu-Formation), später noch zu einer Bi-Co-Ni-Ag-Mineralisation (bi-coni/ags-Formation). Die primäre Uranvererzung wurde dabei teilweise überprägt bzw. umgelagert. Von der Gangvererzung erlangte außer dem Uran allerdings nur Silber zeitweilig eine gewisse bergwirtschaftliche Bedeutung als sporadisch auftretender und gewonnener Begleitrohstoff.

Im Bereich Hämmerlein-Tellerhäuser ist eine schichtgebundene Vererzung in den Skarnlagern „Hämmerlein“, „Dreiberg“ und „Breitenbrunn“ ausgebildet. Neben Zinn (in Form von Kassiterit) als Hauptrohstoff sind hier auch Magnetit und Sulfide (Sphalerit u. a.) von Bedeutung. Letztere können mit der Zinnvererzung verknüpft sein, kommen aber teilweise auch außerhalb bzw. daneben vor. In erhöhten Konzentrationen sind in den Skarnlagern außerdem Indium, Cadmium, Silber und Wismut festgestellt worden.

Die Uranvererzung der hydrothermalen Gänge liegt allgemein als Pechblende vor. Bauwürdig war die Uranvererzung nur in der Lagerstätte Tellerhäuser, wo nahezu alle Uranerzgänge in dem nach NNW offenen

Keil zwischen den tektonischen Strukturen „Gang Luchsbach“ und „Schildbach“ liegen.

Die beiden Lagerstätten Hämmerlein und Tellerhäuser sind mit übertägigen Bohrungen, überwiegend aber mit bergmännischen Auffahrungen ausgehend von einem 7,8 km langen Stolln und untertägigen Bohrungen erkundet worden. Während in Hämmerlein die Auffahrungen von der Stollnsohle (bei ca. +590 m HN) bis zur +500 m-Sohle reichten, wurde die Lagerstätte Tellerhäuser über zwei Blindschächte bis zur +60 m-Sohle erschlossen.

Die durchweg bergmännisch erkundete Uranvererzung ist teilweise abgebaut worden. Es wurden ca. 1 200 t Uran gewonnen; die dabei gelöschten Vorräte von ca. 1 300 t Uran stellen nur einen kleinen Teil der berechneten Gesamtvorräte dar. Auch Magnetit-erze wurden über einige Jahre hinweg im Nebenabbau gewonnen. Bei der Zinnvererzung fand lediglich ein Experimentalabbau in der Lagerstätte Hämmerlein statt.

Nach den ermittelten Vorräten an Zinn sind sowohl Hämmerlein als auch Tellerhäuser als mittelgroße Lagerstätten zu bewerten; ihre gemeinsamen Vorräte entsprechen denen einer großen Lagerstätte.

Nach der Einstellung des aktiven Bergbaus wurde ab 1991 das unterhalb der Stollnsohle liegende Grubengebäude geflutet. Der Zugang zur Lagerstätte Tellerhäuser ist durch einen Damm im Hauptstolln gesperrt; im Bereich Hämmerlein wird noch ein Besucherbergwerk betrieben. Die übertägigen Betriebs- und Haldenflächen sind fast vollständig saniert. Das überlaufende Flutungswasser wird gereinigt und abgeleitet.

Summary

The deposits of Hämmerlein and Tellerhäuser are constitutional parts of the ore field Pöhla-Tellerhäuser situated in the upper Western Erzgebirge. Both deposits were discovered and prospected during the second half of the 20th century. The ore field, also known as “complex deposit Western Erzgebirge”, contains an almost strata-bounded skarn-type tin mineralization local overprinted by hydrothermal vein-type uranium mineralization. The territory can be subdivided (from NW to SE) into the Pöhla-Globenstein Sn-W deposit, the Hämmerlein Sn deposit and the Tellerhäuser Sn-U deposit.

The deposit area is situated in the intersection of the Fichtelgebirge-Erzgebirge anticline and the Gera-Jáchymov fault zone, particularly in the transition area from Schwarzenberg dome structure into the Tellerhäuser-Hundsmarter syncline (Tellerhäuser brachysyncline). The geological profile of this territory is dominated by Cambro-Ordovician schists with

regional metamorphic overprint. They consist of mica schists with included layers of different skarn-effected metacarbonatic rocks, gneisses, amphibolites, quartzitic and carbon-rich schists appearing in intensive interbedding and forming special profile sections, so called skarn layers and “productive” rock packages. In the centre of the Tellerhäuser brachysyncline the mica schist series is overlapped by phyllitic schists. The complete metamorphic complex has been classified by lithostratigraphic analysis as Joachimsthal (Jáchymov) and Thum groups.

The metamorphic rocks are underlain by a granite ridge counted as a part of the Eibenstock-Karlsbad massif (Western Erzgebirge pluton) to the younger intrusive complex. The granite intrusion led to contact-metamorphic and metasomatic processes inside the wall rocks causing the formation of skarn layers. The distribution of hydrothermal vein-type mineralization is also limited by the exocontact zone of this granite massif.

Tectonic structures, veinlet zones and mineralized veins of different spatial orientation crosscut the wall rocks of the deposits area in large number. According to the general position inside the Gera-Jáchymov fault zone the geological structure is dominated by NW-SE striking faults; however SW-NE and N-S striking fault zones also play an important role. The vein-type uranium mineralization is connected with the NW-SE and N-S striking fault structures. In contrast, the tin mineralization is controlled by SW-NE striking fault and veinlet zones.

The mineralization of the Hämmerlein-Tellerhäuser area is the result of several stages of different character and age. Three of them are of outstanding importance:

- formation of skarns with magnetite mineralization,
- greisenization with development of strata-bounded tin and sulphide mineralization,
- formation of hydrothermal uranium-bearing veins.

The skarn stage has to be understood as postmagmatic-metasomatic process leading to formation of skarn layers and magnetite mineralization divided from each other by tectonic events. The following, mostly katathermal processes included the greisenization of wide parts of the skarn layers and of accompanying schists (especially the underlying schists) as well as the precipitation of an impregnated tin mineralization. The source of iron and tin might have been the granite massif in the underground. The following massive precipitation of sulphides in the skarn layers was caused by mobilization and re-deposition of dispersed ore material from the underlying mica schist complex.

The formation of hydrothermal uranium-bearing veins took place after renewed fault-tectonic events. The vein mineralization is a result of several stages (formations) of different ages and intensity. The mineral composition is dominated by the late Variscan kku-formation causing the precipitation of primary uranium mineralization. During post-Variscan time most of the veins did undergo a magnesium-metasomatic overprint (mgu-formation) locally followed by a Bi-Co-Ni-Ag-mineralization of biconi- and ags-formations. Meanwhile the primary uranium mineralization was replaced and re-deposited.

Besides uranium, silver became the only component from vein mineralization, which gained a temporary importance as a by-product of mining.

The strata-bounded mineralization of the Hämmerlein-Tellerhäuser area is located inside skarn layers "Hämmerlein", "Dreiberg" and "Breitenbrunn". Tin in form of kassiterite represents the main natural resource. It is often accompanied by magnetite and sulphides (sphalerite a. o.), which can also appear separated from tin mineralization. On the other hand, skarn layers contain elevated concentrations of indium, cadmium, silver and bismuth.

The uranium mineralization of the hydrothermal veins is mostly pitchblende. Minalable concentrations were limited to the Tellerhäuser deposit, where almost all uranium-bearing veins are located in the wedge between the structures "Gang Luchsbach" and "Schildbach".

The Hämmerlein-Tellerhäuser deposit area was prospected both by surface drilling and by underground mine workings (starting with a 7.8 km long gallery) and drilling. Mine workings at Hämmerlein were situated at the gallery level (+590 m) and reached down to the +500 m-floor. The Tellerhäuser deposit was developed by two blind shafts down to the +60 m-floor.

The uranium mineralization was partially mined with a recovery of about 1 200 metric tons of uranium. The mined uranium reserves of 1 300 t represent only a small part of the assured and estimated resources.

Magnetite ore was temporary recovered as a by-product. Tin mineralization has been the object of exploitation tests in the Hämmerlein deposit.

According to the resources of tin, both deposits Hämmerlein and Tellerhäuser can be classified to be middle-large objects; together they represent resources of a large deposit.

After decommission of mining in 1991 the mine workings below the gallery level have been flooded. The access to the Tellerhäuser deposit is closed by

brickwork; in the Hämmerlein area a tourist mine is still open for visitors. The surface complex including the waste rock dump has been reclaimed almost completely. The flooding water is discharged after treatment.

Einleitung

Im Südwestteil des Freistaates Sachsen befindet sich zwischen den Städten Schwarzenberg und Kurort Oberwiesenthal das Erzfeld Pöhla-Tellerhäuser, häufig als „Komplexlagerstätte Westerzgebirge“ bezeichnet. Innerhalb dieses Erzfeldes sind drei Lagerstätten bekannt:

1. die Zinn-Wolfram-Lagerstätte Pöhla-Globenstein,
2. die Zinnlagerstätte Hämmerlein und
3. die Zinn-Uran-Lagerstätte Tellerhäuser.

Im Westen bzw. Nordwesten des Erzfeldes, dessen Kontur dem früher hier ausgehaltenen Bergbauschutzgebiet entspricht, befinden sich zudem die Perspektivgebiete Breitenbrunn (Zinn) und Antonsthal (Zinn-Wolfram).

Zur Lagerstätte Pöhla-Globenstein wurde bereits eine Bergbaumonographie veröffentlicht (HÖSEL et al. 2003), so dass es dringend geboten scheint, auch die beiden anderen Lagerstätten in der Reihe „Bergbau in Sachsen“ vorzustellen.

Obwohl das gesamte Gebiet auf einen nicht unbedeutenden Altbergbau verweisen kann, setzte erst im Zuge des Uranbergbaus nach dem 2. Weltkrieg eine intensive geologische Untersuchungstätigkeit ein, die das Rohstoffpotential des Erzfeldes Pöhla-Tellerhäuser offenbarte. Dabei ergänzten sich Beiträge der SAG/SDAG Wismut, des VEB Geophysik Leipzig und des VEB Geologische Erkundung Süd (GFE Freiberg) in bemerkenswerter Weise.

Als im Jahr 1991 der Bergbau zum Erliegen kam, war nur ein Teil der nachgewiesenen Uranvorräte abgebaut. Trotz intensiver Bemühungen und hoher finanzieller Aufwendungen war es bis zu diesem Zeitpunkt noch nicht gelungen, die enormen Zinn- und Wolframvorräte des Gebietes einer industriellen Nutzung zuzuführen.

Die jüngste Vergangenheit war geprägt von aufwändigen Sanierungsarbeiten im Bereich der Hinterlassenschaften des Uranbergbaus. Diese Maßnahmen sind bis auf die Behandlung der Flutungswässer und einige Restarbeiten nahezu vollständig abgeschlossen.

Ein Besucherbergwerk im Bereich der Lagerstätte Hämmerlein vermittelt noch heute einen Eindruck von den angewandten Technologien sowie eingesetzten Mechanismen und bietet die Möglichkeit zur Besichti-

gung interessanter geologischer Aufschlüsse.

Eine Nutzung der nachgewiesenen Ressourcen, wie sie auch in jüngster Vergangenheit wieder diskutiert wurde, setzt günstige wirtschaftliche Rahmenbedingungen und größere Investitionsaufwendungen voraus. Unter diesen Prämissen dürfte das Erzfeld Pöhla-Tellerhäuser zu den interessantesten Objekten unter den potentiellen sächsischen Bergbaustandorten zählen.

1 Allgemeine Angaben

1.1 Geografische Lage, klimatische und wirtschaftliche Verhältnisse

Das Erzfeld Pöhla-Tellerhäuser liegt im Süden des Regierungsbezirkes Chemnitz (Bundesrepublik

Deutschland), im Erzgebirgskreis und grenzt im Süden an die Tschechische Republik. Die Entfernung zu den administrativen Zentren beträgt 35 km nach Chemnitz bzw. 15 km zur Kreisstadt Annaberg-Buchholz. Die ehemaligen Kreisstädte Schwarzenberg und Aue befinden sich in nordwestlicher Richtung in 7 bzw. 15 km Entfernung.

Das Gebiet liegt am nordwestlichen Abhang des Fichtelbergmassivs. Folglich ist das Gelände relief hier stark gegliedert und weist typischen Mittelgebirgscharakter auf. Es überwiegen Kerbtäler mit steilen Talhängen, während die Berggipfel ruhigere Formen zeigen. Die NN-Höhen der Bergrücken erreichen 700-1 000 m, die Tallagen liegen im Niveau von 500-700 m. Generell steigt das Gelände in südlicher bzw. südöstlicher Richtung an.

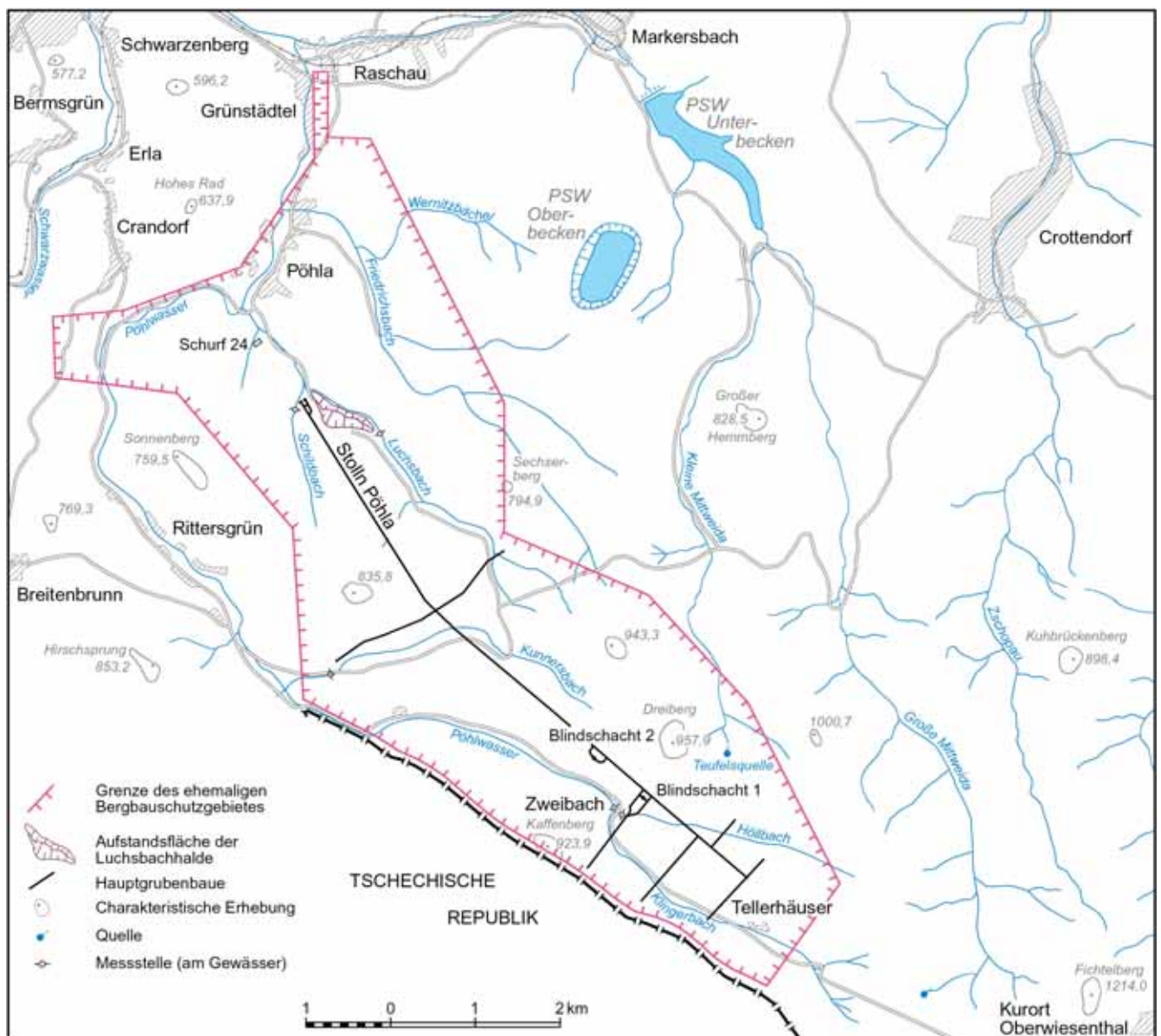


Abb. 1-1: Übersichtskarte des Lagerstättengebietes

Über 90 % des Gebietes sind von Wäldern bedeckt, unter denen Fichtenmonokulturen überwiegen. Die Jahresmitteltemperatur liegt bei 5-6 °C; das Minimum ist im Dezember zu verzeichnen mit -4 °C bis -7 °C, das Maximum mit 10-16 °C wird im Juli-August erreicht (KAUFMANN et al. 1988). Im Laufe des Jahres fallen je nach Höhenlage und Witterungsverlauf 750 mm bis 1 400 mm Niederschlag. An der DWD-Station Rittersgrün wurde ein langjähriges Mittel von 1 025 mm gemessen.

Das Territorium befindet sich im Einzugsgebiet der Mittweida, die den Westteil des Fichtelbergmassivs nach Nordwesten entwässert und in Schwarzenberg in das Schwarzwasser mündet. Ihr wichtigster Nebenfluss ist das Pöhlwasser, das das gesamte Betrachtungsgebiet durchfließt und mit Kunnersbach, Luchsbach sowie Friedrichsbach drei bedeutende rechtsseitige Zuflüsse besitzt.

Das Arbeitsgebiet ist relativ dünn besiedelt. Die wichtigsten Ortschaften sind Pöhla, Rittersgrün und Tellerhäuser mit insgesamt ca. 3 500 Einwohnern. Die Ortschaften ziehen sich vorzugsweise am Pöhlwasser bzw. Klingerbach entlang und liegen außerhalb der bergbaurelevanten Gebiete.

Wichtige Erwerbszweige sind Forstwirtschaft, Holz- und Metallverarbeitung sowie der Tourismus. In den unteren Lagen wird auch Landwirtschaft betrieben.

Das Erzfeld liegt im Naturpark Erzgebirge-Vogtland und beinhaltet seinerseits die Naturschutzgebiete „Zweibach“ sowie (randlich) „Am Taufichtig“ und „Moor am Pfahlberg“.

Die nächstgelegene Bahnstation ist Grünstädtel, 4 km nördlich von Pöhla, an der Bahnstrecke Schwarzenberg – Annaberg-Buchholz, die derzeit nur für den Güterverkehr genutzt wird.

Im Pöhlwassertal verläuft die Staatsstraße S 271 von Raschau nach Oberwiesenthal, die die Bundesstraßen B 101 und B 95 verbindet. Die Anbindung an das Autobahnnetz ist über die B 101/169 und die S 255 zur Anschlussstelle Hartenstein (BAB 72) gegeben. Darüber hinaus besteht ein dichtes Netz von Nebenstraßen sowie befestigten Wirtschafts- und Waldwegen, mit dem nahezu das gesamte Territorium erschlossen ist.

1.2 Geschichte des Bergbaus und der geologischen Untersuchung

Das Schwarzenberger Bergbaurevier, in dem das Erzfeld Pöhla-Tellerhäuser liegt, kann auf einen regen mittelalterlichen Bergbau verweisen. Die meisten historisch bedeutsamen Gruben liegen jedoch außerhalb der eigentlichen Erzfeldkontur.

Bedingt durch den Reichtum an Eisenerzen wurde die Region Schwarzenberg bereits zum Ende des 15. Jahrhunderts zu einem Zentrum des westerzgebirgischen Bergbaus, da der Eisenbedarf des aufstrebenden Silberbergbaus vor allem für die Gezähelfertigung enorm war. Als wichtige Eisenerzgruben werden im 16. Jahrhundert „St. Johannes“ am Rothen Berg bei Erla (Gangstruktur mit Roteisenerz), „St. Christoph“ und „Fortuna“ bei Breitenbrunn, „Neusilberhoffnung“ und „Morgenstern“ bei Pöhla sowie die Fundgrube „Roter Adler“ in Rittersgrün (magnetitführende Skarne) angeführt. Neben der Eisenerzproduktion weisen viele der genannten und kleineren Gruben eine z. T. beträchtliche Buntmetallproduktion aus, die auf sulfidische Vererzungen in den aufgefahrenen Skarnlagern bzw. in sie durchsetzenden Gängen zurückzuführen ist. Der Niedergang des Bergbaus Mitte des 19. Jahrhunderts erfasste den Eisenerzbergbau in geringerem Maße. Erst nach der Jahrhundertwende ging die Gewinnung stark zurück, und im Jahr 1924 stellte die „Neusilberhoffnung“ als letzte Zeche des Gebietes die Produktion ein.

Eine Uranproduktion ist nur für die „Margarethe“-Fundgrube bei Breitenbrunn nachweisbar, wo in den Jahren 1853 und 1905/06 1,86 t Uranerze mit 0,97 t U_3O_8 -Inhalt gefördert wurden (SCHUMACHER 1946b). Die im 19. Jahrhundert registrierten Uranvorkommen der Grube „Menschenfreude“ bei Fällbach, des Tannenbaumstollns bei Erla, im Ernst-August-Stolln und im Weißen-Hirsch-Stolln bei Antonsthal sowie in der Grube „Roter und Weißer Löwe“ bei Steinheidel besaßen rein mineralogische Bedeutung.

Die planmäßigen Arbeiten zur geologischen Landesaufnahme in Sachsen in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts führten zur Erstellung der Geologischen Karte im Maßstab 1:25 000 für das Königreich Sachsen. Das Blatt Oberwiesenthal (147 bzw. 5543) wurde in den Jahren 1881-1883 von A. SAUER erstellt. Die Kartierung des Blatts Johannegeorgenstadt (146 bzw. 5542) durch F. SCHALCH wurde 1884 abgeschlossen. Diese, ihrem Charakter nach lithologischen Karten wurden von H. MÜLLER unter Berücksichtigung der Gangstrukturen überarbeitet. Eine Neukartierung erfolgte 1917 durch R. REINISCH (5543) bzw. 1899/1900 durch C. GÄBERT (5542). Diese Kartenedition bildete für lange Jahre die Grundlage aller geologischen Arbeiten im Gebiet.

In den dreißiger Jahren des 20. Jahrhunderts wurden im Zuge der Autarkiebestrebungen des faschistischen Deutschlands Arbeiten zur Zinkgewinnung in der Grube „St. Christoph“ durch die Sachsenerz AG erneut aufgenommen, jedoch 1945 endgültig eingestellt.

Eine Neuaufnahme der bergmännischen Arbeiten in bis dahin ungekanntem Ausmaß erfolgte durch die Tätigkeit der SAG/SDAG Wismut nach Ende des 2. Weltkrieges. Bereits 1946 begannen Untersu-

chungsarbeiten des Objekts 1 im Gebiet Breitenbrunn (Margarethe-Stolln). 1947 erfolgten Arbeiten durch das Erkundungsobjekt 23 im Gebiet Antonsthal-Erla (Revier Tannenbaumstolln). Anfang November 1948 wurde aus Teilen des Objekts 1 und dem Objekt 23 das Gewinnungsobjekt 8 gebildet, das in den Jahren bis 1953 in mehreren Lagerstätten zwischen Schwarzenberg und Rittersgrün Uranerze förderte sowie umfangreiche Erkundungsarbeiten realisierte.

Am NW-Abhang des Kaffenbergs, unweit der Siedlung Ehrenzipfel, wurde eine kleine Uranlagerstätte (Tellerhäuser-alt) entdeckt und bis 1955 restlos abgebaut.

Daneben wurden die Uranvorkommen Kaffenberg (Stolln 4), Ehrenzipfel I (Schacht 247), Ehrenzipfel II (Stolln 7) und Oberittersgrün (Schurf 14) nachgewiesen, die wegen ihrer geringen Vorräte als nicht bauwürdig eingeschätzt wurden. Der geologische Bau und die strukturellen Besonderheiten dieser Uranvorkommen wurden in mehreren Berichten der Kameralabteilungen der Objekte 8 und 1 behandelt (ŠIŠKIN et al. 1953, SAMUSENKO et al. 1953 b, KAŠEEV et al. 1955).

Im Jahr 1957 begannen bergmännische Erkundungsarbeiten in den Revieren Niederglobenstein (Stolln 19) und Pöhla (Schurf 24). Die Auffahrungen in der Lagerstätte Pöhla-Globenstein trafen zwar keine bauwürdige Uranvererzung, jedoch eine bedeutende Magnetitvererzung an (SCHWARZE & HARLAß 1960).

Als Arbeitsgrundlage dienten bei der SDAG Wismut bis dahin die Geologischen Karten im Maßstab 1 : 100 000, die von A. WATZNAUER und M. WEISER auf der Grundlage der Geologischen Spezialkarten (1:25 000) erstellt wurden. Blatt Eibenstock war 1951, Blatt Annaberg 1952 erschienen.

Eine erste Zusammenfassung des neuen Wissensstandes für das Gesamtgebiet des Westerzgebirges erfolgte nahezu zeitgleich mit der Erstellung der „Geologischen Karte des Gebietes Aue-Schwarzenberg-Johanngeorgenstadt“ (Maßstab 1 : 10 000; ŠIŠKIN et al. 1958).

1965 wurden durch die SDAG Wismut erneut Arbeiten im Erzfeld Pöhla-Tellerhäuser aufgenommen. Zunächst erfolgten planmäßige Arbeiten zur geologischen Spezialkartierung im Maßstab 1 : 25 000, die durch Strukturb Bohrungen zur Klärung der Uranhöflichkeit der Mulde von Tellerhäuser begleitet wurden.

Mittlerweile hatte der VEB „Geologische Erkundung Süd“ im Auftrag der Maxhütte Unterwellenborn Erkundungsarbeiten auf Magnetit in der Lagerstätte Pöhla-Globenstein begonnen, die jedoch wegen störender Zinn- und Arsengehalte in den Erzen abgebrochen werden mussten. Es folgten Arbeiten zur Einschät-

zung der Zinnressourcen des Westerzgebirges, die von regionalen geophysikalischen Arbeiten des VEB Geophysik Leipzig (Gravimetrie im Maßstab 1 : 100 000, Magnetik im Maßstab 1 : 25 000 bis 1 : 50 000) begleitet wurden. Gebietsweise wurde bis zum Maßstab 1 : 5 000 verdichtet. Zur Einschätzung der Magnet-Anomalie Hämmerlein wurden 1966 mehrere Bohrungen niedergebracht (HÖSEL 1967). Mit zwei dieser Bohrungen wurde sichtbare Uranvererzung angetroffen. Parallel dazu traf auch die Wismut-Bohrung E 10/66 im Raum Tellerhäuser bauwürdige Uranvererzung an. Noch vor Abschluss der Neukartierung des Blatts Oberwiesenthal (ÛRTAJKIN et al. 1969) wurde durch ABROSIMOV mit der Kartierung des Westteils des Blatts Oberwiesenthal im Maßstab 1 : 10 000 begonnen (ABROSIMOV et al. 1971). Diese Arbeiten wurden durch umfangreiche Bohrarbeiten begleitet.

Im Oktober 1967 wurde der Stolln Pöhla in einem Steinbruch im Luchsbachtal in einem Niveau von 585 m HN¹ angeschlagen, um die Bohrgebiete Hämmerlein, Dreiberg und Tellerhäuser bergmännisch zu untersuchen. Die Auffahrung, die im September 1970 eine Gesamtlänge von 7 845,8 m erreichte, durchdrückerte nach ca. 3 000 m das Skarnlager „Hämmerlein“.

Hier erfolgten 1968-1971 bergmännische Erkundungsarbeiten auf Uran, die nur unbedeutende Uranressourcen nachweisen konnten. Das führte nicht nur zur negativen Einschätzung der Uranhöflichkeit des Gebiets Hämmerlein, sondern auch zu einer zurückhaltenden Bewertung der beiden Erkundungsreviere Dreiberg und Tellerhäuser, d. h. des Nord- bzw. Südabschnittes der Lagerstätte Tellerhäuser.

1969 wurde mit der Auffahrung des Querschlags 2 in der Lagerstätte Hämmerlein eine reiche Zinnvererzung innerhalb des Skarnlagers angetroffen, die von 1970 bis 1980 durch Berg- und Bohrarbeiten auf Kosten des Staatshaushaltes der DDR erkundet wurde. Vorratsberechnungen erfolgten zum Stand vom 15.11.1971, 01.10.1975, 01.04.1980 und 01.01.1982.

Ab 1972 wurden durch die SDAG Wismut Erkundungsarbeiten auf Zinn im gesamten Erzfeld Pöhla-Tellerhäuser aufgenommen. Die ersten Ergebnisse sind in den Berichten zur Vorratsberechnung per 01.10.1975 zusammengefasst.

Die Erkundungsarbeiten in den Revieren Tellerhäuser und Dreiberg waren ab 1972 auf Uran und Zinn ausgerichtet und wurden gemischt finanziert. Die Uranerkundung erfolgte zunächst (1972) auf der Stollnsohle (+600 m) und 1973-1975 auf der Sohle +240 m. Sie

¹ Als Höhensystem in der Grube Pöhla wurde HN verwendet (im Gegensatz zu Schlema-Alberoda, wo NN-Höhen angegeben wurden).

führte zur ersten Uran-Vorratsberechnung per 01.07.1975 in der Lagerstätte Tellerhäuser. Bis 1982 erfolgte der Aufschluss der Uranvererzung bis zur Sohle +120 m mit gleichzeitiger bergmännischer Erkundungstätigkeit. 1983 wurde die Lagerstätte Tellerhäuser in die planmäßige Uranerzgewinnung durch den Bergbaubetrieb Aue einbezogen. Der Uranabbau erfolgte bis zum 28.06.1991.

Arbeiten zur Zinnerkundung fanden hier von 1973 bis 1981 sowie von 1988 bis 1990 statt. Berechnungen der Gesamtvorräte wurden zum 01.10.1975 und 01.01.1982 durchgeführt. 1991 wurde ein Teilbereich des Skarnlagers „Dreiberg“ neu bewertet.

Im Rahmen der Zinnerkundung erfolgte auch die Wiederaufnahme der Arbeiten in der Lagerstätte Pöhla-Globenstein, wo 1973-1975 Übertage-Bohrungen auf Zinn und 1977-1978 auf Wolfram niedergebracht wurden. Die Zinn- und Wolframerkundung wurde im Zeitraum 1982-1988 durch über- und untertägige Bohrarbeiten sowie Bergarbeiten weitergeführt. Vorratsberechnungen erfolgten zum 01.10.1975 (Zinn), 01.10.1979 (Wolfram) und 01.07.1988 (Zinn und Wolfram).

Die Erkundungsergebnisse der SDAG Wismut fanden gemeinsam mit den Erkenntnissen aus neueren petrologischen, strukturgeologischen und isotopengeochemischen Arbeiten zum mittleren und westlichen Erzgebirge Eingang in die Neuauflage der Geologischen Karte des Freistaates Sachsen, Blatt Kurort Oberwiesenthal (LEONHARDT 1999), die somit den derzeitigen Kenntnisstand zum Bearbeitungsgebiet zusammenfasst.

2 Geologischer Bau der Lagerstätten

2.1 Geologische Position

Das Erzfeld Pöhla-Tellerhäuser befindet sich am Westrand der Erzgebirgs-Zentralzone, die sich in die Fichtelgebirgisch-Erzgebirgische Antiklinalzone einordnet.

Während der NW-Teil des Gebietes im Übergangsbereich zwischen der aus Augengneisen aufgebauten Schwarzenberger Kuppel und der Tellerhäuser-Hundsmarter-Mulde (ELICKI et al. in PÄLCHEN & WALTER [Hrsg.] 2008) liegt, befindet sich die Lagerstätte Tellerhäuser im Zentralbereich dieser auch als Brachysynklinale von Tellerhäuser bezeichneten Struktur.

Das Nebengestein der Lagerstätten wird durch eine kambrisch-ordovizische Schieferfolge gebildet, die schwach bis mäßig regionalmetamorph überprägt ist. In der Phyllit- und Glimmerschieferfolge treten mehrere sogenannte Skarnlager und uranproduktive Pakete auf. Das sind Bereiche, in denen Skarne, Karbonat-

gesteine (Marmor), Muskovitgneise, Quarzitschiefer, Amphibolite und kohlenstoffführende Schiefer in intensiver Wechsellagerung anzutreffen sind. Die Skarnlager haben entscheidende Bedeutung für die lithologische Kontrolle der Zinn- sowie Uranerzkonzentration, während sich der Einfluss der „produktiven“ Pakete auf die hydrothermalen Gangvererzungen beschränkt. Diese Profilabschnitte wurden deshalb detailliert untersucht.

Das gesamte Lagerstättenfeld wird von einem NW-SO streichenden Granitrücken unterlagert, der flach nach NO einfällt. Der Granit stellt einen nicht durch Erosion angeschnittenen Teil des Eibenstock-Karlsbader Massivs (neuerdings als Eibenstock-Neudecker Massiv bezeichnet) dar. Er wird der jüngeren Intrusionsphase des variszischen Zyklus (YIC) zugerechnet und gehört somit zur Gruppe der Erzgebirgsgranite. Im Kontaktbereich sind Biotitisierung und Albitisierung der Glimmerschiefer sowie Verskarnungsprozesse bis zu einer maximalen Entfernung von 1 000 m vom Kontakt zu beobachten. Im kontaktnahen Bereich tritt eine Vielzahl von geringmächtigen Aplitgängen auf. In räumlicher Nähe zum Granitmassiv wurden Lamprophyrgänge nachgewiesen, die NW-SO streichende Intrusionsbahnen bevorzugen.

Die Lagerstätten Tellerhäuser und Hämmerlein liegen innerhalb der Gera-Jáchymov-Zone (auch als Neudeck-Crimmitschauer Störungszone bekannt), die die Lage der großen Uranlagerstätten im Bereich der Böhmisches Masse und ihrer NW-Umrandung kontrolliert. Die tektonische Hauptstruktur innerhalb des Erzfeldes stellt die NW-SO streichende Rittersgrüner Störung dar. Im Liegenden dieser Störung kam es im Kreuzungsbereich mit der Süderzgebirgischen Tiefenstörung und weiteren verschieden orientierten Bruchstrukturen zur Ausbildung eines dichten Gangnetzes, welches den Absatz einer mehrphasigen hydrothermalen Gangmineralisation ermöglichte.

Es werden ein variszischer und ein postvariszischer Mineralisationskomplex unterschieden, die sich ihrerseits in mehrere Phasen (Gangformationen) untergliedern lassen. Ein Teil der Mineralisation des variszischen Zyklus wurde speziell in den Skarnkörpern abgesetzt (Zinn-, Magnetit- und Zinkvererzung). Die variszische Uranvererzung und die postvariszische Mineralisation blieben auf die Gangstrukturen beschränkt.

Die Uranvererzung in den Gängen der Lagerstätte ist hydrothermalen Ursprungs, während für die Genese der Zinnvererzung pneumatolytisch-hydrothermale Prozesse als Quelle in Betracht kommen.

Die jüngsten endogenen Bildungen sind stockförmige Körper und Gänge tertiärer Basalte und Phonolithe.

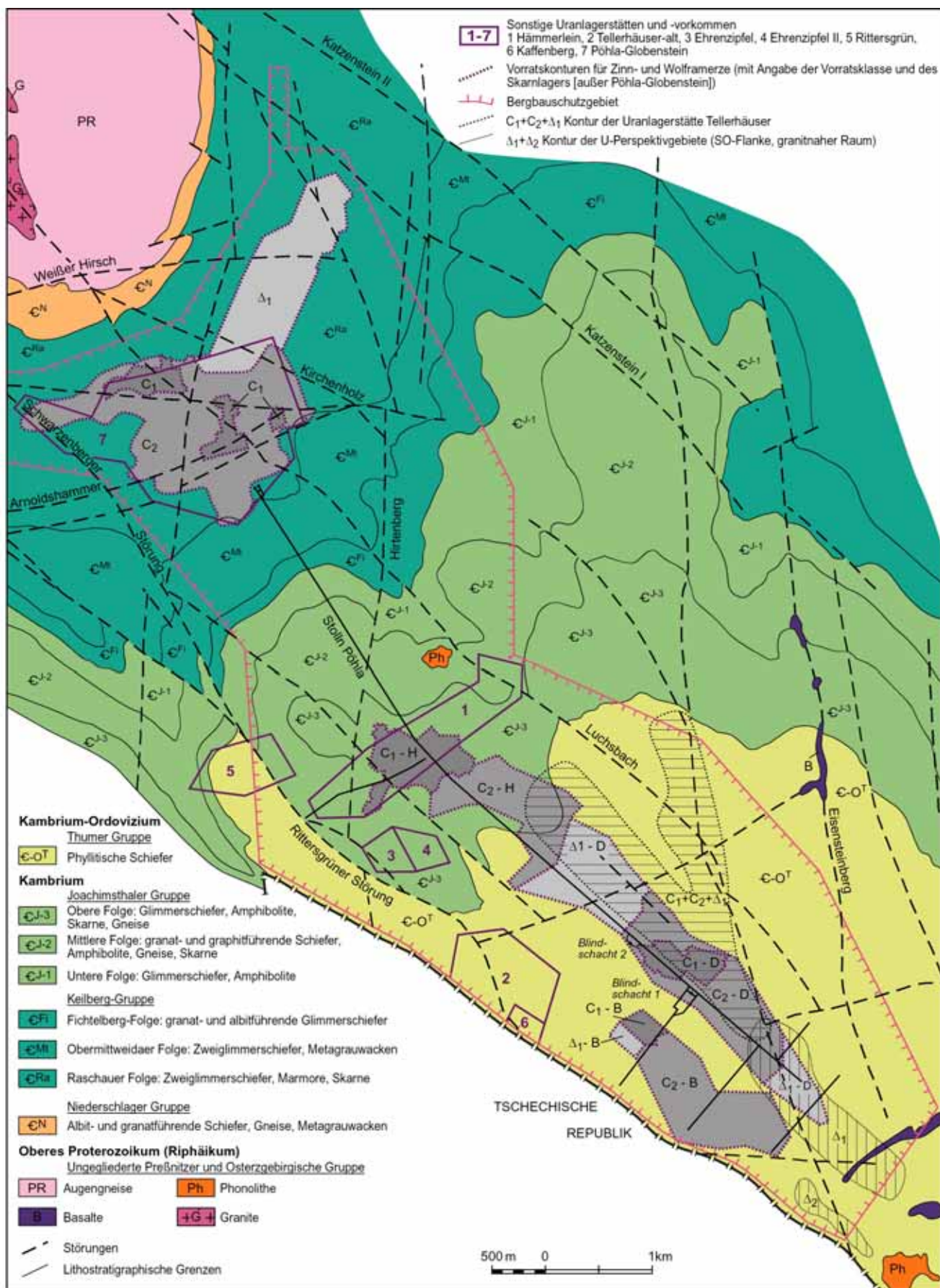


Abb. 2-1: Geologische Übersichtskarte des Lagerstättenfeldes

Flügel der Brachysynklinale von Tellerhäuser, in dem das Gesteinseinfallen nach NW gerichtet ist.

2.3 Nebengesteine

2.3.1 Regionalmetamorphe Gesteine

Ein mächtiger Komplex von Gneisen, Glimmerschiefern und Phylliten bildet die Umrandung der Schwarzenberger Augengneiskuppel. Diese Hüllgesteine werden wegen fehlender Fossilfunde auf der Grundlage lithostratigraphischer Prinzipien (vgl. LORENZ & HOTH 1990) vom Liegenden zum Hangenden in die Niederschlagener, Keilberg-, Joachimsthaler und Thumer Gruppe unterteilt. Das Alter dieser Gesteine ist strittig, jedoch wird von den meisten Autoren jüngstes

Präkambrium (Niederschlagener Gruppe) bis Ordovizium (Thumer Gruppe) angenommen.

Die Prägung der Gesteine erfolgte überwiegend durch regionalmetamorphe Prozesse. Der Metamorphosegrad wird durch den Übergangsbereich zwischen Amphibolit- und Grünschieferfazies (Epi- bis Mesozone) charakterisiert.

Glimmerschiefer (und Phyllite) haben einen Anteil von ca. 60 % am Gesamtprofil. Weitere 10 % der Profilmächtigkeit entfallen auf Gneise und 30 % auf heterogen gebaute Gesteinspakete einschließlich der sogenannten Skarnlager.

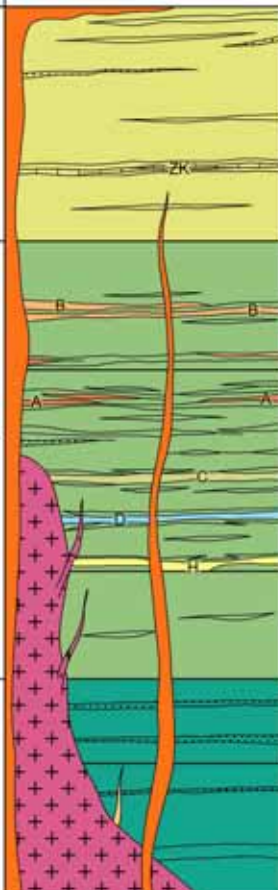
Index	Gruppe/Serie	Schematisches Profil	Folge Mächtigkeit	Charakteristische Gesteine	
Ordovizium	€-O		€-O ^T bis 600 m	Phyllitische Schiefer, oft graphitführend, im unteren Teil mit Lagen von Marmor/Skarn (Lager von Zlatý Koper/CR), im oberen Teil mit Grünschiefern und Quarziten	
	Thumer Gruppe				
Kambrium	€		Joachimsthaler Gruppe	€-J-3 obere Folge 250 m	Zweiglimmerschiefer, granatführend, und Chloritschiefer, feldspatreich; mit Einlagerungen von Marmor/Skarn und graphitführenden Schiefern; Paket "B" (Breitenbrunn-Lager)
				€-J-2 mittlere Folge 500 m	Glimmerschiefer, z. T. granatführend, mit Einlagerungen von Marmor/Skarn, Quarziten, Gneisen, graphitführenden Schiefern und Amphiboliten (vom Hangenden zum Liegenden) Paket "A" [amphibolit-betont] Paket "C" [C-Schiefer-betont] Paket "D" [Dreiberg-Lager] Paket "H" [Hämmerlein-Lager])
				€-J-1 untere Folge 250 m	Zweiglimmerschiefer, feldspatreich, Chlorit-Muskovit-Schiefer, granatführend
				€ ^{Fi} Fichtelberg-Folge 200 m	Glimmerschiefer, granatführend, und Quarzite
			Keilberg- Gruppe	€ ^{Mt} Obermittweidaer Folge 350 m	Metagrauwacken und -konglomerate, Zweiglimmerschiefer und Chloritschiefer

Abb. 2-3: Stratigraphisch-magmatisches Schema

Keilberg-Gruppe

Als älteste Gesteine sind in der Grube Pöhla durch den Hauptstolln kristalline Schiefer der kambrischen Keilberg-Gruppe aufgeschlossen. So sind im Mundlochbereich die obersten Abschnitte der Raschauer Folge entwickelt, während im weiteren Stollnverlauf die hier ca. 250 m mächtige Obermittweidaer Folge vollständig durchfahren wurde.

Am Aufbau der Raschauer Folge sind hier Biotitschiefer und feldspatführende Zweiglimmerschiefer beteiligt. Die Obermittweidaer Folge besteht aus Chlorit-Albit- und Zweiglimmerschiefern, die vor allem im unteren Profilabschnitt die charakteristischen Einlagerungen von Metagrauwacken und Metakonglomeraten enthalten. Neben dieser lithologischen Ausbildung sprechen auch Beobachtungen an Einzelaufschlüssen und die Mächtigkeitsveränderungen in geologischen

Schnitten für eine Winkeldiskordanz an der Basis der Obermittweidaer Folge (ABROSIMOV et al. 1985).

Der obere Teil der Keilberg-Gruppe, die Fichtelberg-Folge, ist im Betrachtungsgebiet als ca. 100-250 m mächtiges Paket von quarzreichen Glimmerschiefern mit verbreiteter Granat- und untergeordneter Feldspatführung ausgebildet (ABROSIMOV et al. 1985). Charakteristische Gesteinsvarietäten sind Quarz-Muskovit- und Quarz-Chlorit-Muskovit-Schiefer, die sich durch eine auffällige Granatführung (Blasten bis 2 cm Durchmesser) und grobflasrige Textur auszeichnen. Ausgesprochene, zumeist hellgraue Quarzitschiefer mit gelegentlicher Sulfid- und Magnetitführung sind vor allem an der Basis und der Hangendgrenze der Folge entwickelt.

Bereits im Bereich der Lagerstätte Hämmerlein wird die Keilberg-Gruppe, die die uran- und zinnhöflichen Profilabschnitte unterlagert, durch das Granitmassiv abgeschnitten und spielt somit im Lagerstättenraum keine wesentliche Rolle.

Joachimsthaler Gruppe

Die Joachimsthaler Gruppe stellt im Raum Hämmerlein-Tellerhäuser den Gesteinskomplex mit der reichsten lithologischen Vielfalt dar. Ihre Gesamtmächtigkeit erreicht 1 000 - 1 100 m. Der Metamorphosegrad der Gesteine entspricht der Amphibolitfazies.

Die Joachimsthaler Gruppe wurde im Lagerstättenbereich durch die Bearbeiter der SDAG Wismut in drei Folgen gegliedert. Die Untere und Mittlere Folge lassen sich mit der Griebach-Folge parallelisieren, die obere Folge entspricht der Breitenbrunner Folge (s. Abb. 2-2).

Die Untere Folge stellt einen bis 400 m mächtigen, monotonen Komplex von Zweiglimmerschiefern dar, der Ähnlichkeit mit den Bildungen der Fichtelberg-Folge der Raschauer Gruppe aufweist und nur bedingt von ihr abzugrenzen ist. Auch für diesen Profilabschnitt sind die Granat- bzw. Feldspatführung sowie das Auftreten chloritreicher Varietäten als charakteristische Eigenschaften zu vermerken, jedoch ist die Quarzführung der Schiefer weniger auffällig und die Granate bilden nur mm-kleine Blasten (MATUŠIN et al. 1980).

Die Mittlere Folge der Joachimsthaler Gruppe weist eine Mächtigkeit von 200-450 m auf. Den Hauptanteil bilden Zweiglimmerschiefer, die z. T. eine auffällige Granatführung (Almandin) aufweisen. Innerhalb dieses Glimmerschieferkomplexes treten horizontweise gehäuft Einlagerungen von Muskovitgneisen, Skarnen, Marmoren, Amphiboliten, Quarzit- und Kohlenstoffschiefern auf. Diese Profilabschnitte, die einen günstigen Einfluss auf die Lokalisation der Uranvererzung in den durchsetzenden hydrothermalen Gängen

ausüben, wurden im betrieblichen Sprachgebrauch der SDAG Wismut als „produktive“ Pakete bezeichnet. Für die auffälligsten Teile dieser Pakete, in denen Metakarbonatgesteine das Profil dominieren, wurde die Bezeichnung „Skarnlager“ eingeführt. In einigen Fällen sind Skarnlager, die ihrerseits für die Lokalisation stratiformer Vererzungen von Bedeutung sind, und „produktive“ Pakete identisch.

Die Grenze zur Unteren Folge wird im Liegenden des Skarnlagers „Hämmerlein“ gezogen. Dieser ca. 30 m mächtige Horizont stellt eine Wechsellagerung von Skarnen, Quarziten, Muskovitgneisen, verskarnten und kohlenstoffführenden Schiefen dar, der die Lokalisation der Zinnvererzung im Revier Hämmerlein entscheidend kontrolliert. Weiter südöstlich, in der Lagerstätte Tellerhäuser verliert das Skarnlager seine Bedeutung für die Kontrolle der Zinnvererzung. Die Ursache dafür ist im lateralen Wechsel der lithologischen Zusammensetzung zu suchen, die auch zu einer scheinbaren Teilung in drei Lagerteile („H₁“ bis „H₃“) führt.

Im Bereich Tellerhäuser ist das Skarnlager „Dreiberg“ überaus deutlich ausgebildet. Außerdem enthält hier die Mittlere Folge der Joachimsthaler Gruppe in ihrem höheren Teil mehrere uranproduktive Gesteinspakete, in denen Skarne nur untergeordnet entwickelt sind. So werden vom Liegenden zum Hangenden folgende lagerstättenkundlich relevante Gesteinskomplexe/Schichtpakete unterschieden:

Paket „H₃“ (H für Hämmerlein),
Paket „H₂“,
Paket „H₁“,
Skarnlager „D“ (Dreiberg-Lager),
Paket „C“ (C für Kohlenstoffführung),
Paket „A“ (A für Amphibolite).

Das Paket „H₃“ wurde in der NW-Flanke der Lagerstätte Tellerhäuser durch Bohrungen und die Auffahrung im Bereich der Strecke 923 (+120 m-Sohle) aufgeschlossen. Es weist eine Mächtigkeit von 20-25 m auf und besteht aus kohlenstoff- sowie albitführenden Glimmerschiefern. Im unteren Teil des Pakets wurden in der Strecke 923^D bis dm-große eingeschaltete Gerölle körniger Glimmerschiefer beobachtet. Die Abgrenzung zum Hangenden und Liegenden ist relativ undeutlich ausgebildet und aushaltende Horizonte mit typischer Lithologie fehlen. Das Paket keilt nach SW aus.

Durch ein 30-40 m mächtiges, monotones Paket albitführender Glimmerschiefer getrennt, folgt im Hangenden das Paket „H₂“. Hier sind kohlenstoffreiche, albitführende und seltener verskarnte Glimmerschiefer sowie einzelne Amphibolitlinsen anzutreffen, deren Gesamtmächtigkeit maximal 20 m beträgt. Die Hangend- und Liegendgrenzen des Paketes sind ebenfalls recht unscharf ausgebildet.

Darüber lagert wiederum eine 25-40 m mächtige Folge albitreicher Zweiglimmerschiefer, bevor im Hangenden das Paket „H₁“ folgt. Es führt verskarnte Glimmerschiefer und kohlenstoffreiche Schiefer sowie geringmächtige Lagen von Muskovitgneisen, Pyroxen-Amphibol-Skarnen und Amphiboliten. Die Mächtigkeit des Paketes schwankt von 10 m bis 25 m. Die Liegendgrenze ist deutlich ausgebildet (Skarne, Gneise oder verskarnte Schiefer), während im Hangenden der Kohlenstoffgehalt der Glimmerschiefer allmählich zurückgeht. Verskarnte und kohlenstoffreiche Varietäten lassen sich im Streichen und Einfallen über mehrere hundert Meter verfolgen. Die deutlichste Ausbildung weist das Paket in der NW-Flanke der Lagerstätte (Strecken 924 und 924^P, Sohle +120 m) auf.

Durch ein 50-80 m mächtiges Quarz-Glimmerschieferpaket getrennt folgt im Hangenden des „H₁“-Paketes das Skarnlager „Dreiberg“, das mit seinem mächtigen Skarnkomplex einen Leithorizont in der Lagerstätte Tellerhäuser bildet und die Lokalisation der Zinnvererzung kontrolliert. Die lithologische Abgrenzung des Skarnlagers ist überaus deutlich ausgeprägt. Im Liegenden lässt sich ein mehrere Meter mächtiges Muskovitgneispaket verfolgen. Den Hauptanteil des Lagers bilden Granat-, Pyroxen-, Epidot- und Amphibolskarne. Im Bereich des „Ganges Luchsbad“ sind magnetitführende Varietäten verbreitet. Innerhalb der Skarne trifft man auf Linsen und Lagen von Muskovitgneisen, verskarnten und kohlenstoffführenden Glimmerschiefern. Die Hangendgrenze wird entweder durch ein Gneispaket oder durch Amphibolskarne gebildet. Die Gesamtmächtigkeit des Lagers liegt bei 20-25 m und kann stellenweise bis 35 m anwachsen. Die Grenzen des uranproduktiven Profilverteiles und der Skarnverbreitung im Dreiberg-Lager sind im Wesentlichen identisch.

Das Paket „C“ wird durch einen 40-60 m mächtigen Glimmerschieferkomplex vom Lager „Dreiberg“ getrennt, der in der SO-Flanke an Mächtigkeit verliert (5-10 m). Das Hauptmerkmal des 30-40 m (selten bis 60 m) mächtigen „C“-Paketes ist der bedeutende Anteil an kohlenstoffreichen, z. T. quarzitischen Schiefern, die gewöhnlich mit 5-20 %, stellenweise mit bis zu 50 % an der Gesamtmächtigkeit beteiligt sind. Sie wechsellagern mit Skarnen, verskarnten Glimmerschiefern, Gneisen und Amphiboliten. Die vorherrschenden Skarnvarietäten sind pyroxen- bzw. epidotreich und werden häufig von Erlanen begleitet. Gneis liegt als sog. roter Tafelgneis („mgn“-Typ) vor. Die Grenzen des Paketes „C“ zum Hangenden und Liegenden sind deutlich ausgebildet. Die auffälligste Entwicklung weist das Paket im Zentralteil der Lagerstätte Tellerhäuser auf. Charakteristisch ist der häufige Wechsel der lithologischen Typen. Einige vollständige Durchörterungen des Paketes „C“ weisen bis zu 40 verschiedene Gesteinsvarietäten auf (Bohrlöcher Sn-965 und Sn-966). Die Mächtigkeit der einzelnen Lagen schwankt von einigen Dezimetern bis ca. 2 m.

In der NW- sowie SO-Flanke wächst die Mächtigkeit der plattigen Gneiskörper auf 5-10 m an. Kohlenstoffführende Schiefer und Skarne keilen dabei aus.

Die überlagernden Granat-Glimmerschiefer haben eine Mächtigkeit von 130-170 m. Darüber ist das uranproduktive Paket „A“ ausgebildet, das durch Auffahrungen in der SO-Flanke der Sohle +300 m aufgeschlossen wurde. Die Gesamtmächtigkeit dieses Paketes beträgt 40-60 m. Charakteristische Gesteine sind verskarnte Schiefer (Erlane), die von Granat-Pyroxen-Skarnen, Amphiboliten und kohlenstoffführenden Glimmerschiefern begleitet werden. Während im Mittelteil des Profils Skarne, die Linsen und Lagen von Marmor und kohlenstoffführenden Glimmerschiefern enthalten, vorherrschen, sind im Hangend- sowie Liegendbereich verskarnte Schiefer mit eingelagerten Amphiboliten charakteristisch. Der Grad der Verskarnung nimmt allmählich ab, so dass die Grenzen des Paketes unscharf sind. In der NW-Flanke keilt das „A“-Paket schnell aus. In südöstlicher Richtung wurde ein Rückgang der Mächtigkeit auf 10-20 m registriert. Hier treten verskarnte und kohlenstoffführende Glimmerschiefer auf.

Des Weiteren wurde hier 20-30 m oberhalb des Paketes noch eine bis zu 15 m mächtige Linse kohlenstoffreicher Schiefer angetroffen.

Das uranproduktive Paket „A“ wird von einem 250-300 m mächtigen Glimmerschieferpaket überlagert, das einige Quarzit- und Muskovitgneishorizonte enthält. Die Hangendgrenze, die der Basis der Breitenbrunner Folge entspricht, ist unscharf ausgebildet und wird relativ schematisch gezogen.

Die Obere (Breitenbrunner) Folge der Joachimsthaler Gruppe hat in der Lagerstätte Tellerhäuser eine Mächtigkeit von 150-250 m. Für den liegenden Teil sind Zweiglimmerschiefer mit teilweise auffälliger Feldspatführung das vorherrschende Gestein. Im hangenden Teil (etwa oberhalb der Stollsohle, +600 m) lässt sich ein aushaltender Gneishorizont beobachten. Mit 10-25 m Abstand zum Gneis setzt im Hangenden eine Wechsellagerung von Glimmerschiefern mit Metakarbonatgesteinen, Amphiboliten, kohlenstoffführenden und verskarnten Schiefern ein. Die Mächtigkeit dieses sogenannten „B“-Paketes (Breitenbrunn) erreicht 15 m in der NW-Flanke und 30-45 m im Zentralteil sowie in der SO-Flanke. Meist überwiegt der Anteil der Glimmerschiefer, doch gelegentlich erreichen Amphibolite, verskarnte und kohlenstoffführende Schieferpakete Mächtigkeiten von 5-7 m. Auch in diesem Schichtkomplex wurde in verskarnten Bereichen eine Zinnvererzung festgestellt.

Thumer Gruppe

Im Lagerstättenbereich ist nur der untere Teil der

Thumer Gruppe, die Herolder Folge, entwickelt. Diese Gesteine bilden mit Mächtigkeiten von ca. 250 m den oberen Teil des Profils. Ihre Grenze gegenüber der Joachimsthaler Gruppe verläuft in einem Niveau von 750-800 m HN und wird mit der Metamorphosegrenze von Amphibolit- und Grünschieferfazies gleichgesetzt. ABROSIMOV et al. (1971) vermerken eine deutliche tektonische Störung entlang der Kontaktfläche, die nach moderner Interpretation als im Zuge der Deckenstapelung entstandene Bewegungsbahn gedeutet werden kann.

Es treten phyllitische Schiefer auf, die eine verbreitete Graphitführung aufweisen. Im unteren Teil entwickelte Skarn- bzw. Marmorlinsen mit Mächtigkeiten im dm-Bereich (Äquivalente der Skarnlager des Reviers Zlatý Kopec/Goldenhöhe) treten im hangenden Teil zu Gunsten von Quarzit- und Grünschiefereinlagerungen zurück.

Petrographie

Die im Lagerstättenprofil anteilmäßig dominierenden Quarz-Glimmerschiefer bzw. Zweiglimmerschiefer sind hell- bis dunkelgrau gefärbt. Hauptbestandteile sind Quarz (50-60 %), Muskovit und Biotit (30-50 %); in granatreichen Varietäten tritt Almandin (10-20 %) hinzu (MATUŠIN et al. 1988). Als Akzessorien werden Zirkon, Apatit, Rutil und Turmalin beobachtet (WILDER 1969).

Quarz bildet streifen- oder linsenförmige Aggregate, die parallel zur Schieferung orientiert sind. Muskovit und Biotit sind meist eng miteinander verwachsen, wobei der Muskovitanteil in den meisten Fällen überwiegt. Selten sind biotitfreie, granatreiche Varietäten anzutreffen.

Granat ist unregelmäßig verteilt. Er bildet entweder kleine Idioblasten bis 2 mm Größe mit deutlichen Kristallflächen oder 2-10 mm große, gerundete Porphyroblasten mit „Schneeball“-Struktur.

Quarz-Albit-Glimmerschiefer bestehen aus Quarz (20-40 %), Albit (30-60 %), Muskovit und Biotit (10-30 %). Gelegentlich führen sie Granat (bis 15 %). Akzessorisch treten Apatit, Rutil, Turmalin und Erzminerale hinzu. Die charakteristische Besonderheit dieser Gesteine ist das Auftreten großer Albit-Porphyroblasten (1-5 mm), die eine gerundete, langgestreckt elliptische Form aufweisen (MATUŠIN et al. 1988). Diese Albit-Xenoblasten besitzen häufig eine helizitische Struktur. Albit ist auch in Form kleiner, xenomorpher Blasten bis 1 mm Größe innerhalb der granoblastischen Grundmasse (Quarz) ausgebildet.

In den granatreichen Varietäten tritt Almandin entweder in Form gerundeter Porphyroblasten von 1-3 mm Größe innerhalb glimmerreicher Partien auf, oder er bildet kleinste (< 1 mm) idiomorphe Einschlüsse in den Albit-Porphyroblasten.

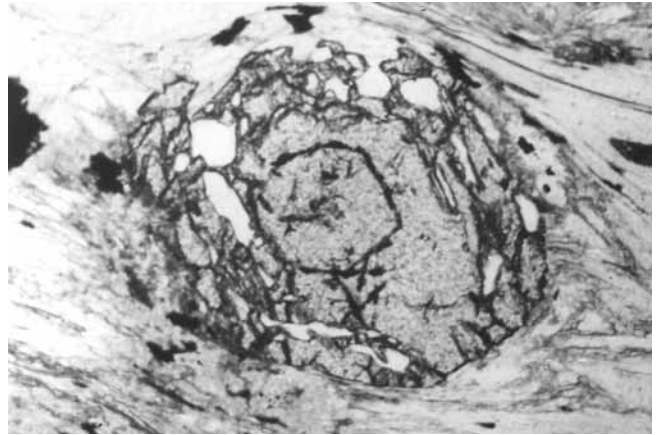


Abb. 2-4: Granat-Muskovit-Schiefer mit orientiert eingewachsenen Rutilnadeln im Granat; Brl. E 9/1966 bei 347,5 m; Bildbreite 4,8 mm

Es dominieren schiefrige, gebänderte, augige oder gefaltete Texturen. Granolepidoblastische, lepidogranoblastische und porphyroblastische Strukturen sind charakteristisch.

Die beschriebenen albitführenden Schiefer leiten über zu Quarz-Feldspat-Gesteinen, die als geringmächtige Lagen von 0,5 m bis 6 m Mächtigkeit in ihnen auftreten können. Diese mittel- bis grobkörnigen Gesteine zeichnen sich durch eine sehr schwach ausgebildete Schieferung aus. Sie bestehen aus Albit oder Albit-Oligoklas (60-70 %), Quarz (20 %), Biotit und Muskovit (bis 10 %) sowie bisweilen Granat (10-20 %). Die Feldspat-Xenoblasten erreichen in diesen Gesteinen 1-5 mm Größe (MATUŠIN et al. 1988). Sie sind häufig parallel orientiert und werden von einer feinkörnigen Quarzmasse umgeben, die vereinzelte Glimmerblättchen enthält. Die Textur ist massig, seltener schiefrig. Es werden granoblastische und porphyroblastische Strukturen beobachtet.

Innerhalb der Glimmerschiefer im Kern der Brachysynklinale von Tellerhäuser nehmen die kohlenstoffführenden Varietäten wegen ihrer Bedeutung für die lithologische Kontrolle der Uranvererzung eine Sonderstellung ein.

Die kohlenstoffführenden Glimmerschiefer sind dunkelgrau bis schwarz gefärbt. Der Mineralbestand variiert in weiten Grenzen: 40-60 % Quarz, 10-30 % Albit, 10-30 % Muskovit (seltener Biotit), ca. 10 % Granat, kohlige Substanz und Pyrit. Man kann drei Varietäten unterscheiden (MATUŠIN et al. 1988):

Kohlenstoffführende Quarz-Muskovit-Schiefer bestehen aus Quarz, Muskovit sowie geringen Mengen Albit und Granat. Die kohlige Substanz ist feindispers gleichmäßig im gesamten Gestein verteilt. Es wurden auch schnurförmige Anreicherungen von 1-3 mm Länge beobachtet, die mit Pyrit assoziieren und paral-

lel zur Schieferung orientiert sind. Häufig tritt die kohlige Substanz in Muskovitaggregaten, entlang der Spaltflächen, sowie feindispers verteilt in den Granat-Porphyblasten auf.

Die kohlenstoffführenden Quarz-Muskovit-Schiefer bilden innerhalb der Zweiglimmerschiefer Lagen mit Mächtigkeiten im cm- bis m-Bereich, die sich zu linsenförmigen Einlagerungen in der Glimmerschieferfolge gruppieren.

Kohlenstoffführende Quarz-Albit-Glimmerschiefer

zeichnen sich durch das Auftreten kohligter Substanz innerhalb der Albit-Porphyblasten aus. Fadenförmige Aggregate oder feindisperse Beimengungen mit deutlicher Orientierung zeichnen die reliktsche Schieferung nach. Auch im Glimmeranteil dieser Gesteine kommen einzelne Ansammlungen und feine kohlige Bänder vor. Durch das seltene Auftreten selbständiger Anreicherungen kohligter Substanz und ihre ungleichmäßige Verteilung sind dieser Gesteine schwer von gewöhnlichen Quarz-Albit-Glimmerschiefern zu unterscheiden.

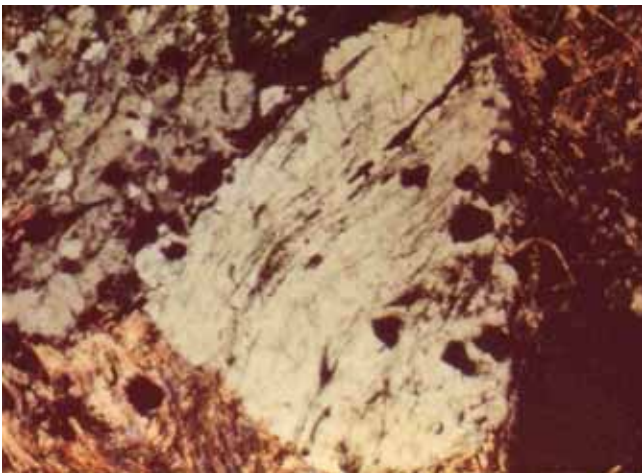


Abb. 2-5: Kohlenstoffführender Quarz-Albit-Muskovit-Schiefer; Brl. E 81/1967 bei 637,8 m; Bildbreite 3,4 mm; Nic.+

Kohlenstoffführende Glimmerquarzite, die z. T. in kohlenstoffführende Quarzite übergehen, bestehen hauptsächlich aus feinkörnigem Quarz (80 % und mehr). Die Muskovitblättchen sind parallel orientiert und gruppieren sich zu dünnen Lagen. Die kohlige Substanz ist relativ gleichmäßig verteilt, obwohl im Glimmeranteil häufigere Einschlüsse mit einzelnen Anreicherungen zu beobachten sind.

Die beschriebenen Gesteine lagern in der Regel zwischen Gneisen und erreichen Mächtigkeiten im cm- bis dm- Bereich. Die Kohlenstoffgehalte schwanken von einigen Zehnteln bis 3 % und betragen durchschnittlich 1 %. Sulfidisch gebundener Schwefel ist normalerweise in Konzentrationen um 1 % vertreten, kann aber in Einzelproben über 10 % der Gesteinsmasse ausmachen.

Für alle kohlenstoffführenden Schiefer sind gefaltete und augige Texturen charakteristisch. Die Strukturen sind granolepidoblastisch, porphyroblastisch, helizistisch oder porphyroblastisch-tektonoklastisch.

Aufgrund ihrer deutlichen tektonischen Überprägung werden die im Raum Hämmerlein entwickelten kohlenstoffführenden Schiefer von MATUŠIN et al. (1980) als Blastomylonitzonen mit eingewandertem graphitischem Material interpretiert.

Muskovitgneise sind im gesamten Lagerstättenraum weit verbreitet. Sie bilden Linsen und Lagen mit Mächtigkeiten von einigen dm bis 5 m oder ausgedehnte plattige Körper mit Mächtigkeiten von 10-30 m. Die Gneise sind hellgrau oder rötlich gefärbt. Sie bestehen aus Quarz, Albit (je 30-40 %), Muskovit und Mikroklin (je 5-15 %). Gelegentlich finden sich auch Biotit, Serizit und Hämatit (WILDNER 1969). Apatit und langprismatischer Zirkon treten akzessorisch auf. Typisch ist ein wechselndes Verhältnis der Quarz-, Albit- und Mikroklinanteile. Isometrische Quarz- und Feldspatblasten von 0,5-1,5 mm Größe bilden die Grundmasse, in der einzelne Albit- und Mikroklin-Porphyblasten enthalten sind, die wiederum Quarzeinschlüsse enthalten (MATUŠIN et al. 1988). Die Muskovitschüppchen sind streng parallel orientiert und neigen zur Bildung absätziger Bänder. Es sind gneisartige Texturen und granoblastische bis granolepidoblastische Strukturen zu beobachten.

Die sonst allgemein als Metarhyolithe angesehenen Gneise werden von SOKOLOVA & KREMNEVA (1979) und KOSTIN (1984) als metasomatische Bildungen gedeutet.



Abb. 2-6: Muskovitgneis mit gegittertem Mikroklin; Brl. E 12/1966 bei 256 m; Bildbreite 1,4 mm; Nic.+

Amphibolite und Amphibolschiefer treten in Linsen und Lagen auf, deren Mächtigkeiten von einigen Zentimetern bis zu mehreren Metern schwankt und gelegentlich 10-15 m erreicht.

Diese Metabasite sind sehr dichte, dunkelgrüne Gesteine. Sie bestehen aus Amphibol (30-50 %) und Plagioklas (20-40 %) sowie wechselnden Anteilen von Quarz, Biotit, Granat (jeweils bis 10 %), Sphen, Epidot und Erzmineralen (jeweils bis 5 %). Die Amphibole sind durch Hornblende und Aktinolith vertreten, die gestreckte Prismen mit unregelmäßiger Begrenzung bilden, welche parallel zur Schieferung orientiert sind. Unverzwilligter Albit bildet xenomorphe, 0,5-1,5 mm große Porphyroblasten mit häufigen Einschlüssen von Amphibol, Epidot, Sphen und Erzmineralen (MATUŠIN et al. 1988).

Es liegen massige oder schiefrige Texturen vor. Durch Wechsellagerung von amphibol- und albitreichen Lagen entstehen bisweilen lagige Texturen. Die Strukturen sind granoblastisch, glomeroblastisch oder porphyroblastisch.

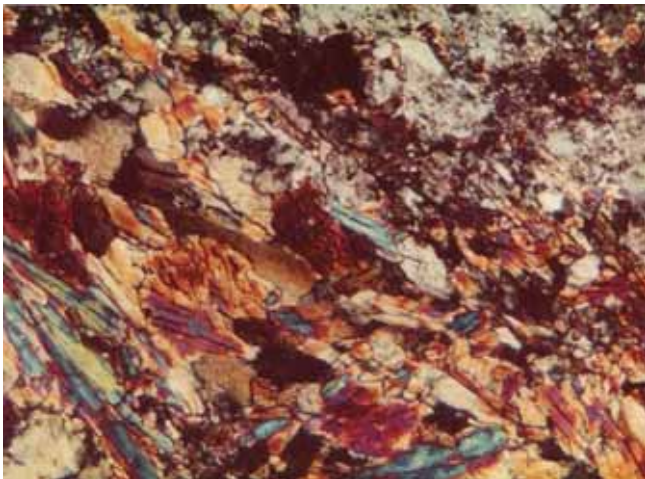


Abb. 2-7: Epidot-Amphibol-Gestein mit Relikten von Albitporphyroblasten bzw. Epidot-Albit-Amphibolit; Brl. E 81/1967 bei 367,8 m; Bildbreite 3,4 mm; Nic.+



Abb. 2-8: Amphibolit mit Hornblende; Brl. E 78/1967 bei 108,5 m; Bildbreite 1,5 mm; Nic.+

Quarzite und Quarzitschiefer bilden linsenförmige und plattige Körper mit Mächtigkeiten von einigen dm bis zu mehreren Metern.

Die Färbung der Gesteine ist hellgrau. In den Quarziten treten neben 80-95 % Quarz nur unbedeutende Mengen von Albit, Granat, Biotit und Muskovit auf (MATUŠIN et al. 1988). In den Quarzitschiefern beträgt der Glimmergehalt 10-15 %. Akzessorisch treten Apatit, Zirkon, Turmalin und Erzminerale hinzu (WILDNER 1969). Die Grundmasse besteht aus xenomorphen Quarzaggregaten bis 1 mm Größe, die stellenweise mit Albit verwachsen sind. Muskovit und Biotit besitzen eine deutliche Parallelorientierung und bilden in der Regel dünne Bänder.

Es treten feinschiefrige, schiefrige und gebänderte Texturen auf. Die Strukturen sind granoblastisch, stellenweise lepidogranoblastisch.

Bemerkenswert ist, dass einige Bearbeiter die Quarzite speziell im Raum Hämmerlein nicht als sedimentär-metamorphe Gesteine, sondern als metasomatische Bildungen betrachten (SOKOLOVA & KREMNEVA 1979 und MATUŠIN et al. 1980).

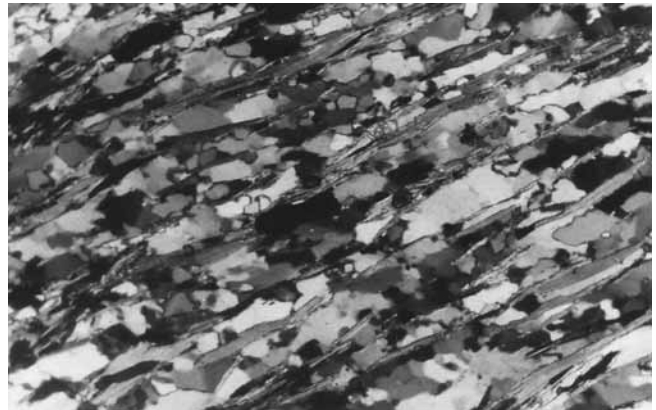


Abb. 2-9: Quarzit; Brl. E 10/1966 bei 158,7 m; Bildbreite 1,5 mm; Nic.+

Marmor ist in Form reliktscher Linsen und Lagen innerhalb mächtiger Skarnkörper anzutreffen. Wegen der verbreiteten Verskarnungsprozesse weisen nur wenige Bereiche Mächtigkeiten im Meterbereich auf.

Marmore sind als hellgraue oder weiße, massige Gesteine mit granoblastischer Struktur ausgebildet. Im Raum Hämmerlein dominieren dichte, schwach dolomitisierte Kalkmarmore gegenüber gebänderten Varietäten mit silikatischen Einlagerungen. Neben Calcit und Dolomit führen sie untergeordnete Mengen von Gips, Wollastonit, Magnetit, Chlorit, Hämatit, Glimmern und Sulfiden (NEPOČATÝH et al. 1971). In silikatreichen Lagen wurden auch Diopsid, Tremolit, Serpentin, Talk und Quarz beobachtet, die den Übergang zu Skarnen andeuten.

Hauptbestandteil der nahezu reinen Kalkmarmore in der Lagerstätte Tellerhäuser ist Calcit, der von unbedeutenden Mengen Quarz, Albit, Chlorit und Muskovit-Serizit begleitet wird (WILDNER 1969).

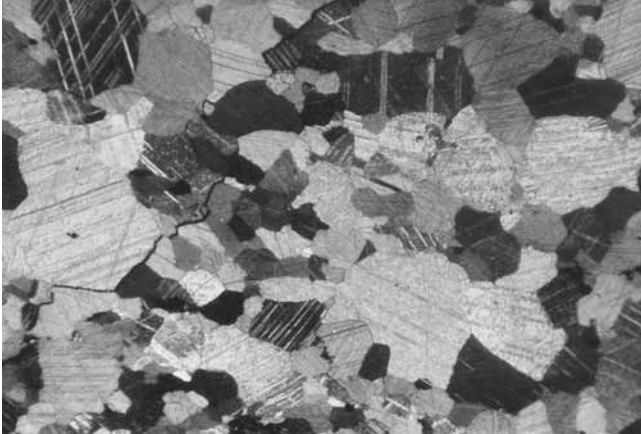


Abb. 2-10: Marmor mit granoblastischer Struktur; Brl. E 82/1967 bei 856 m; Bildbreite 1,5 mm; Nic.+

Phyllite, die innerhalb der Thumer Gruppe anzutreffen sind, sind hellgrau oder graugrün bis dunkelgrau gefärbt und zeigen einen charakteristischen Seidenglanz auf den Schieferungsflächen.

Sie bestehen aus Muskovit, Serizit, Chlorit, Quarz und Albit. Häufig lassen sich Beimengungen von Karbonaten und kohlig Substanz nachweisen (WILDNER 1969). Im mikroskopischen Bild wird deutlich, dass Serizit durch Rekristallisation von Muskovit entlang von Gleitflächen entstanden ist, die diskordant zur ursprünglichen Schieferung verlaufen. Dadurch entstand die feine S-förmige Fältelung der Phyllite. Quarz zeigt ebenfalls Rekristallisationserscheinungen. Chlorit verdrängt Biotit. Albit bildet bis 1,5 mm große, gestreckte Porphyroblasten, die Einschlüsse von Serizit, Chlorit und kohlig Substanz aufweisen. Diese Einschlüsse sind S-förmig angeordnet (helizitische Struktur) und unter verschiedensten Winkeln gegenüber der Schieferung orientiert.

Die Textur ist feinschiefrig oder gebändert, in kohlenstoffführenden Varietäten oft mikrogefältelt. Es liegen kataklastische Strukturen vor.

Die beschriebenen Besonderheiten der Phyllite lassen eine Deutung als Diaphtorese-Produkte zu (MATUŠIN et al. 1988). Einige Bearbeiter sehen diese Gesteine als Phyllonite an, die durch Dislokationsmetamorphose entstanden sind.

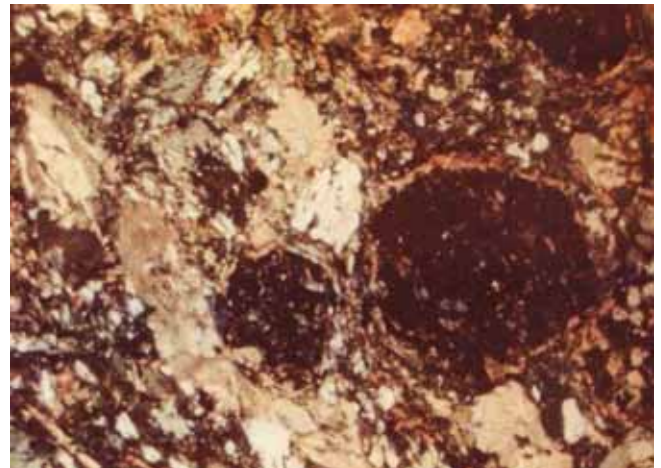


Abb. 2-11: Biotit-Chlorit-Granat-Albit-Phyllit; Brl. E 81/1967 bei 220,7 m; Bildbreite 3,3 mm; Nic.+

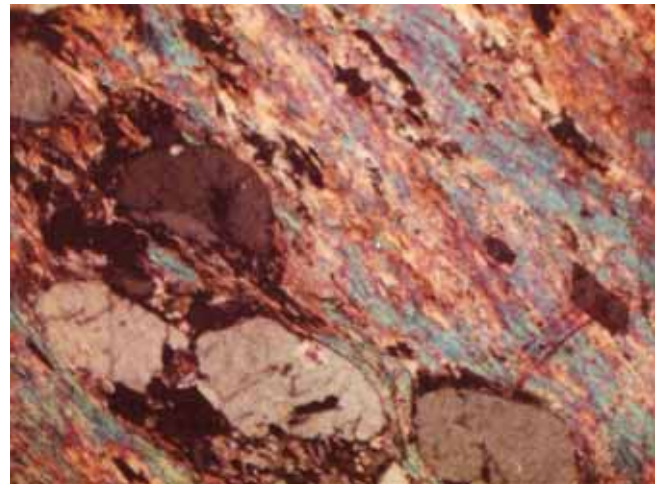


Abb. 2-12: Albit-Zweiglimmer-Phyllit; Brl. E 106/1967 bei 40 m; Bildbreite 3,3 mm; Nic.+

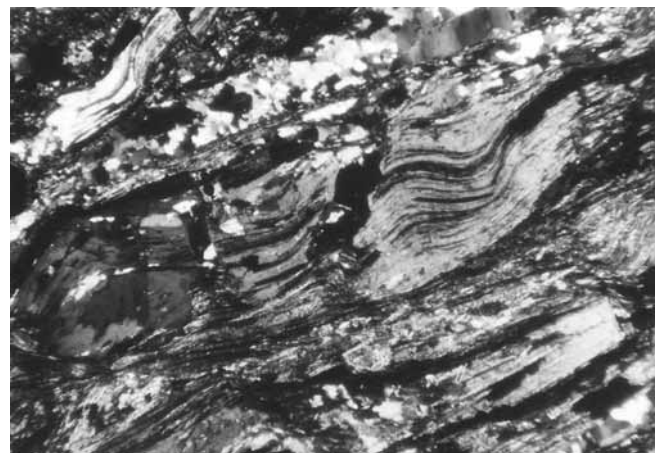


Abb. 2-13: Kohlenstoffführender Albitphyllit; Brl. E 78/1967 bei 22,5 m; Bildbreite 3,8 mm; Nic.+

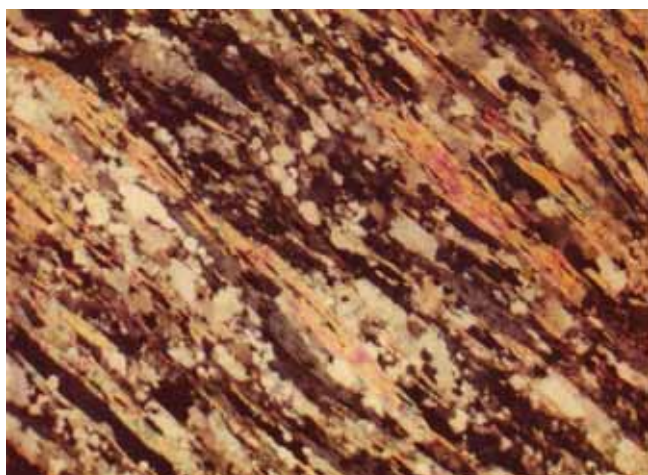


Abb. 2-14: Feinkörniger Chlorit-Muskovit-Schiefer; Brl. E 106/1967 bei 175 m; Bildbreite 3,3 mm; Nic.+



Abb. 2-15: Kohlenstoffführender Granat-Albit-Muskovit-Schiefer; Brl. E 108/1967 bei 167 m; Bildbreite 3,3 mm; Nic.+

2.3.2 Magmatische Gesteine

Magmatische Gesteine sind im Lagerstättenraum Hämmerlein-Tellerhäuser in Form variszischer Granite und mit ihnen verbundener Ganggesteine sowie tertiärer Basalte und Phonolithe aufgeschlossen.

Granite: Das unterlagernde Granitmassiv ist im Untersuchungsgebiet durch Bohrungen, jedoch nicht durch bergmännische Auffahrungen aufgeschlossen.

Der Granit liegt als mittel- bis grobkörniges, häufig porphyrkörniges, rosa gefärbtes Gestein vor, in dem bis 4 cm große Einsprenglinge von Kalifeldspat festzustellen sind. Seltener bilden durchsichtige bis leicht rauchige Quarzaggregate solche Einsprenglinge.

Der durchschnittliche Mineralbestand des Gesteins wird mit 31 % Quarz, 27 % Plagioklas, 23 % Orthoklas, 7 % Muskovit, 4 % Biotit und 1-2 % Topas angegeben; als Akzessorien wurden Apatit, Zirkon, Turmalin, Kassiterit, Andalusit, Fluorit, Leukoxen, Karbonat sowie Erzmineral beobachtet (MATUŠIN et al. 1980). Andere Autoren vermerken, dass der Kalifeldspat zumindest anteilig als Mikroklin vorliegt (NEPOČA-TYŇ et al. 1971), und das Auftreten von Protolithionit (TOKAREV et al. 1975).

In der unmittelbaren Kontaktzone zum Nebengestein finden sich feinkörnig ausgebildete Granitvarietäten. Jedoch sind allgemein die hypidiomorphe Struktur und massige Textur des Granits charakteristisch.

Der Endokontaktbereich des Granitmassivs ist bereichsweise durch die Entwicklung autometasomatischer Prozesse gekennzeichnet, die zur Verdrängung des Biotits durch Muskovit bzw. zur Umwandlung der Feldspäte in Topas, Fluorit und Turmalin führten (MATUŠIN et al. 1988).

Die petrographischen Besonderheiten sind die Grundlage für die Einordnung des Granitkörpers in den Jüngeren Intrusivkomplex (YIC) bzw. die Gruppe der Erzgebirgsgranite und seine Deutung als lokale Aufwölbung im östlichen Flankenbereich des Karlsbad-Eibenstocker Granitmassivs.

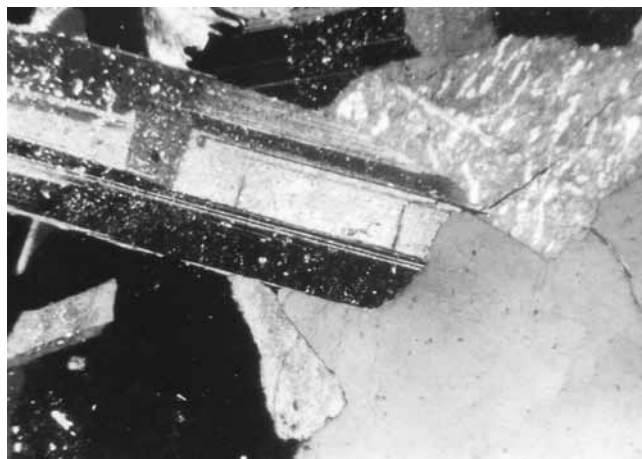


Abb. 2-16: Granit mit schwach serizitisiertem Plagioklas und perthitischem Kalifeldspat; Brl. E 82/1967 bei 1245 m; Bildbreite 3,7 mm; Nic.+

Aplite: Innerhalb des engeren Exokontaktbereiches (bis 100 m Abstand vom Kontakt) ist eine Vielzahl von Aplitgängen durch Bohrungen und Auffahrungen aufgeschlossen worden. Die Aplitgänge weisen Mächtigkeiten von einigen cm bis maximal 1 m auf. Sie sind herzynisch, W-O oder SW-NO orientiert und fallen in der Regel recht steil, mit 55-90°, ein.

Die Aplite sind weiß bis blass rosa gefärbt und feinkörnig ausgebildet. Sie bestehen aus Quarz (30-40 %), Kalifeldspat (25-35 %), Plagioklas (15-30 %) und etwas Muskovit (1-8 %). Häufig werden Xenolithe der Nebengesteine in den Apliten beobachtet (TOKAREV et al. 1975).

Kersantite treten im Hauptstolln bis ca. 1,5 km Auffahrungslänge und im Zentralteil der Lagerstätte Tellerhäuser auf.

Bei den im Stolln durchfahrenen Vorkommen handelt es sich um näherungsweise W-O streichende Gänge von maximal 5 m Mächtigkeit mit variablem Einfallen (40-85°) in südliche Richtung. Bei der Kartierung wurden diese Gesteine als Biotitkersantite angesprochen (vgl. AČEEV & HARLAß 1968) und sind somit dem LD1-Typ nach BAUMANN et al. (2000) zuzuordnen. Genaue Untersuchungen stehen aus.

Im Grubenfeld Tellerhäuser sind außerdem sogenannte Chloritkersantite (vgl. AČEEV & HARLAß 1968) aufgeschlossen, die dem LD2-Typ (BAUMANN et al. 2000) entsprechen. Ihre Verbreitung ist auf einen ca. 150 m breiten, herzynisch orientierten (Streichen um 310°) Streifen entlang des „Ganges Luchsbach“ beschränkt. Meist sind 1-3 parallele Kersantitgänge mit Mächtigkeiten von 0,5 m bis 2 m (maximal bis 6 m) aufgeschlossen; stellenweise ist eine Kersantitschar mit mehreren kulissenartig angeordneten Einzelgängen ausgebildet. Das Einfallen ist steil und schwankt zwischen 75° SW und 75° NO. Im Streichen lassen sich die Kersantite über mehr als 2 km verfolgen, während sie vertikal in einem Intervall von mehr als 500 m nachgewiesen sind.



Abb. 2-17: Lamprophyr (Minette) mit Biotit zwischen den Plagioklasleisten; Brl. E 78/1967 bei 616 m; Bildbreite 4 mm; Nic.+

Die Gesteine haben eine grau-braune bis grau-grüne Färbung und sind vielfach porphyrisch ausgebildet. Die Einsprenglinge werden von Plagioklas und Biotit gebildet. Die felsitische Grundmasse besteht aus ca.

50 % Plagioklas (An 35 %), Biotit (40 %), Quarz und Kalifeldspat. Gelegentlich treten Augit, Amphibol und Serizit auf. Der Biotit ist gewöhnlich stark chloritisiert.

Die im Bereich des Skarnlagers „Dreiberg“ (Rampenauffahrung +240 m-Sohle) innerhalb der Magnetitskarnkörper aufgeschlossenen Kersantite weisen keinerlei Verskarnungserscheinung auf.

Basalte sind aus Erkundungsbohrungen in der SO-Flanke der Lagerstätte Tellerhäuser bekannt, mit Auffahrungen jedoch nicht angetroffen worden. Die Mächtigkeiten der zumeist aushaltenden gangförmigen Vorkommen können bis zu 10 m anwachsen. Es handelt sich um dunkelgrüne bis schwarze Gesteine mit massiger Textur.

Die Grundmasse, die aus Plagioklas, Pyroxen, Erzmineral und chloritiertem, grünlich-braunem vulkanischem Glas besteht, enthält Einsprenglinge von Plagioklas und Pyroxen (Augit). In einigen Fällen treten Olivin und Calcitmandeln auf (KOSTIN 1984). Das Mineralgefüge zeigt Porphy-, Mikroporphy- oder Mandelsteinstruktur.

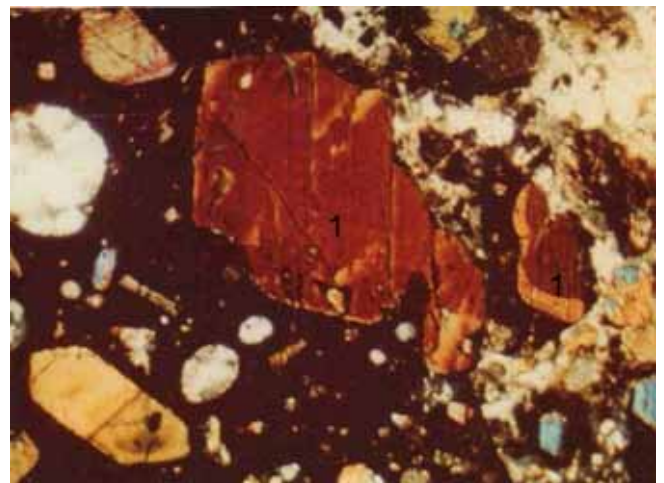


Abb. 2-18: Olivin-Pyroxen-Basalt mit basaltischer Hornblende (1); Brl. E 13/1968 bei 241,5 m; Bildbreite 3,3 mm; Nic.+

Phonolithe treten innerhalb des Lagerstättenbereichs sporadisch in Form geringmächtiger Dykes auf, weshalb sie hier streng genommen als Tinguaiten angesprochen werden müssten.

Als Intrusionsbahnen werden vorzugsweise W-O streichende Bruchstrukturen genutzt. Auf der Stollnsohle sind diese Verhältnisse mit den Störungen „Zweibach“ und „Wilder Mann“ am SO-Rand des Grubenfeldes aufgeschlossen.

Darüber hinaus ist häufig ein abschnittsweises Einschleppen auf NW-SO streichende Strukturen zu beobachten, so dass die Angabe genereller Lagerungsverhältnisse nicht immer möglich ist.

In größeren Teufen (+85 m- bis +180 m-Sohle) wurden hier weitere, um 250-260° streichende, steil einfallende Phonolithgänge von 10 cm bis 30 cm Mächtigkeit angetroffen, die an Gangkreuzen auf NW-SO bis submeridional streichende Störungen einschleppen und hier bis 0,5 m Mächtigkeit erreichen können.

Im Zentralteil der Lagerstätte Hämmerlein ist ein ca. 0,5 m mächtiger Phonolithgang bekannt, der überwiegend in 300-310° streichenden, mit 80-85° nach SW einfallenden Strukturen verläuft. Ein weiteres Vorkommen mit komplizierter Morphologie wurde im Bereich der Hirtenberg-Störung aufgeschlossen.

In der SO-Flanke der Lagerstätte Tellerhäuser wurden mit Bohrungen mächtigere Phonolithdykes und stockförmige Körper angetroffen. Schließlich befindet sich etwa 1 km nördlich des Hämmerleinkreuzes ein Phonolithstock, der bis nach über Tage reicht.

Das Gestein ist hellgrau, dunkelgrau oder graugrün gefärbt. Es wurden überwiegend porphyrische Varietäten angetroffen, in denen Ägirin-Augit, seltener Hornblende und Sanidin die Einsprenglinge bilden. Die intersertale, z. T. vitrophyrische Grundmasse besteht aus Sanidinleisten, deren Zwischenräume durch Augit, Magnetit, Sphen und vulkanisches Glas ausgefüllt werden (MATUŠIN et al. 1988). In den geringmächtigen Gängen ist verbreitet eine intensive Kaolinisierung und Karbonatisierung der Mineralsubstanz zu beobachten.

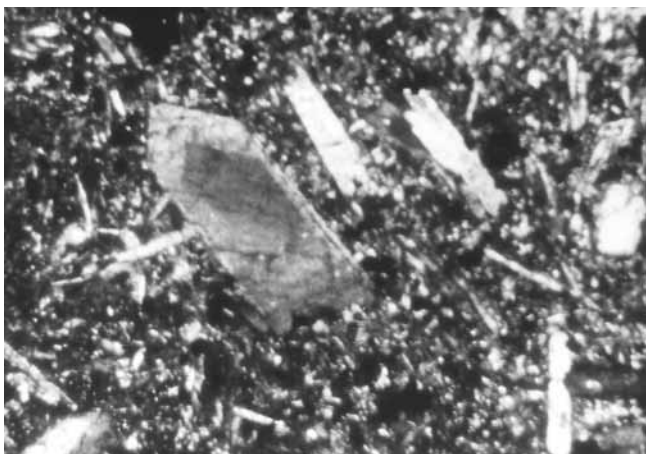


Abb. 2-19: Phonolith mit Titanoaugit; Brl. E 82/1967 bei 957,9 m; Bildbreite 1,4 mm; Nic.+

2.3.3 Granitoberfläche und Kontaktmetamorphose

Unter Berücksichtigung der Teufenlage wurde mit nahezu hundert Bohraufschlüssen auf einer Fläche von ca. 13 km² ein guter Erkundungsgrad der Granitoberfläche erreicht (s. Abb. 2-21 bzw. Beilage 1)

In generalisierter Form lässt sich das Granitrelief als langgestreckter, herzyn streichender, flach nach NO einfallender Rücken kennzeichnen. Die Granitoberfläche liegt im Niveau von +400 m HN bis -600 m HN. Das Einfallen ist im Scheitelbereich des Granitrückens, also an der SW-Flanke der Lagerstätte Tellerhäuser, mit Winkeln von 25-30° am steilsten. Im ihrem Zentralteil fällt die Kontaktfläche mit weniger als 10° sehr flach ein. Bereichsweise zeichnen sich kleinere horizontale Plateaus ab. Weiter im NO, zur Lagerstätte Hämmerlein hin, betragen die Fallwinkel der Granitoberfläche 10-15°.

Im Zentralbereich der Lagerstätte Tellerhäuser ist die Morphologie des Granitreliefs etwas komplizierter. Es zeichnen sich einige SW-NO orientierte Rinnen, die durch kleinere Rücken getrennt sind, ab. Im Profil zeigen sich Höhendifferenzen von maximal 150 m zwischen den positiven und negativen Strukturen, die Abstände von 1 000-1 200 m zueinander aufweisen.

Die regionalmetamorphen Gesteine des Lagerstättenraumes unterlagen im Exokontaktbereich des Granitmassivs verschiedenen kontaktmetamorphen Umwandlungen. Der Kontakthof ist wegen der regionalmetamorphen Vorprägung der Gesteine zwar vergleichsweise undeutlich ausgebildet, doch lassen sich an Hand von Mineralneubildungen und Rekristallisationserscheinungen auch in den Glimmerschiefern eine Hornfels- und eine Biotitisierungszone nachweisen.

