



GANZ IN UNSEREM ELEMENT

# Bergbau- und Hüttenaltstandorte im Bundesland Salzburg

Gerhard Feitzinger  
Wilhelm Günther  
Angelika Brunner



25 Jahre  
Umwelt-  
schutz

  
*Land Salzburg*

*Für unsere Umwelt!*

# **Bergbau- und Hüttenaltstandorte im Bundesland Salzburg**

*Gerhard Feitzinger*

*Wilhelm Günther*

*Angelika Brunner*

Salzburg, 1998

## Impressum

Verleger: Land Salzburg vertreten durch die Abteilung 16 Umweltschutz

Herausgeber: Dr. Othmar Glaeser

Anschrift alle: Postfach 527, A-5010 Salzburg

Redaktion: Dr. Gerhard Feitzinger, St. Gilgen  
Dr. Wilhelm Günther, St. Jakob am Thurn  
Dr. Angelika Brunner (Amt der Salzburger Landesregierung, Abteilung 16)

Fotonachweis: G. Feitzinger, W. Günther, A. Brunner

Hersteller: Land Salzburg, Hausdruckerei, Postfach 527, 5010 Salzburg

## VORWORT

Im Land Salzburg gibt es eine sehr lange, oft Jahrhunderte zurückreichende Tradition des Bergbaues und der Gewinnung von Metallen. Diese Tätigkeiten haben in der Landschaft teilweise sehr deutliche Spuren meist in Form von Ablagerungen mit punktuell sehr hohen Schwermetallbelastungen hinterlassen, die uns heute noch betreffen können. Seit Beginn der Neunziger Jahre wurde nun eine systematische Erhebung dieser alten Bergbaustandorte und Hüttenanlagen durchgeführt, deren Ziel es war, die Umweltauswirkungen solcher Altstandorte zu erfassen.

Die Erhebung und vorallem die Bewertung solcher Altstandorte erforderte ein interdisziplinäres, vernetztes Arbeiten, da viele Fachrichtungen mitwirken müssen, um zu einem aussagekräftigen Bild vom heutigen Zustand und den Umweltauswirkungen zu bekommen. Unter der Federführung der Abteilung Umweltschutz wurde diese Arbeiten durch eine Gruppe von Experten wahrgenommen.

Die Aufgabe des Umweltschutzes ist es, Gefährdungen zu erkennen und beseitigen. Zwei der aufgefundenen Standorte wurden als Altlast ausgewiesen, wobei einer bereits aus Landesmitteln erfolgreich gesichert wurde (Rotgülden). Am Standort Mitterberghütten (ausgewiesene Altlast „Essenhalde Mitterberghütten“) ist die endgültige Sanierung, die an die bereits wirksame Sicherung anschließt, bereits in Planung und wird nächstes Jahr durchgeführt.

Die Daten über alle Standorte werden im SAGIS gespeichert und stehen als Unterstützung und Information der betroffenen Bürger und Gebietskörperschaften zur Verfügung.

Obwohl fast alle der untersuchten Anlagen schon lange nicht mehr betrieben werden, stellen uns die Rückstände - trotz unserer heutigen technischen und wirtschaftlichen Möglichkeiten - immer noch vor große Probleme. Die Schwermetallbelastungen und Landschaftsveränderungen haben sich keineswegs im Laufe der Zeit von selbst verringert! Hier zeigt sich besonders, wie notwendig vorbeugender Umweltschutz und eine auf Nachhaltigkeit ausgerichtete Wirtschaftsweise sind.



Dr. Othmar Raus  
Umwelt-Landesrat

# Inhaltsverzeichnis

Einleitung .....	9
Teil 1: Montangeologisch-mineralogische Grundlagen .....	11
und Standortcharakteristika.....	11
Einleitung.....	16
Werfener Schuppenzone (Oberostalpin) .....	16
Blei-Zink-Vererzungen .....	16
Koreinalpe bei St. Martin/Tg. ....	16
Scharlalpe bei Filzmoos .....	17
Grauwackenzone (Oberostalpin).....	19
Ganglagerstätten .....	19
Mühlbach/Hochkönig.....	19
Nordrevier-Mitterberg, Südrevier-Bischofshofen-St. Johann .....	19
Kupferhütte Mitterberghütten.....	23
Schwarzenbach bei Dienten .....	25
Larzenbach-Gielach-Igelsbach bei Hüttau .....	28
Hammergraben bei Filzmoos.....	29
Stratiforme Kieslagerstätten .....	31
Schwemmburg bei Radstadt, Hachau bei Filzmoos .....	31
Rettenbach bei Mittersill .....	34
Polymetallische Lagerstätten .....	36
Nöckelberg bei Leogang .....	36
Altkristallin (Mittelostalpin) .....	40
Zinkwand bei Weißpriach.....	40
Seekar bei Obertauern .....	44
Ramingstein .....	47
Tauernfenster.....	54
Strukturell kontrollierte Gold-Silber-Vererzungen .....	55
Radhausberg, Gasteiner Tal.....	55
Siglitz-Pochkar-Erzwies, Gasteiner Tal .....	60
Sonnblickgruppe, Rauriser Tal .....	74
Hüttenstandorte im Gasteiner und Rauriser Tal .....	85
Bemerkungen zur Metallurgie des 15./16. Jahrhunderts.....	85
Gasteiner Tal.....	87
Hinteres Angertal .....	87
Rauriser Tal .....	90
Vorsterbachtal.....	92
Lend im Pinzgau - Ehemalige Gold-Silberschmelzhütte, heute Aluminiumfabrik .....	93
Rotgülden .....	96

Stratiforme Kupfer-Schwefelkies-Vererzungen .....	100
Mühlbach-Wenns-Brenntal.....	100
Hüttschlag-Großarlal.....	101
Appendix 1 .....	110
Erläuterungen geologischer und bergmännischer Fachausdrücke.....	110
Appendix 2 .....	114
Tabelle der im Text angeführten Erzminerale, Sekundärbildungen, Gangarten und gesteinsbildenden Minerale .....	114
Literatur .....	118

## Teil 2:

Erzbergbau und Hüttenwesen im Bundesland Salzburg - Wirtschaftliche Bedeutung aus montanhistorischer Sicht .....	125
Vorbemerkung.....	126
Montanhistorische Übersicht der bedeutenden Erzbergbaue und Hüttenwerke im Bundesland Salzburg.....	128
Gold und Silber .....	128
Kupfer.....	129
Schwefelkies .....	129
Nickel und Kobalt.....	129
Arsen .....	130
Eisen .....	130
Blei und Zink.....	130
Mangan .....	131
Wolfram .....	131
Uran .....	131
Montangeschichte einiger spezieller, wirtschaftlich bedeutender Erzbergbaue und Hüttenbetriebe..	132
Zentralalpen und Hohe Tauern.....	132
Gold- und Silberbergbaue .....	132
Gold- und Silberbergbau, Rathausberg, Gastein .....	132
Gold- und Silberbergbau Siglitz-Pochkar-Erzwies im Naßfeld und Silberpfennig bei Gastein, Pongau .....	138
Hüttenwesen .....	139
Gold- und Silberbergbau Hoher Goldberg im Kolm-Saigurn bei Rauris, Pinzgau .....	141
Schmelzplätze im Gasteiner und Rauriser Tal im Pongau und Pinzgau .....	147
Gold- und Silberbergbau in Schellgaden bei St. Michael, Lungau .....	148
Arsenbergbau und Hütte Rotgülden bei Muhr, Lungau.....	150
Buntmetallbergbaue.....	152
Kupfer- und Schwefelbergbau und Hütte bei Mühlbach im Brenntal, Pinzgau .....	152

Kupfer- und Schwefelbergbau Untersulzbach bzw Hochfeld bei Neukirchen am Großvenediger, Pinzgau.....	152
Zentralalpen und Altkristallin.....	156
Silber-Nickel-Kobalt-Arsen-Wismut-Bergbau Zinkwand-Vöttern, Lungau.....	156
Silber-Kupfer-Bergbau Seekar am Obertauern, Pongau.....	159
Silber- und Bleibergbau und Hütte in Ramingstein, Lungau.....	161
Eisenbergbau und Hochofenwerk in Bundschuh im Thomatal, Lungau.....	162
Grauwackenzone.....	163
Buntmetallbergbaue.....	163
Kupferbergbau Mühlbach am Hochkönig und Kupferhütte in Außerfelden bzw Mitterberghütten, Pongau.....	163
Hüttenwesen.....	165
Kupfer-, Silber-, Blei-, Quecksilber-, Kobalt- und Nickelbergbau und Schmelzhütte Schwarzleo, Pinzgau.....	168
Kobalt- und Nickelbergbau in Nöckelberg und Schmelzhütte in Sonnrain bei Leogang, Pinzgau.....	168
Kupferbergbau Larzenbach, Gielach und Igelsbach bei Hüttau, Pongau.....	169
Schwefel- und Kupferbergbau Schwarzenbach bei Dienten am Hochkönig, Pinzgau.....	170
Schwefel- und Kupferbergbau und Schmelzhütte in Hüttschlag im Großarlal, Pongau.....	170
Hüttenwesen.....	171
Schwefel- und Kupferbergbau Rettenbach bei Mittersill, Pinzgau.....	173
Eisenbergbaue.....	174
Eisenbergbaue und Schmelzhütte Flachau, Pongau.....	174
Eisenbergbaue und Hochofen in Dienten am Hochkönig, Pinzgau.....	175
Uranbergbau.....	176
Uranbergbau bei Forstau, Pongau.....	176
Kalkalpen.....	177
Eisenbergbaue und Hochofen in der Bleintau bei Werfen, Eisenwerk Sulzau in der Tenneck.....	177
Manganbergbaue und Schurfbaue in Grödig bei St. Leonhard, Scheffau und Abtenau und Hochkranz bei Lofer, Flachgau, Tennengau, Pinzgau.....	179
Bauxitbergbau bei Glanegg und Großgmain.....	179
Literaturverzeichnis.....	180
Teil 3:	
Bergbau- und Hüttenaltstandorte aus Sicht des Umweltschutzes.....	182
Umwelttechnische Bearbeitung der Bergbau- und Hüttenaltstandorte im Bundesland Salzburg.....	183
Arbeitsmethoden.....	183
Beurteilung von Bergbaualtstandorten aus der Sicht des Umweltschutzes.....	183
Ausgewählte Ergebnisse.....	191
Essenhalde Mitterberghütten.....	191

Standort Naßfeld bei Böckstein, Gasteinertal; ehemalige Golderz-Aufbereitung.....	201
Rotgülden .....	206
Standort Seekar in Obertauern am Radstädter Tauern, ehemaliger Kupfer- und Silberbergbau Seekar .....	209
Information von Standortgemeinden.....	211
Zusammenfassung .....	212
Literaturverzeichnis .....	213

Anhang 1

Anhang 2 - Gemeindeinformation

## Einleitung

Beginnend mit dem Jahr 1988 wurde im Bundesland Salzburg in Anlehnung an die Empfehlungen der Österreichischen Bodenkundlichen Gesellschaft eine Bodenzustandsinventur (BZI) durch die Abteilung 4 des Amtes der Salzburger Landesregierung durchgeführt. Dabei wurde über das gesamte Bundesland nach einem Rastersystem (4 x 4 km) ein Netz an Probenpunkten gezogen und an diesen Punkten Bodenproben aus verschiedenen Bodenhorizonten gezogen und analysiert. Insgesamt wurden, wobei zusätzliche Verdichtungspunkte schon berücksichtigt sind, 462 Probeflächen analysiert, die im einzelnen ausführlich dokumentiert und beschrieben wurden, sodass neben den Analyseergebnissen auch Daten über Bodennutzung, Bewirtschaftung sowie Standortverhältnisse vorhanden sind. Neben den wesentlichen Bodenkennwerten wurden auch relevante Schwermetallkonzentrationen ermittelt. Diese Schwermetalle wurden als Gesamtgehalt aus einem vollständigen Aufschluß gewonnen (Amt der Salzburger Landesregierung, G. Juritsch und L. Wiener, Salzburger Bodenzustandsinventur, Salzburg, 1993).

Dabei wurden im Bezirk Lungau an zwei Bodenpunkten, einem Waldstandort und einem intensiv genutzten Grünland, deutlich erhöhte Schwermetallgehalte gefunden. Diese traten sowohl bei der Bestimmung der Gesamtgehalte als auch in einem speziellen Bariumchlorid-Auszug, mit dem die löslichen Anteile bestimmt werden, auf und konnten aufgrund der stark erhöhten Werte nur dahingehend interpretiert werden, dass es dafür antropogene Verursacher geben müsse. Nach Vorliegen dieser Untersuchungen und noch vor Veröffentlichung der Bodenzustandsinventur wurde seitens des geologischen Dienstes, der bereits Fachleute von der Universität Salzburg beizog, eine Beurteilung vorgenommen. Als Ergebnis dieser Beurteilung läßt sich kurz zusammenfassen, dass für BZI-Punkte in Kuchl, Schwarzerberg, Ramingstein, Murtal-Katschbergtunnel, Lanschfeldtal, Kleinarl-Wagrain und Lend die erhöhten Schwermetallkonzentrationen auf geogen bedingte Schwermetallgehalte im Ausgangsgestein bzw auch auf Bergbautätigkeit zurückgeführt werden können. Daraus ergab sich ein erweiterter Erhebungsbedarf, da in jedem dieser Fälle vorrangig festgestellt werden sollte, ob aufgrund der vorgefundenen Schwermetallgehalte, möglicher Austragspfade sowie der Art der derzeitigen Nutzung eine konkrete Gefährdung besonders für die Bewohner zu befürchten ist.

Als Beispiel ist anzuführen, dass in einem Waldboden Werte bis zu 6.000 mg/kg an Blei sowie 22 mg/kg an Kadmium im Gesamtgehalt gefunden wurden. Nach dem damaligen Kenntnisstand übertrafen diese Werte bei weitem jene Hintergrundwerte, die gemäß den Literaturangaben als für eine multifunktionale (also keinen Einschränkungen unterliegende) Nutzung als unbedenklich anzusehen sind. Entsprechend den Ergebnissen der Bodenzustandsinventur wiesen auch die Arsengehalte an diesem Waldbodenstandort sehr hohe Werte auf, die bei üblicherweise untersuchten Probenpunkten dieser Nutzungsart nicht gefunden werden konnten. Es wurde eine Übereinkunft getroffen, eine amtsinterne Arbeitsgruppe einzurichten, in der sämtliche möglicherweise beteiligten Fachbereiche unter Führung der Abteilung Umweltschutz eine koordinierte Erfassung und Bewertung von solchen Standorten durchführen sollten. Es zeichnete sich rasch ab, dass aufbauend auf den „Zufallstreffern“ der Bodenzustandsinventur nur eine Erfassung der möglichen früheren Bergbaureviere und -standorte durch eine systematische Erhebung zielführend ist.

Weiters legte 1991 B. Böchzelt, Student an der Karl-Franzens-Universität in Graz, eine Diplomarbeit vor, in dem er seine Arbeiten und Erhebungen im Bereich einer ehemaligen Verhüttungsanlage in Rotgülden beschreibt. Er hatte eine alte Ablagerung in Form einer Halde aufgefunden, in der er tiefenabhängig Arsenkonzentrationen bis zu 100 Gramm pro Kilogramm Ablagerungsmaterial bestimmen konnte. Diese Werte lagen um ein Zweitausendfaches über jenen Werten, die damals als Richtwert für die Unterscheidung zwischen gefährlichen und ungefährlichen Konzentrationen der Substanz „Arsen“ angesehen wurden. Die von Böchzelt erhobenen Daten wiesen wiederum darauf hin, dass die Rückstände ehemaliger Berg- und

Hüttentätigkeiten dringend einer Begutachtung im Lichte unserer heutigen Erkenntnisse und auch im Hinblick auf unsere heutigen Ansprüche an die Landschaft und an nutzbare Flächen bedurften.

Die vorliegenden Berichte fassen nun jene Ergebnisse zusammen, die besonders in den Jahren 1993 bis 1998 durch das Land Salzburg als Zusammenarbeit der fachlich zuständigen Abteilungen des Amtes der Landesregierung und externen Bearbeitern erhalten wurden. Es sollen einerseits die Methoden vorgestellt und andererseits eine kurze Zusammenfassung der Ergebnisse samt Beispielen gegeben werden.

**Teil 1 „Montangeologisch-mineralogische Grundlagen und Standortcharakteristika“ von Dr. Gerhard Feitzinger** beschreibt die Ergebnisse der Erhebungen an zahlreichen Bunt- und Edelmetall-Lagerstätten, die zwischen 1993 und 1997 im Auftrag der Abteilung 16 mit dem Ziel der Erfassung altlastenrelevanter Standorte durchgeführt wurden.

**Teil 2 „Erzbergbau und Hüttenwesen im Bundesland Salzburg - Wirtschaftliche Bedeutung aus montanhistorischer Sicht“ von Dr. Wilhelm Günther** bietet eine montanhistorische Übersicht über die vielfältigen bergbaulichen Aktivitäten insbesondere der Vergangenheit und zeigen den Verlauf der Tätigkeiten über einen oft Jahrhunderte dauernden Zeitraum.

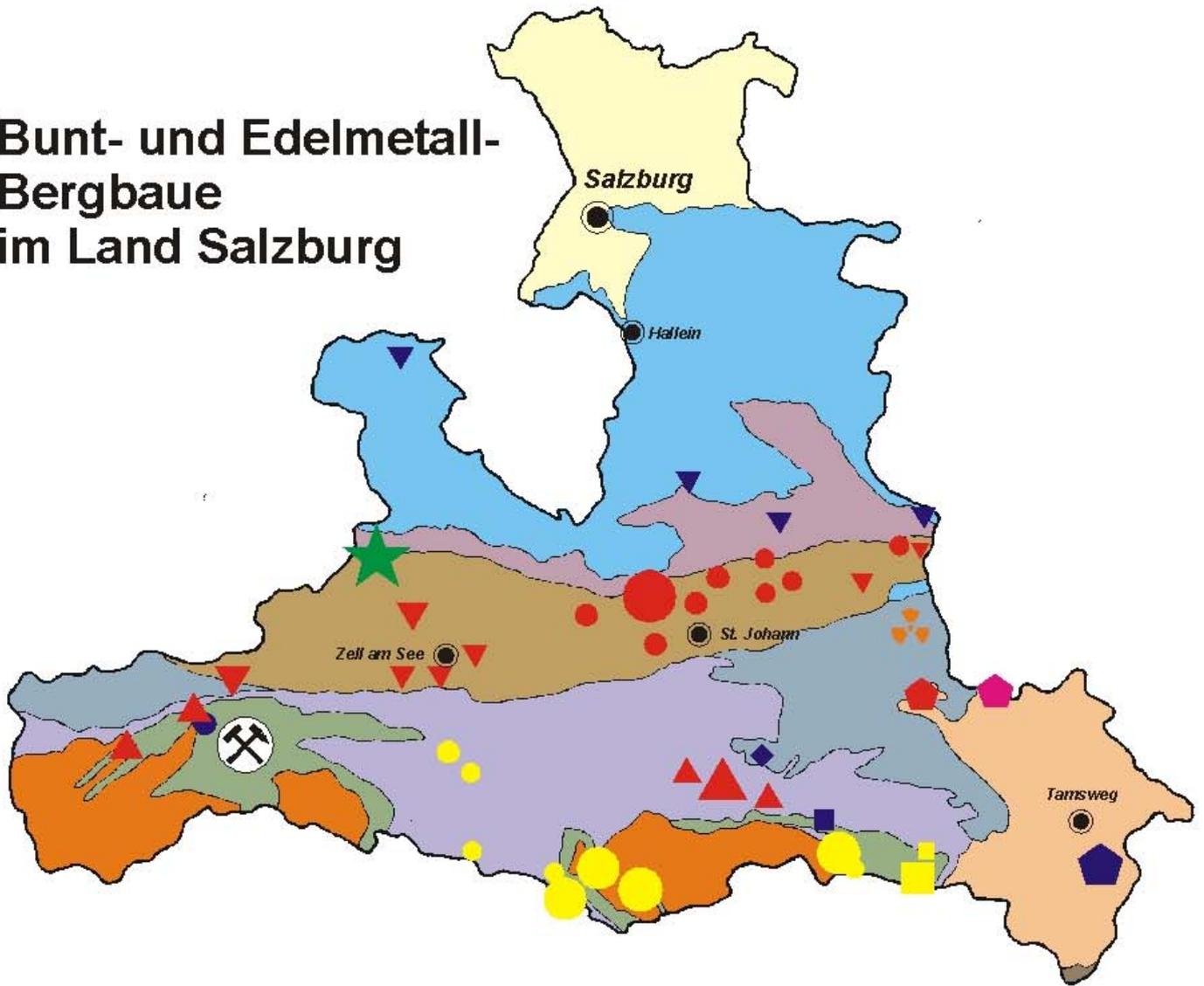
**Teil 3 „Bergbau- und Hüttenaltstandorte aus Sicht des Umweltschutzes“ von Dr. Angelika Brunner** faßt die Ergebnisse und Erkenntnisse aus Sicht des Umweltschutzes, also der für die Erhebung und Bewertung von Altlasten zuständigen Fachdienststelle des Landes, zusammen. An besonders markanten Beispielen wird gezeigt, welche Probleme auch solche „alten“ Ablagerungen und Standorte im Lichte der heutigen Maßstäbe darstellen können.

# **Bergbau- und Hüttenaltstandorte im Bundesland Salzburg**

**Teil 1:  
Montageologisch-mineralogische Grundlagen  
und Standortcharakteristika**

*Gerhard Feitzinger*

# Bunt- und Edelmetall-Bergbaue im Land Salzburg



Alluvionen, Helvetikum, Flysch

## Oberostalpin

Nördliche Kalkalpen ▼ Blei, Zink

Werfener Schuppenzone ▼ Blei, Zink

Grauwackenzone ● Kupfer (Typus Mitterberg)

▼ Kupfer, Schwefelkies (Blei, Zink)

★ Kupfer, Blei, Silber, Quecksilber, Nickel, Kobalt (Typus Leogang)

Gurktaler Paläozoikum

## Mittelostalpin

◆ Blei, Silber

◆ Nickel, Kobalt (Kupfer, Silber)

◆ Kupfer, Silber

## Unterostalpin

■ Radstädter Mesozoikum  
Quarzphyllit

◆ Blei, Zink

▲ Uran

▼ Kupfer, Schwefelkies

## Penninikum

■ Permomesozoische  
Formationen

▲ Kupfer, Schwefelkies  
(Alpine Kieslager)

● Gold, Silber, Blei, Arsen  
(Tauerngoldgang-Typus)

■ Präpermische  
Formationen

⚒ Wolfram-Bergbau Felbertal  
(in Betrieb)

▲ Kupfer, Schwefelkies  
(Alpine Kieslager)

● Blei, Zink, Flußspat

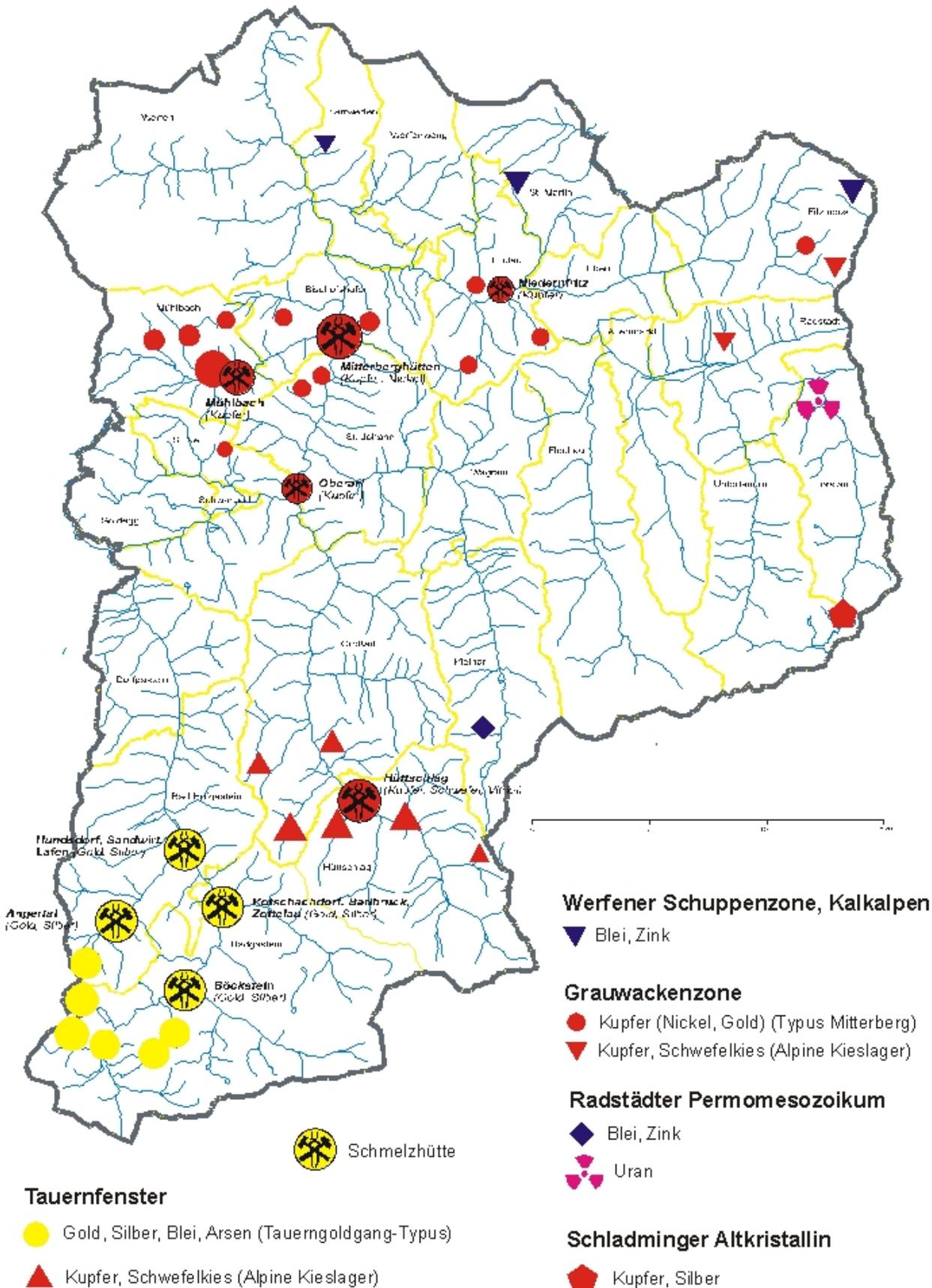
◆ Blei, Zink, Silber

■ Gold, Silber, Blei  
(Schellgaden-Typus)