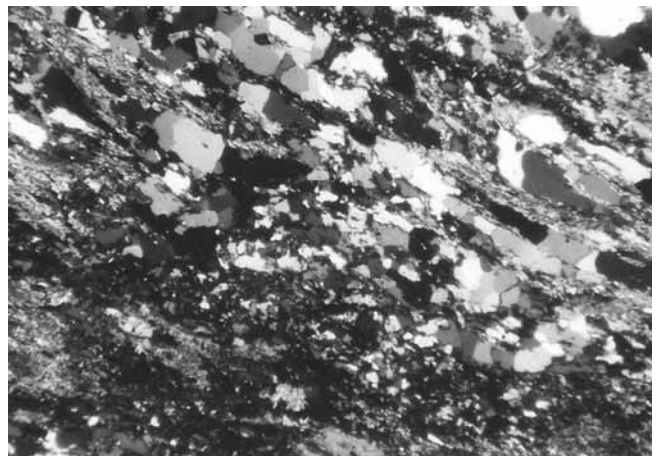


Abb. 2-20: Hornfels mit Quarz und Muskovit-Blättchen; Brl. E 82/1967 bei 1050,2 m; Bildbreite 3,8 mm; Nic.+

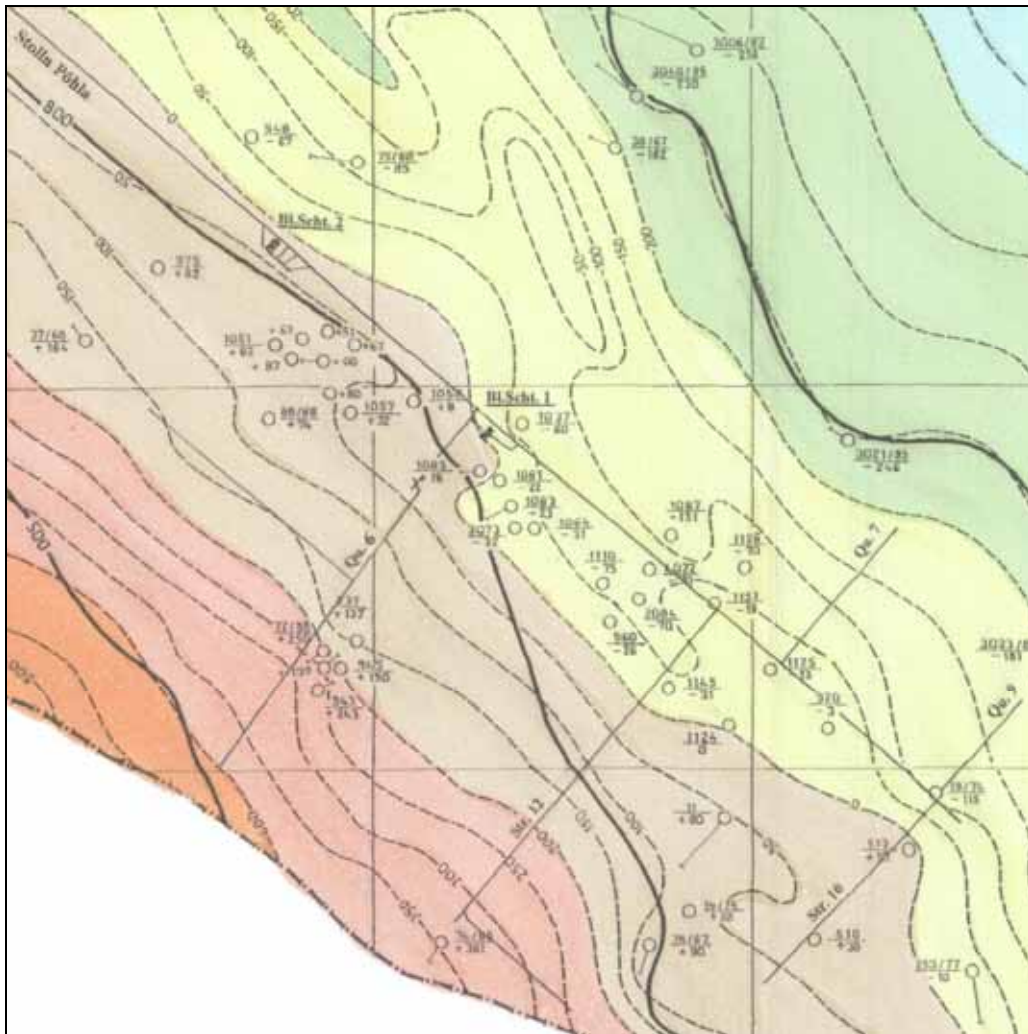


Abb. 2-21 Ausschnitt aus der Karte der Granitoberfläche [Gesamtkarte als Beilage 1 auf CD]

Die Hornfelszone ist bis in eine Entfernung von 100-150 m vom Granitkontakt zu verfolgen. In den Glimmerschiefern ist eine Rekristallisation von Quarz und Plagioklas festzustellen, durch die die parallele Orientierung der Minerale verschwindet. Biotit und idiomorphe Turmalinaggregate werden neu gebildet. Im Glimmeranteil der Gesteine tritt gelegentlich Andalusit auf (MATUŠIN et al. 1980).

Die Biotitisierungszone hat eine bedeutend größere Ausdehnung als die Hornfelszone. Ihre Grenze liegt 500-600 m von Granitkontakt entfernt. Der neugebildete Biotit weist eine intensive Braunfärbung und deutlichen Pleochroismus auf. Er entwickelt sich in feinschuppigen Aggregaten nach Muskovit, Feldspaten, Granat und Amphibol. Häufig treten Biotittrümer auf, die diskordant zur Schieferung orientiert sind. Insgesamt ist im granitnahen Raum (250-300 m vom Kontakt) eine Zunahme des Biotitanteils festzustellen. In größerer Entfernung vom Pluton ist der Biotit unregelmäßig verteilt.

Er erscheint trümerartig-metasomatisch und ist wahrscheinlich an Bereiche intensiver Klüftigkeit gebunden (MATUŠIN et al. 1988).

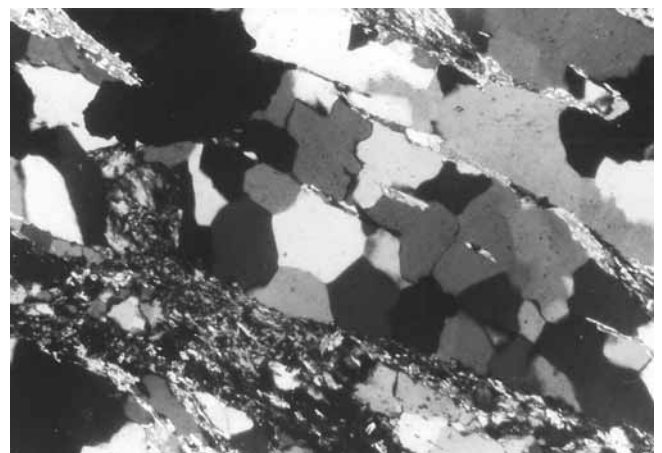


Abb. 2-22: Quarz mit Mosaikstruktur im Hornfels; Brl. E 82/1967 bei 1050,2 m; Bildbreite 1,5 mm; Nic.+

2.3.4 Metasomatose

Im Verlauf der geologischen Entwicklung des Lagerstättenfeldes kam es mehrfach zum Ablauf intensiver metasomatischer Prozesse (siehe 2.5.1). Ein Teil dieser Prozesse führte nur zur Neubildung einzelner Minerale ohne grundlegende Veränderungen des Gesteinsgefüges wie in feldspatführenden, verquarzten

oder turmalinisierten Glimmerschiefern bzw. in epidotisierten Amphiboliten.

Bei intensiver Albitisierung und im Ergebnis der postmagmatischen Skarn- und Greisenprozesse kam es jedoch zur Entstehung spezieller metasomatischer Gesteine mit charakteristischem Mineralbestand und speziellen strukturell-texturellen Merkmalen.

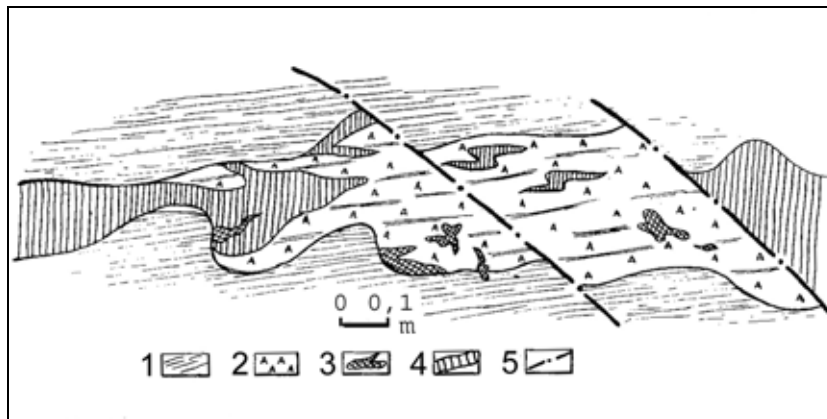


Abb. 2-23: Lagerungsverhältnisse von Albititen im Querschlag 1 bei 795 m, SO-Stoß, nach VELIČKIN & VLASOV 1972 (1 - Glimmerschiefer; 2 - Albitite; 3 - Chlorit; 4 - Milchquarz; 5 - tektonische Klüfte)

Albitmetasomatite: Albitführende Metasomatite sind im gesamten Profil des Lagerstättengebietes nachgewiesen. Sie überprägen Glimmerschiefer, Skarne und Amphibolite. Die Albitmetasomatite bilden linsenförmige bis plattige Körper, deren Lage durch tektonische Strukturen (Zufuhrkanäle) kontrolliert wird. In petrographischer Hinsicht lassen sich zwei Varietäten unterscheiden: Albit-Amphibol- und Albit-Chlorit-Metasomatite (MATUŠIN et al. 1988). In der Nähe des Granitmassivs (bis 300-400 m Abstand) dominieren Albit-Amphibol-Metasomatite, die sich aus Albit, Aktinolith, Epidot sowie untergeordneten Anteilen von Axinit und Prehnit zusammensetzen. Die Albit-Chlorit-Metasomatite (s. Abb. 2-23) treten in einem Abstand von 600 m bis über 1 000 m vom Granitkontakt auf. Sie bestehen aus Albit, Chlorit und Epidot sowie etwas Calcit. Ähnlich wie bei den Skarnen lässt sich eine Übergangszone aushalten, in der beide Abarten der Albitmetasomatite gemeinsam auftreten und die im Abstand von 500-600 m vom Granitkontakt zu suchen ist. In einigen Fällen sind auch monomineralische Albitgesteine anzutreffen, die dann gewöhnlich die Kernbereiche der metasomatischen Aureolen bilden. Häufig werden die Metasomatitkörper von Trümerzonen begleitet, die Albit, Aktinolith, Chlorit, Epidot und Fluorit führen (MATUŠIN et al. 1988).

Skarne: Die an kontaktmetamorphe Veränderungen gebundenen Verskarnungsprozesse sind an Karbonatgesteinen weitaus deutlicher ausgebildet als an alumosilikatischen Varietäten. Die Verskarnung lässt sich auch im Abstand von mehr als 1 000 m vom Granitkontakt noch nachweisen, auch wenn sie hier nur

Teile der Karbonathorizonte, vorzugsweise die Hangend- und Liegendpartien, erfasst hat. Der Skarnprozess lässt sich in zwei Teilstadien unterteilen, denen jeweils charakteristische Mineralparagenesen und strukturell-texturelle Besonderheiten der Metasomatosprodukte entsprechen. Dabei trägt das ältere Skarnstadium, aus dem überwiegend Pyroxen-Granat-Skarne hervorgingen, den Charakter einer Austauschreaktion (Stoffverschiebung) zwischen karbonatischen und alumosilikatischen Ausgangsgesteinen, während das jüngere Stadium mit seinen Magnetit-Amphibol-Skarnen eine nachträgliche Überprägung unter massiver Eisenzufuhr darstellt (MALYŠEV 1979).

Das ältere Teilstadium führt in den echten Skarnen Granat, Pyroxen und Epidot-Zoisit (MATUŠIN et al. 1980). Untergeordnet treten Vesuvian, Axinit und Wollastonit auf. Der Granat ist der Grossular-Andradit-Reihe (mit dominierender Andradit-Komponente) zuzuordnen, während es sich bei den Pyroxenen um Glieder der Diopsid-Hedenbergit-Reihe handelt. Im Zuge des älteren Verskarnungsstadiums entstanden aus karbonatreichen Edukten Pyroxen-Granat- oder Epidot-Granat-Skarne mit massiger oder gebänderter Textur. Granat und Pyroxen stellen die frühesten, nahezu gleichzeitigen Bildungen dar, die nachfolgend lokal durch Vesuvian, Axinit und Epidot-Zoisit (in dieser Abfolge) verdrängt wurden.

Die Skarne sind bis zu einem Abstand von maximal 500 m vom Granitmassiv als Pyroxen-Granat-Skarne ausgebildet. Nach einer Übergangszone, in der Pyroxen, Granat und Epidot gemeinsam und ohne gegen-

seitige Verdrängung existieren, folgt mit 500-800 m Abstand zur Granitoberfläche der Pyroxen-Epidot-Skarnbereich (MATUŠIN et al. 1988). Mit Annäherung an das Granitmassiv nimmt die Intensität der Verskarnung zu, obwohl selbst in unmittelbarer Granitnähe Marmorrelikte beobachtet werden konnten.

Aus alumosilikatischen Gesteinen gingen Plagioklas-Epidot-Gesteine mit wechselndem Pyroxenanteil (sog. Erlane oder Erlanfelse) und Orthoklas-Epidot-Gesteine hervor. Für alle Varietäten sind massige oder Bändertexturen, die eine reliktsche Schieferung erkennen lassen, charakteristisch. Unter den neugebildeten Mineralen dominieren Pyroxen und Epidot-Zoisit sowie Feldspate (Albit-Oligoklas und Kalifeldspat). Granat ist wie Axinit und Tremolit in untergeordneter Menge anzutreffen (MATUŠIN et al. 1980). Als älteste Bildungen sind Pyroxen und Plagioklas anzusehen, denen Kalifeldspat (oft den Plagioklas verdrängend), Tremolit, Axinit und Epidot-Zoisit folgen.



Abb. 2-24: Pyroxenskarn nach Serizitschiefer; Brl. E 9/1966 bei 525,6 m; Bildbreite 3,3 mm; Nic.+

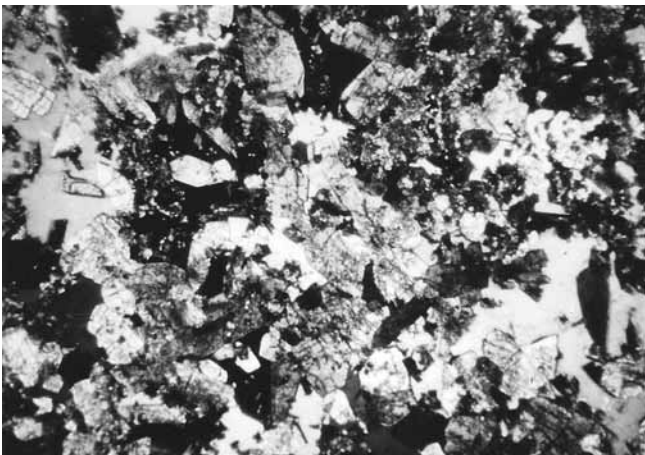


Abb. 2-25: Feinkörniger Epidot-Pyroxen-Skarn mit Orthoklas; Brl. E 88/1967 bei 449 m; Bildbreite 3,9 mm; Nic.+

Die Erlane bilden langgestreckte Linsen und Lagen mit großflächiger Erstreckung, die eine deutliche räumliche Bindung an die Metakarbonathorizonte erkennen lassen und die Skarnkörper förmlich umschließen. Überschlägige Berechnungen (MALYŠEV 1979) ergaben, dass die in die Karbonatgesteine eingetragenen SiO_2 - und Al_2O_3 -Mengen etwa dem Stoffaustausch aus den Schiefen entsprechen. Umgekehrt ist auch der Ca-Verlust der Metakarbonate mit der entsprechenden Zufuhr in die Alumosilikatgesteine vergleichbar. Für Fe, Mg und Mn ist ein allgemeiner Eintrag zu konstatieren, dessen mögliche Quelle im Biotit der unterlagernden Glimmerschiefer und Granite gesehen wird.

Ein weiteres Produkt des älteren Verskarnungsstadiums sind die in den „produktiven“ Paketen verbreitet anzutreffenden verskarnen Glimmerschiefer. Diese gebänderten Gesteine stellen faktisch eine enge Wechsellagerung von Glimmerschieferrelikten mit Skarnlagen dar, die in mm- bis cm-Abständen entwickelt sind. Die Mineralneubildungen entsprechen den Erlanen. Die strukturell-texturellen Merkmale machen eine Entstehung aus karbonatführenden Schiefervarietäten wahrscheinlich.

Das jüngere Teilstadium des Skarnprozesses führte zur Bildung von Amphibolen, Magnetit und etwas Granat sowie Epidot. Die älteste Bildung sind dabei Amphibole der Tremolit-Aktinolith-Reihe, die vorzugsweise Pyroxene der älteren Skarnparagenese verdrängen. Im Verlauf der Amphibolbildung zeigt sich eine Evolution des Chemismus vom Tremolit hin zu immer eisenreicheren Aktinolithen. In beträchtlichem Umfang tritt auch gemeine Hornblende auf, die häufig durch Magnetit und gelegentliche Granatneubildungen verdrängt wird. Magnetit bildet zonar gebaute Kristalle mit oktaedrischem oder rhombendodekaedrischem Habitus bzw. dichte körnige Massen. Üblicherweise verdrängt er Amphibole, es wurden aber auch Magnetitaggregate beobachtet, die von eisenreichen Aktinolithen durchtrümpert bzw. umwachsen waren (MATUŠIN et al. 1980).

Durch das jüngere Verskarnungsstadium entstanden Magnetit-Amphibol-Skarne bzw. reine Magnetit- und Amphibolskarne. Bei unvollständiger Umwandlung treten Pyroxen-Amphibol-, Pyroxen-Granat-Amphibol-Skarne usw. auf (s. Abb. 2-26). Die Verskarnung geht von Trümmern sowie Klüften aus und erfasst gleichermaßen Muskovitgneise, Glimmerschiefer und ältere Skarne. In alumosilikatischen Gesteinen ist die Intensität der Prozesse geringer, und häufig kam es nur zur Bildung von Amphibolnestern und -trümmern.

In den (mächtigen) Karbonatlagen des Skarnlagers „Dreiberg“ entstanden bis ca. 5 m mächtige Magnetitskarne. Die Form dieser Erzkörper ist äußerst unregelmäßig und ihre Verbreitung auf einen Bereich bis 300 m von der Struktur „Gang Luchsbad“



Abb. 2-26: Granat-Epidot-Amphibol-Skarn mit zonar gebautem, anisotropem Granat; Brl. E 82/1967 bei 861 m; Bildbreite 1,4 mm; Nic.+

beschränkt. Die Magnetitskarne im Hämmerlein-Lager lassen ebenfalls eine deutliche Abhängigkeit von Bruchstrukturen erkennen. Textur und Struktur der jüngeren Skar nbildungen zeigen deutlichen Verdrängungscharakter.

Greisen: Vergreisungserscheinungen sind im Revier Hämmerlein-Tellerhäuser weit verbreitet. Echte Greisen wurden im Endokontakt des Granitmassivs in einzelnen Bohraufschlüssen festgestellt (s. Abb. 2-27). Zur Ausbildung von zusammenhängenden Greisenkörpern, die eine nutzbare Zinnvererzung beinhalten, kam es im Granit nach derzeitiger Kenntnis nicht.

Weit verbreitet sind dagegen Greisenbildungen nach biotitreichen Glimmerschiefern, Skarnen und Albitmetasomatiten. Ein Maximum der Vergreisung ist im Abstand von 300-400 m vom Granitkontakt zu verzeichnen (MATUŠIN et al. 1988). In der Regel sind steil einfallende, WSW-ONO streichende Greisenzonen im Liegenden der Skarnlager zu beobachten, von denen aus die Skarnlager überprägt wurden. Die Mineralneubildungen sind in den Skarnen mit der Umwandlung von Granat, Pyroxen und Amphibol in Fluorit-Glimmer-Aggregate am auffälligsten. In den Glimmerschiefern wurden Biotit und Feldspate verdrängt, es kam zur Bildung von Turmalin-Trümmern. In der Regel werden die vergreisten Schiefer varietäten von einem Trümmernetz durchzogen. Diese Trümmern sind bis 1 cm mächtig und bestehen aus Quarz, Muskovit, Topas, Siderophyllit, Fluorit, Chlorit, Sulfiden (Arsenopyrit) und Kassiterit (MATUŠIN et al. 1988).

2.3.5 Quartäre Bildungen

Quartäre Ablagerungen sind im Untersuchungsgebiet sowohl als pleistozäne als auch als holozäne Bildungen vertreten. Ihre Bedeutung für die Lagerstätten-



Abb. 2-27: Vergreister Granit mit Topas nach Muskovit; Brl. E 82/1967 bei 1245 m; Bildbreite 1,4 mm; Nic.+

bereiche sind zu vernachlässigen, da es sich ausschließlich um geringmächtige oberflächennahe Bildungen handelt.

Fast alle Bergrücken und Hanglagen sind von pleistozänen Fließlehmen und Wanderschuttdecken mit Mächtigkeiten von 1-2 m überdeckt, die als kaltzeitliche Verwitterungsprodukte des Permafrostbereiches einzustufen sind. In ausgedehnten Felsgebieten, so am Hölstein bei Zweibach, finden sich hingegen kleinere Blockschuttmeere (LEONHARDT et al. 1999).

Entlang der größeren Bachläufe sind fluviatile Ablagerungen holozänen Alters entwickelt. Es handelt sich um Auenlehme und sandig-kiesiges Material mit Mächtigkeiten in der Größenordnung von 1-3 m. Im Gipfelbereich des Pfahlberges ist trotz zeitweiligen Abbaus ein Hochmoor mit knapp 3 m mächtigen Torfablagerungen erhalten geblieben. Als typisches Plateaumoor steht es mit einer Fläche von 21,58 ha seit 1961 unter Naturschutz.

2.4 Tektonischer Bau des Lagerstättenbereiches

2.4.1 Faltenbau

Die Lagerstätten Hämmerlein und Tellerhäuser befinden sich im NW-Flügel bzw. im Zentralteil einer flachen Synklinalstruktur, der Brachysynklinale von Tellerhäuser. Der Hauptteil des Grubengebäudes schließt den nordwestlichen Faltenschenkel auf, und die Gesteine besitzen hier ein Streichen von 50-70° bei flachem SO-Einfallen (10-15°). Diese ruhigen Lagerungsverhältnisse werden nur bereichsweise durch flexurartige Elemente kompliziert, die mit ungewöhnlichen Mächtigkeitszunahmen einzelner lithologischer Varietäten einhergehen. Solche Flexuren sind im Zentralteil der Lagerstätte Hämmerlein (Stollinsohle) und im Skarnlager „Dreiberg“ (Feld-Strecke 9015 auf der +240 m-Sohle) zu beobachten.

In der äußersten SO-Flanke der Lagerstätte Tellerhäuser (Feld-Strecke 9201 auf der +120 m-Sohle) wurden Gesteine des Paketes „C“ in horizontaler Lagerung bzw. mit NW-Einfallen von 5-10° bei nordöstlichem Streichen angetroffen. Der Muldenkern, der für die tiefer liegenden Pakete „H₁“, „D“ und „C“ im Bereich des Blindschachtes 1 zu suchen ist, weist für die produktiven Pakete „A“ und „B“ eine horizontale Verschiebung von ca. 500 m nach NNO bzw. 800 m nach SO auf.

Innerhalb der kohlenstoffführenden Glimmerschiefer treten häufig kleine Falten auf, deren Ausmaße durch die Mächtigkeit dieser Gesteinspakete bestimmt werden. Es überwiegen liegende Falten mit annähernd horizontalen Achsenebenen. Ähnliche Bildungen konnten in Skarnen, Amphiboliten und Zweiglimmerschiefern nicht nachgewiesen werden.

Die Faltenbildung ging mit einer intensiven Umverteilung des Gesteinsmaterials zwischen Faltenkern und -schenkeln einher. Infolge dieser Prozesse sind Mächtigkeitsschwankungen, häufiges Auskeilen und die Veränderung der Abstände der Gesteinspakete festzustellen. Im Normalfall weisen die Kernbereiche gegenüber den Faltenschenkeln erhöhte Mächtigkeiten auf. Weniger plastische Gesteinspakete wurden unter dem Druck der auflagernden Gesteine, der auch die allgemein schichtparallel ausgebildete Schieferung hervorgebracht hat, ausgewalzt und teilweise boudiniert.

Für die Gneiskörper, die sich in der Regel sicher über größere Abstände verfolgen lassen, wurde in den Muldenkernen gelegentlich das Verschmelzen mehrerer Pakete, was mit dem Auskeilen der Zwischenmittel einhergeht, beobachtet.

2.4.2 Bruchtektonik

Der Bau des Lagerstättenbereiches wird in entscheidendem Maße durch Bruchstrukturen bestimmt. Bedingt durch die Lage im Einflussbereich der Gera-Jáchymov-Störungszone ist ein Vorherrschen herzynisch gerichteter, also NW-SO bis NNW-SSO streichender Strukturen zu beobachten. Es sind jedoch auch andere Störungssysteme entwickelt, und die Vergitterung der unterschiedlich orientierten Bruchstrukturen bildet die tektonische Voraussetzung für die Ausbildung eines dichten Kluft-Gang-Netzes. So werden die jeweiligen Hauptstörungen meist von einer Vielzahl kleinerer Strukturen begleitet, die das tektonische Inventar sehr variabel gestalten.

Im Raum Hämmerlein wird das tektonische Bild von der submeridional verlaufenden Hirtenberg-Störung und in untergeordnetem Maße von NW-SO streichenden, parallel zur Rittersgrüner Störung verlaufenden Strukturen bestimmt (s. Abb. 3-5). Die stärksten Dislokationen des Hämmerlein-Lagers sind an submeri-

dionalen Störungen nachweisbar, deren Frequenz mit wachsendem Abstand von der Hirtenberg-Störung deutlich abnimmt. NW-SO streichende Strukturen haben wegen ihrer geringen Verwerfungsbeträge ebenso wie SW-NO streichende Störungen nur lokale Bedeutung für den Lagerstättenbau.

Eine herausragende Bedeutung erlangt die Bruchtektonik im SO-Teil des Lagerstättenfeldes. So stellt sich der Zentralteil der Lagerstätte Tellerhäuser als ein nach NW divergierender keilförmiger Staffelbruch dar, der durch die Strukturen „Schildbach“ im Osten bzw. NO und „Gang Luchsbach“ im SW begrenzt wird (s. Abb. 3-1). Darüber hinaus ist eine Vielzahl aushaltender NNW-SSO streichender Gangstrukturen und ein engständiges System kleinerer, SW-NO gerichteter Störungen entwickelt. Die Intensität der Bruchtektonik steigt mit der Annäherung an den Kreuzungsbereich der beiden Hauptstörungen.

Ähnliche Verhältnisse deuten sich in der NW-Flanke auf der Sohle +120 m an, wo mit Annäherung der herzyn streichenden Struktur „Kirchenholz-I“ an die submeridional verlaufende Schildbach-Störung eine günstige Entwicklung des Kluft-Gang-Netzes zu beobachten ist. Das Ausmaß dieses möglichen Strukturknotens kann jedoch mit dem erreichten Aufschlussgrad noch nicht eingeschätzt werden.

Nach ihrer Orientierung können die Bruchstrukturen im Arbeitsgebiet in sechs verschiedene Gruppen unterteilt werden:

- NW-SO streichende,
- submeridionale,
- NNW-SSO streichende,
- SW-NO streichende,
- W-O streichende und
- schichtgebundene.

In allen Gruppen treten Strukturen unterschiedlicher Größenordnung auf. Im Interesse der Übersichtlichkeit erfolgt die Beschreibung der Störungssysteme anhand einiger Hauptstrukturen.

NW-SO streichende Störungen

Eine große Zahl der auf ihre Uranführung hin untersuchten Gangstrukturen ist an NW-SO orientierte Störungen gebunden. Ihr Streichen schwankt zwischen 305° und 330°. Gewöhnlich ist steiles Einfallen (> 45°) nach SW, seltener nach NO festzustellen. Die größeren Strukturen sind recht regelmäßig in Abständen von 400 m bis 600 m ausgebildet und verlaufen annähernd parallel. Die Bewegungen auf den Störungen trugen den Charakter von Abschiebungen oder Blattverschiebungen.

Das lokale Hauptelement der Gera-Jáchymov-Störung, die Rittersgrüner Störung, verläuft südwestlich der Lagerstättenkontur und ist nur im Grubenfeld Hämmerlein (Stollnssole, Querschlag 2 bei ca. 1 300 m) bergmännisch aufgeschlossen. Hier ist sie als 20-30 m mächtige Bruchstruktur ausgebildet, die sich in eine über 350 m mächtige Zone erhöhter Klüftigkeit und tektonischer Gesteinsdeformation einordnet. Bei einem Streichen von 305-320° fällt die Hauptstruktur mit 70-80° nach SW ein. Die Ausfüllung der Störung wird von grobstückigen Brekzien verquarzter Glimmerschiefer, ausgewalztem Nebengestein und Reibungsletten dominiert. Mineralisierte Trümer mit Mächtigkeiten bis 20 cm, die überwiegend aus Milchquarz und etwas hellgrünem Fluorit bestehen, sind im hangenden bzw. liegenden Teil der Struktur konzentriert (VELIČKIN & VLASOV 1972).

Die Rittersgrüner Störung wurde auch in den benachbarten Urangruben Oberittersgrün, Ehrenzipfel und Tellerhäuser-alt (jeweils mehrere Aufschlüsse) untersucht. Im NW-Abschnitt herrschen Streichrichtungen von 310-320° bei SW-lichem Einfallen (60-75°) vor. Südöstlich von Ehrenzipfel „biegt“ das Streichen auf 340-350° ein, und die Störung setzt sich über die Staatsgrenze zur Tschechischen Republik hinaus fort (ABROSIMOV et al. 1985). Die Mächtigkeit liegt bei ca. 50 m, mit Maxima um 100 m und Minima von 20-25 m. Der SW-Flügel ist abgeschoben, und die vertikale Sprunghöhe wird mit 200-300 m beziffert. An der Ausfüllung der Bruchzone sind vor allem brekziierte und mylonitisierte Nebengesteine beteiligt. Abschnittsweise sind Kersantit- und Phonolithgänge bzw. hydrothermale Mineralisationen mit Vorherrschen der kku-Formation entwickelt, jedoch wurde keine Uranvererzung nachgewiesen.

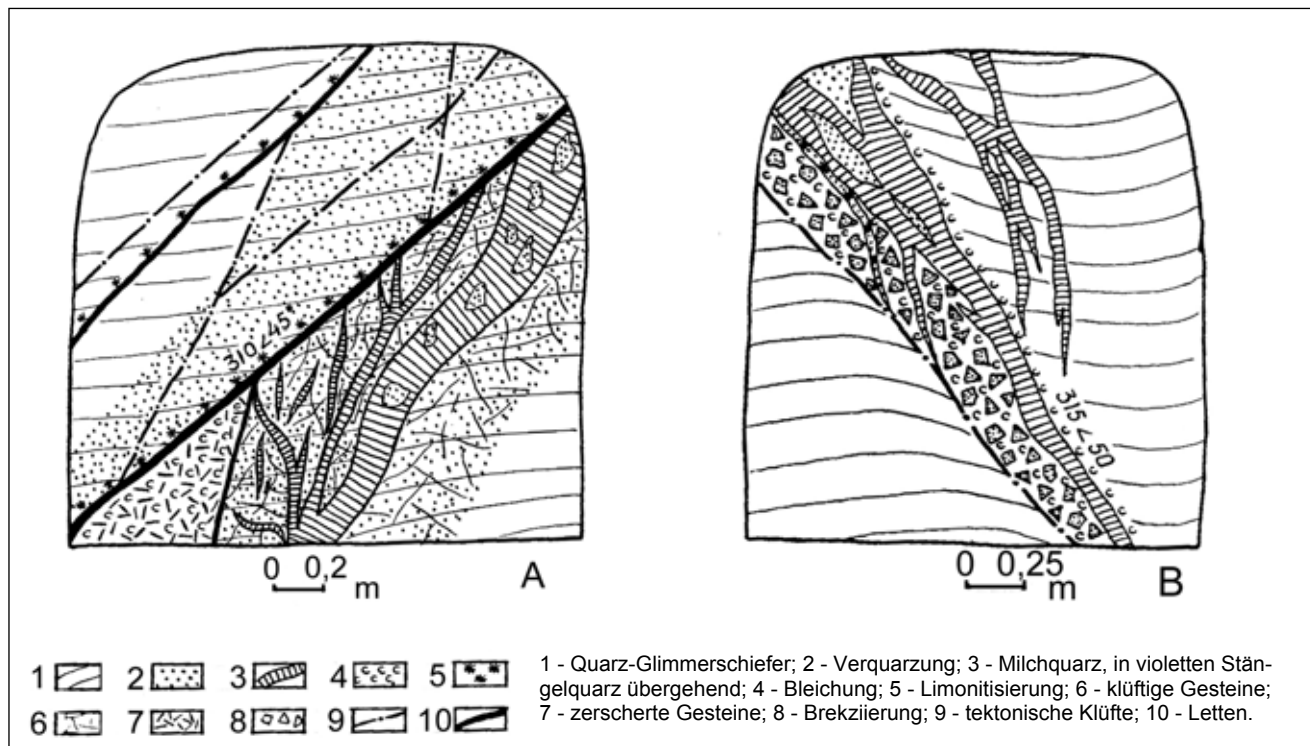


Abb. 2-28: Bau von Elementen der Rittersgrüner Störung vor Ort in den Strecken 230 (A) und 231 (B), nach VELIČKIN & VLASOV 1972

Unter den bebauten Gangstrukturen weist der „Gang Luchsbach“ den interessantesten Aufbau und besten Aufschlussgrad auf (s. Abb. 3-1 u. a.). Er wurde mit Auffahrungen in den Lagerstätten Tellerhäuser und Hämmerlein (hier als Gang Hämmerlein bezeichnet) angetroffen

Die nachgewiesene Erstreckung beläuft sich auf ca. 5 km im Streichen und über 500 m im Einfallen. Das Generalstreichen beträgt 305°. Es ist SW-liches Einfallen mit Winkeln von 50-70° zu beobachten. Die Mächtigkeit der Struktur liegt bei 50 m. Es sind nur unbedeutende Verwerfungsbeträge (um 2 m) nach-

weisbar. Der Internbau wird durch intensive Klüftung der Gesteine, kulissenartig angeordnete Kersantitgänge, mylonitische Strukturen, einschleppende Phonolithgänge und mehrere mineralisierte Trümer bestimmt. Die Gangmineralisation umfasst alle hydrothermalen Phasen, die im Erzfeld ausgebildet sind. Darüber hinaus wird die Verbreitung magnetitführender Skarne im Skarnlager „Dreiberg“ durch den „Gang Luchsbach“ kontrolliert. Einerseits beschränkt sich das Auftreten von Magnetit auf einen Bereich von ca. 300 m nordöstlich bzw. südwestlich von „Gang Luchsbach“, andererseits sind die maximalen Magnetitkonzentrationen mit Mächtigkeiten von 5 m im Zent-

ralteil der Störungszone anzutreffen. Ein Rückgang der Magnetitmächtigkeit ist auch in Richtung zum Granitkontakt festzustellen. Aus dieser Tatsache lässt sich auf eine entscheidende Rolle der Struktur „Gang Luchsbach“ als Kanal für die Stoffzufuhr im jüngeren Skarnstadium schließen.

Die Luchsbach-Störung ist durch Auffahrungen im Raum Tellerhäuser (Sohlen +300 m bis +120 m) sowie im Revier Hämmerlein (Stollnsohle, Querschlag 1 bei ca. 950 m) aufgeschlossen. Ihre Erstreckung ist mindestens mit der von „Gang Luchsbach“ vergleichbar, zumal eine weitere Fortsetzung bis in die Lagerstätte Pöhla-Globenstein wahrscheinlich ist (HÖSEL et al. 2003). Das Streichen liegt bei 315-325°, und es wurde durchgängiges SW-Einfallen (45-60°) festgestellt.

Die Morphologie der Störungszone zeigt in den beiden betrachteten Lagerstätten einige signifikante Unterschiede. In der Lagerstätte Hämmerlein stellt die Luchsbach-Störung eine über 200 m mächtige Kluft-Gang-Zone dar, in deren hangendem Teil die teilweise mineralisierte Hauptstörungszone mit einer Mächtigkeit bis 2,5 m verläuft und eine Häufung von Gängen bzw. Trümmern mit Milchquarz-, Fluorit- und Karbonatführung angetroffen wurde (VELICKIN & VLASOV 1972). Hier wurde eine sporadisch entwickelte Uran- und Arsenidführung beobachtet. Die Abschiebungsbeträge der Störung werden mit 80-100 m angegeben.

In der Lagerstätte Tellerhäuser ist die Luchsbach-Störung nur undeutlich ausgebildet. Mit Annäherung an die Struktur „Schildbach“ nehmen die Mächtigkeit der Gesamtstruktur, die Anzahl der Rupturflächen und der mineralisierten Gänge kontinuierlich ab. Auf der +120 m-Sohle (Bereich Querschlag 9203/9205) ist nur noch eine bis zu 60 cm mächtige Einzelstruktur nachweisbar. Diese wird durch mylonitisches Material und eine absätzig ausgebildete hydrothermale Gangmineralisation mit Vorherrschen von kku- und biconi-Formation ohne bedeutende Uranerzführung ausgefüllt. Die Verwerfungsbeträge liegen im Bereich weniger Meter. Die Fortsetzung der Luchsbach-Störung nach SO, über die Struktur „Schildbach“ hinaus, ist nicht mit Sicherheit nachgewiesen.

Aus Aufschlüssen in den Grubenfeldern Hämmerlein, Tellerhäuser und Ehrenzipfel-II (Stolln 7) ist das Störungssystem „Ehrenzipfel“ mit einer horizontalen und vertikalen Erstreckung von über 5 km bzw. über 600 m bekannt. Das Streichen schwankt zwischen 305° und 320°, das Einfallen ist mit 50-70° (ausnahmsweise auch steiler) nach SW gerichtet. Die Verwerfungsbeträge werden mit ca. 4 m angenommen (MATUŠIN et al. 1980). Es handelt sich um eine Störungszone mit 3-5 Rupturflächen, die neben deformiertem Nebengestein durch Letten und mineralisierte Gänge ausgefüllt werden. Dabei überwiegen einfache Quarzgänge und nur 1-2 Gänge zeichnen

sich durch Fluorit-Baryt-Karbonat-Führung aus. Deren Mächtigkeit erreicht in Schiefergesteinen 20-30 cm und kann in Skarnintervallen bis 100 cm anwachsen. Uranmineralisation ist nur sporadisch entwickelt. Zwischen den mineralisierten Trümmern finden sich deformierte und gebleichte Nebengesteine.

Das Störungssystem „Kirchenholz“ besteht in den Aufschlüssen auf der +240 m-Sohle aus zwei Teilstrukturen, die Streichrichtungen um 315° und SW-Einfallen mit Winkeln von 45-55° aufweisen. Die Strukturen werden von altem Blastomylonit-Material ausgefüllt und zeigen nur geringe Neigung zu jüngerer Aktivierung. Die Mineralisation beschränkt sich auf unbedeutende Calcit- und Ankerit-Trümer (VLASOV et al. 1986), was bei der granitfernen Lage der Aufschlüsse nicht verwundern kann.

Submeridionale Bruchstrukturen

Die auffälligsten Strukturen dieses Systems sind die Hirtenberg-Störung und „Schildbach“ (s. Abb. 2-1), die sich jedoch in ihrer Morphologie und Mineralisation ebenso deutlich unterscheiden wie nach den an ihnen erfolgten tektonischen Bewegungen.

Daneben sind in der Ostflanke des Erzfeldes die Störungen „Eisensteinberg“ und „Mittweida“ zu erwähnen, die augenscheinlich bevorzugte Aufstiegswege für die basaltischen Laven bildeten. Sie sind von über Tage und aus Bohraufschlüssen bekannt. Da bergmännische Aufschlüsse fehlen, liegen keine umfassenden Erkenntnisse zu ihrem internen Aufbau vor.

Wegen ihrer reichen Uranerzführung ist die Struktur „Schildbach“ am besten untersucht. Sie ist durch die gesamte Lagerstätte Tellerhäuser auf eine Länge von ca. 3 km zu verfolgen. Mittels Bohrungen konnte eine horizontale und vertikale Erstreckung von 4,5 bzw. 1 km nachgewiesen werden.

„Schildbach“ zeigt ein Generalstreichen von 340-350° und Einfallwinkel von 60-70° WSW. In Kreuzungsbereichen mit großen herzyn streichenden Strukturen ist einerseits ein Einschleppen auf 320-330° zu beobachten, andererseits kann die Struktur dazwischen auf nahezu meridionales Streichen „umbiegen“. In den erwähnten Schleppungsbereichen ist das Einfallen gewöhnlich flacher (45-55°), während N-S streichende Abschnitte ein steileres Einfallen (z. T. bis 75-80°) aufweisen. Die Struktur „Schildbach“ zeigt einen komplizierten, kulissenartigen Aufbau. Über weite Erstreckung lassen sich zwei oder mehr subparallel verlaufende Teilstrukturen verfolgen. Die Gesamtmächtigkeit der Kluft-Gang-Zone erreicht dabei stellenweise 20 m, die Mächtigkeit der einzelnen Gangstrukturen liegt dagegen bei 1-2 m. Mächtigkeitsmaxima sind in Scharungsbereichen mit herzyn streichenden Strukturen festzustellen, wenn Glimmerschiefer das Nebengestein bilden. Im Verbreitungsgebiet von Gneisen

und massig texturierten Skarnen geht die Mächtigkeit zurück.

Die Lagerung der Nebengesteine und das verbreitete Auftreten von Harnischflächen lassen auf mehrfach erfolgte Abschiebungs-, Schrägabschiebungs- und Verschiebungsbewegungen unterschiedlichen Alters schließen. Im Ergebnis dieser Bewegungen ist der westliche Block um ca. 12-15 m gegenüber dem östlichen abgesunken (MATUŠIN et al. 1988).

An der Ausfüllung der einzelnen Bruchelemente sind brekziierte, mylonitisierte oder hydrothermal überprägte Nebengesteine, eine mehrphasige hydrothermale Gangmineralisation und Phonolithgänge beteiligt.

Die Salbänder sind stets tektonisch ausgebildet und mit Letten belegt. Ihre Mächtigkeit kann zwischen wenigen mm und 10-20 cm schwanken. Der mineralisierte Teil wird durch teleskopierte linsenförmige Körper der einzelnen Gangformationen gebildet. Er ist zwischen 20 cm und 150 cm mächtig. Die kku- und biconi- Formation sind im Schildbach-System anteilig am stärksten entwickelt.

Entlang der Hauptbewegungsbahnen lässt sich eine Vielzahl spitzwinklig verlaufender, mit Letten ausgefüllter Fiederspalteln beobachten. Sie fallen gewöhnlich etwas steiler ein. Ihre Mächtigkeit liegt im mm- bis dm-Bereich. Sie führen Linsen mit hydrothermaler Gangmineralisation, meist aber nur eines Stadiums bei fehlendem Teleskopieren.

Im Normalfall ist das Nebengestein zwischen den tektonischen Bewegungsbahnen sowie im liegenden und

hängenden Flügel hydrothermal alteriert. Die Übergänge zum unveränderten Nebengestein erfolgen allmählich.

Etwa 600 m westlich von „Schildbach“ verläuft nahezu parallel eine unbenannte submeridionale Struktur mit variablem Einfallen. Bei Mächtigkeiten bis 1 m führt sie kaum Mineralisation und ist deshalb nicht verfolgt worden.

Die Hirtenberg-Störung stellt die wichtigste Bruchstruktur der Lagerstätte Hämmerlein dar. Sie ist als 100-200 m mächtige Zone erhöhter Klüftigkeit, Brekzierung und Kataklyse am Westrand der Lagerstätte auf der Stollnsohle zu verfolgen. Die Störung besteht aus mindestens zwei Haupttrümmern, die im Abstand von ca. 50 m zueinander verlaufen. Beide weisen ein Streichen von 0-20° und östliches Einfallen auf. Die im Hangenden ausgebildete Haupt-Rupturfläche fällt mit 45-50° deutlich flacher als das liegende Nebentrum (55-80°) ein. Die Mächtigkeit der überwiegend mit brekziiertem und mylonitisertem Nebengestein ausgefüllten Bewegungsbahnen liegt bei 30-80 cm und kann lokal bis 2 m anwachsen (VELIČKIN & VLASOV 1972). An den einzelnen Rupturen sind Abschiebungen bis 15 m nachweisbar und die resultierende Amplitude für die Gesamtstruktur wird mit mehr als 50 m angegeben (MATUŠIN et al. 1980). Die Bewegungen erfolgten mehrheitlich vor dem Skarnprozess. Mineralisationen finden sich nur lokal im Kontaktbereich von Skarnen und Schiefern oder an Gangkreuzen. Es sind absatzige Quarz-Fluorit-Linsen bis 20 cm Mächtigkeit mit sporadischer Karbonatführung ausgebildet.

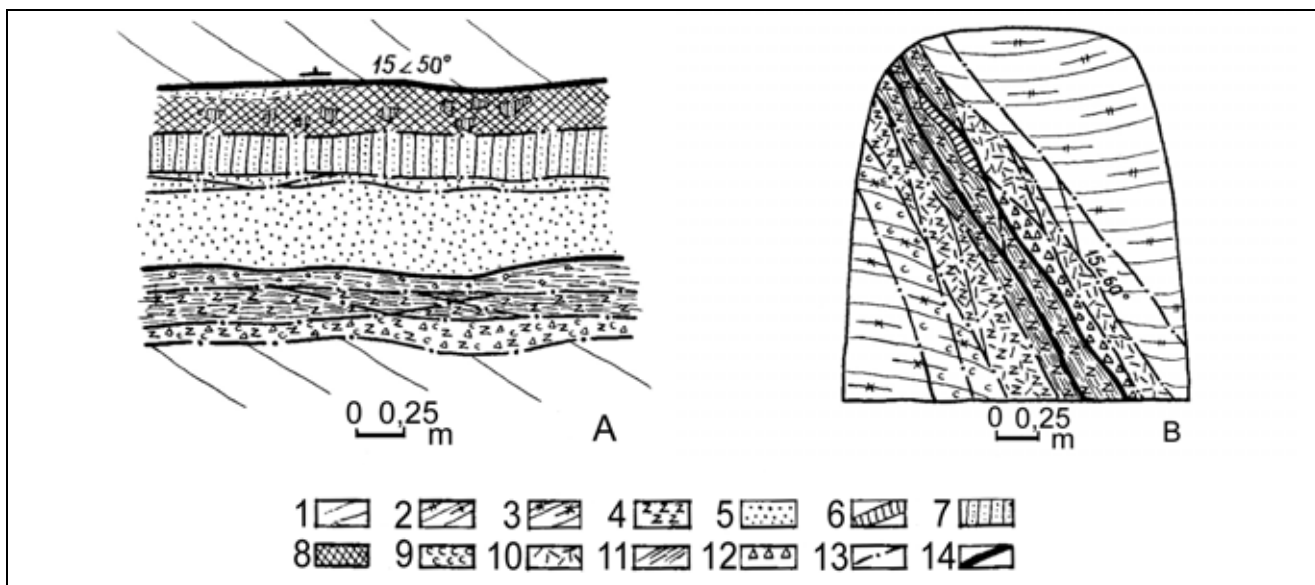


Abb. 2-29: Bau einer großen Struktur der Hirtenberg-Störung in Strecke 224, Firste bei 87 m (A) und vor Ort in Strecke 226 (B), nach VELIČKIN & VLASOV 1972

(1 - Chlorit-Glimmerschiefer; 2 - Zweiglimmerschiefer; 3 - Quarzitschiefer; 4 - Chlorit-Aktinolith-Albit-Gesteine; 5 - Verquarzung; 6 - Milchquarz; 7 - grünlich-grauer Fettquarz; 8 - rötlich-grauer Quarz mit Sulfidimprägation; 9 - Bleichung; 10 - zerscherzte Gesteine; 11 - Aufblätterung; 12 - Brekzierung; 13 - tektonische Klüfte; 14 - „Letten“)

Etwa 100-200 m östlich der Hirtenberg-Störung verläuft die Struktur „MAK“, eine ebenfalls nach Osten (40-45°) einfallende Abschiebung mit 10-15 m Amplitude (MATUŠIN et al. 1980). Sie hat eine Mächtigkeit von 20-40 cm, ist nicht mineralisiert und führt reichlich blastomylonitisches Material. Im Verbreitungsbereich von Skarnen sind abschnittsweise zwei Rupturflächen ausgebildet.

Mit einem Abstand von 300 m folgt weiter östlich die analog gebaute Störung „I“, die vor allem nordöstlich des Stollns deutlich ausgebildet ist. Dazwischen verläuft die durch ihr westliches Einfallen (50-55°) auffallende Struktur „II“, an der speziell nordöstlich der Stollntrasse Aufschiebungen von 5-10 m nachgewiesen wurden (MATUŠIN et al. 1980).

NNW-SSO streichende Bruchstrukturen

Die starke Entwicklung des NNW-SSO streichenden Störungssystems ist eine charakteristische Besonderheit der Lagerstätte Tellerhäuser. Es nimmt eine herausragende Stellung sowohl nach der Anzahl der Strukturen als auch nach ihrer wirtschaftlichen Bedeutung bezüglich der Uranvererzung ein.

Dieses System von Störungen ist durch Auffahrungen auf den Sohlen +300 m bis +85 m nachgewiesen. Auf der Stollnsohle wurde es weder im Raum Tellerhäuser noch in der Lagerstätte Hämmerlein angetroffen.

Die zugehörigen Bruchstrukturen bilden eine etwa 250 m breite Gangschar im Hangenden von „Schildbach“. Bei optimaler Ausbildung besteht diese Schar aus 12-15 aushaltenden, intensiv mineralisierten Bruchstrukturen mit Mächtigkeiten über 10 cm und einer Vielzahl von Apophysen, Bogentrümmern und Diagonalstrukturen (MATUŠIN et al. 1988). Das Streichen ist auffällig konstant mit Werten von 330-340°. Die Mehrzahl der Störungen fällt steil, mit 70-90° nach ONO, selten nach WSW, ein. Mit bergmännischen Auffahrungen konnte eine streichende Erstreckung von über 2 km nachgewiesen werden.

Die vertikale Reichweite ist mit den vorhandenen Aufschlüssen nicht sicher einzuschätzen, da das vermutete Auskeilen im nicht aufgeschlossenen Teufenbereich zwischen +300 m HN und +600 m HN erfolgen dürfte.

Die nordöstliche Begrenzung der NNW-SSO streichenden Gangschar wird durch ihre Hauptstruktur, genannt „Kunnersbach“, gebildet (s. Abb. 3-1). Die Störung ist als bis zu 50 m breite Zone mit drei und mehr Mineralgängen zu verfolgen. Diese weisen Mächtigkeiten von 20-200 cm auf und führen eine mehrphasige hydrothermale Mineralisation. Besonders auffällig sind die Fluorit-Baryt-Paragenesen, die Mächtigkeiten über 1 m erreichen können. Lettige Salbänder und brekziierte Nebengesteine in der

Gangmasse zeugen von intensiven Dislokationsbewegungen auf diesen Bewegungsbahnen. Zweifellos ist das Kunnersbach-System die Hauptauffrissfläche dieser Gangschar. Die resultierenden Amplituden fallen mit 1-2 m jedoch relativ gering aus (VLASOV et al. 1986). Zwischen den Gängen ist das Nebengestein deformiert und intensiv serizitisiert.

Weiter nach SW folgen im Abstand von 100 bzw. 250 m mit „Höllbach“ und „Friedrichsbach“ zwei weitere große Gangstrukturen mit analoger räumlicher Orientierung. Bei Mächtigkeiten bis 1 m treten sie in ihrer Bedeutung gegenüber „Kunnersbach“ zurück. Auch der Anteil tektonischen Materials an ihrer Ausfüllung ist geringer. Dagegen haben Gänge der mg-Formation einen wesentlichen Anteil an der Mineralisation dieser Strukturen.

SW-NO streichende Bruchstrukturen

Zum SW-NO orientierten Bruchsystem werden Störungen mit 220-240° (vereinzelt bis 255°) Streichen zusammengefasst. Das Einfallen ist ausnahmslos nach SO gerichtet, wobei sich zwei Häufigkeitsmaxima bei 40-50° bzw. 60-75° andeuten.

Der Raum Tellerhäuser weist mit den Störungen „Dreiberg“ und „Zweibach“ zwei markante SW-NO gerichtete Großstrukturen auf (s. Abb. 3-10 u. a.). Daneben existieren einige kleinere Störungen und ein Kluftsystem mit dieser Orientierung.

In Hämmerlein wurden mehrere weniger auffällig ausgebildete Störungen des SW-NO streichenden Systems nachgewiesen, die durch horizontale Erstreckungen von einigen Hundert Metern, geringe Mächtigkeiten und unbedeutende Bewegungsamplituden charakterisiert sind. Dafür ist das entsprechend orientierte Kluftsystem äußerst intensiv entwickelt und teilweise mineralisiert.

Die Dreiberg-Störung wurde auf allen Sohlen in Tellerhäuser (mit Ausnahme der +85 m-Sohle) durch Querschläge bzw. technische Auffahrungen durchörtet. Dadurch konnte eine Erstreckung von mindestens 1 500 m im Streichen und ca. 500 m im Einfallen nachgewiesen werden. Das Streichen schwankt um 240°. Das Einfallen ist mit Winkeln von 50-80° nach SO gerichtet. Die Mächtigkeit der Dreiberg-Störung beträgt allgemein 1-3 m. Abschnittsweise lassen sich zwei bis drei Trümer beobachten, die im Abstand von bis zu 10 m verlaufen, jeweils als Bewegungsbahnen dienten und durch Mineralgänge ausgefüllt sind. Die Mächtigkeiten dieser Trümer erreichen 50 cm bis 200 cm.

Die Ausfüllung der Störung besteht aus Letten, brekziiertem Nebengestein und „altem“ Quarz. Im Kreuzungsbereich mit „Gang Luchsbach“ konnte auf der +210 m-Sohle das lokale Einschleppen von Chlorit-

kersantitgängen und Flussspat-Mineralisation beobachtet werden. Uranerze und ihre Begleitkomponenten wurden nicht angetroffen. Die Dreiberg-Störung verwirft sowohl die Nebengesteine als auch die hydrothermalen Uranerzgänge. Die Abschiebungsbeträge für die Gesteine liegen bei 15-20 m. Bei den Gängen erschwert das steile Einfallen die Quantifizierung der Sprunghöhe. Die aufgeschlossenen tektonischen Verhältnisse charakterisieren die Dreiberg-Störung als langlebige, mehrfach aktivierte Bruchstruktur.

Auf der +240 m- und der Stollnsohle ist mit „Zweibach“ eine weitere markante SW-NO streichende Störungszone angefahren worden. Sie besteht aus zwei Trümmern, die im Abstand von bis zu 150 m zueinander verlaufen. Mit einem Streichen von 250-260° nimmt „Zweibach“ eine Zwischenstellung zwischen SW-NO

und O-W streichenden Strukturen ein. Ihr Einfallen ist mit 70-75° nach SSO gerichtet. Die beiden bis zu 1 m mächtigen Haupttrümer, zwischen denen häufig Diagonalklüfte und -störungen auftreten, sind mit mylonitischem Material ausgefüllt. Auf der Stollnsohle sind Baryt und Phonolith an der Gangfüllung beteiligt, wobei die Salbänder stets tektonisch ausgebildet sind.

Die übrigen Strukturen des SW-NO streichenden Systems in der Lagerstätte Tellerhäuser wurden wegen ihrer geringen Mächtigkeit (meist unter 30 cm) und Erstreckung nicht mit Namen belegt. Ihr Streichen schwankt zwischen 230° und 250°, und normalerweise ist steiles SO-Einfallen festzustellen. Diese Strukturen liegen als Mylonit- oder Kluftezonen mit lettiger Ausfüllung vor. Auf den tieferen Sohlen lässt sich eine SW-NO streichende Störung, die von einem Phonolithgang ausgefüllt wird, verfolgen.

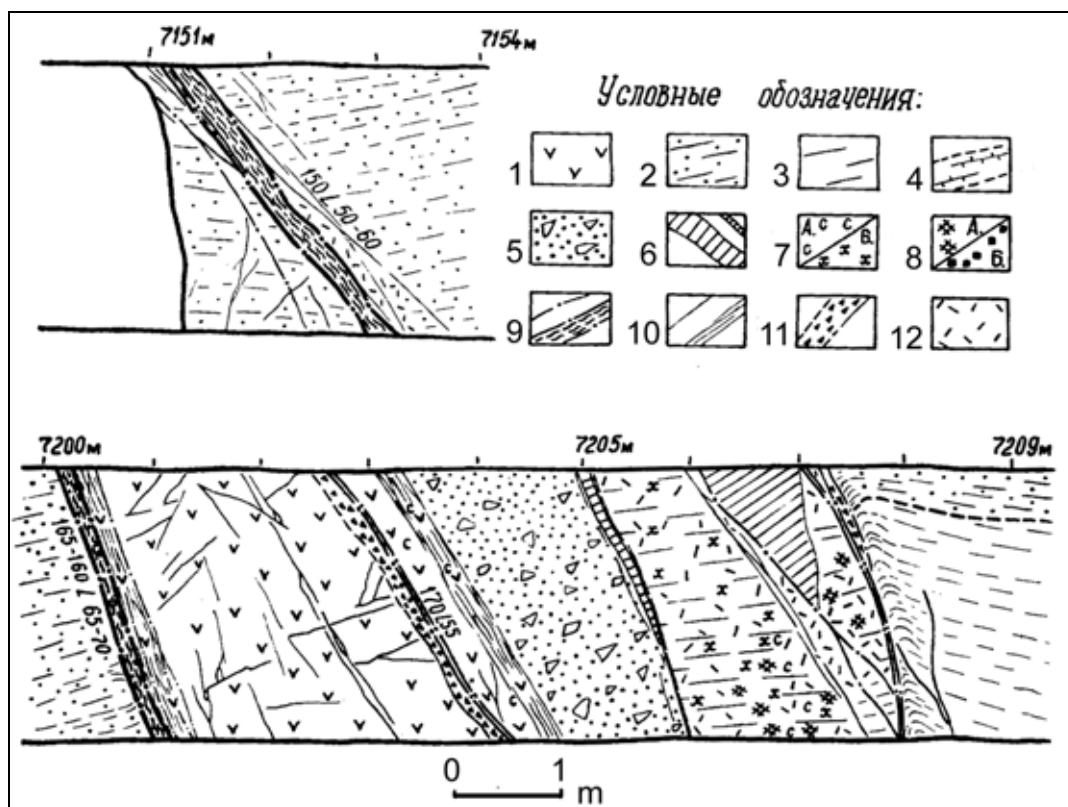


Abb. 2-30: Bau von Elementen der Zweibach-Störung auf der Stollnsohle, nach VELIČKIN & VLASOV 1972

(1 - Phonolithgang; 2 - helle, glimmerführende Quarz-Feldspat-Gesteine; 3 - dunkle, kohlenstoffführende Schiefer; 4 - verskarnte Gesteinslagen; 5 - verquarzte Brekzien; 6 - Quarzgänge; 7 - Bleichung/Chloritisierung; 8 - Karbonattrümmers/Pyritisierung; 9 - tektonische Klüfte mit Letten; 10 - Klüfte/Verschiebung; 11 - tektonische Brekzien; 12 - stark klüftige Gesteine)

Viele Uranerzgänge werden von den größeren Strukturen dieser Gruppe ohne auffällige Verwürfe durchschlagen. Einige große NW-SO bis NNW-SSO streichende Störungen und die Störung „Schildbach“ verwerfen ihrerseits diese Strukturen. Andererseits zeigen die Erzgänge in den Kreuzungsbereichen Mächtigkeitsmaxima und Konzentrationen von Uranerzlinen.

In der Lagerstätte Hämmerlein finden sich kleinere SW-NO orientierte Bruchstrukturen, die im Abstand von 50-70 m zueinander verlaufen und somit ein recht regelmäßiges Störungssystem bilden. Dazwischen sind einzelne diagonal verlaufende Bewegungsbahnen zu verfolgen.

Im Nordteil verläuft „EFA“ (s. Abb. 3-5); die anderen Strukturen wurden mit Buchstaben bezeichnet. Das Einfallen der Strukturen ist auffällig konstant und stets nach SO gerichtet, entweder mit 40-50° oder mit 60-75°. Normalerweise ist nur eine 10-80 cm mächtige Rupturfläche ausgebildet, in der sich aufgeblätterte Nebengesteine, feinkörnige Brekzien und spärliche Quarzmineralisation finden (MATUŠIN et al. 1980). Die steiler einfallenden Strukturen führen zusätzlich Letten und einige Fluorit- und Karbonatlinsen. Je nach Nebengestein werden die SW-NO gerichteten Störungen von einer verskarnten, albitisierten oder chloritisierten Aureole begleitet.

Nach dem Charakter der Bewegungen, die vor dem Skarnprozess erfolgten (MATUŠIN et al. 1980), lassen sich Abschiebungen und Blattverschiebungen aushalten, jedoch sind die Verwerfungsbeträge gering und erreichen nur in Einzelfällen 5-10 m.

In den Glimmerschiefern im Liegenden des Hämmerlein-Lagers ist ein steil stehendes, SW-NO orientiertes Kluftsystem zu beobachten. Es ist mit bis zu zwei Klüften pro Meter sehr engständig ausgebildet und intensiv mineralisiert. Es überwiegen Quarz- und Quarz-Turmalin-Trümer, die teilweise Arsenopyrit führen. Darüber hinaus wurden Feldspat, Chlorit, Amphibole, Pyrit, Chalkopyrit, Ankerit und Calcit nachgewiesen.

Auch im Raum Tellerhäuser ist in Glimmerschiefern im Liegenden des Dreiberg-Lagers und im „B“-Paket ein SW-NO orientiertes System steilstehender Kluft-Trümer-Zonen ausgebildet, das teilweise eine Zinnvererzung enthält (siehe 3.3.2.3 und 3.3.3.3).

W-O streichende Bruchstrukturen

Das W-O streichende Störungssystem mit Streichrichtungen von 250-270° ist insgesamt schwach entwickelt.

Die einzige aushaltende Struktur ist „Wilder Mann“, aufgeföhren in der SO-Flanke von Tellerhäuser auf der Stollnsohle (s. Abb. 3-14). Ihr Streichen schwankt zwischen 260° und 270°. Das Einfallen ist nach Süden gerichtet (55-85°). Die Einzeltrümer mit Mächtigkeiten zwischen 50 cm und 400 cm verlaufen im Abstand von bis zu 70 m. Sie führen mylonitisches Nebengestein und Phonolithgänge mit tektonisch überprägten Kontakten. Häufig sind die Phonolithe gebleicht und von Calcitrümmern durchsetzt. Stellenweise bildet der grau-weiße Quarz die Gangauffüllung oder es treten jüngere Fluorit-Baryt-Bildungen mit Co-Ni-Arseniden und gediegen Arsen auf. Die Nebengesteine zeigen in Störungsnähe Merkmale tektonischer Beanspruchung, intensive Serizitisierung und Verquarzung (TOKAREV et al. 1975).

Mit Grubenbauen wurde für die Struktur eine streichende Erstreckung von 1 500 m nachgewiesen und es ist wahrscheinlich, dass es sich um die Fortsetzung der aus der Nordflanke der Lagerstätte Johanngeorgenstadt bekannten Großstruktur handelt. „Wilder Mann“ verwirft Nebengesteine und kleinere herzyn streichende Gänge. Der Verwerfungsbetrag konnte mit den vorliegenden Aufschlüssen noch nicht ermittelt werden.

Auf den Tiefbausohlen der Lagerstätte Tellerhäuser wurden keine markanten Bruchzonen dieser Gruppe angetroffen. Hier zeigen einige SW-NO streichende Störungen bei Annäherung an die größeren Uranergänge ein Einschwenken der Streichrichtung auf W-O. Das Einfallen ist mit Winkeln von 45-85° stets nach Süden gerichtet.

Weitere W-O streichende Strukturen sind nördlich des Grubenfeldes Hämmerlein mit der Stollnaufföhung durchörtert worden. Es handelt sich um einzelne steil (60-80°) nach Süden bis seiger einfallende Störungen mit Mächtigkeiten bis 70 cm. Sie führen aufgeblättertes und durchbewegtes, teilweise auch brekziertes Nebengestein, das verquarzt und chloritisiert ist (VELIČKIN & VLASOV 1972). Zumindest eines der beiden Salbänder weist Lettenbestege auf.

Die Mineralisation besteht aus weiß-grauem Quarz und blassvioletter bis grünlichem Fluorit. Gelegentlich sind jüngere Absätze von gelbem Fluorit zu beobachten. Entlang der Störungen sind bis zu 1,5 m mächtige Alterationszonen mit gebleichten Glimmerschiefern ausgebildet.

Im Stollnabschnitt zwischen 1 835 m und 2 100 m wurde eine W-O gerichtete tektonische Zone mit mehreren bis zu 80 cm mächtigen Einzelstrukturen durchfahren (VELIČKIN & VLASOV 1972). Die mächtigsten Rupturflächen konzentrieren sich im Liegend- und Hangendabschnitt der nach Süden einfallenden Störungszone. Ihre Morphologie zeigt weitgehende Übereinstimmung mit den oben beschriebenen Einzelstrukturen des W-O streichenden Störungssystems.

Schichtgebundene Bruchstrukturen

Schichtgebundene Bruchstrukturen sind im gesamten Lagerstättenraum weit verbreitet. Die Intensität ihrer Ausbildung hängt vom Charakter des Gesteinsverbandes ab. Heterogen gebaute Abschnitte des Profils zeigen aufgrund wechselnder physiko-mechanischer Gesteinseigenschaften eine größere Häufigkeit dieser Strukturen.

Im Raum Tellerhäuser wächst ihre Anzahl und Mächtigkeit (maximal bis 100 cm) speziell beim Auftreten graphitführender Gesteine in den Wechsellagerungen (MATUŠIN et al. 1988). Für die Lagerstätte Hämmerlein wird eine intensive Entwicklung schichtgebundener

Störungen in Skarnen und Gneisen sowie angrenzenden Glimmerschieferlagen betont (VELIČKIN & VLASOV 1972).

Schichtgebundene Störungen verlaufen gegenüber dem Nebengestein konkordant bis subkonkordant. Im aufgefahrenen Bereich weisen diese Strukturen SW-NO orientiertes Streichen, flaches Einfallen nach SO (5-20°) und üblicherweise Mächtigkeiten von 5-40 cm auf (TOKAREV et al. 1975).

Die Ausfüllung besteht in den Glimmerschieferpaketen hauptsächlich aus schwarzen, dichten bis feinkörnigen Blastomyloniten mit undeutlicher, teilweiser gebogener Schieferung. In einer pseudo-fluidalen Grundmasse treten cm-große grau-weiße Feldspat-Blasten und granoblastischer Quarz als eingesprengte

Körner auf (MATUŠIN et al. 1980). Weiterhin wurden organische Substanz, Biotit, Muskovit und Granat-Porphyroblasten mit Quarz-Graphit-Einschlüssen beobachtet. Durch jüngere Bewegungen bedingt finden sich auch brekziertes oder aufgeblättrtes Nebengestein und Letten.

Die Mineralisation der schichtgebundenen Störungen ist schwach entwickelt und zumeist auf Linsen mit metamorphogenem Quarz beschränkt. An Kreuzungsbereichen mit großen herzyn verlaufenden Gängen wurde lokales Einschleppen von Karbonat- und Quarz-Fluorit-Baryt-Mineralisation in die schichtgebundenen Störungen beobachtet (TOKAREV et al. 1975). Eingeschleppte imprägnative Uranmineralisation, wie an der Schildbach-Störung auf der +240 m- und Stollnsohle beobachtet, stellt eine Ausnahmeerscheinung dar.

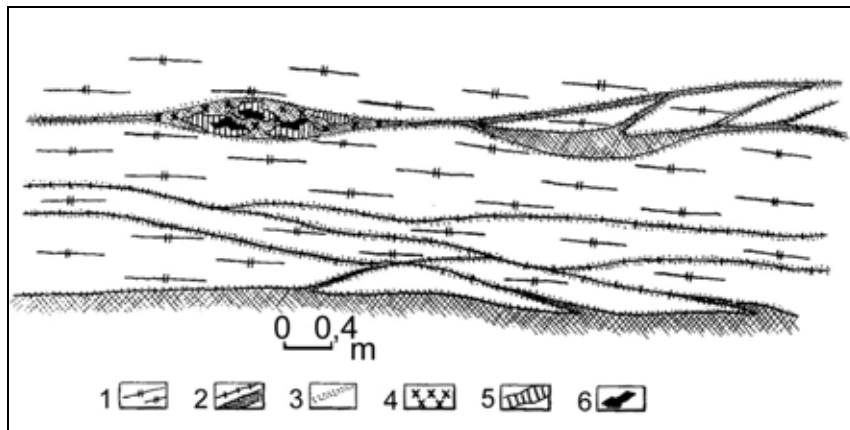


Abb.2-31: Bau schichtgebundener Störungen in Muskovitgneisen im Querschlag 2, NW-Stoß bei 181-188 m, nach VELIČKIN & VLASOV 1972

(1 - Muskovitgneise; 2 - Amphibolisierung und Amphiboltrümer; 3 - Albitisierung; 4 - Chloritisierung; 5 - Milchquarz; 6 - grobkörniger Kassiterit)

In den Skarnen und Gneisen des Hämmerlein-Lagers sind subkonkordante Bruchstrukturen häufig in Form nahezu horizontal verlaufender Kluftzonen zu verfolgen, die zu spitzwinklig verlaufenden Verzweigungen neigen. Diese über mehrere Dekameter aushaltenden, maximal 5-7 cm mächtigen Strukturen sind mit strahligen Aktinolithaggregaten ausgefüllt (VELIČKIN & VLASOV 1972). In den Gneisen sind sie in schmale Aureolen von metasomatischem Albit, der durch feindisperse Hämatiteinschlüsse rötlich gefärbt ist, eingebettet. Häufig erfährt der Aktinolith durch Greisenprozesse eine nachträgliche Chloritisierung mit der Bildung von Serizit, Fluorit und feinverteiltem Kassiterit. Selten finden sich Quarzlinsen mit grobkristallinem Kassiterit (s. Abb. 2.31).

Nach ihrem Charakter stellen die schichtgebundenen Störungen des Lagerstättenbereichs Analoga zu den als „Schwebende“ bezeichneten Strukturen der klassischen Lagerstätten wie Annaberg, Marienberg und Schneeberg dar. Sie entstanden im Zusammenhang mit der Gesteinsverfaltung, die zur Bildung der Bra-

chysynklinale von Tellerhäuser führte. Somit sind sie älter als die übrigen Bruchstrukturen und wurden in einzelnen Phasen der nachfolgenden geologischen Entwicklung reaktiviert.

2.5 Mineralisation

2.5.1 Gesamtprozessablauf

In den Gesteinen des Gebietes Hämmerlein-Tellerhäuser ist eine vielgestaltige Mineralisation ausgebildet, die auf etliche unterschiedliche und verschieden-altrige Bildungsprozesse zurückzuführen ist. Damit haben sich besonders B. I. MALYŠEV und N. T. SOKOLOVA beschäftigt. Nach ihren Untersuchungen begann die Veränderung der hier abgelagerten Schichtenfolge mit ihrer Gefügeprägung infolge Faltung und Schieferung sowie Umkristallisation, überwiegend in Quarz-Muskovit-(Glimmer)schiefer, im Rahmen von Prozessen der Regionalmetamorphose und -metasomatose. Nachfolgende weitere Deformations- und Kristallisationsprozesse, insbesondere durch quasihorizontale Bewegungen an Schicht- bzw. Homogenitätsgrenzen,

waren verknüpft mit der Bildung der bereits genannten annähernd schichtparallelen Blastomylonit-Störungszonen, in die organische Substanz einwanderte. Außerdem bildeten sich Granat-Porphyroblasten in den Schiefen und - in einem weiteren Stadium - durch Na-Metasomatose Feldspat-, d. h. Albit-Porphyroblasten bzw. Albit-Glimmerschiefer. Diese Na-Metasomatose war mit einer Zufuhr von Na und Al verbunden und äußerte sich in einer Verdrängung von Granat und Muskovit durch Albit und Chlorit.

Zu den frühesten und am weitesten verbreiteten metasomatischen Prozessen im Gebiet wird von SOKOLOVA & KREMNEVA (1979) nach der Na-Metasomatose auch eine Verquarzung gerechnet, die in den Glimmerschiefern im Liegenden der Skarnlager vor sich ging, vor allem in Zonen entlang flacher, schicht- und schieferungsparalleler Störungen. Hier sind in unregelmäßigen, länglich in der Schieferungsebene gestreckten Körpern in den Schiefen insbesondere die Feldspäte und Glimmer durch feinkörnigen Quarz verdrängt. Diskordante Trümer mit Skarnmineralen und die gelegentlich beobachtete Verdrängung der verquarzten Gesteine durch Skarnminerale belegen, dass die Verquarzung vor der Skarnbildung erfolgte. Oft neben der Verquarzung, aber mehr lokal ausgebildet, tritt in Feldspat- und Quarz-Glimmerschiefern auch eine K-Metasomatose auf. Hierbei bildeten sich in diesen Gesteinen feinkörnige Quarz-Kalifeldspat-Aggregate (meist mit Mikroklin) an Stelle der (anderen) Feldspäte; teilweise erhielten sie ein quarzit- oder gneisartiges Aussehen. Solche K-Metasomatite bilden wie auch die Verquarzungszonen und die Na-Metasomatite relativ geringmächtige (max. 2-4 m) Lagen in Glimmerschiefern. Auch in ihnen sind diskordante Trümer mit Skarnmineralen zu beobachten. Die K-Metasomatose war mit K-Zufuhr und Na-Wegfuhr verknüpft.

In diese tektonisch deformierten und regionalmetamorph amphibolitfaziell veränderten altpaläozoischen Schichtserien erfolgte anschließend die Intrusion granitischer Magmen des Westerzgebirgischen Teilplutons. Diese Intrusion ging nach heutigen Vorstellungen (FÖRSTER in PÄLCHEN & WALTER [Hrsg.] 2008) im Oberkarbon, vor ca. 320 Ma vor sich. Sie führte zu einer Kontaktmetamorphose in den umgebenden Gesteinen, die sich vor allem in einer Biotitisierung und Hornfelsbildung (siehe 2.3.3) äußerte.

Als nächstfolgender und die Mineralisation in diesem Gebiet stark prägender erster Hauptprozess wird die Skarnbildung angesehen. Sie beginnt mit Magnesiaskarnen (Pyroxenskarnen), die hier allerdings nur schwach entwickelt sind (SOKOLOVA & KREMNEVA 1979). Danach folgen Kalkskarne, die wiederum in zwei verschiedenaltige Gruppen unterteilt werden. Den frühen Skarnen werden die hauptsächlich aus Pyroxen (Diopsid-Hedenbergit-Reihe), Granat (Andradit-Grossular-Reihe) und Epidot, untergeordnet auch

Vesuvian und Axinit bestehenden sogenannten eigentlichen Skarne zugerechnet sowie vor allem aus Feldspat, Pyroxen und Epidot gebildete Nebenskarne bzw. Skarnoide und verskarnte Gesteine. Die eigentlichen Skarne dürften überwiegend aus karbonatischen oder Feldspat-Gesteinen entstanden sein, die Nebenskarne bzw. verskarnten Gesteine aus Glimmerschiefern oder Gneisen. Die späten Skarne sind vor allem durch Amphibole (überwiegend aktinolithische) und Magnetit gekennzeichnet und dürften meist aus Karbonaten und frühen Skarnen im Wesentlichen durch deren Verdrängung bei Zufuhr von Eisen entstanden sein. Die letztere hat bei entsprechender Intensität zur Bildung von Magnetitlagerungen geführt. Charakteristisch ist für die späten Skarne auch eine intensive Albitisierung der unmittelbaren Nebengesteine durch Bildung eingelagerter feinkörniger Albit-Quarz-Aggregate, deren rosa Färbung durch Hämatiteinschlüsse bedingt ist. Während die Ausbildung und Verbreitung der frühen Skarne vor allem durch lithologische Gegebenheiten bestimmt wird (Bindung an bestimmte Gesteinshorizonte), spielen bei den späten Skarnen strukturell-tektonische Faktoren eine größere Rolle (bevorzugte Ausbildung in den tektonischen Hauptrichtungen NW-SO und WSW-ONO, häufig in Trümmern und Gängen im Skarnlager selbst oder in den angrenzenden Schiefen).

Eine weitere Albitisierung erfolgte nach SOKOLOVA & KREMNEVA (1979) in den Glimmerschiefern unterhalb der Skarnlager. Längs der Schieferung bildeten sich hier bis zu 3-4 cm mächtige Streifen mit weißem, sehr feinkörnigem Albit (ohne Hämatit) in Chlorit-Albit-Aggregaten.

Als anschließender, unter anderem der Greisenbildung vorauslaufender metasomatischer Prozess (siehe auch HÖSEL et al. 2003) wird eine Turmalinisierung angesehen. Dabei bildeten sich, neben dem älteren, mit der Gesteinsbildung und der Kontaktmetamorphose zusammenhängenden, dispers verteilten Turmalin, längs schicht- bzw. schieferungsparalleler Störungen verlaufende Zonen mit Neubildungen von Turmalin, Albit und z. T. Chlorit. Diese Zonen, in einzelnen Bereichen auch Trümer und bis ca. 4-5 cm mächtige Gänge, durchsetzen verskarnte Gesteine und Albit-Chlorit-Metasomatite unterhalb der Skarnlager.

Die zweite Hauptetappe der Mineralisation im Gebiet stellen nach MALÝŠEV (1979) und SOKOLOVA (1979) die frühen hydrothermalen Prozesse dar, mit denen hier die Bildung der Zinn- und Sulfidvererzung im Zusammenhang steht. Diese überwiegend schichtgebundene Mineralisation leitet gleichzeitig über bzw. ist verknüpft mit den ersten Stadien der Gangmineralisation. Diese umfassen die spätvariszische Quarz- und die Quarz-Sulfid-Formation (q- bzw. kb-Formation). Eingeleitet wird diese Etappe durch eine Vergreisenung insbesondere in den Skarnlagern und den sie unterlagernden Glimmerschiefern. Typische

Minerale dieser vergreisten Bereiche sind Glimmer (vor allem Serizit), Fluorit, Chlorit und Quarz sowie Kassiterit und z. T. Sulfide als Einsprenglinge. In den Skarnen bilden diese vergreisten und zinnvererzten Bereiche schichtparallel ausgedehnte Lagen (die teilweise das gesamte Skarnlager umfassen), Linsen und Nester, während in den unterlagernden Schiefern diskordante, überwiegend SW-NO bis fast W-O streichende Trümer mit Turmalin und den obengenannten Mineralen überwiegen.

Nach der Greisenbildung und dem Absatz der Zinnvererzung folgte ein massierter Absatz von Sulfiden, vor allem Sphalerit, Pyrit und Arsenopyrit. Die Sulfide liegen als imprägnationsartig eingesprengte Vererzung, Nester, konkordante Linsen und Trümer bzw. Gänge vor. Während die überwiegend Quarz führenden Trümer bzw. Gänge mit Kassiterit als Äquivalente der q-Formation angesehen werden, entsprechen die sulfidischen Trümer der kb-Formation.

Einer dritten Hauptetappe der Mineralisation werden die späteren hydrothermalen Gangbildungen zugeordnet, die hauptsächlich auf NW-SO bis N-S streichenden Strukturen in der Lagerstätte Tellerhäuser ausgebildet sind. Sie beginnen mit der kku-Formation, in der der Absatz der primären Uranvererzung erfolgte. Das Alter der kku-Pechblende in der vergleichbaren Lagerstätte Schlemma-Alberoda ist mit ca. 275 Ma bestimmt worden. Diese in der „klassischen“ Freiburger Gliederung als uqk-Formation bezeichneten Gangbildungen enthalten neben Pechblende vor allem Quarz (hornsteinartiger und Kammquarz), Calcit und Fluorit. Sie stellen hier die jüngsten bzw. letzten spätvariszischen Bildungen dar.

Die kku-Gänge wurden teilweise postvariszisch durch eine Mg-Metasomatose überprägt, wobei Calcit durch Dolomit verdrängt wurde. Dabei wurde auch ein Teil der Pechblende umgelagert. Eine Selenzufuhr (wie in Schlemma-Alberoda) spielte hier nur eine unwesentliche Rolle. Die Bildungen dieser mgu-Formation füllen oft die zentralen Teile von Gängen aus, während die randlichen Teile aus kku-Mineralen bestehen.

Auch die nachfolgende biconi-Formation ist vorzugsweise auf älteren Gängen entwickelt; teilweise füllen ihre Hauptgangarten Quarz, Ankerit und Siderit aber auch selbständige Gänge und Trümer aus. Neben Co-, Ni- und Fe-Arseniden sowie gediegen Wismut, Arsen und Silber als Neubildungen aus entsprechender Zufuhr tritt hier auch umgelagerte Pechblende auf.

Eng verknüpft mit der biconi- ist die ags-Formation. Charakteristisch hierfür sind Calcit und Quarz, dazu gediegen Arsen und Silber sowie weitere Silberminerale und Sulfide.

Eine fl-ba-Abfolge im Lagerstättenbereich scheint jünger als die bisher beschriebenen Paragenesen bzw.

Prozesse zu sein. Dabei handelt es sich um drusenreiche Bildungen aus Fluorit, Quarz und Baryt auf einigen Gangstrukturen.

Ob Calcitgänge als selbständige k-Formation die jüngsten hydrothermalen Bildungen darstellen oder ob hier eine atypische (Rand-)Fazies bereits genannter Formationen vorliegt, gilt als unsicher.

2.5.2 Schichtgebundene Mineralisation

Die im Gebiet ausgebildete schichtgebundene Mineralisation ist epigenetischer Natur, durch Infiltrationsmetasomatose in und um Skarn-Karbonatgesteins-Lager entstanden. Von Interesse sind hierbei im Wesentlichen Magnetit, Kassiterit, Fluorit und Sulfide.

Magnetit ist in der späteren, zweiten Skarnbildungs- etappe abgesetzt worden. Der Absatz von Magnetit und Fe-Amphibolen an den als geochemische Barriere wirkenden Skarnen der frühen Etappe erfolgte in mehr oder weniger schichtkonkordanten Linsen bzw. Lagen, teilweise auch unregelmäßigen Körpern und in diskordanten Trümmern bzw. Gängen im Skarnlager selbst oder in den angrenzenden Schiefern und Gneisen. So entstanden Amphibol-Magnetit-Skarne bzw. fast reine Magnetitskarne. Der Magnetit ist hier meist mit Aktinolith verwachsen und bildet z. T. imprägnativ verteilte Körner oder Kornaggregate, häufiger aber dichte, kompakte Massen. Oft ist er in Form zonar gebauter Kristalle, ausgebildet als Rhombendodekaeder oder Oktaeder, anzutreffen. Nicht selten ist eine Martitisierung des Magnetits zu beobachten, die meist von Spaltrissen und Korngrenzen ausgeht (z. B. im Dreiberg-Lager). In Trümmern bzw. Gängen kommen neben Magnetit und Amphibol auch Epidot, Axinit und manchmal Prehnit vor.

Kassiterit ist im Zusammenhang mit einer Vergreisung entstanden, die insbesondere die Skarnlager erfasste. Letztere wirkten nach MALYŠEV (1979) als struktureller Schirm für die Sn-haltigen Lösungen, weshalb die Vererzung in den Skarnlagern und in den Schiefern unmittelbar in ihrem Liegenden ausgebildet ist. Dabei ist sie in den Skarnen allgemein als Schicht-Imprägnation verteilt, gelegentlich auch in Form geringmächtiger, schichtparallel ausgedehnter Linsen, Nester und Trümer; diskordant verlaufende Erzkörper sind nur von untergeordneter Bedeutung. In den unterlagernden Schiefern hingegen dominieren diskordante geringmächtige Trümer, selten Gänge; nahe der Skarnlager-Untergrenze spielen auch konkordante Trümer eine größere Rolle. Die Häufigkeit diskordanter und konkordanter Spalten bzw. zinnführender Trümer vergrößert sich nahe SW-NO bis W-O streichender Störungen. Die Intensität der Vergreisung und Erzführung der Skarne nimmt im Bereich von Antiklinalfalten und verstärkter SW-NO-Klüftung deutlich zu. Am stärksten waren die Amphibole von den Alterationsprozessen betroffen, die durch Chlorit, Quarz

und Fe-Oxide (Hämatit u. a.) ersetzt wurden, während Pyroxen, Granat und andere Skarnminerale nur schwächere Umbildungen zeigen. Kassiterit ist eng mit Chlorit, Quarz und Fluorit vergesellschaftet.

Am häufigsten ist Kassiterit in Form von Einsprenglingen im Skarn festzustellen. Diese bilden meist prismatisch-körnige Metakristalle oder Verwachsungen von solchen, wobei der Durchmesser dieser Aggregate bis zu 1-2 cm betragen kann (s. Abb. 2-32). Teilweise liegt er aber auch in sehr feinkörnigen, quasi pelitomorphen Bildungen von 0,01 mm bis 0,001 mm Größe vor. Nicht selten gruppieren sich feine Körner zu schnur- oder kammartigen Aggregaten, teilweise auch rundlichen oder trümchenartigen Gebilden mit konzentrischem, quasi kollomorphem Aufbau, die als „Holzzinn“ bezeichnet werden (s. Abb. 2-33 u. 2-34). Außerdem ist Kassiterit in Form feinsten Nadelchen von ca. 0,001 mm Stärke und 0,01 mm Länge zu beobachten. Diese Nadelchen kommen zusammen mit pelitomorphem Kassiterit oder „Holzzinn“, oft auch in radialstrahligen Verwachsungen vor. Außer den dispers verteilten Einsprenglingen tritt Kassiterit in den Skarnen auch in konkordant lagernden nester- bzw. linsenartigen und gangähnlichen Bildungen auf. Diese bestehen aus Verwachsungen von zonar gebauten prismatischen Kassiteritkristallen mit Quarz, Fluorit und Chlorit, die bis ca. 30 cm mächtig sind und sich als Linsen bis zu einem Meter, als Lagen bis zu ca. 20 m Länge erstrecken können (s. Abb. A6-3).

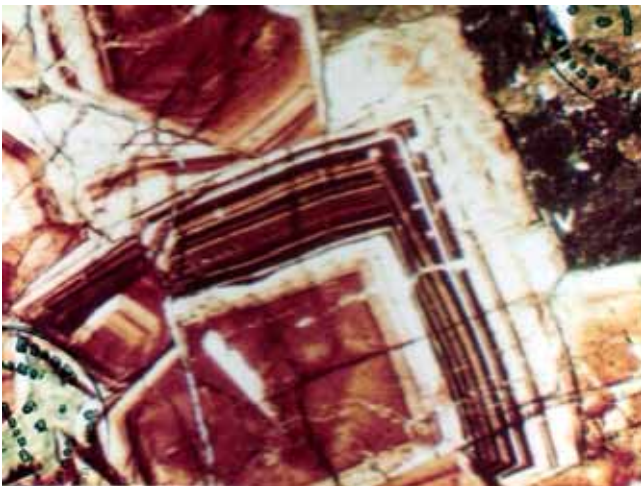


Abb. 2-32: Zonar gebaute Kassiteritkristalle; Querschlag 2 bei 156 m; Bildbreite 3,7 mm; Nic.+

Außer den oben bereits genannten Mineralen sind auch Skapolith, Calcit, Hämatit, Scheelit und Bertrandit festgestellt worden. Hämatit ist recht verbreitet anzutreffen und verdrängt teilweise Magnetit. Skapolith verdrängt stellenweise die Amphibole, wobei er ihren Habitus übernimmt. Calcit bildet kleine Nester im vergreisten Skarn.

Scheelit und Bertrandit kommen nur sporadisch vor (in der benachbarten Lagerstätte Pöhla-Globenstein ist als Be-Träger Phenakit identifiziert worden).

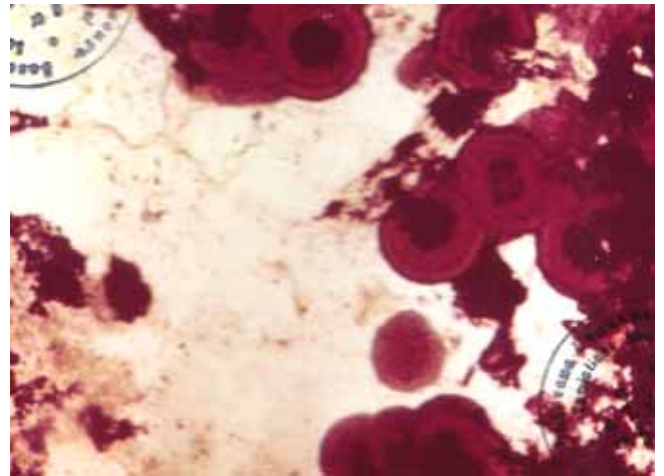


Abb. 2-33: Sphärolithischer Kassiterit im Skarn; Strecke 216 bei 9 m; Bildbreite 0,6 mm; Nic.+

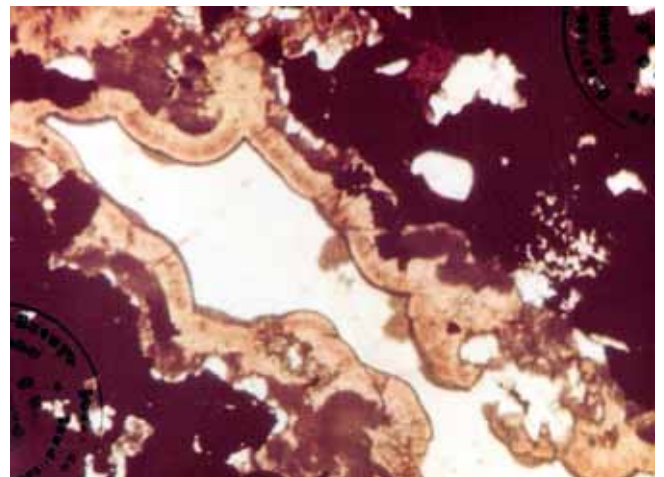


Abb. 2-34: Trüm mit kollomorphem Kassiterit und Quarz im Magnetitskarn; Strecke 216 bei 9 m; Bildbreite 0,6 mm; Nic.+

In den Schiefen ist Kassiterit überwiegend an feine SW-NO streichende oder subkonkordante Trümer mit Quarz, Albit, Turmalin, Muskovit, Fluorit, Chlorit, Topas, manchmal auch Sulfiden und anderen Mineralen gebunden. Seine prismatischen Kristalle bzw. deren Verwachsungen sowie konzentrische und zonar gebaute Aggregate finden sich meist an den Salbändern (s. Abb. 2-35). Geringmächtige Alterationszonen in Form einer Vergreisung begleiten diese Trümer (mit den gleichen Mineralen wie in den Trümmern selbst).

Fluorit ist in vergreisten Bereichen weit verbreitet. Er imprägniert wie auch neugebildeter Quarz geradezu die Skarne in Form kleiner Einsprenglinge bzw. ist in

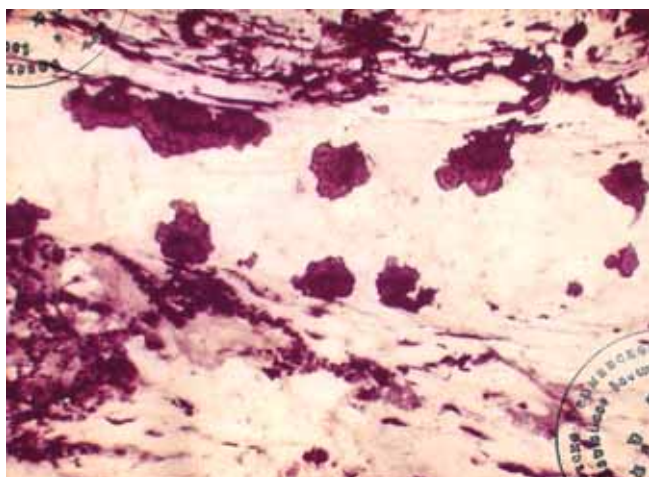


Abb. 2-35: Kassiterit am Salband eines konkordanten Quarztrums im Glimmerschiefer; Strecke 106^I bei 10 m; Bildbreite 1,4 mm; Nic.+

kleinen Nestern als metasomatische Bildung aus Amphibol in zinnerzführenden Skarnen immer anzutreffen. In vererzten Schiefen kommt er in den bereits beschriebenen Trümmern und deren Alterationszonen vor.

Die Sulfidvererzung, genauer ausgedrückt die Mineralisation des Sulfidstadiums, umfasst eine ganze Reihe von Erzmineralen. Genannt seien hier Arsenopyrit, Sphalerit, Löllingit, Pyrrhotin, Pyrit, Markasit, Chalkopyrit, Galenit, Stannin, Bismuthinit und gediegen Wismut. Die Erzminerale liegen z. T. als dispers verteilte, dabei oft wolkig angereicherte Einsprenglinge vor. Häufig sind sie allerdings auch massig in konkordanten Linsen und Nestern konzentriert; auch auf diskordanten Trümmern sind sie anzutreffen, am häufigsten Sphalerit, Arsenopyrit und Pyrit. Die Sulfidvererzung ist nicht selten in Bereichen der Zinnvererzung in den Skarnen entwickelt und durchsetzt bzw. verdrängt sie teilweise, auch die Kassiteritaggregate.

Besonders Sphalerit kommt oft in größeren Mengen vor. Er bildet hier nicht selten bis mehrere Dezimeter mächtige und sich über etliche Meter erstreckende kompakte, nahezu monomineralische Linsen längs Schichtgrenzen bzw. schichtgebundener Störungen oder unregelmäßige, z. T. nesterartige Anhäufungen. Charakteristisch ist sein erhöhter Gehalt an isomorph eingebautem Cadmium. Seine Färbung liegt zwischen braun und - bei erhöhtem Fe-Gehalt - schwarz (Varietät Christophit). Solcher schwarzer Sphalerit ist oft mit Magnetit verwachsen und enthält reliktsche, bruchstückartige Einschlüsse von Skarn. Auch optisch recht attraktiv waren Verwachsungen mit schneeweißem Calcit im Hämmerlein-Lager auf der Stollnsohle/Lagerstätte Hämmerlein (s. Abb. A6-5). Unterhalb des Skarnlagers ist der Sphalerit in den unmittelbar unterlagernden Glimmerschiefern in diskordanten Trümmern wie oben beschrieben anzutreffen.