■ Zentralgneis-Kerne

● Gold, Silber, Blei, Arsen  
(Tauerngoldgang-Typus)

# Bergbau- und Hütten-Altstandorte im Pongau



# Bergbau- und Hütten-Altstandorte im Pinzgau

## Kalkalpen

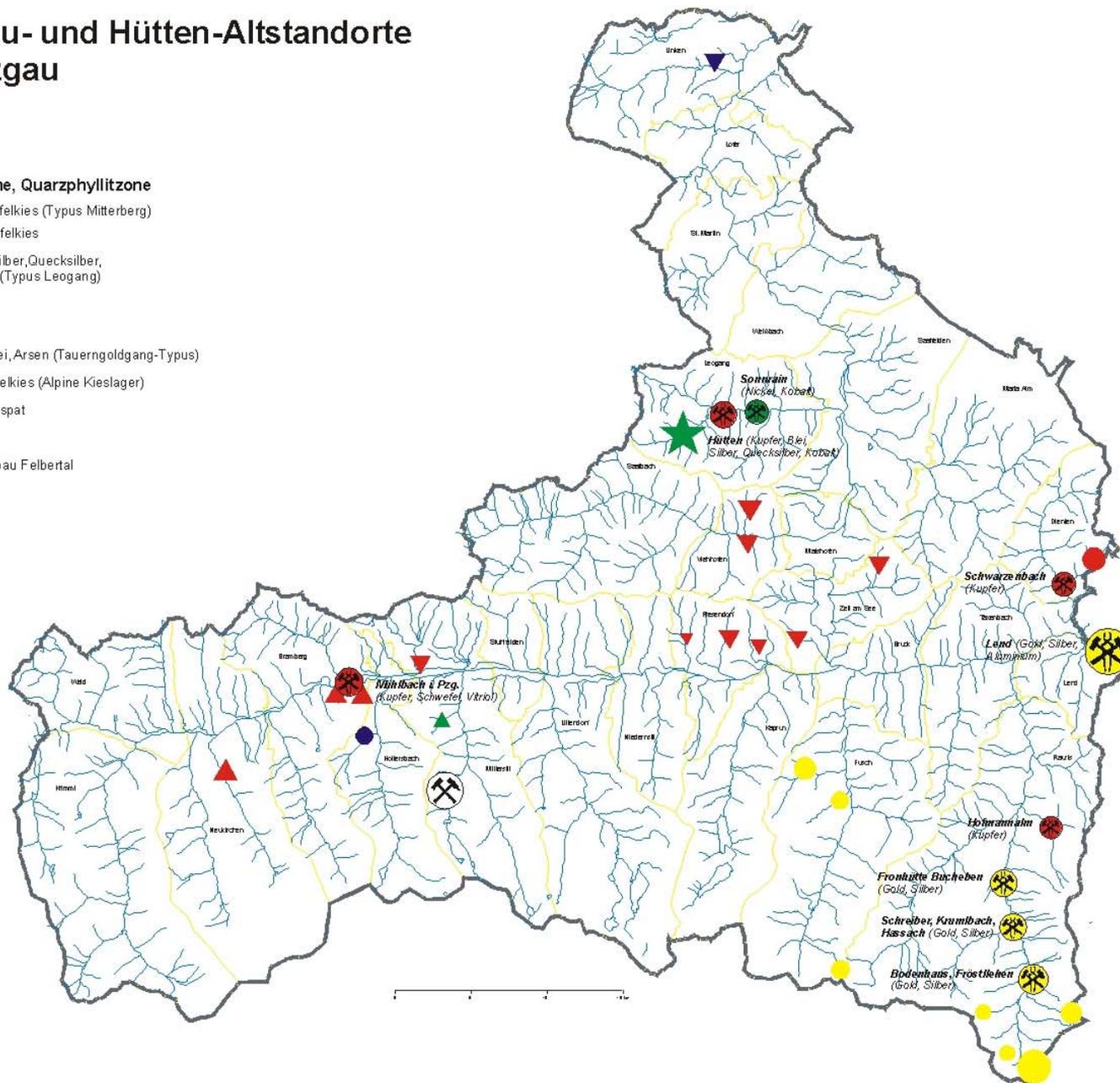
- ▼ Blei, Zink

## Grauwackenzone, Quarzphyllitzone

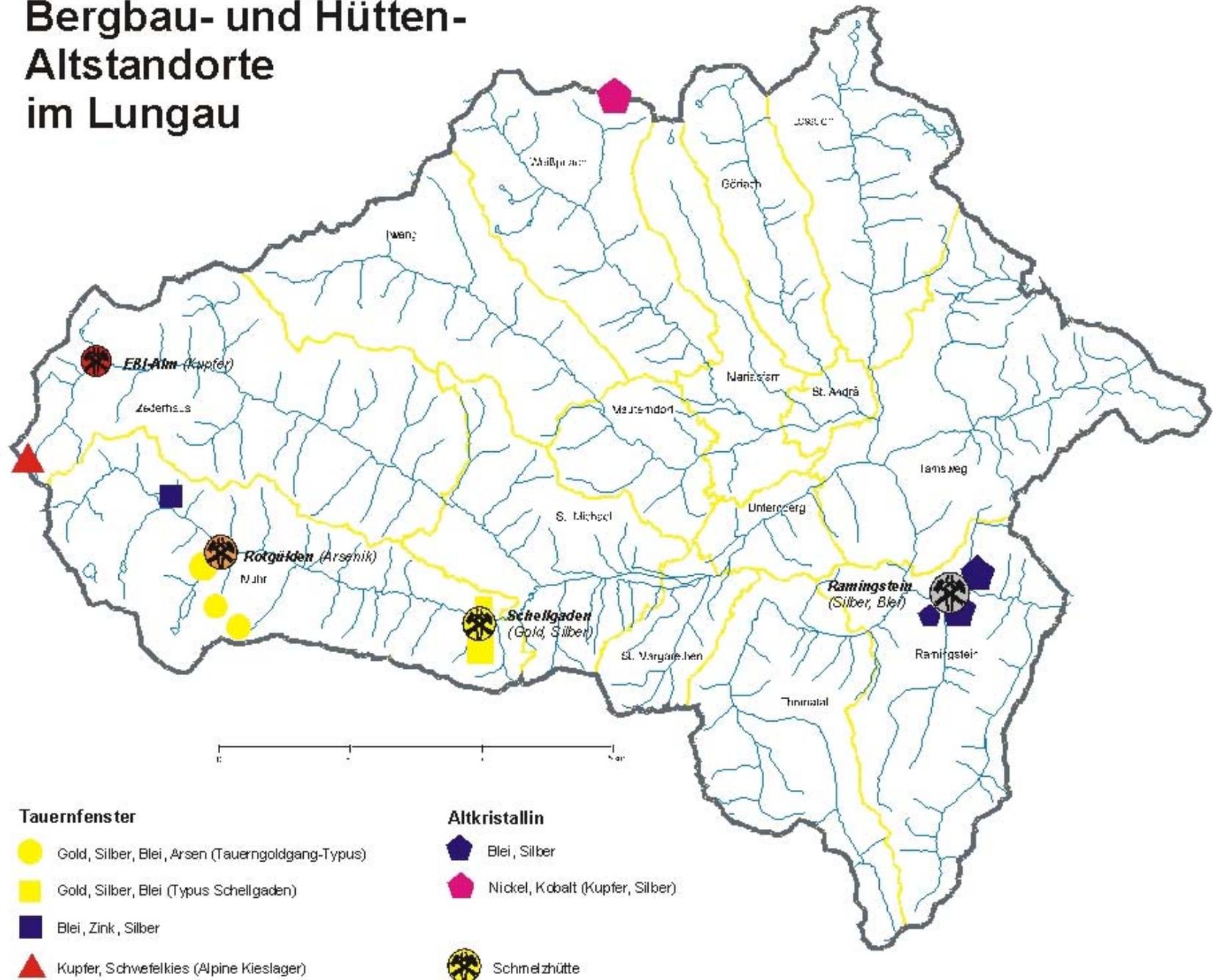
- Kupfer, Schwefelkies (Typus Mitterberg)
- ▼ Kupfer, Schwefelkies
- ★ Kupfer, Blei, Silber, Quecksilber, Nickel, Kobalt (Typus Leogang)

## Tauernfenster

- Gold, Silber, Blei, Arsen (Tauerngoldgang-Typus)
- ▲ Kupfer, Schwefelkies (Alpine Kieselager)
- Blei, Zink, Flußspat
- ▲ Nickel
- ⚒️ Wolfram-Bergbau Felbertal (in Betrieb)
- ⚒️ Schmelzhütte



# Bergbau- und Hütten- Altstandorte im Lungau



## Einleitung

Im Rahmen der Erhebung altlastenverdächtiger historischer Bergbau- und Hüttenstandorte wurden zahlreiche Bunt- und Edelmetall-Lagerstätten untersucht. Kleinere Blei-Zink-Vorkommen in den Nördlichen Kalkalpen, Eisen-, Mangan- und Nichtmetall-Lagerstätten wurden nicht miteinbezogen. Die untersuchten Standorte sind nach geologischen Groseinheiten gegliedert (Klammerausdrücke beziehen sich auf die tektonische Position innerhalb der Ostalpen):

- Werfener Schuppenzone (Oberostalpin)
- Grauwackenzone (Oberostalpin; incl. Grenzbereich des unterostalpinen Quarzphyllites)
- Altkristallin (Mittelostalpin)
- Tauernfenster (Penninikum)

### Werfener Schuppenzone (Oberostalpin)

Die Werfener Schuppenzone bildet eine relativ schmale, infolge der alpidischen Deckenüberschiebung tektonisch stark beanspruchte Einheit an der Basis der Nördlichen Kalkalpen und ist z.T. mit Gesteinen der Grauwackenzone intensiv verschuppt. Im Abschnitt zwischen den Massiven des Hochkönigs und Dachsteins erreicht sie ihre größte Breite von etwa 8 km. Folgende, zumeist kleine, infolge der tektonischen Überprägung absätzig und nach heutigen Gesichtspunkten vollkommen unbauwürdige Erzlagerstätten sind bekannt:

1. An Karbonatgesteine der mittleren Trias gebundene Pb-Zn-Vererzungen in der Umgebung von St. Martin und Filzmoos.
2. Karbonatisch-oxidische Eisenvererzungen im Raum Werfen waren bis in 60er Jahre Grundlage eines bedeutenden Montanwesens.

Blei-Zink-Vererzungen

*Koreinalpe bei St. Martin/Tg.*

### **Montangeologischer Überblick**

Das von 1750 bis 1775 abgebaute Zn-Pb-Vorkommen liegt im Bereich der Koreinhöhe westlich von St. Martin/Tennengebirge. Es treten hier vorwiegend Gesteine der unteren und mittleren Trias auf, und zwar (vom stratigraphisch Liegenden zum Hangenden) Haselgebirge, grüne und rötlichviolette Werfener Tonschiefer, Rauhwacken, Gutensteiner Kalk sowie Ramsaukalk und -dolomit.

### **Vererzung**

Im Lagerstättenbereich dominieren Werfener Schiefer; infolge tektonischer Wiederholung wird eine übergroße Mächtigkeit vorgetäuscht. Daneben treten Gutensteiner Kalke und Ramsaudolomite in Erscheinung; letztere erreichen im Bergbauterrain eine Mächtigkeit von ca. 70 m und beherbergen die Zn-Pb-(Cu-)Vererzung. Aufgrund der bergbaulichen Aufschlüsse kann eine maximale Teufenerstreckung der Lagerstätte von etwa 60 m angenommen werden, die vermutlich größtenteils abgebaut wurde. Nach der Anordnung der Einbaue und Halden zu schließen, dürfte es sich um eine vorwiegend struktur- und fazieskontrollierte, diskordant zum sedimentären Gefüge der Karbonatgesteine ausgebildete Vererzung handeln, die an Klüfte und Scher- bzw. Ruschelzonen gebunden und nur von geringer horizontaler Ausdehnung ist.

Zwei Vererzungsphasen können unterschieden werden. Zunächst eine ältere Pyritmineralisation sowie eine epigenetische, bei vermutlich niedrigen Temperaturen gebildete Zn-Pb-(Cu-)Vererzung.