Arsenopyrit tritt häufig auf, überwiegend in geringmächtigen Trümmern, Lagen oder Nestern.

Pyrit bildet meist Schichtimprägnationen unterschiedlicher Konzentration oder diskordante Trümer im Skarnlager.

2.5.3 Gangmineralisation

2.5.3.1 Gangformationen und Gangtypen

Wie bereits erwähnt, lässt sich die hydrothermale Mineralisation in mehrere Abfolgen gliedern. Während der gesamten Betriebszeit wurde die für das Erzgebirge traditionelle Gliederung in Gangformationen durch die Bearbeiter beibehalten. Davon soll auch hier nicht abgewichen werden.

Der **spätvariszische Mineralisationszyklus** umfasst neben kontaktmetasomatischen und Greisenbildungen drei hydrothermale Gangformationen. Die postvariszischen Bildungen unterteilen sich in fünf hydrothermale Formationen. Der Mineralbestand der einzelnen Abfolgen ist in Tabelle 2.1 zusammengefasst.

Als älteste gangförmige hydrothermale Bildungen treten fast monomineralische Milchquarzgänge auf. Sie werden zur sog. **q-Formation** zusammengefasst. Meist wurden wenig aushaltende Gangtrümer und Linsen mit Mächtigkeiten bis 20 cm angetroffen. In ihnen sind derber Quarz, wenig Feldspat und äußerst sporadische Nester von Erzmineralen enthalten. In den mächtigeren Gängen sind parallel verwachsene stängelige Quarzaggregate mit Drusenräumen in der Gangmitte zu beobachten. Die Erzminerale wie Kassiterit, Wolframit, Scheelit und Molybdänit deuten auf Parallelen zu den entsprechenden Quarz-Wolframit-, Quarz-Kassiterit- und Quarz-Molybdänit-Abfolgen, die aus anderen erzgebirgischen Lagerstätten bekannt sind, hin.

Da die Erkundungstätigkeit nicht auf diese Gänge ausgerichtet war, erwies sich eine detaillierte Gliederung der „alten Quarzgänge“ weder als sinnvoll noch als praktikabel.

Eine vergleichsweise unterdrückte Ausbildung ist auch für die Quarz-Sulfid-Abfolge, die sogenannte **kb-Formation**, charakteristisch. Die betreffenden Gänge und Trümer weisen Mächtigkeiten im cm-Bereich auf. Sie bestehen überwiegend aus derbem Milch- und Fettquarz. Sporadisch treten Fluorit und Chlorit auf. Als Seltenheit bilden sulfidische Erzminerale kleine Nester und Trümer in der quarzigen Grundmasse.

Die kb-Formation ist wie die q-Formation in SW-NO bzw. W-O streichenden Gängen zum Absatz gekommen. In den NNW-SSO bis NW-SO orientierten Strukturen sind die Bildungen beider Formationen als brekziierte Relikte in jüngeren Gangbildungen anzutreffen. Die insgesamt atypische Ausbildung der q- und kb-

Tab. 2.1: Mineralbestand der hydrothermalen Gänge im Raum Hämmerlein-Tellerhäuser
(nach MATUŠIN et al. 1988, ergänzt)

Zyklus		sprätvariszischer			postvariszischer				
Formation		q	kb	kku	mgu	biconi	ags	fl-ba	k
Gangarten	häufige	Quarz	Quarz	Hornstein Quarz	Dolomit Parankerit	Ankerit Quarz	Calcit	Quarz Fluort	Calcit
	verbreitete	Orthoklas Chlorit Albit		Fluorit Calcit	Calcit Fluorit	Siderit	Quarz	Baryt	
	seltene	Fluorit Titanit Apatit Turmalin	Clorit Fluorit	Baryt Gips Anhydrit Apophyllit Adular		Fluorit Calcit Baryt			
Erzminerale	häufige	Kassiterit Pyrit Chalkopyrit	Sphalerit Pyrit Pyrrhotin Chalkopyrit	Pechblende Hämatit Pyrit	Pechblende Chalkopyrit Hämatit	Co-Ni- Arsenide Löllingit Pechblende	Argenit Proustit Pyrit Markasit		Pyrit
	verbreitete	Scheelit Wolframit	Galenit Arsenopyrit	Coffinit Galenit Sphalerit	Pyrit Coffinit Goethit Clausthalit	ged. As ged. Bi Galenit Coffinit	Pyrrargyrit Bismuthinit ged. As ged. Ag ged. Bi	Chalkopyrit	
	seltene	Molybdänit Bertrandit	Fahlerze	Aikinit Löllingit	Cu-Ag- Selenide	ged. Ag Pyrit	Silberkiese Stephanit Polybasit Dyskrasit Realgar	Spalerit Bismuthinit	

ged. = gediegen

Formation in Form fast reiner Quarzgänge ist auf das Abwandern der Erzsubstanz dieser Abfolgen in die Skarnhorizonte zurückzuführen.



Abb. 2-36: Chalcedon-Sphärolithe mit aufgewachsenem Fluorit (schwarz) und Quarz;
Strecke 16^b-16^c; Bildbreite 4,2 mm; Nic.+

Nach ihrem Verbreitungsgrad stellt die **kku-Formation** die dominierende spätvariszische Gang-

formation im Lagerstättenraum Hämmerlein-Tellerhäuser dar. Sie ist in nahezu allen NW-SO, NNW-SSO und submeridional streichenden Gangsystemen verbreitet und schleppt nicht selten in die übrigen Strukturen ein. Sie stellt die primäre Uranerz-Formation dar und wird durch nachfolgende hydrothermale Prozesse intensiv überprägt. Die Gangmächtigkeit liegt gewöhnlich im dm-Bereich.

Hauptmineral der kku-Formation ist Quarz, der in zwei Varietäten auftritt (MATUŠIN et al. 1988). Als ältere Bildung ist rotbrauner kryptokristalliner Quarz (Hornstein) in Salbandnähe zu beobachten, wo er gelegentlich von Adular-Rhomboedern und hellgrünem Fluorit begleitet wird. Von einigen Autoren wird diese Assoziation in neuerer Zeit in eine selbständige Formation, die Folgrengruppe qhm (KUSCHKA 1972) eingeordnet. Wiederholt wurden Gangabschnitte dokumentiert, die nahezu vollständig durch Hornstein ausgefüllt waren. Besonders auffällig ist sein Auftreten im Gang „Schildbach“, wo er faktisch in allen Aufschlüssen beobachtet wurde.

Die zweite Quarzmodifikation ist der sogenannte Kammquarz, ein Aggregat parallel verwachsener

kurzprismatischer Kristallindividuen. Er bildet meist bis zu 2 cm mächtige Krusten direkt am Salband der Gänge oder um Hornstein bzw. Quarzbruchstücke der älteren Gangformationen.

An der Basis zeigt sich auch hier eine schmale Zone feinkörniger Struktur, in der die geometrische Auswahl der Kristallkeime erfolgte. Häufig lassen sich schon bei makroskopischer Untersuchung mehrere Ausscheidungsrythmen erkennen. Für Hämmerlein beschrieb MALYŠEV (1974) bis zu drei Rhythmen von Kammquarz oder von aufeinanderfolgenden Fluorit-Kammquarz-Absätzen.

Farblich zeigt der Kammquarz Übergänge von farblos über weiß, milchig-trüb und rötlich bis hin zu bräunlich-schwarz. Vereinzelt ist er als Amethyst, Bergkristall oder Rauchquarz ausgebildet.

Als verbreitete Bildung tritt hellgrüner bzw. bläulich bis violett gefärbter Fluorit auf, der entweder rhythmische Wechsellagerungen mit Kammquarz bildet, die jeweils mit Fluoritabsätzen beginnen, oder aufgewachsen auf Quarz in grobkristalliner Form (Würfel, selten Oktaeder oder Rhombendodekaeder) erscheint. Allgemein sind die intensiver gefärbten Fluoritaggregate in der Gangmitte zu beobachten. Dunkelviolette bis schwarze Fluorite (Stinkspat) assoziieren räumlich mit der Uranvererzung.

Calcit ist aus den westerzgebirgischen Uranlagerstätten als paragenetischer Begleiter der Uranpechblende bekannt. Im Lagerstättenraum ist er relativ schwach verbreitet. Selten findet man ihn in derben Massen in der Gangmitte oder in Form von skalenoeidrischen Kristallen, die meist einen Überzug von Hämatit aufweisen.

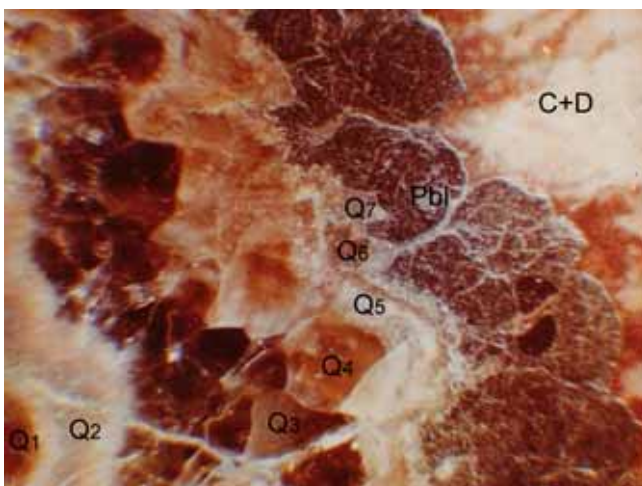


Abb. 2-37: Rhythmisch gebaute Kammquarz-Aggregate (Q_1 - Q_7) mit aufgewachsener Pechblende (Pbl), die von Calcit (C) und Dolomit (D) verdrängt wird; +120 m-Sohle, Strecke 333 bei 49,5 m; Bildbreite 16,6 mm

Die Pechblende der kku-Formation zeichnet sich durch ihren starken pechartigen Glanz aus. Sie bildet mehrere cm starke Krusten auf Kammquarz oder niedrig-traubige Aggregate im Calcit. Diese Aggregate besitzen entweder schaligen Aufbau oder sie liegen als Sphärolithe vor. Im mikroskopischen Bild zeigen sie charakteristische Schwundrisse und kataklastische Durchtrümmungen, die durch Calcit, Löllingit und Sulfide ausgefüllt werden (s. Abb. 2-39 bis 2-41) Verbreitet sind auch rhythmische Abscheidungen von Pechblende und Fluorit bzw. Calcit der kku-Formation (MATUŠIN et al. 1988).

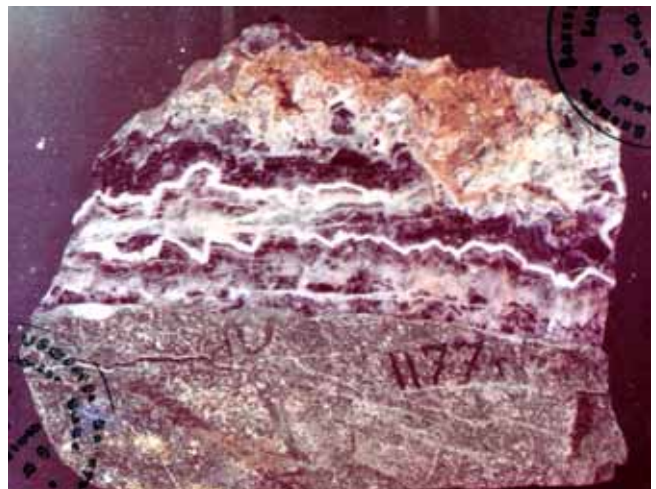


Abb. 2-38: Rhythmische Quarz-Fluorit-Abscheidung am Salband; Strecke 7601 bei 10 m; Bildbreite 9,8 mm

Coffinit bildet kleine, unregelmäßig geformte Körner oder radialstrahlige Verwachsungen gestreckter tetragonaler Kriställchen in der Nähe von Pechblendeaggregaten, die er ebenso entlang von Rissen und Mikrokluftverdrängt. In Hämmerlein wurden auch rhythmische Pechblende-Coffinit-Absätze beobachtet (MATUŠIN et al. 1980). Der Coffinitanteil liegt allgemein im Vergleich zur Pechblende unter 5 %.

In Schwundrissen der Pechblende finden sich häufig kleinste Sulfid-Aggregate, zumeist Pyrit, seltener Sphalerit und Chalkopyrit. MALYŠEV (1974) vermerkt am Ende der Kammquarzbildung das vereinzelt Auftreten von „frühen“ Co-Ni-Arseniden und von Clausthalit.

In den verbliebenen Hohlräumen des Ganges können die jüngeren Bildungen der kku-Formation, wie Baryt, Gips, Anhydrit und Apophyllit, in unbedeutenden Mengen auskristallisieren. Speziell Baryt und Anhydrit werden nachfolgend häufig durch Quarz der postvariszischen biconi-Formation verdrängt.

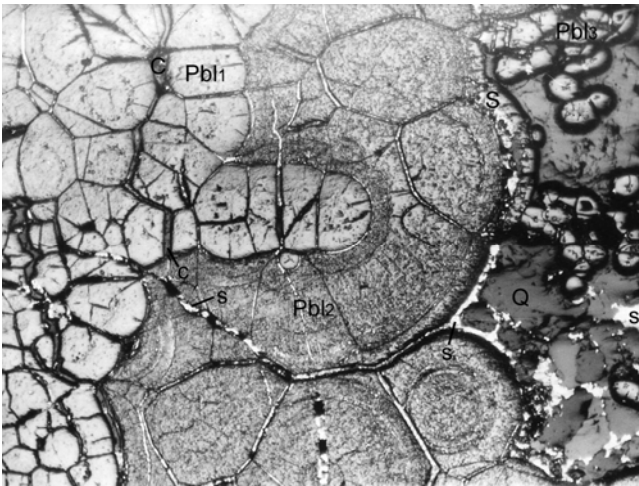


Abb. 2-39: Mehrere Pechblendegenerationen (Pbl₁-Pbl₃) mit Quarz (Q) der kku-Formation werden von Calcit (C) und Sulfiden (S) verdrängt; Strecke 1312 bei 10 m; Bildbreite 2,4 mm

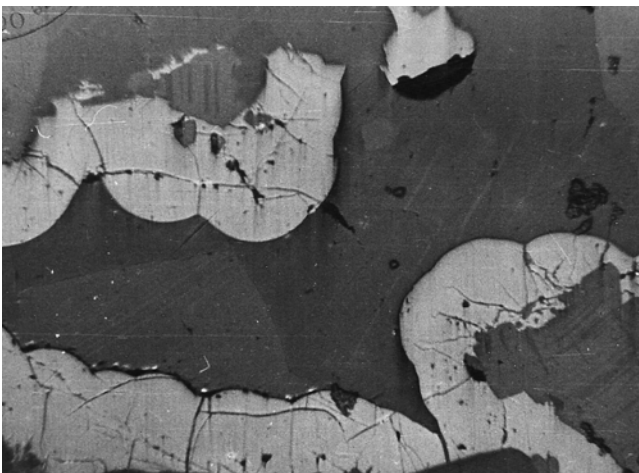


Abb. 2-40: Pechblende umkrustet Calcit und wird von ihm verdrängt; Querschlag 9015 bei 697 m; Bildbreite 0,6 mm

Der **postvariszische Mineralisationszyklus** wird durch die Abscheidung der **mgü-Formation** eröffnet. Dabei kommt es zur Aktivierung der herzynisch bis submeridional orientierten Bruchstrukturen, die in der Regel mit Bildungen der kku-Formation belegt sind. Die mgü-Formation stellt eine hydrothermal-metasomatische Überprägung der Uranerzgänge dar (MATUŠIN et al. 1988).

Dabei erfolgt eine weitgehende Aufarbeitung des Ganginhaltes. Quarz und Hornstein werden kataklasiert; Bruchstücke werden partiell aufgelöst. Das geht einher mit einer nahezu vollständigen Verdrängung des kku-Calcits durch Magnesium-Karbonate (s. Abb. A6-8). Mineralogisch handelt es sich um Ca-Mg-Fe-Karbonate mit wechselnden Kationenverhältnissen, also um Mischkristalle der Dolomit-Ankerit-Reihe.

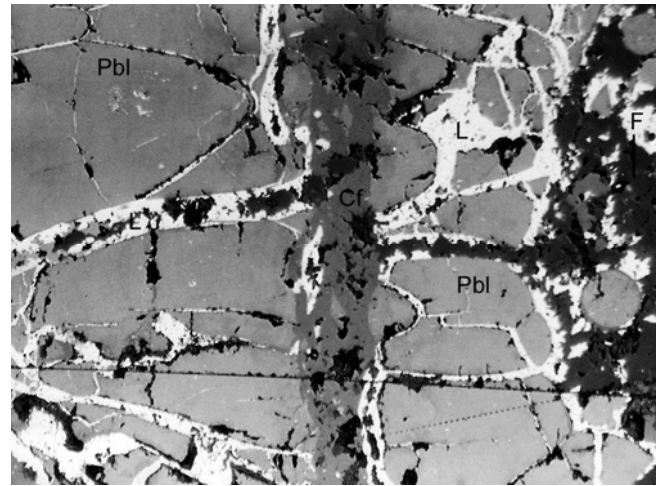


Abb. 2-41: Grobkörnige Pechblendeaggregate (Pbl) werden von Fluorit (F), Coffinit (Cf) und Löllingit (L) verdrängt; +120 m-Sohle, Strecke 325 bei 94 m; Bildbreite 1,2 mm

Ihre Färbung variiert von gelblich-weiß über rosa bis fleischrot, je nach Gehalt an feindispersen Hämatit. Die intensive Rotfärbung gilt als lokaler Indikator für benachbarte Uranerzkonzentrationen. Rosa gefärbte und rote Karbonate bilden oft eine Art Aureole um die Uranerzlinzen.

Die Form der verdrängten Calcitskalenoeder wird oft durch reliktsche Hämatitsäume konserviert, die in der dolomitischen Gangmasse eingeschlossen sind. In kleineren Drusenräumen finden sich rhomboedrische Dolomitekristalle, die häufig treppenartig miteinander verwachsen sind.

Unter dem Einfluss der hydrothermalen Lösungen vollzog sich auch die weitgehende Umlagerung der Uranvererzung. Die Pechblende wurde dabei in starkem Maße aufgelöst und in Form derber eingesprengter Massen neu abgeschieden. Häufig enthalten diese Aggregate im Zentrum eingeschlossene Relikte von kku-Pechblende, die nicht der Auflösung unterlag. Kompakte nierenförmige Aggregate sind selten. Pechblende der mgü-Formation zeichnet sich im Vergleich mit kku-Pechblende durch kleinere Sphärolite mit geringerem Reflexionsvermögen aus (MATUŠIN et al. 1988). Beim direkten Vergleich fällt auch die grünlich-schwarze Färbung der mgü-Pechblende auf. Coffinit ist analog zur kku-Formation entwickelt.

Ständiger Begleiter des Dolomits ist Chalkopyrit in Form eingesprengter oder aufgewachsener Kristalle bis etwa 1 cm Größe. Pyrit tritt in der Verbreitung deutlich zurück.

Die Aufarbeitung des Ganginhaltes erfasste auch den Fluorit, der meist in der Nähe der Uranvererzung zum erneuten Absatz kam. Hier bildet er körnige Aggregate oder zonar gebaute Kristalle mit violetter bis

schwarzer Färbung (Stinkspat).

Als mineralogische Seltenheit fanden sich auf der +120 m-Sohle im Gangsystem „Friedrichsbach“ in roten Dolomit-Ankerit eingewachsene Selenide. Neben dem makroskopisch erkennbaren Clausthalit dürften auch Cu-Ag-Selenide aufgetreten sein.

Als jüngste Bildung der mgu-Formation ist Calcit mit säuligem oder flachrhomboedrischem Habitus anzusehen, der kleine Drusen ausfüllt.

Die Bildung der **biconi-Formation** erfolgte als Aktivierung der uranführenden Gangstrukturen oder in selbständigen Gängen. Die Mineralisation ist in Form von Linsen mit Mächtigkeiten bis maximal 50 cm auf herzynisch, submeridional, SW-NO und W-O streichenden Strukturen anzutreffen.



Abb. 2-42: Ankerit hat Fluorit bei Erhaltung von Kammquarz vollständig verdrängt; Strecke 209 bei 7 m; Bildbreite 14 cm

Das häufigste Mineral ist milchig-weißer bis gelblicher Ankerit, der fein- bis mittelkörnige Massen oder Verwachsungen verzerter rhomboedrischer Kristalle bildet (MALYŠEV 1974). Daneben trifft man grünlich-gelben Siderit, häufig aufgewachsen auf Ankerit, an. Er bildet feinkörnige Massen oder Kristalle mit flachrhomboedrischem Habitus.

Die übrigen Karbonate treten in ihrer Häufigkeit zurück. Dolomit und Calcit sind meist die jüngsten Bildungen der biconi-Formation. Dolomit zeigt weiße bis hellgraue Färbung und bildet treppenförmig verwachsene rhomboedrische Kristalle. Calcit ist farblos, weiß, rötlich oder schwarz gefärbt. Seine Kristalle zeigen flachrhomboedrische Formen.

Stark verbreitet tritt Quarz auf, der entweder die charakteristischen, als „Kastenquarz“ bekannten Verdrängungspseudomorphosen nach Baryt bildet oder zuckerkörnige Massen. Als weitere Varietät ist

ein ziegelroter, selten schwarzer Hornstein anzutreffen.

Fluorit bildet grobkörnige Massen oder Verwachsungen würflicher Kristalle. Die Färbung ist sehr variabel. Gelbe, grüne und violette Varietäten sind ebenso verbreitet wie zonar gebaute Kristalle.

Baryt erscheint, wie beispielsweise im Gang „Kunnersbach“ auf der +120 m-Sohle, in Form radialstrahlig verwachsener taflicher Kristalle, deren Färbung je nach Anteil von Hämatiteinschlüssen von weiß über rosa bis fleischrot variiert.

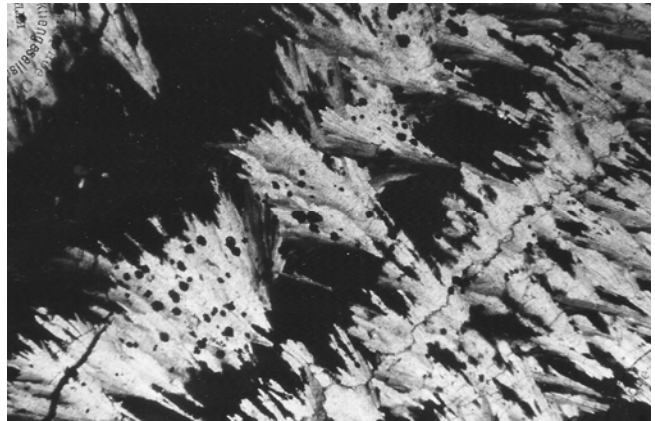


Abb. 2-43: Gemeinsames Wachstum von Baryt (hellgrau) und Fluorit (schwarz) mit feiner Pyritimprägation (kleine schwarze Körner); Strecke 106^b bei 400 m; Bildbreite 4,2 mm

Die Erzminerale, überwiegend Arsenide und gediegene Elemente, finden sich als eingesprengte Massen in den Gangarten. In kristalliner Form wurden kubische Diarsenide (Chloanthit-Smaltin) und Löllingit angetroffen. Safflorit, Nickelin und Rammelsbergit treten in derber Form in Verwachsung mit kubischen Diarseniden auf.

Gediegen Arsen bildet körnige Massen oder schalige Aggregate, die als „Scherbenkobalt“ bezeichnet werden. Bedeutende Vorkommen waren die Schleppung Gang „Schildbach“/„Gang Luchsbach“ auf der Stollnsohle (hier mit Proustit) und der Gang Strecke 921^A (Block 0985) auf der +120 m-Sohle.

Gediegen Wismut tritt eingewachsen in Hornstein oder Fluorit auf. Bisweilen ist es als „Federwismut“ ausgebildet, selten findet es sich in kristalliner Form.

Gediegen Silber der biconi-Formation bildet dendritische Aggregate in derben Massen von gediegenen Arsen. Ein spektakuläres Silbervorkommen wurde im bereits erwähnten Block 0985 angetroffen und abgebaut (s. Abb. A6-10 und A6-11).



Abb. 2-44: Rhombische Arsenide in einem Baryt-Karbonat-Gang; Strecke 1204 bei 9 m; Bildbreite 0,6 mm



Abb. 2-45: Zonar gebaute Skutteruditkristalle (Sk) mit etwas Löllingit (L), aufgewachsen auf Safflorit-Rammelsbergit (S+R); Feld-Strecke 9202 bei 290 m; Bildbreite 1,2 mm

Uranvererzung in Form von Pechblende, Uranschwärze und Coffinit ist innerhalb der biconi-Formation auf überprägte Gangintervalle der kku- bzw. mgu-Formation beschränkt. Die Uranerze der beiden älteren Gangformationen werden dabei aufgelöst und meist an Ort und Stelle erneut ausgeschieden. Die Pechblende ist dann weich, erdig bis rußartig ausgebildet und geht in Uranschwärze über.

Als jüngste Bildungen sind neben Calcit gewöhnlich Sulfide in geringen Mengen anzutreffen. Unter ihnen sind Pyrit und Galenit am stärksten verbreitet.

Erwähnenswert ist ein Vorkommen von derben Chalkopyritmassen mit Bornit und Fahlerz (Tennantit?) in weißem, körnigem Quarz vom Gang „Kunnersbach“ auf der +120 m-Sohle.

Mit wenigen Fundpunkten in einigen großen Gangstrukturen ist die **ags-Formation** nur unterdrückt und lokal ausgebildet. Die Vorkommen sind in unmittelbarer Nähe von Gangintervallen mit Mineralisation der biconi-Formation entwickelt, deren Erzsubstanz teilweise umgelagert wird. Markante Fundpunkte waren die Schleppung Gang „Schildbach“/„Gang Luchsbach“ auf der Stollnsohle, das Gangsystem „Schildbach“ auf der +180 m-Sohle im „C“-Paket und die NW-Flanke auf der +120 m-Sohle (Strecken 921^A und 924).

Als Gangart überwiegt weißer bis farbloser Calcit, der in der Regel kleine Kristalle oder spätinge Massen bildet (MATÜŠIN et al. 1980). Quarz tritt dagegen etwas zurück. Er ist in schaligen Aggregaten, feinkörnig oder kristallin anzutreffen.

Die Erzminerale sind gediegen Silber, Arsen und Wismut, Sulfide sowie Sulfarsenide. Meist bilden sie körnige Aggregate im Calcit und Quarz, oder sie kristallisieren in Drusenräumen. Häufigstes Erzmineral ist Pyrit-Markasit, der sowohl kristallin als auch in erdigen Massen („Leberkies“) beobachtet wurde.

Relativ häufig sind Proustit und Argentit-Akanthit. Gelegentlich tritt gediegen Silber als „Haarsilber“ oder „Fadensilber“ auf. Die Vorkommen von Pyrargyrit und Bismuthinit sind sehr zerstreut. Gediegen Arsen ist erdig ausgebildet, und gediegen Wismut kann Kristalle bilden.

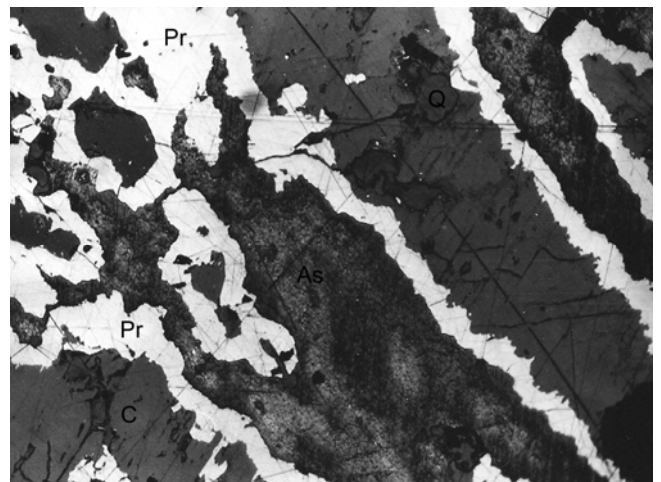


Abb. 2-46: Proustit (Pr) mit gediegen Arsen (As), Calcit (C) und Quarz (Q); Sohle +120 m, Umfahrung Blindschacht 1; Bildbreite 2,4 mm

Seltene Funde von Argentopyrit, Sternbergit, Stephanit und Dyskrasit sind nur durch wenige Einzelproben belegt. MATÜŠIN et al. (1980) erwähnen einen Einzelfund von Realgar mit gediegen Arsen in Hämmerlein.

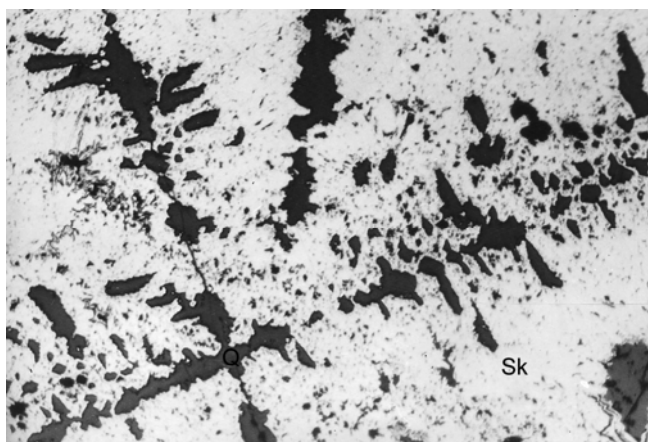


Abb. 2-47: Reliktische Silberdendriten, durch Quarz (Q) und Skutterudit (Sk) verdrängt;
Feld-Strecke 9202 bei 290 m;
Bildbreite 2,4 mm

Die Verbreitung der Fluorit-Baryt-Abfolge (**fl-ba**) ist auf die Störungssysteme „Kunnersbach“ und „Gang Luchsbach“ in Tellerhäuser beschränkt. Das Hauptmineral ist Fluorit, der in Kristallen oder derben Massen mit gelblicher bis grüner Färbung auftritt. Farblose, weiße und hellgelbe Fluoritwürfel, die in Begleitung von Barytkristallen vorkommen, verdanken ihre Entstehung nachfolgender Umlagerung. Baryt erscheint meistens in Form gut ausgebildeter Kristalle mit tafligem oder gestreckt-prismatischem Habitus. Wegen ihrer intensiven honiggelben Färbung und des starken Glanzes sind diese Bildungen gesuchte und von Mineralienliebhabern hoch geschätzte Sammelobjekte, die den Fundpunkt in den 1980er Jahren weltweit bekannt gemacht haben (s. Abb. A6-15 und A6-16 sowie Titelbild).

Quarz bildet mm-große weiße bis farblose Kristalle oder feinkörnige Massen.

Als Erzmineral ist nur Chalkopyrit regelmäßig anzutreffen. Er bildet Imprägnationen im Fluorit oder kleine Kristalle in Drusenräumen. Die übrigen Sulfide wie Sphalerit, Pyrit, Galenit oder Bismuthinit sind von Einzelfunden bekannt.

Die im Lagerstättenraum verbreiteten geringmächtigen Calcitgänge und -trümer, die manchmal etwas Pyrit führen, werden schematisch zur sog. **k-Formation** zusammengefasst. Wahrscheinlich handelt es sich jedoch um Bildungen der bereits beschriebenen Abfolgen in atypischer Fazies.

Eine Oxidationszone ist wegen der mächtigen Überdeckung des Lagerstättenbereichs nicht ausgebildet. Trotzdem sind in den Hauptgängen einige Minerale aufgetreten, die auf eine sporadische Einwirkung oxidierender Wässer schließen lassen. So wurden im „Gang Luchsbach“ auf der +300 m-Sohle Co-Ni-Arsenide mit Beschlägen von Annabergit und Erythrin

festgestellt. Chalkopyrit vom selben Gang weist Mala-chitüberzüge auf, und wahrscheinlich waren noch weitere sekundäre Kupferminerale vertreten. Gang „Kunnersbach“ führte auf der +240 m-Sohle Chlorargyrit. Ebenfalls auf der Sohle +240 m wurde Johannit beobachtet, während weitere Verwitterungsprodukte der Pechblende nicht untersucht wurden.

Gangtypen

Die beschriebenen Gangformationen sind nicht gleichmäßig in allen Gängen entwickelt. Auf die Beziehungen von räumlicher Orientierung und Charakter der Mineralisation wurde bereits bei der Beschreibung der Bruchtektonik (siehe 2.4.2) verwiesen.

Die Analyse der mineralogischen Kartierung zeigt, dass in den Uranerzgängen der Lagerstätte Tellerhäuser die Paragenesen der kku- und biconi-Formation am weitesten verbreitet sind.

Mächtige und aushaltende Gänge weisen eine komplizierte Mineralisation auf, die aus einander überprägenden Mineralkomplexen mehrerer Formationen besteht. In kleineren Gängen, Trümmern und Apophysen der Hauptstrukturen sind dagegen häufig nur Bildungen eines Mineralisationsstadiums nachweisbar.

Für die Lagerstätte Hämmerlein ist allgemein eine Dominanz von Quarz-Fluorit-Gängen der kku-Formation zu konstatieren, die vorrangig innerhalb des Skarnlagers abschnittsweise Karbonatmineralisation führen.

Bauwürdige Uranerze wurden in Gängen bzw. Gangintervallen mit Mächtigkeiten über 5 cm und mit überwiegender Entwicklung von kku- und mgu-Formation angetroffen.

Die einzelnen Gänge zeigen deutliche Unterschiede in Bezug auf die vorherrschenden Begleitminerale in den Uranerzen. Es lassen sich Quarz-, Quarz-Karbonat- und gemischte Quarz-Baryt-Fluorit-Karbonat-Pechblendegänge unterscheiden (MATUŠIN et al. 1988).

Quarz-Pechblendegänge sind vor allem in den Hauptstrukturen wie „Schildbach“ und „Kunnersbach“ entwickelt. Sie beinhalten beträchtliche, qualitativ hochwertige Uranvorräte. Die Länge der Erzintervalle erreicht in einigen Fällen, wie auf Gang „Schildbach“, mehrere hundert Meter.

Der Ganginhalt besteht aus brekziiertem Quarz der q- bzw. kb-Formation, Hornstein und Pechblende, Nebengesteinsbrekzien und Letten. In untergeordneter Menge sind Kammquarz, Fluorit und Karbonate vertreten. Außerhalb der Erzintervalle gestaltet sich die Mineralisation abwechslungsreicher, da die postvariszischen Formationen stärker entwickelt sind. Örtlich werden diese Gänge vollständig durch tektonisches Material ausgefüllt.

Quarz-Karbonat-Pechblendegänge sind zumeist in NW-SO bis NNW-SSO streichenden Strukturen kleineren bis mittleren Ausmaßes anzutreffen. Dieser Gangtyp führt Uranvorräte mit durchschnittlichen bis guten Parametern nach Qualität und Quantität. Die Mineralisation setzt sich aus Bildungen der kku- und mgu-Formation zusammen. Die Hauptbestandteile sind Dolomit und Kammquarz, der gewöhnlich in Form brekziierter Relikte in Salbandnähe anzutreffen ist. In den Erzintervallen wird der Mineralbestand durch Pechblende, Hämatit, Hornstein, Coffinit und Fluorit sowie Spuren von Sulfiden ergänzt. Außerhalb der Erzintervalle geht der Anteil von Kammquarz und Dolomit zurück. Die Mineralisation besteht hier überwiegend aus „altem“ Quarz und Karbonaten der biconi-Formation.

Gemischte **Quarz-Baryt-Fluorit-Karbonat-Pechblendegänge** sind vergleichsweise wenig verbreitet. In typischer Ausbildung wurden sie auf Großstrukturen wie „Gang Luchsbad“ und „Kunnersbad“ beobachtet, wo sie einzelne Linsen mit einer Erstreckung bis ca. 100 m bilden können. Die geringen Uranvorräte dieser Gangabschnitte sind qualitativ geringwertig und selten bauwürdig. Die Pechblende tritt in Assoziation mit Quarz, Stinkspat, Rotbaryt, Dolomit oder anderen Karbonaten auf. Der Anteil der einzelnen Gangarten ist dabei sehr variabel.

2.5.3.2 Hydrothermale Nebengesteinsveränderungen

Die Nebengesteine entlang der Gänge weisen im Lagerstättenraum intensive hydrothermale Veränderungen auf. Diese Alterationshöfe lassen sich mit Mächtigkeiten von einigen cm bis maximal 1-1,5 m über die gesamte Erstreckung der Gangstrukturen verfolgen. Äußerlich sind sie als Bleichungszonen oder durch intensive Rotfärbung der Gesteine gekennzeichnet. Häufig ist am Salband eine mehrere cm mächtige Quarzhülle entwickelt.

Durch die hydrothermale Überprägung erfolgten tiefgreifende Veränderungen im Mineralbestand der Nebengesteine. Besonders auffällig ist dabei die große Vielfalt der Neubildungen. Die Ursache dafür ist im Auftreten unterschiedlichster Gesteinsvarietäten, in der Intensität verschiedener Prozesse postmagmatischer Überprägung (Verskarnung, Albitisierung, Vergreisung) und in der mehrphasigen Aktivierung der Hydrothermalsysteme zu suchen. Die Anfälligkeit für hydrothermale Veränderungen ist bei verschiedenen Ausgangsgesteinen unterschiedlich und nimmt in folgender Reihe ab: Skarne - Skarnoide (Erlane) - Glimmerschiefer - Gneise (MALYŠEV & VLASOV 1975). Die petrographischen Untersuchungen an den Alterationszonen zeigten Befunde, die den Verhältnissen der Lagerstätte Schlema-Alberoda ähneln. Wegen der weitgehenden Analogien in der hydrothermalen Gangmineralisation der beiden Objekte sind auch

gleichartige Prozesse der Nebengesteinsveränderung zu vermuten. Dabei sind ein älteres Hydroglimmer-Karbonat-Stadium, das zeitlich mit der Ausscheidung der kku-Formation parallelisiert wird, und ein jüngerer Chlorit-Karbonat-Stadium, das mit dem Absatz der mgu-Formation in Verbindung steht, zu unterscheiden (SOKOLOVA 1966).

Durch die ältere Überprägung kommt es bei ausreichender SiO_2 -Verfügbarkeit zunächst zur Bildung eines Quarzsaumes in unmittelbarer Nähe des Salbandes. In größerem Abstand zum Gang werden die Feldspäte in Adular oder in Quarz-Serizit-Aggregate umgewandelt. Aus den Skarnmineralen (Pyroxene und Amphibole) bilden sich hier Chlorit und Mg-Fe-Karbonate.

Durch das jüngere Alterationsstadium werden die Serizit-Chlorit-Metasomatite nochmals überprägt. Dabei erfolgen eine intensive Karbonatisierung aller Komponenten und eine Freisetzung von Eisen aus den Chloriten, die damit Mg-reicher werden (Übergang zur Pennin-Reihe). Als Neubildungen sind Karbonate (Calcit, Dolomit, seltener Ankerit) und Hämatit, feinnadelig in Chlorit eingewachsen, zu beobachten.

Entsprechend der Zusammensetzung des Ausgangsmaterials werden Skarne durch vollständige Verdrängung von Pyroxenen und Amphibolen in Chlorit-Karbonat-Metasomatite umgewandelt. Während Epidot-Zoisit und vor allem Granat kaum anfällig für diese Alterationen sind (MALYŠEV & VLASOV 1975), werden eingeschlossene Anreicherungen von Magnetit oder Pyrit intensiv hämatitisiert.

In Glimmerschiefern rekristallisiert Quarz mit mosaikartigen Strukturen, und Muskovit wird durch Serizit-Hydroglimmer-Aggregate verdrängt (TOKAREV et al. 1975). Feldspäte gehen in Adular oder Serizit über; aus Biotit entsteht Chlorit. Bei intensiver Entwicklung des jüngeren Alterationsstadiums ist die Bildung von Hämatit und Karbonaten zu verzeichnen.

In Erlanen überlagern sich die für Skarne und Glimmerschiefer beschriebenen Alterationen.

In graphitischen Glimmerschiefern wurden die Bildung von Quarz-Serizit-Aggregaten und die Verringerung des Kohlenstoffgehaltes (bis zu seinem völligen Fehlen) beobachtet.

Am wenigsten anfällig für die Alterationsprozesse zeigen sich Muskovitgneise, in denen analoge Mineralneubildungen wie in den Glimmerschiefern, jedoch mit deutlich geringerer Intensität festgestellt wurden (MALYŠEV & VLASOV 1975).

Zusammenfassend ist festzustellen, dass bei den hydrothermalen Alterationen eine allgemeine Zufuhr von CO_2 erfolgt, während für Calcium, Magnesium und Ei-

sen entweder Verluste (bei Skarnen) oder ein Eintrag (bei Glimmerschiefern) zu konstatieren sind (TOKAREV et al. 1975). Die Stoffverschiebungen zwischen Ganginhalt und Nebengestein laufen somit in Abhängigkeit

von der Zusammensetzung der Hydrothermen und Nebengesteine sowie räumlich und zeitlich differenziert ab.

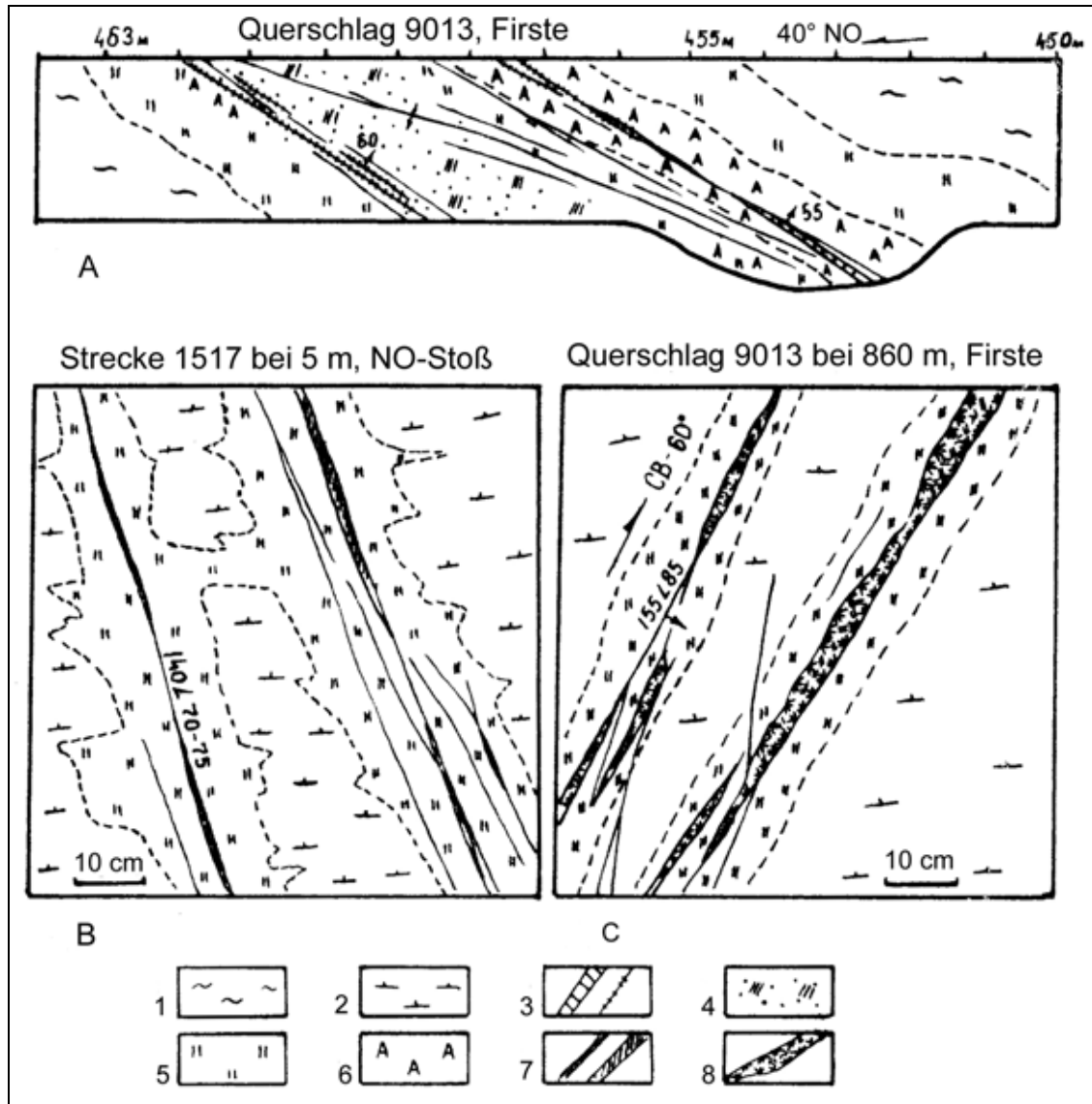


Abb. 2-48: Metasomatische Gesteinsumwandlungen entlang tektonischer Störungen und kleiner SW-NO streichender Klüfte nach TOKAREV et al. 1975

(1 - Glimmerschiefer, 2 - Gneise; 3 - Quarz- und Quarz-Sulfid-Gänge; 4 - gebleichte Skarnoide; 5 - Feldspatisierung; 6 - Amphibolisierung; 7 - chloritisierte Amphiboltrümer mit Streichen und Einfallen; 8 - Axinitrümer)

2.5.3.3 Mineralogisch-geochemische Spezialuntersuchungen

Durch Einschlussuntersuchungen an Gangarten aus verschiedenen Formationen wurden Erkenntnisse über die Bildungsbedingungen der hydrothermalen Gangmineralisation gewonnen. Zur Bestimmung der Bildungstemperatur wurde das bekannte Verfahren zur Homogenisierung von mehrphasigen Einschlüssen durch Erhitzen angewendet. Die gemessenen

Homogenisierungstemperaturen dürften mit einiger

Genauigkeit den Temperaturen der mineralbildenden Hydrothermen entsprechen. Die Ergebnisse der Messungen sind Tabelle 2.2 zu entnehmen.

Durch die Untersuchungen konnten die vermuteten hohen Bildungstemperaturen für die q- und kb-Formation bestätigt werden.

Die Uranerzbildung erfolgte in einem niedrigeren Temperaturbereich (60-140 °C, hauptsächlich: 100-130 °C). Die Bildungstemperatur des Kammquarzes konnte nicht eindeutig bestimmt werden. Die extre-

Tab. 2.2.: Ergebnisse von Einschlussuntersuchungen an Gangarten (aus MATUŠIN et al.1988)

Formation	Mineral	Anzahl der Messungen	Homogenisierungstemperatur °C
q und kb	Milchquarz	5	340-430
kku	Kammquarz	10	60-420
	Calcit	4	65-110
	Fluorit (violett)	15	90-140
	Baryt (tafelig)	2	≥ 130
mgü	Dolomit (rosa)	1	140
biconi	Ankerit (weiß)	1	120
	Quarz (drusig)	3	< 60
fl-ba	Fluorit (gelb)	3	105-130
	Baryt (gelb, drusig)	3	< 60
ags und k	Calcit	2	< 60

men Schwankungen der Homogenisierungstemperatur lassen auf ein gestörtes Gleichgewicht im Hydrothermalsystem schließen. Zuverlässigere Resultate (mit 140 °C) lieferte eine Serie gleichartiger Einschlüsse in violetterem Fluorit, der in Paragenese mit Kammquarz auftritt. Diese Werte werden durch die Messungen an Baryt und Calcit, den jüngeren Bildungen der kku-Formation, gestützt.

Die Einschlüsse von Dolomit und Ankerit der mgü- bzw. biconi-Formation zeigen ähnliche Homogenisierungstemperaturen wie der kku-Fluorit. Hierdurch wird auch die Vorstellung gestützt, dass die Umlagerung der Pechblende unter ähnlichen Bedingungen erfolgte wie ihr primärer Absatz durch die kku-Formation.

Die niedrigeren Temperaturen (< 60 °C) für Einschlüsse in Calcit der ags- und k-Formation sowie in umgelagertem Baryt (fl-ba) deuten auf telethermale Bildungsbedingungen hin.

Problematisch ist die Deutung der Homogenisierungstemperatur der Einschlüsse im biconi-Quarz und im fl-ba-Fluorit. Möglicherweise handelt es sich bei dem gelben Fluorit um eine Bildung der biconi-Formation, für die eine Temperatur von 105-130 °C absolut plausibel erscheint. Auch die Einstufung des „drusigen Quarzes“ in die biconi-Formation muss kritisch überprüft werden.

Durch kryometrische Untersuchungen an Fluorit und Quarz der kku-Formation wurden die Einschlüsse als $\text{SO}_4^{2-}\text{-HCO}_3^-\text{-Na}^+$ -Lösungen mit Konzentrationen von 1-3 Masse-% bestimmt. Gelber Fluorit (fl-ba-Abfolge) enthielt $\text{Cl}^-\text{-Ca}^{2+}\text{-Mg}^{2+}$ -Lösungseinschlüsse mit einer Konzentration von 20 Masse-%.

Seit 1985 wurden von sowjetischen Mineralogen mehrfach Proben für die absolute Altersbestimmung

der Uranerze aus der Lagerstätte Tellerhäuser entnommen. Die Ergebnisse der Datierungen sind jedoch weder in Veröffentlichungen noch in betriebsinternen Dokumenten aufzufinden. Wegen der Übereinstimmungen in den Mineralisationsverhältnissen mit der Lagerstätte Schlema-Alberoda und anderen Uranlagerstätten des Westerzgebirges sind auch Analogien in der Altersstellung der Uranvererzung zu vermuten.

Als primär uranführende Gangformation ist die kku-Formation anzusehen, deren Alter durch verschiedene Autoren anhand von Altersdatierungen an Pechblenden mit 275-280 Mio Jahren bestimmt wurde. Die nachfolgenden Mineralisationsstadien führten zur Umlagerung der Uranerze. Die Datierungen an Pechblenden der mgü-Formation ergaben Alter zwischen 140 Mio Jahren und 160 Mio Jahren, während die Pechblende-Datierungen an Probenmaterial der biconi-Formation Werte von 90-100 Mio Jahren lieferten (SCHUPPAN et al. 1994). Die jüngsten Pechblende-Umlagerungen, deren Alter im Raum Schlema und Johanngeorgenstadt mit 5-16 Mio Jahren bestimmt wurde, können sporadisch in Bildungen der ags-Formation auftreten.

3 Spezielle Lagerstätten- beschreibung

3.1 Allgemeines

Die wesentlichste Besonderheit des Lagerstättenkomplexes Hämmerlein-Tellerhäuser ist die hier ausgebildete räumliche Überlagerung einer stratiformen, d. h. an Skarnlager gebundenen zinnbetonten Buntmetallvererzung durch eine hydrothermale Uran-Gangvererzung. Dieses räumliche Zusammentreffen zweier doch recht unterschiedlicher Vererzungs- bzw. Lagerstättentypen ergibt sich aus den besonderen

geologischen Verhältnissen in diesem Gebiet. Die Ausbildung einer stratiformen Vererzung mit Zinn u. a. ist an Horizonte kristalliner Schiefer mit wesentlichen Anteilen metakarbonatischer Einlagerungen gebunden, die von Graniten des Westerzgebirgischen Teilplutons unterlagert werden. Gesteinskomplexe mit metakarbonatischen Einlagerungen stellen ebenso wie solche mit kohlenstoffführenden Schiefen oder Amphiboliten dort günstige Nebengesteine für die Ausbildung einer hydrothermalen Uran-Gangvererzung dar, wo diese Gesteine im Kontakthof oben genannter Granite von NW-SO und anders streichenden mineralisierten tektonischen Störungen möglichst intensiv durchsetzt werden. Die zinnführenden Skarnlager sind also ein Teil der hoffigen Nebengesteine für die Uranerzgänge dieses Gebietes. Insgesamt wurde hier eine ganze Reihe solcher Abschnitte des geologischen Gesamtprofils mit Wechsellagerungen günstiger Nebengesteine festgestellt, die als „produktive“ Pakete bezeichnet werden. In diesen Nebengesteinen ist in der Lagerstätte Tellerhäuser ein ganzes Bündel von Uranerzgängen ausgebildet. In Hämmerlein hingegen ist die Dichte tektonischer Strukturen bzw. des Gangnetzes bedeutend geringer und nur ein einziges „produktives“ Gesteinspaket in Form des Skarnlagers „Hämmerlein“ vorhanden, eine Uranvererzung deshalb hier auch nur schwach entwickelt.

Die beiden unterschiedlichen Vererzungstypen bedingten natürlich auch unterschiedliche Methoden der Untersuchung, Bemusterung, Vorratsberechnung und letztlich der Gewinnung und Verarbeitung. Deshalb werden im Weiteren auch Uran-Gangvererzung und schichtgebundene Vererzung (z. T. noch nach Einzelrohstoffen differenziert) getrennt beschrieben. Entsprechend der faktisch bisher erreichten Bedeutung wird dabei jeweils mit der Uranvererzung begonnen.

Die getrennte Beschreibung entsprechend den unterschiedlichen Vererzungstypen führt angesichts deren Überlagerung zwangsläufig zu einigen Wiederholungen von Fakten bzw. Zusammenhängen, die nach unserer Meinung aber für das Verständnis der Lagerstättensituation und der Erkundungsgeschichte durchaus hilfreich sind.

3.2 Lokalisation der Uranvererzung, erzkontrollierende Faktoren

3.2.1 Verbreitung der Uranvererzung im Lagerstättenraum

Grundlegende Erkenntnisse über magmatogene, lithologische, tektonische und mineralogische Faktoren der Erzlokalisierung, die in anderen westerbirgischen Uranlagerstätten gewonnen wurden, finden sich auch im Raum Hämmerlein-Tellerhäuser bestätigt:

1. Die Uranvererzung ist in ihrer Verbreitung an den Kontakthof des unterlagernden Granitmassivs gebunden. Oberhalb der +600 m-Sohle geht die Uranführung stark zurück, wie die Bergarbeiten im Raum Hämmerlein und im Schleppungsbereich der Strukturen „Schilbach“/„Gang Luchsbach“ gezeigt haben. Von über Tage gestoßene Bohrungen haben zwar einzelne tagesnahe Anomalien mit geringer Intensität angetroffen, jedoch ist hier nicht mit bauwürdigen Urankonzentrationen zu rechnen. Beim Hineinsetzen der Gänge in das Granitmassiv ist das Auskeilen der Uranvererzung zu erwarten. Die vorhandenen Bohraufschlüsse bestätigen diese These.
2. Im Bereich einer möglichen Uranvererzung, der durch die Kontaktzone vorgezeichnet ist, wird die Kontrolle der Erzverteilung primär durch den lithologischen Faktor ausgeübt. Die Uranvorräte sind im Bereich der Wechsellagerungen von Gesteinen mit unterschiedlichen physiko-chemischen Eigenschaften konzentriert. Von entscheidender Bedeutung ist dabei das Redox-Potential, das die Fähigkeit bestimmt, Uranverbindungen aus den zirkulierenden hydrothermalen Lösungen durch Reduktion auszufällen. Als besonders günstige Nebengesteine für die Uranerzfällung werden kohlenstoffführende Glimmerschiefer und Skarne, speziell magnetit- und sulfidführende Varietäten, angesehen. Ungünstige Eigenschaften sind dagegen bei hellen Muskovitschiefern und mgn-Gneisen ausgebildet. Besondere Erwähnung verdient in diesem Zusammenhang die Tatsache, dass nicht einzelne „produktive“ Gesteinslagen zwangsläufig zu maximaler Vererzung führen, sondern vielmehr die enge Wechsellagerung verschiedener Gesteinstypen, die auch „unproduktive“ Varietäten einschließt. Diese Tendenz wird durch die Ergebnisse des Streckenvortriebs eindrucksvoll bestätigt. Der Vortrieb von Gangstrecken außerhalb der Skarnlager traf nur 5-10 % der Gangfläche vererzt an, und zwar ausnahmslos Armerzintervalle. Innerhalb der Skarnlager stieg der Anteil der vererzten Gangfläche auf 40-65 % (MATUŠIN et al. 1988).
3. Die Rolle tektonischer Prozesse ist speziell für die Ausbildung des Kluft-Gang-Netzes von entscheidender Bedeutung (siehe 3.2.1.1). Doch auch für die Lokalisation der Uranerzlinien in der Gangfläche sind in vielen Fällen tektonische Besonderheiten verantwortlich. Neben den „klassischen“ Gangkreuzen sind Schleppungen, Veränderungen von Streichen und Einfallen, Anschörungen von Apophysen oder Bogentrümmern, kammerartige Verdickungen und kreuzende Kluftzonen die auffälligsten Erscheinungen. Die genaue Betrachtung der Seigerrisse zeigt, dass fast alle Erzlinien an morphologisch kompliziert gebaute Gangabschnitte gebunden sind. Da diese kleintektonischen Elemente selten über größere Entfernungen projizierbar sind, konnten sie bei der Betriebserkundung nur bedingt berücksichtigt werden.

4. Als grundsätzliche Voraussetzung für die Uranerzbildung ist der Absatz uranführender hydrothema-ler Mineralisationen in den Gängen zu betrachten. Das Auftreten dieser Gangformationen im Kontakthof des Granites und in größerer Entfernung vom Granitmassiv ist durch Bergarbeiten und Bohraufschlüsse nachgewiesen. Die bevorzugte Ausfüllung von NW-SO, NNW-SSO und N-S streichenden Strukturen ist Ergebnis des zeitlichen Zusammenspiels von Öffnungsbewegungen und hydrothema-ler Tätigkeit.

3.2.1.1 Kluft-Gang-Netz

Die Erzgänge sind unregelmäßig über den Lagerstättenraum verteilt. Sie stellen auch keine Einzelstrukturen dar, sondern gruppieren sich zu Gangscharen mit verschiedener räumlicher Orientierung. Die Herausbildung dieses Kluft-Gang-Netzes im Sinne einer lagerstättenrelevanten Struktur ist durch das Zusammenwirken verschiedener Faktoren (tektonische, magmatogene, lithologische) bedingt:

1. Die Rittersgrüner Störung, am SW-Rand des Lagerstättenfeldes verlaufend, verändert durch das Einkreuzen der Süderzgebirgischen Tiefenstörung in auffälliger Weise ihre Orientierung. Das „Einschwenken“ der Streichrichtung von $340-345^\circ$ auf $310-320^\circ$ bewirkt eine starke Entwicklung des NNW-SSO und NW-SO orientierten Störungsmusters. Dieser Effekt wird dadurch verstärkt, dass N-S verlaufende Störungszonen, die aus dem Revier Joachimsthal (Jáchymov) herübersetzen, diese Störungen kreuzen. Folglich bietet der Kreuzungsbereich dieser drei Störungssysteme optimale tektonische Bedingungen für die Lagerstättenbildung - eine Vielzahl kleiner und großer Bruchstrukturen, an denen über längere geologische Zeiträume hinweg in mehreren Etappen Öffnungsbewegungen erfolgten.
2. Ein weiterer Faktor für die Ausbildung des Kluft-Gang-Netzes ist in der Lage des Granitmassivs zu suchen. Das Kluft-Gang-Netz ist in der Nähe des Granitkontakts intensiver entwickelt als in Granitferne. Die Ursache liegt in der Kontaktmetamorphose, die umfassende Veränderungen der physiko-mechanischen Eigenschaften der Nebengesteine bewirkte. Biotitisierung von Schiefen und Verskarnung von Karbonatgesteinen erhöhen die Sprödigkeit (Kompetenz) und vermindern damit die Fähigkeit, Spannungszustände durch Gesteinsdeformationen abzubauen. Folglich wird die Bildung und Öffnung disjunktiver Strukturen erleichtert und es kann sich im Gefolge massiver Öffnungsbewegungen in den Hauptstrukturen parallel ein System von Klüften, kleinen Gängen, Diagonalstrukturen und Apophysen entwickeln.

3. Der heterogene Bau der Nebengesteine ermöglicht eine optimale Ausbildung sprödbbruchartiger Deformationen. Bau und Orientierung der dabei gebildeten Bruchstrukturen hängen in starkem Maße von den durchsetzten Nebengesteinen ab. Intensive Wechsellagerungen von Gesteinen mit wechselnden physiko-mechanischen Eigenschaften, wie sie in den „produktiven“ Paketen auftreten, bewirken Ablenkungen und Verzweigungen der Störungen. Dadurch ist die Möglichkeit gegeben, dass sich neben den Hauptstörungen Begleitstrukturen entwickeln. Einzelstrukturen neigen bei heterogen gebautem Nebengestein zur Bildung von Gangscharen, ohne dabei vollständig aufzutürmen und auszukeilen. In den Kreuzungsbereichen von Störungen wird eine Vergitterung der Strukturen ermöglicht.

Dagegen zeigen sich Störungen in monotonen Glimmerschiefern außerhalb des Kontakthofes oder in Phylliten der Thumer Gruppe meist absatzig, weniger scharf ausgebildet, kaum mineralisiert und in Folge geringerer Öffnungsbeträge vollständig mit mylonitischem Nebengestein ausgefüllt.

3.2.1.2 Strukturerknoten

Aus den Gesetzmäßigkeiten der Erzverteilung im Lagerstättenraum ergibt sich, dass Uranerzkonzentrationen dort zu erwarten sind, wo NW-SO, NNW-SSO und N-S streichende Störungszonen in „produktiven“ Paketen verlaufen. Für diese Höflichkeitgebiete wurde der Begriff „Strukturerknoten“ eingeführt. Er bezeichnet den Kreuzungsbereich von Gangschar und „produktivem“ Nebengestein (s. Abb. 3-1). Die Strukturerknoten lassen sich über mehrere Sohlen verfolgen.

Sie fallen entsprechend dem allgemeinen Gesteinseinfallen flach mit $5-10^\circ$ in südöstlicher Richtung ein und laufen wegen der unterschiedlichen Streichrichtungen der Hauptstrukturen aufeinander zu. Die Strukturerknoten des „C“-Paketes vereinigen sich im Zentralfeld der +120 m-Sohle. Allgemein scheinen alle Erzknoten mit steigender Teufe, also bei Annäherung an das Granitmassiv, eine positive Entwicklung zu erfahren. Da Teufenaufschlüsse bis in unmittelbare Nähe des Granitmassivs fehlen, muss jedoch offen bleiben, welche Perspektive diese Bereiche haben.

Von Sohle zu Sohle verändern sich Größe und Form der Erzknoten in Abhängigkeit von der Morphologie der Gangstrukturen und vom Bau der „produktiven“ Pakete. Insgesamt lassen sie sich besser verfolgen als die einzelnen Gänge, deren Zuordnung wegen des flachen Gesteinseinfallens zu permanenten Unsicherheiten führt. Ein weiterer Vorteil ergibt sich aus dem statistischen Effekt, der aus der Betrachtung der gesamten Gangschar folgt und die Überbewertung zufälliger Erscheinungen ausschließt.

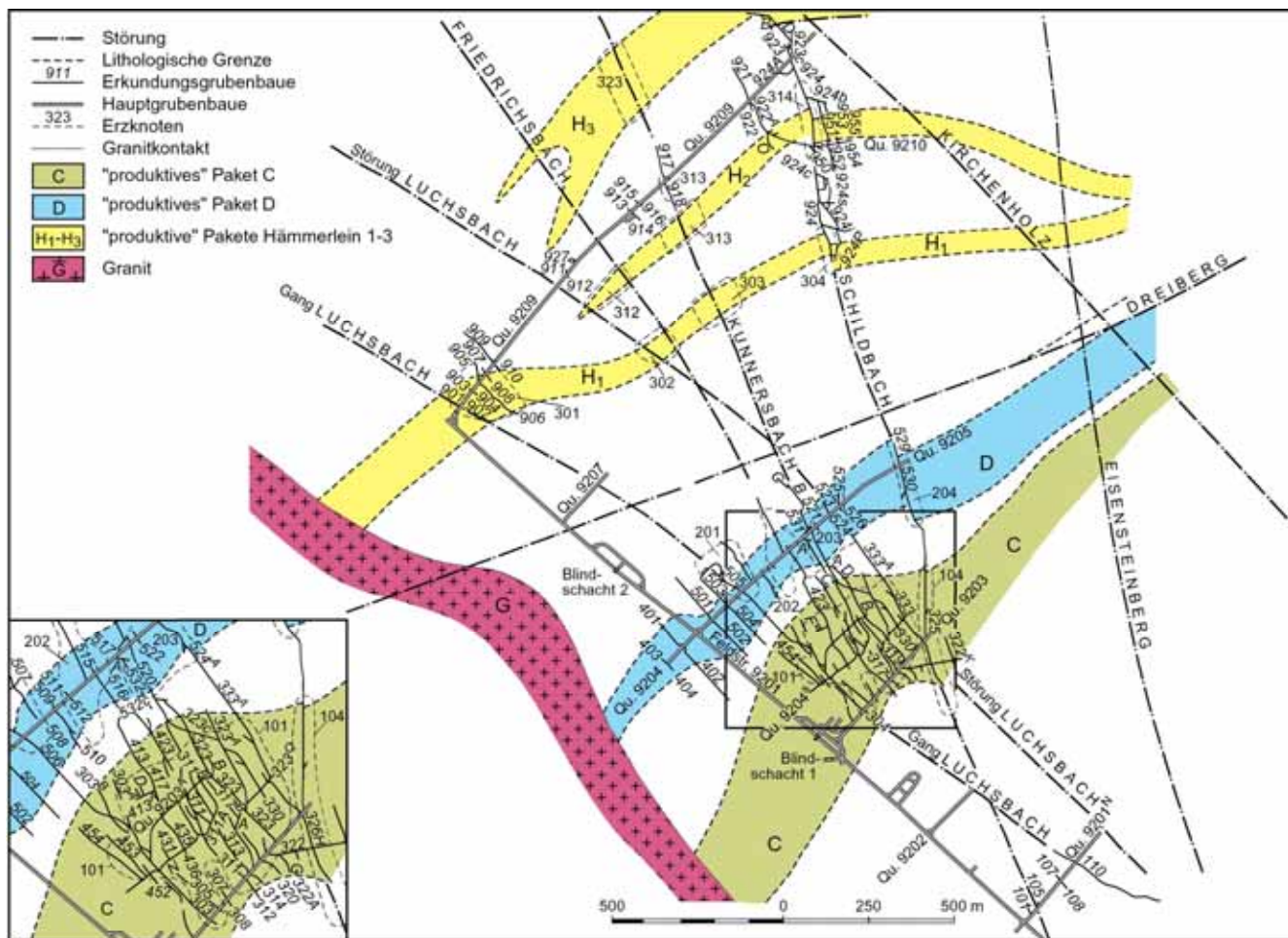


Abb. 3-1: Geologischer Grundriss Sohle +120 m (Tellerhäuser)

Diese praktischen Vorzüge wurden für die Vorratsprognose genutzt, indem die prognostischen Vorräte nach Erzknoten ermittelt wurden. Eine Übersicht über

die Bezeichnung der Strukturernknoten der Lagerstätte Tellerhäuser gibt die folgende Tabelle 3.1.

Tab. 3.1: Zuordnung der Strukturernknoten zu den Gangsystemen und den „produktiven“ Paketen (aus MATUŠIN et al. 1988)

Gangsystem \ Paket	„B“	„A“	„C“	„D“	„H ₁ “	„H ₂ “	„H ₃ “
Gang Luchsbach	001*	011	101 (101A**)	201	301	311	321
Friedrichsbach	-	-	-	202	302	312	322
Kunnersbach	-	-	-	203	303	313	323
Schildbach	004*	014	104 (104A**)	204 (204A*)	304	314	324

* Teilweise als Erzknoten 601 bzw. 604 geführt

** Strukturernknoten im SO-Flügel der Tellerhäuser-Brachysynklinale

3.2.2 Erzlokalisierung in den Gängen

Die Uranminerale bilden Linsen, Nester und Trümer innerhalb der mit Gangarten (Quarz, Karbonate, Fluorit, Baryt usw.) ausgefüllten Erzgänge. In einigen seltenen Fällen wurden Gangabschnitte aufgeschlossen, die nur mit Pechblende und Uranschwärze, begleitet von Nebengesteinsbruchstücken, ausgefüllt waren.

Bauwürdige Gänge weisen Mächtigkeiten von über 5 cm, meist sogar mehr als 15 cm, auf. Die Mächtigkeiten der Uranminerale liegen gewöhnlich bei 0,5-20 cm, können jedoch bis über 1 m erreichen. Die Projektion der Gänge (Flach- oder Seigerriss) zeigt, dass die Uranerze als Linsen über die Gangfläche verteilt sind. Diese werden durch taube Intervalle von-

einander getrennt. Kleine Linsen mit einer Fläche von wenigen m^2 zeigen ovale bis langgestreckte Formen. Große Linsen, die mehrere hundert m^2 messen können, sind unregelmäßig geformt, jedoch meist in einer Richtung gestreckt. In dieser Darstellung wird deut-

lich, dass die Erzlinsen in bestimmten Gangbereichen konzentriert sind. Diese säulen- bis bandförmigen Bereiche werden als sogenannte Erzfälle bezeichnet (s. Abb. 3-2 bis 3-4).

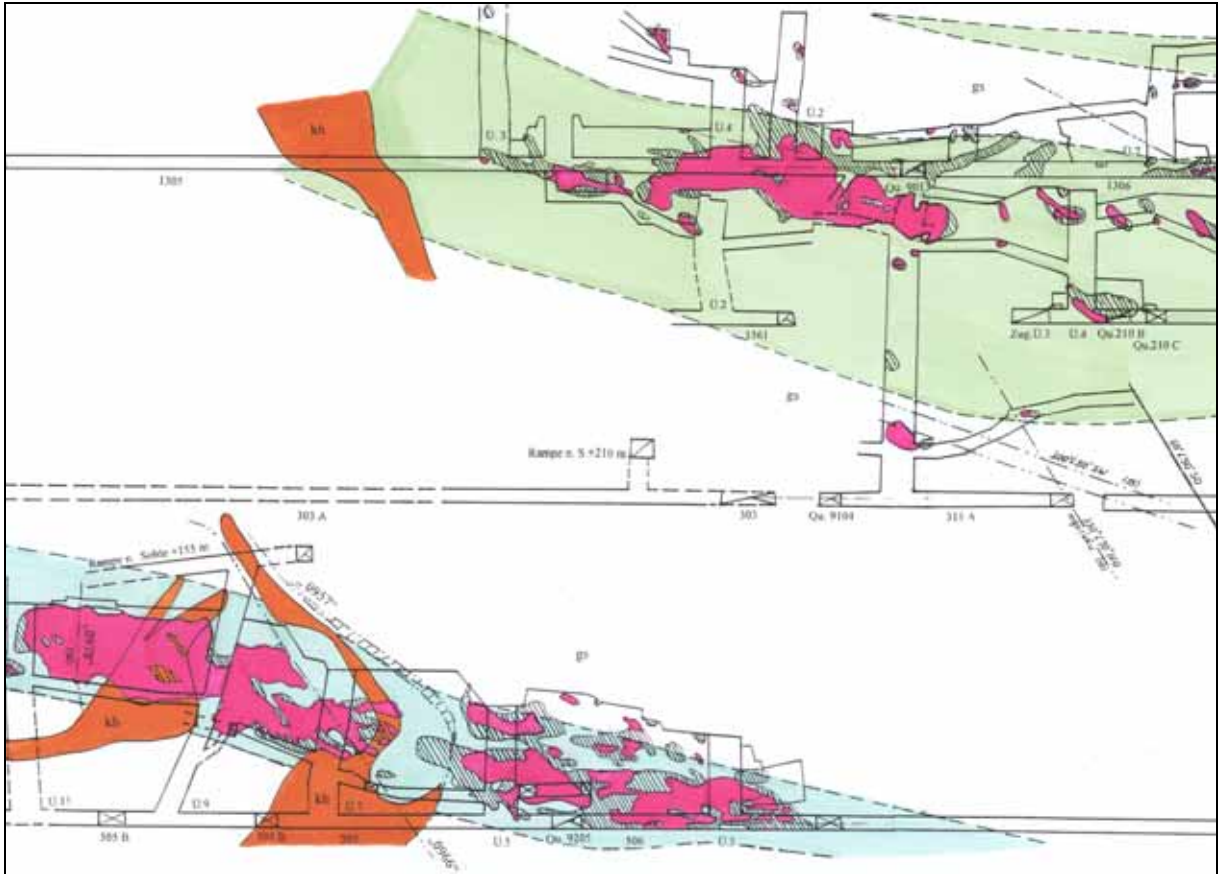


Abb. 3-2: Seigerrissausschnitt Gang Luchsbach [Gesamtriss als Beilage 2 auf CD]

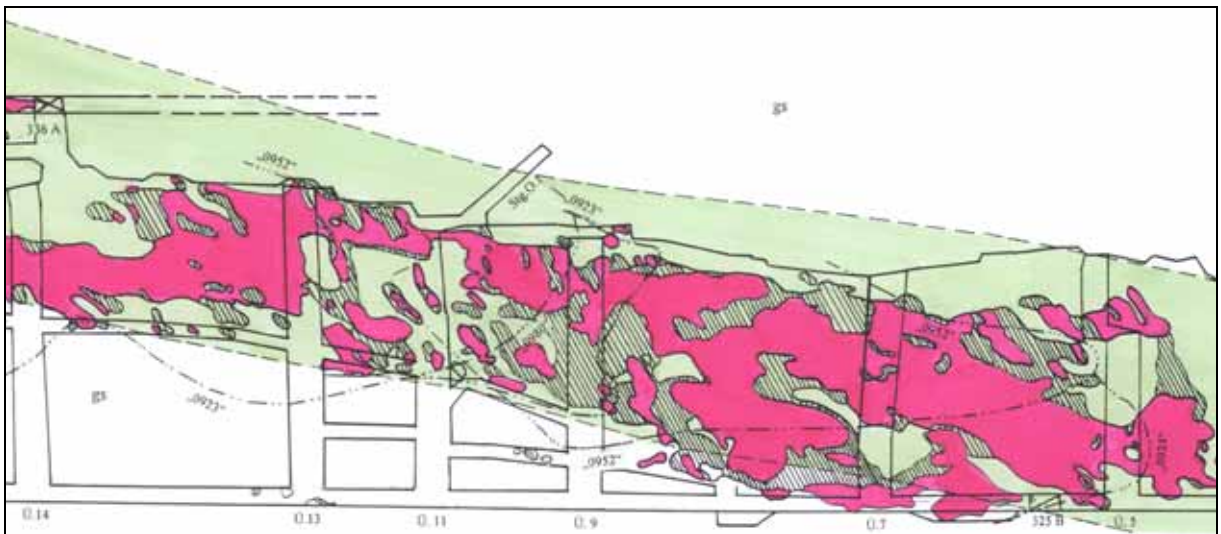


Abb.3-3: Seigerrissausschnitt Gang Schildbach I [Gesamtriss als Beilage 3 auf CD]

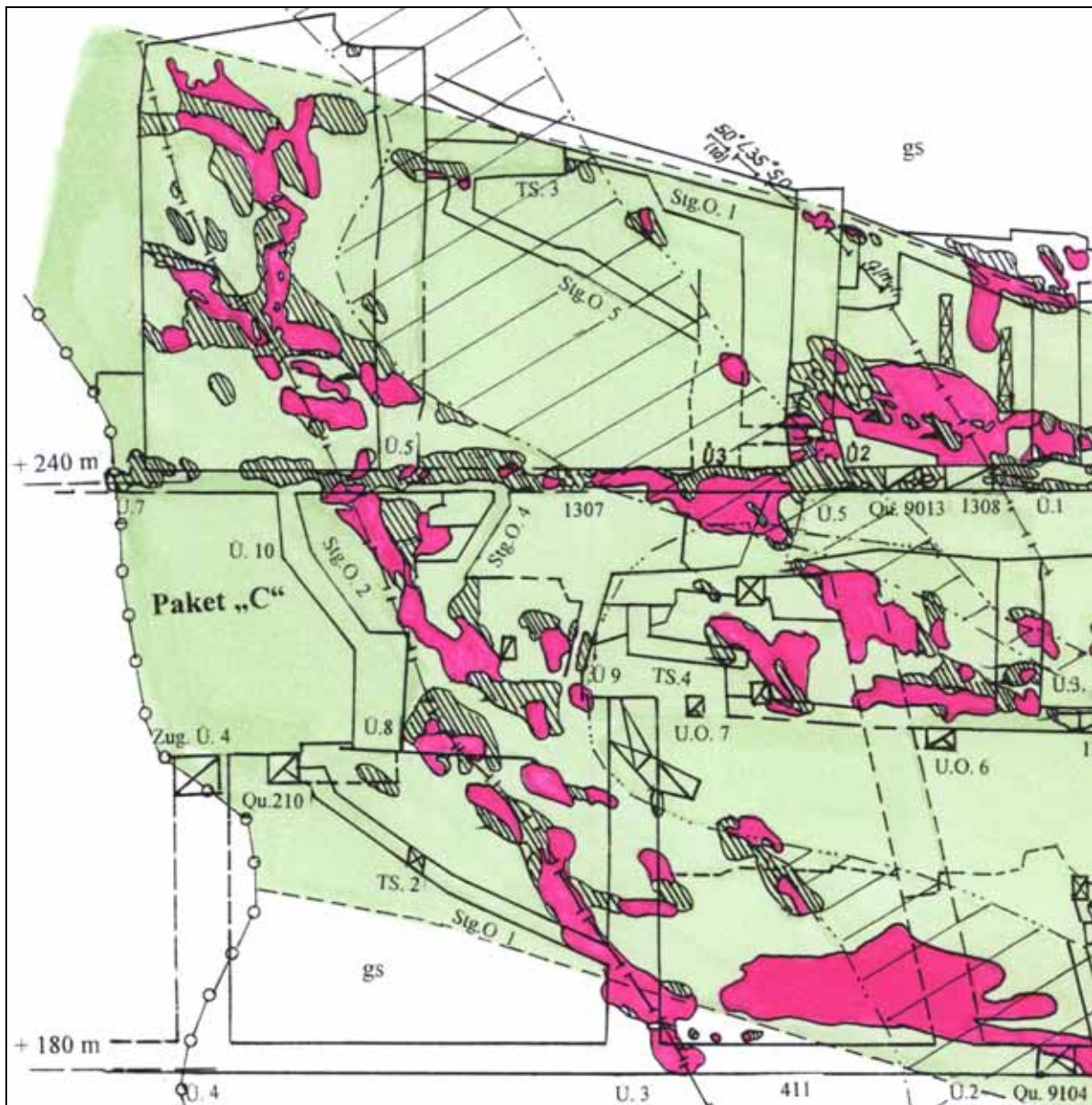


Abb. 3-4: Seigerrissausschnitt Gang Friedrichsbach II [Gesamtriss als Beilage 4 auf CD]

Sie bilden die uranhöflichen Abschnitte der Gänge. Ihr Verlauf orientiert sich am Einfallen der Nebengesteinskontakte oder an Scharungslinien mit anderen Gangstrukturen. Die Erzfälle sind dort ausgebildet, wo der Gang durch „produktive“ Gesteine verläuft. Ihre Breite hängt von der Mächtigkeit des „produktiven“ Paketes ab und kann bis zu 100 m betragen. Ihre Länge erreicht in den Hauptgängen einige hundert Meter, vorausgesetzt die lateralen Veränderungen führen nicht zum Auskeilen der „produktiven“ Gesteine. In einigen großen Gängen wie „Gang Luchsbach“ wurden entlang der „produktiven“ Pakete mehrere Erzfälle übereinander angetroffen, die nahezu parallel verlaufen und durch taube Bereiche getrennt sind. Kleine Gänge und Apophysen weisen oft nur einen Erzfall auf, der durch die Begrenzung des Ganges abgeschnitten wird, oder es finden sich nur einzelne

Erzlinen.

Die Erzfälle sind von großer Bedeutung für die Planung und Führung der Erkundungs- und Gewinnungsarbeiten, da sie im Gegensatz zu den einzelnen Erzlinen verlässlich projizierbare Größen darstellen. So wurden beim Aufschluss neuer Sohlen bekannte Erzfälle gezielt unterfahren.

3.3 Schichtgebundene Vererzung in den Skarnlagern

Im Gebiet Hämmerlein-Tellerhäuser sind in den Metamorphiten der Joachimsthaler Gruppe drei Schichtkomplexe ausgebildet, für die ein hoher Anteil an Skarn-Metakarbonat-Gesteinen kennzeichnend ist und in denen eine schichtgebundene zinnbetonte

Buntmetallvererzung angetroffen worden ist. Diese drei Schichtkomplexe werden kurz als Skarnlager bezeichnet, womit gemeint ist, dass es sich nicht um einen mehr oder weniger gleichförmig durchgehenden Skarnhorizont handelt, sondern um einen skarndominierten Profilabschnitt mit Einlagerungen von Gneisen, Glimmerschiefern, Marmor usw. Das unterste

davon, das Skarnlager „Hämmerlein“ (bzw. Hämmerlein-Lager) weist in der gleichnamigen Lagerstätte eine Vererzung auf. Die höher folgenden Skarnlager „Dreiberg“ (bzw. Dreiberg-Lager) und „Breitenbrunn“ (bzw. Breitenbrunn-Lager) führen in der Lagerstätte Tellerhäuser eine entsprechende Vererzung.

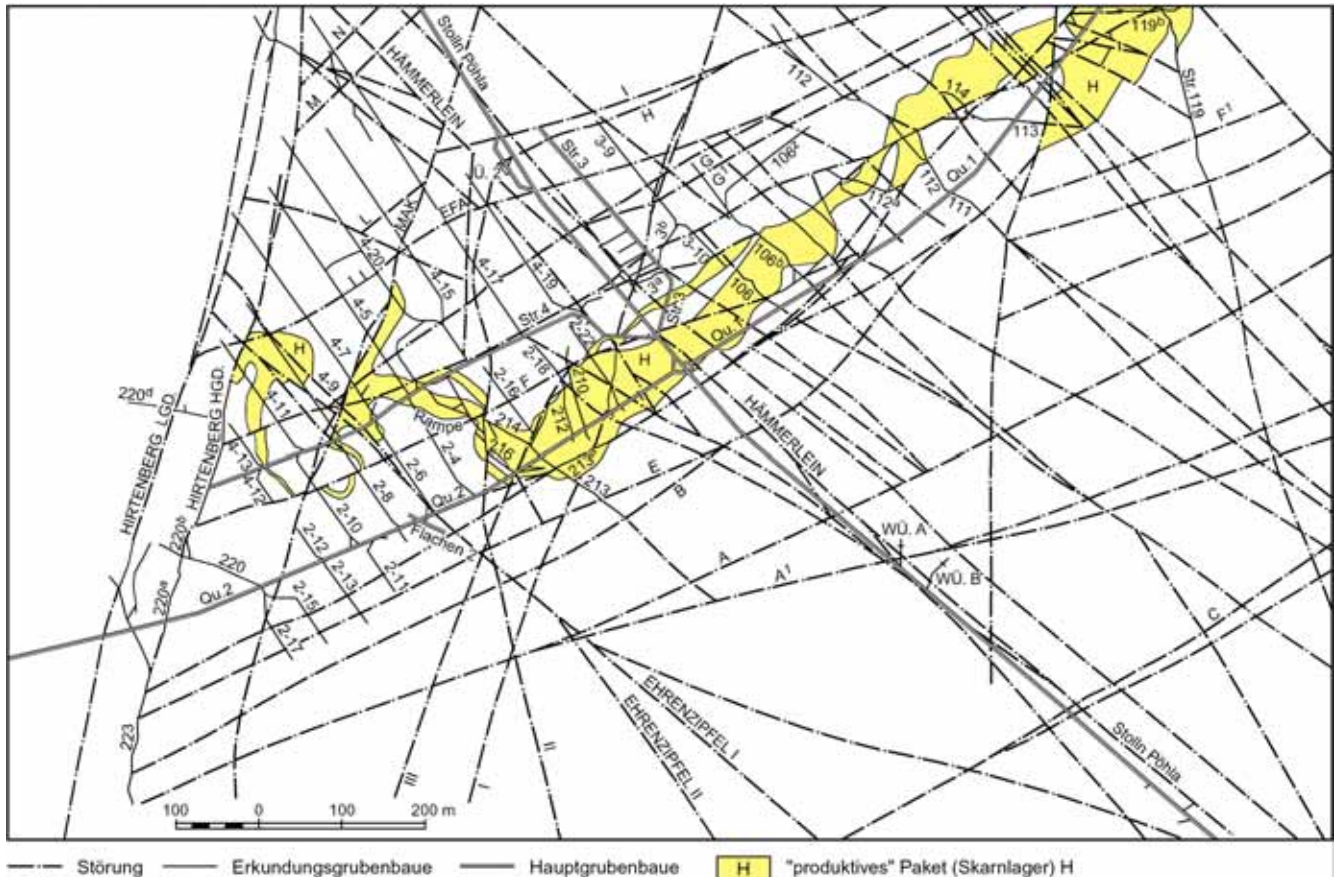


Abb. 3-5: Geologischer Grundriss Sohle +585 m (Hämmerlein)

3.3.1 Skarnlager „Hämmerlein“ (Lagerstätte Hämmerlein)

3.3.1.1 Aufschlussverhältnisse

Der Aufschluss des Skarnlagers „Hämmerlein“ erfolgte auf der Stollnsohle (=Sohle +590 m) mit den zwei Querschlägen 1 und 2 im Streichen des Lagers mit 2 510 m Gesamtlänge und weiteren 5 735 m Streckenauffahrungen im Streichen und Fallen. Eine zweite querschlägige Auffahrung wurde im Ansteigen des Skarnlagers aus einem Überhauen 320 m nordwestlich der Querschläge 1 und 2 ca. 21 m oberhalb der Stollnsohle mit 728 m Länge angelegt. Eingefügt sei hier, dass die Bezeichnung von Auffahrungen als Querschläge und Strecken oder Feldstrecken in Hämmerlein und Tellerhäuser aus ihrer ursprünglichen Anlage für die Suche und Erkundung allgemein NW-SO streichender Uranerzgänge zu verstehen ist. Im Einfallen, unterhalb der Stollnsohle liegende Teile des Hämmerlein-Lagers sind über zwei Flächen und

daraus aufgefahrene Querschläge und Strecken auf den Sohlen +530 m und +500 m aufgeschlossen worden. Aus den auf den Sohlen +590 m und +530 m in 50-60 m Abstand aufgefahrenen Strecken eingebrachte Kernbohrungen nach oben und unten durch das Lager mit Teufen bis zu 170-230 m vervollständigten seinen Aufschluss (zum Erkundungsnetz siehe 7.3.2) auf fast 2 km im Streichen und 1,5 km in Fallrichtung

Auch die durchgeführten Experimentalabbauarbeiten auf drei Versuchsblöcken mit Kammer-Pfeiler-Abbau (siehe 7.4.2) trugen zur Erhöhung des Aufschluss- und Erkundungsgrades der Lagerstätte bei.

Insgesamt sind zur Erkundung der Zinnvererzung in der Lagerstätte Hämmerlein 32 000 m Vortrieb, 138 900 m Bohrung und 25 638 m³ Abbau getätigt worden. Dazu kommen in diesem Bereich noch 16 272 m Vortrieb für die Uran-Erkundung. Außerdem

sind hier die mit Bohrungen im Abstand von ca. 100-200 m auf mehreren Profilen von der Tagesoberfläche aus geschaffenen zusätzlichen Aufschlusspunkte zu erwähnen.

3.3.1.2 Geologische Situation

Entsprechend ihrer geologischen Position im Übergangsbereich von der SO-Umrandung der Schwarzenberger Kuppel zur Brachysynklinale von Tellerhäuser sind die metamorphen Gesteinsserien im Bereich der Lagerstätte Hämmerlein im Prinzip durch SW-NO-Streichen und ein flaches Einfallen nach SO gekennzeichnet. Durch flache Faltenstrukturen höherer Ordnung und eine Reihe tektonischer Störungen ist dieser grundsätzliche geologische Bau lokal komplizierter gestaltet. Begrenzt wird der Lagerstättenbereich strukturell betrachtet im SW etwa durch die Rittersgrüner und im NO durch die Luchsbach-Störung, die beide NW-SO streichen. Im NW ist die N-S gerichtete Hirtenberg-Störung und im SO die SW-NO streichende Dreiberg-Störung als Begrenzung dieses Bereiches anzusehen.

Innerhalb dieses Bereiches ist in dem der Mittleren Folge der Joachimsthaler Gruppe zuzurechnenden Skarnlager „Hämmerlein“ und den unterlagernden Glimmerschiefern eine Zinnvererzung ausgebildet. Die bereits erwähnten, allgemein NW-SO streichenden flachen Faltenstrukturen höherer Ordnung sind die Ursache dafür, dass die Lagerung des vererzten Schichtkomplexes im Detail recht stark variiert. So ändert sich das allgemeine Streichen des Hämmerlein-Lagers von NW-SO im Westteil der Lagerstätte auf SW-NO im mittleren und Ostteil. Das allgemein flache, von ca. 5° bis gelegentlich über 15° variierende Einfallen des Lagers nach SW bis SO verstärkt dabei den in der grundrisslichen Darstellung (siehe Abbildung 3-5) vermittelten Eindruck größerer Lagerungsänderungen. Die den Lagerstättenbereich durchsetzenden tektonischen Störungen verkomplizieren die Lagerungsverhältnisse weiter, auch wenn sie meist nur geringmächtig sind und die anstehenden Gesteine nur wenig verwerfen. Insbesondere an submeridionalen Strukturen wie „MAK“ sowie an SW-NO streichenden Störungen (Störung „EFA“ u. a.) können Verwerfungsbeträge von 5 m bis etwa 20 m beobachtet werden. An den recht verbreiteten NW-SO streichenden Störungen hingegen sind die Verwürfe nur gering (maximal wenige Meter). Auf einigen davon wurde eine Uran-Gangvererzung angetroffen (z. B. Störung bzw. Gang „Hämmerlein“).

Die bereits primär vorhandenen Mächtigkeitsunterschiede in den Ausgangsgesteinsschichten des Skarnlagers, deren Überprägung durch metamorph-metasomatische Prozesse sowie die Faltungs- und Bruchtektonik haben zu einer komplizierten Morphologie mit stark wechselnden Mächtigkeiten und Ver-

werfungen an tektonischen Störungen geführt. Das Skarnlager wird dadurch in mehrere Teilkörper aufgliedert, die entweder auskeilen oder kulissenartig hintereinander gelagert sind. Im zentralen Teil, d. h. im Bereich von Querschlag 1 und 2, beträgt seine Mächtigkeit ca. 13 m, maximal bis 20 m; im Einfallen nach SO zu nimmt sie dann von 6-8 m auf 2-4 m ab. Dabei ändert sich gelegentlich (in Bereichen flacher Brachyantiklinalfalten) auch der Fallwinkel. In der streichenden Erstreckung ist das Skarnlager bis zu seinem Auskeilen im SW bzw. NO auf bis zu 1 900 m ausgebildet, davon auf 550 m als Amphibol-Magnetit-Skarn und randlich als Pyroxen-Granat-Skarn. Auch in der Fallrichtung, d. h. nach NW und SO keilen bei etwa gleicher Gesamterstreckung erst die Amphibol-Magnetit-Skarne und dann die Pyroxen-Granat-Skarne aus. Im Skarnlager selbst treten neben Glimmerschieferinlagerungen auch Linsen und Lagen von Muskovitgneis auf, die gelegentlich boudinartig zerrissen erscheinen. Außerdem sind linsenartige und nestförmige Relikte von calcitischem Marmor zu beobachten, vor allem im SO-Teil des Lagers. Ähnlich einer Aureole begleiten verkarnte Gesteine bzw. sogenannte Nebenskarne (Feldspat-Pyroxen-Gesteine) das Skarnlager. Sie sind insbesondere über dem Lager verbreitet, vergleichsweise seltener darunter.

Die Granitoberfläche befindet sich im Bereich der Lagerstätte Hämmerlein rund 300 m unterhalb des Skarnlagers. Sie bildet hier an einem NW-SO verlaufenden Rücken eine schwach ausgeprägte, von SW nach NO von ca. 400 m auf ca. 100 m HN abfallende Aufwölbung (siehe Abbildung 2-20), über der die oben erwähnten flachen Faltenstrukturen ausgebildet sind.

Damit ergibt sich vereinfacht betrachtet das Gesamtbild eines im Streichen wie auch im Fallen auskeilenden vererzten Skarnlagers über einer Granitaufwölbung, bestimmt einerseits durch das (primäre) Auskeilen des karbonatischen Ausgangsgesteinshorizontes und andererseits durch die zunehmende Entfernung von der Granitoberfläche. Die maximale Entfernung einer bauwürdigen Zinnvererzung von der Granitoberfläche ist hier wie auch in den anderen Lagerstätten dieses Typs im Westerzgebirge mit ca. 600 m ermittelt worden.

3.3.1.3 Vererzungsverhältnisse

Die schichtgebundene Vererzung an Zinn (und seinen Begleitrohstoffen) in der Lagerstätte Hämmerlein ist überwiegend dispers eingesprengt und feintrümerig ohne scharfe, deutliche Erzkörperkontur, d. h. mit allmählichem Übergang von vererzten in unvererzte Bereiche. Die Konturen der Erzkörper ergeben sich somit entsprechend den Schwellengehalten für die zwei Zinnerztypen Skarnerz (0,15 %) und Schiefererz (0,10 %).