Der Ramsaudolomit weist im unmittelbaren Lagerstättenbereich eine Pyritimpregnation mit 1-5 mm großen Kristallen auf. Limoniterzhaufen stammen wahrscheinlich aus einem lokal entwickelten Eisernen Hut (Oxidationszone). Haupt-Primärerze des einstigen Bergbaues waren Zinkblende und

Bleiglanz, die heute nicht mehr vorzufinden sind. Offenbar wurde die primäre Sulfidparagenese durch Atmosphärien größtenteils oxidiert, die Lösungen wurden ins Nebengestein mobilisiert und setzten sich vornehmlich auf Klüften und Zerrüttungszonen ab. An Sekundärbildungen sind zu erwähnen: Smithsonit, Hydrozinkit, Hemimorphit, Wulfenit, Azurit, Malachit, Aurichalcit, Brochantit, Chrysokoll und Limonit.

### ***Standortcharakteristika***

Bergbauspuren findet man auf der Nord- und Südseite des Rückens 600-700 m westlich des Koreingipfels, in 1750-1830 m Seehöhe.

Auf der Nordseite befinden sich 400 m südöstlich der Koreinalm eine Tagschurf -Pinge und oberhalb davon ein Schurfstollen am Fuße eines Wandls. Der SW-gerichtete Stollen ist auf die gesamte Länge von ca. 35 m befahrbar und hat zusätzlich eine 25 m lange SE-Strecke.

300 m südlich der Alm sind die Einbaue in vier Etagen übereinander angelegt, die unterste in Form eines 9 m langen, befahrbaren Schurfbauens. Im latschenbewachsenen Gelände heben sich mehrere, nur spärlich vegetationsbedeckte Haldenkomplexe von der Umgebung ab. Das Material zeigt grusig verwitterten Ramsaudolomit, jedoch kaum nennenswerte Erze. Auf dem flachen westschauenden Rücken (1820-1830 m) sind mehrere kleineren Halden, Erzurücklässe und Scheideplätze wahrnehmbar. Hpts. findet man Limonit und Galmei (Sammelbegriff für sekundäre Zinkerze, in erster Linie Zinkspat) vor, letzterer in Form bräunlich-gelber, poröser bis brecciöser Stücke, die sich durch eine höhere Dichte auszeichnen als der unvererzte Dolomit.

Auf der Südseite, knapp unterhalb des Rückens, dürfte man einen Tagschurf und einen Grubenbau betrieben haben (1790 m). Ebenfalls etagenartig angeordnete Halden weisen deutliche Erzurücklässe auf, vielfach in grusig verwitterter Dolomitmatrix.

Die Gesamtkubatur der Halden dürfte 2.000-4.000 m<sup>3</sup> nicht übersteigen. Vermutlich insbesondere höhere Zn-Gehalte im Boden hielten die Vegetationsentwicklung im Umfeld der Halden hintan. Das Gebiet wird als extensive Almweide, vor allem als Schafweide, genutzt.

### ***Scharlalpe bei Filzmoos***

#### ***Montangeologischer Überblick***

Das Zn-Pb-Vorkommen Scharlalpe liegt in der sogen. Raucheckschuppe, deren tektonische Grenze zur Grauwackenzone unmittelbar nördlich von Filzmoos verläuft.

Die bewaldeten Rücken und Almmatten zwischen oberem Hammergraben und Scharlalpe werden vorwiegend von flach nordfallenden roten und grünen Werfener Tonschiefern und Quarziten (untere Trias) aufgebaut; stellenweise treten Rauhwacke und Gutensteiner Kalk der mittleren Trias auf. Die lithologischen Verhältnisse haben eine felsarme Morphologie zur Folge, die jener der Grauwackenzone sehr ähnlich ist.

Im Gegensatz dazu werden die markanten Felsformationen, die das Gebiet der Scharlalpe gegen Norden und Westen umrahmen, zur Hauptsache von Dolomiten und Kalken aufgebaut. Das Raucheck, an dessen SW-Fuß sich die Einbaue und Tagschürfe befinden, besteht aus teils massigem, teils gebanktem mitteltriadischem Ramsaudolomit. Am gegenüber liegenden Rötelstein (Rettenstein) ist eine mehrfach wiederkehrende, annähernd horizontal gelagerte Abfolge von der unteren Trias bis zum obersten Jura aufgeschlossen, die von oberjurassischem Plassenkalk des Gipfelaufbaues dominiert wird.

Größere Flächen im Gebiet der Scharlalpe und weiter östlich sind von Moränen bedeckt.

#### ***Vererzung***

Die eher unbedeutende Zn-Pb-Mineralisation ist an den mitteltriadischen Ramsaudolomit der Raucheckschuppe gebunden. Das Karbonatgestein ist im Lagerstättenbereich undeutlich gebankt bis massig, weist mittelsteiles NW-Einfallen auf und ist z. T. intensiv tektonisiert. Dies äußert sich an einer Vielzahl verschieden orientierter Klufscharen, Harnischflächen, Zerrüttungs- und Mylonitzonen. Es

dominieren N- und NE-streichende, mittelsteil bis steil einfallende Kluft- und Harnischflächen. Auf etlichen Harnischen deutet eine mittelsteil SE- bis S-eintauchende Striemung den Bewegungssinn an. Dem Verlauf der alten, handgeschrämten Stollen nach dürfte die Mineralisation entlang von Klüften und intensiv brecciierten bzw. zerscherten Gesteinspartien, vermutlich taschen- und nestförmig aufgetreten sein. Erzanbrüche sind in den noch befahrbaren, im Dolomit recht standfesten Einbauen überhaupt nicht zu sehen. Lediglich Nester aus grobspätigem, weißem bis fleischfarbenen Baryt sind neben einem Mundloch noch anstehend vorzufinden. GÜNTHER (1977) ermittelte die Paragenese vorwiegend anhand von Material, das er aus einem großen Block auf einer Schutthalde bergen konnte. Er nennt derben, grobkristallinen Bleiglanz in Putzen, auch Spaltrisse des Dolomits verheilend; ferner Bournonit-Einschlüsse im Bleiglanz sowie Bindheimit auf Kluftflächen in hauchdünnen gelblichen Überzügen, als Verwitterungsprodukt von Bournonit. Cerussit ist röntgenographisch nachgewiesen. Bei den Zinkerzen überwiegt Smithsonit, der porös, weißlich bis hellgelb, auch pulvrig in bis kopfgroßen Stücken auf den Schutthalden vorkommt. Er enthält Putzen von Bleiglanz. Hemimorphit ist selten auf größeren Kluftflächen im Dolomit anzutreffen und bildet gelbliche Kristallaggrate von 1-5 mm Größe.

### **Standortcharakteristika**

Das Bergbaugelände liegt 5 km nordöstlich Filzmoos, und zwar 700 bis 1.000 m NNW der Scharlalm (Schaidlalm) am Fuß bzw. im tieferen Abschnitt der steil abfallenden west- bis südwestexponierten Wände des Rauchecks (1650-1785 m).

Der südlichste Einbau (1650 m) in Form einer kleinen Kaverne liegt am Fuß eines markanten Felsvorsprungs zwischen zwei ausgedehnten Schuttfächern. Der hier weitgehend massige Ramsdaudolomit wurde auf 2-3 m Breite und Höhe etwa 3 m tief ausgehöhlt; davor liegen m<sup>3</sup>-große Blöcke und Platten. Charakteristisch sind zahlreiche, teils gestriemte Harnischflächen auf der glatten Felsoberfläche im Bereich des Schurfes. Unmittelbar rechts davon ist eine max. m-mächtige Zerrüttungszone 1,5 m tief ausgeräumt, welche von steil NW- bis N-einfallenden Kluftflächen bzw. Scherbahnen im Liegenden und Hangenden begrenzt wird. Außer unbedeutenden weißlichen bis beigen Galmeikrusten auf Klüften und am Blockwerk sind keine Erze mehr wahrzunehmen.

Auf die Hauptbaue stößt man 150 m weiter nordnordwestlich, nach Querung einer markanten, schutterfüllten Rinne. Drei befahrbare Stollen liegen auf Seehöhe 1705, 1715 und 1725 m. Der höchste offene Einbau ist etwa 60 m weiter oben in der Felswand angesetzt. Dem Profil und den Schrämspuren nach sind die Baue in Schlägel- und Eisen-Arbeit getrieben, wenngleich einzelne Bohrlochpfeifen auch auf Sprengarbeit hindeuten.

Der tiefste Stollen ist auf 6,2 m Länge in Richtung 62° NE vorgetrieben. Der nächsthöhere ist ca. 30 m südöstlich am Wandfuß an einer mittelsteil WNW-einfallenden, einige dm-mächtigen Zerrüttungszone angeschlagen. Er ist 12,5 m lang und verläuft in N-Richtung. In der Fortsetzung der Breccienzone befindet sich 10 m höher auf einem kleinen Felssims der mit 44,8 m längste, nach NE getriebene Stollen. An etlichen Stellen, besonders eindrucksvoll aber am Feldort sieht man tw. deutlich gestriemte Harnische und zahlreiche Klüfte im körnigen, undeutlich gebankten bis massigen Dolomit. Erzspuren sind untertage überhaupt nicht mehr vorhanden. 3 m rechts vom Mundloch durchädert Baryt das Nebengestein entlang steil NW-fallender Klüfte.

Der bei Günther erwähnte Unterbau war im Schuttfächer darunter angesetzt; das Mundloch ist heute bis zur Unkenntlichkeit verritten.

Zwei offenbar nur begonnene 3,5 m bzw. 1,5 m kurze Suchstollen (1765 m, 1775 m) befinden sich 150 m nördlich, am Fuß eines nach Westen vorspringenden Felssporns jenseits einer breiten Schuttriase.

Beim Bergbau Scharlalmpe von echten Abraumhalden zu sprechen, wäre verfehlt. Es handelt sich vielmehr um ausgedehnte Schutthalde und -fächer, die im tektonisierten, leicht ausräumbaren Ramsdaudolomit, vor allem im Bereich von Rinnen (Störungen!) reichlich mit Erosionsschutt gespeist werden und weit bis in die Latschenfelder hinaus vordringen. Aus diesem Grund und in Anbetracht der jeweils nur wenige Jahre dauernden Betriebsperiode im 18. und 19. Jhd. sind so gut wie keine Erzfundamente auf den Halden mehr möglich. Die beobachteten Vegetationsschäden sind erosionsbedingt und rein geogener Natur (Schuttströme).

## Grauwackenzone (Oberostalpin)

Der Salzburger Abschnitt der Grauwackenzone ist durch eine Vielzahl von Buntmetall-Vererzungen gekennzeichnet, die in altpaläozoischen Gesteinen (vorwiegend Serizitphyllite - und Quarzite, daneben auch Metavulkanite und Karbonatgesteine) auftreten. Mit wenigen Ausnahmen (Mitterberg, Leogang) handelt es sich um kleinere Vorkommen. Kupfer- und Schwefelkies-Vererzungen herrschen bei weitem vor, untergeordnet können noch die Metalle Blei, Zink, Nickel und Kobalt in lokal wechselnden Anteilen hinzutreten. Infolge der alpidischen Tektonik sind die Vererzungen durchwegs sehr absätzig und zerstückelt und nach heutigen montanwirtschaftlichen Gesichtspunkten als unbauwürdig einzustufen.

Nach Form und Entstehung können verschiedene Lagerstättentypen unterschieden werden:

- Ganglagerstätten (Typus Mitterberg)

Der Typus Mitterberg umfaßt im weiteren Sinn sowohl echte Gänge, die das Nebengestein diskordant durchsetzen, als auch Lagergänge, die konkordant in die Schieferung eingeschichtet sind. Erstere waren im Nordrevier der Kupferlagerstätte Mitterberg in Mühlbach/Hkg. Grundlage des Bergbaues. Letztere wurden in den Südrevieren im Raum Bischofshofen und St. Johann abgebaut. Ähnliche Vererzungen finden sich einige Kilometer weiter östlich in den ehemaligen Bergbaurevieren Larzenbach, Igelsbach und Gielach bei Hütttau sowie im Hammergraben bei Filzmoos. Die Kupfer-Schwefelkieslagerstätte Schwarzenbach bei Dienten ist wahrscheinlich ebenfalls als Lagergang aufzufassen.

- Stratiforme Kieslagerstätten

Schichtig-lagige Schwefelkies-Kupfer-, untergeordnet auch Blei-Zink-Vererzungen sind an Serizit- und Graphitphyllite/-quarzite, z.T. Grünschiefer und Diabase gebunden. Aufgrund des Pyrit (z.T. Magnetkies)-Reichtums wittern die kiesführenden Lagen rostigbraun an (sogen. „Branden“). Stratiforme Kieslager sind synsedimentär entstanden, der Erzabsatz erfolgte aus Hydrothermallösungen, die am Meeresboden austraten (submarin-exhalativ). Vererzungen dieses Typs wurden bei Mittersill, im Raum Zell/See-Piesendorf-Thumersbach und Radstadt-Filzmoos abgebaut.

- Polymetallische Lagerstätte Leogang

Die Lagerstätte Leogang mit den Bergbauen Schwarzleo, Vogelhalte, Inschlagalpe und Nöckelberg nimmt innerhalb der Buntmetall-Vererzungen der Grauwackenzone eine Sonderstellung ein, zumal hier auf engem Raum komplexe Kupfer-, Blei-, Silber-, Quecksilber-, Nickel-Kobalt- und Magnesit-Mineralisationen vorkommen. Die Vererzungen sind in erster Linie an altpaläozoische Karbonatgesteine gebunden, einerseits schicht- bzw. faziesgebunden, andererseits auch strukturell kontrolliert und mehreren zeitlich auseinanderliegenden Vererzungsphasen (prävariszisch bis alpidisch) zuzuordnen.