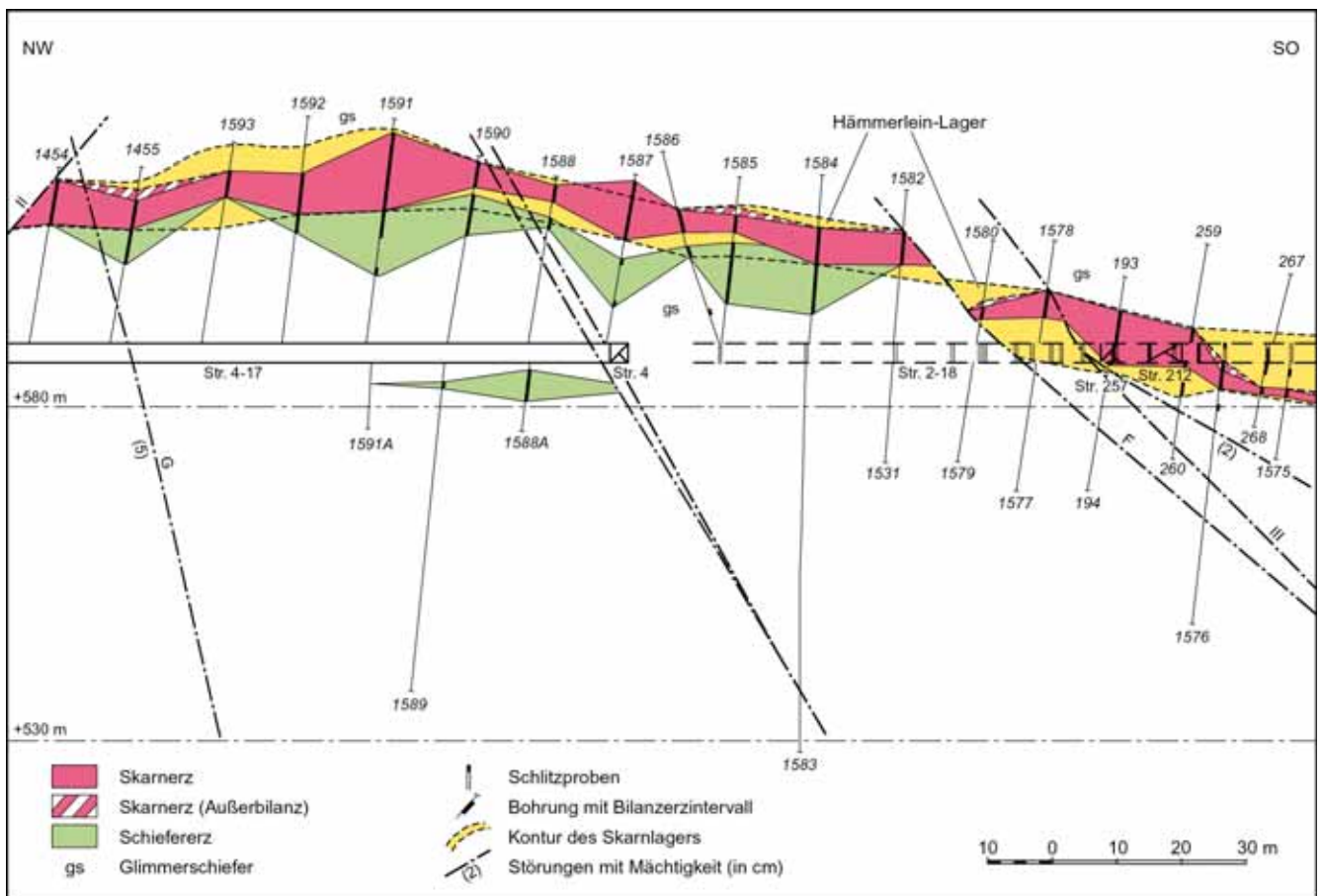


Abb. 3-6: Schematisierter geologischer Längsschnitt - Hämmerlein

Skarnerzkörper sind konkordante, linsen- bis lagenförmige Körper im Skarnlager von allgemein 2-4 m Mächtigkeit (z. T. auch 5-8 m, maximal 12-13 m) auf ca. 1 km² Fläche. Dabei sind über 90 % der Zinnvorräte im Skarnerz an ein Haupterzlager im Skarnlager „Hämmerlein“ gebunden, das überwiegend im unteren Teil, teilweise aber auch im oberen Teil dieses Lagers auftritt (s. Abb. 3-6). Manchmal nimmt es dessen volle Mächtigkeit ein; am seltensten befindet es sich im mittleren Teil des Skarnlagers. Gelegentlich treten kleinere Skarnerzkörper über diesem Haupterzlager auf, seltener auch unter ihm. Ihre Mächtigkeit kann 2,0-2,5 m erreichen.

Die Skarnerzkörper sind wie auch das Skarnlager selbst petrographisch sehr wechselhaft ausgebildet. Neben Skarnen unterschiedlicher Zusammensetzung, die 75-85 % ihres Aufbaus ausmachen, treten Lagen und Linsen an verskarnten Schiefen, Skarnoiden und Gneisen auf. Auch in verskarnten Schiefen unmittelbar im Liegenden des Skarnlagers kann eine Zinnvererzung auftreten.

Die Vererzung in den Skarnerzkörpern ist ebenfalls sehr unregelmäßig verteilt, was vermutlich mit der petrographischen Wechselhaftigkeit zusammenhän-

gen dürfte. So treten neben mehr oder weniger intensiv vererzten Intervallen (bis 5,17 % Sn) erzfreie Intervalle auf und solche, deren Zinngehalt unter dem Schwellengehalt (siehe 7.3.2) liegt. Durch tektonische Störungen mit Verwerfungsbeträgen von maximal 8-10 m werden der geologische Bau und die Morphologie der Erzkörper weiter verkompliziert.

Der Kassiterit ist in den Skarnen allgemein mit Quarz, Chlorit und Fluorit vergesellschaftet. Er bildet überwiegend klein- bis feinkörnige Einsprenglinge, wobei die Korngrößen von 0,001 mm bis 20 mm schwanken. Die Hauptmenge des Kassiterits (ca. 70 %) liegt in der Kornklasse von 0,02 mm bis 0,5 mm. Die größeren Fraktionen sind insbesondere in den reicheren Erzen des Zentralteils der Lagerstätte (um Querschlag 2) anzutreffen. In Nestern und Linsen, die 20-30 cm Mächtigkeit und ca. 1,5 m Länge erreichen, ist hier der Kassiterit lokal auch in größeren Aggregaten zusammen mit Quarz und z. T. auch Chlorit angereichert. Untergeordnet tritt der Kassiterit auch in Form feiner Nadelchen auf oder als zonar aufgebautes „Holzzinn“ (vor allem an der SW- und NO-Flanke). Gelegentlich sind in den Zinnskarnen Calcit, Hämatit, selten auch Scheelit und Bertrandit zu finden.

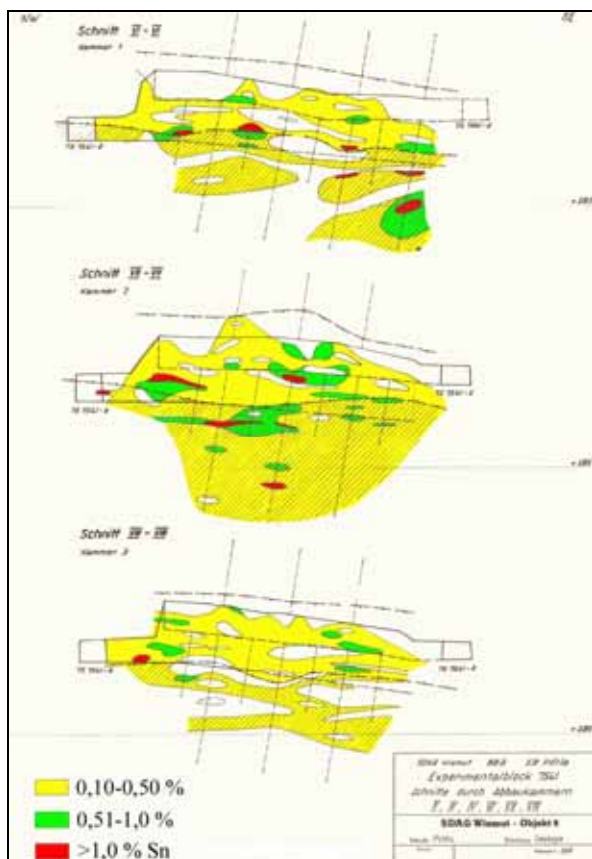


Abb. 3-7: Längsschnitte durch den Experimentalblock 7541 mit Erzverteilung (s. CD)

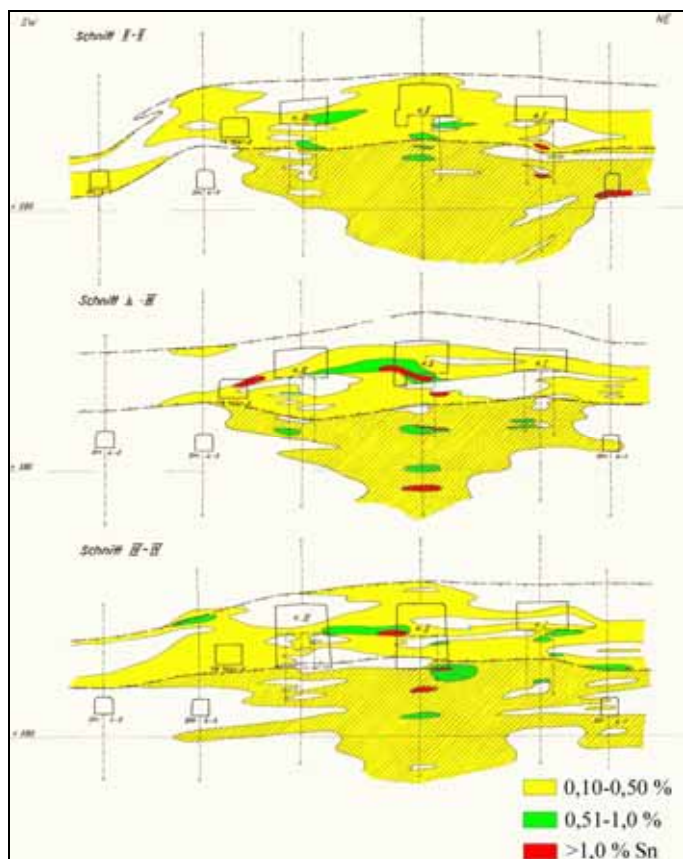


Abb. 3-8: Querschnitte durch den Experimentalblock 7541 mit Erzverteilung (s. CD)

Die Sulfidvererzung ist in der Regel besonders im unteren Teil des (Zinn-)Skarnerzkörpers ausgebildet. Dabei handelt es sich um Linsen und Nester mit Arsenopyrit, Löllingit, Sphalerit, Pyrit, Chalkopyrit, Pyrrhotin, Bismuthinit, gediegen Wismut und Stannin. Daneben tritt sie auch auf steilfallenden Trümern auf (meist Arsenopyrit, Sphalerit und Pyrit). Sphalerit ist oft in größeren Anhäufungen anzutreffen; nicht selten bildet er schichtkonkordante kompakte Linsen (z. B. Bereich Querschlag 2).

Neben der Zinn- und Sulfidvererzung tritt in den Skarnen eine Magnetitvererzung auf. Sie ist vor allem in den peripheren Teilen des Lagers, insbesondere im unteren Abschnitt vorzufinden. Der Magnetit ist sowohl in Form vereinzelter Einsprenglinge oder kleiner Linsen und Trümer als auch massiger Erzkörper mit bis zu 2 m Mächtigkeit und einigen Dekametern Erstreckung ausgebildet, überwiegend in Amphibolskarnen. Nicht selten zeigt er Umwandlungserrscheinungen in Hämatit (Martit). Innerhalb der Magnetitkörper treten manchmal nestartige Sphaleritanhäufungen auf.

In den in die Zinn-Skarnerzkörper eingelagerten Glimmerschiefen und Gneisen gehen die Gehalte an Zinn, wie auch an Zink und Eisen stark zurück.

Schiefererzkörper sind meist im Liegenden des Skarnlagers ausgebildet. Sie weisen eine komplizierte Morphologie auf und sind deutlich tektonisch kontrolliert, d. h. an Störungs- bzw. Kluft-Trümer-Systeme gebunden (s. Abb. 3-7 u. 3-8). Der Kassiterit kommt hier in konkordanten und diskordanten Trümern vor, die einige Millimeter bis Zentimeter mächtig werden können. Diese Trümer enthalten außerdem Quarz, Albit, Turmalin, Muskovit, Fluorit, Chlorit, Calcit und weitere Minerale (s. Abb. A6-4). Der Kassiterit bildet hier meist prismatische Kristalle bzw. Kristallaggregate; er ist allgemein gröber ausgebildet als in den Skarnen (meist 0,1 mm bis 0,5 mm Größe). An den Trümern sind geringmächtige Nebengesteinsveränderungen in Form einer Vergreisung zu beobachten.

Die Schiefererzkörper bilden z. T. flachfallende, schichtkonkordante, also etwa SW-NO streichende Lager, z. T. auch stockwerkartige Körper von bis zu 30-40 m Mächtigkeit (beim Haupterzkörper noch darüber). Sie können unmittelbar unter dem Skarnlager folgen, aber auch im Abstand von bis zu 20-25 m unter ihm einsetzen. Selten treten auch Schiefererzkörper im Hangenden des Skarnlagers auf. Allgemein bestehen sie aus mehr oder weniger vergreisten und hydrothermal veränderten Schiefen mit Lagen und Linsen von Gneisen, Skarnen und verskarnten Schiefen, die oft in unterschiedlichem Maße verquarzt sind.

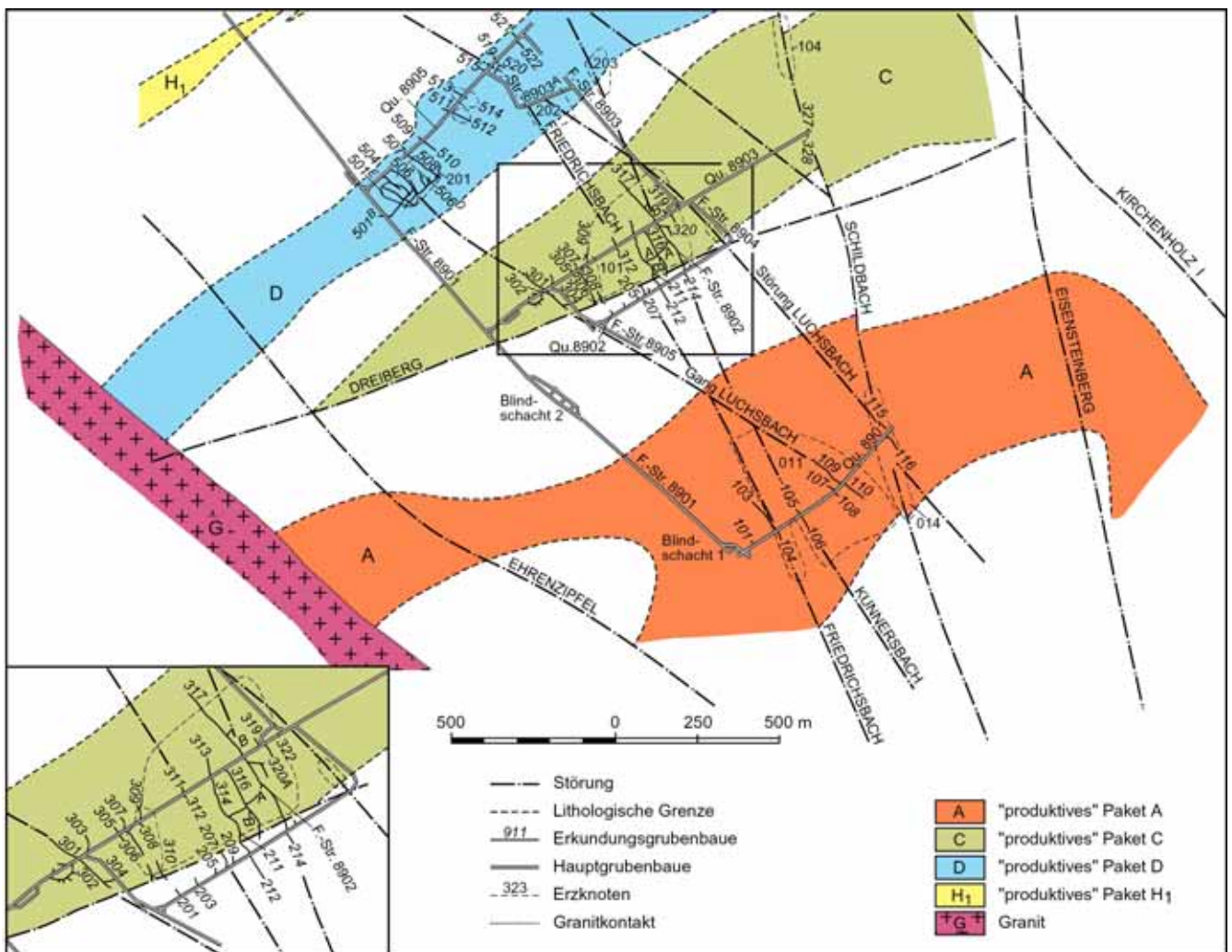


Abb. 3-9: Geologischer Grundriss Sohle +300 m (Tellerhäuser)

Der größte Schiefererzkörper ist im Zentralteil der Lagerstätte angetroffen worden mit Ausmaßen von ca. 280 m x 120 m bei bis zu 50 m Mächtigkeit. Daneben ist noch eine Reihe kleinerer Erzkörper auf der ganzen Fläche unter dem Skarnlager vorhanden.

Auch innerhalb der Schiefervererzung, die noch absetziger als die Skarnvererzung ausgebildet ist und in einzelnen Erzintervallen Zinngehalte von bis zu 1,20 % aufweist, kommen nicht selten erzfreie bzw. nicht konditionsgerechte Bereiche vor; diese sind bei der Vorratsberechnung mittels eines linearen Erzführungskoeffizienten (d. h. für die Mächtigkeit) berücksichtigt worden.

Im Unterschied zur Skarnvererzung ist in den Schiefererzen nur das Zinn (im Kassiterit) von Bedeutung.

Insgesamt sind in der Lagerstätte Hämmerlein Bilanzvorräte ($C_1 + C_2$) von 12,263 Mio t Erz mit 51 107 t Zinn, d. h. einem Durchschnittsgehalt von 0,42 % ermittelt worden. Dabei handelt es sich um 6,623 Mio t Skarnerz mit 32 234 t Zinn und 5,640 Mio t Schiefer-

erz mit 18 873 t Zinn (Durchschnittsgehalte jeweils 0,49 % bzw. 0,33 %). Weitere Angaben dazu, so zu zusätzlichen Außerbilanz- und prognostischen Vorräten, sind aus Abschnitt 8.2 zu ersehen.

3.3.2 Skarnlager „Dreiberg“

3.3.2.1 Aufschlussverhältnisse

Das stratigraphisch über dem Hämmerlein-Lager folgende Skarnlager „Dreiberg“ ist ca. 2-3 km weiter südöstlich, in der Lagerstätte Tellerhäuser vor allem auf den Sohlen +240 m und +120 m aufgeschlossen und erkundet worden. Es liegt hier ca. 350-600 m unterhalb der Stollnsohle, also ca. 650-900 m unter der Tagesoberfläche.

Der Aufschluss begann zunächst - von den Bohrungen von der Tagesoberfläche in diesem Bereich abgesehen - mit Auffahrungen auf der +240 m-Sohle. Hier wurden eine Reihe von Querschlägen und Feldstrecken bzw. Strecken (Bezeichnung erfolgte ent-

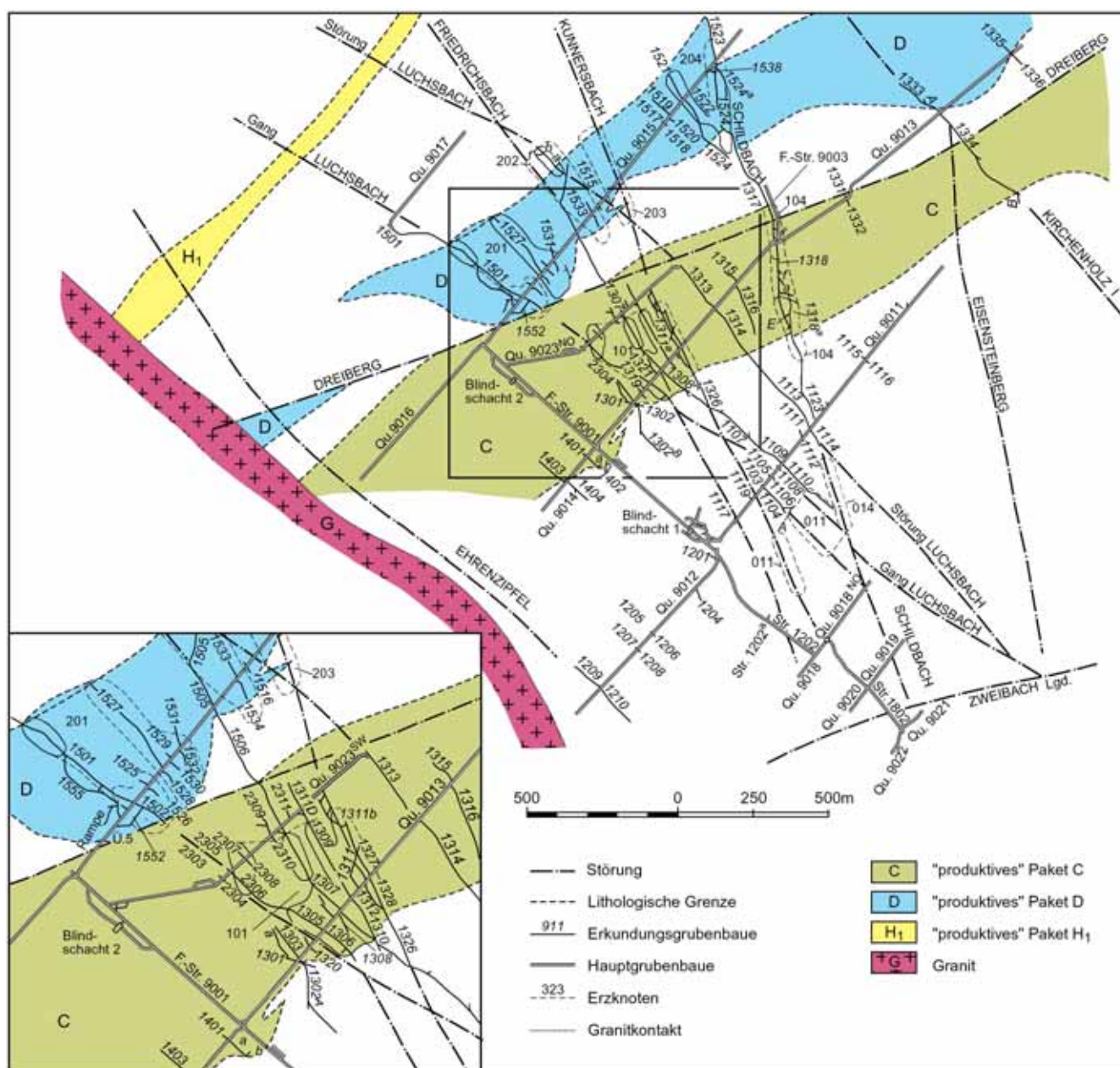


Abb. 3-10: Geologischer Grundriss Sohle +240 m (Tellerhäuser)

sprechend der primären Anlage für die Uranerkundung - siehe auch 3.3.1.1) im Streichen und Fallen des Skarnlagers zur Zinnerkundung genutzt.

Von diesen Erkundungsauffahrungen aus, deren Abstand im Streichen 470-500 m und im Fallen 350-600 m betrug, wurden Kernbohrungen nach unten oder oben durch das Skarnlager geteuft (s. Abb. 3-12 u. 3-13). Der Bohrlochabstand auf diesen Erkundungslinien betrug anfangs 100-200 m und wurde anschließend größtenteils auf 50 m verdichtet. Die Bohrlochteufe lag meist zwischen 45 m und 180 m, maximal bei 350 m. Mittels dieses Erkundungsnetzes wurden C₂-Bilanzvorräte ermittelt, dazu randlich prognostische, d. h. Δ_1 -Vorräte.

Auf der +120 m-Sohle wurde für eine detailliertere Erkundung ein dichteres Aufschlussnetz geschaffen. Dazu dienten Streckenauffahrungen im Abstand von 60 m im Einfallen des Dreiberg-Lagers, wobei z. T. Uranerkundungsstrecken genutzt wurden. Auf diesen Erkundungslinien wurden Kernbohrungen im Abstand von überwiegend 12,5 m, teilweise auch von 25 m durch das Lager geteuft. Mit dieser Erkundungsnetzichte konnten auch C₁-Bilanzvorräte berechnet werden. Mit weiteren Auffahrungen für die Erkundung und den Abbau von Uran sind ebenfalls Aufschlüsse im Dreiberg-Lager auf dieser Sohle entstanden.

Auch auf den Sohlen +300 m, +180 m und +60 m (+85 m) sind mit Auffahrungen zur Uranerkundung Aufschlüsse im Dreiberg-Lager geschaffen worden, andererseits mit solchen für den Magnetitabbau in diesem Lager (siehe 7.4.3) zwischen den Sohlen +180 m und +240 m. Außerdem haben etliche Such-Erkundungsbohrungen von der Tagesoberfläche aus weitere Aufschlusspunkte ergeben.

3.3.2.2 Geologische Situation

Der Lagerstättenbereich Tellerhäuser befindet sich im NW- und Zentralbereich der Brachysynklinale von Tellerhäuser. Die hier anstehenden metamorphen Schichtkomplexe sind allgemein durch SW-NO-Streichen und flaches Einfallen nach SO (meist nicht über 10-15°) bis horizontale Lagerung gekennzeichnet. Auch hier verkomplizieren flache Faltenstrukturen höherer Ordnung und zahlreiche tektonische Störungen den geologischen Bau.

In der Mittleren Folge der Joachimsthaler Gruppe ist in diesem Bereich in Glimmerschiefern ca. 60-80 m oberhalb des Horizontes, der in der Lagerstätte Hämmerlein das gleichnamige Skarnlager enthält, das Skarnlager „Dreiberg“ ausgebildet. Es besteht im Wesentlichen aus Skarnen sowie verskarnten Glimmerschiefern und enthält gelegentlich Marmorlinsen; Gneise bilden häufig die Liegend- und Hangendbegrenzung des Lagers. Wie sein Internbau ist auch seine Mächtigkeit sehr veränderlich und schwankt von 1 m bis 20-30 m, maximal bis 35 m. Die großen Mächtigkeiten von über 20 m treten im zentralen Teil des Lagers, etwa einem aus den Störungen „Gang Luchsbach“, „Schildbach“ und „Dreiberg“ gebildeten Dreieck, auf. Nach außen zu nimmt die Mächtigkeit - wenn auch unregelmäßig - bis zu seinem Auskeilen ab. Im SW wird das Lager teilweise vom Granit abgeschnitten; im NW, zur Lagerstätte Hämmerlein zu, überschneidet es sich flächenmäßig mit dem unterlagernden Hämmerlein-Lager.

Das Dreiberg-Lager wird innerhalb des tektonischen Keils aus Rittersgrüner und Eisensteinberg-Störung von einer ganzen Reihe weiterer, überwiegend NW-SO bis N-S streichender tektonischer Störungen durchsetzt. Mit relativ geringen Verwerfungsbeträgen von meist nur wenigen Metern, in Ausnahmen bis ca. 20 m (Störung „Schildbach“) bewirken sie einen stufenbruchartigen Versatz des Lagers. Neben tektonisch beanspruchtem Nebengestein führen sie häufig eine hydrothermale Mineralisation, teilweise mit Uran, nicht selten auch Kersantitgänge. Von Bedeutung für die Ausbildung des Lagers ist auch die SW-NO streichende Dreiberg-Störung mit bis über ca. 20 m Versatz.

Die Skarne des Dreiberg-Lagers sind überwiegend Pyroxen-Granat-Skarne mit Amphibol, z. T. auch mit Magnetit, teilweise auch Granat-Pyroxen-Skarne und

Magnetit- bzw. Magnetit-Amphibol-Skarne. Eingelagerte Glimmerschiefer oder Gneise sind meist verskarnt. Magnetit tritt in diesem Lager - und ganz besonders in seinem SW-Teil - deutlich stärker auf als in den anderen Skarnlagern, wie auch Amphibol-Magnetit-Skarne hier eine weite Verbreitung besitzen. Gelegentlich enthalten die bis ca. 5 m mächtigen linsen- bis lagenförmigen Magnetiterzkörper bis 1-3 m mächtige Lagen oder Linsen, manchmal auch bruchstück- oder boudinartige Einschlüsse von Gneis bzw. gneisähnlichen K-Metasomatiten (nach SOKOLOVA & KREMNEVA 1979), die gleichsam im Magnetit oder Magnetitskarn „schwimmen“ (s. Abb. 3-11). Auch im liegenden und hangenden Gneis sind schieferungsparelle Trümer von 5-10 cm, maximal 20 cm Mächtigkeit ausgebildet, die folgendermaßen symmetrisch ausgebildet sind: außen Amphibol, dann Amphibol + Chlorit + Magnetit, innen Magnetit (oft als Martit). Diskordant dazu treten Gänge mit Nebengesteinsbrekzie, Quarz, Amphibol und Sulfiden auf, die diese Trümer durchsetzen. Die Gesteine dieses Skarnlagers zeigen ebenfalls eine Vergreisung und hydrothermale Beeinflussung, womit die Zinn-, Zink- und anderen Vererzungen im Zusammenhang stehen.



Abb. 3-11: Boudinierte Lagen von Muskovitgneis im Kammerkomplex der +240 m-Sohle

Die Granitoberfläche befindet sich im Bereich der Lagerstätte Tellerhäuser ca. 20-200 m unterhalb des Dreiberg-Lagers. Am NO-Abhang des schon bei Hämmerlein erwähnten NW-SO gerichteten Granitrückens bildet sie hier zwei flache SW-NO bis fast W-O verlaufende Aufwölbungen. Diese fallen von ca. +400 m HN am SW-Rand der Lagerstätte mit durchschnittlich 10-15° nach NO zu ab, wobei die tieferen Teile der Granitoberfläche dazwischen bis ca. 100-150 m niedriger liegen.

Eine Aufwölbung liegt unter dem Zentralteil der Lagerstätte bzw. des Dreiberg-Lagers, die zweite im SO-Teil, im Bereich der Störung „Zweibach“.

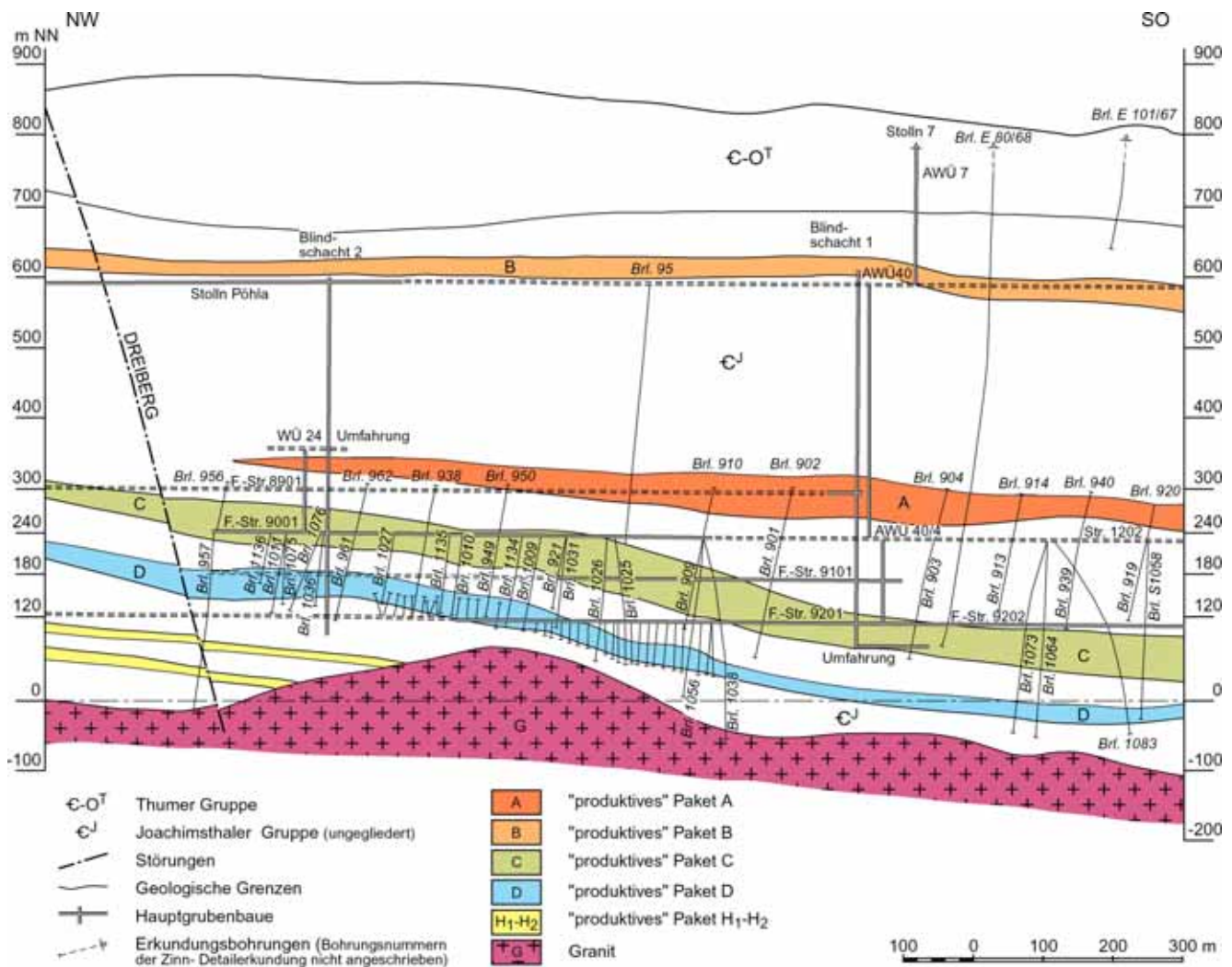


Abb. 3-12: Schematisierter geologischer Längsschnitt - Tellerhäuser

Insgesamt gesehen lässt sich also auch hier konstatieren, dass der Lagerstättenbereich Tellerhäuser über einem Abschnitt des Westerzgebirgischen Teilplutons mit rückenartigen Aufwölbungen ausgebildet ist. Dieser Bereich zeichnet sich durch Kreuzung bzw. Vergitterung vor allem von NW-SO bis N-S streichenden mit SW-NO orientierten tektonischen Strukturen aus, die für die Skarnbildung und Vergreisung und damit letztendlich für die Vererzung insbesondere in den mächtigsten und aushaltendsten der hier vorhandenen Metakarbonatgesteinshorizonte von wesentlicher Bedeutung waren.

3.3.2.3 Vererzungsverhältnisse

Auch im Dreiberg-Lager stellen die Zinnerzkörper im Prinzip mehr oder weniger konkordante lagen- und linsenförmige Gebilde mit fein eingesprengter, teilweise auch trümerartiger Vererzung, meist ohne deutliche geologische Grenzen im Skarnlager dar, d. h. ihre Kontur wird durch den geologischen Schwellengehalt bestimmt. Manchmal stimmen ihre Grenzen auch mit

Grenzen des Lagers überein, wie z. B. im SW-Teil der detailliert erkundeten Vorräte. Dabei weisen sie auch in diesem Lager eine große Veränderlichkeit von Mächtigkeit und Gehalt im Streichen wie im Fallen auf. Teilweise umfassen sie das ganze Skarnlager, z. B. im SW-Abschnitt; teilweise ist der liegende und/oder der hangende Bereich vererzt. Manchmal reicht die Vererzung bis in den liegenden Gneis oder Glimmerschiefer hinein. Die Mächtigkeit der Erzkörper liegt meist zwischen 1-2 m und 5 m (maximal bis 14 m), die Zinngehalte zwischen 0,2 % und 1,0 % bei bis zu 4,1 % in Einzelproben. Dabei sind allgemein die höheren Gehalte charakteristisch für Bereiche größerer Mächtigkeit. Der überwiegende Teil der Zinnvorräte befindet sich im liegenden, d. h. unteren Teil des Lagers, ebenso allgemein auch die höheren Gehalte. Der Haupterzkörper wird nicht selten von annähernd parallel verlaufenden kleineren Erzkörpern begleitet. Manchmal sind auch im Hangenden des Dreiberg-Lagers in einzelnen Bohrungen Zinnvererzungen in geringmächtigen Lagern von Skarnen oder verkarnten Glimmerschiefen angetroffen worden.

Erz mit 41 034 t Zinn, d. h. einem Durchschnittsgehalt von 0,77 % berechnet worden. Dazu kommen noch Außerbilanzvorräte sowie prognostische Vorräte (siehe 8.2).

3.3.3 Skarnlager „Breitenbrunn“

3.3.3.1 Aufschlussverhältnisse

Ein weiteres, das obere Zinnerzlager der Lagerstätte Tellerhäuser, ist im Skarnlager „Breitenbrunn“ ausgebildet, das ca. 450-500 m über dem Dreiberg-Lager folgt. Das Breitenbrunn-Lager ist auf der Stollnsohle aufgeschlossen und erkundet worden. Im NW-Teil liegt es auf der Stollnsohle und im SO-Teil darunter, wobei es sich ca. 200-300 m unter der Tagesoberfläche befindet.

Der Aufschluss begann hier mit dem Hauptstolln selbst im Einfallen des Lagers. Von ihm aus wurden Auffahrungen im Streichen und Fallen getätigt, überwiegend südwestlich des Stollns. Von diesen als Erkundungsprofile dienenden Strecken und Querschlägen wurden dann Kernbohrungen durch das Skarnlager geteuft. Der Abstand zwischen den Erkundungslinien war mit 350 m bis 770 m recht unterschiedlich; der Abstand zwischen den Bohrungen lag anfangs

zwischen 200 m und 100 m und wurde dann auf den erzführenden Flächen auf 50 m verringert. Die Bohrlochteufe lag allgemein zwischen 60 m und 170 m, in tieferen Untertagebohrungen zwischen 240 m und 600 m (unter Einbeziehung des Dreiberg-Lagers).

Nachdem mit diesem Erkundungsnetz C₂-Vorräte ermittelt worden waren, wurde auf einer ausgewählten Fläche im NW-Teil des Lagers (Bereich Querschlag 6/Strecke 7507) eine Netzverdichtung zur Berechnung von C₁-Vorräten vorgenommen. Dabei wurden weitere Strecken im Einfallen des Lagers im Abstand von 60 m angelegt und daraus Bohrungen durch das Skarnlager im Abstand von 12,5 m geteuft. Zusätzlich wurden zur Untersuchung von Trümer-Kluft-Zonen im SW-Abschnitt Fächer von vertikalen und geneigten Bohrungen in 10-15 m Abstand angelegt.

Weitere Aufschlüsse sind auf der Stollnsohle mit der Uranerkundung entstanden, z. B. längs der Schildbach-Störung. Auch die von über Tage im Bereich des Lagers geteufte einzelnen oder auf Profilen im Abstand von bis zu 200 m, teilweise auch 100 m angeordneten Bohrungen haben weitere Aufschlusspunkte ergeben.

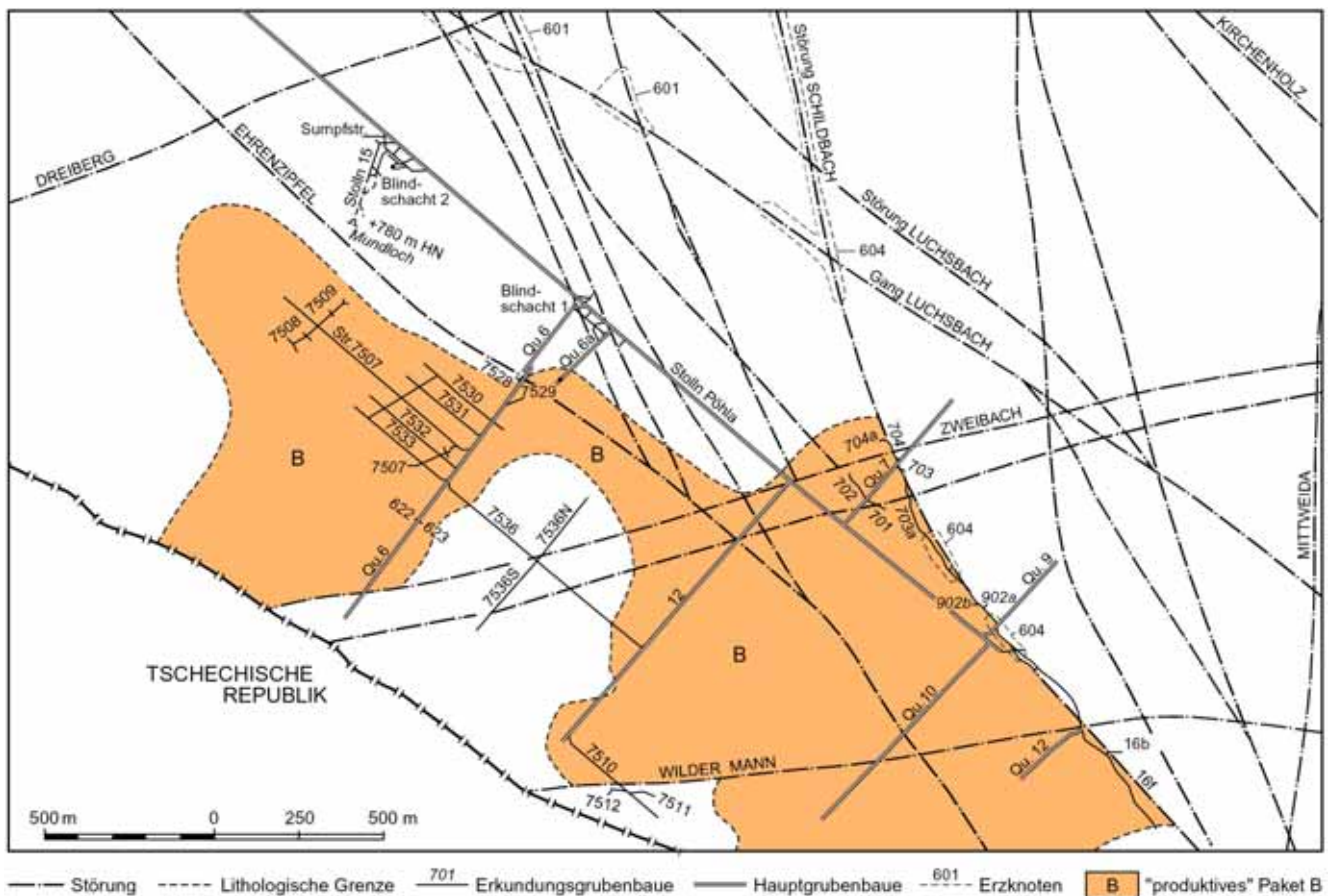


Abb. 3-14: Geologischer Grundriss Sohle +600 m (Tellerhäuser)

3.3.3.2 Geologische Situation

Die allgemeine Lagerstättensituation für Tellerhäuser ist schon unter 3.3.2.2 für das Dreiberg-Lager geschildert worden und bedarf deshalb keiner erneuten Beschreibung.

Im Zentralteil der Brachysynklinale von Tellerhäuser ist in der Oberen oder Breitenbrunner Folge (bzw. Breitenbrunn-Formation) der Joachimsthaler Gruppe, die vertikal wie horizontal durch eine stark wechselnde lithologische Zusammensetzung charakterisiert ist, über einem Muskovitgneis-Horizont ein Schichtkomplex mit Metakarbonatgesteinen ausgebildet. Dieser Schichtkomplex weist vor allem im SW- bis SO-Teil der Lagerstätte einen hohen Anteil an Skarnen und verskarnten Gesteinen auf. Dieser als Skarnlager „Breitenbrunn“ bzw. Breitenbrunn-Lager ausgehaltene Komplex enthält auch eine Zinnvererzung.

Das Breitenbrunn-Lager zeichnet sich bei großer Wechselhaftigkeit in seinem Gesteinsaufbau und seiner Mächtigkeit durch relative Beständigkeit in seiner allgemein flachen, teilweise annähernd horizontalen Lagerung aus. Allerdings bewirken gerade bei dieser flachen Lagerung die Änderungen von Mächtigkeit und Einfallen einzelner Schichten schnell deutliche Änderungen des Streichens, wie z. B. der geologische Grundriss der Stollsohle hier zeigt (s. Abb. 3-14). Das Lager wird dazu von zahlreichen Störungen durchsetzt. Dabei überwiegen NW-SO bis N-S streichende Störungen („Ehrenzipfel“, „Luchsbach“, „Schildbach“ u. a.) sowie SW-NO bis fast W-O gerichtete Strukturen („Dreiberg“, „Zweibach“, „Wilder Mann“). Diese Störungen bewirken Versätze des Lagers von einigen Metern; sie führen meist tektonisch zerriebenes Material, häufig auch eine hydrothermale Mineralisation. Auf einzelnen Strukturen ist hier eine Uranvererzung angetroffen worden (z. B. „Schildbach“).

Die Mächtigkeit des Lagers schwankt von 1 m bis 15 m. Dabei sind höhere Mächtigkeiten allgemein an Kreuzungsbereiche mit NW-SO bis N-S gerichteten, aber auch an SW-NO bis W-O streichenden Störungen festzustellen.

Das Breitenbrunn-Lager reicht nach SW bis über die Staatsgrenze zur Tschechischen Republik hinweg, wobei es sich an die Granitoberfläche annähert. Nach NW und SO keilt das Lager aus; im NO ist die Begrenzung nicht untersucht worden, aber vermutlich auch durch Auskeilen bzw. Ausstreichen gegeben.

Am Aufbau des Lagers sind neben Skarnen und Skarnoiden auch mehr oder weniger verskarnte Glimmerschiefer und Gneise sowie Amphibolite in intensiver Wechsellagerung beteiligt. Besonders die enge Verknüpfung mit Gneislagen ist ein Charakteristikum dieses Skarnlagers. Die Skarne sind meist Gra-

nat-Pyroxen- und Pyroxen-Granat-Skarne mit Amphibol, seltener Magnetit-Amphibol- und Sulfidskarne. Die letzteren bilden geringmächtige Lagen in Granat-Pyroxen-Skarnen und führen imprägnativ verteilt Magnetit, Pyrit, Sphalerit und Chalkopyrit. Magnetit und Sphalerit kommen auch in schlierenförmigen Absonderungen vor.

Das Breitenbrunn-Lager befindet sich bei nach NO zunehmendem Abstand ca. 100-800 m über der Granitoberfläche, deren Ausbildung im Bereich Tellerhäuser bereits beim Dreiberg-Lager beschrieben worden ist.

3.3.3.3 Vererzungsverhältnisse

Auch die im Lager „Breitenbrunn“ ausgebildeten Zinnerzkörper sind durch den festgelegten geologischen Schwellengehalt konturiert, wobei sie teilweise mit der Begrenzung des Skarnlagers zusammenfallen. Bei ebenfalls lagen- bzw. linsenförmiger Ausbildung der überwiegend fein eingesprengten, z. T. auch trümerartigen Vererzung befinden sich die Erzkörper meist im unteren Teil des Lagers, weniger im oberen oder mittleren Teil; selten nehmen sie die Gesamtmächtigkeit des Lagers ein. Die Mächtigkeit der Erzkörper liegt zwischen 0,3 m und 9,7 m, im Mittel bei 2-3 m; die Zinngehalte liegen bei 0,4-0,5 %, bei Maximalwerten in einzelnen Durchörterungen bis 5,25 %.

Der Kassiterit bildet meist fein- bis feinkörnige Einsprenglinge, d. h. von 0,01 mm bis 1 mm, selten über 2 mm Größe. Sie weisen überwiegend isometrische bis prismatische Formen auf und sind dispers-imprägnativ in den Gesteinen der Erzkörper verteilt. Gelegentlich ist der Kassiterit auch in feinen Trümmern, in der Regel zusammen mit Quarz, zu finden. Im Unterschied zum Dreiberg-Lager ist die Zinnvererzung im Breitenbrunn-Lager hauptsächlich an z. T. amphibolführende Pyroxen-Granat-Skarne und Granat-Pyroxen-Skarne gebunden, selten an magnetitführende Varietäten. Eingelagerte verskarnte Glimmerschiefer und Gneise können ebenfalls vererzt sein.

Die Eisen- bzw. Magnetitgehalte sind im Breitenbrunn-Lager allgemein niedriger als im Dreiberg-Lager, ebenso die Zinkgehalte. Der Gehalt an Magnetit liegt unter 1 %, ist also bergwirtschaftlich unbedeutend. Deshalb wurde hier auch keine Berechnung von Vorräten davon durchgeführt. Die an meist mehr oder weniger dispers eingesprengten Sphalerit gebundenen Zinkgehalte (0,34 % in den C₁-Zinnerzen) erlangen bei der Gewinnung und Verarbeitung der Zinnerze wirtschaftliches Interesse.

Außer der allgemein dispersen, schichtgebundenen Zinnvererzung im Skarnlager „Breitenbrunn“ selbst ist in den umgebenden Schichten, insbesondere im Schichtkomplex des im Abschnitt 3.2 beschriebenen „B“-Paketes, des öfteren eine meist an SW-NO strei-

chende Trümer-Kluft-Zonen gebundene Zinnvererzung angetroffen worden. Dabei handelt es sich um feine, in der Regel nur einige Millimeter mächtige Quarz-Kassiterit-Trümer, die in allgemein steil (nach SO) einfallenden Zonen von etwa 2 m bis 20 m, maximal 30 m Mächtigkeit oft gehäuft in Streifen oder Bündeln auftreten. Gelegentlich sind auch flache, schichtparallel streichende Zonen entwickelt, besonders im unmittelbaren Liegenden des Skarnlagers (bzw. in diesem selbst). Daneben kommen hier auch monomineralische Trümer mit Amphibol, Axinit, Epidot und Feldspäten vor, seltener mit Kassiterit oder Sulfiden (Arsenopyrit, Pyrit, Sphalerit, Chalkopyrit).

Solche Trümer sind am besten in Glimmerschiefern mit Lagen von Skarnen, Skarnoiden und Amphiboliten ausgebildet. Aufgeschlossen wurden sie auf der Stollnsohle z. B. im Querschlag 6b und in den Strecken 7507 und 7510 sowie daraus geteuften Bohrungen. Die Zinnvererzung in diesen Trümer-Kluft-Zonen hat sehr absetzigen Charakter, d. h. neben konditions-gerechten Bereichen folgen relativ schnell wieder arme bzw. erzfreie Abschnitte. Der Erzführungskoeffizient ist hier mit 0,20 bis 0,25 sehr niedrig. Das vorliegende Erkundungsnetz lässt damit keine sichere Bewertung dieses Vererzungstyps in der Lagerstätte Tellerhäuser zu, weshalb diese Erze auch aus der Vorratsberechnung 1982 herausgenommen worden sind. Bei einer künftigen detaillierten Erkundung sollten sie aber unbedingt beachtet werden (siehe Schiefererze in Hämmerlein).

Insgesamt sind im Breitenbrunn-Lager Bilanzvorräte ($C_1 + C_2$) von 4,89 Mio t Erz mit 21 415 t Zinn, d. h. einem Durchschnittsgehalt von 0,44 % berechnet worden. Dazu kommen noch Außerbilanzvorräte sowie prognostische Vorräte (siehe 8.2).

3.4 Rohstoffcharakteristik

3.4.1 Uranerze

Die im Bereich Hämmerlein-Tellerhäuser angetroffenen Uranerze sind im Unterschied zu den Zinnerzen nicht speziell untersucht worden, da sie für die SDAG Wismut keinen neuen Erztyp, sondern stofflich-para-genetische Analoga zu den vergleichsweise gut untersuchten Erzen der Lagerstätte Schlema-Alberoda darstellen. Die nachfolgenden Angaben fußen deshalb auf den erfolgten mineralogischen Untersuchungen und eigenen Beobachtungen der Bearbeiter.

Die Uranerze lassen sich nach ihrer stofflichen Zusammensetzung, genauer gesagt nach ihren NutzkompONENTEN, in zwei Typen unterteilen:

1. Pechblende-Erze bzw. reine Uranerze
2. komplexe Silber-Uran-Erze.

Pechblende-Erze enthalten neben der Pechblende selbst und Nebengesteins-Bruchstücken vorzugswei-

se Minerale der kku-Formation, vor allem Quarz, Fluorit und Calcit sowie Spuren von Sulfiden. Die Minerale der mgu- und der biconi-Formation treten dagegen deutlich zurück.

Quarz ist das häufigste Mineral der Pechblende-Erze und liegt gewöhnlich in hornsteinartiger Ausbildung mit bräunlicher Färbung oder als farblos-grauer Kammquarz vor. Bisweilen tritt auch Rauchquarz auf. Recht selten sind brekziierter „alter“ Quarz (Milchquarz, Fettquarz) oder die zuckerkörnige Varietät aus der biconi-Formation anzutreffen.

Fluorit ist allgemein violett-schwarz gefärbt (Stinkspat) und eigentlich stetiger Begleiter der Uranvererzung; dabei ist er meist mit Kammquarz oder der Pechblende selbst verwachsen.

Unter den Karbonaten überwiegt einschlussreicher Calcit mit trüb-grauer bis schwärzlicher Färbung, der oft direkt mit Pechblende verwachsen ist. Es wurden auch rhythmische Calcit-Pechblende-Abscheidungen beobachtet. Untergeordnet findet sich Dolomit, der Calcit auf mgu-Gängen vollständig verdrängt und durch dispers eingelagerten Hämatit rötlich gefärbt ist. Gegenüber den Erzen von Schlema-Alberoda tritt Dolomit im Untersuchungsgebiet jedoch deutlich zurück. Siderit und Ankerit sind wie auch Baryt nur äußerst seltene Bestandteile der Uranerze. Die Pechblende bildet krustenartige, z. T. rhythmische Abscheidungen oder angedeutete blasig-traubige Aggregate und ist meist verwachsen mit Quarz, Fluorit und Karbonaten. Diese kolloomorphen Bildungen besitzen einen konzentrisch-schaligen oder sphärolithischen Aufbau. Sie weisen oft Schwundrisse und feine Spalten auf, die mit Calcit, Sulfiden, Coffinit und Löllingit ausgefüllt sind. Manchmal, vor allem in mgu-Gängen, liegen sie als brekzienartige Bruchstücke vor und erscheinen korrodiert. In biconi-überprägten Gangabschnitten geht die Pechblende teilweise in Uranschwärze über.

Coffinit als zweites, aber nur untergeordnet auftretendes Uranmineral macht allgemein nicht mehr als 5 % der Uranvererzung aus. Es ist in bzw. neben der Pechblende in feinen Trümchen oder in unregelmäßigen Körnern zu finden.

In den Pechblende-Erzen treten beständig, jedoch nur in geringen Mengen Sulfide auf, unter denen Pyrit-Markasit und Chalkopyrit absolut dominieren. Seltener sind Galenit (z. T. selenhaltig) und Sphalerit anzutreffen. Die Sulfide finden sich als Einschlüsse in den Gangarten, Kluftfüllungen in der Pechblende oder als Körner an Mineralgrenzen.

Hämatit kommt stäubchenartig fein verteilt im hornsteinartigen Quarz und Dolomit und in Form von feinschaligen Krusten teilweise zusammen mit Lepidokrokit auf Kammquarz, Calcit und Dolomit vor.

Pechblende-Erze stellen den dominierenden Uranerz-Typ im Lagerstättenbereich dar.

Als seltene Bestandteile der Pechblende-Erze sind Co-Ni-Fe-Arsenide und gediegen Arsen zu nennen, die meist derbe Aggregate in der Gangmasse bilden. Beim Auftreten in größerer Menge und in Kombination mit Silbererzen können diese Minerale Komplexerze bilden, die für eine Gewinnung von Interesse sind.

Komplexe Silber-Uran-Erze wurden im Raum Tellerhäuser als silberführende Pechblende-Erze in Gangbereichen mit Bildungen der biconi-/ags-Formation angetroffen. Erzminerale sind außer Pechblende vor allem kubische und rhombische Co-Ni-Arsenide (Skutterudit, Safflorit, Rammelsbergit u. a.), gediegen Arsen, Silber und Wismut, Löllingit, Nickelin und spärlich auftretende Sulfide. Als Gangarten treten neben verschiedenen Quarzvarietäten verbreitet Fluorit und Karbonate auf. Bei den Karbonaten kommen zu Calcit und Dolomit noch gelblich-weißer rhomboedrischer Ankerit und grünlich-gelber blättriger Siderit. Bisweilen tritt auch grau-weißer bis rötlicher taflig-blättriger Baryt auf. In ihren Merkmalen entsprechen die genannten Minerale weitgehend der Ausbildung in den reinen Uranerzen.

Die Pechblende liegt teilweise in brekzienartigen Stücken vor und erscheint korrodiert und matt, z. T. rußartig und in Uranschwärze übergehend; teilweise bildet sie sphärolithische Kügelchen oder Krusten in bzw. um Karbonate, Quarz oder Co-Ni-Arsenide.

An Silbermineralen sind gediegen Silber (dendritisch, in Blechen und als Haarsilber) sowie Silbersulfide und -sulfarsenide, vor allem Proustite, Argentopyrit und Argentit-Akanthit, festgestellt worden.

Komplexe Silber-Uran-Erze sind mehrfach, vor allem auf dem Gang „Schildbach“ angetroffen und abgebaut worden. Bei ihrer Aufbereitung nach einem speziellen technologischen Schema sind sowohl Uran als auch Silber ausgebracht worden. Entsprechend ihrem doch recht sporadischen Auftreten erlangten diese Erze aber nur untergeordnete Bedeutung.

Der Vollständigkeit halber ist hier noch zu erwähnen, dass Uranerze aus Gängen, die ein Zinnerzlager durchsetzen, bei ihrer Gewinnung eigentlich einen weiteren Typ komplexer Erze, d. h. Zinn-Uran-Erze ergeben. Beim Abbau solcher Gangbereiche wird zwangsläufig zinnführendes Nebengestein mit hereingewonnen. Dieser Zinnerz-Anteil geht allerdings bei der üblichen Weiterverarbeitung durch Sortierung und Aufbereitung zu Urankonzentrat verloren.

3.4.2 Zinnerze

In Verbindung mit den Erkundungsarbeiten auf Zinn sind auch umfangreiche Untersuchungen zur Aufbe-

ereitung der angetroffenen Erze bzw. zur Gewinnung des Zinns und seiner Begleitrohstoffe durchgeführt worden. Diese Arbeiten umfassten eine mineralogisch-technologische Kartierung im Bereich der Detailerkundung in der Lagerstätte Hämmerlein, Rohstoffuntersuchungen, Voruntersuchungen zu verschiedenen Aufbereitungstechnologien sowie halotechnische Versuche in einer Pilotanlage.

Dabei wurde festgestellt, dass die mineralische Zusammensetzung der Erze sowie die Zinnverteilung und Korngröße des Kassiterits die Aufbereitung und das Zinnausbringen beeinflussen. Zu unterscheiden ist hierbei hauptsächlich zwischen Skarnerzen und Schiefererzen. Beim ersteren dieser beiden Hauptertypen wiederum ist das Zinnausbringen auch abhängig vom Gehalt an Magnetit, Amphibol, Pyroxen und Granat, da diese Minerale bedeutsame, wenn auch unterschiedliche Anteile von mikroskopisch feinem ($< 0,008$ mm) Kassiterit und isomorph eingebautem Zinn enthalten. Im Magnetit wurden 0,12 % Zinn festgestellt, davon 70 % als Kassiterit und 30 % isomorph eingebaut. Als mittlerer Zinngehalt in Amphibolen wurden 0,40 % ermittelt mit 23 % Kassiterit-Anteil, in Pyroxen 0,026 % mit weniger als 2 % Anteil Kassiterit und in Granat 0,31 % Zinn mit 8 % Anteil Kassiterit. Auch in Chlorit ist mit 0,38 % ein bedeutsamer Zinngehalt (davon 78 % als Kassiterit) bestimmt worden. Danach sind hier bei den Skarnerzen fünf Untertypen ausgehalten worden. Damit ergeben sich die in der folgenden Tabelle 3.2 genannten Erztypen, die im Weiteren näher charakterisiert werden, wobei die Beschreibung auf den in 2.5.2 und 3.3 gemachten Angaben aufbaut.

Der Granat-Pyroxen-Untertyp der Skarnerze besteht hauptsächlich aus Granat (ca. 60 %) und Pyroxen (ca. 10 %); dazu kommen Amphibol (ca. 8 %), Chlorit (ca. 7 %), Magnetit (ca. 9 %) und andere Minerale. Das Zinn liegt allgemein als Kassiterit vor, der meist (94 %) in Korngrößen von 0,02 mm bis 0,5 mm auftritt. Kollomorpher Kassiterit ist mit weniger als 10 % vertreten.

Der Granat-Pyroxen-Amphibol-Untertyp enthält als Hauptminerale Granat (ca. 45 %), Amphibol (ca. 20 %) und Pyroxen (ca. 16 %). Kassiterit liegt auch hier überwiegend in Körnern von 0,02 mm bis 0,5 mm Größe vor (ca. 92 %). Er bildet fast ausschließlich körnig-prismatische Kristalle bzw. Verwachsungen davon; nur 3 % machen kollomorphe Formen aus.

Der Amphibol-Untertyp besteht neben Amphibol (ca. 68 %) aus Chlorit (ca. 11 %), Granat (ca. 7 %), Quarz, Magnetit und weiteren Mineralen. Hier ist der Hauptteil des Zinns in den drei erstgenannten Mineralen eingebaut. Kassiterit-Einsprenglinge haben meist 0,02 mm bis 0,1 mm Größe, seltener bis 0,5 mm. In den untersuchten Proben dieses Untertyps ist mit 28 % der höchste Anteil mit einer Korngröße unter

0,008 mm festgestellt worden (siehe Tabelle 3.2).

Der Amphibol-Magnetit-Untertyp weist vor allem Amphibol (ca. 50 %), Magnetit (ca. 16 %) und Chlorit (ca. 10 %) auf. Dazu kommen noch Granat (ca. 7 %), Pyroxen (ca. 1 %), Sulfide und andere Minerale. Das Zinn liegt hier überwiegend als Kassiterit vor. Dieser ist zu ca. 94 % körnig ausgebildet, meist in Korngrößen zwischen 0,02 mm und 0,5 mm. Ein geringer Teil (bis 7 %) ist kollomorpher Kassiterit.

Der Magnetit-Untertyp besteht überwiegend aus Magnetit, wobei der Anteil dieses Minerals zwischen 30 % und 90 % liegen kann und im Mittel ca. 60 % beträgt. Daneben kommen Amphibol (ca. 10 %), Chlorit (ca. 10 %), Quarz (ca. 6 %), Sphalerit (ca. 2,5 %), Fluorit (ca. 1 %) und andere Minerale vor. Der Kassiterit bildet meist eingesprengte Einzelkristalle oder feinkörnige Aggregate, vorwiegend mit 0,02 mm bis 0,5 mm Korngröße; der Anteil kollomorphen und pelitomorphen Kassiterits ist mit 2-4 % sehr gering.

Tab. 3.2: Zinnerztypen der Lagerstätte Hämmerlein (nach PRIBYTKOV et al. 1980)

Haupttyp	Untertyp	Gehalt an Eisenmineralen %	Gehalt an Amphibolen %	Zinnanteil als Kassiterit < 0,008 mm %
Skarnerz	Granat-Pyroxen	< 8	< 10	15
	Granat-Pyroxen-Amphibol	< 8	10 bis 30	8
	Amphibol	< 8	> 30	28
	Amphibol-Magnetit	8 bis 30		17
	Magnetit	> 30		16
Schiefererz				9

Die beiden letztgenannten Untertypen sind unter den Hämmerleiner Skarnerzen am weitesten verbreitet. Gleichzeitig stellen sie die Erztypen mit einer komplexen Vererzung dar, da sie neben der Zinnvererzung auch Eisen-, d. h. Magnetit- sowie Zinkerze führen. Die drei erstgenannten Skarnerz-Untertypen sind dagegen deutlich geringer verbreitet und weisen außer dem Zinn keine weitere bedeutende Vererzung auf. In Tellerhäuser ist keine derartige Untersuchung bzw. Kartierung vorgenommen worden; vor einer künftigen Gewinnung sollte sie aber auch dort erfolgen, wenngleich grundsätzlich von den gleichen Erztypen wie in Hämmerlein ausgegangen werden kann.

Der zweite Haupterztyp, die Schiefererze, ist hauptsächlich außerhalb der Skarnlager ausgebildet; er ist aber auch in Form von Zwischenlagen und Linsen in den Lagern selbst anzutreffen. Schiefererze, d. h. meist zinnvererzte Glimmerschiefer, bestehen zu ca. 35 % aus Glimmer (Muskovit und Biotit), ca. 36 % Quarz, ca. 12 % Feldspat (Albit-Oligoklas) und ca. 8 % Chlorit. Akzessorisch treten dazu Rutil und andere Titanminerale, Almandin, Apatit, Hämatit, Sulfide (Pyrit, Arsenopyrit, Sphalerit) und Zirkon auf. Schiefererze sind allgemein relativ stark durchtrüert von geringmächtigen Feldspat-Quarz-, Feldspat-Quarz-Turmalin- und Turmalin-Trüern. Gelegentlich ist eine Sulfidführung festzustellen.

Die Zinnvererzung ist in den Schiefen äußerst unregelmäßig verteilt. Das vorhandene Zinn ist dabei zu ca. 95 % an Kassiterit gebunden; zu ca. 5 % ist es isomorph in gesteinsbildende Minerale, vor allem Pyroxen, Amphibol und Chlorit eingebaut. Der Kassiterit

tritt hier meist in den Trüern auf, seltener in Form von Einsprenglingen (von 0,01-1 mm Größe). Die kassiteritführenden Trüer sind allgemein nur einige mm bis 1-2 cm mächtig und enthalten hauptsächlich Quarz, Turmalin, Feldspat, Chlorit, Fluorit und Kassiterit. Letzterer weist hier Korngrößen von 0,1 mm bis 2 mm auf, vereinzelt auch Körner bis 3 mm Größe. Außer in kristallinen Aggregaten kommt der Kassiterit untergeordnet (ca. 5 %) auch in kollomorphen und pelitomorphen Bildungen vor. Pelitomorpher Kassiterit bildet winzige linsenförmige oder unregelmäßige Aggregate im Nebengestein, kollomorpher Kassiterit bzw. „Holzzinn“ formlose Anhäufungen im Nebengestein und in Trüern. Allgemein ist der Kassiterit der Schiefererze grobkörniger als der der Skarnerze.

Zinnerzführende Schiefer bilden wie bereits erwähnt auch Linsen und Lagen im Skarnlager oder unmittelbar darunter. Sie sind deshalb auch des Öfteren mit in die Skarnerz-Vorratskontur einbezogen worden. Sie sind hier häufig als Quarz-Chlorit-Gesteine ausgebildet. In diesen überwiegen kristalline Kassiterit-Einsprenglinge, deren Korngröße etwa der der Skarnerze entspricht. Daneben kommen dort auch Lagen von praktisch tauben bzw. erzarmen verskarnten Schiefen vor. Sie weisen nur pelitomorphen Kassiterit auf; ihr Zinngehalt beträgt allgemein 0,09-0,1 %.

Weiterhin treten im Skarnlager und an dessen Randbereichen zum Glimmerschiefer auch Lagen und Linsen von Gneisen bzw. gneisartigen Gesteinen auf, die teilweise erhöhte Zinngehalte aufweisen (Mittelwert ca. 0,09 % Sn). Sie führen Trüer mit Quarz, Chlorit, Fluorit und Kassiterit, wobei die Korngröße dieses

Kassiterits allgemein 0,02-0,1 mm beträgt, maximal 0,5 mm.

Die durchgeführten Erkundungsarbeiten haben gezeigt, dass abgesehen von den obengenannten Ausnahmen in Form allgemein geringmächtiger Schiefer- oder Gneislagen im Skarnlager in der Regel Skarn- und Schiefererze räumlich getrennt auftreten und damit auch getrennt gewonnen werden können. Dabei ist zu berücksichtigen, dass entsprechend den bisherigen Aufbereitungsuntersuchungen das Zinnausbringen der teilweise schwer aufbereitbaren Skarnerze durch Schiefererz-Beimischung verbessert werden konnte. Dies steht vor allem damit im Zusammenhang, dass das Zinnausbringen der verschiedenen Erztypen - abgesehen vom Ausgangsgehalt an Zinn - einerseits durch den Anteil an isomorph eingebautem Zinn und andererseits durch den Anteil an Kassiterit mit < 0,008 mm Korngröße bestimmt wird. Dieser mikroskopisch feine Kassiterit war mit der seinerzeit angewandten Aufbereitungstechnologie praktisch nicht ausbringbar.

Wie aus Tabelle 3.2 ersichtlich ist, beträgt im Schiefererz der an mikroskopisch feinen Kassiterit gebundene Zinnanteil 9 %. Bei einem ermittelten Anteil von 5 % isomorph eingebautem Zinn war damit ein Zinnausbringen von 86 % möglich.

Für die untersuchten Skarnerze war ein Zinnanteil von im Mittel 16 %, der an mikroskopisch feinen Kassiterit gebunden ist, bestimmt worden. Mit einem Anteil von 24 % isomorph eingebautem Zinn ergab sich hier ein mögliches Zinnausbringen von 60 %. Das mögliche Zinnausbringen aus Skarn-Schiefer-Mischerzen liegt entsprechend den Anteilen zwischen den genannten Maximalwerten.

3.5 Genetische Betrachtungen

Die im Gebiet Hämmerlein-Tellerhäuser ausgebildete mehrgestaltige Mineralisation lässt den Einfluss einer ganzen Reihe von Faktoren erkennen, die in ihrer räumlich und zeitlich unterschiedlichen Wirkung zu ihrem Gesamtbild beigetragen haben. Am wesentlichsten sind dabei die strukturellen, die magmatischen und die lithologischen erzkontrollierenden Faktoren. Diese Faktoren äußern sich in dem offensichtlichen genetischen Zusammenhang zwischen Deformation, Magmatismus und Mineralisation, wie er auch besonders von HÖSEL (1994 und 2003) für andere Lagerstätten des Erzgebirges (hier Ehrenfriedersdorf und Pöhla-Globenstein) hervorgehoben worden ist.

Ausgangspunkt der Betrachtung sind dabei die allgemeinen Züge des geologischen Baus des Gebietes Hämmerlein-Tellerhäuser (siehe 2.1). Diese sind durch seine Lage im Kreuzungsbereich der NW-SO streichenden Gera-Jáchymov-Störungszone mit der in der Fichtelgebirgisch-Erzgebirgischen Antiklinalzone

verlaufenden Süderzgebirgischen Tiefenstörung (BAUMANN et al. 2000) über dem NO-Abhang einer NW-SO gerichteten Aufwölbung von Graniten des Westerzgebirgischen Teilplutons gekennzeichnet.

Für die Mineralisation in den Lagerstätten Hämmerlein und Tellerhäuser waren nach MALYŠEV (1979) und SOKOLOVA (1979) drei Hauptprozesse von entscheidender Bedeutung:

- Skarnbildung mit Absatz der Magnetitvererzung
- Vergreisung mit Bildung der schichtgebundenen Zinn- und Sulfidvererzung
- Bildung der hydrothermalen Erzgänge.

Die Skarnbildung ist nach ihren Merkmalen als postmagmatisch-metasomatischer Prozess aufzufassen, der vor allem im Bereich von Schichtkomplexen mit Metakarbonat-Anteilen über der NO-Flanke eines herzynisch gestreckten Granitmassivs vonstatten ging und zur Bildung der Skarnlager führte. Für eine prävariszische oder regionalmetamorphe Skarnbildung oder Vererzung sind keine schlüssigen Indizien (Lagengefüge u. ä.) gefunden worden. Die in einem frühen Stadium der Skarnbildung entstandenen Skarne mit hauptsächlich Pyroxen, Granat und Epidot sind in einem Bereich von bis etwa 1 000 m Abstand vom Granitkontakt ausgebildet, wobei innen, bis etwa 500 m Abstand, Pyroxen-Granat-Skarne kennzeichnend sind und, nach einer Übergangszone, auf den äußeren etwa 300 m überwiegend Pyroxen-Epidot-Skarne. Dabei nimmt im Allgemeinen die Intensität der Verskarnung vom Granit weg ab (wenngleich andererseits selbst in unmittelbarer Granitnähe noch reliktsche Vorkommen von nahezu unverändertem Marmor festgestellt worden sind). Für das spätere, zweite Stadium der Skarnbildung sind vor allem Amphibole und Magnetit charakteristisch. Insbesondere die Bildungen dieses Stadiums lassen eine Bindung an tektonische Bruchstrukturen erkennen (bevorzugte Ausbildung in den Hauptrichtungen NW-SO und WSW-ONO, z. T. in Trümmern und Gängen im Skarnlager oder in den angrenzenden Schiefern) und weisen in ihrer Ausbildung deutliche Verdrängungsmerkmale auf, wie schichtinterne diskordante Reaktionsfronten und ähnliches. Die tektonischen Strukturen sind hierbei auch als Transportwege für die Zufuhr vor allem von Eisen zu sehen, wobei MALYŠEV (1979) als Quelle den Biotit der Schiefer im Liegenden der Skarnlager und der darunter folgenden Granite ansieht. Aus letzterem wird das Eisen bei der Umbildung in Muskovit und Mg-Chlorit frei.

Die nachfolgende Vergreisung erfasste weite Bereiche der Skarnlager und auf Kluft-Trümmern-Zonen z. T. auch die umgebenden, vor allem die unterlagernden Schiefer. Sie führte auch zum Absatz der meist imprägnativ bzw. dispers verteilten Zinnvererzung und in der weiteren Folge zu einem massierten Absatz von Sulfiden. Diese meist schichtgebundene Mineralisation ist verknüpft mit den ersten Stadien der

Gangmineralisation im Untersuchungsgebiet, die die spätvariszische Quarz- und die Quarz-Sulfid-Formation (q- bzw. kb-Formation; siehe 2.5.3.1) umfassen. Die vergreisten und zinnvererzten Bereiche sind gekennzeichnet durch Serizit/Muskovit, Chlorit, Fluorit, Quarz und Kassiterit, die Sulfidvererzung hauptsächlich durch Sphalerit, Pyrit und Arsenopyrit. Die Zinnvererzung ist bis etwa 600 m vom Granitkontakt entfernt ausgebildet. Auch für das Zinn werden als Quelle in erster Linie die unterlagernden Granite, genauer gesagt deren melanokrate Minerale, im Wesentlichen also der Biotit angesehen. Damit haben sich u. a. TISCHENDORF et al. (1969 und 1970) und MALYŠEV (1979) beschäftigt. Allerdings besteht speziell für das Gebiet Hämmerlein-Tellerhäuser in dieser Hinsicht noch erheblicher Untersuchungs- bzw. Klärungsbedarf. So weist der in den Bohrungen angetroffene Granit nicht selten nur Zinngehalte um 10 g/t auf, entspricht damit also nicht gerade einer potentiellen Zinnquelle bzw. einem zinnspezialisierten Granit (MATUŠIN et al. 1980). Hier könnte aber auch ein Verarmungsbereich im Apikalteil eines veränderten Granitmassivs vorliegen, im Sinne der Interpretation von TISCHENDORF (1970) oder der Deutung von Uran- und anderen Elementgehalten im Auer Granit, unter der Lagerstätte Schlema-Alberoda (BARSUKOV et al. 2006). Bei hochtemperiert-hydrothermalen (katathermalen) Veränderungen könnte es hier zur Mobilisierung und zum Transport des Zinns z. B. als Hydroxofluorid-Komplex ($\text{Sn}[\text{OH}]_2\text{F}_2$) in die überlagernden Gesteine gekommen sein. Sein bevorzugter Absatz in den als konzentrierender struktureller Schirm wirkenden Skarnlagern wurde hier verursacht durch den Zerfall dieser Komplexe infolge der in den Skarn-/Metakarbonatgesteinen eintretenden Erhöhung der Basizität/Alkalinität der Fluida. Dabei korrelieren die größten Zinn-Ansammlungen mit den Bereichen der stärksten hochhydrothermalen Veränderung der Skarne. Hier ist auch Fluorit stets vorhanden und weit verbreitet. Dieser kann bei der in den Skarnen gegebenen Calcium-Verfügbarkeit vor allem infolge der Zerstörung der Amphibole aus dem beim Zerfall des Hydroxofluorids freiwerdenden Fluor entstanden sein.

Die Schiefer unter den Skarnlagern weisen oft auch relativ hohe Zinngehalte auf, sind also ebenfalls als Quelle denkbar. So hat MALYŠEV (1979) in unveränderten bzw. gering veränderten Schiefen mit durchschnittlich 76 g/t höhere Zinngehalte festgestellt als in verskarnten und hochhydrothermal veränderten Schiefen (durchschnittlich 23 g/t); dabei ist auch hier Biotit der Zinnträger (mit 300 g/t in unveränderten und 30 g/t in veränderten Biotiten).

Die erhöhte Basizität im Bereich der Skarnlager führte hier nach dem Absatz der Zinnvererzung auch zum massiven Absatz von Sulfiden aus komplexen Verbindungen mit Hydrosulfid-Ionen, z. B. von Zink als Sphalerit. Die Sulfide bildeten in den Skarnen z. T. Imprägnationen, z. T. auch massive Nester, Linsen

bzw. Lagen; in den umgebenden Schiefen sind sie gelegentlich in Trümmern meist mit Quarz zu finden.

Die anschließenden, jüngeren hydrothermalen Bildungen beschränkten sich ausschließlich auf Gangstrukturen, die in der Regel NW-SO bis N-S streichen und bei wiederholten Bewegungen in mehreren Etappen unterschiedlichen Alters und unterschiedlicher Intensität in diesem Bereich der Gera-Jáchymov-Störungszone aktiviert worden sind. Spätvariszisch, nach den Bildungen der q- und der kb-Formation, sind die Minerale der kku-Formation mit der primären Uranvererzung abgesetzt worden. Zu den physikochemischen Bedingungen beim Absatz dieser Vererzung sei auf die Darlegungen zur Genese der Uranerze der Lagerstätte Schlema-Alberoda in HILLER & SCHUPPAN (2008) verwiesen; für Tellerhäuser wie auch die anderen Uran-Ganglagerstätten dieser Region ist von grundsätzlich vergleichbaren Bedingungen auszugehen. Darauf weisen auch die Ergebnisse von Untersuchungen an Gas-Flüssigkeits-Einschlüssen in Gangmineralen von Tellerhäuser einschließlich seiner NW-Flanke hin (MATUŠIN et al. 1988; s. 2.5.3.3).

Gegenüber den relativ hohen Homogenisierungstemperaturen von 300-400 °C der Einschlüsse im Gangquarz der q- und kb-Formation weisen diejenigen von typischen Mineralen der kku-Formation, wie Calcit und Fluorit, z. T. auch Kammquarz, mit einer Spanne von 60-140 °C, im Wesentlichen 100-130 °C, auf einen deutlich niedrigeren Temperaturbereich für die entsprechenden mineralbildenden Hydrothermen hin. Für Schlema-Alberoda war ein Temperaturbereich von 100-200 °C für die Bildung der Uranvererzung ermittelt worden.

Die Homogenisierungstemperaturen, insbesondere der Karbonate, der jüngeren, d. h. postvariszischen mgu- und biconi-Formation liegen etwa im gleichen Bereich wie bei der kku-Formation.

Als günstige erzkontrollierende Faktoren für die Ausbildung einer Uranvererzung in der Lagerstätte Tellerhäuser sind vor allem das Vorhandensein mehrerer Schichtkomplexe („Pakete“) heterogen aufgebauter, geochemisch kontrastreicher „produktiver“ Gesteine, wie Skarne, Amphibolite, kohlenstoff- oder sulfidführende Schiefer u. a., im Kontaktbereich eines Granitmassivs sowie die Existenz einer Vielzahl, meist NW-SO bis N-S streichender Störungen unterschiedlicher Größe in diesem Bereich anzusehen. In diesen tektonischen Störungen und Kontraktionsklüften konnte sich in den oben genannten „produktiven“ Nebengesteinen mit reduzierenden Mineralen bei wiederholten und zeitlich andauernden Bewegungen aus den zirkulierenden, Uran als Uranylkarbonat-Komplexe enthaltenden Hydrothermen eine Uranvererzung absetzen.

Spätere, d. h. jüngere tektonische Impulse mit ähnlich temperierten Hydrothermen führten teilweise zur Umlagerung bzw. Überprägung dieser Vererzung.

Die Hauptmenge der hydrothermalen Gangmineralisation, insbesondere die Gangarten, wie Quarz, Karbonate und Fluorit, dürfte durch Umlagerung und Umkristallisation aus der in der Umgebung vorhandenen Stoffsubstanz gebildet worden sein. So tritt Fluorit bevorzugt in Gängen und Trümmern auf, die vergreiste, frühen Fluorit enthaltende Skarne durchsetzen. Offengeblieben ist die Frage der Herkunft des Urans. Die räumliche Nähe zu einem unterlagernden Granitmassiv – wie bei allen erzgebirgisch-vogtländischen Uran-Ganglagerstätten – lässt eine Interpretation wie die von BARSUKOV et al. (2006) als Umlagerung aus einem apikalen Veränderungs- d. h. Verarmungsbe reich dieses Granitmassivs zu.

4 Geophysikalische Arbeiten

4.1 Geophysikalische Such- und Erkundungsarbeiten

Da es sich bei den Lagerstätten Hämmerlein und Tellerhäuser um Erzanreicherungen mit relativ mächtigen Gesteinsüberdeckungen handelt, haben geophysikalische Untersuchungsarbeiten bei der Prospektion eine wichtige Rolle gespielt.

Erste spezialisierte geophysikalische Sucharbeiten erfolgten im Zeitraum 1949-52 durch die SAG Wismut in Form von flächendeckenden Emanationsaufnahmen auf SW-NO gerichteten Profilen im Abstand von 100 m mit Punktabständen von 5 m und lokalen Verdichtungen in Anomaliebereichen. Durch diese Arbeiten konnten wegen der begrenzten Eindringtiefe nur oberflächennahe Uranvererzungen detektiert werden. Im Untersuchungsgebiet betraf das die kleine Uranlagerstätte Tellerhäuser-alt und die Uranvorkommen Ehrenzipfel I und II, Rittersgrün und Kaffenberg (siehe Anhang 1).

In einer nächsten Untersuchungsetappe rückten ab 1960 Magnetit- und in der Folgezeit auch Zinnvererzungen in den Fokus der staatlich finanzierten Lagerstättenuche, so dass bei den geophysikalischen Arbeiten gravimetrische und vor allem geomagnetische Verfahren in den Vordergrund traten.

Die Messungen wurden in mehreren Kampagnen durch den VEB Geophysik Leipzig ausgeführt (vgl. WITTHAUER in LEONHARDT 1999) und erbrachten eine Reihe auffälliger Indikationen, die bei den nachfolgenden Erkundungsarbeiten mit Bohrungen untersucht wurden.

1965 wurde auch die SDAG Wismut wieder im Arbeitsgebiet aktiv. Die geologische Spezialkartierung im Maßstab 1:25 000 (ÛRTAJKIN et al. 1969) wurde von komplexen geophysikalischen Untersuchungen

(Radiometrie, Geoelektrik, Geomagnetik) begleitet. Dazu kamen vertiefende Auswertungen der Messungen des VEB Geophysik Leipzig. Radiometrische Arbeiten wurden als Gamma-Spur-Aufnahme mit 0,6 m Eindringtiefe begonnen und anschließend als Tiefen-Gamma-Aufnahme fortgesetzt. So erfolgten Aufnahmen des primären Strahlungsfeldes im Maßstab 1 : 10 000 bis 1 : 2 000 auf SW-NO orientierten Profilen mit über 360 000 Messpunkten in Flachbohrungen von 0,5 m bis 1,3 m Tiefe und in Kartierungsbohrungen.

Als geoelektrische Verfahren kamen Dipol-Profilierungen und Eigenpotentialmessungen zum Einsatz. Mit den Dipolmessungen auf Profilen (100 x 10 m) mit 45° bzw. 315° Orientierung wurden NW-SO und SW-NO streichende Bruchstrukturen verfolgt. Die Aufnahme des Eigenpotentials kam im Verbreitungsgebiet der Joachimsthaler Gruppe zur Anwendung, um kohlenstoff- und sulfidführende Gesteinsbereiche abzugrenzen.

Geomagnetik wurde in den Varianten der ΔZ - und ΔT -Messung auf 45°-Profilen im Maßstab 1 : 10 000 (100 x 10 m) eingesetzt.

In Vorbereitung geologischer Revisionsarbeiten wurden 1982 von der SDAG Wismut nochmals geomagnetische und gravimetrische Messungen (Maßstab 1 : 25 000 bzw. 1 : 10 000) im Lagerstättenbereich ausgeführt, deren Ergebnisse für die Ausgliederung von Kluft-Gang-Zonen und uranhöflichen Nebengesteinspaketen genutzt wurden (ABROSIMOV et al. 1985).

Aerogeophysikalische Arbeiten im Jahr 1988 (RUHL 1990) ergaben keine verwertbaren Hinweise für die Lagerstätten erkundung.

Neben den geophysikalischen Feldmessungen erfolgten komplexe geophysikalische Messungen in Bohrlöchern, im betrieblichen Sprachgebrauch als Karottage-Messungen bezeichnet. Neben der obligatorischen Aufnahme des Gammalogs wurden in der Regel die Bohrlochabweichung und häufig der Kaliber-Log aufgezeichnet. Zum Standard-Messprogramm gehörten verschiedene geoelektrische Verfahren wie Eigenpotential-Messungen (SP) und Widerstandsmessungen in verschiedenen Konfigurationen (große und kleine Normale, Oberkanten- bzw. Unterkanten-Sonden). In Einzelfällen sind Temperaturdaten gewonnen worden.

Ende der 1980er Jahre wurden kurzzeitig Versuchsarbeiten zur Gamma-Spektroskopie in einer Bohrlochvariante realisiert, um die Bohrprofile lithologisch detaillierter zu untergliedern, ohne dabei grundlegend neue Ergebnisse zu erzielen.

4.2 Geophysikalische Betreuung der Bergarbeiten

4.2.1 Arbeiten auf Uran

Bezüglich der radiometrischen Betreuung der Bergarbeiten wurden die methodischen Grundprinzipien aus der Lagerstätte Schlema-Alberoda (HILLER & SCHUPPAN 2008) in vollem Umfang übernommen. Ziel der Arbeiten war in allen Phasen die lückenlose Dokumentation angetroffener Uranvererzung und ihre vollständige Gewinnung unter Vermeidung von unnötigen Verlusten und unverhältnismäßiger Verdünnung.

Die geophysikalischen Kontrollbefahrungen erfolgten für alle belegten bergmännischen Betriebspunkte kontinuierlich im Drei-Schicht-System. Die Vortriebs- und Gewinnungsorte waren auf vorhandene Uranverer-

zung hin zu überprüfen und zu dokumentieren; ggf. waren Maßnahmen zur qualitätsgerechten Gewinnung einzuleiten. In diesem Zusammenhang wurden auch sämtliche Sprengbohrlöcher und Kontrollbohrungen (einschließlich der in taube Gangteile eingebrachten Karottagebohrungen) radiometrisch vermessen.

In den Abbauorten kamen zu diesen Aufgaben noch die Vor-Sortierung des vererzten Haufwerks, die Kontrolle der vollständigen Gewinnung und die Überwachung notwendiger Nachbereinigungen. Regelmäßig erfolgten Kontrollen der Versatzoberflächen und Sondierungen (bis 1,2 m Tiefe) der in den Abbaublöcken verbleibenden Versatzmassen im Raster von 1 m x 1 m, um die Verluste quantitativ zu erfassen und bei Bedarf eine nachträgliche Gewinnung zu veranlassen.

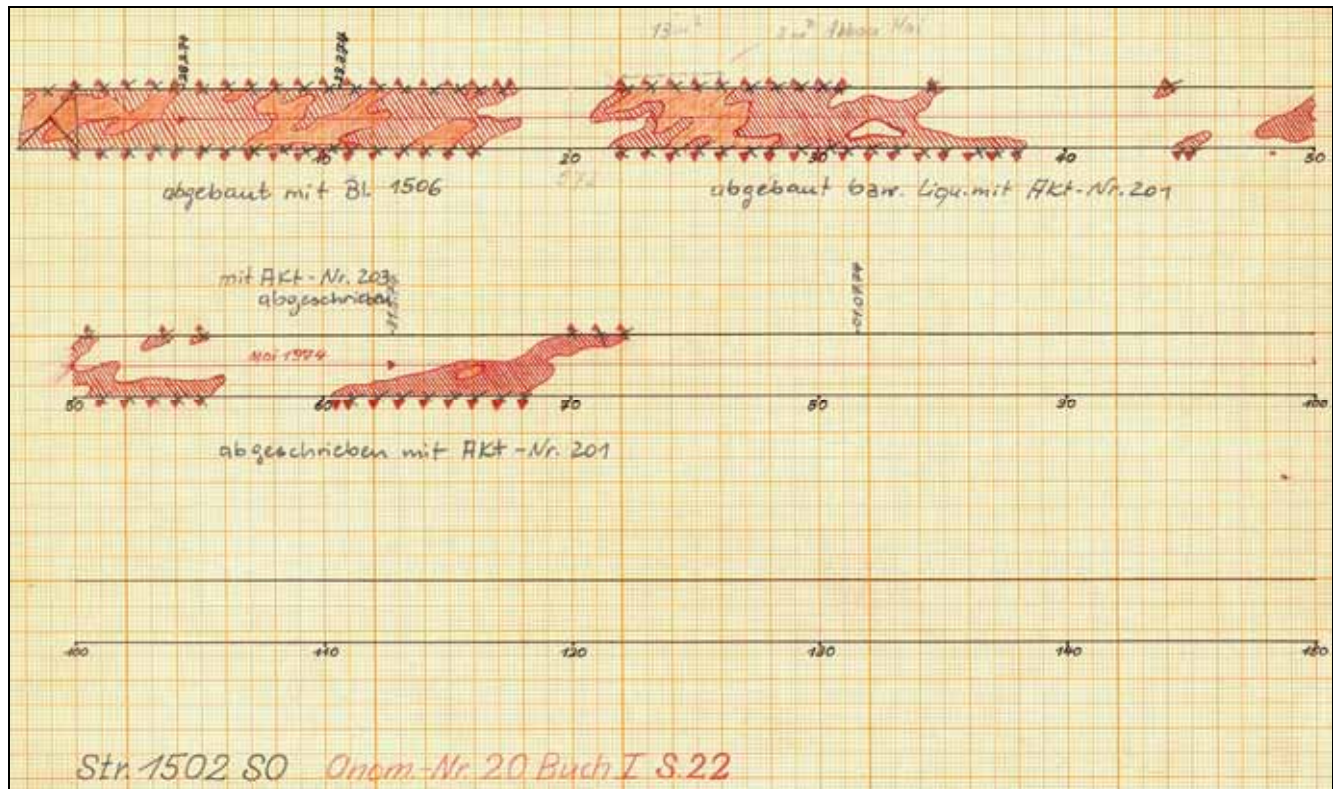


Abb. 4-1: Radiometrische Dokumentation einer Strecke

Unabhängig von den Vor-Ort-Kontrollen wurden alle Auffahrungen einer detaillierten Gamma-Profilierung unterzogen, um verbliebene Anomalien aufzufinden.

Alle kernlosen Bohrungen (leichte Erkundungsbohrungen, NKR-Bohrungen) und untertägigen Kernbohrungen wurden durch Inklinometrie lagemäßig erfasst und radiometrisch dokumentiert. Dafür war eine spezielle Arbeitsgruppe der Bohrabteilung des Bergbaubetriebs Aue zuständig.

Die abschließende Kontrolle aller Förderwagen (Hunte) erfolgte in der Radiometrischen Kontrollstation

(RKS) am Stollnmundloch (siehe 7.5.1). Hier wurde einerseits die Trennung der tauben Masse vom vererzten Haufwerk vorgenommen. Andererseits wurden durch die Erfassung von Gewicht und Gamma-Aktivität der Erzmasse die Ausgangsdaten für die betriebspunktbezogene Abrechnung der Erzgewinnung ermittelt. Diese diente wiederum als Ausgangsgröße für die Vorratsberechnung (siehe 7.3.1).

Die Eichung der operativ eingesetzten Messapparaturen erfolgte mindestens zweimal monatlich anhand von speziellen Messmodellen mit bekannter Gamma-Aktivität, die als Etalons bezeichnet wurden. Durch

Vergleichsmessungen zu Schichtbeginn und -ende wurde die Stabilität der Geräte laufend überwacht. Im Routinebetrieb waren mindestens 10 % Kontrollmessungen vorgeschrieben.

Analog wurden die RKS-Radiometer schichtweise auf stabilen Betrieb hin überwacht. Eine Gegenüberstellung der Radiometer-Anzeige der RKS mit Ergebnissen chemischer Analysen wurde monatlich vorgenommen.

Bei der praktizierten radiometrischen Begleitung der Bergarbeiten war die Frage nach dem radiometrischen Gleichgewicht der Fördererze ein zentraler Punkt in Bezug auf Genauigkeit und Reproduzierbarkeit der genutzten Messwerte. TOKAREV et al. (1975) zeigen anhand eines Vergleiches von 68 radiometrischen Uranbestimmungen mit den Ergebnissen der chemischen Analyse auf Radium an den entsprechenden Proben, dass die Schwankungen des U-Ra-Verhältnisses (0,91 bis 1,07, Mittelwert 0,9675) im Bereich der Messfehler liegen. Damit kann zumindest für die Uranerze aus der Lagerstätte Tellerhäuser von einem stabilen radiometrischen Gleichgewicht ausgegangen werden.

4.2.2 Arbeiten auf Zinn

Erkundung, Gewinnung und Verarbeitung der Zinnerze des Lagerstättenfeldes gingen mit aufwändiger Beprobungs- und Analysetätigkeit (Schlitz- und Trennproben, nasschemische Analytik) einher, die einen enormen Personaleinsatz und lange Bearbeitungszeiten zur Folge hatte. Um die angestrebte Gewinnung und Verarbeitung der Zinnerze mit effektiven geophysikalischen Methoden nach dem Vorbild der radiometrischen Betreuung der Uranerzgewinnung begleiten zu können, wurden 1975 im WTZ der SDAG Wismut gezielte Arbeiten zur Entwicklung von Methoden und Geräten zur schnellen Zinngehaltsbestimmung aufgenommen. Deren Ausrichtung bestand darin, die Sofortbestimmung von Zinn am Anstehenden zu ermöglichen und die chemische Zinnanalytik für die Vorratsberechnung durch kernphysikalische Verfahren abzulösen. Dabei wurde auf Vorarbeiten und Prototypen (Geräte MAK-1, ROMUL-EFA) des sowjetischen Unionsforschungsinstituts für den wissenschaftlichen Gerätebau (SNIIP) zurückgegriffen (ABRAMOV et al. 1980).

Als kernphysikalische Grundprinzipien wurden der Mößbauer-Effekt (elastische Resonanzstreuung bzw. -absorption von Gamma-Quanten an Atomkernen) bzw. die röntgenradiometrische Methode (Anregung von elementspezifischer Röntgenstrahlung durch Gamma-Quanten geringer Energie) betrachtet. Wichtige Bewertungskriterien waren die Selektivität bezüglich Zinn, der Einfluss von Matrixschwankungen und Störsignalen durch vorhandene Schwermetalle (z. B. Eisen im Magnetit) sowie die Kompensation der



Abb. 4-2: Gerät zur kernphysikalischen Zinn-Gehaltsbestimmung im Labor MAK-1

Oberflächenrauigkeit. Insgesamt gaben die bessere Nachweisgenauigkeit und die geringere Matrixabhängigkeit den Ausschlag für die bevorzugte Anwendung röntgenradiometrischer Verfahren. Nur in der Anfangsphase der Zinnerkundung kam mit dem sowjetischen Gerät MAK-1 (Mößbauer-Analysator für Kassiterit) das alternative Prinzip bei der Gehaltsbestimmung an Pulverproben zum Einsatz.