### Ganglagerstätten

*Mühlbach/Hochkönig*

*Nordrevier-Mitterberg, Südrevier-Bischofshofen-St. Johann*

### **Montangeologischer Überblick**

Die Kupferlagerstätte Mitterberg liegt am Nordrand der Grauwackenzone, nahe der Basis der Nördlichen Kalkalpen. Im ehemaligen Bergbauterrain können drei stratigraphische Einheiten unterschieden werden: den Hauptanteil bildet die sogen. Graue Serie, eine altpaläozoische Abfolge aus Serizitphylliten/-quarziten mit lokal eingelagerten Schwarzphylliten, Grünschiefern und Diabasen. Die Violette Serie (Oberkarbon) besteht aus rötlich-violetten Tonschiefern, Phylliten, Quarziten und Konglomeraten mit Zwischenlagen graphitischer Tonschiefer und konkordanten, linsigen Uranvererzungen (PAAR 1978). Die Grüne Serie als hangendstes Glied (Oberperm) wird von grüngrauen Tonschiefern und Quarziten aufgebaut, die gelegentlich Anhydrit und Gips führen. Zwischen Gesteinen der Violetten und der Grünen Serie bestehen Übergänge. Über letzterer folgen

die Werfener Schichten (unterste Trias) mit Sandsteinen und Quarziten, teils sandigen Tonschiefern und untergeordnet Konglomeraten.

## **Vererzung**

### **Geologie und Tektonik**

Die geologischen und tektonischen Verhältnisse des Bergbaugesbietes wurden von zahlreichen Bearbeitern untersucht, darunter HEISSEL (z.B. 1943, 1968), GABL (1964), BERNHARD (1965) und UNGER (1967).

Der Mitterberger Hauptgang durchschlägt als diskordanter, 0,2-4 m mächtiger Erzgang die Gesteinsabfolgen der Grauen und Violetten Serie, wobei er in letzterer stark zum Auffiedern in mehrere Trümer neigt; in die Grüne Serie reicht er nicht mehr hinein. FRIEDRICH (1968) sieht in der Lagerstätte deshalb eine ältere Anlage; nach Auffassung Gabls ist es wahrscheinlicher, daß lediglich das mechanische Verhalten der Gesteine der Grünen Serie ungeeignet war für eine Spaltenbildung.

Der Erzgang erstreckt sich etwa 11 km in W- bis NW-Richtung und fällt mit 40-80° nach Süden ein. Lokal sind Hangend- und Liegendtrümer wie auch kurze Quergänge ausgebildet. Im Einfallen erwies sich der Hauptgang auf eine Teufenerstreckung von 520 m als bauwürdig. Ein Hauptproblem für den Bergbau bestand darin, daß der Erzgang von insgesamt sechs Hauptverwerfern staffelartig nach Westen abgesenkt wird.

Die Lagergänge des Südrevieres auf beiden Seiten des Salzachtales sind vorwiegend konkordant in die Phyllite der Grauen Serie eingeschichtet, verlaufen in nordwestlicher Richtung und lassen sich max. 3 km weit im Streichen verfolgen.

### **Mineralisation**

Die Erzparagenesen von Mitterberg sind äußerst vielfältig; über 80 verschiedene Mineralarten wurden von hier bisher nachgewiesen.

Hauptkupfererz ist Kupferkies, der im Westfeld des Bergbaues in über m-mächtigen Derberzgängen auftrat. Sb-reiches Fahlerz (Tetraedrit) brach vor allem in den oberen Teufen vermehrt ein. Abschnittsweise zeichnete sich die Vererzung durch eine verstärkte Ni-Führung in Form von Gersdorffit aus, sodaß phasenweise auch Nickelprodukte (Würfelnickel, Ni-Konzentrate) erzeugt wurden. Weitere, z.T. häufige Erze sind Pyrit, Bravoiit, Magnetkies, Rammelsbergit, Maucherit, Ullmannit, Molybdänglanz, Zinnober. Selten treten Arsenkies, Kobaltglanz, Markasit, Millerit, Ni-Skutterudit, Rotnickelkies und Zinkblende auf. Typische Gangarten sind Karbonate der Magnesit-Siderit- und Dolomit-Ankerit-Reihe sowie Quarz, dessen Anteil mit der Teufe zunimmt.

MATZ (1953) teilt die Mineralien von Mitterberg ein in:

- Paragenesen des Hauptganges, der Liegendtrümer und Transversalgänge
- Mineralvergesellschaftungen der Querscheren
- Mineral(neu)bildungen der Oxidationszone und rezenter Natur

Die Mineralien des Hauptganges sind durchwegs derb bzw. massig ausgebildet, Kristalle selten. Gangabschnitte und Paralleltrümer, die uranföhrnde Horizonte der Violetten Serie durchschlagen, enthalten beachtliche Urankonzentrationen in Form von Uranpechblende-Knollen, mit denen reichlich hpts. drahtförmiges Gold verwachsen ist. Z.T. spektakuläre Freigoldfunde wurden insbesondere auf Halden des prähistorischen Bergbaues am Troiboden sowie auf der Anna- und Josefi-Oberbauhalde getätigt (PAAR 1978).

Im Gegensatz zum Hauptgang sind die Querscheren, junge kurzstreichende Quergänge, durch häufige Drusenräume mit schönen Kristallen charakterisiert, z.B. von Kupferkies, Fahlerz, Gersdorffit, Millerit, Strontianit, Cölestin, Apatit.

Die Oxidationszone ist infolge Erosion kaum erhalten, enthält aber zumindest Verwitterungsprodukte der primären Uranvererzung und Fe-Arsenate.

Die Genese der Mitterberger Lagerstätte ist umstritten. Von einigen Bearbeitern wird ein mehrphasiger Bildungsvorgang, mit einer Vorprägung schon während der variszischen Orogenese,

angenommen, andere bevorzugen die Entstehung während der alpidischen Gebirgsbildung. Erhärtet wird letztere Auffassung durch ein Kristallisationsalter von 90 Mill. J., das an Uranpecherz aus dem Hauptgang bestimmt wurde (PAAR 1978).

### **Standortcharakteristika**

#### **Nordrevier und Aufbereitung Mühlbach**

Das nördlich der Ortschaft Mühlbach gelegene Nordrevier baute im wesentlichen auf den Mitterberger Hauptgang und war mit Abstand das wichtigste des gesamten Bergbaugebietes. Sämtliche Stollen sind heute entweder verbrochen oder wurden im Zuge der Betriebsstillegung 1977 vermauert. Die umfangreichen Haldenkubaturen sind wegen der vielfach nur spärlichen Vegetationsbedeckung und der tw. noch im Abraum vorhandenen Erzstücke auffällig.

Auf der Westseite des Hochkeils, unterhalb des Arthurhauses, lagern noch größere Haldenkubaturen im Ausmaß von jeweils zwischen ca. 5.000 und 10.000 m<sup>3</sup> beim Josefi-Oberbau- (1480 m) und Unterbaustollen (1387 m), Mariahilfstollen (1427 m) und Johann-Barbarastollen (1340 m). Der Abraum ist z.T. vom vorbeifließenden Schrammbach angerissen, tw. wurde auch Material als Schüttgut bei der Errichtung des Skilift-Parkplatzes bzw. zur Straßenbeschotterung verwendet. Stellenweise enthalten die in Teilbereichen verwachsenen Halden noch viel Erz, hpts. Kupferkies und Pyrit, mitunter auch Fahlerz und Gersdorffit, selten Uranmineralisationen. Der mit 20.000-25.000 m<sup>3</sup> sehr große Haldenkomplex beim Rupertistollen (1268 m) ist durch den Schrammbach tw. angeschnitten und stellenweise stark durchfeuchtet. Die Erzführung ist unterschiedlich und durch das Auftreten von Sekundärmineralen wie Malachit, Nickelblüte und Limonit gekennzeichnet.

Der im Jahr 1906 am Ortsrand angeschlagene Emilstollen (875 m) diente als Unterbau- und Hauptförderstollen. Dementsprechend ausgedehnt zeigen sich noch heute Haldenplateau und -sturz mit ca. 60.000-80.000 m<sup>3</sup>. Vor allem von den Randbereichen wurde Material als Straßenschotter weggeführt, es weist stellenweise viel Karbonat-Gangart und eine mittelmäßige Erzführung mit typischen Oxidationsmineralen auf. Randlich ist die Halde z.T. verwachsen. Das ehemalige Haldenplateau ist heute z.T. Industriegelände; die Erzaufbereitungsanlage stand ebenfalls hier, wurde jedoch nach dem Brand am 21.11.1977 vollständig abtragen. Geringe Mengen an Aufbereitungsrückständen, nämlich ca. 50 m<sup>3</sup> taube, feinsandige Flotationsabgänge sowie 3-5 m<sup>3</sup> verstreute Erzkonzentrate, weisen noch auf die Anlage hin.

Auf der Nordseite des Hochkeils, im Gebiet des Troibodens und unterhalb, lagern vor dem Anna- (1450 m), Daniel- (1360 m) und Virgilstollen (1275 m) noch Halden in der Größenordnung von jeweils ca. 5.000 m<sup>3</sup>. Grabenseitig wurde Material aus der steilen Böschung, speziell der beiden erstgenannten Halden, erodiert; z.T. sind die Halden verwachsen bzw. bewaldet. Der Abraum enthält Fe-reiche Karbonate und unterschiedliche Erzanteile, hpts. Kupferkies und Pyrit mit Sekundärmineralen. Auf der Annahalde wurden wiederholt Freigold-führende Uranerze gefunden.

Östlich des Hochkeils, im Haidberg-Gebiet, befinden sich der Ostschurf- (1188 m) und Haidbergstollen (1178 m) sowie weitere unbedeutende Schurfbaue.

Ca. 4 km nordwestlich von Mühlbach liegt auf der Nordseite der Dientener Landesstraße der Elmaustollen (1230 m), mit dem ab 1966/67 das sogen. Westfeld erschlossen wurde. Die z.T. abgetragene Halde ist heute verwachsen und weist eine geringe Erzführung auf. Die Kubatur beträgt ca. 25.000-30.000 m<sup>3</sup>.

Weitere Schurfstollen befinden sich am Ostfuß der Taghaube, oberhalb der Steegmoosalm, in 1600 m Seehöhe sowie im Bereich des Filzensattels, unmittelbar an der Dientener Landesstraße, in 1260 m.

#### **Prähistorische Anlagen**

Im Bereich des Hochkeils sind zahlreiche Relikte der bronzezeitlichen Kupfergewinnung erkennbar. Pinggen (trichterartige Vertiefungen) stammen von Tagbauen oder sind durch Sackung bzw. Einsturz gesenkartiger Untertagebaue entstanden; kleine unbewachsene Hügel mit kleinstückigem und/oder

bis zu Sandkorngröße aufbereitetem erzhältigen Gestein sind als Aufbereitungs- und Scheideplätze zu interpretieren; kleine Verebnungsflächen weisen auf Schmelzplätze hin. Das prähistorische Kupferwesen am Mitterberg ist intensiv erforscht, es seien hier nur wenige Arbeiten stellvertretend herausgegriffen: ZSCHOCKE & PREUSCHEN (1932), EIBNER (1984, 1993), LIPPERT (1993).

### Kupferhütte Mühlbach

Die erste, 1848 errichtete und mit Inbetriebnahme der Hütte Außerfelden 1885 stillgelegte Kupferhütte befand sich am östlichen Ortsrand, unmittelbar zwischen dem Mühlbach und der Hochkönig-Landesstraße. Das Betriebsareal im Flächenausmaß von ca. 5.000 m<sup>2</sup> ist durch ehemalige Arbeiterhäuser verbaut. In Anrissen der Bachböschung konnten Schlacken und Hüttenabbrand festgestellt werden. Infolge der geringen Schmelzkapazität dürfte die Kubatur des deponierten Materials kaum mehr als 2.000 m<sup>3</sup> betragen haben. Möglicherweise wurde auch ein Teil vom Mühlbach weggerissen.

### Südrevier und Aufbereitung Buchberg

Mit dem Begriff Südrevier werden sämtliche Bergbaue südlich des Mühlbachtals zusammengefaßt, die auf die Vererzungen des Brander-, Burgschwaig- und Bürgstein(Birkstein)ganges im Gebiet Einöden-Palfnerkogel westlich der Salzach und den Buchberggang östlich der Salzach bauten. Die Bergbaue liegen großteils im Gemeindegebiet von St. Johann bzw. Bischofshofen.