Die im WTZ entwickelten Geräte unter der Baureihenbezeichnung PAZ (Physikalischer Analysator für Zinn) arbeiteten auf Grundlage einer zweistufigen Anregung mit einer ^{241}Am -Quelle über ein Europium-Target (LUTZE 1981). Der Nachweis der Zinn-Sekundärstrahlung erfolgte mittels Szintillationskristall und Sekundärelektronenvervielfacher. Bedingt durch das Auftreten zweier Erztypen (Skarn und Schiefer) waren zwei unterschiedliche Graduierungen anzuwenden, mit denen die spezifische Korngrößenverteilungen des Kassiterits berücksichtigt werden konnten.

Durch spezielle Konstruktionen der Messköpfe und Sonden wurde das Grundgerät an die spezifischen Einsatzgebiete angepasst. So entstanden folgende Gerätetypen:

- PAZ-P bzw. PAZ-3KA (Entwicklungszeit 1976-1979): Zinngehaltsbestimmung in Pulverproben im Labor, teilweise unter Nutzung eines Dreikanal-analysators,
- PAZ-Q (1977-1980): quantitative Gehaltsbestimmung in luft- bzw. wassergefüllten Erkundungsbohrlöchern und am Anstehenden für die Vorratsberechnung,
- PAZ-E (1979-1981): Expressbemusterung (halbquantitativ) in Sprengbohrlöchern und am Anstehenden für die operative Lenkung der Bergarbeiten und
- PAZ-T (1976-1979): Bestimmung der Zinnkonzentration in Feststoff-Wasser-Gemischen (Trüben) in Rohrleitungen während des Aufbereitungsprozesses.

Alle genannten Geräte wurden in der Lagerstätte Hämmerlein bzw. in der Pilotanlage im Aufbereitungsbetrieb 101 in Crossen unter konkreten Bedingungen erprobt und erfüllten die gestellten Anforderungen an Genauigkeit, Empfindlichkeit, Stabilität, Zuverlässigkeit und Schnelligkeit (LUTZE 1981). Damit waren sowohl die Sofortbestimmung von Zinn am Anstehenden als auch der Ersatz der chemischen Zinnanalyse für die Vorratsberechnung durch diese kernphysikalischen Messverfahren möglich.



Abb. 4-3: Einsatz des Gerätes Romul-EFA-P zur Zinn-Gehaltsbestimmung am Anstehenden

Für alle Geräte der PAZ-Reihe wurde die Schutzgüte erteilt. Als problematisch wurde jedoch der Umgang mit den seinerzeit verfügbaren ²⁴¹Am-Quellen eingeschätzt, da im Havariefall (mechanische Zerstörung) mit massiven Kontaminationen der Umgebung zu rechnen war.

5 Hydrogeologie

5.1 Hydrogeologische Situation

Die hydrogeologischen Verhältnisse sind im gesamten Erzfeld Pöhla-Tellerhäuser ausreichend detailliert untersucht. Bereits während der Aufnahmearbeiten im Maßstab 1 : 25 000 wurden von 1965 bis 1968

ca. 250 übertägige Wasseraustrittsstellen durch Probenahme erfasst (ÜRTAJKIN et al. 1969).

Zur Ermittlung der hydrogeologischen Bedingungen für die Durchführung untertägiger bergmännischer Arbeiten wurden bereits im Stadium der Lagerstättenerkundung hydrogeologische Bohrungen niedergebracht, an denen Pumpversuche erfolgten (KAZANCEV et al. 1971).

1968 wurden kontinuierliche hydrogeologische Beobachtungen im Grubengebäude aufgenommen, mit denen im gesamten Betriebszeitraum Berg- und Bohrarbeiten überwacht wurden. Im Rahmen dieser Arbeiten erfolgte die Erfassung von Klimadaten, der Abflussmenge der Vorfluter, der untertägigen Wasserzuläufe und der abgeleiteten Wassermenge. Zusätzliche Wässer und Abwasser wurden hydrochemischen Untersuchungen unterzogen.

Das gesamte Bergbaugebiet befindet sich im Einzugsbereich des Schwarzwassers. Es wird vom Pöhlwasser, im Oberlauf als Klingerbach bezeichnet, durchflossen, das den Höllbach, Kunnersbach und Luchsbach aufnimmt, die ihrerseits mehrere kleinere Zuflüsse aufweisen. Die Speisung der Wasserläufe erfolgt hauptsächlich durch Niederschläge. Das stark gegliederte Relief bedingt einen ausgeprägten Oberflächenabfluss.

Alljährlich tritt im April-Mai bedingt durch die Schneeschmelze ein ausgeprägtes Frühjahrshochwasser auf. In den Sommer- und Herbstmonaten steigt die Wasserführung nur nach langanhaltenden Starkniederschlägen.

Die Überwachung der Fließgewässer erfolgte durch zweimalige Messung der Abflussmengen pro Monat. Die mittleren Abflusswerte der Bäche und die Abflusspende sind in der folgenden Tabelle 5.1 zusammengefasst.

Messungen der Teufelsquelle am Dreiberg im Zeitraum Mai 1985 bis September 1986 zeigten ebenfalls starke Schwankungen der Schüttung zwischen 0,2 m³/h und 13,6 m³/h.

Die den geologischen Bau bestimmenden kristallinen Schiefer werden von tektonischen Störungen unterschiedlicher Richtungen, überwiegend aber mit NW-SO- bis N-S-Streichen durchsetzt. Geringmächtige eluvial-deluviale Verwitterungsbildungen, in den Tälern auch alluviale Ablagerungen bedecken die anstehenden Festgesteine. Diese Gesteine sind durchweg Wasserstauer. Folglich sind Grundwasserleiter im klassischen Sinne nicht ausgebildet. Die auftretenden Grundwässer sind folgenden Typen zuzuordnen:

- Porengrundwässer in alluvialen Ablagerungen,
- Poren-Kluft-Grundwässer und
- Kluft-Spalten-Wässer (TOKAREV et al. 1975).

Tab. 5.1: Hydrologische Kennwerte der Fließgewässer im Lagerstättengebiet Hämmerlein-Tellerhäuser (Angaben in m³/h, km² bzw. m³/hkm²)

Monat	Schildbach	Kunnersbach	Luchsbach	Höllbach	Klingerbach
Zeitraum	1969-1991	1974-1991	1969-1991	1974-1991	1980-1991
Januar	24,60	98,70	163,30	268,20	346,10
Februar	15,90	82,90	126,60	188,10	230,30
März	18,00	86,00	155,60	200,70	322,00
April	40,90	155,10	241,40	377,80	561,60
Mai	29,00	95,10	170,80	220,50	307,10
Juni	18,90	60,90	154,90	169,00	269,20
Juli	14,90	81,70	143,50	148,30	247,10
August	22,40	72,90	150,10	187,10	311,40
September	16,70	83,50	111,90	127,90	221,60
Oktober	11,60	66,30	103,80	126,90	201,10
November	13,90	62,70	129,60	127,50	237,80
Dezember	22,90	87,30	171,90	149,30	274,20
Jahresmittel	20,80	86,10	151,90	190,90	294,10
Einzugsgebiet	1,12	4,10	5,90	3,50	4,30
Abflussspende	18,60	21,00	25,70	54,5	68,40

Porengrundwässer sind in ihrer Verbreitung an alluviale Ablagerungen der Flüsse und Bäche gebunden und somit auch in den Talauen nicht durchgängig anzutreffen. Als Wasserleiter fungieren schwach sortierte Bachsedimente, bestehend aus Geröllmassen mit sandig-lehmigem Bindemittel. Ihre Mächtigkeiten betragen 2-3 m, in Ausnahmefällen bis 10 m. Der Grundwasserspiegel liegt in 0,2 m bis 2 m unter der Oberfläche. Die Wässer sind ungespannt. Die Speisung erfolgt aus den Oberflächenwässern oder durch Poren-Kluft-Wässer des Muttergesteins, mit denen sie in kommunizierender Verbindung stehen. Der natürliche Abfluss erfolgt über Uferquellen in die Wasserläufe. Die Porengrundwässer werden zur Trinkwassergewinnung und zu wirtschaftlichen Zwecken genutzt.

Poren-Kluft-Grundwässer treten im Bereich der oberflächennahen Verwitterungs- bzw. Auflockerungszone der Festgesteine auf. Die im Normalzustand wasserundurchlässigen metamorphen bzw. magmatischen Gesteine sind infolge starker tektonischer Überprägung klüftig. Diese Klüftigkeit stellt die Voraussetzung für die Bildung einer oberflächennahen Verwitterungszone dar. Je nach physiko-chemischen Eigenschaften der Gesteine, nach Intensität der tektonischen Beanspruchung und nach geomorphologischen Gegebenheiten kann die Mächtigkeit der Verwitterungszone zwischen 10 m und 80 m schwanken. Die Lage des Grundwasserspiegels folgt in abgeschwächter Form dem Verlauf des Reliefs. In den un-

teren Talhanglagen liegt der Grundwasserspiegel in 0,5-1 m Teufe. Im Bereich der Wasserscheiden ist er 10 m bis 15 m unter Gelände anzutreffen. Wegen der nachlassenden Intensität der Auflockerung nimmt die Wasserführung dieses Grundwasserleiters mit der Teufe schnell ab.

Das Poren-Kluft-Grundwasser ist gewöhnlich nicht gespannt. Gering gespanntes Wasser kommt örtlich vor, wenn in den unteren Teilen der Talhänge lehmige, wasserstauende Deckablagerungen entwickelt sind. Die Speisung erfolgt in erster Linie durch Niederschläge, von deren Intensität das Regime der Grundwässer direkt abhängt.

Über tektonische Zonen infiltrieren die Poren-Kluft-Grundwässer in das Gebirgsmassiv und speisen die Kluft-Spalten-Wässer. Der Abfluss erfolgt ansonsten entweder als Zufluss zu den Porengrundwässern der Alluvialablagerungen oder direkt in die Bachläufe. Diese Austritte sind als absteigende Erosionsquellen im gesamten Arbeitsgebiet verbreitet. Ihre Ergiebigkeit liegt bei 0,3-1 m³/h. Im Einflussbereich markanter tektonischer Strukturen kann sie auf 4-10 m³/h steigen.

Die Poren-Kluft-Grundwässer werden ebenfalls wirtschaftlich genutzt, speziell zur Trinkwasserversorgung der umliegenden Ortschaften.

Kluft-Spalten-Wässer zirkulieren auf tektonischen Strukturen innerhalb des Gebirgsmassivs. Die Migration hat meist nur lokalen Charakter, da die Wasserwegsamkeit der Störungen wegen ungünstiger mechanischer Eigenschaften einiger Gesteinsvarietäten, der Ausfüllung der Störungen durch Mineral- und Gesteinsgänge, durch Kolmation usw. nicht durchweg ausgebildet ist.

Kluft-Spalten-Wässer wurden mit Bohrungen und in den untertägigen Auffahrungen angetroffen. Die Ergiebigkeit ist äußerst unterschiedlich. Insgesamt gesehen ist die stärkste Wasserführung für herzyn, submeridional und SW-NO streichende Störungen zu verzeichnen. Die begrenzte Wasserwegsamkeit lässt meist keine Regenerierung der ohnehin geringen Vorräte dieses Grundwassertyps zu. Folglich gingen die Zulaufe innerhalb weniger Tage rapide, meist auf die Hälfte und weniger, zurück. Ein großer Teil der Zulaufe versiegte vollständig.

Im Skarnlager „Dreiberg“ treten lokal Marmorlinsen auf, die entlang von großen tektonischen Störungen verkarstet sein können. Diese Bereiche stellen potentielle Standwassergebiete dar. Beim Aufschluss erfolgte nach anfänglich extremen Wasserzulaufen ein starker Rückgang der Schüttung, was auf den statischen Charakter dieser Wasservorräte hinweist (siehe 5.2).

Oberflächlicher Abfluss von Kluft-Spalten-Wässern ist nur in extrem eingekerbten Tälern möglich.

5.2 Wasserzulauf in die Grube und Wasserhaltung

Der Wasserzulauf in die untertägigen Grubenbaue erfolgte hauptsächlich durch Kluft-Spalten-Wässer. Das Wasser tritt entweder direkt aus Klüften, Spalten und Gängen in die Grubenbaue ein oder läuft aus Bohrungen zu, die wasserführende Strukturen durchörtert haben. Die Schüttungen der Einzelzulaufe schwanken zwischen 0,006 m³/h und 12 m³/h. Dabei ist die Ergiebigkeit der großen Störungen im Allgemeinen am stärksten. So wurden auf der Stollnsohle die Strukturen „Ehrenzipfel“, „Luchsbach“, „Schildbach“, „Dreiberg“, „Zweibach“ und „Wilder Mann“ wasserführend angetroffen. Die maximale Ergiebigkeit wurde auf dieser Sohle in der Lagerstätte Hämmerlein aus einer Bohrung am NO-Ende des Querschlags 1 mit 100,5 m³/h gemessen. Der Zulauf erfolgte aus einer mineralisierten Störungszone im Liegenden der Luchsbach-Störung, die evtl. dem Kirchenholz-System zuzurechnen ist.

Auf der +300 m-Sohle kam es 1988 bei Bohr- und Bergarbeiten im Dreiberg-Lager im Bereich der Luchsbach-Störung zu starken Wasseraustritten aus durchörterten Gangstrukturen. Der Zulauf ging inner-

halb des Jahres von anfänglich mehr als 45 m³/h auf 24 m³/h zurück. Die Wassertemperatur lag bei 25 °C. Die Größe des hier offensichtlich angefahrenen Karstbereiches ist nach dem anfänglichen Wasserzulauf auf ca. 50 000-80 000 m³ geschätzt worden (BB Aue).

Auf der +240 m-Sohle zeichneten sich die Störungssysteme „Kirchenholz“ und „Gang Luchsbach“ durch starke Wasserführung aus. Die maximalen Zulaufe wurden auf dieser Sohle im Bereich der Luchsbach-Störung (Strecken 1109, 1110, 1311, 1312 und Querschlag 9018^{NO}) mit 4 m³/h bis 21 m³/h registriert. In den Strecken 1523 und 1524 wurden Zuflüsse aus der Schildbach-Störung von 3,6 m³/h gemessen (TOKAREV et al. 1975). Die Strukturen „Ehrenzipfel“ und „Dreiberg“ traten in ihrer Ergiebigkeit demgegenüber etwas zurück.

Auf der +120 m-Sohle wurden 1988 bei Erkundungsbohrungen auf Zinn in 50-70 m Teufe (unter der Sohle) Wasserzuflüsse von anfänglich 1-12 m³/h registriert. Die Schüttungsmengen gingen schnell zurück, und die meisten Bohrlöcher fielen trocken (BB Aue). Die verbliebenen Zulaufe versiegten nach Auffahrung der +85 m-Sohle.

Eine Drainage von Poren-Kluft-Grundwässern erfolgte in einigen Fällen beim Durchschuss von Wetterverbindungen nach über Tage. In der Folge kam es zu unerwünschten Wassereinbrüchen in den Grubenraum, wie z. B. im Wetterüberhauen 3 mit maximal 20,5 m³/h. Das anfallende Wasser konnte jedoch problemlos über den Stolln abgeleitet werden.

Die Gesamtmenge der zusitzenden Wässer zeigte eine deutliche Abhängigkeit von den jeweiligen Niederschlagshöhen und vom Fortgang der bergmännischen Arbeiten, die zum Aufschluss neuer Sohlen oder bestimmter wasserführender Strukturen führten. Der mittlere Gesamtzulauf wurde für die Jahre 1979-1990 mit 89,4 m³/h ermittelt. Dieser Betrachtungszeitraum wurde gewählt, da er die volle Entfaltung der Bergarbeiten widerspiegelt. So erfolgten bis 1976 auf der +240 m-Sohle nur Erkundungsarbeiten. 1977-1979 war diese Sohle gestundet, und die Zulaufmenge wurde als Differenz ermittelt. Die Daten für das Jahr 1991 sind wegen der Einstellung der Produktion nur unvollständig erfasst worden und damit nicht aussagekräftig.

Die maximalen Zulaufmengen wurden in den Monaten Juni bis August registriert, in denen jeweils 105-108 % des Jahresmittels anfielen. Die Verteilung der Zulaufe auf die Sohlen und die Niederschlagshöhen sind nach Angaben der Gruppe Hydrogeologie, ergänzt durch Werte aus den geologischen Jahresberichten 1986-1990, in der folgenden Tabelle 5.2 zusammengestellt.

Tab. 5.2: Wasserzuläufe in die Grubenbaue der Lagerstätten Tellerhäuser und Hämmerlein nach Messungen des hydrogeologischen Dienstes des BB Aue (in m³/h)

Jahr	+ 590 m	+ 300 m	+ 240 m	+ 180 m	+ 120 m	Gesamtzulauf	Niederschlag mm
1968	8,0					8,0	k. A.
1969	26,4					26,4	748,3
1970	67,1					67,1	973,3
1971	45,2					45,2	719,5
1972	51,1					51,1	723,1
1973	45,1					45,1	843,4
1974	42,6		31,3			73,9	1100,7
1975	37,9		33,4			71,3	782,7
1976	52,4		57,6			110,0	776,1
1977	55,1		50,9			106,0	1142,9
1978	51,0		28,0			79,0	1099,6
1979	55,4		9,4		15,8	80,6	822,7
1980	59,5		9,5		13,3	82,3	1105,2
1981	67,3		11,9		14,9	94,1	1303,9
1982	75,2		12,6	5,5	16,7	110,0	841,2
1983	48,3		10,8	2,0	12,2	73,3	k. A.
1984	42,6	1,3	2,9	2,8	10,9	60,5	1082,3
1985	39,0	1,3	3,3	4,9	16,7	65,2	631,1
1986	33,3	3,9	11,5	6,6	24,7	80,0	911,6
1987	22,5	12,7	10,1	6,4	26,0	77,7	k. A.
1988	61,9	40,6	5,0	4,1	26,3	137,9	k. A.
1989	39,2	27,6	5,3	4,6	30,3	107,0	k. A.
1990	24,0	26,2	6,3	5,3	28,7	103,6*	k. A.

(k. A. – keine Angaben; * einschließlich 13,1 m³/h von Sohle +85 m)

5.3 Hydrochemische Verhältnisse

Der Chemismus der zuzitenden Wässer zeigt Analogien zu anderen Ganglagerstätten des Westerzgebirges. Die Mineralisation ist allgemein gering; sie stieg mit zunehmender Teufe und lag zwischen 64 mg/l und 413 mg/l. Es überwiegen Calcium-Natrium/Hydrogenkarbonat-Wässer. Teilweise sind nennenswerte Magnesium- und Sulfatgehalte zu verzeichnen. An Spurenelementen sind vor allem Eisen, Mangan, Arsen, Uran und Radium zu nennen.

Die Gehalte der einzelnen Komponenten betragen (BB Aue):

Calcium	6,0-57	mg/l
Natrium	6,0-191	mg/l
Kalium	0-6,0	mg/l
Magnesium	0,6-12,2	mg/l

Hydrogenkarbonat	47-589	mg/l
Sulfat	3,5-83,9	mg/l
Chlorid	3,2-31,9	mg/l
Eisen (gesamt)	unter Nachweisgrenze (0,05 mg/l)	
Mangan	unter Nachweisgrenze (0,05 mg/l)	
Arsen	0,025-2,5	mg/l
Uran	0,001-3,05	mg/l
Radium	0-1,81	Bq/l

Der pH-Wert schwankt zwischen 6,0 und 8,0. Mit der Teufe steigt er, wie aus der nachfolgenden Tabelle 5.3 zu ersehen ist, leicht an. Die durchschnittliche Gesamthärte lag bei 5,3 °dH und zeigte keine Abhängigkeit von der Teufe. Einige Wasserzuläufe wiesen CO₂-Gehalte bis 9,2 mg/l auf und sind deshalb als beton-aggressiv einzustufen.

Tab. 5.3: Veränderung des pH-Wertes der zuzitenden Wässer mit der Teufe (BB Aue)

Sohle	pH-Wert Ø	Min.	Max.
+590 m	7,1	6,5	8,0
+300 m	7,0	6,5	7,5
+240 m	7,3	6,5	8,0
+180 m	7,4	7,0	8,0
+120 m	7,6	7,0	8,0

Die Wassertemperaturen auf den einzelnen Sohlen erreichten die in Tabelle 5.4 aufgeführten Werte (Messungen der Jahre 1976-1980)

Tab. 5.4: Wassertemperaturen der zuzitenden Wässer nach Sohlen (AFONIN et al. 1982)

Sohle	Temperatur Ø °C	Min.	Max.
+590 m	10,9	9	19
+300 m	19,5	16,5	21
+240 m	27,3	25	32
+180 m	26,6	21	30
+120 m	28,5	20	33

6 Ingenieurgeologie

Die ingenieurgeologischen Verhältnisse im Lagerstättenbereich Hämmerlein-Tellerhäuser stellen sich recht unkompliziert dar. Die aufgeschlossenen Gesteine sind standfest und, wie oben beschrieben, schwach wasserführend. Der Großteil der Ausrichtungsgrubenbaue konnte deshalb ohne Ausbau oder mit leichtem Sicherungsausbau aufgefahren werden. Auch die großen Kammern des Zinnerz-Experimentalabbaus in der Lagerstätte Hämmerlein erforderten nur eine Firstsicherung mittels Ankern und Stahlnetzen.

In den Störungs- und Gangzonen ist die Standfestigkeit der Gesteine herabgesetzt. Aufgrund der Nachfallgefahr mussten Gangstrecken zumeist mit Ausbau aufgefahren werden. Schwerer Ausbau kam jedoch nicht zur Anwendung.

Deformationen der Grubenbaue und der Tagesoberfläche wurden nicht festgestellt.

Ingenieurgeologische Parameter wurden in speziellen Programmen ermittelt. So wurde der Experimentalabbau von Zinnerzen in der Lagerstätte Hämmerlein geomechanisch überwacht (siehe 7.4.2).

Beim Abbau der Uranerze in den hydrothermalen Gängen stützte man sich auf die Erfahrungen des Abbaus der Lagerstätte Schlema-Alberoda.

Für die Zug- und Druckfestigkeit wurden in Laborversuchen Werte von $\sigma_z=120 \text{ kg/cm}^2$ und $\sigma_d=1400 \text{ kg/cm}^2$ ermittelt. Bei der Übertragung auf das Anstehende wurden diese Werte auf 25 % reduziert (AFONIN et al. 1980).

Die auf den tieferen Sohlen von Tellerhäuser angeordneten Gesteinstemperaturen machten den Einsatz von Kühlmaschinen notwendig. 1978 führte das WTZ geothermische Messungen am Blindschacht 1 auf der +120 m-Sohle durch. Es wurde eine geothermische Tiefenstufe von 26,2 m/K bzw. ein Gradient von 3,82 K/100 m ermittelt (MÜLLER 1978).

Aus Messungen an Bohrlöchern (s. Tab. 6.1) errechnen sich mit ca. 3,7 K/100 m ähnliche Werte des Gradienten.

Tab. 6.1: Geothermie Bohrloch 3022/1983 (Messungen bei 1.143,8 m Teufe am 04.04.1983)

Teufe m	Temperatur °C	Teufe m	Temperatur °C
96	10,5	693	30,0
120	11,0	714	31,0
147	12,0	739	32,0
173	13,0	767	33,0
214	14,0	784	34,0
257	15,0	823	36,0
323	17,0	848	37,0
347	18,0	875	38,0
384	19,0	903	39,0
416	20,0	923	40,0
471	22,0	948	41,0
525	23,0	981	42,0
548	24,0	1015	43,0
594	25,0	1035	44,0
616	26,0	1046	45,0
626	27,0	1060	46,0
644	28,0	Ende der Temperaturmessung	
665	29,0		

7. Bergwirtschaftlich-Bergtechnische Angaben

7.1 Aufschluss, Ausrichtung und Vorrichtung

Der Aufschluss des Lagerstättenfeldes erfolgte über einen Erkundungsstolln („Stolln Pöhla“), dessen Ansatzpunkt sich in einer Höhe von 575 m HN in einem ehemaligen Steinbruch ca. 250 m südöstlich der Mündung des Schildbachs in den Luchsbach befindet.



Abb. 7-1: Stollnmundloch, Zustand 1992

Nachdem das Skarnlager „Hämmerlein“ durchfahren war, wurde parallel zum weiteren Stollnvortrieb die Uranerkundung mit den Querschlägen 1 und 2 im Hämmerlein-Lager und Strecken auf den durchörterten Gangstrukturen begonnen. Diese Arbeiten beschränkten sich zunächst auf die Stollnsohle, wo noch weitere Streckenauffahrungen für die nachfolgende Zinnerkundung erfolgten, aus denen dann Kernbohrungen eingebracht wurden.

Später folgte im Feld Hämmerlein der Aufschluss der Sohlen +530 m und +500 m über geneigte Grubenbaue (Flachen 1 und 2). Auf diesen Sohlen wurden für die Zinnerkundung Querschläge im Streichen des Skarnlagers und weitere Strecken gleisgebunden vorgetrieben (s. Abb. 7-3).

Oberhalb der Stollnsohle wurde im Niveau +610 m HN eine Zwischensohle aus Überhauen und Steigorten heraus angelegt. In der Folge wurden diese Grubenbaue teilweise in den Rampenkomplex integriert, der im Zuge der Experimental-Abbauarbeiten („Zinnkammern“) mit gleisloser Technik aufgefahren wurde.

Für Bewetterungszwecke wurden die Überhauen 5, A und B nach über Tage durchgefahren. Der Stolln Pöhla erreichte 1970 das Grubenfeld Tellerhäuser. Zunächst wurde hier bis 1972 auf der Stollnsohle die Uranerkundung nach der üblichen Methodik mittels Querschlags- und Gangstreckenauffah-

rungen durchgeführt; später folgten noch Berg- und Bohrarbeiten zur Zinnerkundung im Skarnlager „Breitenbrunn“.

Der Aufschluss der Tiefbausohlen unter dem Stolln-Niveau erfolgte über den Blindschacht 1. Die Uranerkundung wurde schon Ende 1972 mit Arbeiten auf der +240 m-Sohle fortgeführt. Nach der Entscheidung zum weiteren Aufschluss der Lagerstätte Tellerhäuser begannen die Teufarbeiten am Blindschacht 2.

Die aus der mehrfach gebrochenen Förderung resultierenden Probleme gaben Anlass zur Projektierung des Tagschachtes Nr. 400 mit Ansatzpunkt auf dem Dreiberg bei Tellerhäuser. Nach Abschluss der Voruntersuchungen am Schachtansatzpunkt (WASKOWIAK et al. 1985) mussten die Arbeiten 1985 abgebrochen werden. Ursache war die Kürzung der Zuwendungen durch die sowjetische Aktionärsseite.

Aus den Schachtröhren heraus wurden Sohlen im vertikalen Abstand von 60 m angeschlagen. Das umfangreichste Auffahrungsnetz war auf den Sohlen +120 m, +180 m und +240 m vorhanden. Wegen des flachen Einfallens der Uranerzfälle wurden im Niveau +150 m und +210 m Zwischensohlen aus Rampenauffahrungen heraus angelegt. Die tiefsten Sohlen (+85 m und +65 m) wurden durch ein Förderflachen aufgeschlossen.

Auf allen Hauptsohlen war gleisgebundene Förder-technik mit einer Spurweite von 600 mm im Einsatz.

Die Zwischensohlen (+150 m und +180 m) wurden gleislos aufgefahren. Zur Förderung standen u. a. Elektro- und Diesellader der Typen ULE-2 bzw. UL-2, Untertage-Kipper UK-2 und Untertage-Transporter UM-3 zur Verfügung.



Abb. 7-2: Druckluftbetriebener Bunkerlader LS 125 auf der +150 m-Sohle

Bei der Auffahrung der Rampe zur +65 m-Sohle kamen Elektrolader ULE-2 zum Einsatz.

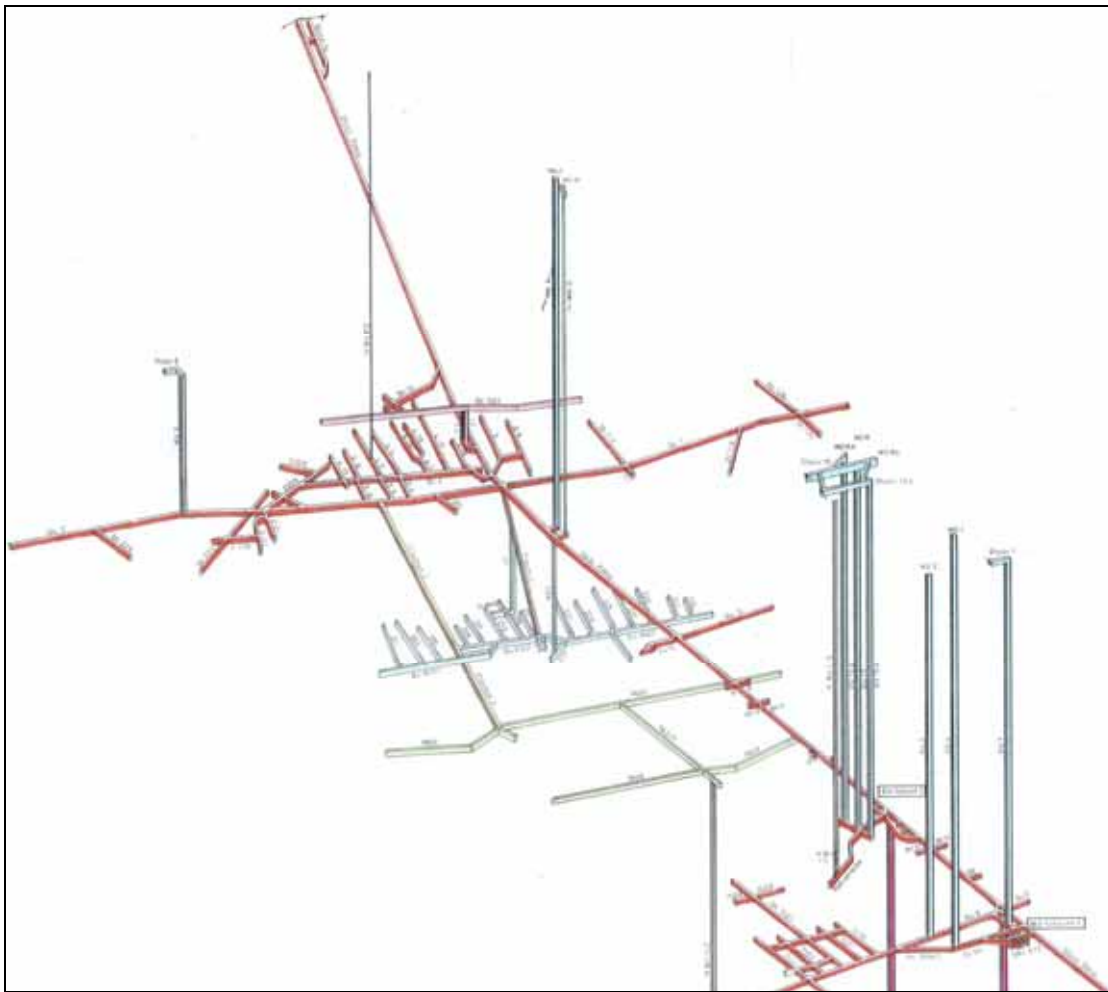


Abb. 7-3: Teil-Aufschlussschema der Grube Pöhla [Gesamtschema als Beilage 5 auf CD]

Anfängliche Probleme bei der Bewetterung wurden durch die Auffahrung von Frischwetter- und Abwetterüberhauen, die im Raum Zweibach nach über Tage durchschlägig wurden, gelöst. Ein weiterer Abwetterweg wurde in der NW-Flanke durch drei Großlochbohrungen von der Sohle +300 m zur Sohle +500 m im Grubenfeld Hämmerlein geschaffen.

Die Ausrichtung auf den Sohlen lief nach einem einheitlichen Schema ab und ging z. T. fließend in die Erkundung über. Zunächst wurden durch eine NW-SO orientierte Feldstrecke die Verbindung zwischen den Blindschächten und der Zugang zu den höffigen Bereichen hergestellt. Anschließend erfolgte die Auffahrung von Querschlägen in NO-SW-Richtung. Diese Querschläge hatten gleichzeitig den Charakter von Erkundungsgrubenbauen, da sie die Uranerzgänge im Bereich der „produktiven“ Pakete durchhörten bzw. den Skarnlagern im Streichen folgten.

Die Erkundung der Uranerzgänge erfolgte durch Streckenauffahrungen. Um vererzte Apophysen und kleinere Erzgänge nachzuweisen, wurden aus den Strecken horizontale und geneigte Bohrungen eingebracht

Auf der +120 m-Sohle wurde zudem die Zinnvererzung in einem kleinen Bereich des Dreieck-Lagers zwischen den Blindschächten 1 und 2 mit Strecken und Bohrungen untersucht.

Mit einigen Gangstrecken wurden Verbindungen zwischen den Querschlägen und somit Förderringe geschaffen, um das Ausrichtungsschema zu komplettieren.

Nach den Ergebnissen der Streckenauffahrungen wählte man die bauwürdigen Uranerzgänge oder Gangteile für vertikale Erkundungsarbeiten mittels Überhauen aus. Diese Arbeiten gingen meist fließend in die Vorrichtung der Abbaublöcke über. Dabei musste auf die sonst übliche vierseitige Umfahrung der Vorratskontur wegen des flachen Einfallens der Erzfülle verzichtet werden. Im Normalfall galt ein Block als vorgerichtet (abbaufertig), wenn Grund- und Kopfstrecke, ein durchschlägiges Überhauen und eine Etagenstrecke mit Verbindung zu einem zweiten Überhauen (Flucht- und Förderweg) vorhanden waren. Bei durchgängiger Vererzung wurde das erste Abbauband als Firstriss oberhalb der Grundstrecke eingeschossen.

Bohrarbeiten:

Ein wesentlicher Teil der geologischen Erkundungsarbeiten wurde mittels Bohrungen realisiert. Daneben wurden Bohrungen für technische Zwecke eingebracht.

Für Kernbohrungen standen diamantbestückte Bohrwerkzeuge zur Verfügung.

Bohrungen mit Projektteufen bis 120 m wurden mit den Aggregaten GP1-100 oder BSK-2m-100 eingebracht. Die Abmessungen der Maschinen erlaubten einen Einsatz in fast allen horizontalen Grubenbauen.

Für tiefere Bohrungen kamen Geräte der SIF-Serie und deren Nachfolgemodelle (UKB) zum Einsatz. Dazu war gewöhnlich die Auffahrung einer Bohrkammer notwendig.

Die Aufgaben der Kernbohrungen bestanden in der Klärung des geologischen Baus unverritzter Teile des Grubenfeldes unter besonderer Berücksichtigung der Verbreitung und lithologischen Zusammensetzung der „produktiven“ Nebengesteine oder in der detaillierten Untersuchung und Beprobung der Skarnlager.

Kernlose Erkundungsbohrungen wurden in zwei Varianten eingebracht. In beiden Fällen machten die Abmaße der Maschinen einen Einsatz in allen horizontalen Grubenbauen möglich.

Tiefe Bohrungen wurden mit speziellen Geräten vom Typ NKR-100 geteuft. Sie verfügten über hartmetallbestückte Rollmeißel und erreichten maximale Teufen von 120-130 m.

Für sogenannte leichte Erkundungsbohrungen (LEB) mit Teufen von 6-30 m wurden auf Fahrgestelle montierte Bohrhämmer PK-75 eingesetzt. Hier kamen die üblichen Bohrstangen und Hartmetallkronen zum Einsatz.

Die Aufgabe der kernlosen Bohrung bestand in der Suche uranföhrender Gangstrukturen.

Technische Bohrungen dienten beispielsweise der Schaffung von Fluchtwegen (Rettungsbohrlöcher), der Zufuhr von Elektroenergie (Versorgungsbohrlöcher), der Schaffung von Wetterwegen (Wetterbohrlöcher) und der Versatzzufuhr in Abbaublöcke (Versatzbohrlöcher). In Abhängigkeit vom erforderlichen Enddurchmesser kamen Aggregate der Typen Turmak (für Großlöcher) und NKR-Maschinen zum Einsatz.

7.2 Untersuchungs- und Erkundungsgrad

Das Ziel betrieblicher geologischer Erkundungsarbeiten besteht in der Sicherung des notwendigen Vorratszuwachses und der lokalen Prognose der Vererzung als Voraussetzung für die Projektierung der Abbauarbeiten. Dazu bedarf es der sicheren Konturierung des Verbreitungsgebietes bauwürdiger Vererzung und der Klärung der Lokalisationsbedingungen der Erze innerhalb des Lagerstättenraumes.

Ausgehend von den erzkontrollierenden Faktoren in gangförmigen Uranlagerstätten waren im Raum Tellerhäuser folgende Sachverhalte zu klären:

1. Lage und Morphologie der Granitoberfläche sowie Erstreckung des Kontakthofes,
2. Lagerungsverhältnisse und lithologische Zusammensetzung „produktiver“ Gesteinspakete,
3. Verlauf und Aufbau der Kluft-Gang-Zonen und
4. Verbreitung erzführender Paragenesen in der Gangaufüllung.

Das unterlagernde Granitmassiv und die Skarnlager waren bereits zu Beginn des Abbaus gut untersucht. Besonders hervorzuheben sind dabei die Erkundungsarbeiten auf Zinn in den Skarnlagern „Hämmerlein“, „Breitenbrunn“ und „Dreiberg“, die wichtige Informationen für die Uranerkundung lieferten.

Das Granitmassiv war durch zahlreiche Bohrungen aufgeschlossen. Bis 1988 stieg die Zahl der Durchörterungen des Granitkontaktes im Bereich der Lagerstätten und ihrer Flanken auf nahezu 100.

Der Bereich der Kontaktmetamorphose wurde durch systematische Beprobung von Bohrkernen und Grubenbauen mit anschließenden Dünnschliffuntersuchungen abgegrenzt.

Verbreitung und Lagerungsverhältnisse der Nebengesteine waren durch ein dichtes Netz von Erkundungsbohrungen belegt. Bergmännische Aufschlüsse ermöglichten Aussagen zum Detailbau und zu lateralen Veränderungen der Skarnlager bzw. „produktiven“ Pakete.

Problematisch blieb dagegen die Untersuchung der tektonischen und mineralogischen Verhältnisse, da sie nur durch den Vortrieb von Gangstrecken erfolgen konnte. Je nach Dichte des Auffahrungsnetzes war der Erkundungsgrad der einzelnen Lagerstattenteile sehr unterschiedlich.

Bei Einstellung der Uranförderung im Sommer 1991 war nur für den Zentralteil der Lagerstätte Tellerhäuser ein zufriedenstellender Kenntnisstand erreicht. Die Erzgänge zwischen den Strukturen „Schildbach“ und „Gang Luchsbach“ waren innerhalb der „produktiven“ Pakete „C“ und „D“ auf den Sohlen +120 m bis +300 m gut untersucht. Beleg dafür war die Bestätigung der geologischen Voraussagen durch die Auffahrungen auf der +85 m-Sohle, die im Stadium des Aufschlusses abgebrochen werden mussten.

Die SW-Flanke war auf den Sohlen +600 m und +240 m bergmännisch aufgeschlossen. Die uranhöfliche Struktur „Ehrenzipfel“ ist dabei auf der +600 m-Sohle nicht im Streichen untersucht worden. Einzelne Durchörterungen erfolgten durch die Querschläge 6, 6^a und 10 sowie die Strecken 12 und 7528/7529. Der Gang wies hier keine Uranvererzung auf, so dass weitere Auffahrungen unterblieben. Auf der +240 m-Sohle blieb die Erkundung durch die Querschläge

9012 und 9016 ebenfalls unvollendet, da weder das Granitmassiv angefahren noch der Gang „Ehrenzipfel“ (Strecke 1209/1210) innerhalb der „produktiven“ Gesteine erkundet wurde.

In der NW-Flanke wurden auf den Sohlen +300 m, +240 m und +120 m Auffahrungen getätigt. Die Feldstrecke 8901 auf der +300 m-Sohle diente ausschließlich zur Herstellung einer Wetterverbindung ins Grubenfeld Hämmerlein. Das Paket „H₁“ wurde angetroffen, eine Erkundung von Gangstrukturen unterblieb. Auf der +240 m-Sohle wurde mit Querschlag 9017 der Bereich zwischen den Paketen „D“ und „H₁“ aufgeschlossen. Die Struktur „Gang Luchsbach“ wies hier keine Vererzung auf. Auf der +120 m-Sohle verlief die Erkundung der NW-Flanke mit dem Querschlag 9209 und den zugehörigen Gangstrecken überaus erfolgreich. Im Ergebnis der Auffahrungen konnte das Hämmerlein-Lager in die „produktiven“ Profilabschnitte „H₁“, „H₂“ und „H₃“ untergliedert werden. Trotz der geringen Zahl von Aufschlüssen wurde die Uranführung der Gänge „Luchsbach“ (Paket „H₁“), „Kunnersbach“ (Paket „H₁“) und „Schildbach“ (Pakete „H₁“ und „H₂“) und somit die Existenz der Strukturerknoten 301, 304, 313 und 314 nachgewiesen. Die reichen Uranvorräte im Ganggebiet „Schildbach“-„Reibach“ wurden unverzüglich in den Abbau einbezogen. Dadurch war die vorhandene Wetterkapazität gebunden und der vorgesehene Aufschluss der Erz-knoten 302, 303, 313, 314, 323 und 324 verzögerte sich.

Die NO-Flanke ist nur auf der +240 m-Sohle aufgeschlossen. Mit dem Querschlag 9013 wurde das Gebiet im Liegenden der Struktur „Schildbach“ auf über 1 000 m Länge aufgeschlossen. Die Streckenauffahrungen auf „Kirchenholz I“ (Strecke 1333/1334) und zwei weiteren Gängen trafen keine Uranvererzung an. Der Querschlag 9011 hat wegen seines Verlaufes außerhalb der „produktiven“ Pakete keine Bedeutung für die Bewertung der Uranhöflichkeit. Eine zuverlässige Einschätzung der NO-Flanke ist somit ohne weitere Aufschlüsse auf tieferen Sohlen nicht möglich.

Erkundungsarbeiten in der SO-Flanke wurden auf den Sohlen +240 m und +120 m durchgeführt. Mit den Grubenbauen auf der +240 m-Sohle (Querschläge 9018, 9019, 9020, 9021 und 9022) ist es nicht gelungen, Gangstrukturen innerhalb „produktiver“ Pakete aufzuschließen. Günstigere Verhältnisse wurden auf der +120 m-Sohle angetroffen, wo im Querschlag 9201^N die Fortsetzung mehrerer Gangstrukturen im SO-Flügel der Tellerhäuser- Brachysynklinale nachgewiesen wurde. Der „Gang Luchsbach“ führte Uranerze (Strecke 110). Im Jahr 1985 wurden die Arbeiten hier aus Finanzierungsgründen abgebrochen. An dieser Stelle muss auch auf die positiven Ergebnisse bei der Erkundung des Paketes „A“ auf der +300 m-Sohle (Querschlag 8901) im Zeitraum 1989-1990 hingewiesen werden. Sie erfordern eine Neubewertung der Perspektiven der SO-Flanke auf der Sohle +240 m.

Die untere Grenze der Lagerstätte wird zweifellos durch den Granitkontakt gebildet und kann sicher konturiert werden. Dagegen ist die Festlegung einer oberen Grenze mit dem derzeitigen Kenntnisstand nicht exakt möglich. Der Grund dafür ist die räumlich isolierte Position der Uranvererzung im Scharungsbereich der Gänge „Luchsbach“ und „Schildbach“ im „B“-Paket auf der Stollnsohle. Die getätigten Arbeiten erlauben keine verlässlichen Aussagen zur vertikalen Erstreckung der Erzfälle. Allgemein sind als obere Begrenzung die phyllitischen Schiefer der Thumer Gruppe anzusehen, in denen die Gangmineralisation der Lagerstätte auskeilt (MATUŠIN et al. 1988). Folglich ergeben sich Unsicherheiten bei der Einschätzung des gesamten Teufenintervalls oberhalb der +300 m-Sohle.

Bezüglich der Zinn- und sonstigen stratiformen Vererzung ist grundsätzlich von ihrer Bindung an die Skarnlager „Hämmerlein“, „Dreiberg“ und „Breitenbrunn“ auszugehen. Mit Auffahrungen im Streichen und Fallen der Skarnlager sowie mit aus diesen Auffahrungen lotrecht durch das jeweilige Lager geteufte Bohrungen sind relativ regelmäßige Erkundungsnetze mit Aufschlussnetzdichten bis zu 50 m x 12,5 m (im Zentralteil jedes Lagers mit C₁-Vorräten) hergestellt worden. Damit und außerdem mit den von über Tage niedergebrachten Bohrungen im Lagerstättenbereich konnte die Verbreitung dieser Vererzung im Wesentlichen festgestellt werden.

Danach erstreckt sich die Lagerstätte Hämmerlein von der Hirtenberg-Störung im NW bzw. W und der Rittersgrüner Störung im SW über annähernd 1,5 km im Streichen des Skarnlagers „Hämmerlein“ nach NO bis zur Vertaubungs- bzw. Bauwürdigkeitsgrenze; nach SO, im Einfallen ist sie über ca. 2 km erkundet und erstreckt sich vermutlich noch bis etwa zur Dreiberg-Störung.

In der Lagerstätte Tellerhäuser reicht die Verbreitungs- und z. T. auch die Vertaubungsgrenze des Breitenbrunn-Lagers, im W auch die des Dreiberg-Lagers bis etwa an die Rittersgrüner Störung bzw. die Staatsgrenze zur Tschechischen Republik heran, wo das Dreiberg-Lager vom Granit abgeschnitten wird. Teilweise, speziell beim Breitenbrunn-Lager, reicht diese Kontur wahrscheinlich über die Staatsgrenze hinweg. Nach SO und NO zu muss die genaue Kontur der Vererzung in diesen beiden Lagern noch durch verdichtende Erkundungsarbeiten präzisiert werden. Auch nach NW zu, im Überschneidungsbereich von Dreiberg-Lager und dem tiefer liegenden Hämmerlein-Lager nordwestlich der Dreiberg-Störung, sind die Vererzungskonturen noch genauer zu klären und die hier seinerzeit ausgehaltenen prognostischen Vorräte in sichere Ressourcen zu überführen.

Trotz aller ungeklärten Fragen stellen die Arbeiten in den Lagerstätten Hämmerlein und Tellerhäuser einen wichtigen Beitrag zur geologischen Untersuchung des Westerzgebirges dar. Die geschaffenen Aufschlüsse ergaben Einblick in den geologischen Aufbau eines Gebietes von ca. 15 km² in einem Teufenbereich bis 1 300 m.

7.3 Bemusterung und Vorratsberechnung

7.3.1 Bemusterung und Vorratsberechnung der Uranvererzung

Die Besonderheiten des geologischen Baus und der Ausbildung der Vererzung auf den einzelnen Gängen, insbesondere ihre Absetzbarkeit, sowie das angewandte Erkundungs- und Abbausystem machten die Anwendung spezieller Methoden der Bemusterung und Vorratsberechnung erforderlich. Diese Methoden wurden bei der Erkundung und dem Abbau von erzgebirgisch-vogtländischen Ganglagerstätten, insbesondere der Lagerstätte Schlema-Alberoda, entwickelt und, angepasst an die konkreten spezifischen Bedingungen, auf die Uranvererzung in der Grube Pöhla übertragen.

Die relativ geringe Mächtigkeit der Erzgänge (allgemein wesentlich geringer als die abgebaute Mächtigkeit, d. h. die technologisch bedingte Abbaubreite) im Verhältnis zu ihrer flächenhaften Ausdehnung sowie die starke Absetzbarkeit der Vererzung auf den Gängen selbst machten eine Erkundung mittels bergmännischer Auffahrungen erforderlich. Die dabei angetroffene Erzmenge auf Gangflächen wurde bewertet, indem deren „Qualität“ mit ihrem Ausbringen, d. h. dem Verhältnis von Erz- bzw. Uran-Menge zur betrachteten Gangfläche zum Ausdruck gebracht wurde. Qualitäts- und damit Entscheidungskriterium für Erkundung und Abbau war also nicht der Urangehalt pro Tonne Erz, sondern die Uranmenge pro Quadratmeter Gangfläche. Da ein selektiver Abbau der Erzlinsen offensichtlich nicht möglich war, wurden in die Erzkontur von Gangflächen Bereiche mit Erzlinsen einbezogen, zwischen denen sich auch taube Abschnitte befanden. Aus dem mittleren Ausbringen in kg Uran pro m² und der insgesamt in die Berechnung einbezogene Gangfläche ergaben sich so die Gesamt-Uranvorräte dieser Fläche.

Die aus bergmännischen Auffahrungen auf den Gängen in einem bestimmten Zeitabschnitt geförderte Erzmenge wurde zu einer Haufwerksprobe zusammengefasst. Das mittlere Ausbringen des Haufwerks aus Auffahrungen, die eine (noch) nicht abgebaute Gangfläche bzw. einen Abbaublock umgeben, wurde auf diese Gangfläche extrapoliert. Der Bezug auf die gewonnene Uran-Menge definiert die so ermittelten Uran-Vorräte als gewinnbare Vorräte. Diese unterscheiden sich von den In-situ-Vorräten durch die bei der Gewinnung und Vorsortierung der Erze im Bergbaubetrieb auftretenden Verluste (siehe 7.5.1). Das Verhältnis von gewonnenem zu ursprünglich in situ

vorhandenem Uran (gelöschter Vorrat) bringt der Gewinnungskoeffizient zum Ausdruck. Über diesen Koeffizienten wurden aus gewonnenen Uran-Mengen um (noch) nicht abgebaute Gangflächen deren In-situ-Vorräte ermittelt. Dabei wurde im Allgemeinen (außer bei der Generalvorratsberechnung 1975 - siehe 8.1.1) der in der Lagerstätte Schlema-Alberoda ermittelte Koeffizient 0,92 zugrunde gelegt.

Ausgehend von der Ähnlichkeit des geologischen Baus und der Ausbildung der Uranvererzung mit den Verhältnissen in der Lagerstätte Schlema-Alberoda erfolgte wie dort je nach Untersuchungsgrad eine Berechnung bzw. Einstufung der Vorräte in die Klassen C₁, C₂ und prognostische Vorräte. Dabei wurden in die Berechnung von Bilanzvorräten Gangflächen mit einem mittleren Ausbringen von mindestens 0,2 kg/m² einbezogen. Erkundete Vorräte auf konkreten Gängen wurden in die Vorratsklasse C₁ eingeordnet. Eine Erkundung bis zu A- und B-Vorräten war infolge der komplizierten Morphologie der Erzkörper und der äußerst absetzigen Erzverteilung praktisch nicht möglich.

Die Berechnung fußte dabei wie bereits erwähnt auf den Angaben auf die durchgehende Haufwerksprobenahme der einen Berechnungsblock umgrenzenden Grubenbaue. Als graphische Grundlage für die Vorratsberechnung dienten Seigerrisse, d. h. die Projektion der Gangflächen auf eine vertikale Ebene, im Maßstab 1:500. Darauf waren dargestellt:

- die Konturen der Grubenbaue mit genauen markscheiderischen Angaben zu ihrem monatlichen Fortschritt
- geologische Angaben zu Nebengesteinen, erzkontrollierenden geologischen Strukturelementen und zum Streichen und Einfallen der Gänge
- die Konturen der Erzlinsen
- Zahlenangaben zur durchgehenden Haufwerksbemusterung mit Angabe der gewonnenen Uranmenge (in kg) und der gelöschten Gangfläche (in m²)
- die Konturen der Bilanzfläche (Berechnungsblöcke).

Die Konturierung der Bilanzflächen von C₁- und C₂-Vorräten erfolgte unter Berücksichtigung der die Vererzung kontrollierenden geologisch-strukturellen Faktoren. Auf Gängen ohne eindeutig feststellbare geologisch-strukturelle Kontrolle wurde die Konturierung der Blöcke nach dem faktischen Ausbringen der umgebenden Grubenbaue, d. h. mittels Interpolation bzw. Extrapolation durchgeführt. Taube Bereiche bzw. Bereiche mit Außerbilanzvererzung wurden in die Berechnungskontur einbezogen, wenn sie innerhalb eines aushaltenden Erzfalles mit bauwürdiger Vererzung lagen und nur eine lokale Unterbrechung darstellten.

Kennzeichnende Unterschiede für die Vererzungs- und Abbaubedingungen in der Grube Pöhla, d. h. vor allem in der Lagerstätte Tellerhäuser, gegenüber denen in Schlema-Alberoda waren das flache Einfallen der „produktiven“ Gesteinspakete und damit die mehr oder weniger bandartige Ausbildung der vererzten Gangbereiche sowie der vertikale Sohlenabstand von 60 m (bzw. 30 m bei Zwischensohlen-Auffahrungen). In Abhängigkeit vom Gesteinseinfallen und der aufgeschlossenen horizontalen Erstreckung der Vererzung (Vererzungslänge) erfolgte die Ausblockung von Bilanzflächen generell innerhalb der Produktivgesteinspakete unter Berücksichtigung der Vererzungskonturen. Bei einem Gesteinseinfallen von über 8° wurden die Flächengrenzen horizontal, bei unter 8° wurden sie vertikal gezogen. Dabei wurden Bilanzvorräte bei horizontalen Vererzungslängen unter 50 m auf 11,5 m vertikale Höhe extrapoliert, bei Vererzungslängen über 50 m auf 23 m vertikale Höhe; ab 1989 wurde unabhängig von der Vererzungslänge eine vertikale Höhe von 15 m zugrunde gelegt.

Die Ausblockung der erzführenden Gänge im Produktivgesteinspaket erfolgte in Richtung der darüberliegenden Sohle als „aufgeschlossener“ C_1 -Vorrat, in Richtung der darunterliegenden Sohle als „hängender“ C_1 -Vorrat. Daran schließt sich - extrapoliert nach denselben Begrenzungskriterien - jeweils eine Bilanzfläche der Klasse C_2 an, allerdings mit gegenüber der C_1 -Fläche bzw. der Basisstrecke halbiertem Ausbringen (ab 1989 Halbierung nur noch bei C_1 -Ausbringen von mindestens 5 kg/m^2). Bei Vorratsflächen mit sehr hohem Ausbringen ($> 10 \text{ kg/m}^2$), das durch einzelne Erzlinsen mit quasi Mammutgehalten bzw. -ermengen verursacht war, wurde mit Korrektorkoeffizienten wie in der Lagerstätte Schlema-Alberoda ein korrigiertes mittleres Ausbringen für die Vorratsberechnung bestimmt.

Außer den geometrisierten Bilanz-, d. h. C_1 - und C_2 -Vorräten auf konkreten Gängen sind für Strukturerknoten auf (noch) nicht aufgeschlossenen Sohlen oder in nicht erkundeten Lagerstättenteilen, die eine Vererzung aufgrund geologischer Gegebenheiten vermuten lassen, prognostische Vorräte berechnet worden. Die Berechnung dieser Vorräte in Erzknoten, d. h. Bereichen mit einer vermuteten stärkeren Konzentration erzführender Gänge infolge der Verknüpfung günstiger lithologisch-struktureller Bedingungen, erfolgte nach räumlich-statistischen Methoden. Dabei wurde die Konturierung der Erzknoten entsprechend den geologisch-strukturellen Besonderheiten der Lagerstätte und der räumlichen Verteilung der Vererzung auf geologischen Sohlengrundrissen im Maßstab 1 : 2 000 in maximal 20 m Entfernung von den äußersten Punkten mit bauwürdiger Vererzung im Streichen von Gängen und rechtwinklig dazu vorgenommen. Nach der Extrapolation der Konturen über den vertikalen Sohlenabstand wurde dann der spezifische Inhalt dieses Erzknoten-Volumens an Bilanz-

Gangflächen bestimmt. Dieser spezifische Inhalt, auch als spezifische Sättigung bezeichnet, wurde aus dem Verhältnis zwischen den Bilanz-Gangflächen (einschließlich gelöschter Gangflächen) und dem Volumen zwischen zwei Sohlen als volumetrischer Gangkoeffizient in m^2/m^3 ermittelt. Dieser Wert wurde auf schwach oder nicht erkundete Sohlen bis zur wahrscheinlichen Grenze der einzelnen Erzknoten in der Teufe extrapoliert. Über das mittlere Ausbringen der Bilanzvorräte im erkundeten Bereich des jeweiligen Erzknotens wurden dann unter Beachtung aller erzkontrollierenden Faktoren seine prognostischen Uran-Vorräte berechnet. Die Summe der prognostischen Vorräte der einzelnen Erzknoten ergab die entsprechenden Gesamt-vorräte der Lagerstätte, wobei in einigen Fällen auch Uranvorräte erfasst wurden, die sporadisch außerhalb der Erzknoten auftraten und analog berechnet wurden.

Neben diesen aus erkundeten Bilanzvorräten abgeleiteten, d. h. extrapolierten prognostischen Vorräten wurden in der Lagerstätte Tellerhäuser auch mögliche prognostische Vorräte berechnet, deren Existenz entsprechend den allgemeinen geologischen Bedingungen und potentiellen Möglichkeiten wahrscheinlich ist. Solche Vorräte wurden in Bereichen ermittelt, wo tektonische Störungen, Kluft- und Gangzonen in häufigen Gesteinen auftreten und theoretisch Uranvererzung aufweisen können. Die Berechnung dieser Vorräte erfolgte in Analogie zu ähnlichen Erzknoten. Entsprechend den Unterschieden in der Herleitung und damit auch der Sicherheit dieser Vorräte wurden die erstgenannten prognostischen Vorräte der Vorratsgruppe Δ_1 und die letzteren, potentiell-prognostischen Vorräte der Vorratsgruppe Δ_2 zugeordnet.

7.3.2 Bemusterung und Vorratsberechnung der Zinnvererzung

Entsprechend ihrer grundsätzlichen Bindung an Skarnlager erfolgte die Untersuchung der Zinnvererzung einschließlich ihrer Begleitkomponenten durch Anlegen eines regelmäßigen Erkundungsnetzes. Dieses Netz wurde mittels Streckenauffahrungen in der Fallrichtung des Skarnlagers, also etwa NW-SO, und daraus geteuften schrägen Kernbohrungen durch das Lager hergestellt. Bei der Vorerkundung, zur Ermittlung von C_2 -Vorräten, lag der Streckenabstand bei etwa 400 m und der Bohrlochabstand auf den Strecken bei 50 m. Später, für die C_1 -Erkundung, wurde der Streckenabstand auf etwa 50-60 m und der Bohrlochabstand teilweise auf 25 m, größtenteils auf 12,5 m verdichtet. Gelegentlich, vor allem zur Konturierung der Schiefervererzung in Trümerzonen, wurden auch Fächer von vertikalen und schrägen Bohrungen durch solche Bereiche angelegt. Mittels einer kombinierten Schlitz- und Bohrkernbemusterung konnte somit der komplette vererzte Bereich untersucht, d. h. kartiert und bemustert werden (s. Abb. 3-6 u. 3-12).

Der eigentlichen Bemusterung ging eine kerngeophysikalische Expressprofilierung (siehe 4.2.2) zur Konturierung der Zinnvererzung voraus. Danach wurden in den betreffenden Auffahrungen vertikale Schlitzte im Abstand von in der Regel 4 m eingebracht. Mittels einer leichten Diamantscheibensäge und eines Presslufthammers wurde das Gestein in 10 cm Breite und 2 cm Tiefe eingesägt und herausgearbeitet. Die Länge der einzelnen Probensektionen in einem Schlitz war abhängig von den konkreten petrographischen Gegebenheiten (Gesteinsvarietäten u. a.) und der Vererzungsintensität und lag zwischen 0,2 m und 1,0 m. Im Bereich von Erkundungsbohrungen durch ein Erzlager wurden solche Probenschlitzte annähernd senkrecht zum Einfallen des Lagers, d. h. entsprechend seiner wahren Mächtigkeit angelegt. Die gleichfalls schrägen Kernbohrungen dazu durchörterten den nicht bergmännisch aufgeschlossenen Teil des Lagers. Der Bohrkern aus dem Lager wurde bei einem Kronendurchmesser von 46-59 mm vollständig für die Bemusterung und Analytik verwendet (sektionsweise unterteilt wie in den Schlitzten), bei Bohrungen größeren Durchmessers eine mechanisch in der Kernachse gespaltene Bohrkernhälfte. Glimmerschieferbereiche wurden meist einer Punkt-Splitterprobenahme in 5 m-Sektionen unterzogen und gegebenenfalls, bei festgestellten erhöhten Sn-Gehalten (≥ 300 g/t), anschließend genauer, vollständig in 1 m-Sektionen nachbemustert. Parallel zu dieser durchgehenden geochemischen Bemusterung erfolgte eine Entnahme von Proben für Raumgewichtsbestimmungen und mineralogisch-petrographische Untersuchungen.

Bei Übertagebohrungen wurde der Bohrkern zuerst röntgenradiometrisch auf Zinn und Wolfram untersucht. In Bereichen mit erhöhten Gehalten, wie auch bei Skarnlagern und bei sichtbarer Magnetit- oder Sulfidführung wurde er anschließend halbiert. Die eine Hälfte, unterteilt in Sektionen von in der Regel 1 m Länge bzw. nach petrographischen Grenzen, wurde für die übliche Analytik verwendet. Die andere Kernhälfte wurde für Vergleichs- bzw. Kontrollzwecke oder für die Zusammenstellung technologischer Proben aufbewahrt.

Bei den für analytische Zwecke genommenen Proben wurde regelmäßig außer dem Gehalt an Zinn auch der an Zink, Cadmium, Silber, Kupfer und Blei bestimmt, häufig auch der an Eisen bzw. Magnetit, Indium, Wolfram, Bor, Arsen, Wismut, Nickel und Kobalt. In Sammelproben, zusammengestellt aus Zinnerzproben, sind außerdem Be, Mo, Ba und Sc bestimmt worden, manchmal auch F, P, Mn, Zr, V, Cr, Sr, Ge, Nb, Ta, Sb, Se, Ga, Au, Y, La und Ce.

Die Berechnung der Vorräte an Zinn und Begleitrohstoffen erfolgte nach Festlegungen und Konditionen, die von der damaligen Staatlichen Vorratskommission der DDR bestätigt worden waren.

Die nachfolgend dazu gemachten Angaben beziehen sich im Wesentlichen auf die Erkundungsperiode

1976-1981 (siehe AFONIN et al. 1982); ggf. abweichende frühere Festlegungen usw. in anderen Perioden werden in Tab. 8.2 dargelegt.

Tab. 7.1: Konditionen zur Vorratsberechnung schichtgebundener Rohstoffe

Rohstoff	Schwellengehalt %	Mindest-Linear-gehalt m%	Minimalgehalt Lagerstätte bzw. im (selbständigen) Block %
Zinn			
- Skarnerz	0,15*	0,225	0,47
- Schiefererz	0,10	0,150	
Zink	0,20**	0,40**	1,0
Magnetit	10,0**	20,0**	25,0

* Skarnerz mit Zinngehalten zwischen 0,10 % und 0,15 % wurde als Außerbilanzvorrat bewertet

** im selbständigen Block, außerhalb der Zinnerzkontur

Die maximale Mächtigkeit in ein Erzintervall einbeziehbare tauber Zwischenmittel - bei Einhaltung des Schwellen- und Lineargehaltes - betrug 1,5 m.

In ein Erzlager wurden dabei alle Erzintervalle entsprechend den genannten Konditionen mit maximal 10 m Abstand untereinander in einer Bohrung bzw. Durchörterung einbezogen. Die tauben bzw. nicht-konditionsgerechten Intervalle dazwischen wurden über einen Erzführungskoeffizienten für die Mächtigkeit, d. h. das Verhältnis der Mächtigkeiten der Erzintervalle zur Gesamtmächtigkeit des Erzlagers berücksichtigt.

In Bohrungen aufgetretener Kernverlust blieb angesichts des faktischen Kerngewinns zwischen 91 % und 94 % unberücksichtigt (Wertung mit 100 %). Entsprechend den Lagerungsbedingungen der stratiformen Vererzung wurde die Vorratsberechnung nach der Methode der geologischen Blöcke vorgenommen. Dabei wurden prioritär geologische Grenzen (Verbreitungsgrenzen eines Erzlagers oder tektonische Störungen) zugrunde gelegt. Die Blöcke bzw. Erzkörper wurden auf eine horizontale Ebene projiziert. An den Randbereichen wurden die Grenzen der Erzkörper mittig zwischen letzter vererzter und nächstliegender erzfreier Bohrung gelegt, bei C₁-Vorräten maximal in 12,5 m Abstand von der letzten vererzten Bohrung. Innerhalb eines Blockes liegende taube, bzw. nicht-konditionsgerechte Bohrungen wurden mittels eines Erzführungskoeffizienten für die Fläche (Verhältnis der konditionsgerechten Bohrungen bzw. Durchörterungen zu Gesamtdurchörterungen im Block) berücksichtigt. In einzelnen Bohrungen gelegentlich festgestellte extrem hohe Gehalte an Zinn (auch Zink in der Zinnvererzung) sind bei der Vorratsberechnung als

Mammutwerte definiert und durch den nächstniedrigeren nachfolgenden Gehaltswert ersetzt worden.

Die Begleitrohstoffe Zink und Eisen (Magnetit) wurden bei ihrem Auftreten innerhalb der Konturen der Zinnvererzung berechnet. Selbständige Blöcke außerhalb der Zinnvererzung mussten die oben genannten industriellen Minimalgehalte aufweisen. Außer dem Gesamt-Eisen wurde Magnetit berechnet, da er einerseits bei der Aufbereitung der Zinnerze gesondert gewonnen wird und andererseits aus selbständigen Blöcken gewinnbar ist. Neben Zink tritt isomorph im Sphalerit eingebaut beständig Cadmium auf. In den Bereichen der detaillierten, d. h. C₁-Erkundung wurde es innerhalb der Konturen der Zinnvererzung berechnet, indem sein Gehalt in monomineralischen Sphaleritproben ermittelt wurde. Außerdem wurden in der Zinnerzkontur bzw. in den Skarnlagern systematisch die Gehalte an Indium, Kupfer, Silber und Wolfram bestimmt.

Der Berechnung von Bilanz-, d. h. C₁- und C₂-Vorräten lag dabei die zu Beginn dieses Abschnittes genannte Aufschluss- bzw. Erkundungsnetzdichte zugrunde; außerhalb der Berechnungskonturen dieser Vorräte aufgeschlossene einzelne Intervalle mit konditionsgerechten Gehalten oder entsprechende Zinnvererzungen in Bereichen geringerer Netzdichte (z. B. zwischen den Lagerstätten Hämmerlein und Tellerhäuser) wurden als prognostische Vorräte der Untergruppe Δ_1 erfasst.

Das Raumgewicht vererzter Skarne und Schiefer wurde durch Volumenbestimmung und Wägung einer Vielzahl von Proben in Wasser bzw. in der Luft ermittelt, wobei diese Proben versuchsweise z. T. mit einer Lackschicht überzogen worden waren. Wegen der dabei festgestellten nur unwesentlichen Differenzen wurde dieses Verfahren nicht weitergeführt. Allein in der Lagerstätte Hämmerlein wurden bis 1975 über 1 000 Skarnproben gewogen, in Tellerhäuser 376 Proben. Entsprechend der unterschiedlichen Zusammensetzung wurden in Hämmerlein Werte von 2,370 g/cm³ bis 4,930 g/cm³ bestimmt und daraus ein arithmetisches Mittel für die Vorratsberechnung von 3,253 t/m³ errechnet. Für Schiefererze wurde ein Raumgewicht von 2,826 t/m³ (aus 296 Bestimmungen) berechnet, für die Skarnerze der Lagerstätte Tellerhäuser von 3,236 t/m³.

Diese Werte sind für die Vorratsberechnungen bis 1982 verwendet worden. Für die Vorratsberechnung 1991 im Dreiberg-Lager Tellerhäuser wurde ein neu (aus 107 Bestimmungen) ermittelter Wert von 3,134 t/m³ verwendet.

Da die natürliche Gesteinsfeuchtigkeit (in 65 Bestimmungen mit 0,45 % bis 0,7 % ermittelt) weniger als 1 % betrug, wurde sie in der Vorratsberechnung nicht berücksichtigt.

7.4 Abbau der Erze

7.4.1 Abbau von Uranerzen

Als Abbauverfahren für die uranführenden Gangabschnitte kam ausschließlich Firstenstoßbau, im Normalfall mit streichendem Verhieb, zur Anwendung. Er ermöglichte eine optimale Anpassung an die absetzige Erzverteilung, Schwankungen der Mächtigkeit, Unregelmäßigkeiten im Gangverlauf und die herabgesetzte Standfestigkeit der Nebengesteine in Gangnähe. Als Nachteil stellten sich die relativ geringe Mechanisierbarkeit und die damit verbundene hohe körperliche Belastung der Hauer sowie der geringe Abbaufortschritt dar.

Die Abmessungen der Abbaublöcke waren entsprechend den morphologisch-geologischen Bedingungen oder aus technologischen Gründen sehr variabel. Die Blocklänge konnte mehrere hundert Meter erreichen. Abstand der Überhauen lag zwischen 30 m und 40 m. In der Vertikalen wurden die Blöcke nach Durchfahren der Erzfälle abgesetzt.

In wenigen Fällen ermöglichten die Vererzungsverhältnisse und die Standsicherheit des Gebirges einen Abbau mit schwebendem Verhieb.

Der beim Abbau entstandene Hohlraum wurde mit taubem Haufwerk höherliegender Abbaubänder versetzt (Eigenversatz). In Reicherzblöcken mussten Bergmühlen aufgefahren oder Versatzmassen (Abrieb) über die Kopfstrecken zugeführt werden.

Parallel zum Abbau wurde die Erkundung der Gänge innerhalb der Vorratskontur durch Bohrungen weitergeführt. Mit sogenannten Karottagebohrungen, die mit 2-6 m Teufe in die Gangfläche eingebracht wurden, untersuchte man lokale Vertaubungsbereiche. Wenn die radiometrische Vermessung der Bohrungen (Gammakarottage) keine Vererzung zeigte, wurden die betreffenden Blockteile abgeschrieben und aus der Abbaukontur ausgeschlossen.

In morphologisch komplizierten Gangabschnitten wurden in die Abbaustöße 2-3 m tiefe Salbandbohrungen (Kontrolllöcher) eingebracht. Zeigten sich bei der Bohrlochmessung radiometrische Anomalien, wurden sie durch Orte aufgeschlossen, um vererzte Apophysen mit dem Hauptgang abzubauen.

Gelegentlich konnten bei der abbaubegleitenden Erkundung Vertaubungen größerer Gangbereiche anhand der angetroffenen geologischen Bedingungen erklärt werden. Beispiele dafür sind die Verdrängung der Uranerze durch das Einschleppen von Phonolithen in die Gänge, das Fehlen „produktiver“ Nebengesteine durch Verwürfe bzw. Flexuren der „produktiven“ Pakete oder Besonderheiten der Gangmorphologie, wie Endschaften, Schleppungen, Verwürfe und Auftrümmungen. In diesen Fällen wurden die betreffenden Gangflächen aus geologischen Gründen abgeschrieben und nicht abgebaut.

Die nachfolgende Tabelle zeigt die Entwicklung der Urangewinnung in der Lagerstätte in den Jahren der Erkundung und des Abbaus.

Tab. 7.2: Urangewinnung in der Lagerstätte Tellerhäuser

Jahr	Urangewinnung t	Jahr	Urangewinnung t
1970	1,75	1982	21,34
1971	2,43	1983	76,58
1972	6,92	1984	107,88
1973	17,4	1985	133,97
1974	21,1	1986	141,75
1975	21,53	1987	135,02
1976	8,06	1988	139,23
1977	0	1989	143,07
1978	0,22	1990	123,03
1979	4,01	1991	88,38
1980	0	Summe: 1.203,28	
1981	9,61		

7.4.2 Abbau von Zinnerzen

Die allgemeinen ingenieurgeologischen Bedingungen, die den Abbau von Zinnerzen in Hämmerlein und Tellerhäuser bestimmen, sind vor allem durch das flache Einfallen (etwa 5-15° nach SO) der meist 2-4 m, z. T. auch 5-8 m, maximal bis 14 m mächtigen Skarnlager mit linsenförmigen, überwiegend konkordanten Erzkörpern gekennzeichnet.

Die Skarne sind überwiegend massige Gesteine mit großer Härte, Festigkeit und Elastizität; die Schiefer weisen eine geringere Festigkeit an den Schieferungsflächen auf. Diese in ungestörter Lagerung standfesten Gesteine erfordern in Auffahrungen kaum Ausbau, höchstens eine Firstsicherung.

Der Abbau wurde hier als Kammerpfeilerbau mit Pannell- bzw. Teilsohlenstrecken im Streichen und Förderwegen im Einfallen bzw. Ansteigen des Erzlagers konzipiert. Durch Reduzierung der Pfeiler oder Einbringen von selbsterhärtendem Versatz ist hierbei eine verlustarme Gewinnung anzustreben. Die gegebenen Mächtigkeiten machen den Einsatz selbstfahrender Technik, wie diesel- oder druckluftbetriebener Bohrwagen und Bunkerlader möglich; bei geringeren Bauhöhen, unter ca. 2,5 m, wird mindestens teilweise der Einsatz von Schrapfern als Fördermittel sinnvoll sein.

Zur Erprobung eines Abbausystems und Gewinnung größerer Erzmengen für Aufbereitungs- und Verhüttungsversuche sind zwischen 1975 und 1979 in der Lagerstätte Hämmerlein Versuchsarbeiten auf drei



Abb. 7-4: Kammer des Experimentalblocks 7541

Experimentalabbaublöcken durchgeführt worden. Zwei dieser Blöcke waren in den Skarnen des Hämmerlein-Lagers angelegt, ein Block in den vererzten Glimmerschiefern in seinem Liegenden:

Block 7541:

- Blockgröße (einschl. Begrenzungsgrubenbaue) 70 m x 70 m;
- Skarnvererzung mit 8-14 m Mächtigkeit (Durchschnitt 9,5 m);
- Kammer-Pfeiler-Abbau mit 3 Kammern (45 m lang, 8 m breit, 12 m hoch) und 2 Pfeilern (11 m breit) dazwischen;

Block 7542:

- Blockgröße 50 m x 70 m;
- Skarnvererzung mit 1-4 m Mächtigkeit (Durchschnitt 2,0 m);
- Kammer-Pfeiler-Abbau mit 21 stehengelassenen, z. T. unregelmäßigen Restpfeilern von 6-119 m² Querschnitt zwischen 7 Kammern (14-50 m lang, 4 m breit, bis 4 m hoch);
- Pfeilerreduzierung erfolgte mit Kontrolle durchammerschlagseismische und Ultraschall-Messungen;

Block 7543:

- Blockgröße 40 m x 50 m;
- Schiefervererzung mit 1-11 m Mächtigkeit (Durchschnitt 6,0 m);
- Kammer-Pfeiler-Abbau mit 3 Kammern (15-30 m lang, 8 m breit, 6-9 m hoch) und 3 Pfeilern (4-8 m breit).

Während also bei den Blöcken 7541 und 7543 nur die Kammern abgebaut worden sind und die nachfolgende Gewinnung der Pfeiler nach Kammerversatz noch erfolgen kann, ist Block 7542 mit der durchgeführten Pfeilerreduzierung als völlig abgebaut zu bewerten.



Abb. 7-5: Kammerpfeilerbau im Experimentalblock 7542

Bei diesen Experimentalabbauarbeiten wurden folgende Erzmengen gewonnen:

- 49 100 t Skarnerz mit 0,31 %, also 154,2 t Zinn;
- 15 900 t Schiefererz mit 0,34 %, also 54,1 t Zinn.

Zusammen mit 7 300 t Außerbilanzerz (mit 0,13 % Zinn) und 19 000 t vermischender tauber Masse sind so insgesamt 91 300 t Bergmasse angefallen. Die Vermischung lag in den einzelnen Blöcken zwischen 15 % und 32 %, die - nur bei Block 7542 ermittelten - Abbau- bzw. Vorratsverluste bei 31 %.

Die Auswertung dieser Arbeiten erbrachte u. a. folgende Schlussfolgerungen:

Die Detailerkundung (damals für C₁-Vorräte) von Zinn-Skarnerzkörpern erfordert ein Erkundungsnetz von 50 m x 12,5 m, die von Schiefererzen ein Netz von 25 m x 12,5 m.

Vor Abbauarbeiten ist zur genaueren Einschätzung der komplizierten Morphologie der Erzkörper eine Netzverdichtung auf 12,5 m x 12,5 m (in Skarnerzen) bzw. 12,5 m x 6 m (in Schiefererzen) vorzunehmen.

Abbaukammern können in tektonisch ungestörten Bereichen mit bis zu 4 m Breite ohne Ausbau gefahren werden; bei bis zu 8 m Breite wird mit Ankern (1 Anker pro 2 m²) eine genügende Sicherheit der Firste

gewährleistet. Kammerbreiten über 8 m können bei der bestehenden Kluftausbildung zu mit Ankern nicht beherrschbaren Firstausbrüchen führen (LOHRMANN et al. 1979).

Ergänzend zu den in diesem und dem vorherigen Abschnitt gemachten Angaben zum Abbau von Zinn- und Uranerzen in Hämmerlein-Tellerhäuser soll hier noch kurz auf die Problematik eines möglichst verlustarmen Abbaus gemeinsam auftretender, d. h. komplexer Zinn-Uran-Erze (siehe auch 3.4.1) eingegangen werden. Das betrifft in der Lagerstätte Tellerhäuser den zinnvererzten Bereich des Dreiberg-Lagers, soweit er von bauwürdigen Uranerzgängen durchsetzt wird. Von LOHRMANN et al. (1987) wurde dazu unter Nutzung der Erfahrungen aus dem Zinnerz-Experimentalabbau im Hämmerlein-Lager und aus dem Magnetitabbau im Dreiberg-Lager ein Variantenvergleich durchgeführt. Dabei wurden die drei Varianten

- nacheinander folgender Uranerz-Gangabbau (Firstenstoßbau) und Zinnerz-Lagerabbau (offener Kammerbau),
- die gleichen Abbauverfahren in umgekehrter Folge,
- gleichzeitiger Abbau beider Haupttrohstoffe in einer Abbauphase (zwei Abbauetappen in offenem Kammerbau) untersucht.

Als günstigste Variante wurde die erstgenannte ermittelt. Hierbei ist eine relativ effektive, verlustarme Gewinnung beider Haupttrohstoffe möglich. Der Abbau der - dann nicht radioaktiven - Zinnerze kann dabei zu einem beliebigen Zeitpunkt nach Abschluss des Uranerzabbaus erfolgen.

7.4.3 Abbau von Magnetit

Von 1983 bis 1987 ist in Tellerhäuser auf den Sohlen +240 m und +180 m im Dreiberg-Lager Magnetit Erz im offenen Kammerbau mit unregelmäßigen Pfeilern abgebaut worden (s. Abb. 7-6).

Das Dreiberg-Lager ist in diesem Bereich ca. 10-15 m mächtig und besteht überwiegend (zu ca. 70 %) aus Magnetitskarn; den Rest machen Lagen bzw. Linsen von mehr oder weniger verskarnten Glimmerschiefern und Gneisen sowie Amphibolskarnen aus, gelegentlich durchschlagen von Kersantitgängen.

Für den Magnetitabbau wurden auf der +180 m-Sohle vom Querschlag 9105 aus im Magnetitskarn des Dreiberg-Lagers Strecken im Ansteigen des Lagers gefahren und seitlich daraus Kammern angelegt. Bohrfächer von Kernbohrungen dienten zur weiteren Erkundung der Magnetit-Verteilung im Lager. Auf der Sohle +240 m (vom Querschlag 9015 aus) wurde ähnlich verfahren.

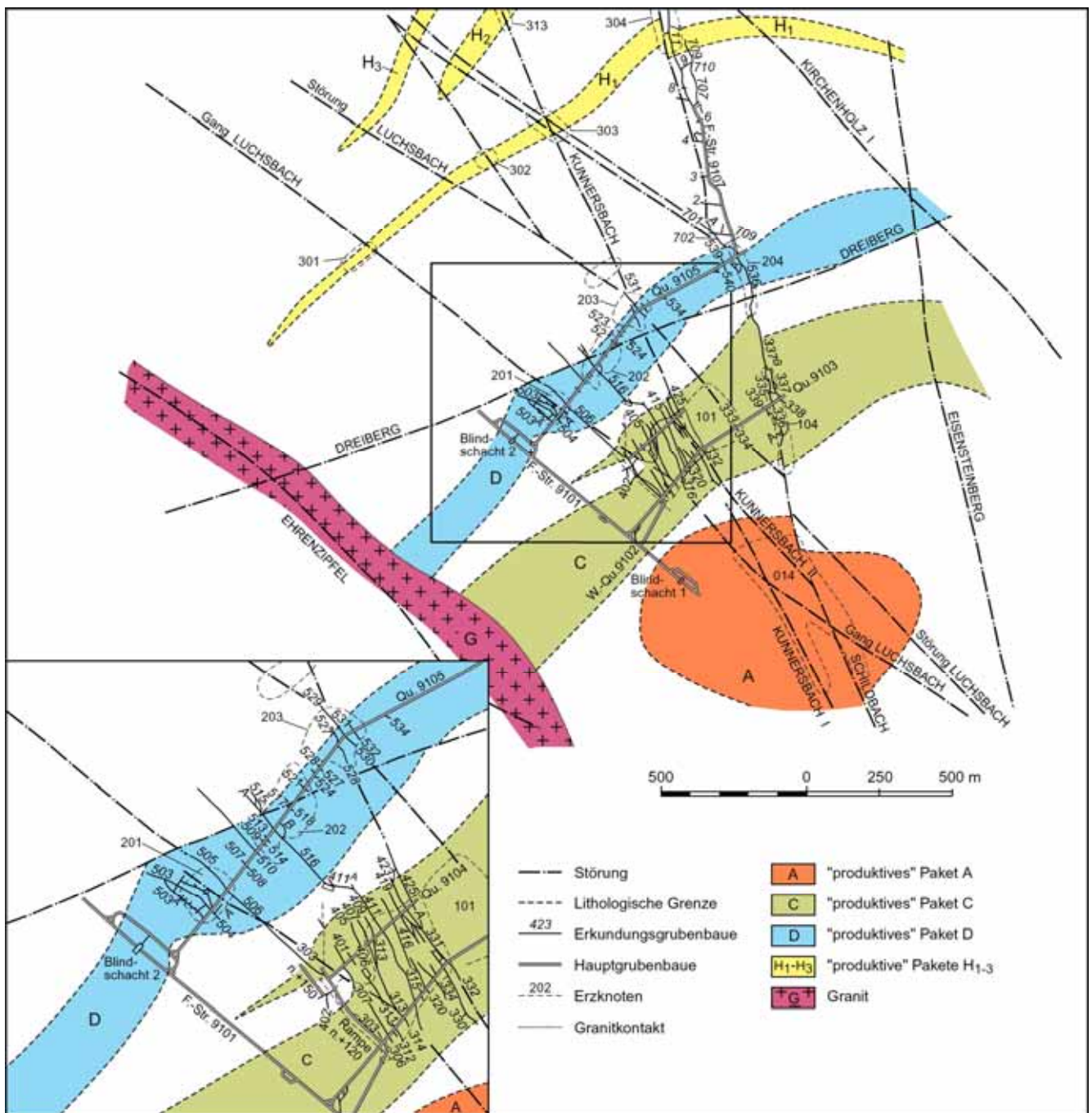


Abb. 7-6: Geologischer Grundriss Sohle +180 m (Tellerhäuser)

Insgesamt sind 31 344 t Magnetiterz gewonnen worden. 28 100 t davon mit einer Rohdichte bzw. einem Raumgewicht von mindestens $4,2 \text{ t/m}^3$, entsprechend einem Magnetitgehalt von 60 %, sind als Schwerbeton-Zuschlagstoff für den Reaktorbau in den Kernkraftwerken Lubmin/Greifswald und Stendal geliefert worden. Der Rest verblieb im Zwischenlager auf der Luchsbalde in Pöhl.

7.5 Technologie der Gewinnung und Verarbeitung der Erze

7.5.1 Technologie der Gewinnung und Verarbeitung der Uranerze

Da die Mächtigkeit der Uranerzgänge wesentlich geringer als die Strecken- und Abbaubreite war, stellte die Vermeidung einer übermäßigen Erzverdünnung einen wichtigen Aspekt der Bergarbeiten dar. Im Vortrieb und Abbau wurde deshalb grundsätzlich selektive Gewinnung in zwei Varianten angewendet. Im Normalfall wurde der vererzte Gang freigeschossen, indem man zunächst das Nebengestein im Hangen-

den abbohrte, sprengte und abförderte. In der zweiten Gewinnungsstufe erfolgte dann das Hereingewinnen der vererzten Partien.

Relativ selten, beim Auftreten extrem standfester Nebengesteine, kam auch das Herausschlitzen der Erzgänge zur Anwendung. Dabei wurde zunächst der vererzte Gang abgebohrt, mit wenig brisantem Sprengstoff geschossen und das vererzte Haufwerk abgefördert. Anschließend wurde der Rest der Scheibe nachgenommen.

Um die Vermischung mit den tauben Versatzmassen zu verhindern, wurde vor der Erzgewinnung der Versatzspiegel mit Holz abgedielt. In einigen Reicherzblöcken der Gänge „Schildbach“ und „Kunnersbach“ wurden die Versatzoberflächen betoniert.

Das vererzte Haufwerk wurde über Erzluten abgefördert und gelangte in Hunten nach über Tage. Hier befand sich die Radiometrische Kontrollstation (RKS) zur Bestimmung von Gewicht und Urangehalt der Erzhunte. Die übrige Bergmasse wurde ebenfalls kontrolliert, um vererztes Haufwerk auszusortieren. Das taube Material mit Urangehalten $< 0,01\%$ kam auf die Halde im Luchsbachtal. Das Erz transportierte man zur Radiometrischen Aufbereitungsfabrik (RAF) am Schacht 371 (Hartenstein). TOKAREV et al. schätzten den Anteil der einzelnen Erzsor ten ab. (Tab.7-3).

Tab. 7.3: Anteil der einzelnen Erzsor ten
(TOKAREV et al. 1975):

	Stufenerz %	Fabrikerz %
Urangehalt	$> 0,2$	0,01-0, 2
Anteil am Gesamterz	ca. 10	ca. 90
Anteil am geförderten Uran	70-75	25-30

Die Verarbeitung der Uranerze in der RAF 371 stellte eine radiometrisch gesteuerte Klaubung dar und erfolgte gemeinsam mit den Erzen der Lagerstätte Schlema-Alberoda.

Veränderungen der Technologie der Aufbereitungs betriebe wirkten sich auch auf die Forderungen an die Warenerze und somit auf die Sortiergrenzen aus. Ab 1981, also im Zeitraum der planmäßigen Gewinnungsarbeiten in der Lagerstätte Tellerhäuser, war die Grenze Stufenerz/Fabrikerz auf $0,1\%$ Uran festgelegt. Aus dem Stufenerz wurde Reicherz mit Gehalten $> 0,5\%$ aussortiert. Das übrige Stufenerz kam gemeinsam mit dem Fabrikerz zur Verarbeitung.

Zunächst erfolgte die Abtrennung des Feinkorns (Kornklasse -16 mm). Die grobkörnigen Fraktionen wurden gewaschen und mit Radiometern RAS-R-70 geklaubt. Dabei konnten 50-55 % des aufgegebenen Erzes als Berge mit einem Gehalt von maximal

$0,006\%$ Uran aussortiert werden. Beim Waschen anfallende Schlämme gelangten zum Eindicker.

Abschließend erfolgte die Verschneidung der Reicherze, der Feinkorn-Fraktion und der Produkte der Klaubung zum Liefererz mit einem Gehalt von ca. $0,4\%$ Uran (HILLER & SCHUPPAN 2008).

1987 wurde der Bau einer RAF in Pöhla abgeschlossen. Nach Abschluss des Probetriebes wurde die Anlage 1988 wieder stillgelegt. Die rückläufige Entwicklung des Lieferumfangs für Urankonzentrat der SDAG Wismut in die UdSSR führte zu reduzierten Durchsatzmengen in der RAF Pöhla, die keinen rentablen Betrieb zuließen.



Abb. 7-7: Radiometrische Aufbereitungsfabrik

Die Weiterverarbeitung des Liefererzes auf hydrometallurgischem Weg wurde zunächst im Aufbereitungsbetrieb 101 (Crossen), ab 1989 in Seelingstädt (AB 102) durchgeführt.

Verluste

In allen Phasen der Gewinnung und Verarbeitung der Uranerze treten Verluste auf. Somit dient die Bestimmung ihrer Höhe der Überwachung der Qualität der bergmännischen Arbeiten. Andererseits ermöglichen die in gangförmigen Uranlagerstätten üblichen Methoden der Erkundung keine exakten Aussagen über die Vorräte im Anstehenden. In Auswertung der Haufwerksbemusterung lassen sich nur gewinnbare Vorräte berechnen. Zur Bestimmung der im Anstehenden gelöschten Uranvorräte verwendet man den Gewinnungskoeffizienten (siehe 7.3.1).

Die festgestellten Analogien bei der Morphologie der Erzgänge, den bergtechnischen Bedingungen und den angewendeten Gewinnungstechnologien erlaubten eine Übernahme der Werte, die für die Lagerstätte Schlema-Alberoda Anwendung fanden (HILLER & SCHUPPAN 2008). Folglich wurde in der Lagerstätte Tellerhäuser auf spezielle Experimentalarbeiten zur Ermittlung der Uranverluste verzichtet.

Die Verluste bei den bergmännischen Gewinnungsarbeiten gliedern sich wie folgt (NEPOČATYH et al. 1991):

- 1 Verluste durch unvollständigen Abbau ergeben sich aufgrund ungenügender Säuberung des Vor-Ort-Bereiches nach der Erzgewinnung, durch das Übersehen vererzter Nebentrümer der Gänge bzw. das Auftreten von kleinen Erzlinsen in Blockteilen, die durch Karottage oder geologische Abschreibung gelöscht wurden.
- 2 Verluste im Versatz entstehen, wenn aktives Haufwerk bei mangelhafter Versatzkontrolle im Block verbleibt oder infolge der Verdünnung durch Sprengarbeit der Urangehalt im Versatz unter die Sortiergrenze von 0,02 % absinkt.
- 3 Förderverluste sind bedingt durch das komplizierte Förderschema. Nach dem Abfördern über Erzluten wurde das Haufwerk in Hunte verladen. Auf

- den Zwischensohlen erfolgte zusätzlich der Transport mit Ladern bis zum Bunkerüberhauen. Am Stollnmundloch wurde das Haufwerk über eine Bunkeranlage für den Abtransport zur RAF Schacht 371 (Hartenstein) auf LKW verladen.
- 4 Verluste in den Haldenbergen gehen auf die Vorsortierung an der RKS zurück. Die Gehaltsverdünnung durch Sprengarbeiten speziell bei Vortriebsorten ohne selektive Gewinnung und bei Armerzblöcken führt dabei zum Absinken des Haufwerksgehaltes unter die Sortiergrenze.
 - 5 Bei der portionsweisen Sortierung in der RAF entstehen ebenfalls Verluste.

Die Arten der Verluste sind also durch die technologischen Teilschritte der Gewinnung bedingt: Aus diesen Werten ergibt sich ein Gewinnungskoeffizient von 0,92.

Tab. 7.4: Abbauverluste, bedingt durch Technologie

	Bezogen auf die Vorratslöschung %	Anteil an den Gesamtverlusten %
1. Verluste durch unvollständigen Abbau	1,5	18,8
2. Verluste im Versatz	4,0	50,0
3. Förderverluste	0,6	7,5
4. Verluste in den Haldenbergen	1,4	17,5
5. Verluste in den Abgängen der RAF	0,5	6,2
zusammen:	8,0	100

Für die Vorratsberechnung zum Stand vom 01.07.1975 wurde der Gewinnungskoeffizient mit 0,96 angesetzt, was Verlusten in einer Höhe von insgesamt 4 % entspricht. Dabei ging man davon aus, dass bis zu diesem Zeitpunkt ausschließlich Vortriebsarbeiten erfolgten und somit Verluste im Abbau noch nicht relevant waren (TOKAREV et al. 1975, Tab. 7-4).

7.5.2 Technologie der Gewinnung und Verarbeitung der Zinnerze

Untersuchungen zum Komplex der Gewinnung und Verarbeitung von Zinnerzen fanden nur im Rahmen von Experimentalarbeiten statt, da ein planmäßiger Gewinnungsbetrieb noch nicht stattgefunden hat. Bei diesen Versuchsarbeiten mit Kammer-Pfeiler-Abbau auf drei Abbaublöcken in der Lagerstätte Hämmerlein 1975-1979 (siehe 7.4.2) mit gleisloser Technik, wie dieselgetriebenen Bohrwagen und Bunkerladern, wurden zur Erhöhung der Effektivität der Erzgewinnung und -sortierung auch kerngeophysikalische Verfahren bzw. Methodiken getestet. Diese umfassten folgenden Arbeitszyklus (AFONIN et al. 1982):

- röntgenradiometrische Vermessung/Rasterprofilierung im Netz 4-2 m x 0,1 m zur Ermittlung der Erzkonturen und der Erzqualität im Anstehenden (Gerät „Romul“-EFA-P);
- röntgenradiometrische Karottage der bis 2,5 m tiefen Kontrollbohrungen zur räumlichen Präzisierung der Erzkörperkonturen (Gerät PAZ-Q);
- röntgenradiometrische Expressanalyse durch Kontrolle der Hunte am RKS-Prüfstand unter Tage zur Vorsortierung des gewonnenen Haufwerks aus der Erkundung und den Experimentalabbauarbeiten zur Aussonderung von tauben Bergen und Sortierung von erzhaltigem Haufwerk nach der Erzqualität, d. h. nach Gehaltsklassen;
- Vorbereitung einer repräsentativen Skarnerzprobe und einer Schiefererzprobe von jeweils etwas mehr als 1 000 t, deren Zerkleinerung, Absiebung und Sortierung in Maschinenklasse 20-200 mm und Feinerz (bis 20 mm);
- röntgenradiometrische Sortierung (Freifall-Stücksortierung) der genannten Maschinenklasse, d. h. 764 t Skarnerz und 640 t Schiefererz.

Mit dieser röntgenradiometrischen Vorsortierung wurden aus diesem Ausgangserz (mit 55 % Skarnerz und 45 % Schiefererz) mit einem mittleren Zinngehalt von 0,38 % taube Berge mit einem Anteil von 38,5 % und einem Zinngehalt von 0,084 % ausgesondert, was einem Zinnverlust von 8,5 % entspricht. Das erhaltene Erz mit 61,5 % Anteil an der Ausgangsmasse hatte einen Zinngehalt von 0,56 %, was einem Zinnausbringen in dieses Erz bei der Vorsortierung von 91,5 % entspricht bei einem Anreicherungs- bzw. Aufbereitungskoeffizienten bezüglich des Zinngehaltes von 1,49. Die Anwendung kernphysikalischer Verfahren und die praktizierte Methodik der Gewinnung und Vorsortierung solcher Zinnerze haben sich damit als effektiv erwiesen.