Der bedeutendste war der Kupferbergbau Einöden, der den Brandergang mit dem Oberen Höch- (1112 m), dem Höch- (946 m) und Unteren Höchstollen (838 m), dem Arthurstollen (760 bzw. 814 m) sowie zwei dazugehörigen Fensterstollen, nämlich Margarethen- (790 m) und Bliemstollen (802 m), erschloß. Im Bereich der drei Höchstollen liegen kleine bis mittelgroße, großteils verwachsene Halden im Wald- und Wiesenterrain (jeweils ca. 1.000-2.000 m<sup>3</sup>). Die Erzführung ist gering, Sekundärminerale wie Malachit und Kobaltblüte typisch. Beim östlichen (salzachseitigen) Mundloch des Arthurstollens liegt ein auffallend großer, randlich verwachsener Haldenkomplex, der jedoch tw. erodiert bzw. im Zuge des Straßen- und Wegebauabes abgetragen wurde. Der Abraum enthält stellenweise reichlich Karbonat, Kupferkies und Pyrit sowie Sekundärbildungen; die Kubatur beträgt ca. 20.000-30.000 m<sup>3</sup>. Im Gegensatz dazu ist die Halde beim westlichen (Mühlbacher) Mundloch mit etwa 100 m<sup>3</sup> unbedeutend.

Der prähistorische Bergbau im Brandergang ist im Rahmen des 1997 eröffneten Schaubergwerks Arthurstollen zugänglich.

Der Burgschwaiggang wurde im Klara- (980 m) und Luisenstollen (940 m) abgebaut. Beide Einbaue liegen im Steilgelände eines Grabens, sodaß das Haldenmaterial stark erodiert oder verrollt ist. Die Erzführung ist gering, der Haldenfuß ist stark durchfeuchtet.

Der Bürgsteingang wurde durch den Josef- (900 m) und Walburgastollen (780 m) erschlossen. Auch hier sind die Haldenkubaturen im Bereich des Palfnergrabens bzw. im Waldgelände oberhalb mit jeweils 50-100 m<sup>3</sup> unbedeutend. Die Halde beim Walburgastollen ist vom Bach stark erodiert, der Fuß stark durchnäßt. Die Halde des Josefstollens zeigt eine deutliche Erzführung, hpts. Kupferkies und Pyrit, und die Sekundärbildungen Malachit, Kobaltblüte und Limonit.

Der Buchberggang wurde im Oberen (878 m) und Unteren Buchbergstollen (715 m) und mit dem Arzbergstollen (868 m), einem 3 km weiter südlich im Naglgraben gelegenen Schurfbau, erschlossen. Die Halde des Oberen Buchbergstollens ist teils bewaldet, teils erodiert und enthält wenig Erz; die Kubatur beträgt ca. 2.000-3.000 m<sup>3</sup>. Die mit 10.000-12.000 m<sup>3</sup> bedeutend größere Halde beim Unteren Buchbergstollen liegt im Wiesengelände und ist heute begrünt, randlich allerdings stellenweise erodiert; die Erzführung ist ebenfalls gering. Die kleine Halde beim Arzbergstollen ist randlich erodiert, der Fuß durchfeuchtet; Sekundärminerale sind hier auffällig.

Von der ehemals ausgedehnten, 1960 stillgelegten Aufbereitungsanlage beim Unteren Buchbergstollen ist aufgrund von Rekultivierungsmaßnahmen nichts mehr zu sehen.

### Aufbereitung und Kupferhütte Oberarl

Die Kupfergewerkschaft Bürgstein betrieb von 1855 bis 1888 im Gemeindegebiet von St. Johann eine eigene Aufbereitungsanlage und Kupferhütte. Man wandte hier ein Extraktionsverfahren an: nach

dem Vorrösten in Flammöfen wurden die Erze vier Wochen lang in Säurekästen der Einwirkung schwefelsaurer Dämpfe ausgesetzt. Die Säure gewann man aus Pyrit vom gewerkschaftseigenen Schwefelkies-Bergbau Schwarzenbach bei Dienten. Aus der Kupfersulfat-Lösung erfolgte die Ausfällung von Zementationskupfer mittels Eisen.

Der ehemalige Hüttenstandort befindet sich im heutigen Wiesengelände gegenüber einem Kleinkraftwerk am Nordufer des Großarlbaches, 200-300 m östlich der Einmündung in die Salzach, und ist infolge Rekultivierung und landwirtschaftlicher Nutzung des Areals überhaupt nicht mehr als solcher zu erkennen.

### *Kupferhütte Mitterberghütten*

#### ***Verfahrenstechnische Aspekte***

Die Schmelzhütte ging 1885 mit durchschnittlich 500 t/a Kupfer in Betrieb und wurde 1931 stillgelegt. Die technische und wirtschaftliche Entwicklung sowie die einzelnen Verfahrensprozesse bei der Kupferherstellung sind detailliert bei GÜNTHER (1993) dargestellt. Beim Abrösten der sulfidischen Kupfererze, aber auch bei nachgeschalteten pyrometallurgischen Verfahrensschritten, insbesondere beim 1906 eingeführten Bessemerprozeß, entstanden große Mengen stark SO<sub>2</sub>-haltiger Abgase (90.000 m<sup>3</sup>/d), die je nach Erzzusammensetzung außerdem As, Hg und zeitweilig auch Zn-Staub (infolge Verblasen von Altmessing-Materialien) enthielten. Vor allem die stark angestiegene Kapazität der Kupferhütte während des I. Weltkrieges verursachte schwere Rauchschäden der ganzen Umgebung, zumal auch As-reiche Fremderze verschmolzen wurden und die eingebauten Filteranlagen (Flugstaubkammern, Koksfilter, wasserberieselte Kalktürme zur Kondensation der SO<sub>2</sub>-Dämpfe) aufgrund technischer Gebrechen fast vollständig versagten bzw. 1916 durch einen Brand überhaupt zerstört wurden. Die Lage verbesserte sich merklich erst ab 1920, als die schon länger geplante Schwefelsäure-Gewinnungsanlage (Bleiklammerverfahren) zur Entsäuerung der Hüttenabgase in Betrieb ging. Bis 1922 erfolgte die Reinigung der Rauchgase von metallischen Flugstäuben rein mechanisch in Flugstaubkammern, danach elektrisch (Kotrell-Verfahren). Bedingt durch die ungünstige meteorologische Situation blieb trotz dieser Einrichtungen die Immissionsbelastung, insbesondere die Schädigung land- und forstwirtschaftlich genutzter Flächen der Umgebung, hoch.

#### ***Standortcharakteristika***

Schon während der Betriebszeit der Kupferhütte wurden Teilbereiche des 10 ha großen Werksgeländes unterschiedlich hoch (2-5 m) mit Schmelzschlacke aufgefüllt. Im Zuge diverser Abbruchtätigkeiten nach der Stilllegung wurden dazwischenliegende Flächen mit Bauschutt aufgefüllt und später mit Schotter, Humus, etc. überdeckt.

Heute wird das Areal als Gewerbe- und Industriegebiet genutzt, sodaß die Oberfläche weitestgehend versiegelt bzw. mit Fremdmaterial wie Kies, Lehm und Humus überschüttet wurde. Im Bereich der ehemals sehr ausgedehnten Schlackenhalde am südlichen Rand des Werksgeländes sind noch Schlackenreste mit Anflügen von Cu-, Ni- und Co-Sekundärmineralen zu finden, stellenweise auch schwefel- und arsen(?)haltiger Kiesabbrand (Röst- und Schmelzrückstände).

Die umliegenden Flächen des ehemaligen Werksgeländes zeigen Wiesen- und Waldstruktur und werden z.T. landwirtschaftlich genutzt, südlich des jetzigen Industriegebietes wurde eine größere Wohnsiedlung errichtet.

## ***Rauchgasesse der Kupferhütte***

### **Lokale geologische Verhältnisse**

Die etwa von der Jahrhundertwende bis zur Stilllegung der Kupferhütte im Jahre 1931 verwendete Rauchgasesse stand im Bereich der Talschulter des Salzachtales auf einem Palfen (650 m), etwa 200 m westlich des Werksgeländes.

Das Terrain wird von grauen, überwiegend feinblättrigen und z.T. gefältelten Phylliten aufgebaut. Stellenweise sind kompaktere, weniger stark geschieferte Serizitquarzite eingelagert. Cm- bis dm-dicke Quarz- und Karbonatlinsen/-lagen sind häufig.

Die Gesteine fallen mittelsteil Südwest (bergwärts), die B-Achsen tauchen flach nach Westen ein. Die steilstehenden bis saigeren ac-Klüfte streichen vorherrschend NNE und spiegeln z.T. die Richtung des Salzachquertales wider. An den zugänglichen untertägigen Aufschlüssen ist zu beobachten, daß zahlreiche Trennflächen in den inkompetenten Phylliten als Scherzonen mit tonigen Bestegen ausgebildet sind.

### ***Standortcharakteristika***

#### **Rauchgasesse**

Der Essenstandort ist ein etwa 30 x 40 m großes Plateau auf einem nach Osten vorkragenden Phyllitpalfen. Im Westen und Südwesten grenzt in einer Entfernung von nur 50 m eine Einfamilienhaus-Siedlung an.

Das Plateau ist von einer durchgehenden Grasnarbe bedeckt; die Betonfundamente der 1912 zerstörten alten und der 1913 unmittelbar daneben aufgemauerten, in den sechziger Jahren abgetragenen 30 m hohen Gitteresse sowie die Grundmauern eines nördlich davon befindlichen kleinen Manipulationsgebäudes sind heute mit Strauchwerk und kleinen Birken verwachsen.

Nord- und ostseitig fällt der Palfen ziemlich steil zur Aigenbergstraße ab; die Flanken sind mit einem lockeren Birken-Lärchen-Fichten-Mischwald bestockt. Südlich grenzt eine Weidefläche an.

Ca. 20 m südöstlich der Essenstümpfe befindet sich 2 m tiefer, auf einer Fläche von ca. 450 m<sup>2</sup> eine Altablagerung, deren Kubatur mittels Aufschlußbohrungen auf 500 m<sup>3</sup> berechnet wurde. Es wurde hier einerseits Abbruchmaterial der Esse (Schamotteziegel), andererseits hochkontaminiertes Feinmaterial deponiert, das aufgrund seiner Beschaffenheit keine Vegetation aufkommen ließ. Letzteres besteht aus Flugstäuben bzw. Sublimationsprodukten, die sich an der Essenwandung bzw. in einer eigenen Flugstaubkammer niederschlugen. Das Sublimat war teils von schwefelgelber, teils grauer Farbe; Phyllitbrocken zeigten weißlichgraue Überzüge (Sulfate und/oder Arsenate?). Bei entsprechend warmer Witterung verbreitete sich über der Deponie ein saurer, schwefeliger Geruch. Wegen der z.T. exorbitanten As-, Hg-, Pb-, Zn- und Cd-Gehalte der im Nahbereich einer Wohnsiedlung frei zutage liegenden Rückstände erschien eine Sanierung der Deponie unbedingt erforderlich und wurde 1995/96 auch durchgeführt.

Sowohl das Plateau, auf dem die Esse errichtet war, als auch die Deponie sind als ausgesprochen trockene Standorte einzustufen, was schon durch die Morphologie des Palfens bedingt ist. Die Bodenbedeckung ist sehr geringmächtig, vielerorts streichen Felsrippen aus.

Niederschlagswässer fließen oberflächlich in erster Linie durch einen max. 1 m tiefen Graben ab, der die Altablagerung südseitig begrenzt und durch das angrenzende Waldstück in Falllinie zur Straße hinunterzieht. Vor der Sanierung konnte bei heftigen oder langanhaltenden Niederschlägen über diesen Austragspfad kontaminiertes Feinmaterial verfrachtet werden. Die Hauptentwässerung des umliegenden Terrains erfolgt über einen 150 m nordwestlich befindlichen Graben.

#### **Untertage-Anlagen**

In der steilen Ostflanke des Palfens ist 15 m unterhalb des Essenstandortes auf einer künstlichen, heute tw. bewaldeten Verebnung (ehem. Güterweg) ein max. 10 m langer Stollen in den Fels eingetrieben und mündet in den obersten Abschnitt des insgesamt 110 m tiefen, ca. 45° steilen Rauchgas-Abzugschachtes. Möglicherweise diente der Stollen zur Ansaugung zusätzlicher Frischluft

und damit zur besseren Verwirbelung der Abgase in der speziell konstruierten Gitteresse, oder man benutzte ihn lediglich zur Ausförderung des Hauwerks während der Bauphase. Der Schrägschacht mündet unmittelbar südlich der Grundmauern des Manipulationsschuppens und war über (heute nicht mehr vorhandene) Rauchgaszüge mit der Esse verbunden.

Der ursprünglich begehbare Schrägschacht ist bereits wenige m unter Stollenniveau verschüttet. Die Schachtlaibung ist bis auf wenige Tropfwasser-Austritte trocken. Die Phyllite sind hier trotz ihrer Feinblättrigkeit erstaunlich standfest. Die Felsoberfläche wurde von den vorbeiströmenden aggressiven Abgasen verändert, was bereichsweise zu einer gelblichen bis rötlichbraunen Verfärbung und zu teils gekräuselten, weißlichgrauen Sulfat(?)ausblühungen an der Laibung führte.