Zur weiteren Verarbeitung wurden auch umfangreiche Untersuchungen zur Aufbereitung dieser feinverwachsenen komplexen und teilweise schwer aufbereitbaren Erze vorgenommen. An diesen Untersuchungen waren neben Betrieben und Einrichtungen der SDAG Wismut auch staatliche und wissenschaftliche Institutionen der DDR und der UdSSR beteiligt.

Nachfolgend seien einige davon benannt:

- SDAG Wismut: Aufbereitungsbetrieb 101 Crossen (AB 101), Projektierungsbetrieb (PB), Wissenschaftlich-Technisches Zentrum (WTZ);
- DDR: Forschungsinstitut für Aufbereitung (FIA) Freiberg, Forschungsinstitut für Nichteisen-Metalle (FNE) Freiberg, Bergbau- und Hüttenkombinat „Albert Funk“ (BHK) Freiberg;
- UdSSR: Forschungsinstitut Nr. 2 für chemische Technologien (VNIICHT) Moskau, Forschungsinstitut für Messgerätebau (SNIIP) Moskau.

Nach Vorarbeiten durch Institute der UdSSR und DDR, d. h. mineralogisch-technologische Untersuchungen der verschiedenen Erztypen zur Bewertung der Aufarbeitbarkeit sowie Laboruntersuchungen zur Entwicklung einer geeigneten Aufbereitungstechnologie für Skarn- und Schiefererze wurden ab 1974 im AB 101 technologische Laboruntersuchungen vorgenommen und 1974-1975 dort eine halbtechnische, also Pilotanlage errichtet. Mittels dieser Pilotanlage wurden dann die Laborergebnisse überprüft und daraus resultierend eine Gesamttechnologie für die Aufbereitung dieser Erze abgeleitet (HÖFER 1999).

Die Pilotanlage Teil I (Aufbereitung) arbeitete im kontinuierlichen Betrieb (5 Tage pro Woche) dreischichtig mit 1 t/h Durchsatz. Insgesamt wurden hierbei mehrere tausend Tonnen Erz durchgesetzt. Dabei wurden von 1974 bis 1980 Erze der Lagerstätte Hämmerlein und 1980-1981 Erze von Tellerhäuser untersucht.

Insgesamt konnte aus den Labor- und den halbtechnischen Untersuchungen ein im Wesentlichen gleichartiges Schema für die Aufbereitung von Zinnerzen dieser beiden Lagerstätten ausgearbeitet werden. Es ist in Abbildung 7-8 dargestellt und umfasste folgende Hauptstufen:

- Zerkleinerung durch autogene Mahlung sowie Kugelmahlen im Kreislauf mit Klassieren,
- Zweistufige Magnetscheidung mittels Trommelmagnetscheider mit Nachreinigung der magnetischen Fraktion. (Das Magnetitkonzentrat von Erz der Lagerstätte Tellerhäuser enthält noch einen hohen Zinnanteil; es wurde deshalb nachgemahlen und nochmals der Magnetscheidung unterzogen. Die Trübedichte der unmagnetischen Fraktion, d. h. des Aufgabeproduktes der Flotation, wurde in Rundeindickern erhöht.),
- Kollektive Kassiterit-Sulfid-Flotation mit einer Grundstufe sowie 2 Kontroll- und 3 Nachreinigungsstufen,
- Selektivflotation des Kollektivkonzentrates, d. h. Trennung in ein Sulfidkonzentrat und (als Sulfidflotationsberge) Zinnvorkonzentrat,
- Zinkflotation des eingedickten Sulfidkonzentrates zur Sphaleritabscheidung und Abtrennung der übrigen Sulfide (z. T. noch Kupferflotation),
- Nachsortierung der Kollektivflotationsberge durch Bergezyklonierung und Herdsortierung zur Schlammabtrennung und Verbesserung des Gesamt-Zinnausbringens. Schlämme und Herdberge gehen zur Bergeeindickung, das Herdkonzentrat wird dem Zinnvorkonzentrat beigemischt,
- Glimmerflotation von Schiefererzen aus den Sanden der Bergezyklonierung, mit Grundstufe, 2 Kontroll- und 5 Nachreinigungsstufen. Das Schaumprodukt ergibt nach Filtration und Trocknung ein Glimmerkonzentrat mit mehr als 90 % Muskovit sowie
- Filtration und Trocknung des Zinnkonzentrates mittels Scheibenfilter und Drehrohrofen.

Wie bereits erwähnt, ergaben die nach diesem Schema in der Pilotanlage durchgeführten Aufbereitungsversuche bei den Erzen der Lagerstätte Hämmerlein die besten Ergebnisse mit Skarn-Schiefer-Mischerzen. Die Skarnerze von Tellerhäuser ergaben bei höheren Ausgangsgehalten und höherem Reagenzieneinsatz ein niedrigeres Zinnausbringen. In der nachfolgenden Tabelle 7.5 (S. 94) sind die mit der beschriebenen Technologie zu erreichenden Kennziffern zusammengefasst.

Untersuchungen zur Weiterverarbeitung des gewonnenen Zinnkonzentrates mittels pyro- und hydrometallurgischer Verfahren erfolgten in der Pilotanlage Teil II im AB 101 in Crossen und im BHK Freiberg. Im Teil II der Crossener Anlage fußte die pyrometallurgische Linie auf der chlorierenden Röstung im Wirbelschichtverfahren. Bei den Versuchsarbeiten mit diesem Verfahren ergaben sich unter anderem nicht ausräumbare apparative Probleme, weshalb diese Arbeiten 1979 eingestellt und dieser Teil der Pilotanlage in Crossen stillgelegt wurde. Die Verarbeitung von Zinnkonzentraten im BHK Freiberg, basierend auf dem Fuming-Verfahren, erbrachte hingegen positive Ergebnisse. Dies zeigte ein Großversuch unter betriebsmäßigen Bedingungen 1980 mit 180 t Zinnkonzentrat mit ca. 4 % Zinngehalt, das in der Crossener Pilotanlage

(Teil I) aus Hämmerleiner Erz erzeugt worden war. Dieses Konzentrat konnte mit einem Ausbringen von

96 % zu Zinnflugstaub mit ca. 66 % Zinn bzw. zu Zinnmetall verarbeitet werden.

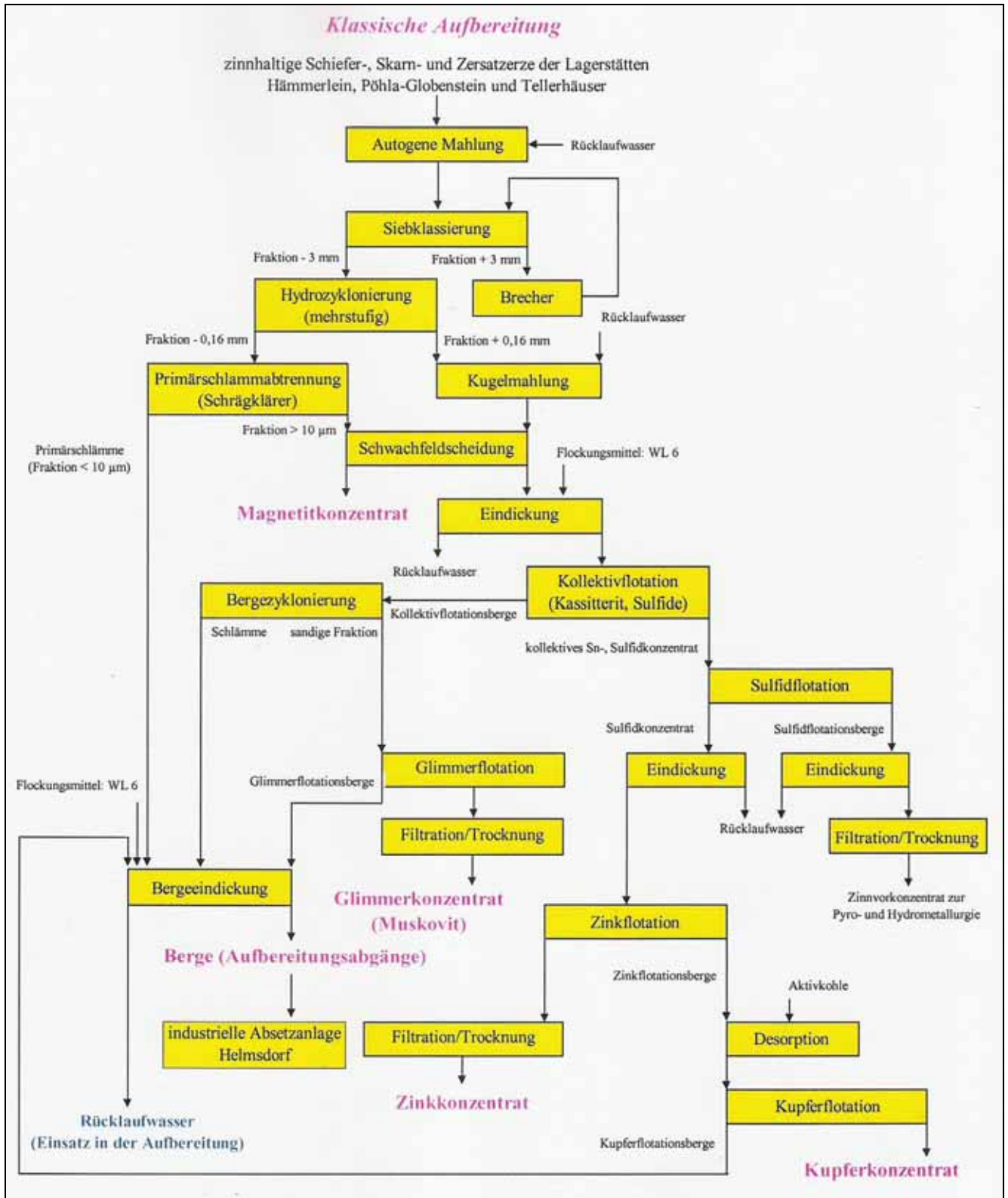


Abb. 7-8: Schema der Zinnaufbereitung in der Pilotanlage Crossen, Teil I (aus HÖFER 1999)

Tab. 7.5: Aufbereitungsergebnisse mit Hämmerleiner Skarn-Schiefer-Mischerz und Skarnerz von Tellerhäuser (AFONIN et al. 1982)

Substanz	Kennziffer	Aufbereitungsergebnisse %	
		Hämmerlein	Tellerhäuser
Erz	Zinngehalt	0,45	0,54
	Zinkgehalt	0,33	0,42
	Eisengehalt	10,80	14,10
Magnetitkonzentrat	Masseanteil	4,70	10,60
	Eisengehalt	66,50	66,90
	Eisenausbringen	28,70	50,00
Zinkkonzentrat	Masseanteil	0,50	0,60
	Zinkgehalt	40,00	47,00
	Zinkausbringen	60,60	61,50
Zinnkonzentrat	Masseanteil	7,70	6,50
	Zinngehalt	4,50	5,40
	Zinnausbringen	77,00	64,50
Glimmerkonzentrat	Masseanteil	2,00	-
	Glimmergehalt	90,00	-

8 Entwicklung der Rohstoffbasis

8.1 Uranvorräte

Die nachfolgende Darstellung zeichnet die Entwicklung des Kenntnisstandes bezüglich des Uranpotentials der Lagerstätte Tellerhäuser bzw. des durch die Grube Pöhla aufgeschlossenen Bereiches Hämmerlein-Tellerhäuser nach. Sie stützt sich dabei im Wesentlichen auf die hier 1975, 1983 und 1988 durchgeführten Generalvorratsberechnungen, die durch den per 01.07.1991 ermittelten Vorratsstand ergänzt werden.

8.1.1 Zeitraum von 1968 bis 30.06.1975

Nach den vorhergehenden Sucharbeiten (siehe 1.2), vor allem mit Übertage-Bohrungen, erfolgte in diesem Zeitraum der weitere Aufschluss durch die untertägige Erkundung des Bereiches Hämmerlein-Tellerhäuser mit der Auffahrung des Hauptstollns und anderer Grubenbaue daraus.

In der Lagerstätte Hämmerlein wurden die häufigsten tektonischen Strukturen (von der Rittersgrüner bis zur Luchsbach-Störung) mit Querschlügen, Gangstrecken, gelegentlich auch mittels Überhauen und auf zwei Gängen auch durch Versuchsabbau untersucht. Die Erkundung auf Uran ist in Hämmerlein aufgrund der relativ unbedeutenden Ergebnisse im Wesentlichen 1970 abgeschlossen worden. Die Zinnerkundung wurde weitergeführt, wobei gelegentlich ange-

troffene Uranerze mit gewonnen wurden (siehe Anhang 1).

In der Lagerstätte Tellerhäuser erfolgten die Erkundungsarbeiten zunächst auf der Stollnsohle (+600 m) und der +240 m-Sohle.

Auf der Stollnsohle war die Auffahrung von Querschlügen und Strecken einschließlich Versuchsabbau vor allem auf die Untersuchung der Störungen „Luchsbach“ und „Ehrenzipfel“ gerichtet. Mit dem Blindschacht 1 wurde die +240 m-Sohle aufgeschlossen und mittels Querschlügen, Feldstrecken, Gangstrecken und Überhauen erkundet. Neben der Uranerkundung erfolgte auch hier die Untersuchung der Zinnführung.

1975 wurde die erste Generalvorratsberechnung für diese Lagerstätte zum Stand vom 01.07.1975 vorgenommen. Außer den Uranvorräten (siehe Tabelle 8.1) wurden in diesem Jahr auch Vorräte an Zinn, Zink und Eisen berechnet. Bis dahin waren in Tellerhäuser 18 uranföhrnde Gänge bekannt sowie einige andere Gänge angefahren, aber (noch) nicht im Streichen untersucht. Dabei war eine deutliche lithologische Erzkontrolle festgestellt worden, d. h. mehr oder weniger bandartige, flach fallende Erzfälle bzw. Erzknoten in den Schnittbereichen der erzführenden Kluft-Gang-Zonen mit den „produktiven“ Gesteinspaketen „C“, „D“ und „B“. Der überwiegende Teil der Vorräte ist dabei im Teufenbereich zwischen den Sohlen +420 m und 0 m konzentriert (ca. 500-900 m unter der Tagesoberfläche). Außer in Grubenbauen auf der +600 m- und

der +240 m-Sohle war eine Uranvererzung auch in Form von Anomalien in zahlreichen Bohrungen darüber und darunter insgesamt über etwa 1 km Teufe nachgewiesen worden. Das bildete die Grundlage der Extrapolation von diesen Basissohlen aus entsprechend der Ausdehnung der ermittelten Erzknoten. Damit wurden die Vorräte der Klassen C₁ und C₂ sowie prognostische Vorräte (Δ_1) berechnet, wobei ein Sohlenabstand von 60 m angesetzt wurde. C₁-Vorräte wurden ausgehend von der Erkundung der +240 m-Sohle oberhalb und unterhalb dieser Sohle berechnet und daran durch Extrapolation mit halbiertem Ausbringen C₂-Vorräte angeschlossen. Als Basissohlen für die Berechnung von prognostischen Vorräten dienten die Sohle +240 m (für Erzknoten im „D“- und „C“-Paket) bzw. die Stollinsohle +600 m (für „B“-Paket).

Von den auf diesen Basissohlen konturierten Erzknoten wurde dann auf die weiteren Berechnungssohlen extrapoliert, maximal bis zur 0 m-Sohle.

Unter Bezug darauf, dass bis dahin in Tellerhäuser noch kein Abbau i. e. S. (mit Versatz) erfolgt war und deshalb keine Uran-Verluste im Versatz bei der Gewinnung eingetreten waren, wurde bei dieser Vorratsberechnung der Gewinnungskoeffizient mit 0,96 angesetzt (siehe 7.5.1). Abbau wurde bis dahin nur getätigt, um reiche Erzlinen mit geringer Fläche abzubauen (128 m² Gangfläche auf der +240 m-Sohle mit 8,074 t Uran, d. h. 63,078 kg/m² Ausbringen). Diese Gewinnung wurde deshalb bei der Berechnung des Ausbringens nicht berücksichtigt.

Tab. 8.1: Vorratsbilanz Lagerstätte Tellerhäuser / Stand 01.07.1975

		Gangfläche 10 ³ m ²	Ausbringen kg/m ²	Uran gewinnbar t	Uran in situ t
Vorratszuwachs	C ₁	125,2	3,204	401,2	417,9
	C ₂	303,9	2,362	717,7	747,6
	Δ_1	1022,2	2,332	2384,1	2483,4
Löschung		28,1	2,320	65,2	67,9
Vorratsstand zum 01.07.1975	C ₁	97,1	3,460	336,0	350,0
	C ₂	178,7	1,771	316,5	329,7
	C ₁ +C ₂	275,8	2,366	652,5	679,7
	Δ_1	718,3	2,320	1666,4	1735,8
	C ₁ +C ₂ + Δ_1	994,1	2,333	2318,9	2415,5
Einschätzung der Lagerstätte (Löschung +C ₁ +C ₂ + Δ_1)		1022,2	2,332	2384,1	2483,4

Die Ergebnisse dieser ersten Generalvorratsberechnung sind in der Tabelle 8.1 aufgeführt. Sie enthält in der linken Uran-Spalte das berechnete gewinnbare Uran und ist rechts um die aus dem Gewinnungskoeffizienten 0,96 errechneten entsprechenden In-situ-Zahlen ergänzt worden. Damit ist der Vergleich mit den Ergebnissen der späteren Vorratsberechnungen möglich.

Zu dieser Tabelle, wie auch zu denen der weiteren Berechnungs-Perioden, ist zu erklären, dass die Angaben zum Vorratsstand direkt aus der Vorratsberechnung übernommen wurden, während sich die Angaben zur Löschung und daraus resultierend zum Vorratszuwachs und zur Einschätzung der Lagerstätte aus den Abrechnungs- bzw. Berichtsunterlagen der Abteilung Geologie des Bergbaubetriebes Aue ergeben.

Der hohe Anteil an prognostischen Vorräten in der berechneten Vorrats-Summe resultierte aus dem seinerzeit relativ niedrigen Erkundungsgrad der Lagerstätte. Dabei waren die Grenzen der Lagerstätte mit Ausnahme der durch den Granitkontakt in der Teufe begrenzten SW-Flanke vorläufig noch mehr oder weniger willkürlich festgelegt. So waren aus Bohrungen weitere erzführende Kluft-Gang-Zonen oder „produktive“ Gesteinspakete außerhalb des damaligen untertägigen Erkundungsbereiches der Lagerstätte bekannt geworden, wie

- die Kirchenholz-Zone nordöstlich der Schildbach-Zone,
- das „H“-Paket unterhalb des „D“-Pakets,
- hämatitisierte Schiefer im Liegenden des „H“-Pakets und
- ein dem „C“-Paket, z. T. auch dem „D“-Paket ähnliches „produktives“ Paket „C₁“ oberhalb von „C“.

Aus den festgestellten Ähnlichkeiten im geologisch-tektonischen Bau von Kreuzungsbereichen dieser Zonen bzw. „produktiven“ Pakete mit entsprechenden berechneten Paketen bzw. Zonen des erkundeten Lagerstättenbereichs sind im Rahmen dieser Vorratsberechnung deshalb zusätzlich potentiell-prognostische Vorräte von insgesamt 1 000 t Uran abgeschätzt worden, deren Sicherheit jedoch als gering bewertet worden ist.

Während mit dieser Berechnung die Vorräte an gewinnbarem Uran ausgewiesen wurden, sind durch die Vorratskommission der SDAG Wismut entsprechende Vorräte in situ bestätigt worden. Die Summe der bestätigten Bilanz- und prognostischen Vorräte betrug bei dem zugrunde gelegten Gewinnungskoeffizienten von 0,96 damit 2 415,5 t Uran gegenüber den oben genannten 2 318,9 t. Eine detaillierte Umrechnung der einzelnen Vorratssteile usw. erfolgte dabei nicht. Außerdem ist die Möglichkeit einer Erhöhung der prognostischen Vorräte um 1 000 t Uran durch spätere Einschätzung neuer hoffiger erzführender Strukturen (siehe oben) zur Kenntnis genommen worden.

Die - nur in diesem Fall erfolgte - Angabe der Uranvorräte als gewinnbares Uran ist bei der nächsten Vorratsberechnung beim Vorratszuwachs durch Zugrundelegung der entsprechenden In-situ-Zahlen ($C_1 = 350,0$ t; $C_2 = 329,7$ t; $\Delta_1 = 1 735,8$ t) berücksichtigt worden.

8.1.2 Zeitraum vom 01.07.1975 bis 01.01.1983

In dieser Periode sind die Erkundungsarbeiten sowohl in Hämmerlein als auch in Tellerhäuser weitergeführt worden, wenngleich mit unterschiedlichen Prioritäten (in Hämmerlein hauptsächlich auf Zinn gerichtet, in Tellerhäuser auf Uran). Dabei erfolgte die übertägige Erkundung mittels Bohrungen durch den Zentralen Geologischen Betrieb, die untertägige Erkundung mittels bergmännischer und Bohrarbeiten durch den Bergbaubetrieb Aue.

In der Lagerstätte Tellerhäuser ist 1976 die Erkundung der Hauptgänge des Luchsbach-Systems auf der Sohle +240 m abgeschlossen worden. In den folgenden Jahren lag der Schwerpunkt der Erkundung bzw. der Auffahrungen im Luchsbach-System auf der Sohle +120 m mit Gang- und Uranerz-Durchörterungen im „C“-Paket.

Dabei wurde auf dieser Sohle die Kontur der bauwürdigen Uranvererzung nach NW erweitert und u. a. die Schildbach-Zone im „C“-Paket weiter erkundet. Auf der +180 m-Sohle wurden die Erkundung dieser Zone im „C“-Paket abgeschlossen und im „D“-Paket einige Gänge untersucht, wobei in zweien davon eine bauwürdige Uranvererzung festgestellt wurde.

Neben diesen Arbeiten wurde in Tellerhäuser wie

auch in Hämmerlein die Zinnerkundung weitergeführt (siehe 8.2.3).

Das teilweise komplexe Vorkommen von Uran und Zinn veranlasste in der Folge dazu, eine Einschätzung der Vorräte solcher komplexer Erze innerhalb der Lagerstätte Tellerhäuser auf der Grundlage der 1976 bis 1982 durchgeführten Erkundungsarbeiten im Erzfeld Pöhla-Tellerhäuser vorzunehmen (LINKERT et al. 1983).

Die Einschätzung der Uranvorräte erfolgte dabei entsprechend den positiven Ergebnissen insbesondere auf den Sohlen +240 m und +120 m in einem weiter gefassten Rahmen als 1975, ab Sohle +360 m bis zur Sohle -360 m. Im Teufenbereich von Sohle +360 m bis -60 m wurden Vorräte in konturierten Erzknoten innerhalb von „produktiven“ Gesteinspaketen bestimmt.

Dabei sind diese Vorräte in Abhängigkeit vom Untersuchungsgrad in drei Gruppen unterteilt worden:

- 1 alle Bilanzvorräte (C_1 und C_2) und die prognostischen Vorräte der Vorratsgruppe Δ_1 in den Erzknoten 101, 104, 201 und 204 (ermittelt in den Gangsystemen „Luchsbach“ und „Schildbach“ in den Kreuzungsbereichen mit dem „C“- und „D“-Paket, z. T. auf den Sohlen +240 m, +180 m und +120 m mittels Bohr- und Bergarbeiten untersucht),
- 2 prognostische Vorräte (Δ_1) im Luchsbach- und Schildbach-System in den Kreuzungsbereichen mit dem „C“- und „H“-Paket (Erzknoten 101, 104, 301 und 304), gelegen nahe von durch bergmännische Auffahrungen auf Erkundungssohlen aufgeschlossenen bauwürdigen Uranerzen und dort als radioaktive Anomalien erfasst und
- 3 potentiell-prognostische Vorräte (Δ_2) in den Kreuzungsbereichen der Kirchenholz-Zone mit den Paketen „C“, „D“ und „H“, der Luchsbach-Zone mit „D“ und „H“, der Schildbach-Zone mit dem „C“- und der Störung „Ehrenzipfel“ mit dem „D“-Paket, festgestellt mit z. T. bauwürdigen Parametern in den meisten Erzknoten durch Bohrungen.

Im Teufenbereich von -60 m bis -360 m wurden in einer 250-300 m mächtigen Zone am Granitkontakt ebenfalls potentiell-prognostische Vorräte (Δ_2) berechnet. Die Vorräte in dieser granitnahen Zone sind an Gänge der Kirchenholz- und der Schildbach-Zone gebunden und durch eine Reihe radiometrischer Anomalien, z. T. mit bauwürdigen Parametern, belegt (zusätzliche 4. Gruppe).

Die Methodik der Vorratsberechnung entsprach wiederum im Wesentlichen der in der Lagerstätte Schlema-Alberoda angewandten, wobei die prognostischen Vorräte (Δ_1 und Δ_2) mittels der volumetrisch-statistischen Methode für Sohlen und Erzknoten berechnet

Tab. 8.2: Zusammenfassung der Vorratsbewegung vom 01.07.1975 bis 01.01.1983

		Gangfläche 10 ³ m ²	Ausbringen kg/m ²	Uran t
Vorratszuwachs	C ₁	2,0	-	-13,3
	C ₂	-20,5	-	-13,3
	Δ ₁	1035,6	2,445	2531,9
	Δ ₂	1631,3	1,634	2665,8
Löschung		20,9	2,809	58,7
Vorratsstand	C ₁	78,2	3,555	278,0
	C ₂	156,2	2,111	329,7
	C ₁ +C ₂	234,4	2,592	607,7
	Δ ₁	1774,4	2,413	4281,0
	Δ ₂	1631,3	1,634	2665,8
	Δ ₁ +Δ ₂	3405,7	2,040	6946,8
	C ₁ +C ₂ +Δ ₁ +Δ ₂	3640,1	2,075	7554,5
Einschätzung der Lagerstätte (Löschung +C ₁ +C ₂ +Δ ₁)		2057,8	2,436	5012,6
Gesamteinschätzung der Lagerstätte (Löschung +C ₁ +C ₂ +Δ ₁ +Δ ₂)		3689,1	2,081	7678,4

wurden. Ihre Ergebnisse sind aus der nachfolgenden Tabelle 8.2 ersichtlich (Uran im Anstehenden; Gewinnungskoeffizient 0,92)

Diese Einschätzung der Uranvorräte unterscheidet sich von der 1975 vorgenommenen Vorratsberechnung hinsichtlich der Bilanz-, d. h. der C₁- und C₂-Vorräte nur relativ wenig; die weitaus größeren Zahlen bei den prognostischen Vorräten (Δ₁) sowie die zusätzlich bestimmten potentiell-prognostischen Vorräte (Δ₂) hingegen bringen eine deutlich optimistischere Bewertung des Potentials dieser Lagerstätte zum Ausdruck. Dabei wurde die Verknüpfung der schichtgebundenen Zinn- und anderen Vererzung mit der Uran-Gangvererzung im berechneten Bereich betont. So liegen Uranvorräte von 200 t in den Erzknoten 201 und 204 des „D“-Pakets innerhalb der Zinner-Kontur zwischen den Sohlen +180 m und 0 m. Außerdem wurde auf die mögliche Ausbildung einer Uranvererzung in der Kirchenholz-Zone im „D“- und im „H“-Paket hingewiesen sowie im „B“-Paket, in dem ebenfalls Zinnvorräte berechnet worden waren.

8.1.3 Zeitraum vom 01.01.1983 bis 31.12.1987

Diese Periode ist dadurch gekennzeichnet, dass ausgehend von den positiven Erkundungsergebnissen in der vorangegangenen Periode die Lagerstätte Tellerhäuser nun in die planmäßige Uran-Gewinnung einbezogen wurde, wobei sie bereits 1983 mit 76,5 t Uran rund 10 % der Gesamtgewinnung des Bergbaubetriebes Aue erbrachte. Bis 1987 erhöhten sich die Gewinnung und damit dieser Anteil weiter auf über

22 % (bei allerdings rückläufiger Gewinnung in der Lagerstätte Schlema-Alberoda). Diese Exploitationsarbeiten erfolgten hauptsächlich auf den Sohlen +180 m und +120 m, in geringem Umfang auch auf den Sohlen +300 m und +240 m.

Auf diesen Sohlen sowie den Zwischensohlen +210 m und +150 m wurden auch die weiteren Erkundungsarbeiten durchgeführt. Bei den Arbeiten auf der +240 m-Sohle zur Untersuchung des Kreuzungsbereiches des „C“-Pakets mit der Kirchenholz-Zone wurden nur gering mineralisierte Strukturen ohne Vererzung angetroffen und hier deshalb die Erkundung eingestellt. Positive Ergebnisse wurden auf den Sohlen +180 m und +120 m erzielt und dabei insbesondere auf der +180 m-Sohle die Lagerstätten-Kontur nach NW erweitert. Auf der +120 m-Sohle wurden vor allem auf den Gangsystemen der Schildbach- und der Kunnersbach-Störung im „D“- und „C“-Paket Uranvererzungen nachgewiesen, ohne allerdings hier eine umfassende Höffigkeits-Einschätzung vornehmen zu können. Im SO-Teil der Lagerstätte wurden auf dieser Sohle im Bereich zwischen Luchsbach- und Schildbach-Störung zwar Gänge, aber nur eine schwache Uranvererzung angetroffen.

Außerdem wurde aus der Auswertung der geologischen Angaben zum Zentralteil der Lagerstätte oberhalb des „C“-Pakets ein weiteres höffiges, durch Amphibolite geprägtes Schichtpaket („A“) ermittelt.

Fortgesetzt wurde auch die Erkundung von Zinn- und Magnetiterzen.

Durch den Geologischen Betrieb der SDAG Wismut wurde auf der Basis tiefer Suchbohrungen in diesem Zeitraum auch eine Einschätzung der Erzführung der Flanken der Lagerstätte durchgeführt (ABROSIMOV et al. 1985). Insbesondere der Nachweis uranführender Gänge ermöglichte über eine vergleichende Analyse der Entwicklung der erzkontrollierenden Faktoren eine Abgrenzung höffiger Bereiche und eine Einschätzung der prognostischen Vorräte an Uran auf der NW-Flanke der Lagerstätte (KOZYREV et al. 1987). Damit und mit den bereits erwähnten umfangreichen Erkundungsarbeiten in der Lagerstätte selbst konnten die Kenntnisse zu ihrem geologischen Bau und zur Verbreitung und Ausbildung der Uranvererzung we-

sentlich präzisiert werden.

Der seit der vorangegangenen Vorratsberechnung durch den höheren Aufschluss- und Erkundungsgrad erreichten Kenntniszuwachs veranlasste 1988 zu einer Neuberechnung der Uranvorräte der Lagerstätte. Diese erfolgte nach Struktur-Erzknoten nach der prinzipiell gleichen volumetrisch-statistischen Methodik wie bereits früher bzw. wie für die langjährig untersuchte und bebaute Ganglagerstätte Schlema-Alberoda verwendet. Wie dort wurden auch hier mit einem Gewinnungskoeffizienten von 0,92 aus den gewinnbaren Uranvorräten die entsprechenden In-situ-Vorräte ermittelt. Die Ergebnisse dieser Vorratsberechnung sind aus Tabelle 8.3 ersichtlich.

Tab. 8.3: Zusammenfassung der Vorratsbewegung vom 01.01.1983 bis 01.01.1988

		Gangfläche 10 ³ m ²	Ausbringen kg/m ²	Uran t
VorratszuwachsC ₁		214,3	3,500	750,1
	C ₂	195,1	3,523	687,4
	Δ ₁	-658,4	-	-1480,9
	Δ ₂	-1511,6	-	-2397,2
Löschung		176,5	3,665	646,9
VorratsstandC ₁		116,0	3,286	381,2
	C ₂	137,0	1,949	267,0
	C ₁ +C ₂	253,0	2,562	648,2
	Δ ₁	920,9	2,294	2112,7
	Δ ₂	119,7	2,244	268,6
	Δ ₁ +Δ ₂	1040,6	2,288	2381,3
	C ₁ +C ₂ +Δ ₁ +Δ ₂	1293,6	2,342	3029,5
Einschätzung der Lagerstätte (Löschung +C ₁ +C ₂ +Δ ₁)		1399,4	2,524	3531,7
Gesamteinschätzung der Lagerstätte (Löschung +C ₁ +C ₂ +Δ ₁ +Δ ₂)		1519,1	2,502	3800,3

Gegenüber 1983 (und 1975) wurden annähernd genau so viel Bilanzvorräte (C₁+C₂) ermittelt, d. h. deren Löschung durch die abgebauten Gangflächen ist durch den erreichten Vorratszuwachs (C₂) ungefähr ausgeglichen worden. Dabei ist auch die Qualität der Bilanzvorräte nahezu unverändert geblieben. Die prognostischen Vorräte haben sich deutlich verringert und betragen nur etwa ein Drittel der 1983 berechneten. Dabei haben sich die Δ₁-Vorräte halbiert und die Δ₂-Vorräte machen nur ein Zehntel der von 1983 aus. Die Reduzierung der prognostischen Vorräte resultiert hauptsächlich aus der Nichtbestätigung der Ausbildung von Uranerzgängen östlich der Schildbach-Störung, im Bereich der tektonischen Zonen „Kirchenholz I“ und „II“, bei den durchgeführten Erkundungsarbeiten auf der +240 m-Sohle bzw. in Bohrungen in diesem Bereich.

Außerdem hängt sie mit der verringerten Größe der

Erzknoten im SO-Teil der Lagerstätte (gebunden an die dortigen Abschnitte der Gangstrukturen „Luchs-bach“ und „Schildbach“) zusammen sowie einer negativen Bewertung - allerdings ohne konkreten Beweis, d. h. durchgeführte bergmännische Untersuchungen - der 1983 ausgehaltenen granitnahen Zone.

In der Vorratsberechnung wurde wiederum auf die Verknüpfung der Uranvererzung mit anderen Erz-Mineralisationen (von Zinn, Zink, Magnetit, Cadmium, Indium, Silber und Wismut) hingewiesen, die einerseits aus der Überlagerung mit der schichtgebundenen Vererzung des Skarntyps und andererseits aus dem gemeinsamen Vorkommen von Bildungen verschiedener Gangformationen, wie Uran- und Silber-Mineralen der kku- und der biconi/ags-Formation als Uran-Silber-Mischerz herrührt.

Konkrete Berechnungen wurden dazu hier allerdings nicht vorgenommen.

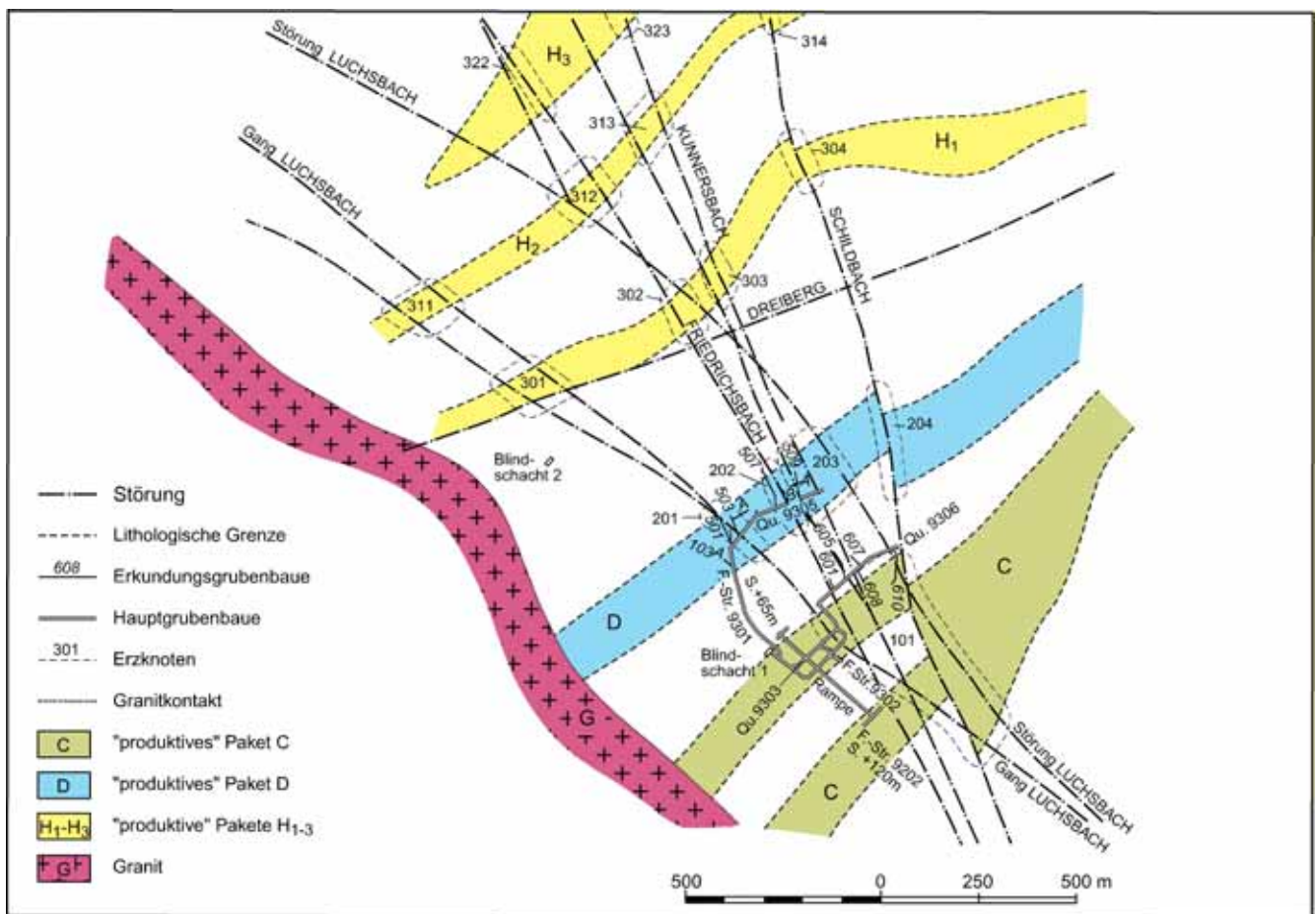


Abb. 8-1: Geologischer Grundriss Sohle +85 m (Tellerhäuser)

8.1.4 Zeitraum vom 30.06.1988 bis 01.07.1991

In dieser Periode erreichte der Uranerzbergbau in der Lagerstätte Tellerhäuser seinen Höhepunkt, aber auch sein Ende. Bereits zu ihrem Beginn hatte die sich gleichzeitig vollziehende rückläufige Entwicklung der Urangewinnung in der Lagerstätte Schlema-Alberoda, die mit erhöhten Kosten verknüpft war und letztendlich ihren Niederschlag in der 1989 erfolgten Festlegung der Generaldirektion der SDAG Wismut zur Schließung der Lagerstätte bis 1992 fand, zu Überlegungen einer Konzentration der Erkundung und Gewinnung auf die Lagerstätte Tellerhäuser veranlasst. Immerhin stand hier ein höherer Anteil aufgeschlossener Vorräte für den Abbau zur Verfügung, wobei die Kosten der Bergarbeiten um ca. 30 % niedriger lagen als in Schlema-Alberoda. 1989 erreichte die Urangewinnung in Tellerhäuser mit ca. 143 t ihren höchsten Umfang und machte damit fast 25 % der gesamten Urangewinnung des Bergbaubetriebes Aue aus.

Dabei wurden die Erkundungsarbeiten auf Uran auf den Sohlen +120 m, +180 m und +300 m fortgesetzt, ebenso die detaillierte Erkundung auf Zinn im Dreiberg-Lager mittels Bohrungen aus bergmännischen

Auffahrungen zur Uranerkundung auf der +120 m-Sohle (HILLER 1991). Außerdem hatte man 1989 für den weiteren Aufschluss der Lagerstätte mit einer Rampe bzw. einem Flachen von der +120 m-Sohle aus die Sohle +60 m erreicht, d. h. bei +65 m den Blindschacht 1 unterfahren. 1990 erfolgten dann noch Erkundungsauffahrungen auf der Sohle +85 m (als Teil der Berechnungs-Sohle +60 m). Dabei wurden hier im „C“- und im „D“-Paket Uranvererzungen in mehreren Gängen nachgewiesen („Kunnersbach“, „Schwefelbach/Klingerbach“), die die für diese Sohle aufgestellten Prognosen bestätigten. Mit der Fortsetzung der Erkundung des Schildbach-Systems an der NW-Flanke auf den Sohlen +120 m und +180 m wurden dabei im „H₁“- und im „H₂“-Paket bauwürdige Uranvererzungen nachgewiesen, ebenso auf dem im Liegenden benachbarten subparallelen Gang „Reibach“, der einen bedeutenden Vorratzzuwachs an der NW-Flanke der Lagerstätte ergab. Dazu muss allerdings festgestellt werden, dass bis zur Einstellung der Erkundungsarbeiten auf diesen beiden Gangstrukturen im Verlaufe des Jahres 1990 die Ausbildung und Verbreitung der Uranvererzung auf der NW-Flanke nicht hinreichend geklärt werden konnte. Ebenso wurden auf der +300 m-Sohle an der SO-Flanke der Lagerstätte mit Auffahrungen im „A“-Paket bauwürdige

Tab. 8.4: Zusammenfassung der Vorratsbewegung vom 01.01.1988 bis 01.07.1991 / Abschlussstand Lagerstätte Tellerhäuser

		Gangfläche 10 ³ m ²	Ausbringen kg/m ²	Uran t
VorratszuwachsC ₁		175,7	3,167	556,5
	C ₂	172,8	3,595	621,3
	Δ ₁	-4,0	-	0,1
	Δ ₂	1547,6	1,779	2753,9
Löschung		162,3	3,307	536,7
Vorratsstand	C ₁	161,2	3,185	513,5
	C ₂	87,3	2,513	219,4
	C ₁ +C ₂	248,5	2,949	732,9
	Δ ₁	744,1	2,004	1491,5
	Δ ₂	1667,3	1,813	3022,5
	Δ ₁ +Δ ₂	2411,4	1,872	4514,0
	C ₁ +C ₂ +Δ ₁ +Δ ₂	2659,9	1,973	5246,9
Einschätzung der Lagerstätte (Löschung +C ₁ +C ₂ +Δ ₁)		1380,4	2,559	3531,9
Gesamteinschätzung der Lagerstätte (Löschung +C ₁ +C ₂ +Δ ₁ +Δ ₂)		3047,7	2,151	6554,4

Vererzungen im Scharungsbereich „Schildbach/Luchsbach“ angetroffen, aber bis zur Einstellung der Arbeiten nicht umfassend erkundet. Das Jahr 1990 wurde infolge der Festlegungen zur Einstellung der Tätigkeit der SDAG Wismut zur Urangewinnung das letzte Jahr planmäßiger Erkundungs- und Gewinnungsarbeiten in der Lagerstätte. 1991 erfolgte dann nur noch sogenannter Sanierungsabbau, d. h. Abbau aufgeschlossener Reicherzflächen (insgesamt noch 88,38 t Uran bei einem Ausbringen von rund 11 kg/m²) insbesondere auf der +120 m-Sohle, der am 28.06.1991 beendet wurde (Abb. 8-1).

Der abschließende Vorratsstand per 01.07.1991 ist aus der Tabelle 8.4 ersichtlich (Uran im Anstehenden). Er resultiert aus der operativen, d. h. quartalsweisen Präzisierung des Vorratsstandes unter Berücksichtigung der Veränderungen durch Erkundung und Abbau sowie Löschung oder Abschreibung von Vorräten gegenüber der Vorratsberechnung zum 01.01.1988. Die dabei vorgenommene Berechnung der Bilanzvorräte ist im ausgewiesenen Vorratszuwachs berücksichtigt. Dabei wurden hier bei den potentiell-prognostischen Vorräten die strittigen 1 500 t Uran in der sogenannten granitnahen Zone entsprechend der Stellungnahme der Generaldirektion vom Mai 1989 zur Vorratsberechnung 1988 in die Bilanz mit einbezogen (nicht geführter Nachweis ihrer Nicht-Existenz; Tab. 8.4)).

Die Vorratszahlen bringen eine gegenüber den vorher-

igen Generalvorratsberechnungen verbesserten Erkundungsgrad zum Ausdruck. Dies äußert sich bei den Bilanzvorräten, deren Tonnage sich (bei sogar etwas geringerer Vorratsfläche) vergrößert hat, vor allem im deutlich höheren Anteil der C₁-Vorräte. Bezüglich der prognostischen Vorräte kann im allgemeinen Vergleich mit der relativ optimistischen Bewertung von 1983 und der pessimistischen Bewertung von 1988 hier von einer mehr realistischen Bewertung gesprochen werden. Dabei unterscheiden sich die prognostischen Vorräte Δ₁ im Prinzip nur durch den Vorratszuwachs C₂ vom Stand 1988.

Von den angegebenen Vorräten können insbesondere die geometrisierten Bilanzvorräte (C₁+C₂), die im Wesentlichen auf den Sohlen +240 m bis +60 m nachgewiesen sind, als sichere, potenziell bauwürdige Ressourcen bewertet werden. Die prognostischen, d. h. Δ₁-Vorräte sind als wahrscheinliche, die potentiell-prognostischen bzw. Δ₂-Vorräte als mögliche Ressourcen im Sinne der UN-Rahmen-Vorratsklassifikation anzusehen.

Damit ergibt sich aus den Angaben zur Löschung in allen vier Berechnungszeiträumen und dem abschließenden Vorratsstand die nachfolgende Gesamtbilanz für die Uranlagerstätte Tellerhäuser zum Stand vom 01.07.1991 (Tabelle 8.5).

Tab. 8.5: Abschließende Gesamtbilanz der Uranlagerstätte Tellerhäuser

		Gangfläche 10^3 m^2	Ausbringen kg/m^2	Uran t
Gesamtlöschung		387,8	3,372	1307,5
Vorräte	C_1+C_2	248,5	2,949	732,9
	Δ_1	744,1	2,004	1491,5
	Δ_2	1667,3	1,813	3022,5
Abschluss-Einschätzung (Gesamtlöschung + $C_1+C_2+\Delta_1$)		1380,4	2,559	3531,9
Abschluss-Gesamteinschätzung (Gesamtlöschung + $C_1+C_2+\Delta_1+\Delta_2$)		3047,7	2,151	6554,4

Wie aus dem Vergleich der Zahlen zur Gesamtlöschung mit denen zu den Vorräten bzw. zur Abschluss-Einschätzung oder Abschluss-Gesamteinschätzung ersichtlich wird, ist in der Lagerstätte Tellerhäuser nur der kleinere Teil der insgesamt berechneten Uranvorräte abgebaut worden. Im Gegensatz zu den anderen erzgebirgischen Uranlagerstätten, z. B. zur nahezu vollständig abgebauten Lagerstätte Schlema-Alberoda, ist hier also der überwiegende Teil in der Erde verblieben.

8.2 Vorräte an Zinn

Die Entwicklung des Kenntnisstandes zum Potential des Lagerstättenbereiches Hämmerlein-Tellerhäuser an schichtgebundenen Rohstoffen wird natürlich insbesondere an ihrem Hauptrohstoff Zinn deutlich. Ähnlich wie beim Uran soll sie nachfolgend anhand der Vorratsberechnungen von 1971, 1975/76, 1982 und 1991 dargestellt werden. Bei seinen Begleitrohstoffen wird jeweils nur eine zusammenfassende Darstellung gebracht.

8.2.1 Zeitraum von 1969 bis 1971

Nachdem bereits die in den 1960er Jahren durchgeführten Such-Einschätzungsarbeiten des VEB Geologische Erkundung Süd erste Nachweise einer Zinnvererzung in den Skarnen des Gebietes Hämmerlein erbracht hatten (HÖSEL 1967), sind dann bei den Erkundungsarbeiten auf Uran 1969 in Hämmerlein im Querschlag 2 Zinn-Reicherzanhäufungen angetroffen worden, die den entscheidenden Impuls für eine Erkundung auf Zinn 1970/71 gaben. Diese Zinnerkundung erfolgte mittels eines Netzes von Bohrungen aus Auffahrungen auf den Sohlen +590/600 m und +530 m. Die Auffahrungen ergaben 3 Erkundungsprofile im Streichen (u. a. die Querschläge 1 und 2) und 4 Profile quer dazu (u. a. den Hauptstolln selbst, Flächen und Steigorte), auf denen in 50 m Abstand Bohrungen durch das Skarnlager „Hämmerlein“ geteuft wurden. Mit einem tragbaren Kern-Gamma-Resonanz-Messgerät MAK-1 (siehe 4.2.2) wurde die Kontur der Zinnvererzung in den Auffahrungen ermittelt, die dann

durch kombinierte Schlitz-/Bohrkernbemusterung präzisiert wurde. Insgesamt ergab sich eine mehr oder weniger linsenförmig ausgebildete Zinnvererzung in den Skarnen und verskarnten Gesteinen des Lagers sowie in den liegenden Glimmerschiefern.

Die Vorratsberechnung dazu erfolgte nach zeitweiligen, von einer Kommission unter dem Vorsitz von F. Stammler bestätigten Konditionen. Diese unterschieden sich von den später gültigen, in 7.3.2 genannten Werten insbesondere dadurch, dass beim geologischen Schwellengehalt und Mindest-Lineargehalt keine Differenzierung für Skarnerze und Schiefererze vorgenommen wurde, d. h. hier galten grundsätzlich 0,10 % bzw. 0,15 m% für Bilanzerze. Der industrielle Minimalgehalt für die Lagerstätte wurde mit 0,28 % Zinn festgelegt.

In Anlehnung an die geltenden Instruktionen der damaligen Staatlichen Vorratskommission der UdSSR für Lagerstätten wertvoller und seltener Metalle und die Vorratsklassifikation wurden die nachfolgenden berechneten Zinnvorräte(s. Tab. 8.6) den Klassen B, C_1 und C_2 zugeordnet, gleichermaßen die im Zinnerz des Skarnlagers enthaltenen Zinkvorräte. Für Eisen (Fe_2O_3) wurden nur Erzvorräte im Zinnerz des Skarnlagers abgeschätzt. Außer den genannten Rohstoffen wurden die bei einer Verarbeitung des Zinkkonzentrates bzw. Sphalerites gewinnbaren Mengen an Schwefel und Cadmium eingeschätzt. Auf der Grundlage eines damals noch relativ weitmaschigen Netzes von übertägigen Such-Einschätzungsbohrungen wurden in der Südost-Fortsetzung der Zinnkontur der Lagerstätte Hämmerlein sowie in stratigraphisch höher liegenden Skarnlagern im Bereich Hämmerlein-Tellerhäuser außerdem prognostische Vorräte berechnet. In der Lagerstätte Tellerhäuser selbst sind 1971 ebenfalls Erkundungsarbeiten auf Zinn aufgenommen worden.

Tab. 8.6: Ergebnisse der Vorratsberechnung Zinn / Hämmerlein zum Stand vom 15.11.1971

Vorratsklasse	Gesamt-Erzvorräte			davon Schiefererz		
	Erz Mio t	Gehalt %	Zinn t	Erz Mio t	Gehalt %	Zinn t
B	0,142	0,28	400	0,023	0,28	64
C ₁	2,92	0,41	12051	1,564	0,29	4533
C ₂	11,047	0,45	49707	5,026	0,44	21869
B+C ₁ +C ₂	14,109	0,44	62158	6,613	0,40	26466
Δ ₁	27,3	0,41	111850	-	-	-
B+C ₁ +C ₂ +Δ ₁	41,409	0,42	174008	6,613	0,40	26466

Neben den Zinnvorräten im Skarnlager (Skarnerz Körper) und in den unmittelbar darunter befindlichen Glimmerschiefern (Schiefererzkörper 1) war ein selbständiger, d. h. räumlich getrennter weiterer Schiefererzkörper 2 in den liegenden Glimmerschiefern ausgegliedert und berechnet worden. Wegen seiner entfernten Lage sowie seines niedrigeren Untersuchungsgrades und Erzführungskoeffizienten wurden seine Vorräte (1,99 Mio t Erz mit 0,30 %, also 5 951 t Zinn) als Außerbilanzvorräte eingestuft.

Durch die damalige Zentrale Vorratskommission der DDR wurden (Beschlussprotokoll Nr. 230/1207 vom 20.03.1972) die berechneten B-Vorräte in die Vorratsklasse C₁ zurückgestuft und die resultierende Summe an C₁-Vorräten wie auch die ermittelten C₂-Vorräte bestätigt. Das betrifft außer den Zinn- auch die Zink-Vorräte als Begleitkomponente. Die ermittelten Zinn-Außerbilanzvorräte wurden der Vorratsklasse C₂ zugeordnet. Die berechneten Mengen an Eisen, Cadmium und Schwefel wurden als nichtklassifizierte Mengen zur Kenntnis genommen, ähnlich wie die eingeschätzten prognostischen Zinnvorräte.

8.2.2 Zeitraum von 1971 bis 1975/1976

In Fortsetzung der Arbeiten im Zentralteil der Lagerstätte Hämmerlein erfolgten 1971 bis 1973 weitere Erkundungsarbeiten in ihrer Südostflanke. Mit den dazu auf der Sohle +500 m aufgefahrenen Grubenbauen (Strecken 7601a, 7607, 7608 u. a.) und den aus ihnen und auch von über Tage geteufte Bohrungen konnte die räumliche Lage des Skarnlagers „Hämmerlein“ präzisiert und die Kontur der Vererzung nach Südosten erweitert werden. Außerdem wurde hier mit Bohrungen die NW-Fortsetzung des Dreiberg-Lagers der Lagerstätte Tellerhäuser nachgewiesen.

In Tellerhäuser setzte man die 1971 begonnenen Erkundungsarbeiten auf Zinn fort, um die per 15.11.1971 hier berechneten prognostischen Vorräte in Bilanzvorräte zu überführen. Die Arbeiten erfolgten von der Stolln-, d. h. +600 m-Sohle aus (im Skarnlager „Breitenbrunn“) und der +240 m-Sohle (im Dreiberg-Lager) mittels Auffahrung von Strecken und Querschlägen als Erkundungslinien für das Anlegen von Bohrprofilen. Teilweise wurden diese Arbeiten auch durch Bohrungen von über Tage ergänzt. Die Abstände der Erkundungslinien ergaben sich mit etwa 350 m bis 700 m, die der Bohrungen darauf anfangs mit 200 m, dann 100 m und schließlich mit 50 m in erzführenden Bereichen. Die Methodik der Bemusterung entsprach im Prinzip der bereits früher in Hämmerlein angewandten (kombinierte Schlitz-/Bohrkernbemusterung), ebenso die anschließende Vorratsberechnung zum Stand vom 01.10.1975. Lediglich der industrielle Minimalgehalt für die Lagerstätte wurde auf 0,41 % erhöht (in den einzelnen Blöcken blieb er bei 0,28 %).

Entsprechend der Erkundungsdichte und der Einordnung der vorher im Zentralteil Hämmerlein erkundeten und berechneten Vorräte hauptsächlich in die Klasse C₂ wurden sowohl die im Südostteil Hämmerlein als auch die in Tellerhäuser ermittelten Vorräte (s. Tab. 8.7) ebenfalls der Klasse C₂ zugeordnet. Gleichartig wurden die Begleitrohstoffe Zink und Eisen (Fe₂O₃) in den Zinnerzlagern berechnet. An den Flankenbereichen der zu diesem Zeitpunkt nicht vollständig erkundeten Skarnlager „Dreiberg“ und „Breitenbrunn“ in Tellerhäuser wurden nach Übertage-Bohrungen prognostische Vorräte berechnet. Die im Block 3 des Breitenbrunn-Lagers berechneten Vorräte von 0,368 Mio t Erz mit 920 t Zinn wurden als Außerbilanzvorräte gewertet, da ihr mittlerer Zinngehalt von 0,25 % unter dem geforderten industriellen Minimalgehalt liegt.

Tab. 8.7: Vorratsbewegung Zinn 1971-1975 / Vorratsstand 01.10.1975 Hämmerlein und Tellerhäuser (nach MIROŠNIČENKO et al. 1975)

		Gesamt-Erzvorräte			davon Schiefererz		
		Erz Mio t	Gehalt %	Zinn t	Erz Mio t	Gehalt %	Zinn t
Hämmerlein							
Zuwachs	C ₂	6,092	0,34	20551	-	-	-
Vorratsstand	C ₁	3,062	0,41	12451	1,587	0,29	4597
	C ₂	17,139	0,41	70258	5,026	0,44	21869
	C ₁ +C ₂	20,201	0,41	82709	6,613	0,40	26466
Tellerhäuser							
(Zuwachs=Stand)	C ₂	9,725	0,43	42152	-	-	-
	Δ ₁	12,1	0,36	44000	-	-	-
Hämmerlein + Tellerhäuser							
Zuwachs	C ₂	15,817	-	62703	-	-	-
	Δ ₁	0,617	-	-5147	-	-	-
Vorratsstand	C ₁	3,062	0,41	12451	1,587	0,29	4597
	C ₂	26,864	0,42	112410	5,026	0,44	21869
	C ₁ +C ₂	29,926	0,42	124861	6,613	0,40	26466
	Δ ₁	12,1	0,36	44000	-	-	-
	C ₁ +C ₂ +Δ ₁	42,026	0,40	168861	6,613	0,40	26466

Interessant ist hier vor allem die Betrachtung des Gesamt-Vorratspotentials beider Lagerstätten zusammen: die Zahlen zeigen, dass mit der weiteren Erkundung in den beiden Lagerstätten sich die Bilanzvorräte (C₁+C₂) verdoppelt haben, wobei der größere Teil der anfangs, 1971 eingeschätzten prognostischen Vorräte in C₂-Vorräte überführt worden ist. Das Gesamtpotential beider Lagerstätten hingegen hat sich dabei nur geringfügig verändert; d. h., die anfängliche Gesamteinschätzung (C₁+C₂+Δ₁) hat sich - bei im Wesentlichen unveränderten Konditionen - annähernd bestätigt.

Im November 1975 wurden durch die damalige Staatliche Vorratskommission der DDR (StVK) die von der SDAG Wismut eingereichten Vorratsberechnungen für die Lagerstätten Hämmerlein, Pöhla-Globenstein und Tellerhäuser zurückgewiesen, da die zulässigen Selbstkosten für Zinn nicht ermittelt worden waren, die für die Berechnung bzw. Begründung der Konditionen notwendig sind. Daraufhin wurden entsprechende technisch-ökonomische Berechnungen zur Präzisierung der vorläufigen Konditionen durchgeführt. Ergebnis waren folgende Änderungen:

- Erhöhung - des Schwellengehaltes für Skarnerze E auf 0,15 %,
- Erhöhung - des Mindest-Lineargehaltes für Skarnerze auf 0,225 m% und
- Erhöhung - des industriellen Minimalgehaltes für die Lagerstätte auf 0,47 %.

Mit diesen veränderten Konditionen - für Schiefererze erfolgten keine Änderungen - wurde 1976 eine Neuberechnung der Zinnvorräte in diesen Lagerstätten vorgenommen (KAUFMANN & ŮLDAŠEV 1976). Die Vorräte wurden entsprechend den geologischen Verhältnissen und der Erkundungsnetzdichte überwiegend in die Klasse C₂ eingestuft; nur ein Skarnerz-Block in der Lagerstätte Hämmerlein, der mit Auffahrungen und Bohrungen in einem Netz von etwa 50 m x 50 m erkundet worden war, verblieb in der Klasse C₁. Damit ergaben sich die in Tabelle 8.8 folgenden Vorratsänderungen in den Lagerstätten Hämmerlein und Tellerhäuser.

Durch die Neuberechnung mit höheren Konditionen insbesondere für Skarnerze verringerten sich so die Erzmenge insgesamt um 27 % und die Zinnvorräte um 15 %, während sich der mittlere Zinngehalt um 14 % erhöhte (analog in Hämmerlein um 28 %, 17 % und 15 %, in Tellerhäuser um 24 %, 10 % und 21 %).

Tab. 8.8: Neuberechnung der Zinnvorräte in Hämmerlein und Tellerhäuser 1976

	Gesamt-Erzvorräte			davon Schiefererz
	Erz Mio t	Gehalt %	Zinn t	
Hämmerlein				
alt C ₁	3,062	0,41	12451	Schiefererzvorräte sind unverändert geblieben, d. h. der Schiefererzanteil ent- spricht dem von Häm- merlein des Jahres 1975
C ₂	17,139	0,41	70258	
C ₁ +C ₂	20,201	0,41	82709	
neu C ₁	0,878	0,48	4214	
C ₂	13,711	0,47	64087	
C ₁ +C ₂	14,589	0,47	68301	
Tellerhäuser				
alt C ₂	9,725	0,43	42152	
neu C ₂	7,354	0,52	38050	
Hämmerlein + Tellerhäuser				
alt C ₁	3,062	0,41	12451	
C ₂	26,864	0,42	112410	
C ₁ +C ₂	29,926	0,42	124861	
neu C ₁	0,878	0,48	4214	
C ₂	21,065	0,48	102137	
C ₁ +C ₂	21,943	0,48	106351	

Die prognostischen Vorräte wurden in diese Umrechnung nicht einbezogen, eben so wenig die Außerbilanzvorräte. Bei den Begleitrohstoffen Zink und Eisen wurde eine proportionale Verringerung der Vorräte angenommen. Die neu berechneten Bilanzvorräte sind von der StVK mit Protokoll Nr. 249/1521 vom 12.05.1976 bestätigt worden, ebenso die neuen Konditionen. Die Skarnerze mit Zinngehalten zwischen 0,10 % und 0,15 %, die die Differenz zwischen ursprünglicher Vorratsberechnung 1975 und Neuberechnung 1976 ausmachen, wurden als Außerbilanzvorräte der Vorratsklasse C₂ bestätigt (für Hämmerlein und Tellerhäuser = 7,983 Mio t Erz mit 0,23 %, also 18 510 t Zinn).

8.2.3 Zeitraum von 1975/1976 bis 1981

Von 1976 bis 1981 wurden in Hämmerlein und Tellerhäuser weitere Erkundungsarbeiten auf Zinn durchgeführt, zum großen Teil als eingehendere, also Detailerkundungsarbeiten zur Überführung von Zinnvorräten der Klasse C₂ in die Klasse C₁. Dabei wurden die C₂-Vorräte präzisiert, ebenso die prognostischen Vorräte für den Gesamtbereich beider Lagerstätten. Weiterhin wurde eine Einschätzung der Begleitrohstoffe Zink, Magnetit, Indium und Silber vorgenommen. Im Zentralteil der Lagerstätte Hämmerlein wurden dabei

Experimentalabbauarbeiten im Skarnlager und den liegenden Glimmerschiefern vorgenommen und größere Mengen von Skarn- und Schiefererzen für halotechnische Aufbereitungsversuche in einer Pilotanlage im Aufbereitungsbetrieb 101 der SDAG Wismut in Crossen bei Zwickau gewonnen.

Das hierbei realisierte Erkundungsnetz (bis 50 m x 12,5 m) und die Bemusterungsmethodik sind im Abschnitt 7.3.1 beschrieben, die Methodik der Vorratsberechnung in 7.3.2. Die gegenüber der Vorerkundung ermittelten Ergebnisse sind aus der nachfolgenden Tabelle 8.9 ersichtlich.

Die in der Tabelle enthaltenen Vorratsangaben sind die nach den Vorratsberechnungen (KAUFMANN & ŮLDAŠEV 1976 sowie AFONIN et al. 1982) mit der StVK abgestimmten und von ihr bestätigten Zahlen. Sie weichen deshalb des öfteren von den in der Vorratsberechnung 1982 z. B. in Tabelle 7.4.3 angegebenen Werten ab. Dies betrifft insbesondere die Untergliederung der Bilanzvorräte in die Klassen C₁ und C₂ (vor allem infolge Umstufung einiger Vorratsblöcke von C₁ in C₂), aber auch die prognostischen Vorräte von Tellerhäuser. Letztere waren nicht in die Umrechnung 1976 einbezogen worden. Hier sind sie für 1976 mit entsprechend den Bilanzvorräten dieser Lagerstätte

Tab. 8.9: Vorratsbewegung Zinn 1976-1982 / Vorratsstand 01.01.1982 Hämmerlein und Tellerhäuser

		Gesamt-Erzvorräte			davon Schiefererz		
		Erz Mio t	Gehalt %	Zinn t	Erz Mio t	Gehalt %	Zinn t
Hämmerlein							
Löschung		0,120	0,41	493	0,051	0,33	168
Zuwachs	C ₁	6,321	-	23202	4,243	-	13422
	C ₂	-2,206	-	-16701	-0,922	-	-7425
	Δ_1	-0,699	-	-12898	-0,867	-	-7254
Vorratsstand	C ₁	7,079	0,38	26923	4,192	0,32	13254
	C ₂	5,184	0,47	24184	1,448	0,39	5619
	C ₁ +C ₂	12,263	0,42	51107	5,64	0,33	18873
	Δ_1	1,507	0,25	3803	0,055	0,31	171
	C ₁ +C ₂ + Δ_1	13,77	0,40	54910	5,695	0,33	19044
Einschätzung (Löschung +C ₁ +C ₂ + Δ_1)		13,89	0,40	55403	5,746	0,33	19212
Tellerhäuser							
Löschung		0,006	1,26	79	-	-	-
Zuwachs	C ₁	1,504	-	13407	-	-	-
	C ₂	2,863	-	24478	-	-	-
	Δ_1	-3,625	-	8135	-	-	-
Vorratsstand	C ₁	1,498	0,89	13328	-	-	-
	C ₂	8,713	0,56	49121	-	-	-
	C ₁ +C ₂	10,211	0,61	62449	-	-	-
	Δ_1	2,708	0,86	23257	-	-	-
	C ₁ +C ₂ + Δ_1	12,919	0,66	85706	-	-	-
Einschätzung (Löschung +C ₁ +C ₂ + Δ_1)		12,925	0,66	85785	-	-	-
Hämmerlein + Tellerhäuser							
Löschung		0,126	0,45	572	0,051	0,33	168
Zuwachs	C ₁	7,825	-	36609	4,243	-	13422
	C ₂	0,657	-	7777	-0,922	-	-7425
	Δ_1	-4,324	-	-4763	-0,867	-	-7254
Vorratsstand	C ₁	8,577	0,47	40251	4,192	0,32	13254
	C ₂	13,897	0,53	73305	1,448	0,39	5619
	C ₁ +C ₂	22,474	0,51	113556	5,64	0,33	18873
	Δ_1	4,215	0,64	27060	0,055	-	171
	C ₁ +C ₂ + Δ_1	26,689	0,53	140616	5,695	0,33	19044
Einschätzung (Löschung +C ₁ +C ₂ + Δ_1)		26,815	0,53	141188	5,746	0,33	19212

umgerechneten Mengen (d. h. Verringerung der Erzmenge um 24 %, der Zinnmenge um 10 %) berücksichtigt worden; im Jahr 1982 wurden die problematischen Schiefererze in Trümerzonen ausgeschlossen. Die in der Tabelle ausgewiesene Vorratslöschung ergibt sich aus der vorgenommenen Gewinnung von Zinnerz aus den bergmännischen Auffahrungen, aus Experimentalabbauen und der Entnahme technologischer Großproben.

Die Ergebnisse der Vorratsberechnungen nach der Detailerkundung von Teilen der Lagerstätten Hämmerlein und Tellerhäuser bringen Veränderungen unterschiedlicher Art und Richtung zum Ausdruck. Während die Menge der Bilanzvorräte (C_1+C_2) zumindest bei der Summe beider Lagerstätten annähernd gleichbleibt, zeigt sie in den einzelnen Lagerstätten größere und unterschiedlich gerichtete Veränderungen. In Hämmerlein kam es zu einer Verringerung der Bilanzvorräte (C_1+C_2), da durch die Detailerkundung erzfreie Bereiche ausgegliedert werden konnten, insbesondere in den Schiefererzen. Das nach dem relativ weitmaschigen Bohrnetz der Vorerkundung (ca. 400 m x 50 m) konturierte flözartige Schiefererzlager teilte sich in einzelne, verschieden geformte Erzkörper unterschiedlicher Mächtigkeit und Ausdehnung, vor allem mit stark schwankenden Zinngehalten. In der Lagerstätte Tellerhäuser ergab sich ein Zuwachs bei den Bilanzvorräten, d. h. bei C_1 und C_2 , der vor allem auf die Überführung von prognostischen Vorräten in C_2 -Vorräte im Zuge der weiteren Erkundung zurückzuführen ist. Tendenziell gleichartig änderten sich in den beiden Lagerstätten auch die Außerbilanzvorräte, resultierend in einer Verringerung auf insgesamt 6,486 Mio t Erz mit 0,16 % bzw. 10 637 t Zinn.

Außerdem wurden in beiden Lagerstätten die Vorräte der Begleitrohstoffe Zink, Magnetit und Cadmium innerhalb der Zinnvererzung der Skarnlager berechnet, in Hämmerlein auch prognostische Vorräte an Zink und in Tellerhäuser an Magnetit außerhalb der Zinnerzkontur. Auch erhöhte Gehalte an Silber (in Skarn-erzen) und Indium (in Skarn- und Schiefererzen) sind ermittelt worden.

Durch die StVK sind die oben genannten Zinnvorräte zur Kenntnis genommen worden. Da die von ihr 1976 bestätigten vorläufigen Konditionen seitdem nicht durch erneute technisch-ökonomische Berechnungen auf ihre Aktualität geprüft worden waren, konnte damals die Bilanzwürdigkeit der neu berechneten Vorräte nicht bestimmt werden. Die ausgewiesenen Begleitrohstoffe innerhalb und außerhalb der Zinnerzkontur wurden als geschätzte Mengen zur Kenntnis genommen.

Im Raum Tellerhäuser sind in dieser Periode auch die Schichtserien der Thumer Gruppe mit übertägigen Bohrungen auf ihre Zinnführung untersucht worden. Im Gebiet Zweibach (ISAKOV 1979), zwischen Zweibach und Tellerhäuser am Osthang des Kaffenbergs unmittelbar südöstlich der kleinen Uranlagerstätte Tellerhäuser-alt (siehe Anhang 1), sind dazu Bohrungen

von 160-320 m Teufe mit insgesamt 2325 Bohrmetern auf zwei Profilen im Abstand von 100-400 m niedergebracht worden. Sieben der insgesamt neun Bohrungen haben eine meist an Greisentrümer-Zonen in phyllitischen Schiefen gebundene Zinnvererzung mit Sulfiden angetroffen (17 Erzintervalle); zwei Erzintervalle waren an z. T. vergreiste Skarnlagen gebunden. Diese Zinnvererzung weist große Ähnlichkeiten mit der neben dem Skarnlager „Breitenbrunn“ beobachteten Trümervererzung (siehe 3.3.3.3) und mit Teilen der aus dem benachbarten Gebiet Zlatý Kopec bekannten Vererzung (ABSOLONOVÁ 1984) auf. Die komplizierte Erzverteilung bei diesem Vererzungstyp erfordert allerdings ein wesentlich dichteres Untersuchungsnetz für einen sicheren Nachweis von Vorräten – bei deutlich geringeren Vorratsperspektiven gegenüber der schichtgebundenen Zinnvererzung in Skarnlagern.

8.2.4 Zeitraum von 1982 bis 1991

In diesem Zeitraum, zumindest bis 1988, bildete die benachbarte Zinn-Wolfram-Lagerstätte Pöhla-Globenstein (siehe HÖSEL et al. 2003) den Erkundungsschwerpunkt für die SDAG Wismut im Westerzgebirge. Erst danach, von 1988 bis 1990, liefen in der Lagerstätte Tellerhäuser nochmals Arbeiten zur weiteren Detailerkundung der Zinnvererzung im Dreiberg-Lager. Diese Erkundung fand 1990 mit der Einstellung des aktiven Bergbaus der SDAG Wismut bzw. mit dem Ergebnisbericht dazu (HILLER 1991) ihr Ende.

Bei diesen Arbeiten wurden auf der +120 m-Sohle aus Strecken, die zur Uranerkundung aufgefahren worden waren, Bohrprofile im Einfallen des Skarnlagers angelegt. Die Bohrungen erfolgten im Abstand von 12,5 m, teilweise auch von 25 m; der Abstand zwischen den Profilen betrug entsprechend dem vorhandenen Streckennetz 60 m. Zielstellung war die weitere Überführung von Zinnvorräten der Vorratsklasse C_2 in die Klasse C_1 . Die Methodik der Erkundung, Bemusterung und Vorratsberechnung entsprach den unter 7.3 genannten Prinzipien. Dabei erfolgte die Vorratsberechnung nach insgesamt 4 geologischen Blöcken, deren Grenzen durch tektonische Störungen bedingt sind. Die Konditionen entsprachen denen der Vorratsberechnung von 1982 bzw. der Vorratsberechnung 1988 für Pöhla-Globenstein; Außerbilanzvorräte wurden nicht berechnet. In einigen der Blöcke wurden auch Vorräte an Begleitrohstoffen berechnet (für Zink, Indium, Cadmium, Kupfer, Wismut). Da diese analytischen Arbeiten aus finanziellen und Zeitgründen abgebrochen werden mussten, also unvollständig blieben, tragen die dazu vorliegenden Ergebnisse nur informativen Charakter. Deshalb sind bei einer Übersichts-Bewertung zu den Begleitrohstoffen die 1982 abgeschätzten Angaben weiterhin zugrunde zu legen. Die Ergebnisse der Vorratsberechnung für Zinn im Dreiberg-Lager bzw. in der Lagerstätte Tellerhäuser insgesamt sind in der Tabelle 8.10 ersichtlich.

Tab. 8.10: Vorratsbewegung Zinn 1982-1991/Vorratsstand 01.01.1991 Skarnlager „Dreiberg“ und Lagerstätte Tellerhäuser

	Gesamt-Erzvorräte			
		Erz Mio t	Gehalt %	Zinn t
Dreiberg-Lager				
Zuwachs	C ₁	0,377	-	2164
	C ₂	0,139	-	7186
Vorratsstand	C ₁	1,543	0,89	13729
	C ₂	3,917	0,88	34491
	C ₁ +C ₂	5,46	0,88	48220
	Δ ₁	2,568	0,88	22597
	C ₁ +C ₂ +Δ ₁	8,028	0,88	70817
Tellerhäuser				
Vorratsstand	C ₁	1,875	0,83	15492
	C ₂	8,475	0,64	54143

Aus den in den Tabellen 8.9 und 8.10 enthaltenen Angaben zur jeweils letzten Vorratsbewegung für Hämmerlein bzw. Tellerhäuser ergibt sich die abschließende Gesamtbilanz für die mit der Grube Pöhla aufgeschlossenen beiden Zinnlagerstätten (s. Tab. 8.11).

Der relativ hohe Anteil an C₁-Vorräten (über ein Drittel der Bilanzvorräte C₁+C₂ bzw. über ein Viertel der Gesamtvorräte C₁+C₂+Δ₁ im Gesamtfeld Hämmerlein-Tellerhäuser) bringt den mit den durchgeführten Erkundungsarbeiten erreichten hohen Erkundungsgrad zum Ausdruck. Damit kann entsprechend der Summe der Bilanzvorräte von hinreichend sicheren Vorräten von ca. 120 000 t Zinn ausgegangen werden. Diese Vorräte sind nach ihrer damaligen Bewertung und ihrem Untersuchungsgrad als potenziell bauwürdig einzustufen (RICHTER 2006). Dementsprechend sind die genannten prognostischen Vorräte als wahrscheinliche, latent bauwürdige Ressourcen anzusehen, die anhand eines weitmaschigeren Netzes von Erkundungsbohrungen berechnet worden sind. Auch die bis 1982 genannten Außerbilanzvorräte sollten bei einer erneuten Bewertung nicht außer Acht gelassen werden.

Die Zahlen dieser Tabelle machen das enorme Vorratspotential dieses mit der Grube Pöhla aufgeschlossenen Lagerstättenkomplexes deutlich, wobei ja neben der bereits beschriebenen Uranvererzung auch noch die in den folgenden Abschnitten beschriebenen Begleitrohstoffe zu beachten sind. Zu berücksichtigen ist außerdem der Umstand, dass in unmittelbarer Nähe die Zinn-Wolfram-Lagerstätte Pöhla-Globenstein (siehe HÖSEL et al. 2003) und in der Umgebung mit

Antonsthal und Breitenbrunn weitere stratiforme Lagerstätten nachgewiesen worden sind.

8.3 Magnetit

Magnetit, zu dessen Ausbildung unter 2.5.2 und 3.3 bereits Angaben gemacht worden sind, war bei den Erkundungsarbeiten auf eine schichtgebundene Zinnvererzung von Anfang an mit festgestellt und sein Vorkommen in den Skarnlagern innerhalb und außerhalb der Zinnvererzung berücksichtigt worden.

Vor allem im Bereich des Hämmerlein-Lagers und des Dreiberg-Lagers sind größere Ansammlungen von Magnetit angetroffen worden. Der Magnetit stellt hier ein Hauptmineral dar; teilweise bildet er kompakte, fast monomineralische linsen- bzw. lagenförmige oder auch unregelmäßig geformte Körper. Die Mächtigkeiten dieser Körper liegen zwischen einigen Dezimetern und ca. 2 m, bei Maximalwerten bis ca. 5 m. Allgemein handelt es sich um dichte, massige, z. T. gebänderte Erze. Diese bestehen nach den Untersuchungen von PRIBYTKOV et al. (1980) in Hämmerlein meist aus körnigen Aggregaten von überwiegend martitisiertem Magnetit (Anteil in den Erzkörpern 30-90 %, im Mittel 60 %). Dazu kommen Amphibol (ca. 10 %), Chlorit (ca. 10 %), Quarz (ca. 6 %), Sphalerit (ca. 2,5 %), Fluorit (ca. 1 %) und andere Minerale. Im Breitenbrunn-Lager ist keine wirtschaftlich bedeutsame Magnetitkonzentration festgestellt worden.

Wie bereits im Abschnitt 3.3 erwähnt, besteht zwischen der Zinn- und der Magnetitvererzung keine direkte Beziehung; Zinnerz- und Magnetiterzkörper

Tab. 8.11: Gesamtbilanz Zinn Hämmerlein und Tellerhäuser / Stand 01.01.1991

		Gesamt-Erzvorräte			davon Schiefererz		
		Erz Mio t	Gehalt %	Zinn t	Erz Mio t	Gehalt %	Zinn t
Hämmerlein							
Löschung		0,120	0,41	493	0,051	0,33	168
Vorräte	C ₁	7,079	0,38	26923	4,192	0,32	13254
	C ₂	5,184	0,47	24184	1,448	0,39	5619
	C ₁ +C ₂	12,263	0,42	51107	5,640	0,33	18873
	Δ ₁	1,507	0,25	3803	0,055	0,31	171
	C ₁ +C ₂ +Δ ₁	13,770	0,4	54910	5,695	0,33	19044
Einschätzung (Löschung +C ₁ +C ₂ +Δ ₁)		13,890	0,4	55403	5,746	0,33	19212
Tellerhäuser							
Löschung		0,006	1,26	79	-	-	-
Vorräte	C ₁	1,875	0,83	15492	-	-	-
	C ₂	8,475	0,64	54143	-	-	-
	C ₁ +C ₂	10,35	0,67	69635	-	-	-
	Δ ₁	2,708	0,86	23257	-	-	-
	C ₁ +C ₂ +Δ ₁	13,058	0,71	92892	-	-	-
Einschätzung (Löschung +C ₁ +C ₂ +Δ ₁)		13,064	0,71	92971	-	-	-
Hämmerlein + Tellerhäuser							
Löschung		0,126	0,45	572	0,051	0,33	168
Vorräte	C ₁	8,954	0,47	42415	4,192	0,32	13254
	C ₂	13,659	0,57	78327	1,448	0,39	5619
	C ₁ +C ₂	22,613	0,53	120742	5,64	0,33	18873
	Δ ₁	4,215	0,64	27060	0,055	0,31	171
	C ₁ +C ₂ +Δ ₁	26,828	0,55	147802	5,695	0,33	19044
Einschätzung (Löschung +C ₁ +C ₂ +Δ ₁)		26,954	0,55	148374	5,746	0,33	19212

überschneiden sich innerhalb des Skarnlagers im Allgemeinen nur. Dabei muss hier darauf hingewiesen werden, dass eine Konturierung von Magnetitvorkörpern (entsprechend den in 7.3.2 genannten Konditionen) nur außerhalb der Zinnvererzung vorgenommen worden ist. Innerhalb der Zinnvererzung wurden nur die darin enthaltenen Gesamtvorräte an Magnetit, der hier ja als nicht selbständiger Begleitrohstoff bei der Verarbeitung des Zinnerzes mit anfällt, berechnet. Aufgrund des gleichen Erkundungsgrades wurden diese in den Zinn-Bilanzvorräten liegenden Magnetitvorräte ebenfalls als C₁- bzw. C₂-Vorräte eingestuft, die in den Zinn-Außerbilanzvorräten dementsprechend als c₁- bzw. c₂-Vorräte (AFONIN et al. 1982).

Auch die im Dreiberg-Lager außerhalb der Zinnvererzung, mit dem gleichen Erkundungsnetz ermittelten

Magnetitvorräte hätten nach den geltenden Konditionen als C₁- bzw. C₂-Vorräte betrachtet werden können. Da aber für diese Konditionen keine ökonomische Begründung vorlag, wurden diese Vorräte gemäß einer Empfehlung der StVK als prognostische, d. h. Δ₁-Vorräte eingestuft.

Außerdem war im Dreiberg-Lager im Gebiet zwischen den Lagerstätten Hämmerlein und Tellerhäuser außerhalb der Zinnvererzung in früheren Erkundungsbohrungen auf einer bedeutenden Fläche Magnetitkarn angetroffen, eine systematische Beprobung auf Eisen bzw. Magnetit aber nicht durchgeführt worden. Für diesen Bereich war deshalb nur eine Berechnung von potenziell-prognostischen, also Δ₂-Vorräten möglich.

Tab. 8.12: Berechnete Magnetit-Vorräte in Hämmerlein/Tellerhäuser zum Stand vom 01.01.1982

		Erz Mio t	Gehalt %	Magnetit 10 ³ t (Fe ₃ O ₄)
Hämmerlein/Hämmerlein-Lager				
Löschung 1976-1981		0,069	10,64	7,0
Vorräte	C ₁	2,887	10,36	299,0
	C ₂	3,736	5,43	203,0
	C ₁ +C ₂	6,623	7,58	502,0
Einschätzung (Löschung +C ₁ +C ₂)		6,692	7,61	509,0
Tellerhäuser/Dreiberg-Lager				
Löschung 1976-1981		0,006	9,84	0,5
Vorräte	C ₁	1,166	9,86	115,0
	C ₂	-	-	-
	C ₁ +C ₂	1,166	9,86	115,0
	Δ ₁	2,768	40,20	1113,0
	Δ ₂	2,734	40,00	1094,0
	Δ ₁ +Δ ₂	5,502	40,11	2207,0
	C ₁ +C ₂ +Δ ₁ +Δ ₂	6,668	34,82	2322,0
Gesamteinschätzung (Löschung +C ₁ +C ₂ +Δ ₁ +Δ ₂)		6,674	34,80	2322,5
Hämmerlein + Tellerhäuser				
Löschung 1976-1981		0,075	10,00	7,5
Vorräte	C ₁	4,053	10,21	414,0
	C ₂	3,736	5,43	203,0
	C ₁ +C ₂	7,789	7,92	617,0
	Δ ₁	2,768	40,20	1113,0
	Δ ₂	2,734	40,00	1094,0
	Δ ₁ +Δ ₂	5,502	40,11	2207,0
	C ₁ +C ₂ +Δ ₁ +Δ ₂	13,291	21,25	2824,0
Gesamteinschätzung (Löschung +C ₁ +C ₂ +Δ ₁ +Δ ₂)		13,366	21,18	2831,5

Die bei der Zinnerkundung erfolgte Gewinnung von Zinnerz ist 1982 mit der entsprechenden Vorratslöschung bei der Vorratsberechnung ausgewiesen worden (siehe 8.2.3). Die anteilige Löschung von Vorräten an Magnetit als Begleitrohstoff durch Gewinnung von Zinn-Skarnerzen im Hämmerlein- und Dreiberg-Lager ist in der Tabelle 8.12 zum Vorratspotential von Hämmerlein/Tellerhäuser an Magnetit mit erfasst. Die in dieser Tabelle gezeigten Vorräte an Magnetit sind seinerzeit von der StVK bestätigt bzw. als geschätzte Mengen zur Kenntnis genommen worden.

Wie im Abschnitt 7.4.3 beschrieben, sind im Zeitraum von 1983 bis 1987 im Dreiberg-Lager 31 344 t Magnetit abgebaut worden. Sie stammen von den Sohlen +240 m und +180 m, aus dem sich von der +300 m-

Sohle bis unter die +120 m-Sohle erstreckenden Bereich, in dem im Dreiberg-Lager oberhalb der Zinnerverzierung eine selbständige Magnetitvererzung angetroffen und berechnet worden war (als Δ₁-Vorräte, siehe oben). Zu dieser Gewinnung von Magnetit als selbständiger Rohstoff liegen keine belastbaren Angaben bezüglich der damit verbundenen Vorratslöschung vor; sie wurde deshalb auch nicht in den Vorratsangaben von Tabelle 8.12 berücksichtigt.

8.4 Silber

Bei der komplexen Untersuchung der Skarnlagerstätten des westlichen Erzgebirges ist unter anderem auch die Verbreitung von Silber in ihnen betrachtet worden. Dabei sind sowohl in der Lagerstätte Häm-

merlein als auch in Tellerhäuser Bereiche mit erhöhten Konzentrationen an diesem Metall festgestellt worden. So wird im Bericht zur Detailerkundung auf Zinn von 1982 (AFONIN et al. 1982) auf erhöhte Silbergehalte in Teilen der Skarnlager „Hämmerlein“ und „Dreiberg“ hingewiesen. Diese Gehalte könnten bei der Weiterverarbeitung von Aufbereitungskonzentrat von praktischer Bedeutung sein. Daraufhin wurden weitere Untersuchungen dazu im Dreiberg-Lager vorgenommen (DAVYDOV 1985a). Wie in der Lagerstätte Pöhla-Globenstein (ISAKOV et al. 1983) wurde dabei ein Schwellengehalt von 10 g/t zugrunde gelegt. Die Bohrintervalle mit > 10 g/t ließen sich zu drei Silbererzlagern zusammenfassen, die wiederum jeweils aus mehreren Erzlinen bestehen. Zwei dieser Silberlager befinden sich im untersten Abschnitt des Dreiberg-Lagers, das dritte im obersten Teil. Bevorzugt tritt diese Silbervererzung, die Anreicherungen bis 400 g/t aufweist, in Pyroxen- und Magnetitskarnen auf, die auch eine Zinn-, Magnetit- und Zinkvererzung führen und in denen Fluorit und andere Minerale auf Vergreisungsprozesse hinweisen. Selbständige Silberminerale konnten nicht nachgewiesen werden; wahrscheinlich ist das Silber an Sulfide gebunden, worauf auch Laboruntersuchungen an Sulfidkonzentrationen im AB 101 Crossen schließen lassen.

Auf der Grundlage vertikaler Schnitte (Profilmethode) wurde eine Einschätzung möglicher, d. h. prognostischer Vorräte an Silber im detailerkundeten Bereich des Dreiberg-Lagers vorgenommen. Bei einer mittleren Mächtigkeit der drei oben genannten Silbererzlager von 1,81 m und einem mittleren Gehalt von 30 g/t wurden prognostische Vorräte von 17,3 t Ag ermittelt. Die silberhaltigen Proben weisen erhöhte Gehalte an Indium, Cadmium und Wismut auf, die damit als weitere Begleitkomponenten von Interesse sind.

Erhöhte Silbergehalte (bis 70 g/t) sind in Bohrungen im Dreiberg-Lager auch außerhalb des detailerkundeten Bereiches festgestellt worden. Damit kann das Dreiberg-Lager insgesamt als silberhöflich angesehen werden. Verbreitung und Ausbildung dieser Silbervererzung machen noch weitere Untersuchungen erforderlich; auch in den anderen Skarnlagern, d. h. Hämmerlein- und Breitenbrunn-Lager, sind entsprechende Arbeiten notwendig.

Neben diesem Silber aus den stratiformen Skarnlagern, das bei der Weiterverarbeitung von Konzentrat aus solchen Erzen von Interesse sein kann, sind auch hohe Silberkonzentrationen auf Uranerzgängen in der Lagerstätte Tellerhäuser angetroffen worden. Außer der Uranvererzung treten hier in Gangbereichen mit biconi-/ags-Mineralisation auch Silberminerale auf. Teilweise kommen sie gemeinsam mit der Uranvererzung als komplexe Silber-Uran-Erze, sogenannte Mischerze vor, teilweise treten sie auch gesondert auf. Bereits 1972/73 sind auf der Stollnsohle im Kreuzungsbereich des Ganges „Schildbach“ mit

einem Trum von Gang „Luchsbach“ im Schnittbereich mit dem „B“-Paket 178,6 t silberhaltiger Erze mit 0,268 % bzw. 479,4 kg Silber gewonnen und an das BHK Freiberg geliefert worden. Auch auf der Sohle +120 m sind im Schnittbereich des Ganges „Schildbach“ mit dem Paket „H₂“ (Querschlag 9209, Strecke 924) Anhäufungen von Silbermineralen festgestellt worden. 1979 ist auf dieser Sohle auf einem NW-streichenden Gang im Zugang zum Blindschacht 1 erstmals in Sachsen das Silbermineral Dyskrasit nachgewiesen worden (LIPP 1979). Auf dem Gang „Kunnersbach“ wurden ebenfalls Silbererze angetroffen. Das Nebengestein dieser Vererzung waren meist kohlenstoffführende Glimmerschiefer.

Eine ungewöhnlich reiche Silbervererzung wurde noch Anfang 1991 bei abschließenden bergmännischen Arbeiten auf einem Gang im nördlichsten Abschnitt der +120 m-Sohle (Block 0985) angetroffen. Dieser kku-/mgu-Gang mit Pechblende führte bereichsweise Bildungen der biconi- und ags-Formation. Etwa 5-15 cm mächtige Linsen und Lagen mit gediegen Arsen und reichlich gediegen Silber sowie Löllingit sind einer atypisch ausgebildeten biconi-Formation zuzurechnen; Silbersulfide und -sulfosalze wie Argentopyrit, Proustit, Pyrargyrit, Polybasit u. a. gehören der ags-Formation an (BÜDER et al. 1991). Das Nebengestein war auch hier Glimmerschiefer mit kohlenstoffführenden Lagen des Paketes „H₂“. Die Einstellung der bergbaulichen Tätigkeit machte leider keine umfassende Untersuchung dieses Vorkommens möglich.

Komplexe Silber-Uran-Erze sind 1982 und 1987 auf den Sohlen +180 m und +120 m auf den Gängen „Schildbach“ und „Kunnersbach“ in den Schnittbereichen mit dem „C“-Paket gewonnen worden. Aus 1 202 t solcher Erze sind 1987 bei der Aufbereitung nach einem speziell angepassten technologischen Schema im Aufbereitungsbetrieb 101 Crossen 203,5 kg Silber ausgebracht worden.

Die bisher festgestellten Vorkommen dieser Silbervererzung auf hydrothermalen Gängen der Lagerstätte Tellerhäuser deuten auf eine gegenüber dem Uran stärker tektonisch-strukturell kontrollierte Ausbildung, d. h. Bindung an tektonische Kreuzungsbereiche bei lithologisch bevorzugter Bindung an kohlenstoffführende Glimmerschiefer hin. Allerdings erlauben der bisherige Kenntnisstand und das sporadische Auftreten solcher Silbererze keine seriöse Prognose bzw. Vorratsberechnung zu erwartender Mengen.



Abb. 8-2: Abbaublock 0985 mit reicher Silbervererzung (Ag) im liegenden Teil des Ganges

8.5 Sonstige Begleitrohstoffe

Außer den beiden Hauptrohstoffen Uran und Zinn, dem zeitweilig separat abgebauten Magnetit und dem sowohl in der Gang- wie auch in der stratiformen Vererzung angetroffenen Silber sind im Gebiet Hämmerlein-Tellerhäuser insbesondere in den Skarnlagern weitere Begleitkomponenten festgestellt worden, die bei einem künftigen Bergbau ebenfalls Bedeutung erlangen könnten. Das sind vor allem Zink und Cadmium, aber auch Indium, Kupfer und Wismut (AFONIN et al. 1982). Auch noch andere Komponenten, die gelegentlich angetroffen, aber nicht systematisch analysiert worden sind, wie z. B. Fluorit, könnten von Interesse sein. Wismut tritt außerdem, manchmal mit Mineralen von Kobalt und Nickel, gelegentlich auch auf Gängen mit biconi-Mineralisation auf; eine wirtschaftliche Bedeutung ist solchen sporadischen Vorkommen allerdings nicht zuzumessen.

Bei der Detailerkundung waren in den Skarnen, verskarnten Gesteinen und zinnvererzten Glimmerschiefern neben den Gehalten an Zinn, Magnetit und Silber auch die einer ganzen Reihe weiterer Elemente bestimmt worden (siehe 7.3.2), darunter die an Zink, Cadmium, Indium, Wolfram (WO_3), Kupfer und Wismut.

Zink tritt in Form von Sphalerit wie in Abschnitt 2.5.2 und 3.3 beschrieben auf, d. h. mehr oder weniger eingeprengt oder kompakt in meist linsenartigen Körpern im Skarnlager. Die erstere Variante ist vor allem in den beiden Skarnlagern von Tellerhäuser verbreitet, die zweite mehr in Hämmerlein (Abb. 8-3). Auch auf Trümmern in den unterlagernden Glimmerschiefern ist manchmal Sphalerit zu finden. Überwiegend die dunklen Varietäten dieses Minerals enthalten oft feinste Einschlüsse von Pyrrhotin und Chalkopyrit, selten auch Stannin (MATUŠIN et al. 1980). Isomorph eingebaut sind im Sphalerit außerdem Cadmium und Indium festgestellt worden.



Abb. 8-3: Sphaleritanreicherungen im Hämmerlein-Lager auf der Stollsohle (Strecke 2-6)

Die Verbreitung von Zink fällt in der Regel mit der Zinnvererzung zusammen; nur im Hämmerlein-Lager ist auch eine selbständige Zinkvererzung (d. h. mit über 1 % mittlerem Gehalt) außerhalb der Zinnvererzung ausgebildet. Die Bilanzwürdigkeit der im Zinnerz enthaltenen Zinkvererzung wurde seinerzeit in Anbetracht ihrer gemeinsamen Nutzung mit der bilanzierten Zinnvererzung als gegeben angesehen (NEPOČATÝH et al. 1971). Die Zinkvererzung im Hämmerlein-Lager außerhalb der Zinnvererzung wurde wie beim Magnetit wegen der fehlenden ökonomischen Begründung für die verwendeten Konditionen als prognostische, d. h. Δ_1 -Vorräte eingestuft. Die anteilige Löschung von Vorräten an Zink als Begleitrohstoff durch Gewinnung von Zinn-Skarnerzen im Hämmerlein- und im Dreiberg-Lager ist in der nachfolgenden Tabelle 8.13 der insgesamt berechneten und von der StVK bestätigten bzw. zur Kenntnis genommenen Zinkvorräte mit erfasst.

Tab. 8.13: Berechnete Zinkvorräte in Hämmerlein/Tellerhäuser zum Stand vom 01.01.1982

		Erz Mio t	Gehalt %	Zink t
Hämmerlein				
Löschung 1976-1981		0,069	1,02	704
Vorräte	C ₁	2,887	1,02	29337
	C ₂	3,736	0,71	26497
	C ₁ +C ₂	6,623	0,84	55834
	Δ ₁	0,279	2,05	5700
Einschätzung (Löschung +C ₁ +C ₂ +Δ ₁)		6,971	0,89	62238
Tellerhäuser				
Löschung 1976-1981		0,006	0,42	25
Vorräte	C ₁	1,498	0,42	6249
	C ₂	8,713	0,27	23605
	C ₁ +C ₂	10,211	0,29	29854
Einschätzung (Löschung +C ₁ +C ₂)		10,217	0,29	29879
Hämmerlein + Tellerhäuser				
Löschung 1976-1981		0,075	0,97	729
Vorräte	C ₁	4,385	0,81	35586
	C ₂	12,449	0,40	50102
	C ₁ +C ₂	16,834	0,51	85688
	Δ ₁	0,279	2,05	5700
Einschätzung (Löschung +C ₁ +C ₂ +Δ ₁)		17,113	0,53	91388

Cadmium tritt als beständige isomorphe Beimischung im Sphalerit auf. Deshalb sind Vorräte an diesem Metall nach Analysen monomineralischer Sphaleritproben berechnet worden, wobei die Berechnung nur für die Bereiche der Detallerkundung in Hämmerlein und Tellerhäuser vorgenommen worden ist. Diese Berechnung vermittelt also vor allem Angaben zu Cadmiumgehalten im Sphalerit und im C₁- Zinn- bzw. Zinkerz dieser Lagerstätten, nicht aber zu ihren Gesamt-Cadmiumvorräten.

In Hämmerlein ist in 18 monomineralischen Sphaleritproben ein mittlerer Cadmiumgehalt des Sphalerits von 0,36 % und ein Zinkgehalt von 50,16 % festgestellt worden. Der relativ niedrige Zinkgehalt hängt mit dem hohen Eisengehalt des Sphalerits (ca. 19 % bezogen auf Fe₂O₃) zusammen. Daraus ergeben sich bei C₁-Zinkvorräten von 29,3 Tausend t 58,4 Tausend t Sphalerit bzw. 210 t Cadmium im C₁-Zinn- bzw. Zinkerz. Eine vergleichsweise durchgeführte Korrelationsrechnung bestätigte mit einem Korrelationskoeffizienten von 0,95 die enge lineare Abhängigkeit zwischen Zink- und Cadmiumgehalt dieser Erze. Damit konnte über eine Regressionsrechnung (Cd/Zn) ein Cadmiumgehalt von 0,008 % in diesen 2,887 Mio t

Erzen bzw. ein Cadmiumvorrat von 218 t bestimmt werden, der so von der StVK bestätigt bzw. zur Kenntnis genommen worden ist.

In der Lagerstätte Tellerhäuser waren wegen des relativ niedrigen Zinkgehalts im Zinn-Skarnerz und der feinkörnig-ingesprengten Ausbildung des Sphalerits nur zwei monomineralische Sphaleritproben im Dreiberg-Lager entnommen worden. Der Sphalerit zeigte sich hier eng mit anderen Mineralen verwachsen. Der mittlere Zinkgehalt in den Proben betrug hier 22,25 %, der Cadmiumgehalt 0,145 %. Für den Sphalerit wurde analog zu Hämmerlein ein Zinkgehalt von 50,16 % angenommen und daraus ein Cadmiumgehalt von 0,33 % berechnet. Damit ist ein Vorrat von 41 t Cadmium in den 1,498 Mio t C₁-Zinn-Zinkerz (d. h. ein Cadmiumgehalt im Erz von 0,003 %) bzw. 6,2 Tausend t C₁-Zinkvorrat ermittelt und von der StVK bestätigt worden.

Indium ist ebenfalls isomorph in Sphalerit eingebaut, vermutlich auch in Kassiterit. In Sphalerit aus dem Hämmerlein-Lager sind 1971 Indiumgehalte bis 0,1 % festgestellt worden. In den zwei monomineralischen

Sphaleritproben von Tellerhäuser (siehe zu Cadmium) sind Indiumgehalte von 0,015 % bzw. 0,455 % ermittelt worden. Allgemein betrugen die mittleren Indiumgehalte im Hämmerleiner Zinn-Skarnerz 50-60 g/t und im Schiefererz 6-8 g/t. Im Dreiberg-Lager sind innerhalb der Zinnerzkontur Mittelwerte um 40 g/t und außerhalb dieser Kontur von 13-17 g/t bestimmt worden. Die spätere genauere Untersuchung des Kassiterits der benachbarten Lagerstätte Pöhla-Globenstein ergab Indiumgehalte von < 0,01 % bis 1,3 % und einen mittleren Gehalt von 0,84 % (KAUFMANN et al. 1988).

Wolfram spielt in Hämmerleiner/Tellerhäuser - im Gegensatz zur Lagerstätte Pöhla-Globenstein, wo es einen der beiden Hauptrohstoffe darstellt - keine Rolle. Seine Gehalte (WO_3) lagen allgemein unter 0,01 %, vereinzelt erreichten sie 0,025 %. Die Wolframminerale Scheelit und Wolframit konnten nur selten in Proben bzw. Schlämmen nachgewiesen werden.

Kupfer kommt vor allem in Form von Sulfiden, hauptsächlich als Chalkopyrit, meist in Skarnerzen vor, allerdings in recht sporadischer Verteilung. Dabei tritt Chalkopyrit als selbständiges Mineral, aber auch in Form feinsten Einschlüsse im Sphalerit auf. Die Kupfergehalte liegen in (Zinn-)Skarnerzen allgemein zwischen 0,02 % und 0,06 %, bei Maximalwerten in einzelnen Proben von 1,0-1,4 %. In Schiefererzen liegen die Gehalte bei 0,02 %. Als Rohstoff spielt damit auch Kupfer eigentlich keine erhebliche Rolle. Allerdings ist insbesondere bei der Aufbereitung von sulfidführenden (Zinn-)Skarnerzen eine Anreicherung im Sulfidkonzentrat zu erwarten, die bei der weiteren Verarbeitung zu beachten ist.

Wismut ist in Form von gediegen Wismut und Bismuthinit ebenfalls in sulfidführenden (Zinn-)Skarnerzen festgestellt worden. Allgemein liegen seine Gehalte in den Skarnerzen des Hämmerleiner-Lagers zwischen 20 g/t und 70 g/t, in den Schiefererzen bei 10-20 g/t. In den Skarnerzen des Dreiberg-Lagers sind mit ca. 250-300 g/t deutlich höhere Wismutgehalte angetroffen worden, die hier wie auch bei Kupfer und Cadmium eine tektonisch-strukturelle Bindung an den Bereich der Struktur „Gang Luchsbach“ andeuten (HILLER 1991).

9 Verwahrungs- und Sanierungsarbeiten

Die planmäßige Uranerzgewinnung in der Lagerstätte Tellerhäuser wurde zum Jahresende 1990 eingestellt. In den folgenden Monaten wurden noch aufgeschlossene Reicherzpartien aus den Abbaublöcken herausgebaut, Abbaufrenten begründet und Versatzmassen zur Stabilisierung der Hohlräume eingebracht. Diese Arbeiten endeten mit der symbolischen Förderung des „Letzten Huntens“ am 28.06.1991.

Bei der anstehenden Sanierung des Standortes Pöhla waren in der Folgezeit verschiedene Schwerpunktaufgaben zu bearbeiten, wie

- Entsorgung und Verwahrung (einschließlich Flutung) des Grubengebäudes,
- Demontage und Abriss der überhängigen Anlagen,
- Sanierung und Wiedernutzbarmachung der Halden und Betriebsflächen sowie
- Behandlung kontaminierter Flutungs- und Sickerwässer.

Für die anlaufenden Sanierungsarbeiten bestand zunächst kein wissenschaftlicher und planerischer Vorlauf, so dass 1991-1992 Maßnahmen zur Gefahrenabwehr zeitgleich mit der Bestandsaufnahme zum Sanierungsbedarf und der Erarbeitung von Sanierungskonzeptionen und Planungsdokumenten erfolgten.

Im Verlauf der 1990er Jahre erstellte die Wismut GmbH ein Sanierungskonzept für alle Standorte, das mehrfach aktualisiert und in der Fassung von 1997 als Grundsatzdokument bestätigt wurde. Bei der Erarbeitung fanden neben den Fragen der Sicherung des Grubengebäudes auch die Probleme des Strahlen-, Boden- und Gewässerschutzes Beachtung. Aus radiologischer Sicht bedeutet das, die zusätzliche Strahlenbelastung der Bevölkerung bei der vorgesehenen Nachnutzung als Forst- und Freizeitareal, die von den sanierten Hinterlassenschaften des Uranbergbaus ausgeht, auf maximal 1 mSv/a zu begrenzen. Dies ist über eine Kapselung der Schadstoffquellen und Unterbindung der Kontaminationsverschleppung über den Luft-, Wasser-, Boden- und Biopfad zu erreichen. Darüber hinaus ist die geochemisch bedingte Arsenbelastung des Lagerstättenraums zu berücksichtigen, die zur Kontamination der austretenden Flutungs- und Sickerwässer beiträgt und am ausgebrachten Haufwerk nachweisbar ist.

Die wichtigste rechtliche Grundlage der Sanierungsarbeiten bildete der „Abschlussbetriebsplan für die Lagerstätte Pöhla-Tellerhäuser“, für den das Bergamt Chemnitz als zuständige Genehmigungsbehörde am 23.01.1992 die Zulassung erteilte. Darüber hinaus waren für einzelne Arbeitsschritte strahlenschutzrechtliche, wasserrechtliche, baurechtliche und forstwirtschaftliche Genehmigungsverfahren unter Einbeziehung externer Gutachter zu führen.

Die Ausführung aller Sanierungsarbeiten am Standort Pöhla oblag dem Sanierungsbetrieb Aue (ab 2003 Niederlassung Aue) der bundeseigenen Wismut GmbH unter Einbeziehung verschiedener, zumeist ortsansässiger Unternehmen als Nachauftragnehmer.



Abb. 9-1: Mundloch Stolln Pöhla, Zustand 2011

9.1 Verwahrung des Grubengebäudes

Das Grubengebäude Pöhla-Tellerhäuser war über sechs Stolln, zwei Blindschächte sowie einige geneigte Grubenbaue (Flachen, Rampen) aufgeschlossen und umfasste zum Zeitpunkt der Produktionseinstellung 12 Sohlen mit horizontalen gleisgebundenen Grubenbauen von 172 km Länge (Abb. 9-1 und 9-2). Davon befanden sich zuletzt 9 Sohlen mit 62 km Grubenbauen in Nutzung (WISMUT 1992), wobei das Grubenfeld Hämmerlein praktisch bereits abgeworfen war. Der offene Grubenhohlraum betrug 1,41 Mio m³, davon 0,97 Mio m³ unterhalb der Stolln-Sohle.

Da die Auffahrungen unter einer Mindestüberdeckung von 100 m erfolgten, weist die Grube keine tagesnahen Grubenbaue auf, die einer Verwahrung im Sinne des BBergG bedürfen. Somit waren für den Schutz der Tagesoberfläche nur die Tagesöffnungen und die zugehörigen Anschlussgrubenbaue zu verwahren.

Die nicht mehr genutzten Zugangsgrubenbaue zur Grube Pöhla-Tellerhäuser wurden im Zeitraum von 1991 bis 2000 dauerhaft verwahrt. Im Einzelnen betrifft das folgende Tagesöffnungen und Anschlussgrubenbaue:

- Stolln 7 mit WÜ 7
- Stolln 15 und 15a mit WÜ 15, 15a und 15b
- Wetterüberhauen 3
- Wetterüberhauen 4
- Wetterüberhauen A
- Wetterüberhauen B und
- Versatzbohrloch 754.

Die Verwahrung des Hauptstollns, des Stollns 1a (sogenannter Duko-Stolln) und des Stollns 5 war bis 2005 wegen der noch andauernden untertägigen Einlagerung von Rückständen aus der Wasserbehandlung nicht möglich. Zwischenzeitlich wurde ein entsprechender Sonderbetriebsplan erarbeitet, dessen Umsetzung jedoch ausgesetzt wurde, da seit 2007 ein

Förderverein ein Besucherbergwerk im Grubenfeld Hämmerlein betreibt.

Überhauen und Großbohrlöcher, insbesondere die zur Tagesoberfläche durchschlägigen, wurden verfüllt und mit Betonplomben versehen. Zur Verfüllung kamen entweder Haldenmaterial und Bauschutt von zugehörigen Betriebsflächen oder Schotter bzw. Splitt zum Einsatz. In jedem Fall wurde die Plombe im standfesten Gebirge gesetzt und der darüber liegende Teil mit Lockermassen aufgefüllt. Bei einzelem Wetterüberhauen mit angeschlossenen Stolln konnte wegen der ausreichenden Deckgebirgsmächtigkeit auf die Verfüllung verzichtet werden. Sämtliche Baulichkeiten (z. B. Wetterleiteinrichtungen) und Bohrlochaufbauten wurden liquidiert.

Die Stolln 15, 15a und 7 wurden verfüllt und mit Abschlussdämmen versehen. Zur Verfüllung wurden ebenfalls Haldenmaterial, Bauschutt und Schotter/Splitt verwendet; die Dämme wurden aus Betonsteinen oder hochwertigem Beton errichtet. Abschließend wurden die Betriebsflächen einer Sanierung unterzogen.

Im Jahr 2001 wurde das Grubenfeld Tellerhäuser durch einen Damm im Hauptstolln bei ca. 3 100 m hermetisiert und somit abgeworfen.

9.2 Flutung und Wasserbehandlung

Für die Verwahrung des Grubengebäudes wurde von Anfang an die Flutung bis zum Hauptstolln-Niveau als Vorzugsvariante verfolgt. Ein höherer Aufstau hätte die Errichtung und langfristige Überwachung eines Druckdamms erfordert sowie die Gefahr eines unkontrollierten Übertritts der Flutungswässer in den Kluft-Grundwasserleiter (speziell die Luchsbach-Störung) heraufbeschworen. Deshalb war vorgesehen, die Grube durch den natürlichen Wasserzulauf bis zum Erreichen des Niveaus von 586 m HN aufzufüllen. Wegen der moderaten Zuflüsse und der bekannten Hohlraumverteilung wurden Eingriffe in das Flutungsregime (Reduzierung der Anstiegsraten durch temporäre Flutungswasserhebung) nicht vorgesehen. Außerdem war bei steigendem Flutungsniveau mit einem stetigen Rückgang der Wasserzuläufe zu rechnen.

Aufgrund der Hohlraumverteilung waren zunächst sämtliche Abbausohlen im Grubenfeld Tellerhäuser zu fluten, bevor der Wasserübertritt über die Wetterbohrlöcher (s. Abb. 9-2 u. Beilage 5) in das Grubenfeld Hämmerlein erfolgen sollte. Für die Flutungskontrolle konnten zunächst die Blindschächte 1 und 2 genutzt werden, die Beprobungen und Messungen im zentralen Flutungsraum (Grubenfeld Tellerhäuser) ermöglichten. Seit 2002 ist die Flutungskontrolle aufgrund der Hermetisierung des hinteren Stollnabschnitts nur

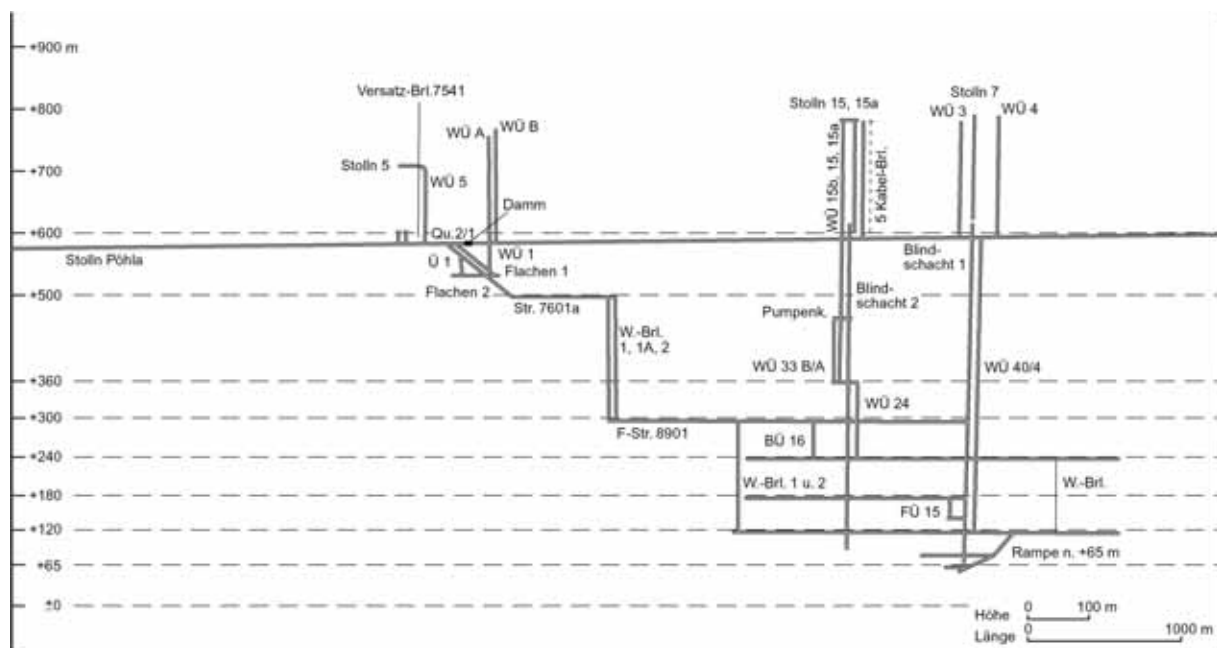


Abb. 9-2: Vertikales Ausrichtungsschema der Grube Pöhla

noch am Überlaufpunkt im Teilfeld Hämmerlein möglich. Eine externe Überwachung erfolgt über Grundwasserbeschaffenheitsmessstellen im Grubenumfeld mit der Luchsbach-Störung als Monitoringschwerpunkt, erbrachte aber keine Hinweise auf eine Grundwasserbeeinflussung durch die Grubenflutung.

Die eigentliche Flutung wurde mit den üblichen Entsorgungsarbeiten auf den genutzten Sohlen vorbereitet. Dafür waren alle ortsveränderlichen Mechanismen zu entfernen und die bestehenden Anlagen, Werkstatt- und Lagerkomplexe zu räumen. Sämtliche wassergefährdenden Stoffe wie Fette, Öle, Kraftstoffe, Säuren, Sprengmittel, technische Gase, Kühlmittel und Spezialsalze wurden dabei aus dem Flutungsraum entfernt.

Unmittelbar nach Abschluss der Entsorgungsarbeiten begann noch im Juli 1991 die Flutung der Sohlen +65 m und +85 m. Im Laufe des Jahres 1992 wurde mit der +120 m-Sohle der Teufenbereich mit dem größten bergmännischen Hohlraum geflutet. Nach dem Einstau der Sohlen +180 m/+240 m bis Februar 1994 konnte zunächst noch zum Jahresende 1994 mit dem Flutungswasserübertritt in den Hauptstolln gerechnet werden. Dieser verzögerte sich jedoch nach Überstau der +300 m-Sohle, da hier offensichtlich die 1988 entwässerten Karsthohlräume (siehe 5.2) wieder aufgefüllt wurden.

Das Flutungs-Endniveau wurde deshalb erst am 24.11.1995 erreicht, nachdem das aufsteigende Flutungswasser im Grubenfeld Hämmerlein die Sohlen +500 m und +530 m aufgefüllt hatte. Der Wasseraustritt erfolgt bei 586 m HN über das Flächen 1 in den Hauptstolln.

Um eine Vermischung des Flutungswassers mit den Seigenwässern der Stollnsohle (auch als Infiltrationswasser bezeichnet) zu vermeiden, wird es über eine im Stolln verlegte Rohrleitung der Wasserbehandlung zugeführt. Das Infiltrationswasser ist nicht kontaminiert; der hier gemessene Wasserabfluss weist witterungsbedingte Schwankungen um 30-40 m³/h auf.

Das Flutungswasser ist chemisch nahezu neutral, sauerstoffarm und schwach mineralisiert (0,3 g/l FTR). Bezüglich der Hauptkomponenten ist es dem Na-Ca-Hydrogenkarbonat-Typ zuzuordnen. Während die Wassertemperatur im zentralen Flutungsraum bei ca. 24 °C liegt, werden am Überlaufpunkt Werte von ca. 19 °C gemessen. Die Zulauftrate zeigt nur geringe Witterungseinflüsse und hat sich seit den 1990er Jahren infolge verschiedener Umbaumaßnahmen am Fassungssystem von rund 18 m³/h auf derzeit 13-15 m³/h verringert.

Das Flutungswasser war bzw. ist entsprechend dem geochemischen Lagerstätteninventar mit Schadstoffen wie Uran, Arsen, Radium, Eisen und Mangan belastet. Die Konzentrationen der einzelnen Kontaminanten zeigten ausgeprägte stoffspezifische Entwicklungen (siehe Tabelle 9.1).

So ging der Urangehalt seit Beginn der Überwachung kontinuierlich von 4,9 mg/l auf Werte um 0,02 mg/l zurück. Die Konzentrationen bzw. Aktivitätskonzentrationen von Arsen und Radium lagen bei Flutungsbeginn mit 0,1 mg/l und 0,7 Bq/l relativ niedrig, stiegen aber in der Folgezeit stark an und erreichten ihre Maximalwerte mit 3,6 mg/l As und 7,1 Bq/l Ra im Jahr 1997. Seitdem ist ein stetiger Rückgang dieser Konzentrationen auf hohem Niveau zu beobachten, so

Tab. 9.1: Konzentrationsentwicklung ausgewählter Inhaltsstoffe des Flutungswassers

Jahr	FTR, mg/l	SO ₄ , mg/l	HCO ₃ ⁻ , mg/l	U, mg/l	As; mg/l	Ra; Bq/l	Fe, mg/l	Mn, mg/l
1993	810	284	505	3,47	1,53	0,78	13,9	4,64
1997	494	5	547	0,22	2,77	6,01	13,8	0,95
2001	390	< 5	410	0,05	2,54	4,76	7,81	0,38
2005	342	7	350	0,02	2,42	4,25	6,5	0,305
2009	310	< 5	338	0,02	2,11	4,09	5,29	0,231

* Filtertrockenrückstand

dass aktuell noch um 2 mg/l As und 4 Bq/l Ra im Flutungswasser enthalten sind. Die Eisengehalte wiesen in der Flutungsphase eine uneinheitliche Entwicklung im Niveau über 10 mg/l mit Maximalwerten im Jahr 1994 (16,2 mg/l im Jahresdurchschnitt) auf. Seit 1999 sind sie stark rückläufig und zeigen aktuell Schwankungen um 5 mg/l. Die anfangs hohen Mangankonzentrationen von 4-5 mg/l sind kontinuierlich zurückgegangen und liegen derzeit im Bereich von 0,2-0,25 mg/l.

Die Konzentrationsentwicklungen widerspiegeln einige Besonderheiten des Flutungsverlaufs und der Stoffverteilung im Lagerstättenraum. So wurde die anfängliche Uranmobilisierung durch eine Entwicklung der Redoxverhältnisse hin zu reduzierenden Bedingungen gebremst und ab 1998 nahezu vollständig unterbunden. Die ohnehin rückläufigen Sulfatgehalte sanken 1995-1996 durch die einsetzende Sulfatreduktion schnell unter die Nachweisgrenze von 5 mg/l. Die Arsenfreisetzung ins Flutungswasser wurde erst durch den Überstau von Auffahrungen in Skarnen mit Buntmetallvererzung forciert und zeigte auch bei der Flutung des Grubenfeldes Hämmerlein einen nochmaligen Anstieg. Durch den Wechsel des Redox-Milieus erfolgte im Zeitraum 1996-1997 eine weitere Stimulation. Besonders auffällig ist der extreme Anstieg der Radium-Aktivitätskonzentrationen ab 1996, dessen Hauptursache im Rückgang der Sulfatkonzentration bis unter die Nachweisgrenze zu suchen ist. Typischerweise sind gleichlaufend dazu die Bariumgehalte von ca. 0,1 mg/l auf ein Niveau von 1,6 mg/l gestiegen.

Zur Behandlung der betrieblichen Abwässer bestand seit 1988 an der Mündung des Schildbachs in den Luchsbach eine chemisch-physikalische Wasserreinigungsanlage, die auf dem Prinzip der Aluminiumhydroxid-Fällung arbeitete (s. Abb. 9-3). Nachdem die Anlage durch die Produktionseinstellung ihre Funktion verloren hatte, wurden ein Umbau und die Nachnutzung als Wasserbehandlungsanlage ins Auge gefasst, da die Flutungswässer mit den oben beschriebenen Schadstoffgehalten nicht unbehandelt in die Vorflut eingeleitet werden konnten.



Abb. 9-3: Die 1988 errichtete Wasserreinigungsanlage

Nach mehreren Pilotversuchen zur Erprobung der Behandlungstechnologie erfolgte 1994 ein Großversuch zur Wasserbehandlung mit Flutungswasser, das von der +240 m-Sohle gehoben wurde. Im Ergebnis dieses Versuchs wurde folgendes Verfahren ausgewählt:

1. Belüftung zur Manganabtrennung und pH-Wert-Absenkung durch HCl-Zugabe,
2. Radiumfällung durch BaCl₂-Zugabe,
3. Uranabtrennung durch Zugabe des Polymers GoPur 3000,
4. Arsenabtrennung durch Zugabe von FeClSO₄,
5. Neutralisation durch NaOH-Zugabe,
6. Verbrückung der Mikrofloken durch Zugabe eines Flockungshilfsmittels,
7. Sedimentation der Feststoffe im Röhrenabsetzbecken,
8. Feinreinigung im Trommelfilter und
9. Abschlag der behandelten Wässer in den Luchsbach.

Die Prozessschritte 1 bis 3 erfolgen in einem geteilten Rührbecken, die Schritte 4 bis 6 im Bereich des Sandfangs. Die im Röhrenabsetzbecken anfallenden Schlämme waren regelmäßig abzuziehen und nach der Passage eines Voreindickers mit einer Kammerfilterpresse zu entwässern.

Notwendige Bau- und Umrüstungsarbeiten an der Anlage erfolgten 1993-1994, so dass mit dem Flutungswasserübertritt am 25.11.1995 der Betrieb mit einer maximalen Kapazität von 130 m³/h aufgenommen werden konnte. Nach einer Einfahrphase begann 1996 der Routinebetrieb, der ohne nennenswerte Störungen unter Einhaltung der behördlich vorgegebenen Überwachungswerte verlief. Die wichtigsten Einleitwerte für das behandelte Flutungswasser sind in Tabelle 9.2 zusammengestellt.

Tab. 9.2: Überwachungswerte der WBA Pöhla

Parameter	U	Ra-226	As	Fe	Mn
Gehalt	0,2 mg/l	300 mBq/l	0,1 mg/l	2,0 mg/l	2,0 mg/l

Kurzzeitig erfolgte eine Mitbehandlung von Sickerwasser der Luchsbachhalde, das jedoch seit 1996 wegen seiner geringen Belastung unbehandelt in den Luchsbach eingeleitet werden kann. Im Jahr 1998 konnte die Stufe der Uranabtrennung außer Betrieb genommen werden, nachdem die Urankonzentration im Flutungswasser unter 0,2 mg/l gesunken war. Damit entfielen die Zugaben von HCl und GoPur.

Die Anlage arbeitet seit dem 07.10.2004 nur noch im Havariebetrieb, wenn mit der neuen passiv-biologischen Anlage die Überwachungswerte für die Einleitung der behandelten Flutungswässer nicht eingehalten werden können. Seit Oktober 2005 musste sie nicht mehr angefahren werden (s. Abb. 9-4).

Als Rückstände der Wasserbehandlung fielen stark wasserhaltige Schlämme an, die nach der Entwässerung in Fässer gefüllt wurden. Für die Einlagerung der 200 l-Fässer wurde im Grubenfeld Hämmerlein, in den Strecken 4-13, 2-6A, 2-6B, 2-8, 2-10 und 2-12, ein Lager errichtet.



Abb. 9-4: Konventionelle Wasserbehandlungsanlage, Zustand 2011

Hier wurden bis zum Jahr 2005 insgesamt 2 956 Fässer mit 650 m³ Rückstandsmaterial geordnet eingelagert

und nachfolgend mit 1 700 m³ Beton langzeitsicher verwahrt (s. Abb. 9.5).

Seit 2005 werden die Rückstände der Wasserbehandlung vom Standort Pöhla in die Wasserbehandlungsanlage Schlema-Alberoda verbracht, dort immobilisiert und anschließend auf der Halde 371 verwahrt.



Abb. 9-5: Untertägige Einlagerung der Rückstände aus der Wasserbehandlung

Die hohen Kosten der Wasserbehandlung und der vergleichsweise geringe Durchsatz der Anlage gaben Anlass, im Jahr 1999 gezielte Untersuchungen zur Anwendung alternativer, vorzugsweise passiver Behandlungsverfahren aufzunehmen. Nach über zweijähriger Forschungsarbeit, die den Betrieb einer Pilotanlage zur Verfahrenserprobung im ehemaligen Regenrückhaltebecken einschloss, wurde 2003 beschlossen, die WBA durch eine passiv-biologische Anlage (PBA, auch „Wetland“ genannt) zu ersetzen. Das neue Behandlungskonzept sieht zunächst eine Belüftung des Flutungswassers in der Zulaufkaskade und die nachfolgende Sedimentation von arsenhaltigen Eisenhydroxid-Schlämmen in speziellen Becken vor. Die Radiumabtrennung aus dem vorgereinigten Wasser erfolgt durch Armleuchteralgen (Characeae) in weiteren Becken. Abschließend wurden im Ablauf der Anlage Filter mit reaktiven Materialien installiert, die als „Polizeifilter“ eventuelle Restkontaminationen aufnehmen sollten.

Die aus einer Kaskade sowie zwei Straßen mit je vier Becken und zwei Filtern bestehende PBA wurde im zweiten Halbjahr 2003 errichtet. Nach einer mehrmonatigen Einlaufphase waren im Herbst 2004 die Abtrennleistungen der Gesamtanlage so stabil, dass die konventionelle WBA außer Betrieb genommen werden konnte. Seitdem läuft die PBA abgesehen von kurzzeitigen Störungen im Jahr 2005 mit einem Durchsatz von ca. 13 m³/h (Kapazität 20 m³/h) bei Einhaltung der oben genannten Einleitwerte bestimmungsgemäß (s. Abb. 9-6).

Wesentliche Abtrenneffekte werden erst durch die Filtermaterialien erbracht. Der daraus resultierende Betreuungsaufwand für Pflanzenmanagement und Filterwechsel führte zu unerwartet hohen Betriebskosten, so dass die PBA nicht für einen langfristigen Betrieb geeignet ist.



Abb. 9-6: Passiv-biologische Anlage mit Zulaufkaskade, Absetzbecken und bepflanzten Becken

Um Alternativen zum langfristigen und kostspieligen Betrieb einer Wasserbehandlungsanlage zu untersuchen, wurde 2002-2003 ein Pilotversuch zur In-situ-Beeinflussung der Flutungswasserzusammensetzung durchgeführt (MEYER et al. 2004). Dazu wurden definierte Mengen ($5 \text{ m}^3/\text{h}$ bis $20 \text{ m}^3/\text{h}$) von sauerstoffreichem Infiltrationswasser über das Flächen 2 in den Teilflutungsraum Hämmerlein eingeleitet. Im Ergebnis konnten über die Verdünnung hinaus deutliche Abtrenneffekte für Eisen und Arsen mit Abtrennraten von maximal 80 % bzw. 60 % beobachtet werden, die mit der Ausfällung von Eisenhydroxid-Schlämmen im Flutungsraum zu erklären sind. Auch für Radium deutete sich eine schwache Abtrennung in der Größenordnung von 20 % an. Mit Restkonzentrationen von 0,52 % As und $1,83 \text{ Bq/l}$ Ra konnte das abfließende Mischwasser jedoch nicht ohne weitere Behandlung in die Vorflut eingeleitet werden. Nach Beendigung des Versuches war nur für Arsen eine schwache Remobilisierung (Konzentrationsanstieg auf $2,6 \text{ mg/l}$) zu beobachten, bevor nach 5 Monaten die Ausgangswerte wieder erreicht waren. Trotz der damit nachgewiesenen Nachhaltigkeit des Verfahrens wurden die Untersuchungen wegen der fortgeschrittenen Entwicklung passiv-biologischer Behandlungsoptionen nicht weitergeführt.

In Auswertung der Entwicklung der Schadstoffkonzentrationen im Flutungswasser zeigt sich, dass für den Standort Pöhla mit der Notwendigkeit einer langfristigen Wasserbehandlung zu rechnen ist. Deshalb erfolgte im Jahr 2009 eine Revision zur Strategie der künftigen Wasserbehandlung. Im Ergebnis der technologischen und betriebswirtschaftlichen Variantenbe-

trachtung wurde ein automatisierter Betrieb der konventionellen WBA mit Fernüberwachung als Vorzugsoption ausgewählt. Die notwendigen Modernisierungs- und Umbaumaßnahmen sollen in den Jahren 2011 und 2012 erfolgen.

9.3 Sanierung der Betriebsflächen, -anlagen und Halden

Durch den Uranbergbau am Standort Pöhla sind am Stolln-Mundloch die Haldenschüttung im Luchsachtal und kleinere, als Betriebsfläche genutzte Aufschüttungen im Mündungsbereich des Schildbachs entstanden, die zusammen mit angrenzenden Nutzflächen als einheitliches Sanierungsobjekt unter der Bezeichnung Luchsbachhalde geführt werden. Bei einer Aufstandsfläche von $28,8 \text{ ha}$ beträgt ihr Volumen $1,9 \text{ Mio m}^3$ (WISMUT 1992). Neben Bergmassen sind auch Zinn-, Wolfram- und Magnetitminerale in Randbereichen der Halde abgelagert worden.

Die übertägigen Sanierungsarbeiten begannen 1992 mit der Demontage und dem Abbruch der vorhandenen Gebäude und Anlagen, für die keine Nachnutzung möglich war. Darunter waren die Verwaltungsgebäude und Sozialtrakte, diverse Werkstätten und Lagergebäude, das Betonwerk und der Schornstein des Heizhauses. Eine besondere Aufgabe bestand im Abbruch der Radiometrischen Aufbereitungsfabrik mit vier Gebäuden und den zugehörigen Bandbrücken. Die Werksküche, die Wasserbehandlungsanlage, das Heizhaus und die Trafostation blieben erhalten.

Zur Sanierungserkundung wurden auf der Halden- und Betriebsfläche 72 Kernbohrungen gestoßen, dokumentiert, beprobt und auf radioaktiv sowie Schwermetallkontamination hin untersucht.

Das Haldenmaterial zeigt folgende durchschnittliche Gesteinszusammensetzung:

45 % Skarne, 40 % Glimmerschiefer, 12 % Gneise und 3 % Gangmaterial.

Die Schadstoffgehalte des Haldenmaterials sind in Tabelle 9.3 zusammengestellt.

Bei der Sanierung des Objektes waren auch einige in die Halde einzulagernde Rückstände, wie $2\,800 \text{ m}^3$ Aluminiumhydroxid-Schlämme aus der Wasserbehandlung, $1\,125 \text{ m}^3$ Bohrschlamm, $5\,900 \text{ t}$ radioaktiv kontaminierter Schrott und $3\,400 \text{ m}^3$ Bauschutt aus dem Gebäudeabbruch zu berücksichtigen, deren Schadstoffinventar gesondert bewertet wurde.



Abb. 9-7: Luchsbachhalde vor der Sanierung, dahinter die Betriebsanlagen

Im Ergebnis eines Variantenvergleiches, bei dem auch die Sanierungsoptionen „Umlagerung an den Standort Schlema-Alberoda“ und „Rückverbringung nach unter Tage“ betrachtet wurden, erwies sich die Option der In-situ-Verwahrung als Vorzugsvariante (HGC/BPS 1995). Die konkrete Umsetzung erfolgte unter den Prämissen der Zusammenführung des kontaminierten Materials auf einer möglichst kleinen Fläche, seiner zugriffssicheren Verwahrung, der Minimierung der Niederschlagsinfiltration und der Unterbindung der Radonexhalation. Dazu wurden im Zuge der Endgestaltung des Haldenkörpers ab dem Jahr 2000 zunächst die Aufschüttungen von der Betriebsfläche und von den Randbereichen der Halde abgetragen. Ihr Wiedereinbau erfolgte im Zusammenhang mit der Profilierung vorhandener Böschungen auf ein Neigungsmaß von 1:3. Damit wurde die Standsicherheit des Haldenkörpers unter Berücksichtigung der aufzubringenden Abdeckung hergestellt. Anschließend erfolgte bis 2005 die Abdeckung des Haldenkörpers mit einer 0,5 m dicken Mineralbodenschicht, auf die etwa 0,2 m bewuchsfreundlicher Kulturboden aufgebracht wurden, mit nachfolgender Erstbegrünung.

Zur Ableitung des Oberflächenwassers und als Voraussetzung für die Bewirtschaftung der Flächen wurde auf den fertiggestellten Abdeckflächen mit Wasser- und Wegebauarbeiten begonnen, die bis November 2008 abgeschlossen waren. Damit kamen die Sanierungsarbeiten am Standort Pöhla zu einem vorläufigen Abschluss.

Tab. 9.3: Mittlere Schadstoffgehalte in der Luchsbachhalde

Komponente	U	Ra-226	As	Pb	Zn	Cu	Co	Ni
Gehalt	12 g/t	0,2 Bq/g	83 g/t	44 g/t	525 g/t	106 g/t	21 g/t	57 g/t

Neben der Luchsbachhalde waren kleinere Aufschüttungen an den zur Bewetterung genutzten Stollen 5, 15/15a und 7 entstanden. Hier wurden in Vorbereitung einer forstwirtschaftlichen Nachnutzung geringfügige Profilierungsarbeiten ausgeführt und eine mineralische Abdeckschicht aufgebracht. Je nach Erfordernis erfolgten Maßnahmen zum Erosionsschutz, des Wasser- und Wegebau sowie zur Erstbegrünung. An den Ansatzpunkten der Großbohrlöcher war nur eine Geländeregulierung notwendig.



Abb. 9-8: Plateau der sanierten Luchsbachhalde mit Wasserableitungsgraben, Zustand 2011

Nachwort

Zwei Jahrzehnte nach dem Ende des Uranbergbaus präsentiert sich das Gelände im Luchsbachtal als weitgehend sanierter ehemaliger Bergbaustandort. In nur 25 Jahren haben geologische Erkundung und Bergbau von hier ausgehend den Nachweis beträchtlicher Uran- und Zinnressourcen in den Lagerstätten Hämmerlein und Tellerhäuser erbracht, deren Großteil in der Erde verblieben ist. Von diesen Leistungen zeugen derzeit nur das verbliebene Besucherbergwerk und die Anlagen zur Behandlung der aus dem Stolln austretenden kontaminierten Flutungswässer.

Im Hinblick auf die neuen Herausforderungen an die Rohstoffversorgung in einer globalisierten Weltwirtschaft, die sich auch in einer Rückbesinnung auf einheimische Lagerstätten äußern, ist es wohl nur eine Frage der Zeit, wann das enorme Potential des Erzfeldes Pöhla-Tellerhäuser einer Nutzung zugeführt wird. Mit den durch intensiv geführte Erkundungsarbeiten nachgewiesenen Ressourcen sind die geologischen Voraussetzungen für einen längerfristigen Bergbau schon heute gegeben. Bei weiterhin günstigen wirtschaftlichen Rahmenbedingungen sollten dabei speziell die Zinnerze mit ihren Begleitkomponenten im Fokus des Interesses stehen. Grundvoraussetzung für eine erneute Bergbautätigkeit ist jedoch die Entwicklung neuartiger, verlustarmer und kostengünstiger Aufbereitungsverfahren, die eine effiziente Nutzung des gesamten Lagerstätteninhaltes gestatten.

Literaturverzeichnis

- ABRAMOV, V. V.; GUDIMOV, V. A.; KOZYREV, A. V.; RÄBKIN, V. K., TELLER, M., ULLRICH, S., ZERNOV, L. V., ILIN, V. A., MELNIKOV, V. V., GEORGE, R., KIEßIG, G., BALDIN, S. A., VIKTOROV, M. N., DOLENKO, A. V., MIRONOV, I. I., ŠAMOV, A. I. (1980): Entwicklung eines Komplexes von kerngeophysikalischen Verfahren und Geräten zur Erhöhung der Effektivität der Erkundung, Gewinnung und Verarbeitung von Zinnerzen. – SDAG Wismut, WTZ/Unions-Forschungsinstit. f. Gerätebau (SNIIP), Karl-Marx-Stadt/Moskau; WISMUT GmbH, Geologisches Archiv, Inv.-Nr.: D-297.
- ABROSIMOV, A. A.; ŪDAKOV, A. N.; DOKUČAEV, Ė. S.; SEREBRENNIKOV, V. S. (1971): Geologischer Bau und Uranhöflichkeit der Westhälfte des Blattes Oberwiesenthal (Revier Hämmerlein-Tellerhäuser). – SDAG Wismut; Wismut GmbH, Geologisches Archiv, Inv.-Nr.: A-188.
- ABROSIMOV, A. A.; VELICKIN, V. I.; ĖRMOLENKO, V. I.; KAŠIRIN, K. F.; KOZYREV, I. I.; MEZENCEV, A. M.; ROMAŠENKO, V. A.; TAUSCHER, H.; SCHUPPAN, W.; ŪDAKOV, A. N. (1985): Komplexbewertung der Erzhöflichkeit des Westerzgebirges (Bericht über die Ergebnisse der revisions-thematischen Arbeiten der Jahre 1981-1985). – SDAG Wismut, GB, Schlema; WISMUT GmbH, Geologisches Archiv, Inv.-Nr.: 54717.
- ABSOLONOVÁ, E. (1984): Die Zinnlagerstätte Zlatý Kopeček (bei Jáchymov). – Sbor. geol. Věd., LG 26, 209-244, Prag.
- AČEEV (ATSCHJEV), B. N.; HARLAß, E. (1968): Zum Problem der Altersstellung von Lamprophyren im westlichen Erzgebirge. – Geologie, **17**, 1178-1194, Berlin.
- AFONIN Ū. A.; VOLKOV, V. A.; MATŪŠIN, L. V.; DAVYDOV, M. A.; BAUMANN, H.; KAUFMANN, S.; LOHRMANN, H.; SAVVA, P.; ORLOV, V.; RATNIKOV, V.; REINKE, A.; MEICHSNER, M.; GÖRLACH, H.; GOLIKOV, V.; RÄBKIN, V.; ČERNOV, M. (1982): Bericht über die Ergebnisse der geologischen Detailerkundungsarbeiten auf Zinn in den Lagerstätten Hämmerlein und Tellerhäuser (1976-1981) und Berechnung der Vorräte zum Stand vom 01.01.1982. – SDAG Wismut, BB Aue; WISMUT GmbH, Geologisches Archiv, Inv.-Nr.: U-5888.
- AFONIN, Ū. A.; ĖFIMOV, V. I.; BAUMANN, H.; BÜDER, W.; LINKERT, K.-H. (1983): Über die Silbervererzung im Erzfeld Hämmerlein-Tellerhäuser. – SDAG Wismut, BB Aue; WISMUT GmbH, Geologisches Archiv, Inv.-Nr.: A-179.
- ANISIMOV, Ū. E.; TELKOV, M. I.; SEMIBRATOV, N. V.; SMETŪHOV, V. E.; PROHOROV, D. I.; KAŠEEV, A. L.; MARČENKO, D. I.; ILINSKIJ, V. F.; ČEPURIN, A. G.; SAVINSKIJ, I. D.; POTANOVA, L. (1954): Materialien zur Geologie des Gebietes und der „Wismut“-Lagerstätten des Objektes 111 und Ergebnisse der Gewinnungstätigkeit für das Jahr 1953. – SDAG Wismut, Objekt 111 (7); WISMUT GmbH, Geologisches Archiv, Inv.-Nr.: M-274.
- BARSUKOV, V.L.; SOKOLOVA, N. T.; IVANICKIJ, O. M. (2006): Metalle, Arsen und Schwefel in den Graniten von Aue und Eibenstock, Erzgebirge. – Geochemistry International, Vol. **44**, Nr. 9, S. 896-911, Pleiades Publ. Inc.
- BAUMANN, L.; KUSCHKA, E.; SEIFERT, TH. (2000): Lagerstätten des Erzgebirges. – ENKE im Georg Thieme Verlag, Stuttgart.
- BECK, R. (1902): Über die Erzlager der Umgebung von Schwarzenberg im Erzgebirge. – Sächs. Jahrb. Berg- u. Hüttenwesen, Freiberg.
- BÜDER, W.; HILLER, A.; SCHUPPAN, W. (1991): Ein ungewöhnlicher Silberfund in der Lagerstätte Tellerhäuser bei Pöhla, Erzgebirge. – Mineralienwelt **2**, H. 5.
- CYBULSKAĀ, M. S. (1972): Geologischer Bau und Lagerstätten des Erzfeldes Hämmerlein-Tellerhäuser. – SDAG Wismut, BB Aue; Wismut GmbH, Geologisches Archiv, Inv.-Nr.: A-174.
- DAVYDOV, M. A. (1985a): Besonderheiten der Lokalisation erhöhter Silberkonzentrationen im Skarnlager Dreiberg im Bereich der Detailerkundung der Lagerstätte Tellerhäuser mit Bewertung der prognostischen Vorräte. – SDAG Wismut, BB Aue; WISMUT GmbH, Geologisches Archiv, Inv.-Nr.: U-6798.
- DAVYDOV, M. A. (1985b): Geochemische Besonderheiten des gangnahen Raumes und der Nebengesteine des Skarnlagers „C“ in der Lagerstätte Tellerhäuser. – SDAG Wismut, BB Aue; WISMUT GmbH, Geologisches Archiv, Inv.-Nr.: A-233.
- GÄBERT, C. (1901): Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte des Königreichs Sachsen. Blatt Johannegeorgenstadt. – 2. Aufl., Königl. Geol. Landesuntersuchung.
- HAAKE, R.; HOFMANN, F. (1991): Die Mineralien der Skarn-Lagerstätte Pöhla im Erzgebirge. – Mineralienwelt **2**, H. 3.
- HARLAß, E. & SCHÜTZEL, H. (1965): Zur paragenetischen Stellung der Uranpechblende in den hydrothermalen Lagerstätten des westlichen Erzgebirges. – Z. angew. Geol. **11**, Berlin, S. 569-582.
- HILLER, A. (1991): Bericht über die Ergebnisse der Detailerkundungsarbeiten auf Zinn im Skarnlager Dreiberg der Lagerstätte Tellerhäuser 1988-1990. – SDAG Wismut, BB Aue; WISMUT GmbH, Geologisches Archiv, Inv.-Nr.: A-149.
- HILLER, A. (1995): Geologischer Bau der Lagerstätten Hämmerlein und Tellerhäuser im Westerzgebirge. – Z. geol. Wiss. **23**, H. 5/6.
- HILLER, A.; SCHUPPAN, W. (2008): Geologie und Uranbergbau im Revier Schlema-Alberoda. – Bergbau in Sachsen, Bd. **14**, Freiberg.
- HÖFER, H. (1999): Aktivitäten zur Erkundung und Gewinnung von nichtradioaktiven Begleitkomponenten des Urans, insbesondere von Zinn und Wolfram aus den Lagerstätten der SDAG Wismut des Westerzgebirges mit Unterstützung durch den Staatshaushalt der ehemaligen DDR im Zeitraum

- 1970-1989. – WISMUT GmbH, Chemnitz, interner Bericht; WISMUT GmbH, Geologisches Archiv, unverzeichnet.
- HÖSEL, G. (1967): Ergebnisbericht Skarn Hämmerlein 1966. – VEB GFE Freiberg; WISMUT GmbH, Geologisches Archiv, Inv.-Nr.: 54472.
- HÖSEL, G.; BÜDER, W.; FRITSCH, E.; LEONHARDT, D.; SCHUPPAN, W. (2003): Die polymetallische Skarnlagerstätte Pöhla-Globenstein. – *Bergbau in Sachsen*, Bd. 8; Freiberg.
- ISAKOV, A. P. (1979): Bericht über die Ergebnisse der Such-Einschätzungsarbeiten auf Zinn im Gebiet Zweibach zum Stand vom 31.12.1979. – SDAG Wismut, ZGB, BA Schlema; WISMUT GmbH, Geologisches Archiv, Inv.-Nr.: 54592.
- ISAKOV, A. P.; KARGATEV, V. A.; SCHUPPAN, W.; STARILOV, G. V.; PODČAINOVA, T. S.; DÜTSCH, M.; LOHRMANN, H.; FRITSCH, E.; VETROV, V. I. (1979): Bericht über die Ergebnisse der geologischen Erkundungsarbeiten auf Wolfram in der Lagerstätte Pöhla-Globenstein mit Vorratsberechnung zum Stand vom 01.10.1979. – SDAG Wismut, ZGB; Wismut GmbH, Geologisches Archiv, Inv.-Nr.: 54397.
- ISAKOV, A. P.; FRITSCH, E.; ROSE, W.; SCHUPPAN, W.; DÜTSCH, M.; WOZNIAC, S. (1983): Komplexbewertung der Zinn-Wolfram-Lagerstätte Pöhla-Globenstein. – SDAG Wismut, GB; WISMUT GmbH, Geologisches Archiv, Inv.-Nr.: U-5886.
- KAMBOLIN, A. E.; MATUŠIN, L. V. (1986): Die lithologische Erzkontrolle und Probleme der Bestimmung produktiver Pakete. – SDAG Wismut, BB Aue; Wismut GmbH, Geologisches Archiv, Inv.-Nr.: A-167.
- KAŠEEV, A. L.; TOLMAČEV, I. I.; ANISIMOV, Ů. E.; KODULIN, V. A.; ZASTEŽKO, Ů. S. (1955): Materialien zur Geologie der Uranlagerstätten des Zentralteils des sächsischen Erzgebirges (Bericht über die Arbeiten im Zeitraum 1946-1954 im Objekt 111). – SDAG Wismut; WISMUT GmbH, Geologisches Archiv, Inv.-Nr.: M-310.
- KAUFMANN, S., ŮLDAŠEV, I. L. (1976): Erläuterungen zur Neuberechnung der Zinnvorräte in den Lagerstätten Hämmerlein, Pöhla-Globenstein und Tellerhäuser nach veränderten Konditionen. – SDAG Wismut; WISMUT GmbH, Geologisches Archiv, Inv.-Nr.: U-3397.
- KAUFMANN, S.; SCHUPPAN, W.; LINKERT, K.-H.; LOHRMANN, H.; GÖRLACH, H.; BODROV, A. I.; BÜDER, W.; RÖDER, K.-H.; WOZNIAC, S.; FRITSCH, E.; KUNZ, H.; HEYER, G.; MATUŠIN, L. V.; DUDUKALOV, P. P.; WASKOWIAK, R.; REINKE, A.; TREUSOV, V. I.; WILDNER, G.; GEORGE, R.; MUTH, H.; GRÄBNER, R. (1988): Bericht über die Erkundungsarbeiten auf Zinn und Wolfram im Bereich der Lagerstätte Pöhla-Globenstein mit Vorratsberechnung zum 01.07.1988. – SDAG Wismut; WISMUT GmbH, Geologisches Archiv, Inv.-Nr.: 54751.
- KAZANCEV, P. A. (1971): Geologischer Bericht über die Ergebnisse der Bohrarbeiten im Gebiet Hämmerlein-Dreiberg-Tellerhäuser 1966-1970. – SDAG Wismut, ZGB, BA Schlema; WISMUT GmbH, Geologisches Archiv, Inv.-Nr.: G-1354.
- KOSTIN, N. E. (1984): Kurze lithologisch-petrographische Charakteristik der Gesteine des Raums Tellerhäuser. – SDAG Wismut, BB Aue; WISMUT GmbH, Geologisches Archiv, Inv.-Nr.: A-231.
- KOZYREV, I. I.; MATUŠIN, L. V.; KONDRASOV, V. P.; FILONOV, A. Ů.; LINKERT, K.-H. (1987): Einschätzung der potentiell-prognostischen Ressourcen der NW-Flanke der Lagerstätte Tellerhäuser. – SDAG Wismut/IGEM; WISMUT GmbH, Geologisches Archiv, Inv.-Nr.: 54814.
- KUSCHKA, E. (1972): Über Ergebnisse einer Neubearbeitung hydrothermalen Gangmineralisationen des Erzgebirges, Granulitgebirges und Vogtlandes. – *Z. angew. Geol.* 18, Berlin, S. 97-108.
- LEONHARDT, D. (1999): Geologische Karte des Freistaates Sachsen, Blatt 5543 Kurort Oberwiesenthal (mit Erläuterungen). – LfUG, Freiberg.
- LINKERT, K.-H.; GORBAČEV, Ů. M.; VOLKOV, V. A.; AFOVIN Ů. A.; FILONOV, A. Ů.; BAUMANN, H.; KOZYREV, I. I.; ABROSIMOV, A. A. (1983): Stand der Vorratsbasis für Uran, Zinn, Zink und andere Komponenten in der Lagerstätte Tellerhäuser per 01.01.1983. – SDAG Wismut, BB Aue; WISMUT GmbH, Geologisches Archiv, Inv.-Nr.: 54785.
- LIPP, U. (1979): Tätigkeitsbericht 1979, Kamerale Arbeiten. – SDAG Wismut, BB Aue; WISMUT GmbH, Geologisches Archiv, Inv.-Nr.: U-4816.
- LOHRMANN, H. (1979): Ergebnisse der Langzeitmessungen bei den gebirgsmechanischen Untersuchungen in der Lagerstätte Hämmerlein. – SDAG Wismut, WTZ; WISMUT GmbH, Geologisches Archiv, Inv.-Nr.: D-85.
- LOHRMANN, H.; RIEDEL, W.; NÖTZEL (1987): Verlustarmer Abbau gemeinsam auftretender Zinn- und Uranvorräte innerhalb der Teillagerstätte Tellerhäuser. – SDAG Wismut, WTZ; WISMUT GmbH, Geologisches Archiv, Inv.-Nr.: D-81.
- LORENZ, W.; HOTH, K. (1990): Lithostratigraphie im Erzgebirge – Konzepte, Entwicklung, Probleme und Perspektiven. *Abh. Staatl. Mus. f. Min. u. Geol. Dresden* 37.
- LUTZE, H. (1981): Arbeiten des WTZ der SDAG Wismut zur Entwicklung eines Komplexes von Verfahren und Geräten zur Konzentrationsbestimmung in der Erkundung, Gewinnung und Verarbeitung von Zinnerzen im Zeitraum 1975-1981. – SDAG Wismut, WTZ Gröna; WISMUT GmbH, Geologisches Archiv, Inv.-Nr.: D-296.
- MALYŠEV, B. I. (1972): Mineralogie des Uranerzfeldes Hämmerlein-Tellerhäuser. – SDAG Wismut /GEOŮI; WISMUT GmbH, Geologisches Archiv, Inv.-Nr.: G-1454.
- MALYŠEV, B. I. (1974): Die mineralogischen Besonderheiten der Lagerstätte Hämmerlein. – SDAG Wismut /GEOŮI; WISMUT GmbH, Geologisches Archiv, Inv.-Nr.: A-210.

- MALYŠEV, B. I.; VLASOV, B. P. (1975): Stoffbestand und Besonderheiten der Lokalisation der Uranerzgänge im Gebiet Dreiberg-Tellerhäuser. – SDAG Wismut, BB Aue; WISMUT GmbH, Geologisches Archiv, Inv.-Nr.: A-214.
- MALYŠEV, B. I. (1979): Mineralogisch-geochemische Besonderheiten des Zusammenhangs von Ganginhalt und Nebengestein in der Lagerstätte Hämmerlein. – SDAG Wismut /GEOHI; WISMUT GmbH, Geologisches Archiv, Inv.-Nr.: A-221.
- MATUŠIN, L. V.; MALYŠEV, B. I.; SOKOLOVA, N. T. (1980): Lokalisierungsgesetzmäßigkeiten der Uran- und Zinnvererzung im Erzfeld der Lagerstätte Hämmerlein-Tellerhäuser. – SDAG Wismut, BB Aue; WISMUT GmbH, Geologisches Archiv, Inv.-Nr.: 54507.
- MATUŠIN, L. V.; FILONOV, A. Â.; GORBAČEV, Ů. M.; BOJCOV, A. V.; KAMBOLIN, A. E.; KOTOV, A. N.; LINKERT, K.-H.; LIPP, U.; NIKONOV, B. S.; HASCHKE, H.; ŠAPENKO, V. V. (1988): Erläuterungen zur Berechnung der Uranvorräte der Lagerstätte Tellerhäuser zum 01.01.1988. – SDAG Wismut, BB Aue; WISMUT GmbH, Geologisches Archiv, Inv.-Nr.: 54835.
- MIROŠNIČENKO, V. S.; VELIČKIN, B. I.; NAZAROV, V.; ŮZLENKO, T. P.; MAKAREVIČ, V.; IVANOV, E.; LUČIN, I.; ABRAMOV, V.; SEROV, B.; GUDIMOV, V. A.; KOZYREV, A.; ZERNOV, L.; PORTNOV, F. K.; SARUĤANĀN, E.; ŮLDAŠEV, I. L.; LINKERT, K.-H.; LOHRMANN, H.; NAJDENKO, Ů. M.; BAUMANN, H.; KONDRASOV, V. P.; TOKAREV, I. V.; SUŠKOV, A. I.; ŮRTAJKIN, Ů. S.; KARGATEV, V. A.; BOGATOV, A.; ZUBYNIN, U.; VLADIMIROVA, T.; PILECKIJ, V.; BAJ, L. A.; SOKOLOVA, N. T.; MALYŠEV, B. I.; BÜDER, W.; REINKE, A.; PETCHAT, U.; RAČILIN, N. (1975): Bericht über die Ergebnisse der Erkundungsarbeiten auf Zinn im Westerzgebirge mit Vorratsberechnung zum 01.10.1975. – SDAG Wismut; WISMUT GmbH, Geologisches Archiv, Inv.-Nr.: G-1843.
- MIROŠNIČENKO, V. S.; SCHUPPAN, W.; ISAKOV, A. P. (1978): Bericht über die Such- und Bewertungsarbeiten auf Zinn und Wolfram im Westerzgebirge. – SDAG Wismut, ZGB, BA Schlema; WISMUT GmbH, Geologisches Archiv, Inv.-Nr.: U-4519.
- MÜLLER, W. (1978): Geothermische Messungen im EB Pöhla. – SDAG Wismut, WTZ; WISMUT GmbH, Unternehmensarchiv, Sign.: WTZ-S/E-3090.
- NEPOČATYĤ, V. P.; LINKERT, K.-H.; CYBULSKĀĀ, M. S.; LIPP, U.; GORBAČEV, Ů. M.; IVANOVA, V. M.; TIĤONOV, V. A.; SALNIKOV, B. S.; HASCHKE, H.; KUTZECK, W.; MALYŠEV, B. I.; BAUMANN, H.; KAUFMANN, S.; LANG, H.-D.; LUNEV, L. I.; LORENZ, D.; ZUBYNIN, Ů. L.; KOLESNIKOV, A. D.; BOGATOV, A. D.; SCHLICKE, W.; FEIRER, K.; STEPIN, A. A.; ZAJCEV, V. K.; KOLOSKOV, A. A.; SCHWARZ, H.; ĚFIMOV, V. I.; GORŠKOV, A. I.; ŮZLENKO, T. P. (1971): Bericht über die geologischen Erkundungsarbeiten auf Zinn im Erzfeld Hämmerlein-Tellerhäuser mit Vorratsberechnung zur Lagerstätte Hämmerlein (Stand vom 15.11.1971). – SDAG Wismut, BB Aue; WISMUT GmbH, Geologisches Archiv, Inv.-Nr.: G-1463.
- NEPOČATYĤ, V. P.; MATUŠIN, L. V.; VLASOV, B. P.; BOJCOV, A. V.; NIKONOV, B. S.; LINKERT, K.-H.; HASCHKE, H. (1991): Abschlussbericht zur Lagerstätte Niederschlema-Alberoda mit Einschätzung der Restvorräte. – SDAG Wismut, BB Aue; WISMUT GmbH, Geologisches Archiv, Inv.-Nr.: A-230.
- NÜNDEL, N. A. (1969): Lithologisch-petrographische Charakteristik des Gebietes Tellerhäuser. – SDAG Wismut, ZGB; WISMUT GmbH, Geologisches Archiv, Inv.-Nr.: A-185.
- PÄLCHEN, W.; WALTER, H. [Hrsg.] (2008): Geologie von Sachsen. – E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller), Stuttgart.
- PRIBYTKOV, P. V.; MATUŠIN, L. V.; ŠATALOV, V. V.; GOLANDSKĀĀ, S. D.; KONONOVA, T. G.; ČERNOV, M. V.; AFONIN, Ů. A.; KOZYREV, A. V.; LUDWIG, E.; HASCHKE, H.; RAČILIN, V. S.; ROMANOVSKIJ, V. S.; ČERNUĤĀ, F. P. (1980): Mineralogisch-technologische Untersuchung von bauwürdigen Erzen aus den Zinnlagerstätten Hämmerlein und Tellerhäuser. – SDAG Wismut/Inst. Nr. 2 der AdW der UdSSR (VNIIĤT); WISMUT GmbH, Geologisches Archiv, Inv.-Nr.: D-101.
- REINISCH, R. (1917): Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte des Königreiches Sachsen. Blatt Wiesenthal-Weipert. – 2. Aufl., Königl. Geol. Landesuntersuchung.
- RICHTER, H. (2006): Neubewertung der Erz- und Spatvorkommen im Freistaat Sachsen. – GKZ, Freiberg.
- RUHL, A. (1990): Dokumentationsbericht Aerogeophysik Mittelsachsen. – VEB Geophysik Leipzig; WISMUT GmbH, Geologisches Archiv, Inv.-Nr.: 55392.
- SAMUSENKO, I. I.; PODKOPAEV, A. I.; MAKAROVA, L. N.; REDKIN, S. N.; ARTEMENKO, T. K. (1953a): Tätigkeitsbericht 1952. – SAG Wismut, Objekt 103 (8); WISMUT GmbH, Geologisches Archiv, Inv.-Nr.: M-165.
- SAMUSENKO, I. I.; VOLOBUEV, V. I.; PACANOVSKĀĀ, I. K.; KOROČKIN, M. S. (1953b): Geologischer Bau und strukturelle Besonderheiten der „Wismut“-Lagerstätten am Ostkontakt des Eibenstocker Granitmassivs (Bericht über die Arbeiten des Objektes 103 im Zeitraum 1948-1952). – SAG Wismut, Objekt 103 (8); WISMUT GmbH, Geologisches Archiv, Inv.-Nr.: M-303.
- SAMUSENKO, I. I. (1954): Tätigkeitsbericht 1953. – SDAG Wismut, Objekt 111 (7); WISMUT GmbH, Geologisches Archiv, Inv.-Nr.: M-192.
- SAUER, A. (1884): Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte des Königreiches Sachsen. Blatt Wiesenthal-Weipert. – 1. Aufl., Königl. Geol. Landesuntersuchung.
- SCHALCH, F. (1885): Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte des Königreiches Sachsen. Blatt Johannegeorgenstadt. – 1. Aufl., Königl. Geol. Landesuntersuchung.

- SCHEIBE, R. (1964): Ergebnisbericht Erdmagnetische Erkundung Breitenbrunn-Tellerhäuser. – VEB Geophysik Leipzig; WISMUT GmbH, Geologisches Archiv, Inv.-Nr.: B-2971.
- SCHUBERT, H. (1970): Ergebnisbericht Gravimetrie Oberwiesenthal. – VEB Geophysik Leipzig; WISMUT GmbH, Geologisches Archiv, Inv.-Nr.: 54452.
- SCHUMACHER, F. (1946a): Uranvorkommen im Johanngeorgenstädter Revier. – BA Freiberg; WISMUT GmbH, Geologisches Archiv, Inv.-Nr.: 55196.
- SCHUMACHER, F. (1946b): Uranvorkommen an der Ostflanke des Eibenstocker Granitmassives zwischen Schneeberg und Johanngeorgenstadt. – BA Freiberg; WISMUT GmbH, Geologisches Archiv, Inv.-Nr.: 55194.
- SCHUPPAN, W.; BÜDER, W.; LANGE, G. (1994): On uranium mineralization in the vein deposits of the Western Erzgebirge, Germany. – Monograph Series on Mineral Deposits **31**, 191-207; Gebrüder Borntraeger, Berlin-Stuttgart.
- SCHUPPAN, W. (1995): Geologische Verhältnisse des Erzfeldes Pöhla-Tellerhäuser und der Teillagerstätte Pöhla-Globenstein. – Z. geol. Wiss. **23**, H. 5/6.
- SCHÜTZEL, H. (1966): Drei mögliche Perspektivgebiete für die Lagerstätten erkundung der SGEG. – SDAG Wismut, ZGB, BA Schlema; WISMUT GmbH, Geologisches Archiv, Inv.-Nr.: 55181.
- SCHWARZE, K.-H.; HARLAß, E. (1960): Bericht über die im Untersuchungsgebiet Pöhla durchgeführten geologischen Erkundungsarbeiten. – SDAG Wismut, SGEG; Wismut GmbH, Geologisches Archiv, Inv.-Nr.: G-267.
- ŠIŠKIN, I. I.; KOROČKIN, M. S.; MAKAROVA, L. N.; DUPLICEVA, T. G.; ALEKSEEVA, V. N. (1953): Geologischer Bau und strukturelle Besonderheiten der Gruppe von „Wismut“-Lagerstätten am Ostkontakt des Eibenstocker Granitmassivs und Ergebnisse der Gewinnungsarbeiten für 11 Monate des Jahres 1953 für das Objekt 103. – SAG Wismut; WISMUT GmbH, Geologisches Archiv, Inv.-Nr.: M-179.
- ŠIŠKIN, I. I.; KONSTANTINOV, V. M.; SMYK, V. C.; TOLSTOKUZOV, V. D.; ÅLOVENKO, V. P. (1958): Erläuterungen zur geologischen Karte des Gebiets Johanngeorgenstadt-Schwarzenberg. – SDAG Wismut; WISMUT GmbH, Geologisches Archiv, Inv.-Nr.: 54052.
- SOKOLOVA, N. T. (1966): Geochemische Charakteristik der Prozesse hydrothermalen Nebengesteinsveränderungen in der Uranlagerstätte Schlema-Alberoda. – GEOĤI, Moskau; WISMUT GmbH, Geologisches Archiv, Inv.-Nr. A-36.
- SOKOLOVA, N. T.; KREMNEVA, M. A.; SAVVINOVA, E. N. (1976): Petrographische Charakteristik, metamorphe und metasomatische Prozesse in der Lagerstätte Tellerhäuser-Dreiberg. – SDAG Wismut/GEOĤI; WISMUT GmbH, Geologisches Archiv, Inv.-Nr.: U-3495.
- SOKOLOVA, N. T.; KREMNEVA, M. A. (1979): Geochemische Besonderheiten der metamorphen und metasomatischen Prozesse im Erzfeld Hämmerlein. – GEOĤI, Moskau; Wismut GmbH, Geologisches Archiv, Inv.-Nr.: A-222.
- TISCHENDORF, G.; FRIESE, G.; SCHINDLER, R. (1969): Die Dunkelglimmer der westerzgebirgisch-vogtländischen Granite und ihre Bedeutung als petrogenetische und metallogenetische Indikatoren. – Geologie **18**, H. 4 u. 9, S. 384-399 u. 1024-1044, Berlin.
- TISCHENDORF, G. (1970): Zur geochemischen Spezialisierung der Granite des Westerzgebirgischen Teilplutons. – Geologie **19**, H. 1, S. 25-40, Berlin.
- TOKAREV, I. V.; ŪZLENKO, T. P.; LINKERT, K.-H.; BAJ, L. A.; SOKOLOVA, N. T.; VLASOV, B. P.; BAUMANN, H.; MALYŠEV, B. I.; BÜDER, W.; KONDRÁŠOV, V. P.; REINKE, A.; VASIN, V.; GUDIMOV, V. A.; SUŠKOV, A. I.; HÄFNER, M.; PETSCHAT, U. (1975): Geologischer Bericht zur Berechnung der Uranvorräte in der Lagerstätte Tellerhäuser zum Stand vom 01.07.1975. – SDAG Wismut, BB Aue; WISMUT GmbH, Geologisches Archiv, Inv.-Nr.: G-1849.
- ŪRTAJKIN, Ū. S.; KUZMIN, G. I.; ŪDAKOV, A. N.; SE-REBRENNIKOV, V. S. (1969): Geologischer Bau und Uranhöflichkeit der Blätter Oberwiesenthal und Hammerunterwiesenthal. – SDAG Wismut, ZGB, BA Schlema; Wismut GmbH, Geologisches Archiv, Inv.-Nr.: G-1294.
- VELIČKIN, V. I. (1971): Gutachten zur Uranführung des Gebietes Hämmerlein-Tellerhäuser. – SDAG Wismut/IGEM; WISMUT GmbH, Geologisches Archiv, Inv.-Nr.: 55229.
- VELIČKIN, B. I.; VLASOV, B. P. (1972): Besonderheiten der Bruchtektonik und strukturelle Lokalisationsbedingungen der Uranerzgänge im Raum Hämmerlein-Tellerhäuser. – SDAG Wismut, BB Aue; WISMUT GmbH, Geologisches Archiv, Inv.-Nr.: G-1471.
- VLASOV, B. P.; KAMBOLIN, A. E.; BOJCOV, A. V. (1986): Der Aufbau des Kluft-Gangnetzes der Lagerstätte Tellerhäuser und Gesetzmäßigkeiten der Bildung von Erzgängen. – SDAG Wismut, BB Aue; Wismut GmbH, Geologisches Archiv, Inv.-Nr.: A-167.
- WASKOWIAK, R.; BODENBERGER, E.; FRITSCH, E.; HABERLAND, P.; SCHULZE, G.; STRUBE, R. (1985): Die Ergebnisse der am Schachtansatzpunkt 400 mit Bohrungen durchgeführten komplexen geologischen, ingenieur- und hydrogeologischen Untersuchungen. – SDAG Wismut, GB; WISMUT GmbH, Geologisches Archiv, Inv.-Nr.: 55244.
- WATZNAUER, A.; WEISER, M. (1951 bzw. 1952): Geologische Karte 1:100 000, Blatt Eibenstock und Anaberg. – Dt. Buch- und Landkartendruckerei Leipzig.
- WILDNER, G. (1969): Lithologisch-petrographische Charakteristik der Gesteine des Gebietes Tellerhäuser (Beschreibung des geologischen Basis-Querprofils). – SDAG Wismut, ZGB; WISMUT

GmbH, Geologisches Archiv, Inv.-Nr.: A-183.

ŽUKOV, G. K. (1955): Tätigkeitsbericht 1954. – SDAG Wismut; WISMUT GmbH, Geologisches Archiv, Inv.-Nr.: M-202.

Abrechnungsunterlagen, Rissunterlagen und Schriftverkehr der geologischen Abteilung des BB Aue. – SDAG Wismut, BB Aue; Wismut GmbH, Geologisches Archiv, unverzeichnet.

Jahresberichte des BB Aue. – SDAG Wismut, BB Aue; WISMUT GmbH, Geologisches Archiv.

Literatur zur Sanierung (Auswahl):

G.E.O.S. (SZYMCZAK, P.; PINKA, J. 2005): Hydrogeologisches und hydrochemisches Fachgutachten zur Verwahrung der Grube Pöhla - Abschlussbericht. – G.E.O.S. Freiberg Ingenieurgesellschaft mbH.

GEOTECHNIKPROJEKT (GROß, U.; PENZEL, M. 2005): Gutachterliche Bewertung möglicher bergschadenkundlicher Auswirkungen von Grubenbauen im Betriebsteil Pöhla auf die Tagesoberfläche unter Langzeitbedingungen. – GeotechnikProjekt Leipzig.

HGC/PBS (HÄHNE, R.; SCHÖPE, M.; SCHRAMM, M.; HERRMANN, E.; WEIßFLOG, U. 1995): Umweltbewertung der Luchsbachhalde und der Betriebsfläche Stollen Pöhla des Sanierungsbetriebes Aue, Betriebsteil Pöhla. – HGC Hydro-Geo-Consult GmbH, NL Aue & B.P.S. Engineering GmbH Zwickau.

WISMUT GmbH (1992): Sanierungskonzept Sanierungsbetrieb Aue, Stand vom September 1992. – WISMUT GmbH Chemnitz.

WISMUT GmbH (1998): Sanierungskonzept, Stand 1997 - Standort Aue. – WISMUT GmbH Chemnitz.

WISMUT GmbH (2003): Wasserbehandlungsanlage Pöhla. Betriebshandbuch. – WISMUT GmbH Chemnitz.

WISMUT GmbH (MEYER, J.; SCHRAMM, A.; WOLFF, P. 2004): Abschlussbericht Pilotversuch zur In-situ-Beeinflussung des Flutungswassers der Grube Pöhla. – WISMUT GmbH Chemnitz.

WISMUT GmbH (MEYER, J.; SCHRAMM, A. 2005): Ergänzungsbericht Pilotversuch zur In-situ-Beeinflussung des Flutungswassers der Grube Pöhla. – WISMUT GmbH Chemnitz.

WISMUT GMBH (MEYER, J.; SCHRAMM, A. 2009): Beurteilung der Veränderungen chemisch-physikalischer Parameter in Grubenwässern der Grube Pöhla (Jahresbericht 2008). – WISMUT GmbH Chemnitz.

Verzeichnis der Abbildungen

Abb. 1-1: Übersichtskarte des Lagerstättengebietes

Abb. 2-1: Geologische Übersichtskarte des Lagerstättentfeldes

Abb. 2-2: Geologischer Längsschnitt durch das Lagerstättentfeld

Abb. 2-3: Stratigraphisch-magmatisches Schema

Abb. 2-4: Granat-Muskovit-Schiefer mit orientiert eingewachsenen Rutilnadeln im Granat; Brl. E 9/1966 bei 347,5 m; Bildbreite 4,8 mm (aus NÜNDEL 1969)

Abb. 2-5: Kohlenstoffführender Quarz-Albit-Muskovit-Schiefer; Brl. E 81/1967 bei 637,8 m; Bildbreite 3,4 mm; Nic.+ (aus KOSTIN 1982)

Abb. 2-6: Muskovitgneis mit gegittertem Mikroklin; Brl. E 12/1966 bei 256 m; Bildbreite 1,4 mm; Nic.+ (aus WILDNER 1969)

Abb. 2-7: Epidot-Amphibol-Gestein mit Relikten von Albitporphyroblasten bzw. Epidot-Albit-Amphibolit; Brl. E 81/1967 bei 367,8 m; Bildbreite 3,4 mm; Nic.+ (aus KOSTIN 1982)

Abb. 2-8: Amphibolit mit Hornblende; Brl. E 78/1967 bei 108,5 m; Bildbreite 1,5 mm; Nic.+ (aus WILDNER 1969)

Abb. 2-9: Quarzit; Brl. E 10/1966 bei 158,7 m; Bildbreite 1,5 mm; Nic.+ (aus WILDNER 1969)

Abb. 2-10: Marmor mit granoblastischer Struktur; Brl. E 82/1967 bei 856 m; Bildbreite 1,5 mm; Nic.+ (aus WILDNER 1969)

Abb. 2-11: Biotit-Chlorit-Granat-Albit-Phyllit; Brl. E 81/1967 bei 220,7 m; Bildbreite 3,3 mm; Nic.+ (aus KOSTIN 1982)

Abb. 2-12: Albit-Zweiglimmer-Phyllit; Brl. E 106/1967 bei 40 m; Bildbreite 3,3 mm; Nic.+ (aus KOSTIN 1982)

Abb. 2-13: Kohlenstoffführender Albitphyllit; Brl. E 78/1967 bei 22,5 m; Bildbreite 3,8 mm; Nic.+ (aus WILDNER 1969)

Abb. 2-14: Feinkörniger Chlorit-Muskovit-Schiefer; Brl. E 106/1967 bei 175 m; Bildbreite 3,3 mm; Nic.+ (aus KOSTIN 1982)

Abb. 2-15: Kohlenstoffführender Granat-Albit-Muskovit-Schiefer; Brl. E 108/1967 bei 167 m; Bildbreite 3,3 mm; Nic.+ (aus KOSTIN 1982)

Abb. 2-16: Granit mit schwach serizitisiertem Plagioklas und pertithischem Kalifeldspat; Brl. E 82/1967 bei 1245 m; Bildbreite 3,7 mm; Nic.+ (aus WILDNER 1969)

Abb. 2-17: Lamprophyr (Minette) mit Biotit zwischen den Plagioklasleisten; Brl. E 78/1967 bei 616 m; Bildbreite 4 mm; Nic.+ (aus NÜNDEL 1969)

Abb. 2-18: Olivin-Pyroxen-Basalt mit basaltischer Hornblende (1); Brl. E 13/1968 bei 241,5 m; Bildbreite 3,3 mm; Nic.+ (aus KOSTIN 1982)

Abb. 2-19: Phonolith mit Titanogit; Brl. E 82/1967 bei 957,9 m; Bildbreite 1,4 mm; Nic.+ (aus WILDNER 1969)

Abb. 2-20: Ausschnitt aus der Karte der Granitoberfläche [Gesamtkarte als Beilage 1 auf CD]

Abb. 2-21: Hornfels mit Quarz und Muskovit-

Blättchen; Brl. E 82/1967 bei 1050,2 m; Bildbreite 3,8 mm; Nic.+ (aus WILDNER 1969)

Abb. 2-22: Quarz mit Mosaikstruktur im Hornfels; Brl. E 82/1967 bei 1050,2 m; Bildbreite 1,5 mm; Nic.+ (aus WILDNER 1969)

Abb. 2-23: Lagerungsverhältnisse von Albititen im Querschlag 1 bei 795 m, SO-Stoß, nach VELIČKIN & VLASOV 1972

Abb. 2-24: Pyroxenskarn nach Serizitschiefer; Brl. E 9/1966 bei 525,6 m; Bildbreite 3,3 mm; Nic.+ (aus KOSTIN 1982)

Abb. 2-25: Feinkörniger Epidot-Pyroxen-Skarn mit Orthoklas; Brl. E 88/1967 bei 449 m; Bildbreite 3,9 mm; Nic.+ (aus NÜNDEL 1969)

Abb. 2-26: (Anisotroper zonar gebauter Granat im) Granat-Epidot-Amphibol-Skarn; Brl. E 82/1967 bei 861 m; Bildbreite 1,4 mm; Nic.+ (aus NÜNDEL 1969)

Abb. 2-27: Vergreister Granit mit Topas nach Muskovit; Brl. E 82/1967 bei 1245 m; Bildbreite 1,4 mm; Nic.+ (aus WILDNER 1969)

Abb. 2-28: Bau von Elementen der Rittersgrüner Störung vor Ort in den Strecken 230 (A) und 231 (B), nach VELIČKIN & VLASOV 1972

Abb. 2-29: Bau einer großen Struktur der Hirtenberg-Störung in Strecke 224, Firste bei 87 m (A) und vor Ort in Strecke 226 (B), nach VELIČKIN & VLASOV 1972

Abb. 2-30: Bau von Elementen der Zweibach-Störung auf der Stollinsohle, nach VELIČKIN & VLASOV 1972

Abb. 2-31: Bau schichtgebundener Störungen in Muskovitgneisen im Querschlag 2, NW-Stoß bei 181-188 m, nach VELIČKIN & VLASOV 1972

Abb. 2-32: Zonar gebaute Kassiteritkristalle; Querschlag 2 bei 156 m; Bildbreite 3,7 mm; Nic.+ (aus MALYŠEV 1979)

Abb. 2-33: Sphärolithischer Kassiterit im Skarn; Strecke 216 bei 9 m; Bildbreite 0,6 mm; Nic.+ (aus MALYŠEV 1979)

Abb. 2-34: Trum mit kollomorphem Kassiterit und Quarz im Magnetitskarn; Strecke 216 bei 9 m; Bildbreite 0,6 mm; Nic.+ (aus MALYŠEV 1979)

Abb. 2-35: Kassiterit am Salband eines konkordanten Quarztrums im Glimmerschiefer; Strecke 106¹ bei 10 m; Bildbreite 1,4 mm; Nic.+ (aus MALYŠEV 1979)

Abb. 2-36: Chalcedon-Sphärolithe mit aufgewachsenem Fluorit (schwarz) und Quarz; Strecke 16^b-16^c; Bildbreite 4,2 mm; Nic.+ (aus TOKAREV et al. 1975)

Abb. 2-37: Rhythmisch gebaute Kammquarz-Aggregate (Q₁-Q₇) mit aufgewachsener Pechblende (Pbl), die von Calcit (C) und Dolomit (D) verdrängt wird; +120 m-Sohle, Strecke 333 bei 49,5 m; Bildbreite 16,6 mm (aus MATUŠIN et al. 1988)

Abb. 2-38: Rhythmische Quarz-Fluorit-Abscheidung am Salband; Strecke 7601 bei 10 m; Bildbreite 9,8 cm (aus MALYŠEV 1979)

Abb. 2-39: Mehrere Pechblendegenerationen (P₁-P₃) mit Quarz (Q) der kku-Formation werden von Calcit (C) und Sulfiden (S) verdrängt; Strecke 1312 bei 10 m; Bildbreite 2,4 mm (aus MATUŠIN et al. 1988)

Abb. 2-40: Pechblende umkrustet Calcit und wird von ihm verdrängt; Querschlag 9015 bei 697 m; Bildbreite

0,6 mm (aus TOKAREV et al. 1975)

Abb. 2-41: Grobkörnige Pechblendeaggregate (Pbl) werden von Fluorit (F), Coffinit (Cf) und Löllingit (L) verdrängt; +120 m-Sohle, Strecke 325 bei 94 m; Bildbreite 1,2 mm (aus MATUŠIN et al. 1988)

Abb. 2-42: Ankerit hat Fluorit bei Erhaltung von Kammquarz vollständig verdrängt; Strecke 209 bei 7 m; Bildbreite 14 cm (aus MALYŠEV 1979)

Abb. 2-43: Gemeinsames Wachstum von Baryt (hellgrau) und Fluorit (schwarz) mit feiner Pyritimprägation (kleine schwarze Körner); Strecke 106^b bei 400 m; Bildbreite 4,2 mm; Nic.+ (aus TOKAREV et al. 1975)

Abb. 2-44: Rhombische Arsenide in einem Baryt-Karbonat-Gang; Strecke 1204 bei 9 m; Bildbreite 0,6 mm (aus TOKAREV et al. 1975)

Abb. 2-45: Zonar gebaute Skutterudithkristalle (Sk) mit etwas Löllingit (L), aufgewachsen auf Safflorit-Rammelsbergit (S+R); Feld-Strecke 9202 bei 290 m; Bildbreite 1,2 mm (aus MATUŠIN et al. 1988)

Abb. 2-46: Proustit (Pr) mit gediegen Arsen (As), Calcit (C) und Quarz (Q); Sohle +120 m, Umfahrung Blindschacht 1; Bildbreite 2,4 mm (aus MATUŠIN et al. 1988)

Abb. 2-47: Reliktische Silberdendriten, durch Quarz (Q) und Skutterudit (Sk) verdrängt; Feld-Strecke 9202 bei 290 m; Bildbreite 2,4 mm (aus MATUŠIN et al. 1988)

Abb. 2-48: Metasomatische Gesteinsumwandlungen entlang tektonischer Störungen und kleiner SW-NO streichender Klüfte, nach TOKAREV et al. 1975

Abb. 3-1: Geologischer Grundriss Sohle +120 m (Tellerhäuser)

Abb. 3-2: Seigerrissausschnitt „Gang Luchsbach“ [Gesamtriss als Beilage 2 auf CD]

Abb. 3-3: Seigerrissausschnitt Gang „Schildbach I“ [Gesamtriss als Beilage 3 auf CD]

Abb. 3-4: Seigerrissausschnitt Gang „Friedrichsbach II“ [Gesamtriss als Beilage 4 auf CD]

Abb. 3-5: Geologischer Grundriss Sohle +585 m (Hämmerlein)

Abb. 3-6: Längsschnitt zur Zinnerkundung - Hämmerlein

Abb. 3-7: Längsschnitte durch den Experimentalblock 7541 mit Erzverteilung [Datei in hoher Auflösung auf CD]

Abb. 3-8: Querschnitte durch den Experimentalblock 7541 mit Erzverteilung [Datei in hoher Auflösung auf CD]

Abb. 3-9: Geologischer Grundriss Sohle +300 m (Tellerhäuser)

Abb. 3-10: Geologischer Grundriss Sohle +240 m (Tellerhäuser)

Abb. 3-11: Boudinierte Lagen von Muskovitgneis im Kammerkomplex der +240 m-Sohle

Abb. 3-12: Schematisierter geologischer Längsschnitt - Tellerhäuser

Abb. 3-13: Schematisierter geologischer Querschnitt - Tellerhäuser

Abb. 3-14: Grundriss Sohle +600 m (Tellerhäuser)

Abb. 4-1: Radiometrische Dokumentation einer Strecke

Abb. 4-2: Gerät zur kernphysikalischen Zinn-Gehaltsbestimmung im Labor MAK-1 (aus ABRAMOV et al. 1980)

Abb. 4-3: Einsatz des Gerätes Romul-EFA-P zur Zinn-Gehaltsbestimmung am Anstehenden (aus ABRAMOV et al. 1980)

Abb. 7-1: Stollnmundloch, Zustand 1992 (Foto H. Lausch)

Abb. 7-2: Teil-Aufschlussschema der Grube Pöhla [Gesamtschema als Beilage 5 auf CD]

Abb. 7-3: Druckluftbetriebener Bunkerlader LS 125 auf der +150 m-Sohle (Foto A. Hiller)

Abb. 7-4: Kammer des Experimentalblocks 7541 (Foto H. Lausch)

Abb. 7-5: Kammerpfeilerbau im Experimentalblock 7542 (Foto H. Lausch)

Abb. 7-6: Geologischer Grundriss Sohle +180 m (Tellerhäuser)

Abb. 7-7: Radiometrische Aufbereitungsfabrik (Sammlung A. Hiller)

Abb. 7-8: Schema der Zinnaufbereitung in der Pilotanlage Crossen, Teil I (aus HÖFER 1999)

Abb. 8-1: Geologischer Grundriss Sohle +85 m (Tellerhäuser)

Abb. 8-2: Abbaublock 0985 mit reicher Silbervererzung (Ag) im liegenden Teil des Ganges (Foto A. Hiller)

Abb. 8-3: Sphaleritanreicherungen im Hämmerlein-Lager auf der Stollnsohle (Strecke 2-6) (Foto H. Lausch)

Abb. 9-1: Mundloch Stolln Pöhla, Zustand 2011 (Foto A. Hiller)

Abb. 9-2: Vertikales Ausrichtungsschema der Grube Pöhla

Abb. 9-3: Die 1988 errichtete Wasserreinigungsanlage (Sammlung A. Hiller)

Abb. 9-4: Konventionelle Wasserbehandlungsanlage, Zustand 2011 (Foto A. Hiller)

Abb. 9-5: Untertägige Einlagerung der Rückstände aus der Wasserbehandlung (Foto H. Lausch)

Abb. 9-6: Passiv-biologische Anlage mit Zulaufkaskade, Absetzbecken und bepflanzten Becken (Foto A. Hiller)

Abb. 9-7: Luchsbachhalde vor der Sanierung, dahinter die Betriebsanlagen (Foto H. Lausch)

Abb. 9-8: Plateau der sanierten Luchsbachhalde mit Wasserableitungsgraben, Zustand 2011 (Foto A. Hiller)

Abb. A1-1: Seigerrissausschnitt Gang „Hämmerlein“ [Gesamtriss als Beilage 6 auf CD]

Abb. A6-1: Magnetit mit Marmorrelikten im Skarn von Hämmerlein; Bildbreite 25 cm (Foto P. Großer)

Abb. A6-2: Fluorit mit Quarz und Calcit aus dem Dreiberg-Lager/Tellerhäuser; Bildbreite 25 cm (Foto P. Großer)

Abb. A6-3: Kassiterit mit Quarz im Amphibolskarn aus dem Hämmerlein-Lager; Bildbreite 10 cm (Foto P. Großer)

Abb. A6-4: Kassiterit in Quarz-Feldspat-Trümmern (Hämmerleiner Schiefererz); Bildbreite 12 cm (Foto P. Großer)

Abb. A6-5: Sphalerit mit Calcit aus dem Skarnlager „Hämmerlein“; Bildbreite 30 cm (Foto P. Großer)

Abb. A6-6: Fluorit-Kammquarz-Gang aus der Lagerstätte Hämmerlein; Bildbreite 12 cm (Foto P. Großer)

Abb. A6-7: Pechblende mit Dolomit und rotem Hornstein vom Gang „Schildbach“/Tellerhäuser; Bildbreite 30 cm (Foto P. Großer)

Abb. A6-8: Dolomit, pseudomorph nach Calcit, mit Chalkopyrit von „Schildbach“; Bildbreite 20 cm (Foto P. Großer)

Abb. A6-9: Pechblende mit Fluorit (Stinkspat) und Chalkopyrit von „Kunnersbach“/Tellerhäuser; Bildbreite 10 cm (Foto P. Großer)

Abb. A6-10: Dendriten von gediegen Silber in gediegen Arsen aus der NW-Flanke Tellerhäuser; Bildbreite 20 cm (Foto P. Großer)

Abb. A6-11: Konzentrische Anreicherungen von gediegen Silber in gediegen Arsen vom gleichen Vorkommen; Bildbreite 14 cm (Foto P. Großer)

Abb. A6-12: Verwachsung von gediegen Wismut und Fluorit mit Quarz vom Gang „Kunnersbach“; Bildbreite 20 cm (Foto P. Großer)

Abb. A6-13: Calcit auf Ankerit aus dem Dreiberg-Lager; Bildbreite 10 cm (Foto P. Großer)

Abb. A6-14: Fluorit mit Quarz und etwas Pyrit und Baryt aus dem Gangsystem „Kunnersbach“, Bildbreite 14 cm (Foto P. Großer)

Abb. A6-15: Meißelförmige Barytkristalle auf Quarz vom Gang „Kunnersbach“; Bildbreite 30 cm (Foto P. Großer)

Abb. A6-16: Baryt mit säuligem Habitus auf Fluorit aus dem „Kunnersbach“-System; Bildbreite 40 cm (Foto P. Großer)

Verzeichnis der Beilagen auf CD

Beilage 1: Karte der Granitoberfläche

Beilage 2: Seigerriss „Gang Luchsbach“, Lagerstätte Tellerhäuser

Beilage 3: Seigerriss Gang „Schildbach I“, Lagerstätte Tellerhäuser

Beilage 4: Seigerriss Gang „Friedrichsbach II“, Lagerstätte Tellerhäuser

Beilage 5: Aufschlussschema der Grube Pöhla

Beilage 6: Seigerriss Gang „Hämmerlein“, Lagerstätte Hämmerlein

Beilage 7: Schnitte zu den Abbaukammern, Lagerstätte Hämmerlein (zu Abb. 3-7 und 3-8)

Bearbeiter: W. Schuppan, A. Hiller, I. Krejny
nach Unterlagen der Wismut GmbH

Anhang

Anhang 1: Ergänzende Angaben zu den kleineren Uranvorkommen im Erzfeld Pöhla-Tellerhäuser

Hämmerlein:

Bei den bergmännischen Erkundungsarbeiten auf Uran wurden bis Anfang 1971 auf der Stollsohle die in Tabelle A1.1 zusammengefassten Berg- und Bohrarbeiten realisiert.

In diesem Zeitraum wurden in den Grubenbauen 157 Gänge angetroffen (81 Gänge in Skarnen und 76 Gänge in Schiefergesteinen), von denen aber nur 35 eine Mächtigkeit über 5 cm aufwiesen. 45 Gänge wurden mit Strecken im Streichen verfolgt, von denen sich 29 als uranführend erwiesen (10 in Skarnen, 19 in Schiefergesteinen). Im Bereich des Skarnlagers wurden 5 Gänge vertikal (Überhauen aus Strecken 102, 106^b, 112, 210 und 216) untersucht. Die Uranvererzung mit einer Produktivität bis 0,8 kg/m² war

hier auf den Bereich des Skarnlagers begrenzt. Mit Überhauen aus den Strecken 223, 224 und 224^a wurden drei Uranerzgänge, die dem Störungssystem „Hirtenberg“ zugerechnet werden, in Schiefergesteinen vertikal untersucht. Die Vererzung konnte bei einer Produktivität von 0,5 kg/m² über 50 m verfolgt werden.

1970 erfolgte in zwei Blöcken (Strecken 106^b und 223-224) Versuchsabbau. Das Ausbringen lag bei 1,166 bzw. 1,122 kg/m² für den Skarn- bzw. Schieferblock.

Von weiteren Arbeiten zur Uranerkundung wurde abgesehen.

Die berechneten Vorräte in den untersuchten Gängen beliefen sich für die Klassen C₁ und C₂ auf 44,8 bzw. 18,4 t Uran mit einem Ausbringen von 1,444 bzw. 1,406 kg/m². Einschließlich der prognostischen Vorräte wurden die Gesamtressourcen mit 250 t Uran beziffert.

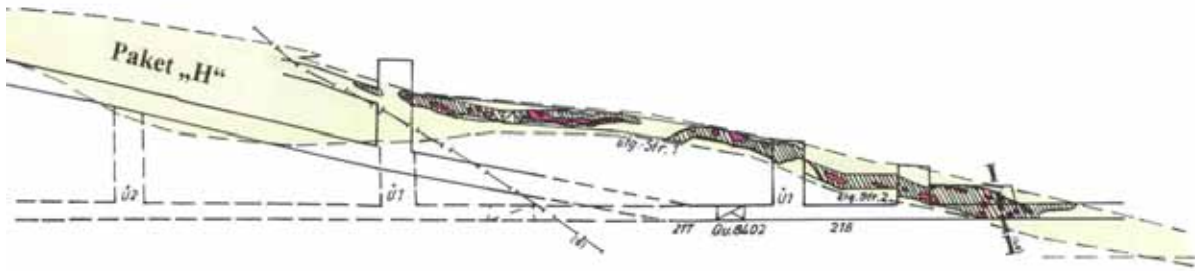


Abb. A1-1: Seigerrissauschnitt Gang Hämmerlein [Gesamtriss als Beilage 6 auf CD]

Tab. A1.1: Umfänge der Berg- und Bohrarbeiten zur Uranerkundung in der Lagerstätte Hämmerlein nach Jahren (TOKAREV et al.1975)

Arbeitsart	1967	1968	1969	1970	1971	Summe
Vortrieb in m	192,5	3287,3	7500	5262,3	30,5	16272,6
Kammern in m ³	31	53	104			188
Abbau in m ²				471		471
SIF-Bohrung in m			1605,3	3802,1		5407,4
GP1-Bohrung in m				1603,1		1603,1
LEB-Bohrung in m			4662	6381		11043
Kosten in Mio Mark DDR	1,34	8,5273	11,771	8,5183	0,027	30,1836

Die bei der nachfolgenden Zinnerkundung in Auffahrungen angetroffenen Uranerzgänge wurden teilweise abgebaut. Eine unbedeutende Menge Uranerz fiel 1991 bei Arbeiten zur Gestaltung des Besucherbergwerkes an.