Die Rauchgase wurden über mehrere in Gewölbemauerung hergestellte, mit Einstiegschächten versehene, heute großteils verstürzte Fuchszüge aus den verschiedenen Betriebsanlagen in den gemeinsamen Abzugschacht geleitet. Die Züge sind am Fuß des Palfens (570 m) westlich der jetzigen ELASTICA-Werkshalle im bewaldeten Gelände bereichsweise noch zu erkennen.

Ca. 25 m nördlich davon befindet sich das gemauerte Portal eines Förder- und Wasserstollens, der auf etwa 350 m Länge in WNW- und dann NW-Richtung verläuft und bis zum Mühlbach durchschlägig ist, und zwar gegenüber dem halb verfallenen Erzbunker. Hier wurden die von der Aufbereitung in Mühlbach/Hkg. mit Fuhrwerken angelieferten Erzkonzentrate zwischengelagert und mit Hunten durch den Stollen zur Kupferhütte Außerfelden gefördert. Der Stollen stellt die kürzeste und zudem vor Witterungsunbilden sicherste Verbindung dar. Über einem betonierten, mit Holzpfosten abgedeckten Sohlgerinne waren die Schienen verlegt. Ungefähr auf halber Strecke führte ein mittlerweile verbrochener Querschlag zum Mühlbach hinaus

Der Verbindungsstollen bietet für die Beurteilung der hydrogeologischen Verhältnisse wertvolle Aufschlüsse. Bis auf den verstürzten Querschlag, der sich bei nur geringer Gebirgsüberlagerung im Bereich eines Grabens befindet und deshalb stärkere Wasserzutritte aufweist, ist auch dieser Stollen weitestgehend trocken. Die Phyllite sind allerdings tektonisch wesentlich stärker beansprucht und daher viel mürber als oben am Palfen. Zahlreiche Scherzonen verlaufen teils in schleifendem Winkel zur Schieferung, großteils folgen sie dem eingangs geschilderten Kluftsystem. Sie erreichen mehrere dm Mächtigkeit und sind meist mit tonigen Myloniten erfüllt.

Die hydrogeologische Situation des Altstandortes und seiner Umgebung ist grundsätzlich als günstig einzuschätzen, und zwar sowohl bezüglich der geländespezifischen Umstände als auch bezüglich der geringen Wasserwegigkeit der Phyllite. Eine unmittelbare Gefährdung von Trinkwasserressourcen scheint nicht zu bestehen, da sich die Quelfassungen zur Versorgung der angrenzenden Siedlung und auch des südlich gelegenen Gehöftes außerhalb der Einflußsphäre der Altablagerung befinden.

### *Schwarzenbach bei Dienten*

#### ***Montangeologischer Überblick***

Das ehemalige Bergbauterrain befindet sich im Schwarzenbachgraben, einem östlichen Seitengraben des Dientener Tales, etwa 4,5 km südöstlich der Ortschaft Dienten. Die Grauwackenzone ist in diesem Abschnitt knapp 11 km breit.

Schwarzphyllite und dunkle Tonschiefer (Dientener Schiefer) sind die vorherrschenden Gesteine, in die meist nur wenige Meter mächtige Lagen von Grünphylliten, Metadiabasen bis Diabasschiefern, Graphitphylliten, graphitischen Kieselschiefern (mittelsilurische Lydite nach MOSTLER 1968) und Kalkphylliten eingeschaltet sind. Die vorwiegend sehr steil NNE-einfallende Schieferung gibt aufgrund des vielfach erkennbaren Lagenbaues die sedimentäre Schichtung wieder.

Entlang des Höhenzuges nördlich und östlich des Lagerstättenbereichs treten im stratigraphisch Hangenden der Schiefer größere Linsen und Lagen Fe-schüssiger Dolomite und auch Magnesite in Erscheinung. Diese vermutlich obersilurischen Karbonatgesteine wurden stellenweise an Eisen angereichert und metasomatisch zu Ankerit und Mesitinspat umgewandelt; sie bildeten die Basis für den über Jahrhunderte florierenden Eisenspat-Bergbau am Kollmannseck und Ahornstein.

## **Vererzung**

Die Schwarzenbacher Kiesvererzung wurde unmittelbar nach dem II. Weltkrieg im Auftrag des Bergbau-Unternehmens durch PETRASCHECK (1945), eingehender dann durch HIESSLEITNER (1946) in lagerstättenkundlich-montangeologischer Hinsicht bearbeitet. Später folgte eine erzmineralogische Untersuchung von FRIEDRICH (1968).

## **Tektonik**

Die Vererzung ist an den sehr steil N- oder S-fallenden, mehr oder weniger W-E-streichenden, bereichsweise intensiv zerscherten und verfalteten Kieselschiefer-Graphitphyllit-Komplex gebunden und im Nahbereich des Klausgrabens als dm-mächtige Pyrit-Quarzlagen aufgeschlossen. Hießleitner beschreibt den oxidierten Ausbiß der Kieslagerstätte im Bachbettsgrabens oberhalb des Oberstollen-Mundlochs als 0,8 m mächtig und vertikal bis steil bergwärts (N) fallend. Durch die Verwitterung kommt es stellenweise zu weißlichen bis ockerfarbenen Sulfatausblühungen.

Der durch den Bergbau über eine Teufenerstreckung von annähernd 250 m erschlossene Erzkörper steckt in Form einer plattig-linsigen Erzsäule bzw. eines „Erzlineals“ konkordant zur Schieferung im Nebengestein. Er steht oben fast saiger, fällt unten mit 60° nach Süden ein und schiebt schräg gegen Westen in die Teufe. Im Gegensatz dazu ist die Streichenderstreckung gering, und zwar in den oberen Horizonten bei allmählicher Ausdünnung 60-100 m, in den tieferen nur mehr 10-35 m. Die Mächtigkeit in linsenförmigen Ausbauchungen der Kernzone beträgt 0,5-1,5 m, ausnahmsweise bis 5 m; daran schließt beid- oder auch nur einseitig eine weniger reich entwickelte Zone von 0,2-0,5 m an, die lateral rasch ausdünt. Die Begrenzung zum Nebengestein ist meist scharf. Ihrer Form und Raumlage nach ist die Schwarzenbacher Kiesvererzung am ehesten als ein in die Schieferung eingeschlichteter Lagergang zu interpretieren.

Untertage wurde die Lagerstätte im Kleinbereich von einer z.T. intensiven jüngeren Tektonik erfaßt, die sich in einer stärkeren Durchbewegung mit flexurartigem Umbiegen und Stauchung des Erzkörpers mit horizontalen, vereinzelt auch vertikalen Achsen äußert. In größerer Teufe, speziell auf Unterbau-Niveau, ist die Lagerstätte durch eine breite Scherzone in einzelne geringmächtige, unbauwürdige Schollen aufgesplittert. Auf der tiefsten (7.) Sohle bewirken steil NW-einfallende Verwerfer ein sprunghaftes Absenken der Vererzung gegen Westen, was die Ausrichtung der Lagerstätte erschwerte.

## **Mineralisation**

Das bei weitem vorherrschende Erz ist Pyrit; derbe, feinkörnige schieferungskonkordante Pyritlagen alternieren mit grobkörnigen (Bänderkies). Dünne Kiesbänder können mit Graphitphyllit bzw. Kieselschiefer und Quarzbändern wechsellagern.

Mikroskopisch zeigen Pyrit und accessorisch vergesellschafteter Arsenkies einen deutlich ausgeprägten, durch Schwankungen im Chemismus hervorgerufenen Zonarbau. Die älteren Kiese werden vereinzelt von Kupferkies verdrängt, der mikroskopisch kleine Einschlüsse von Fahlerz und Zinkblende enthält.

Der durchschnittliche Cu-Gehalt der abgebauten Erze betrug 1,2 %, erreichte zeitweilig auch 2,24 %; der As-Gehalt stieg örtlich auf 0,6 % an, der Zn-Gehalt auf 0,43 %.

Vorherrschende Gangart ist Quarz, wobei eine ältere (milchig) und eine jüngere Generation (glasig) unterschieden werden können. Karbonatische Gangart ist wesentlich seltener und bildet, ähnlich wie Quarz, auch außerhalb der Vererzung Nester und Linsen. Korngröße und Chemismus sind recht variabel; einerseits tritt Ankerit auf, andererseits Fe-freie bis mehr oder weniger Fe-reiche Magnesit-Siderit-Mischkristalle. Karbonate vergleichbarer Zusammensetzung bilden, wie bereits angedeutet, im stratigraphisch Hangenden der Kieslagerstätte größere zusammenhängende Züge und Linsen.

Obwohl die Vererzung auf den ersten Blick viele Merkmale einer syndimentären, stratiformen Kieslagerstätte zeigt, sehen HIESSLEITNER (1946) und FRIEDRICH (1968) hinsichtlich ihrer Entstehung deutliche Parallelen mit der epigenetischen Kupferlagerstätte Mitterberg, deren westliche Begrenzung nur 5 km weit entfernt ist. Auch der Mitterberger Gangzug zeigt eine beträchtliche tektonische Absenkung gegen Westen infolge von Querstörungen. Das Verflachen des Mitterberger

Hauptganges ist ähnlich wie in Schwarzenbach. Der Ostabschnitt und Teile des Südrevieres (Brandergang) von Mitterberg sind, wie Schwarzenbach, Pyrit-dominiert und zeigen ein flaches Einschieben der Vererzung abwärts gegen West. Die Hauptpyritphase ist bei beiden Lagerstätten älter als die Ausscheidung von Kupferkies; letztere erfolgte, zumindest lokal, in zwei Generationen. Auch ist Arsenkies ein charakteristischer Begleiter der Kiesvererzung beider Lagerstätten.

Nach Ansicht Friedrichs bildet die pinolitisch ausgebildete Karbonat-Gangart der Schwarzenbacher Vererzung gewissermaßen ein Bindeglied zwischen den Kupfervererzung Mitterberg und den zahlreichen Magnesitvorkommen in der Umgebung Dientens. Somit erscheint eine bereits variszische oder spätestens altpaläozoische Anlage plausibel, zumal die Kieslagerstätte von der jüngeren alpidischen Tektonik signifikant überprägt wurde.

### **Standortcharakteristika**

Das ehemalige Bergbauareal liegt in einer tw. bewaldeten Almlandschaft. Aufgrund der üppigen Vegetationsbedeckung ist von der Bergbautätigkeit früherer Jahrhunderte nicht mehr viel zu erkennen.

Unterhalb der Moosalm sind im Bereich einer steilen Weidefläche eine markante Einbruchspinge (1330 m) und ein offenes Stollenmundloch mit Abraumhalde erkennbar (1315 m). Das ca. 80 m<sup>2</sup> große Haldenplateau ist vollkommen zugewachsen und durch zusitzende Grubenwässer stark versumpft; eine beim Haldenfuß aufgestellte Viehtränke wird mit dem Stollenwasser gespeist.

Die beiden höchsten Einbaue, in denen noch während der letzten Betriebsperiode gearbeitet wurde, nämlich Mittel- (1342 m) und Oberstollen (1364 m), liegen in der bewaldeten Westflanke des Klausgrabens, oberhalb des Almaufschließungsweges. Ihre Mundlöcher sind bis zur Unkenntlichkeit verritten; im Bereich der Einbruchspingen tritt geringfügig Sickerwasser aus. Die davor lagernden Halden sind dicht mit einer Hochstaudenflur und Grünerlen verwachsen.

Der Kendlstollen (1310 m) liegt ebenfalls auf der Westseite des Klausgrabens, ca. 10 m unterhalb des Güterweges. Nach Betriebsstillegung im Jahre 1952 wurde das Stollenmundloch mit Rundhölzern verschlossen, aber schon zwei Jahre später bei einem gewaltigen Hochwetter völlig vermurt. Im Zuge des Almwegebauens in den Jahren 1986-90 wurden das Mundloch und ein Teil des heute ca. 150 m<sup>2</sup> großen, grasbewachsenen Haldenplanums verschüttet. Bevor man die Erze durch den Wilhelm-Winter-Stollen (Unterbau) ausförderte, benutzte man eine Fördertrasse, die vom Kendlstollen entlang der steilen westseitigen Grabenflanke Richtung Gaunerbauer hinunter führte. Die Anlage ist heute weitgehend zugewachsen und abschnittsweise durch Hangrutschungen zerstört.

Der Haldensturz vor dem Kendlstollen ist vom Klausbach angerissen und stellenweise stark erodiert. In einer Matrix aus meist feinblättrigem Schwarz-/Graphitphyllit findet man regellos eingebettet größere Murgel und Platten mit z.T. derbem oder in Quarz eingesprengtem Pyrit. Die Anrißfläche ist weitgehend limonitisiert; im Bereich von Sickerwasser-Austritten bildeten sich Limonitsinter und Algenrasen. Die chaotische Lagerung sowie kreuz und quer aus dem Abraum ragende Holzstempel und -pfosten zeugen noch von dem Hochwasser-Ereignis von 1954.