Die jährlichen Umfänge an gelöschter Gangfläche und Urangewinnung sind in der Tabelle A1.2 zusammengefasst.

Tellerhäuser-alt:

Die kleine Uranlagerstätte Tellerhäuser-alt liegt am Nordhang des Kaffenbergs, etwa 1 km südöstlich vom Rittersgrüner Ortsteil Ehrenzipfel.

Ihre Erkundung wurde 1952 durch die Geologische Erkundungsabteilung des Objekts 8 begonnen. Ab 1953 erfolgten Gewinnungsarbeiten durch die Schachtverwaltung 206 (Unterrittersgrün) des gleichen Objektes. Im Dezember 1953 wurde der Grubenbetrieb bei der Auflösung des Objektes 8 an das Objekt 7 (Annaberg) übergeben, das die Lagerstätte bis zur Einstellung der Arbeiten im Jahr 1955 als selbstständige Struktureinheit führte. Wegen der wechselvollen Geschichte sind die Angaben zu Berg- und Gewinnungsumfängen nur unvollständig belegt.

Tab. A1.2: Löschung von Gangfläche und Urangewinnung in der Lagerstätte Hämmerlein nach Jahren

Jahr	Gelöschte Gangfläche m ²	Urangewinnung kg
1968	81	
1969	6406	1133,9
1970	10106	1761,0
1971	335	320,2
1972	124	3,9
1975		220,6
1976		11,3
1978	1302	7409,5
1979	267	1584,2
1991	35	9,5
Summe	18656	12454,1

Erkundung und Abbau erfolgten hier nach einem nahezu klassischen Schema:

- kleinmaßstäbliche Emanationsaufnahme,
- Verdichtung der Emanationsmessung bis zum Netz 2 m x 5 m,
- Schurfgräben quer zur Längsachse der Anomaliekontur,
- Untersuchung eines uranführenden Ganges (Nr. 1901) durch den tonnlägigen Schurf Nr. 1 (im Gangeinfällen),
- bergmännischer Aufschluss der Gänge mittels Stolln (Nr. 2, 3, 5, 6) auf drei Sohlen und
- Unterfahrung der vererzten Bereiche durch einen Blindschacht (Gesenk 1).

Die Nebengesteine werden durch Phyllite der Thumer Gruppe gebildet (ABROSIMOV et al. 1985). Dieser Komplex zeigt allgemein SW-NO-Streichen um 210° und SO-Einfällen von 10-15°. Durch kleinere Flexuren und Faltenstrukturen höherer Ordnung bedingt, tritt lokal abweichende Lagerung auf. Die Phyllite enthalten an ihrer Basis einen etwa 100 m mächtigen Horizont von chlorit-, graphit- und pyritführenden Phylliten, der das „produktive“ Paket darstellt. Weiter im Liegenden wurden Glimmerschiefer auskartiert, die den Hangendbereich der Joachimsthaler Gruppe (Breitenbrunner Folge) darstellen.

In einer Teufe von 435 bzw. 565 m haben Bohrungen das Granitmassiv angetroffen, das den Schieferkomplex abschneidet. Die Kontaktwirkung ist durch Neubildungen von Cordierit im Phyllit nachweisbar (ANISIMOV et al. 1954).

Die 20-60 m mächtige Rittersgrüner Störung verändert im Lagerstättenfeld ihr Streichen von 310-320° im NW-Teil auf 340-345° im SO-Teil. Das Einfallen ist mit 50-60° nach SW gerichtet. Der SW-Block ist um ca. 100-150 m abgesunken, so dass hier die „produktiven“ Schichten nicht angetroffen wurden. Im NO-Block sind vier Gänge und ihre Apophysen aufgeschlossen, die parallel zur Rittersgrüner Störung verlaufen. Sie werden durch bis zu 2 m mächtige SW-NO streichende Strukturen verworfen, deren Einfallen mit 70° nach SO gerichtet ist.

Die Gangfüllung besteht aus Nebengesteinsbrekzien, Quarz (z. T. hornsteinartig), Karbonaten, Hämatit, Sulfiden und Uranerzen (SAMUSENKO et al. 1953b). Im tagenahen Bereich waren Uranglimmer (vorzugsweise Torbernit) vertreten. Auf den tieferen Sohlen wurden Pechblende und Uranschwärze angetroffen.

In den SW-NO streichenden Gangstrukturen bilden Fluorit und Baryt die Hauptminerale.

Die Uranvererzung war auf ein Teufenintervall zwischen +720 m und +795 m beschränkt, in dem graphit-, pyrit- und chloritführende Phyllite auftreten. Hier waren vier herzyn streichende Gänge (1901, 1905, 1907 und 1908) vererzt. Besonders auf Gang 1901 wurden große Erzlinsen mit über 100 m² Fläche beobachtet (ABROSIMOV et al. 1985). Das Uranausbringen über 0,5 kg/m² deutet auf streng lithologisch kontrollierte Erzfälle in den herzyn streichenden Gängen hin. Im Kreuzungsbereich mit dem SW-NO streichenden Gang 1906 war ein lokales Einschleppen der Uranmineralisation festzustellen.

Die Urangewinnung ist aus dem Archivgut nur schätzungsweise nachvollziehbar.

Die auflaufende Löschung/Gewinnung liegt also bei 50 bzw. 42 t Uran.

Tab. A1.3 Urangewinnung während der Betriebszeit

Jahr	Gewinnung
1953	10,7 t
1954	26,5 t (Löschung: 31,2 t, geschätzte Verluste 15%)
1955	4,2 t (geschätzt; Restvorrat per 01.01.1955 betrug 4,92 t)

Ehrenzipfel-I (Schacht 247, Uranvorkommen April):

Das Erzvorkommen Ehrenzipfel-I befindet sich unmittelbar nordöstlich des gleichnamigen Ortsteils von Rittersgrün. In diesem Gebiet ging schon im 16. Jahrhundert Bergbau um. Bei Revisionsarbeiten durch das Objekt 8 fand man im Eisensumpf-Stolln einen uranvererzten Gang. Außerdem war uranhaltiges Haufwerk auf der Halde nachweisbar. Durch eine Emanationsaufnahme wurde eine Anomaliezone entlang der Rittersgrüner Störung nachgewiesen, so dass die Schachtverwaltung 247 unverzüglich zur untertägigen Erkundung überging. Es wurden mehrere Stollnsohlen aufgefahren: Stolln 3 (+735 m), Stolln 239 und 4 (+718 m) und Stolln 5 (+690 m). Neben dem Schacht 247 wurden mehrere Tiefschürfe abgeteuft.

Das Vorkommen liegt im Kreuzungsbereich der Rittersgrüner Störung (Streichen 320-325°, Einfallen 50-60° SW) und der meridional streichenden Hirtenberg-Störung. Nebengesteine sind kontaktmetamorph beeinflusste Glimmerschiefer der Joachimsthaler Gruppe (ABROSIMOV et al. 1985). Neben Muskovitschiefern wurden phyllitische und graphitführende Varietäten beobachtet. Es herrscht ein Streichen von 300-310° bei NO-Einfallen um 25°. In die Schieferserie sind Muskovitgneislinsen von maximal 200 m Länge eingeschaltet. Im Stolln 4 wurde ein bis zu 5 m mächtiger Gesteinsgang granitischer Zusammensetzung beobachtet, der akzessorischen Topas enthält.

Die Mineralgänge verlaufen parallel zur Rittersgrüner Störung und fallen steil (70-90°) nach SW ein. Der Ganginhalt umfasst hauptsächlich Letten und daneben Karbonate, Fluorit, Quarz, Sulfide (Pyrit, Chalkopyrit, Galenit und Sphalerit).

Uranerze (Pechblende und Uranschwärze) wurden nur in zwei Gängen angetroffen: Gang 111 ist auf 280 m im Streichen und 60 m im Einfallen untersucht. Etwa 1 770 m² abgebaute Gangfläche lieferten 37 kg Uran (Ausbringen von 0,02 kg/m²). Der Gang 116 wurde streichend auf 150 m und fallend auf 50 m Erstreckung verfolgt. Dabei wurden 13 kg Uran gewonnen.

Insgesamt lieferte das Vorkommen 108 kg Uran, und es wurden 6 700 m² Gangfläche abgebaut (ŠIŠKIN et al. 1953). Da das Ausbringen mit 0,016 kg/m² unter der Bauwürdigkeitsgrenze lag, wurden die Arbeiten 1950 eingestellt. Wegen fehlender Perspektiven verzichtete man dabei auf die Auffahrung der 2. Sohle (+598 m) im Schacht 247 und die detaillierte Erkundung des Anomaliegebietes südlich von Ehrenzipfel (SAMUSENKO et al. 1953b).

Ehrenzipfel-II:

Das Erzvorkommen liegt ca. 800 m nordöstlich der Ortslage Ehrenzipfel.

Eine Emanationsaufnahme im Jahr 1950 verzeichnete zunächst einige Anomalien von 40-100 Mache-Einheiten, doch verlief ihr Aufschluss durch Schurfgräben ohne positive Ergebnisse.

1952 erfolgte eine nochmalige Emanationsmessung im Netz von 2 x 5 m, durch die die bekannten Anomalien bestätigt wurden. Weitere Schurfgräben schlossen NW-SO streichende Gänge auf. Die Hauptstruktur, Gang „Ehrenzipfel“, zeigte ein Streichen von 290-300°, ein Einfallen von 60-70° SW und eine Mächtigkeit von 1-20 cm. Das gesamte aufgeschlossene Intervall von 400 m Länge erwies sich als aktiv. In zwei Schurfgräben wurden bauwürdige Torbernit-Gummit-Erze mit einem Uraninhalt von 33 kg (davon 24 kg aus Stufenerzen) angetroffen. Der zweite Gang, 335° streichend und 40-45° SW einfallend, war im Scharungsbereich mit dem Hauptgang vererzt (ŠIŠKIN et al. 1953).

Die weitere Erkundung erfolgte durch Auffahrung des Stollns 7 im Niveau +793 m. Vier von neun durchörterten Gängen wurden mit Streckenauffahrungen untersucht. Auf dem Hauptgang wurden außerdem zwei Überhauen unter den vererzten Schurfgräben aufgefahren.

Die Bergarbeiten trafen die Gänge gefüllt mit Quarz, Karbonaten, Fluorit, Baryt und mylonitischem Material an. Uranvererzung wurde nicht festgestellt. Die geringen Urangelhalte der entnommenen Gangproben (0,001-0,009 %) wurden durch Gamma-Profilierung bestätigt.

Die Auffahrungen von August 1952 bis Juli 1953 umfassten 263 m Stolln, 848 m Strecken und 96 m Überhauen, zusammen also 1 207 m Grubenbaue. Im Juli-August 1953 wurden drei untertägige Kernbohrungen mit einer Gesamtteufe von 200 m eingebracht. Dabei wurden weder neue Gänge erbohrt noch Gamma-Anomalien angetroffen, so dass im August 1953 die Einstellung der Arbeiten erfolgte.

Rittersgrün (Roter Adler):

Das Grubenfeld liegt südöstlich der Fundgrube „Roter Adler“, an der nordöstlichen Ortsgrenze von Rittersgrün.

Die 1950 bei geophysikalischen Sucharbeiten ange-
troffenen Anomalien wurden 1951 durch Schurfgräben
und Flachschrufe aufgeschlossen. Dabei lieferten ei-
nige Linsen mit Torbernit- und Gummiterzen 48 kg
Uran. Im Anschluss wurden die Schürfe 12, 13, 14
und 15 abgeteuft und die Stolln 3 und 5 aufgefah-
ren. Die bergmännischen Erkundungsarbeiten erfolgten im
SW-Teil auf den Sohlen +622 m (Stolln 3) und +650 m
(Schürfe 12 und 13), im NW-Teil auf den Sohlen
+670 m (Stolln 5) und +737 m (Schürfe 14 und 15).

Das geologische Hauptelement ist hier die Rittersgrü-
ner Störung, die im NO-Teil des Reviers verläuft. Sie
bedingt die starke Entwicklung einer Oxidationszone
bis in eine Teufe von 100 m und mehr. Die anstehen-
den Zweiglimmerschiefer, in die Lagen von Biotit-
schiefern und Muskovitgneislinsen eingeschaltet sind,
gehören zur Joachimsthaler Gruppe (ABROSIMOV et al.
1985). Sie werden von drei bis zu 4 m mächtigen Ker-
santitgängen durchschlagen, die submeridional ver-
laufen und mit 50-70° nach Westen einfallen. Mit der
Bohrung 54 wurde in 663 m Teufe grobkörniger Granit
vom Typ Eibenstock angetroffen.

Es wurden einige NW-SO streichende Gangtrümer
aufgeschlossen, die von SW-NO und W-O streichen-
den Bruchstrukturen verworfen werden. Aushaltende
NW-SO streichende Gänge mit Uranmineralisation
waren bei der untertägigen Erkundung nicht nach-
weisbar. Die Vererzung konzentrierte sich auf
Apophysen der Gänge. Mit der Teufe ließ die Uran-
führung extrem nach. Von den insgesamt gewonne-
nen 52 kg Uran entfielen nur 4 kg auf die untertägigen
Auffahrungen (SAMUSENKO et al. 1953b).

Laut Rissunterlagen belaufen sich die Umfänge der
Teufarbeiten auf 122 m (Tiefschrufe), die des Horizon-
talvortriebs auf ca. 5 900 m. Berichtsunterlagen für
das Jahr 1952 weisen 5 080,6 m horizontale Gruben-
baue und 43,3 m Vertikalvortrieb aus. Im Dezember
1952 wurden die Arbeiten wegen fehlender Perspekti-
ven eingestellt (SAMUSENKO et al. 1953a).

Kaffenberg:

Das Erzvorkommen befindet sich 2 km westlich von
Zweibach, unmittelbar an der Staatsgrenze zur
Tschechischen Republik. Es bildet die südwestliche
Flanke der Lagerstätte Tellerhäuser-alt. Folglich stellt
sich die geologische Struktur analog dar.

Die Erkundungsarbeiten begannen 1949-1950 mit
Emanationsmessungen. Der Aufschluss der angetrof-
fenen Anomalien brachte zunächst negative Ergeb-
nisse, denn erst in Folge der 1951 im Raum Ehrenzip-
fel-Kaffenberg durchgeführten Revisionsarbeiten wur-
de der Stolln 4 im Niveau +868 m aufgefahren. Von
vier NW-SO streichenden Gängen war nur einer ver-
erzt, jedoch nicht bauwürdig. Die angetroffenen Pech-
blendelinsen von maximal 0,2 m² waren nur bis
22 mm mächtig. Daneben wurde in der Rittersgrüner
Störung ein vererztes, W-O streichendes Gangtrum
angetroffen. Dessen bergmännische Erkundung
musste unterbleiben, um den Sicherheitspfeiler der
Staatsgrenze zu gewährleisten. Untertägige Kernboh-
rungen in diesem Bereich lieferten keine positiven Er-
gebnisse.

Durch rissliche Unterlagen sind ca. 1 260 m horizonta-
le Grubenbaue dokumentiert, von denen 877 m im
Jahr 1952 aufgefahren wurden. Der Vertikalvortrieb
beläuft sich auf 85,4 m. Die gesamte Urangewinnung
aus dem Vorkommen Kaffenberg betrug 10,7 kg. Im
Oktober 1952 wurden die Arbeiten eingestellt, wobei
man von einer Fortsetzung der uranführenden Struk-
turen jenseits der Staatsgrenze ausging.

1966 wurde der Stolln 4 im Verlauf der Such-
kartierungsarbeiten auf Blatt Oberwiesenthal aufge-
wältigt, geologisch neu dokumentiert und radiomet-
risch vermessen.

Pöhla-Globenstein

[in Ergänzung zu HÖSEL et al. (2003)]:

Die Zinn-Wolframlagerstätte Pöhla-Globenstein fällt
räumlich mit einem Uranerzvorkommen zusammen,
das 1957-1960 Gegenstand von Erkundungsarbeiten
war (SCHWARZE & HARLAß 1960).

Nachdem um 1955 die entscheidende Rolle des litho-
logischen Faktors für die Lokalisation der Uranverer-
zung in den hydrothermalen Gängen des Westerzge-
birges erkannt worden war, begann das Objekt 1 mit
gezielten Sucharbeiten an der Südflanke der Schwar-
zenberger Gneiskuppel. Durch Aufschlüsse des Alt-
bergbaus war der Verlauf eines Skarnzuges von Ra-
schau über Pöhla bis nach Niederglobenstein be-
kannt. Das Vorhandensein „uran-produktiver“ Neben-
gesteine und mehrerer herzyn streichender Bruchzo-
nen gab Anlass zu Untersuchungsarbeiten im Revier
Pöhla-Globenstein.

1957 wurde zunächst der Stolln 19 (Globenstein) auf-
gefahren, aus dem der Blindschacht 12 bis zur 4½.
Sohle abgeteuft wurde. Hier wurde 1958 der Westteil
des Grubenfeldes mit Grubenbauen und untertägigen
Bohrungen untersucht. Parallel dazu wurde 1958 die
Teufe von Schurf 24 (Pöhla) begonnen, aus dem
1959-1960 auf den Sohlen 4½ (+410 m), 5½ (+350 m)

Tab. A1.4: Arbeitsumfänge und Kosten der Uranerkundung im Gebiet Pöhla-Globenstein, nach Jahren (SCHWARZE & HARLAß 1960)

Arbeitsart	1957	1958	1959	1960	Summe
Teufe in m	158,3	136,4	118,3		413
Horizontalvortrieb in m	253,2	1911,7	1898,9	358,1	4421,9
Vertikalvortrieb in m	14,5		201,3		215,8
Abbau in m ²			12		12
Kammern in m ³	1467	1615	1109	98	4289
SIF-Bohrung in m				218,3	218,3
GP1-Bohrung in m		1415,8	1160	29,6	2605,4
ÜT-Bohrung in m		2919,6	3777,25	339,7	7036,55
Kanäle in m ³		1915,8			1915,8
Flachscharf in m		6,6			6,6
Kosten in Mio Mark					6,0572

und 6½ (+290 m) Auffahrungen getätigt wurden. Aus Grubenbauen und von über Tage wurden Kernbohrungen eingebracht. Auf der 4½. Sohle wurde ein Durchschlag zwischen den anfangs separaten Grubenfeldern realisiert.

Die Umfänge und Kosten der Uranerkundung im Gebiet Pöhla-Globenstein sind in der Tabelle A1.3 zusammengefasst.

Das bruchtektonische Inventar des Uranvorkommens wird durch SW-NO und NW-SO bis NNW-SSO streichende Strukturen bestimmt (ABROSIMOV et al. 1985). Im Bereich des Blindschachtes 12 sind auch W-O streichende Gänge aufgeschlossen.

Die NW-SO bis NNW-SSO orientierten Strukturen mit Streichrichtungen zwischen 310° und 350° fallen steil (Winkel >60°) nach SW oder NO ein. Ihre Mächtigkeit kann 5-10 cm erreichen. Die Mineralisation umfasst Quarz der kb-Formation und Bildungen der kku- und mgu-Formation, wie Hornstein, Kammquarz, Calcit, Hämatit, Fluorit, Dolomit, Pechblende, Uranschwärze, Pyrit und Chalkopyrit.

SW-NO und W-O streichende Gänge fallen mit 45-60° nach SO bis S ein. Am besten untersucht ist Gang Nr. 20, der auf der 4½. Sohle im Hauptskarlager verläuft (Streichen 235-245°) und 50-60° SSO einfällt. Seine Mineralisation ist komplex aufgebaut. Die kb-Formation bildet ein selbständiges, um 10 cm mächtiges Trum mit Quarz, Chlorit, Pyrit, Sphalerit und Arsenopyrit. Die Mineralkomplexe der kku- und mgu-Formation sind an Kreuzungsbereichen mit herzyn streichenden Gängen entwickelt. Die jüngeren Abfolgen mit Hornstein, gelbem Fluorit, grobspätigem Baryt, etwas Chalkopyrit sowie Co-Ni-Arseniden (vorwiegend Nickelin und Chloanthit) sind der biconi-

Formation zuzuordnen.

Auf der +410-m-Sohle wurde mit querschlägigen Auffahrungen zwischen Schurf 24 und Blindschacht 12 eine Vielzahl von Gängen, Trümmern und Klüften aufgeschlossen. Als uranführend erwiesen sich einige herzyn orientierte Gänge und der SW-NO streichende Gang Nr. 20 mit vermutlich eingeschleppter Vererzung. Von 20 Gängen, die Uranmineralisation aufwiesen, wurden 11 erkundet. Aus den Gängen Nr. 13, 15, 17, 18 und 20 wurden Uranerze gewonnen. Ihre Mächtigkeit liegt bei 1-10 cm, nur lokal darüber. Uranerz tritt in Form von Pechblendenestern und -linsen auf, deren Fläche 20 m² nicht übersteigt. Die Vererzung ist an Gangbereiche im Skarnlager gebunden. Als günstigstes Nebengestein erwiesen sich Magnetit-Amphibol-Skarne, die auf der 4½. Sohle im Hauptskarlager angetroffen wurden. 20 m über dieser Sohle (flache Bauhöhe) keilt das Lager aus, und die Uranführung der Gänge setzt aus. Auf der 5½. Sohle besteht das Skarnlager vorwiegend aus Dolomitmarmor, der die Ausbildung der Gangstrukturen äußerst ungünstig beeinflusst. In der Fortsetzung der Gänge Nr. 13, 15 und 16 wurden geringmächtige, kaum mineralisierte Trümmern angetroffen. Da Uranerze vollständig fehlten, wurden die Arbeiten abgebrochen. Es konnten keine Uranvorräte ausgewiesen werden, und das Vorkommen erfuhr eine negative Einschätzung (SCHWARZE & HARLAß 1960).

Bei den Arbeiten der SDAG Wismut zur Zinn- und Wolframerkundung (1974-1975, 1978-1979 und 1982-1987) wurden weitere Informationen zur Uranhöflichkeit gesammelt. So konnte 1975 in der Strecke 2 (+410 m-Sohle) aus einem bei 121 m geschnittenem Gang Uranerz gewonnen werden. Bis 1985 wurden in 39 Bohrungen 103 Uranerzintervalle (mit Gehalten > 0,01 % U) angetroffen. Zusammenfassend wurden

die prognostischen Ressourcen mit 500 t Uran eingeschätzt (ABROSIMOV et al. 1985).

In Tabelle A1.5 sind die Angaben zur Urangewinnung aus der Lagerstätte Pöhla-Globenstein zusammengefasst.

Tab. A1.5: Angaben zur Urangewinnung in der Lagerstätte Pöhla-Globenstein

Zeitraum	Gelöschte Gangfläche in m ²	Urangewinnung in kg
1957-60	1236	454,5
1975	6	130,6
Summe	1242	585,1

Anhang 2: Aufstellung der übertägigen Tiefbohrungen der SAG/SDAG Wismut im Lagerstättenbereich Hämmerlein-Tellerhäuser

Bohrloch- Nummer	Jahr	Rohstoff	TK25	Hochwert (X)	Rechtswert (Y)	Höhe, NN	Endteufe in m	Dokumen- tation
7	1949	Uran	5543	5592218	4559380	761	156,6	keine Dok.
8	1949	Uran	5543	5592082	4559595	730	171,4	keine Dok.
108	1956	Uran	5543	5591283	4559809	815	175,0	keine Dok.
363	1960	Uran	5542	5593099,5	4558415,9	789,4	115,5	Säulenprofil
364	1960	Uran	5542	5593317,4	4558458,4	813,5	120,6	Säulenprofil
365	1960	Uran	5542	5593148,3	4558651,7	816,5	128,3	Säulenprofil
366	1960	Uran	5542	5593254,2	4558700,6	828,0	134,3	Säulenprofil
E 9	1966	Uran	5543	5589170,2	4563281,2	931,6	713,4	Säulenprofil
E 10	1966	Uran	5543	5589874,9	4563493,6	973,2	695,5	Säulenprofil
E 11	1966	Uran	5543	5590651,3	4560906,6	857,7	476,6	Säulenprofil
E 12	1966	Uran	5543	5590960,0	4561310,8	767,7	352,5	Säulenprofil
E 34	1966	Uran	5543	5590337,0	4561602,3	856,6	152,8	Säulenprofil
E 35	1966	Uran	5543	5590262,7	4563712,3	901,3	150,4	Säulenprofil
E 36	1966	Uran	5543	5593465,2	4560827,3	824,4	308,5	Säulenprofil
E 39	1966	Uran	5543	5593058,8	4560699,1	837,7	331,6	Säulenprofil
E 41	1966	Uran	5543	5592353,5	4561118,1	828,3	334,4	Säulenprofil
E 44	1966	Uran	5543	5594187,5	4560009,4	685,8	155,9	Feldbuch
E 47	1966	Uran	5543	5593158,7	4559388,9	814,8	312,0	Säulenprofil
E 54	1966	Uran	5543	5593168,7	4560370,8	825,5	302,6	Säulenprofil
E 73	1966	Uran	5543	5590593,5	4561992,6	793,9	298,5	Säulenprofil
E 84	1966	Uran	5543	5589688,1	4563809,9	992,1	709,6	Säulenprofil
E 92	1966	Uran	5543	5589971,6	4564849,6	1017,6	151,6	Säulenprofil
E 93	1966	Uran	5543	5589886,4	4564824,6	1017,2	150,2	Säulenprofil
E 94	1966	Uran	5543	5589811,6	4564804,2	1019,4	152,9	Säulenprofil
E 96	1966	Uran	5543	5590442,1	4563239,4	847,1	173,1	Säulenprofil
E 38	1967	Uran	5543	5591617,2	4562656,8	958,0	1165,8	Säulenprofil
E 42	1967	Uran	5542	5593477,0	4558751,8	824,1	333,4	Säulenprofil
E 43	1967	Uran	5542	5593249,9	4558955,0	832,7	333,8	Säulenprofil
E 45	1967	Uran	5543	5593916,8	4560392,7	748,5	187,3	Säulenprofil
E 46	1967	Uran	5543	5593670,0	4559661,8	754,7	342,6	Säulenprofil
E 48	1967	Uran	5543	5593312,6	4559466,4	800,0	347,5	Säulenprofil
E 49	1967	Uran	5543	5592725,6	4559593,2	736,0	436,5	Säulenprofil
E 50	1967	Uran	5543	5593112,8	4559759,5	804,3	284,6	Säulenprofil
E 51	1967	Uran	5543	5594040,9	4559325,3	731,6	326,3	Säulenprofil
E 52	1967	Uran	5543	5593659,6	4560254,2	797,1	303,4	Säulenprofil
E 55	1967	Uran	5543	5592838,4	4560118,2	766,3	309,5	Säulenprofil
E 56	1967	Uran	5543	5593393,3	4560453,8	809,6	334,6	Säulenprofil
E 57	1967	Uran	5543	5592648,0	4560440,1	791,0	345,0	Säulenprofil
E 59	1967	Uran	5543	5592916,9	4561144,6	891,5	312,1	Säulenprofil
E 60	1967	Uran	5543	5592716,4	4561010,7	857,8	272,8	Säulenprofil
E 63	1967	Uran	5543	5592661,2	4561317,6	890,0	961,7	Säulenprofil
E 64	1967	Uran	5543	5593228,6	4560837,5	842,7	333,0	Säulenprofil

Bohrloch- Nummer	Jahr	Rohstoff	TK25	Hochwert (X)	Rechtswert (Y)	Höhe, NN	Endteufe in m	Dokumen- tation
E 66	1967	Uran	5543	5592033,5	4561532,8	870,2	514,4	Säulenprofil
E 67	1967	Uran	5543	5592329,0	4561826,0	921,5	561,5	Säulenprofil
E 70	1967	Uran	5543	5593563,5	4561786,8	857,0	349,5	Säulenprofil
E 76	1967	Uran	5543	5589987,6	4562680,3	933,1	593,9	Säulenprofil
E 77	1967	Uran	5543	5590466,9	4563040,0	832,8	612,6	Säulenprofil
E 78	1967	Uran	5543	5589535,0	4562732,9	874,1	845,1	Säulenprofil
E 79	1967	Uran	5543	5590001,5	4563035,0	944,7	707,2	Säulenprofil
E 81	1967	Uran	5543	5589749,0	4563262,3	966,0	709,3	Säulenprofil
E 82	1967	Uran	5543	5589978,8	4563785,8	966,3	1262,4	Säulenprofil
E 83	1967	Uran	5543	5589545,5	4563732,9	978,3	711,0	Säulenprofil
E 88	1967	Uran	5543	5588901,0	4563808,7	954,1	711,7	Säulenprofil
E 89	1967	Uran	5543	5588535,9	4564607,0	999,7	710,7	Säulenprofil
E 91	1967	Uran	5543	5590065,4	4564863,5	1020,2	170,9	Säulenprofil
E 95	1967	Uran	5543	5589613,0	4564170,3	1012,2	150,0	Säulenprofil
E 97	1967	Uran	5543	5588417,2	4564961,0	1041,1	162,7	Säulenprofil
E 98	1967	Uran	5543	5588213,0	4565382,5	1050,7	152,8	Säulenprofil
E 99	1967	Uran	5543	5588063,8	4565758,2	1046,7	151,8	Säulenprofil
E 100	1967	Uran	5543	5587920,1	4566116,2	1042,0	150,2	Säulenprofil
E 101	1967	Uran	5543	5590575,5	4562533,1	804,9	154,3	Säulenprofil
E 102	1967	Uran	5543	5589538,1	4564353,8	1017,1	162,5	Säulenprofil
E 103	1967	Uran	5543	5589370,4	4564713,0	1026,4	152,2	Säulenprofil
E 104	1967	Uran	5543	5588019,9	4566174,9	1049,9	718,1	Säulenprofil
E 106	1967	Uran	5543	5589829,1	4563435,1	972,8	312,6	Säulenprofil
E 107	1967	Uran	5543	5592029,4	4562128,8	932,7	153,8	Säulenprofil
E 108	1967	Uran	5543	5590262,8	4564656,6	1009,2	185,8	Säulenprofil
E 109	1967	Uran	5543	5592217,2	4562051,6	932,7	158,7	Säulenprofil
E 110	1967	Uran	5543	5591844,7	4562268,5	939,4	151,1	Säulenprofil
E 111	1967	Uran	5543	5590475,1	4564833,0	1007,3	151,7	Säulenprofil
E 112	1967	Uran	5543	5590652,7	4564963,9	995,4	158,8	Säulenprofil
E 113	1967	Uran	5543	5590838,9	4565135,6	986,8	152,5	Säulenprofil
E 13	1968	Uran	5543	5588877,1	4564395,5	955,8	1162,2	Säulenprofil
E 37	1968	Uran	5543	5591127,2	4561242,5	740,1	616,7	Säulenprofil
E 40	1968	Uran	5543	5591603,9	4560521,9	721,6	362,5	Säulenprofil
E 58	1968	Uran	5543	5591484,6	4560938,5	747,4	620,0	Säulenprofil
E 62	1968	Uran	5543	5592072,8	4560945,5	858,8	709,5	Säulenprofil
E 68	1968	Uran	5543	5590914,2	4561735,1	757,5	710,2	Säulenprofil
E 69	1968	Uran	5543	5592673,9	4562164,1	931,6	1448,4	Säulenprofil
E 72	1968	Uran	5543	5590314,6	4561858,7	798,4	563,8	Säulenprofil
E 74	1968	Uran	5543	5589550,1	4562181,8	922,8	584,1	Säulenprofil
E 75	1968	Uran	5543	5591579,5	4561972,4	924,5	1051,4	Säulenprofil
E 80	1968	Uran	5543	5590672,3	4562367,8	790,8	710,4	Säulenprofil
E 83	1968	Uran	5543	5590705,3	4563995,2	1001,7	1357,0	Säulenprofil
E 86	1968	Uran	5543	5589389,0	4564195,3	998,5	705,7	Säulenprofil
E 87	1968	Uran	5543	5589721,1	4564437,6	1021,1	711,3	Säulenprofil
E 90	1968	Uran	5543	5588296,8	4565191,5	1054,6	360,1	Säulenprofil

Bohrloch- Nummer	Jahr	Rohstoff	TK25	Hochwert (X)	Rechtswert (Y)	Höhe, NN	Endteufe in m	Dokumen- tation
E 160	1968	Uran	5543	5588122,8	4565560,1	1045,7	366,7	Säulenprofil
E 161	1968	Uran	5543	5591543,7	4566187,9	910,4	366,3	Säulenprofil
E 165	1968	Uran	5543	5592979,7	4565888,5	866,0	176,9	Säulenprofil
E 166	1968	Uran	5543	5592685,9	4565254,8	868,3	364,6	Säulenprofil
E 168	1968	Uran	5543	5593010,7	4565496,4	865,5	176,0	Säulenprofil
E 169	1968	Uran	5543	5591978,6	4566785,7	878,5	176,3	Säulenprofil
E 171	1968	Uran	5542	5592545,7	4559020,8	685,1	227,8	Säulenprofil
E 61	1969	Uran	5543	5592933,0	4560533,1	806,8	714,6	Säulenprofil
2519	1969	Uran	5543	5594190,4	4563694,5	816,7	303,6	Säulenprofil
2520	1969	Uran	5543	5593253,2	4562791,1	812,8	721,0	Säulenprofil
2521	1969	Uran	5543	5592818,5	4564003,9	827,4	313,6	Säulenprofil
2523	1969	Uran	5543	5590423,2	4565870,8	929,9	303,9	Säulenprofil
2524	1969	Uran	5543	5592169,6	4565719,1	886,8	650,0	Säulenprofil
2525	1969	Uran	5543	5591832,1	4565237,7	783,0	305,0	Säulenprofil
2526	1969	Uran	5543	5592963,5	4566278,0	822,3	297,4	Säulenprofil
T 4	1973	Zinn	5543	5591802,0	4560642,7	772,8	704,3	Säulenprofil
T 6	1973	Zinn	5543	5592269,1	4561060,8	837,3	860,5	Säulenprofil
T 7	1973	Zinn	5543	5592474,8	4561193,8	847,3	918,5	Säulenprofil
T 8	1973	Zinn	5543	5592804,8	4561392,1	899,7	1087,9	Säulenprofil
T 10	1974	Zinn	5543	5589648,9	4562844,8	915,3	811,0	Säulenprofil
T 11	1974	Zinn	5543	5589842,9	4562921,3	949,6	980,1	Säulenprofil
2405	1975	Uran	5543	5593394,4	4566867,5	837,6	602,0	Säulenprofil
T 12	1976	Zinn	5543	5591934,3	4560493,2	774,6	668,5	Säulenprofil
T 13	1976	Zinn	5543	5592644,1	4561040,9	849,5	603,4	Säulenprofil
Z 247	1977	Zinn	5543	5591969,5	4561163,4	862,6	757,0	Säulenprofil
Z 248	1977	Zinn	5543	5592364,4	4561452,6	884,7	709,7	Säulenprofil
Z 249	1977	Zinn	5543	5592578,0	4561691,6	924,7	753,0	Säulenprofil
Z 250	1977	Zinn	5543	5592907,5	4561964,5	930,4	789,9	Säulenprofil
Z 251	1977	Zinn	5543	5589393,1	4563532,9	939,3	558,6	Säulenprofil
Z 252	1977	Zinn	5543	5589691,8	4563810,5	992,0	997,0	Säulenprofil
Z 253	1977	Zinn	5543	5589465,0	4563588,7	956,4	1001,8	Säulenprofil
Z 254	1978	Zinn	5543	5590044,3	4562112,9	825,5	246,1	Säulenprofil
Z 255	1978	Zinn	5543	5590155,1	4561956,2	812,6	232,4	Säulenprofil
Z 257	1978	Zinn	5543	5590414,8	4561848,7	792,4	244,2	Säulenprofil
Z 258	1978	Zinn	5543	5590570,3	4561832,5	784,3	159,9	Säulenprofil
Z 259	1978	Zinn	5543	5590271,0	4561672,0	860,8	309,3	Säulenprofil
Z 260	1978	Zinn	5543	5590383,7	4561594,3	852,3	295,9	Säulenprofil
Z 261	1978	Zinn	5543	5590472,3	4561580,7	848,8	305,6	Säulenprofil
Z 262	1978	Zinn	5543	5590750,3	4561326,0	822,2	217,8	Säulenprofil
Z 263	1978	Zinn	5543	5590131,0	4561652,1	888,8	313,5	Säulenprofil
Z 264	1980	Zinn	5543	5592222,1	4561400,1	871,0	761,9	Säulenprofil
Z 265	1980	Zinn	5543	5592441,3	4561575,7	906,0	740,6	Säulenprofil
Z 266	1980	Zinn	5543	5592303,9	4561742,2	912,1	801,8	Säulenprofil
Z 267	1980	Zinn	5542	5593543,8	4558992,6	808,7	557,6	Säulenprofil
Z 268	1980	Zinn	5542	5593405,7	4559091,6	819,8	453,6	Säulenprofil

Bohrloch- Nummer	Jahr	Rohstoff	TK25	Hochwert (X)	Rechtswert (Y)	Höhe, NN	Endteufe in m	Dokumen- tation
Z 269	1980	Zinn	5542	5593145,9	4558955,7	827,8	486,1	Säulenprofil
Z 270	1980	Zinn	5542	5592984,2	4559008,6	795,9	398,5	Säulenprofil
Z 271	1980	Zinn	5543	5592717,1	4561841,4	939,9	458,8	Säulenprofil
Z 271H	1980	Zinn	5543	5592721,3	4561749,6	507,2	351,4	Säulenprofil
Z 272	1980	Zinn	5543	5592453,7	4561888,8	933,2	271,0	Säulenprofil
Z 272H	1980	Zinn	5543	5592452,6	4561882,8	824,9	526,3	Säulenprofil
Z 272H2	1980	Zinn	5543	5592453,1	4561808,2	376,7	263,3	Säulenprofil
Z 273	1980	Zinn	5543	5592596,9	4562004,3	940,8	798,5	Säulenprofil
3002	1982	Uran	5543	5594190,3	4561018,9	817,0	588,1	Säulenprofil
3002H	1982	Uran	5543	5594159,0	4561002,5	647,8	1109,7	Säulenprofil
3003	1982	Uran	5543	5593351,6	4561617,0	874,4	1243,5	Säulenprofil
3004	1982	Uran	5543	5592881,8	4562298,9	900,6	1268,0	Säulenprofil
3005	1982	Uran	5543	5592266,5	4563370,6	907,9	1430,0	Säulenprofil
3006	1982	Uran	5543	5591875,7	4562882,7	941,2	1249,5	Säulenprofil
3007	1982	Uran	5543	5591173,3	4563794,1	986,9	1333,5	Säulenprofil
3008	1982	Uran	5543	5591193,2	4564574,7	992,2	986,2	Säulenprofil
3009	1982	Uran	5543	5590699,0	4564347,5	1008,6	1246,5	Säulenprofil
3010	1982	Uran	5543	5594333,7	4559624,5	665,1	747,3	Säulenprofil
3010H	1983	Uran	5543	5594339,0	4559542,6	100,0	679,7	Säulenprofil
3011	1983	Uran	5543	5594641,4	4559779,9	720,5	1125,3	Säulenprofil
3012	1983	Uran	5543	5594754,0	4560073,2	754,2	1102,0	Säulenprofil
3013	1983	Uran	5543	5593681,0	4560313,6	789,1	928,0	Säulenprofil
3014	1983	Uran	5543	5593127,2	4561515,7	890,9	977,4	Säulenprofil
3014H	1983	Uran	5543	5593128,3	4561249,8	3,6	337,2	Säulenprofil
3015	1983	Uran	5543	5593613,2	4561824,8	855,6	800,1	Säulenprofil
3017	1983	Uran	5543	5593025,1	4562598,8	850,6	1500,0	Säulenprofil
3019	1983	Uran	5542	5594121,4	4558585,0	801,0	682,4	Säulenprofil
3020	1983	Uran	5543	5591621,8	4563969,7	979,3	999,4	Säulenprofil
3021	1983	Uran	5543	5590868,5	4563272,1	961,9	1215,1	Säulenprofil
3022	1983	Uran	5543	5591415,6	4563231,1	940,4	1191,4	Säulenprofil
3023	1983	Uran	5543	5590264,9	4563785,2	906,2	1149,2	Säulenprofil
3024	1983	Uran	5543	5588785,3	4563679,7	970,0	909,4	Säulenprofil
3026	1983	Uran	5543	5588298,8	4564050,7	1001,1	819,4	Säulenprofil
3027*	1983	Uran	5543	5593013,5	4561284,9	889,6	308,4	Säulenprofil
3029	1983	Uran	5543	5594708,3	4561487,3	810,3	1342,1	Säulenprofil
3018	1984	Uran	5543	5593338,4	4563967,1	798,3	1151,4	Säulenprofil
3018H	1984	Uran	5543	5593691,4	4564013,8	177,1	443,3	Säulenprofil
3025	1984	Uran	5543	5589193,6	4563971,5	959,6	1131,1	Säulenprofil
3027H	1984	Uran	5543	5593013,1	4561284,5	859,6*	1115,7	Säulenprofil
3028	1984	Uran	5543	5594358,5	4562647,5	774,8	1183,0	Säulenprofil
3031	1984	Uran	5543	5593365,1	4560848,8	832,7	1096,4	Säulenprofil
3032	1984	Uran	5543	5593884,1	4561499,6	826,3	1263,3	Säulenprofil
3033	1984	Uran	5543	5591494,2	4559695,6	764,3	905,5	Säulenprofil
3034	1984	Uran	5543	5592285,4	4560510,7	841,8	765,0	Säulenprofil
3035	1984	Uran	5543	5589880,1	4564942,0	1022,3	1413,0	Säulenprofil

Bohrloch-Nummer	Jahr	Rohstoff	TK25	Hochwert (X)	Rechtswert (Y)	Höhe, NN	Endteufe, m	Dokumentation
3036	1984	Uran	5542	5591990,2	4558730,8	750,4	745,8	Säulenprofil
3038	1984	Uran	5543	5588013,2	4564533,5	1025,0	921,1	Säulenprofil
3041	1984	Uran	5543	5591780,0	4562670,0	956,2	102,7	Säulenprofil
3045	1984	Uran	5543	5594962,7	4559443,6	681,2	964,6	Säulenprofil
3037	1985	Uran	5543	5590759,6	4565054,9	993,1	997,8	Säulenprofil
3040	1985	Uran	5543	5591755,0	4562700,1	956,3	1299,9	Säulenprofil
3051	1985	Uran	5543	5594014,4	4560785,7	803,0	1401,1	Säulenprofil
3052	1985	Uran	5543	5594418,0	4561345,5	794,5	1369,6	Säulenprofil
3054	1985	Uran	5543	5594472,8	4561981,4	841,9	1001,0	Säulenprofil
3058	1985	Uran	5543	5593832,7	4562074,3	849,1	822,4	Säulenprofil
3059	1985	Uran	5543	5594263,0	4561858,0	849,1	1156,0	Säulenprofil
3060	1986	Uran	5543	5593640,7	4561108,5	838,5	1155,8	Säulenprofil
3061	1986	Uran	5543	5594152,0	4560299,3	714,9	1147,5	Säulenprofil
3057	1987	Uran	5543	5590960,1	4565180,4	978,0	1217,6	Säulenprofil
3066	1987	Uran	5542	5592953,3	4558231,0	770,8	434,2	Säulenprofil
3067	1987	Uran	5542	5592396,8	4558500,1	658,0	579,2	Säulenprofil
3102	1987	Uran	5543	5589105,5	4565312,1	1035,7	1376,9	Säulenprofil
3104	1987	Uran	5543	5591817,4	4565981,0	894,8	1242,3	Säulenprofil

* bei 30 m Teufe aus 3027/83 gebohrt, zum Stammloch keine Angaben verfügbar

Anhang 3: Exemplarische Angaben zur Zusammensetzung der wichtigsten Gesteine des Lagerstättenfeldes Hämmerlein-Tellerhäuser

Komponente, %	Granit	Aplit	Kersantit	Phonolit, shonkinitisch	Phonolit, trachitoid	Muskovitgneis	Amphibolit	Quarzit	Glimmer- schiefer	Granat- Glimmer- schiefer	Albit-Glimmer- schiefer	Graphitischer Glimmer- schiefer
SiO ₂	72,71	74,02	52,9	45,71	53,35	73,87	47,02	84,09	75,6	65,02	75,42	69,54
TiO ₂	-	0,08	1,1	1,21	0,4	-	2,5	0,75	0,4	0,41	0,27	0,53
Al ₂ O ₃	13,2	13,92	16	19,39	21,56	14,2	14,6	6	11,05	17,82	12,62	12,25
Fe ₂ O ₃	0,13	0,72	1,5	4,44	2,85	0,4	4,01	1,76	1,88	1,82	1,69	1,42
FeO	1,88	0,96	4,4	4,13	1,81	1,5	5,3	2,6	3,06	3,18	0,82	3,63
MnO	0,08	0,03	0,13			0,05	0,16	0,05	0,02	0,06	0,03	0,21
MgO	0,18	0,56	8	6,37	0,82	0,35	7,2	0,56	1,56	2,21	1,64	2,13
CaO	1,15	0,48	6,2	8,85	5,38	0,53	13,2	0,5	0,42	0,52	0,43	1,28
Na ₂ O	2,91	2,82	2,9	4,32	4,52	2,59	1,91	0,54	0,82	1,18	3,62	1,79
K ₂ O	4,58	2,9	2,1	2,92	5,81	4,4	1,21	1,08	2,38	3,86	1,6	3,22
P ₂ O ₅	0,18	0,1	0,4	0,31	0,26	0,22	0,2	0,08	0,16	0,19		0,15
Li ₂ O	0,1					0,05	0,02	0,01				
CO ₂	1,62		1,2			0,05	0,72	0,41				0,27
C _{org.}								0,01				0,66
H ₂ O ⁺	0,45	2,42 *	0,35*	2,45*	3,24*	0,73	1,14	1,04	0,82*	0,65*	1,2*	1,45*
H ₂ O ⁻	0,35					0,35	0,38	0,09				
S	-		< 0,1	0,18	0,05	0,02	0,01	-	0,04			0,57*
Cl				0,16	0,06							
GV	2,5	0,56	2,5			1,61	2,43	1,59	2,02	2,65	1,21	1,75
Summe	99,6	99,57	98,13	100,44	100,11	99,78	99,77	99,61	100,29	99,85	100,56	100,87
Be, g/t	50					4	-					
Ti, g/t	1500					1000	6000	5000				
V, g/t	10					10	200	150				
Cr, g/t	100					100	80	150				
Co, g/t	-					3	15	8				
Ni, g/t	-					5	150	15				
Cu, g/t	3					5	5	10				
Zn, g/t	-					15	40	80				
As, g/t	30					10	-	20				
Sr, g/t	15					50	70	70				
Zr, g/t	25					25	25	> 400				
Mo, g/t	3					3	-	3				
Sn, g/t	30					2	-	-				
Sb, g/t	-					-	-	-				
Ba, g/t	150					150	80	600				
Pb, g/t	15					10	3	10				
Bi, g/t	1						-	-				
Ag, g/t						-	-	-				
W, g/t						-	-	-				
Cd, g/t						-	-					

Komponente, %	Biotitschiefer	Graphitphyllit	"Grünschiefer"	Marmor	Marmor	Erlanfels	Erlanfels	Pyroxen-Skarn	Granat-Skarn mit Amphibol und Magnetit	Amphibol-Pyroxen- Skarn	Pyroxen- Magnetitskarn	Pyroxen-Granat- Epidot-Skarn	Magnetit-Granat- Amphibolskarn mit Sphalerit
SiO ₂	58,4	59,42	44,02	10,05	0,72	61,2	52,88	47	39	49,63	47,3	48,6	22
TiO ₂	0,35	1,18	1,23	-	-	0,41	0,5			0,48	0,27	0,27	< 0,1
Al ₂ O ₃	18,75	21	13,85	1,1	0,4	10,43	9,9	1,6	14	12,25	4	2,9	3,7
Fe ₂ O ₃	1,49	2,04	1,85	0,97*	-	4,24	3,72	4,89	6,79	2	4,8	2,4	1,78
FeO	4,28	4,17	5,61		0,13	4,16	3,1	16,45	6,76	8,62	15,6	18,4	7,4
MnO	0,24	0,13	0,18	0,05	0,03	0,17	0,06	1,74	1,82	0,58	1,3	1,1	1,72
MgO	3,55	2,2	5,5	0,96	0,51	3,72	5,7	3,8	1,03	4,55	4,3	4,9	1,56
CaO	2,05	0,6	10,7	47,55	53,13	9,47	12,71	21,4	27,75	12,25	19,2	19,1	30
Na ₂ O	2,42	1,02	1,79	0,43	1,42	1,35	0,74	0,43	0,26	1,62	0,64	0,72	< 0,1
K ₂ O	4,16	3,44	2,01	0,55	0,58	1	5,51	0,11	0,05	2,04	0,37	0,28	
P ₂ O ₅	0,14	0,09	0,08	0,08	0,41	0,18		0,08	0,06	0,05	0,12	< 0,1	0,32
Li ₂ O		0,05	0,04	0,03	0,04			0,03	0,02				
CO ₂	0,4	-	8,34	37,28	41,58			0,6	0,64	0,32	1,4	0,8	25
C _{org.}		0,14	-	0,31									
H ₂ O ⁺	1,92*	3,19	3,83	0,55	0,39		0,18	0,82	0,64	2,05			
H ₂ O ⁻		0,48	0,6	0,32	0,3			0,37	0,29		0,21	0,28	1
S	0,23*	0,08	0,07	0,29	0,04	0,22		0,02*	0,03*	0,01	< 0,1	< 0,1	0,26
Cl													
GV	1,57	3,99	12,95	38,2	42,44	2,6	4,62	1,95	1,95	3,5	1,8	1,2	27,4
Summe	99,95	99,81	99,85	100,14	99,83	99,49	99,62	99,49	99,51	99,73	99,7	99,87	97,02
Be, g/t			-					60	-				
Ti, g/t		4000	4500	1500	400			500	600				
V, g/t		150	150	10	-			350	400				
Cr, g/t		100	70	20	-			70	80				
Co, g/t		10	15	3	-			-	7				
Ni, g/t		20	25	1	-			5	-				
Cu, g/t		20	50	10	-			5	4				
Zn, g/t		40	40	-	-			500	40				1,13
As, g/t		-	-					-	-				
Sr, g/t		70	50	150	600			-	15				
Zr, g/t		60	25	-	-			-	-				
Mo, g/t			3					4	4				
Sn, g/t		-	-					70	400	400			
Sb, g/t		-	-					-	-				
Ba, g/t		800	50	100	-			80	50				
Pb, g/t		20	5	10	6			5	7				
Bi, g/t		-	-	-	-			-	-				
Ag, g/t		-	-	4	-			-	-				
Cd, g/t		-	-					-	-				
W, g/t		-	-	-	-			-	-				

Probenahmepunkte und Datenquellen:

Granit:	Bohrloch E 82/1967 bei 1 260 m (WILDNER 1969)
Aplit:	Bohrloch E 82/1967 bei 1 223 m (NEPOČATYĚ et al. 1971)
Kersantit:	Lagerstätte Globenstein (KAUFMANN et al. 1988)
Phonolith, shonkinitisch:	Aufschluss 1,5 km südlich vom Eisenstein (REINISCH 1917)
Phonolith, trachytoid:	Aufschluss nördlich vom Hämmerlein (REINISCH 1917)
Muskovitgneis:	Bohrloch E 81/1967 bei 612 m (WILDNER 1969)
Amphibolit:	Bohrloch E 81/1967 bei 367,8 m (WILDNER 1969)
Quarzit:	Bohrloch E 10/1966 bei 158,7 m (WILDNER 1969)
Glimmerschiefer:	Bohrloch E 50/1967 bei 134 m (NEPOČATYĚ et al. 1971)
Granat-Glimmerschiefer:	Bohrloch E 55/1967 bei 95 m (NEPOČATYĚ et al. 1971)
Albit-Glimmerschiefer:	Bohrloch E 160/1967 bei 355,1 m (NEPOČATYĚ et al. 1971)
Graphitischer Glimmerschiefer:	Stolln Pöhla bei 2 997 m (NEPOČATYĚ et al. 1971)
Biotitschiefer:	Stolln Pöhla bei 2970 m (NEPOČATYĚ et al. 1971)
Graphitphyllit:	Bohrloch E 10/1966 bei 210,5 m (WILDNER 1969)
„Grünschiefer“:	Bohrloch E 10/1966 bei 43 m (WILDNER 1969)
Marmor:	Bohrloch E 10/1966 bei 275 m (WILDNER 1969)
Marmor:	Bohrloch E 82/1967 bei 856 m (WILDNER 1969)
Erlanfels:	Stolln Pöhla bei 2 955 m (NEPOČATYĚ et al. 1971)
Erlanfels:	Stolln Pöhla bei 2 956 m (NEPOČATYĚ et al. 1971)
Pyroxen-Skarn:	Bohrloch E 82/1967 bei 863,3 m (NÜNDEL 1969)
Granat-Skarn mit Amphibol und Magnetit:	Bohrloch E 82/1967 bei 864 m (NÜNDEL 1969)
Amphibol-Pyroxen-Skarn:	Stolln Pöhla bei 2940 m (NEPOČATYĚ et al. 1971)
Pyroxen-Magnetit-Skarn:	Sohle +240 m, Querschlag 9015 bei 433 m (MALYŠEV & VLASOV 1975)
Pyroxen-Granat-Epidot-Skarn:	Sohle +240 m, Querschlag 9015 bei 504 m (MALYŠEV & VLASOV 1975)
Magnetit-Granat-Amphibol-Skarn mit Sphalerit:	Sohle +240 m, Querschlag 9015 bei 1 132 m (MALYŠEV & VLASOV 1975)

Anhang 4: Liste der aus den Lagerstätten Hämmerlein und Tellerhäuser bekannten Minerale

Adular	bis mm-große Rhomboeder am Salband von kku-Gängen (MALYŠEV 1974)
Aegirin-Augit	gesteinsbildend in Phonolithen (WILDNER 1969)
Aikinit	in Verwachsung mit ged. Wismut und Bismuthinit (MALYŠEV 1974)
Akanthit	gestreckte Kristalle vom Block 1333, Gang "Schildbach"/+180 m-Sohle
Aktinolith	gesteinsbildend in Skarnen: bis 10 cm lange Aggregate von Hämmerlein (MALYŠEV & IVANOVA 1971) und Tellerhäuser (z. B. Dreiberg-Lager, Kammerkomplex +240 m-Sohle)
Albit	gesteinsbildend, vor allem in kristallinen Schiefern und Metasomatiten
Almandin	gesteinsbildend, Kristalle bis 2 cm Durchmesser im Glimmerschiefer (z. B. Querschlag 8901, +300 m-Sohle)
Amphibole	gesteinsbildend in Skarnen, Erlanen und Amphiboliten - Aktinolith, Salit, Hornblende und Tremolit
Andalusit	gesteinsbildend (MALYŠEV 1974); akzessorisch im Granit (MATUŠIN et al. 1988)
Andradit	bis 1 cm große Kristalle von Hämmerlein (MALYŠEV & IVANOVA 1971)
Anhydrit	als Seltenheit in kku-Gängen (MATUŠIN et al. 1988)
Ankerit	verbreitet in den Gängen von Tellerhäuser, meist weiße, treppenförmige Kristallaggregate
Annabergit	als Anflug auf Skutterudit, z. B. von der Luchsbach-Störung (Strecke 115, Sohle +300 m)
Antimonit	bis 2 mm lange Nadeln von Gang "Luchsbach"/+210 m-Sohle (pers. Mitteilung J. Baumann)
Apatit*	vielfach akzessorischer Gesteinsbestandteil (WILDNER 1969 und NÜNDEL 1969)
Apophyllit	als Seltenheit in kku-Gängen; belegt von der +120 m-Sohle (HAAKE & HOFMANN 1991)
Argentit	cm-große Kristalle vom Gang "Schildbach"/+180 m-Sohle, auch von Gang "Kunnersbach"/+180 m-Sohle bis +300 m-Sohle bekannt; zumeist in Akanthit umgewandelt
Argentopyrit	in säuligen Kristallen von Strecke 924 und 922A, +120 m-Sohle; auch von "Schildbach"/+180 m-Sohle, Block 1333
Arsenolith	sekundäre Bildung auf Arsenproben von Block 0985, +120 m-Sohle
Arsenopyrit*	eingesprengt im Skarn, Kristalle bis 2 cm von Strecke 2-8 in Hämmerlein
Asbest	im Skarn von Hämmerlein (CYBULSKAA in NEPOČATYŘ et al. 1971)
Augit	gesteinsbildend, Einsprenglinge in Phonolithen (WILDNER 1969)
Axinit	derbe Linsen bis 2 cm Mächtigkeit in Skarnen von Hämmerlein (MALYŠEV & IVANOVA 1971)
Baryt*	tafelige weiße bis rosa Aggregate aus biconi-Gängen (z. B. Gang "Ehrenzipfel" im Querschlag 6b, Stollsohle); durchsichtig-weingelbe prismatische bis tafelige Kristalle bis 10 cm Länge vom Gang "Kunnersbach"
Bertrandit	vereinzelt in Quarz-Kassiterit-Trümmern von Hämmerlein (MALYŠEV & IVANOVA 1971)
Beryll	Einzelfunde aus Quarz-Kassiterit-Trümmern von Hämmerlein (MALYŠEV & IVANOVA 1971)
Biotit*	gesteinsbildend in Schiefern, Amphiboliten und Magmatiten, teilweise kontaktmetamorph
Bismuthinit	verdrängt ged. Wismut (MALYŠEV 1974); auf Fluorit-Baryt vom Gang "Kunnersbach"/+210 m-Sohle; Gang "Schildbach": Strecke 924L/N auf der +120 m-Sohle und Strecke 336, +180 m-Sohle
Bornit	mikroskopisch mit Pechblende (MALYŠEV & BÜDER in TOKAREV et al. 1975); auch mit Fluorit von Hämmerlein, Querschlag 2
Brucit	erwähnt von Hämmerlein (MALYŠEV & VLASOV 1975)
Calcit	in kku-Gängen Skalenoeder bis 5-6 cm Größe (MALYŠEV 1974), schwarze säulige Kristalle von Strecke 509, +120 m-Sohle; weiße Kristalle bis 15 cm Länge im Skarn von Strecke 1555c und flachrhomboedrisch von "Schildbach, hgd. Trum" (Strecke 2307), beide +240 m-Sohle; gesteinsbildend im Marmor

Chalcedon*	als Hornstein am Salband von kku-Gängen oder in der biconi-Formation (z. B. "Schildbach"); selten in Marmor (CYBULSKAA in NEPOČATYĚ et al. 1971)
Chalkanthit	als rezente Ausblühung auf der Stolln-Sohle zusammen mit Gips
Chalkopyrit*	kleine Kristalle in kku- und mgu-Gängen; eingesprengt im Skarn; derbe Massen vom Gang "Kunnersbach"/+120 m-Sohle
Chloanthit	zusammen mit den übrigen Co-Ni-Arseniden von verschiedenen Fundpunkten auf Gang "Schildbach", "Kunnersbach" und "Reibach"
Chlorargyrit	bekannt von Gang "Kunnersbach"/+240 m-Sohle und Block 0985, +120 m-Sohle
Chlorit*	vielfach gesteinsbildend; meist der Klinochlor-Pennin-Gruppe zugeordnet
Chloritoid	gesteinsbildend in Glimmerschiefern und Phylliten (WILDNER 1969)
Christophit	eisenreiche Sphalerite vor allem im Skarn von Hämmerlein
Clausthalit	makroskopisch im Dolomit von Gang "Friedrichsbach"/+120 m-Sohle; von MALYŠEV (1974) in kku-Gängen beobachtet
Coffinit	prismatische Kristalle und Sphärolithe in Verwachsung mit Pechblende (MALYŠEV 1974)
Cordierit	in Granatglimmerschiefer (CYBULSKAA in NEPOČATYĚ et al. 1971) und kontaktmetamorph (SOKOLOVA & KREMNEVA 1979)
Diopsid	Hauptmineral, als feinkörnige Aggregate in Skarnen und Erlanen
Dolomit	Hauptmineral in Gängen innerhalb der Skarnlager, größere Mengen in Gang "Friedrichsbach"; dm-große Pseudomorphosen nach Calcit von Strecke 522, +300 m-Sohle
Dyskrasit	ein Fund mit Proustite von der +120 m-Sohle, Umfahrung Blindschacht 1 (LIPP 1979)
Epidot*	gesteinsbildend, verdrängt häufig Glimmer oder Amphibole (MALYŠEV & IVANOVA 1971)
Erythrin	als Anflug auf Skutterudit von Strecke 105, + 300 m-Sohle
Fahlerz (Tennantit)	in derben Massen von Chalkopyrit aus Gang "Kunnersbach" (Strecke 530, +120 m-Sohle), sonst zumeist mikroskopisch; vermutlich sind alle angetroffenen Fahlerze Tennantit-betont
Fluorit	weit verbreitet in Skarnen; von Gang "Kunnersbach" gelbliche Würfel bis 20 cm Kantenlänge und grüne Aggregate; mit Pechblende als Stinkspat; violett, rosa bis farblos; schwarz von Strecke 109, +300 m-Sohle und "Luchsbach"/+210 m-Sohle; gelbe Kristalle bis 5 cm vom Stolln Pöhla
Galenit*	meist mikroskopisch mit Pechblende; in ged. Arsen von Strecke 922A, +120 m-Sohle
ged. Arsen	bis 7 cm starke Schalen von der Luchsbach-Störung/Stollnsohle: Strecke 126 (MALYŠEV 1974) sowie von Strecke 16c; bis 20 cm mächtig in Strecke 922A, +120 m-Sohle
ged. Silber	dendritisch bis moosförmig vom Block 0985 (Strecke 922A, +120 m-Sohle), Haarsilber vom Gang "Schildbach"/+150 bis +180 m-Sohle und von "Kunnersbach"/+300 m-Sohle
ged. Wismut*	als Federwismut in Fluorit von Gang "Kunnersbach"/+150 m-Sohle (Block 1130), derbe Massen von Strecke 924P, +120 m-Sohle; auch in der Hirtenberg-Störung beobachtet (MALYŠEV 1974)
Gersdorffit	erwähnt bei MALYŠEV & VLASOV (1975)
Gips	als Seltenheit in kku-Gängen (MATUŠIN et al. 1988); bisweilen im Marmor (CYBULSKAA in NEPOČATYĚ et al. 1971)
Goethit	feindispers in Karbonaten, speziell in der Nähe der Uranerzlinsen
Graphit*	im Glimmerschiefer (CYBULSKAA in NEPOČATYĚ et al. 1971), oft als organische/kohlige Substanz bezeichnet
Granat*	gesteinsbildend im Skarn als Andradit-Grossular oder im Glimmerschiefer (Almandin)
Grossular	bildet Mischkristalle mit Andradit im Skarn; Kristalle von Querschlag 9205 (+120 m-Sohle)
Hämatit*	meist Anflug auf Calcit oder in Karbonaten, auffällig von Gang "Fällbach"/+210 m-Sohle (Block 1510) ; als Martit pseudomorph nach Magnetit (im Skarn)

Hedenbergit	gesteinsbildend in Skarnen und Erlanen
Helvin	im Skarn von Hämmerlein (CYBULSKAA in NEPOČATYĚ et al. 1971)
Hornblende*	gesteinsbildend in Skarnen, Amphiboliten, Lamprophyren und Phonolithen
Ilmenit	akzessorisch in Amphiboliten (NÜNDEL 1969) und Skarnen (CYBULSKAA in NEPOČATYĚ et al. 1971)
Ilvait	derb im Skarn von Hämmerlein (Strecke 233, +530 m-Sohle)
Jarosit	mit Markasit von Strecke 924L/N, +120 m-Sohle
Johannit	bekannt von der Sohle +240 m (HAAKE & HOFMANN 1991)
Kaatialait	am Material von Block 0985, +120 m-Sohle nachgewiesen (Mitteilung Dr. H. Zwahr)
Kalifeldspat*	gesteinsbildend in Muskovitgneisen und Magmatiten als Mikroklin, Orthoklas oder Sanidin
Kaolin	verdrängt Plagioklas in Schiefern (CYBULSKAA 1972)
Kassiterit*	wichtigstes Zinnmineral, im Skarn von Hämmerlein (speziell im Querschlag 2) in größeren Massen mit Kristallen bis 2 cm Größe, makroskopisch auch in Quarz-Trümmern der Schiefererze (Block 7543)
Klinosafflorit	mit Löllingit und Arsenopyrit von Block 0985, +120 m-Sohle (pers. Mitteilung Dr. H. Zwahr)
Klinozoisit	untergeordnet in Amphiboliten und feldspatreichen Schiefern (CYBULSKAA in NEPOČATYĚ et al. 1971)
Lepidokrokit	zusammen mit Fluorit, Kammquarz und Calcit
Lepidolith	laut CYBULSKAA (in NEPOČATYĚ et al. 1971) von Hämmerlein bekannt
Leukoxen*	akzessorisch in Schiefern, Skarnen und Amphiboliten (CYBULSKAA in NEPOČATYĚ et al. 1971)
Limonit	gelegentlich bei der Verwitterung von Pyrit, so z. B. von Gang "Kunnersbach" auf Fluorit
Löllingit*	eingesprengt im Skarn (MALYŠEV 1974); mit ged. Arsen vom Block 0985 (+120 m-Sohle), auch von "Kunnersbach"/+240 m-Sohle und "Schildbach"/+180 m-Sohle
Ludwigit	selten von Hämmerlein mit Magnetit-Martit, Aktinolith und Arsenopyrit
Magnetit*	massig oder eingesprengt im Skarn speziell des Hämmerlein- und Dreiberg-Lagers; bisweilen Kristalle (Oktaeder, Rhombendodekaeder) bis 2 cm Größe; teilweise martitisiert
Malachit	als Anflug auf Chalkopyrit, so von "Schildbach-Hangend Trum" (Strecke 1524, +240 m-Sohle)
Markasit	derbe Massen: "Luchsbach"/+210 m-Sohle (Strecke 1626) und "Reibach"/+180 m-Sohle (Strecke 707); verdrängt als "Leberkies" Argentopyrit
Mikroklin	gesteinsbildend in Granit und Muskovitgneis (WILDNER 1969 und NÜNDEL 1969)
Millerit	von der Luchsbach-Störung (Stollnsohle) mit ged. Arsen, Proustit und Stephanit (MALYŠEV & BÜDER in TOKAREV et al. 1975); auch von "Kunnersbach II"/+210 m-Sohle (Block 1331)
Molybdänit	zerstreut in "alten" Quarzgängen
Muskovit*	gesteinsbildend in Glimmerschiefern, Phylliten, Quarziten, Muskovitgneisen usw.
Nephelin	gesteinsbildend in Phonolithen (NÜNDEL 1969)
Nickelin	mit Siderit von der Luchsbach-Störung/Stollnsohle, Strecke 126 (MALYŠEV 1974)
Olivin	Einsprenglinge im Basalt (KOSTIN 1984)
Orthit	nachgewiesen im Muskovitgneis (CYBULSKAA in NEPOČATYĚ et al. 1971)
Orthoklas	gesteinsbildend in Granit und Muskovitgneis sowie aus Metasomatiten
Parankerit	Mischkristalle mit Dolomit, z. B. Gang "Schildbach"/+120 m-Sohle (Block 1006)
Pararammelsbergit	bekannt von der +180 m-Sohle
Pechblende*	wichtigstes Uranmineral, meist derb eingesprengte Massen, teilweise nierig-traubig und als Sphärolithe, Krusten bis 2 cm Stärke (MALYŠEV 1974)
Phenakit	Einzelfund vom Hauptstolln bei 2815 m (MALYŠEV 1974)
Phlogopit	im Skarn von Hämmerlein (CYBULSKAA in NEPOČATYĚ et al. 1971)
Piemontit	laut CYBULSKAA (in NEPOČATYĚ et al. 1971) von Hämmerlein bekannt

Plagioklas*	gesteinsbildend im Granit und Aplit (Albit-Oligoklas), Basalt und Kersantit, sonst meist als Albit
Polybasit	von Block 0985 (Sohle +120 m) in Kristallen bis 4 mm Größe
Prehnit	im Skarn von Hämmerlein (CYBULSKAA in NEPOČATYĚ et al. 1971)
Protolithionit	im Granit beobachtet (TOKAREV et al. 1975)
Proustit	selten von Hämmerlein (MALYŠEV 1974); mehrfach von Gang "Kunnersbach" und "Schildbach"; mit ged. Arsen von Strecke 922A bzw. Block 0985, +120 m-Sohle
Pyrargyrit	bis 5 mm große Kristalle mit Chalkopyrit auf Dolomit von Strecke 522, +300 m-Sohle; auch von "Schildbach"/+180 m-Sohle (Bl. 1333) und Bl. 0985, +120 m-Sohle
Pyrit*	derb eingesprengt, selten in kleinen Würfeln im Skarn; sonst erzmikroskopisch oder zerstreut im Gang; verzerrte Kristalle von Strecke 510, +300 m-Sohle
Pyroxen*	gesteinsbildend, Mischkristalle der Diopsid-Hedenbergit-Reihe, zumeist Diopsid-betont
Pyrrhotin*	derb im Skarn oder Glimmerschiefer (MALYŠEV 1974); selten in Gängen ("Reibach"/+120 m-Sohle)
Quarz*	gesteinsbildend in Schiefen, Muskovitgneisen und sauren Magmatiten; in vielen Gängen als Kammquarz; Amethyst von Gang "Reibach"/+120 m-Sohle; bipyramidal bis 1 cm Länge mit Fluorit und Baryt; mehrere cm große Kristalle aus Drusen im Skarn (z.B. Strecke 1555c, +240 m-Sohle)
Rammelsbergit	in feiner Verwachsung mit Pechblende und Coffinit von Hämmerlein (MALYŠEV 1974); gelegentlich kristalline Aggregate, so von Block 1333 (+180 m-Sohle)
Realgar	Einzelfund von Hämmerlein (MATUŠIN et al. 1988)
Rutil*	akzessorisch, z. B. in Phylliten und Glimmerschiefern (WILDNER 1969)
Safflorit	recht häufig von Tellerhäuser, z. B. Gang "Schildbach" (Block 1333/+180 m-Sohle)
Salit	gesteinsbildend, untergeordnet in Amphiboliten (CYBULSKAA 1972)
Sanidin	gesteinsbildend in Phonolithen (WILDNER 1969)
Scheelit*	vereinzelte mm-große Körner im Skarn von Hämmerlein (MALYŠEV & IVANOVA 1971), auch in Quarzgängen
Serendibit	eingewachsen in Muskovit aus Schiefen von Hämmerlein (MALYŠEV 1974)
Serizit*	gesteinsbildend in verschiedenen Schiefervarietäten, teilweise in hydrothermalen Gängen
Serpentin	gesteinsbildend in Lamprophyren (NÜNDEL 1969) und Skarnen (CYBULSKAA in NEPOČATYĚ et al. 1971)
Siderit	in vielen Gängen in Tellerhäuser, meist derb zusammen mit Co-Ni-Fe-Arseniden
Siderophyllit	aus Greisentrümmern (MATUŠIN et al. 1988)
Skapolith	verdrängt in Skarnen Amphibole (MALYŠEV & IVANOVA 1971)
Skutterudit	wichtigstes Mineral der Co-Ni-Erze, z. B. vom Gang "Kunnersbach"/+240 m-Sohle (Block 1716)
Smaltin	selten in Co-Ni-Erzen; Kristalle bis 1 mm aus der Hirtenberg-Störung (MALYŠEV 1974)
Specularit	sporadisch in kku-Gängen
Spessartin	im Granit (CYBULSKAA in NEPOČATYĚ et al. 1971)
Sphalerit*	eingesprengt oder derb im Skarn, besonders schön mit Calcit von Strecke 2-6a in Hämmerlein; in Gängen seltener, z. B. Strecke 522 und 106 ("Kunnersbach"), beide +300 m-Sohle; als Begleiter von Pechblende (MALYŠEV 1974) oder ged. Wismut (Strecke 924P, +120 m-Sohle)
Sphen	akzessorisch in Phonolithen und in Amphiboliten (MATUŠIN et al. 1988)
Stannin	im Skarn von Hämmerlein (CYBULSKAA 1972)
Stephanit	bekannt von der Luchsbach-Störung/Hämmerlein, Stollnsohle (MALYŠEV & BÜDER in TOKAREV et al. 1975); vom Gang "Schildbach"/+150 m-Sohle (Block 1146) bis 1 cm große Kristalle

Sympleksit	erwähnt von der +180 m-Sohle und bekannt von Gang "Kunnersbach" (+240 m-Sohle)
Talk	in silikatführendem Marmor von Hämmerlein (CYBULSKAA in NEPOČATYH et al. 1971)
Tetrahedrit	röntgenographisch nachgewiesen von Block 0985, +120 m-Sohle (pers. Mitteilung Dr. H. Zwahr)
Titan-Augit	gesteinsbildend in Phonolithen (WILDNER 1969)
Titanit*	akzessorisch in Schiefern, Amphiboliten und Phonolithen (WILDNER 1969); selten in Quarzgängen
Titan-Magnetit	in Amphiboliten (WILDNER 1969)
Topas*	im Granit (NÜNDEL 1969) und in Quarz-Kassiterit-Trümmern von Hämmerlein (MALYŠEV & IVANOVA 1971)
Tremolit*	gesteinsbildend in größeren Mengen in den Skarnen, wird von Aktinolith verdrängt
Turmalin	in Quarz-Kassiterit-Trümmern; bis 4 cm mächtige Trümmern im Schiefererzblock 7543 (Hämmerlein)
Uranopilit	Verwitterungsprodukt der Pechblende; bekannt von Tellerhäuser, +180 m-Sohle
Vesuvian	gesteinsbildend, strahlige Aggregate im Skarn von Hämmerlein (MALYŠEV & IVANOVA 1971)
Wismutocker	belegt von Gang Schildbach (Strecke 334, +180 m-Sohle)
Wollastonit	im Skarn von Hämmerlein (CYBULSKAA in NEPOČATYH et al. 1971) und aus dem Dreiberg-Lager (Feld-Strecke 9201, +120 m-Sohle)
Wolframit*	als Seltenheit in Quarzgängen
Xanthokon	zusammen mit Proustit von Block 0985, +120 m-Sohle (pers. Mitteilung Dr. H. Zwahr)
Zeolithe	Chabasit (?) als jüngste Bildung in Quarz-Kassiterit-Trümmern von Hämmerlein (MALYŠEV & IVANOVA 1971), auch in Phonolithen
Zirkon*	akzessorisch in Glimmerschiefern und Muskovitgneis (WILDNER 1969) sowie Granit (NÜNDEL 1969)
Zoisit*	gesteinsbildend, verdrängt wie Epidot verschiedene Glimmer (MALYŠEV & IVANOVA 1971)

* schon von HÖSEL (1967) genannt; hier auch die Mineralgruppe Karbonspat

Hinweise zum Fundort Pöhla aus Mineralzeitschriften wurden nicht berücksichtigt, wenn die Herkunft der Minerale aus dem Raum Hämmerlein-Tellerhäuser nicht nachvollziehbar war.

Anhang 5: Charakteristik der Blindschächte im Grubenfeld Tellerhäuser

	Blindschacht 1	Blindschacht 2
	6 300 m vom Stollnmundloch	5 500 m vom Stollnmundloch
Einfallen	Seiger	Seiger
Ausbruchprofil	24,11 m ²	24,11 m ²
lichtes Profil	20,59 m ²	20,59 m ²
Trümer	2 Fördertrümer	2 Fördertrümer
	2 Wettertrümer	2 Wettertrümer
	1 Notfahrtrum	1 Notfahrtrum
Ausbau	Bolzenschrot	Sparschrot
Teufe	510,1 m	500,7 m
Sohlen	+600 m +595,6 m	+593,0 m
	+480 m +476,5 m	-
	+460 m -	+463,5 m
	+360 m 361,5 m	-
	+300 m -	+298,1 m
	+240 m +235,2 m	+238,2 m
	+180 m +175,4 m	+178,4 m
	+120 m +115,4 m	+118,6 m
Sumpf	+85,5 m	+92,3 m
Fördermaschine	FM 3000	FM 3000

Anhang 6: Fotografien charakteristischer Belegstufen zu den Lagerstätten Hämmerlein und Tellerhäuser aus dem Bestand der Lagerstättensammlung der WISMUT GmbH



Abb. A6-1: Magnetit mit Marmorrelikten im Skarn von Hämmerlein; Bildbreite 25 cm



Abb. A6-2: Fluorit mit Quarz und Calcit aus dem Dreiberg-Lager/Tellerhäuser; Bildbreite 25 cm



Abb. A6-3: Kassiterit mit Quarz im Amphibolskarn aus dem Hämmerlein-Lager; Bildbreite 10 cm



Abb. A6-4: Kassiterit in Quarz-Feldspat-Trümmern (Hämmerleiner Schiefererz); Bildbreite 12 cm



Abb. A6-5: Sphalerit mit Calcit aus dem Skarnlager „Hämmerlein“; Bildbreite 30 cm



Abb. A6-6: Fluorit-Kammquarz-Gang aus der Lagerstätte Hämmerlein; Bildbreite 12 cm



Abb. A6-7: Pechblende mit Dolomit und rotem Hornstein vom Gang „Schildbach“/Tellerhäuser;
Bildbreite 30 cm



Abb. A6-8: Dolomit, pseudomorph nach Calcit, mit Chalkopyrit von „Schildbach“; Bildbreite 20cm



Abb. A6-9: Pechblende mit Fluorit (Stinkspat) und Chalkopyrit von „Kunnerbach“/Tellerhäuser; Bildbreite 10 cm



Abb. A6-10: Dendriten von gediegen Silber in gediegen Arsen aus der NW-Flanke Tellerhäuser; Bildbreite 20 cm



Abb. A6-11: Konzentrische Anreicherungen von gediegen Silber in gediegen Arsen vom gleichen Vorkommen; Bildbreite 14 cm



Abb. A6-12: Verwachsung von gediegen Wismut und Fluorit mit Quarz vom Gang „Kunnersbach“; Bildbreite 20 cm



Abb. A6-13: Calcit auf Ankerit aus dem Dreiberg-Lager; Bildbreite 10 cm



Abb. A6-14: Fluorit mit Quarz und etwas Pyrit und Baryt aus dem Gangsystem „Kunnersbach“; Bildbreite 14 cm



Abb. A6-15: Meißelförmige Barytkristalle auf Quarz vom Gang „Kunnersbach“; Bildbreite 30 cm



Abb. A6-16: Baryt mit säuligem Habitus auf Fluorit aus dem „Kunnersbach“-System; Bildbreite 40 cm

Buchbesprechungen

Matthias GEYER, Edgar NITSCH, Theo SIMON: Geologie von Baden-Württemberg.– 5. völlig neu bearbeitete Auflage, X+627 S., 185 teilw. farbige Abb., 4 Tab., E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller), Stuttgart 2011 ISBN 978-3-510-65267-9, Preis 68,00 €

Von 1964 bis 1991 erlebte die „Geologie von Baden-Württemberg“ von Otto F. Geyer und Manfred P. Gwinner bereits vier Auflagen. Ein Autorenteam unter der Redaktion von Matthias Geyer, Edgar Nitsch und Theo Simon gab sie 2011 in einer völlig neuen Bearbeitung heraus. Diese 5. Auflage schließt sich an eine Reihe von modernen Landesgeologien an, die in den letzten Jahren in bewährter Weise und Form bei der Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung (Nägele und Obermiller) in Stuttgart erschienen sind. Mit ihrem ähnlichen äußeren Erscheinungsbild stellen diese Bücher - nebeneinander ausgelegt - in jeder geowissenschaftlichen Buchhandlung einen Blickfang dar.

Die Neuauflage der Geologie von Baden-Württemberg knüpft einerseits bewusst in Aufbau und inhaltlicher Ausrichtung an Bewährtes aus den früheren Auflagen von O.F. Geyer und M.P. Gwinner an, denen die Fertigstellung einer von ihnen bereits geplanten Neuauflage nicht mehr vergönnt war. Andererseits werden der in den letzten fünf Jahren völlig neu geschriebene Text und die beinahe vollständig neu gestalteten oder neu ausgewählten Abbildungen dem rasanten Kenntnisfortschritt der letzten 20 Jahre gerecht.

Das Buch gliedert sich in fünf Kapitel. Einem sehr informativen Überblick zur Erforschungsgeschichte der Geologie von Südwestdeutschland im Abschnitt 1 folgt mit Kapitel 2 eine übersichtlich knapp gehaltene Darstellung über Naturräume und Geologie mit dem allgemeinen Bau und der erdgeschichtlichen Entwicklung. Den Hauptteil mit fast 400 Seiten nehmen mit Kapitel 3 die Darstellungen zum Grundgebirge (Proterozoikum bis Unterkarbon) in den einzelnen Einheiten sowie zu Oberkarbon und Perm, zur Trias und zum Jura in den jeweiligen Verbreitungsgebieten ein. Letztere erfahren entsprechend ihrer weiten Verbreitung eine umfangreichere Betrachtung. Das Unterkapitel Kreide bis Quartär befasst sich neben der Landschaftsgeschichte in der Region eingehender mit dem Oberrheingraben, den alpinen Molassebecken, den Meteoriteneinschlagstrukturen des Steinheimer Beckens und des Nördlinger Rieses, sowie mit dem Periglazial des Schwarzwaldes und der Schichtstufenlandschaft. Es folgt das Kapitel 4 zur Tektonik mit den Lagerungsverhältnissen, das dabei aber insbesondere auf die spätvariskische und jüngere Bruchtektonik fokussiert. Das Kapitel 5 nimmt zum Verhältnis von Geologie und Mensch Stellung, wobei der Mensch als geologischer Faktor betrachtet wird, aber auch die

Fragen der Angewandten Geologie wie Rohstoffgeologie, Hydrogeologie und Georisiken mit abgehandelt werden. Ein umfangreiches Literaturverzeichnis, das auch wichtige ältere Literatur berücksichtigt und das ebenfalls umfangliche Register runden das Buch ab.

In ihrem logischen Aufbau profitiert die „Geologie von Baden-Württemberg“ von den früheren Auflagen durch Geyer und Gwinner, doch vielleicht auch von den übrigen in der letzten Zeit erschienenen Landesgeologien. Etwas unhandlich und verwirrend gestaltet sich lediglich die nicht konsequente Durchnummerierung mit den teils längeren Textpassagen ohne Unternummerierung oder sogar ohne Unterüberschrift (Kap. 3.2, 3.3, 3.4 oder 3.5). Mehr noch als in der vorangegangenen Auflage erschweren sie dem unvoreingenommenen Leser die Orientierung in dem Werk. Einige nicht einheitliche Schreibweisen (z. B. Rotliegend - Rotliegendes) oder die Verwendung bzw. Nichtverwendung von Kursivschrift bei Schichten- oder Zonenbezeichnungen in Verbindung mit Fossilnamen (z.B. Anatinabank, Buchi-Dolomitmergel, Ancepsoolith oder Nodosus-Schichten, dagegen *Coe-nothyris*-Schill, *Girvanella*-Onkoide oder *spinatum*-Zone) sind für weitere Auflagen zu überdenken.

Der Nutzer des Buches wird Informationen darüber vermissen, welche Autorenschaften sich jeweils hinter welchem speziellen Kapitel verbergen. Da Hinweise zur prävariskischen Tektonik des Schwarzwaldes bereits dem Kapitel 3.1 Grundgebirge unter „Paläogeographische Entwicklung“ zu entnehmen sind, wäre im Kapitel 4 eine zusammenfassende Übersichtsdarstellung zu allen tektonischen Ereignissen wünschenswert gewesen. Dem Paläontologen sei fernerhin Skepsis gegenüber den zahlreichen Fossilfunden aus den Metamorphiten des Schwarzwaldes gestattet. Die publizierten Abbildungen überzeugen nicht immer.

Die Bebilderung erscheint relativ gleichmäßig über das Buch verteilt. Doch sind in manchen Kärtchen und Legenden die unterschiedlichen Grautöne schwer zu unterscheiden (z.B. Abb. 16). Vielfach fehlen die Legenden zu den verwendeten Signaturen teilweise oder gänzlich (Abb. 23, 32, 42, 43 und weitere). Das gilt auch für die teilweise farbigen Grafiken zur Erläuterung der paläogeographischen Verhältnisse in Kreide bis Quartär. Eine Vereinheitlichung in der Darstellungsweise wäre dem besseren Verständnis dienlich. Generell aber ist es dem Verlag zu danken, dass bei etwa vergleichbarem Preis zu den zuletzt erschienenen Landesgeologien wieder einige Farbabbildungen im Text möglich wurden.

Die 5. Auflage der „Geologie von Baden-Württemberg“ gibt einen aktuellen Überblick zum geologischen Aufbau dieses Bundeslandes. Es stellt ein unverzichtbares Kompendium für Geo- und Montanwissenschaftler, Geobüros oder für interessierte Laien dar,

die zu dieser Region moderne geologische Grundlagen für ihre Arbeiten oder Betätigungsfelder suchen.

Dr. Harald Walter

Andreas BÖRNER; Erhard BORNHÖFT; Friedrich HÄFNER; Nicola HUG-DIEGEL; Katrin KLEEBERG; Jörg MANDL; Angela NESTLER; Klaus POSCHLOD; Simone RÖHLING; Fred ROSENBERG; Ingo SCHÄFER; Klaus STEDINGK; Hubert THUM; Wolfgang WERNER & Elke WETZEL: Steine- und Erden-Rohstoffe in der Bundesrepublik Deutschland.– Geologisches Jahrbuch Sonderhefte, Reihe D, Heft 10, 356 Seiten, 212 farbige Abbildungen, 54 Tabellen, herausgegeben von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe Hannover und den Staatlichen Geologischen Diensten der BRD, in Kommission: E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller) Stuttgart 2012 ISBN 978-3-510-95995-2, Preis: 39.80 €

Mineralische und energetische Rohstoffe bilden eine Grundlage unserer Zivilisation und unseres Lebensstandards. Metallische und viele energetische Rohstoffe müssen nach Deutschland importiert werden. Im Gegensatz dazu werden fast alle der in Deutschland benötigten Steine- und Erden-Rohstoffe im eigenen Land gewonnen. Jeder Einwohner in Deutschland „verbraucht“ über 20 kg an Steine- und Erden-Rohstoffen an einem einzigen Tag. Dieses beeindruckend hohe Gewicht macht eine möglichst verbrauchernahe Produktion zwingend erforderlich. Eine besonders sorgfältige und vorausschauende Erkundung sowie eine effiziente Gewinnung und Nutzung sind deshalb unerlässlich. Die Gewinnung und Nutzung regionaler Rohstoffe verringert nicht nur energieaufwändige Transportwege, sie trägt auch zur Verminderung der Abhängigkeit von Rohstoffimporten bei. Deshalb ist ein verantwortungsbewusster und ressourcenschonender Umgang mit unseren Lagerstätten zwingend erforderlich. Die vorliegende Monographie wird durch fundierte Fachinformation einen wichtigen Beitrag dazu leisten.

In zehn einzelnen Fachkapiteln werden die folgenden Rohstoffe vorgestellt: 1. Kiese und Sande, 2. Tone und tonige Gesteine, 3. Hartgesteine (gebrochene Natursteine), 4. Naturwerksteine, 5. Karbonatgesteine, 6. Gips und Anhydritsteine, 7. Quarzrohstoffe und Industriesande, 8. Feldspatrohstoffe, 9. vulkanische Lockergesteine und 10. sonstige Rohstoffe. Unter sonstige Rohstoffe zählen Kieselgur/Kieselerde, Torf, Ölschiefer und Farberden. In den einzelnen Kapiteln zu diesen Rohstoffen stehen rohstoffgeologische Sachverhalte sowie die wirtschaftlichen Nutzungsmöglichkeiten im Vordergrund. Aber auch die Rohstoffeigen-

schaften, die Gewinnung und die Aufbereitung kommen nicht zu kurz. Hervorzuheben sind die umfassenden und sehr interessanten Ausführungen zum Recycling, zur Substitution oder zur Verfügbarkeit und Sicherung der Rohstoffe. Von Interesse ist auch ein eigenes Kapitel über die wirtschaftlichen- und rechtlichen Rahmenbedingungen bei der Rohstoffgewinnung. Neben Informationen zum Im- und Export in Nachbarländer und den Transportradien von Rohstoffen finden sich auch Informationen zur Kostenstruktur bei der Herstellung fertiger Produkte. Gesetzliche Grundlagen, Landesplanung, Raumordnung und die Folgenutzung von Gewinnungsflächen werden genauso behandelt wie die Perspektiven der Steine- und Erden-Industrie in der Zukunft. Auch der Aspekt von Nutzungskonflikten um die Landesfläche und die damit einhergehende Verringerung der Reserven der Rohstoffe wird angesprochen. Während ein kurzes Glossar am Ende des Buches den Laien anspricht ist die umfassende Auflistung der aktuellen Normen und Regelwerke für Fachleute sehr hilfreich.

Der Leser wird überrascht sein, wie vielseitig und vor allem allgegenwärtig der Steine- und Erden-Abbau in Deutschland noch heute ist und welche große wirtschaftliche Bedeutung dem Abbau immer noch zukommt. Dies ist vor allem vor dem Hintergrund des erheblichen Strukturwandels der letzten Jahre bis Jahrzehnte bemerkenswert. Den 15 Autoren aus den Geologischen Landesdiensten der Bundesländer ist es in Zusammenarbeit mit der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe gelungen, ein homogenes, sehr umfassendes und dazu äußerlich überaus ansprechendes Werk zu dieser Thematik zu erstellen. Leider fehlt eine Übersicht, welche Autoren an welchen Kapiteln beteiligt sind. Durchgängig farbige Fotos in professionellem Layout sind in das Buch integriert und sprechen den Leser an. Verständlich geschriebener aber informativer Text, ergänzt durch Karten, Grafiken und Tabellen, macht das Werk für die Hochschulen, die Rohstoffwirtschaft und die Nutzer hochwertiger Steine- und Erden-Produkte interessant. Hervorzuheben ist, dass das Buch vor allem auch für die breite Öffentlichkeit lesenswert ist. Kenntnis der umfassenden Problematik um Abbau, Gewinnung und Verfügbarkeit einem großen Interessentenkreis zu vermitteln, ist von großer Wichtigkeit und kann nicht hoch genug geschätzt werden.

Der Umfang des Werkes und vor allem auch die inhaltliche Qualität rechtfertigen den Preis vollkommen. Möge das Buch weite Verbreitung und der Inhalt viele interessierte Leser finden.

Dr. Manuel Lapp

Herausgeber:

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG)

Pillnitzer Platz 3, 01326 Dresden

Telefon: +49 351 2612-0

Telefax: +49 351 2612-1099

E-Mail: lfulg@smul.sachsen.de

www.smul.sachsen.de/lfulg

Sächsisches Oberbergamt

Kirchgasse 11, 09599 Freiberg

Telefon: +49 3731 372-0

Telefax: +49 3731 372-1179

E-Mail: Poststelle@obafg.smwa.sachsen.de

www.bergbehoerde.sachsen.de

Redaktion:

LfULG, Abteilung Geologie

Dr. Harald Walter, Astrid Engelhardt

Tel. +49 3731 294-170; -113

E-Mail: harald.walter@smul.sachsen.de, Astrid.Engelhardt@smul.sachsen.de

Redaktionsschluss:

28.09.2012

Titelfoto:

Honiggelber Baryt – mineralogisches Markenzeichen der Grube Pöhla (P. Großer)

Auflagenhöhe:

600 Exemplare

Druck:

Union Druckerei Dresden GmbH

Papier:

Gedruckt auf 100 % Recycling-Papier

ISBN:

978-3-9811421-4-3

Bezug:

Diese Druckschrift kann gegen eine Schutzgebühr von 15,00 Euro bezogen werden bei:

Zentraler Broschürenversand der Sächsischen Staatsregierung

Hammerweg 30, 01127 Dresden

Telefon: +49 351 2103-671

Telefax: +49 351 2103-681

E-Mail: publikationen@sachsen.de

www.publikationen.sachsen.de

Verteilerhinweis

Diese Informationsschrift wird von der Sächsischen Staatsregierung im Rahmen ihrer verfassungsmäßigen Verpflichtung zur Information der Öffentlichkeit herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von deren Kandidaten oder Helfern im Zeitraum von sechs Monaten vor einer Wahl zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für alle Wahlen.

Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist auch die Weitergabe an Dritte zur Verwendung bei der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die vorliegende Druckschrift nicht so verwendet werden, dass dies als Parteinarbeit des Herausgebers zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte.

Diese Beschränkungen gelten unabhängig vom Vertriebsweg, also unabhängig davon, auf welchem Wege und in welcher Anzahl diese Informationsschrift dem Empfänger zugegangen ist. Erlaubt ist jedoch den Parteien, diese Informationsschrift zur Unterrichtung ihrer Mitglieder zu verwenden.

Copyright

Diese Veröffentlichung ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte, auch die des Nachdruckes von Auszügen und der fotomechanischen Wiedergabe, sind dem Herausgeber vorbehalten.

**Herausgeber:**

Sächsisches Landesamt für Umwelt,
Landwirtschaft und Geologie (LfULG)
Pillnitzer Platz 3, 01326 Dresden
Telefon: +49 351 2612-0
Telefax: +49 351 2612-1099
E-Mail: lfulg@smul.sachsen.de
www.smul.sachsen.de/lfulg
Sächsisches Oberbergamt
Kirchgasse 11, 09599 Freiberg
Telefon: +49 3731 372-0
Telefax: +49 3731 372-1179
E-Mail: Poststelle@obafg.smwa.sachsen.de
www.bergbehoerde.sachsen.de

Redaktion:

LfULG, Abteilung Geologie
Dr. Harald Walter, Astrid Engelhardt

Redaktionsschluss:

29.09.2012

Titelfoto:

Honiggelber Baryt – mineralogisches Markenzeichen
der Grube Pöhl (P. Großer)

Auflagenhöhe:

600 Exemplare

Druck:

Union Druckerei Dresden GmbH
www.union-druck.de

Papier:

Gedruckt auf 100 % Recycling-Papier

ISBN:

978-3-9811421-4-3

Bezug:

Diese Druckschrift kann gegen eine Schutzgebühr
von 15,00 Euro bezogen werden bei:
Zentraler Broschürenversand
der Sächsischen Staatsregierung
Hammerweg 30, 01127 Dresden
Telefon: +49 351 2103-671
Telefax: +49 351 2103-681
E-Mail: publikationen@sachsen.de
www.publikationen.sachsen.de