Östlich des Klausbaches stand die Mannschaftsbaracke, worauf heute nur mehr ein knapp 200 m<sup>2</sup> großes, völlig zugewachsene Plateau mit Resten von Betonfundamenten hinweist. Die ostseitige Grabenflanke wurde ebenfalls stark vom Bach erodiert und zeigt im Anriß neben phyllitischem Hangschutt vorwiegend feinkörniges, limonitisch verwittertes Material, untergeordnet auch erzhältige Brocken. Die Fe-Hydroxide führten stellenweise zu einer sekundären Zementation des Lockermaterials; ein bei Pyrit- und/oder Arsenkies-führenden Halden recht häufiges Phänomen. Die genaue Ausdehnung der Halde ist infolge des dichten Bewuchses nicht mehr feststellbar; jedenfalls ist erzführender Abraum noch ungefähr 100 m bachabwärts nachzuweisen.

Die Werksanlagen beim Wilhelm-Winter-Stollen befanden sich etwa 250 m nordwestlich des Gauner-Gutes. Vom früheren Wohnlager ist überhaupt nichts mehr zu sehen. Auf der Planie vor dem Unterbau steht heute ein Holzhaus (1190 m). Das zugemauerte Stollenmundloch 13 m westlich des Gebäudes ist vollkommen verwachsen. Austretendes Grubenwasser wird in einer Holzrinne gefaßt (mindestens 1 l/s), fließt quer über die mit Erlen und Birken bestockte Halde und versickert in der unterhalb angrenzenden Feuchtwiese. Der Fe-Gehalt bewirkt charakteristische rostbraune Limonit-Ausfällungen, die sich aber schon 20 Höhenmeter unterhalb des Stollens verlieren. Die

Größenordnung der Abraumhalde ist nicht abzuschätzen, weil sich das Terrain hinsichtlich Vegetationsbedeckung und Morphologie kaum von der Umgebung unterscheidet, wohl infolge landwirtschaftlicher Rekultivierung.

Das Bergbauterrain wird während der Sommermonate (Mai bis Oktober) als extensive Almweide für Milch- und Jungvieh sowie Pferde genutzt. Mit der ehemaligen Bergbautätigkeit in Zusammenhang stehende Vegetationsschäden sind ausschließlich mechanischer Natur und lokal begrenzt; sie äußern sich in der Erosion und Verfrachtung von geringfügig erzführendem Abraum im Oberlauf des Klausbaches. Das Trinkwasser für das Gauner-Gut (Jausenstation Ottino) stammt aus einer Quelle unweit des Wilhelm-Winter-Stollens und wird regelmäßig chemisch analysiert. Außer den hohen Fe-Gehalten waren bislang keine erhöhten Schwermetallwerte feststellbar.

*Larzenbach-Gielach-Igelsbach bei Hüttau*

### **Montangeologischer Überblick**

Die Kupferlagerstätten Larzenbach, Gielach und Igelsbach liegen in einer monotonen, schwach metamorphen Abfolge aus überwiegend hellen, z.T. quarzreicheren Serizitphylliten, in die geringmächtige Graphitphyllitlagen eingeschaltet sind. Die Phyllite fallen mit ca. 25-45° nach NNW bis NNE ein und sind z.T. intensiv verfaltet.

### **Vererzung**

#### **Tektonik**

Die Stollen in den Revieren Gielach und Igelsbach sind verbrochen, der Bergbau Larzenbach ist seit 1990 wieder zugänglich. Im untertägigen Aufschluß ist zu erkennen, daß der Erzgang zumindest teilweise konkordant in die Phyllite eingeschichtet ist, vor allem in den tieferen Abschnitten des Grubengebäudes. Der Lagergang erreicht im oberen (Barbara-) Niveau bis zu 3 m Mächtigkeit, keilt aber im Nordabschnitt der unteren (Georg-) Sohle bis auf wenige cm Dicke aus. Er ist im Streichen knapp 150 m bergmännisch aufgeschlossen, im Einfallen etwa 50 m. Die Lagerstätten Gielach und Igelsbach waren gemäß alten Grubenkarten auf etwa 100-150 m Länge erschlossen. Das ursprüngliche Bild wurde durch die intensive alpidische Tektonik stark überprägt, was sich in einer Vielzahl cm- bis dm-mächtiger toniger Mylonite widerspiegelt. Diese Mylonite wirken sich an etlichen Stellen als Verwerfer des Erzganges aus, die Versetzungsbeträge beschränken sich allerdings auf wenige Dezimeter. Die Mylonite sind im wesentlichen zwei bzw. drei mittelsteil bis steil einfallenden, NNW-, NE- und ENE-streichenden Störungssystemen zuzuordnen, wobei das NE-verlaufende System mit dem Larzenbachgraben korrelierbar ist.

#### **Mineralisation**

Wichtigstes und für den ehemaligen Bergbau wirtschaftlich interessantes Erzmineral ist Kupferkies. Vor allem im Barbarastollen von Larzenbach tritt neben Kupferkies Fahlerz (Tetraedrit) gehäuft auf, das hingegen in Igelsbach fehlt. Die Kupferminerale sind putzenartig, in Erzschnüren und größeren zusammenhängenden Derberzpartien in Quarz, Ankerit und Mg-reicheren Gliedern der Magnesit-Siderit-Reihe (Brunnerit, Mesitinspat) eingewachsen. Das Verhältnis Quarz zu Karbonat ist bereichsweise recht variabel, wobei Quarz vorwiegend derb, die Karbonate spätig bzw. pinolitisch ausgebildet sind.

Die Erzparagenesen von Larzenbach, Gielach und Igelsbach wurden von GÜNTHER (1978) mikroskopisch bearbeitet. Außer den genannten Kupfermineralen enthalten sie noch Pyrit, Kobaltglanz, Bravoit, Bournonit Ged. Gold kommt in Form winziger Einschlüsse im Fahlerz vor, meistens in Assoziation mit Kobaltglanz. Der durchschnittliche Goldgehalt beträgt 4 g/t. MRAZEK (1995) beschreibt eine Vielfalt an accessorischen Mineralen und Sekundärbildungen: ged. Silber, ged. Kupfer, Bleiglanz, Bournonit, Arsenkies, Markasit, Antimonit, Valentinit, Cuprit, Malachit, Azurit,

Aragonit, Calcit, Baryt, Gips, Langit, Devillin, Kupfervitriol, Olivenit, Tirolit, Cerussit, Erythrin, Skorodit, Cronstedtit, Kakoxen, Pharmakosiderit, Apatit.

Aufgrund der Haupterzparagenese und der begleitenden Gangarten ist die Vererzung in die spätige Quarz-Kupferkiesgruppe im Sinne FRIEDRICHs (1953, 1968) zu stellen.

### ***Standortcharakteristika***

#### **Larzenbach**

Der Bergbau liegt in der orographisch rechten Flanke des gleichnamigen Grabens, 600 m nördlich des Ortes Hütttau in 700-800 m Seehöhe. Das Mundloch des Georgstollens befindet sich unmittelbar neben dem Stallgebäude des Anwesens Auer.

Dank der Initiative und des Einsatzes des Gewerkes R. Mrazek (Sbg.) ist das Grubengebäude des 1869 stillgelegten Bergbaues heute zum größten Teil wieder befahrbar. 1998 soll hier ein Erlebnisbergwerk für Besucher eröffnet werden.

Georg- (737 m) und Barbarastollen (765 m) sind über einen Aufbruch im Bereich der sogenannten Lettenkluft und eine Zwischensohle, den sogenannten Mitterlauf, verbunden. Vom Georgstollen aus wollte man mit einer insgesamt 20 m tiefer hinabreichenden Gesenkstrecke die Fortsetzung des Erzkörpers im Einfallen verfolgen, was offenbar ziemlich erfolglos blieb, zumal die Lagerstätte gegen die Teufe zu allem Anschein nach vertaubt bzw. auskeilt. Die schönsten und mächtigsten Erzanbrüche stehen im Barbaraniveau an.

Der Johannesstollen liegt ca. 20 m ober Barbara und ist verbrochen. Etwa 200 m grabenauswärts befindet sich neben der Straße der noch offene Sperrstollen als unabhängiger Versuchsstollen; südöstlich des Bauerngutes Reiter liegen einige alte Schürfe.

#### **Gielach**

Der 1875 eingestellte Schurfbau befindet sich etwa 4 km südöstlich von Hütttau, im Fuxgraben oberhalb des Gielachlehens in 1210-1280 m Seehöhe. Er umfaßte einen Ober- und Unterbaustollen sowie einen Tagschurf. Bei der Gewaltigung des alten Oberbaues im Jahre 1867 fuhr man einen max. 2 m mächtigen W-E-streichenden Erzgang an und versuchte mit einem 300 m langen Unterbau die Vererzung zu erschließen. Bis auf einige stark gestörte, unbauwürdige Kiesnähte wurden jedoch keine nennenswerten Erzanbrüche vorgefunden.

#### **Igelsbach**

Der Schurfbau befindet sich 3,5 km südlich von Hütttau, im hintersten Igelsbachgraben auf der orographisch linken Seite des Baches oberhalb des Hinterschwaiglehens in 1020-1070 m Seehöhe. Er bestand aus dem Perwein-(Mathias-), Sinabel-, Eder- (Öd-) und Unterbaustollen. W-E-streichende Erzgänge bzw. nur linsige Anschwellungen waren nicht bauwürdig.

Die Abraumhalden sind mit insgesamt ca. 1.000 m<sup>3</sup> von geringer Ausdehnung und in den Revieren Gielach und Igelsbach arm an Erzen. Bei den Rücklässen handelt es sich vornehmlich um Pyrit, Kupferkies und Fahlerz. Durch Verwitterungsprozesse entstandene Sekundärminerale, insbesondere Malachit, Azurit, diverse Kupfersulfate, Kobaltblüte und mitunter Limonit, sind charakteristisch. Die Haldenstürze sind weitgehend verwachsen und liegen im Bereich von Weideflächen oder sind mit Wald bestockt. In Larzenbach werden im Zuge der touristischen Erschließung derzeit umfangreiche bergmännische Arbeiten getätigt, wodurch geringere Kubaturen an taubem Gestein (hpts. Verbrauchsmaterial) auf Halde gelangen.

#### *Hammergraben bei Filzmoos*

### ***Montangeologischer Überblick***

Die Kupfer-Eisenspat-Vererzung im Hammergraben bei Filzmoos tritt prinzipiell in der gleichen altpaläozoischen Gesteinsabfolge (hpts. Serizit- und Graphitphyllite/-quarzite) auf wie die nahe

gelegenen Vererzungen Hachau und Schwemmberg, möglicherweise (da weder ober- noch untertägige Aufschlüsse vorhanden!) ist die Lagerstätte Hammergraben auch an eingelagerte Karbonatgesteinslinsen gebunden.

### **Vererzung**

Im Gegensatz zu den vorwiegend stratiformen Vererzungen Hachau und Schwemmberg ist die Vererzung Hammergraben gangförmiger Natur. Da die Einbaue in der steilen Südflanke des Grabens bis zur Unkenntlichkeit verbrochen und verschüttet sind, stützen sich die Beobachtungen ausschließlich auf Funde, die auf den dürftigen Haldenresten sowie an mitunter m<sup>3</sup>-großen Bachgeröllen getätigt wurden.

Die Erzstufen bestehen zur Hauptsache aus grobspätigem, oberflächlich braun anwitterndem Karbonat, und zwar Ankerit und/oder Fe-reichen Mischgliedern der Siderit-Magnesit-Reihe, sowie derbem Quarz als Gangarten. Darin eingesprengt finden sich mm- bis cm-große Putzen von Kupferkies, seltener von Fahlerz und Co-hältigem Arsenkies. Bereichsweise beobachtet man mehrere cm große Nester aus feinkörnigem Pyrit. Die Hauwerksbrocken erinnern stark an Stufen von Mitterberg, z.T. auch von Larzenbach.

Die Lagerstätte wird von verschiedenen Bearbeitern (TRAUTH 1926, GANNS et al. 1954, FRIEDRICH 1968) unterschiedlich interpretiert. Nach Auffassung Ganns' wurden devonische Kalke von Fe- und Cu-hältigen Erzlösungen metasomatisch verändert; er schränkt allerdings ein, daß im Bereich des Hammergrabens nirgends Karbonatgesteinszüge aufgeschlossen seien. Friedrich hingegen stellt die Lagerstätte Hammergraben genetisch zu den vermutlich altalpidisch angelegten Kupfererzgängen vom Typus Mitterberg, was hinsichtlich der Ähnlichkeit der vorzufindenden Haldenerze plausibel erscheint.

Lagerstättenkundliche Untersuchungen, die seitens der betreibenden Bergbaufirma Anfang der 20er Jahre durchgeführt wurden, ergaben Vorräte von 6 Mio. t Erz mit einem Fe-Gehalt von 45-48 % und einem Cu-Gehalt von 33,7 %. Diese Haltangaben erscheinen in Anbetracht der vorliegenden Paragenese allerdings unglaublich hoch!

### **Standortcharakteristika**

Das ehemalige Bergbauareal liegt in der steilen Südflanke am eng eingeschnittenen Oberlauf des Hammerbaches, 400 bzw. 800 m ENE einer markanten Geschiebe-Rückhaltesperre.

Der Haldenfuß unterhalb des Schurfstollens aus den 20er Jahren grenzt unmittelbar an das Bachbett (1190 m). Die untersten 5 m sind durch Hochwassereinwirkung stark erodiert und beinhalten durchwegs nußgroßes Pochklein, und zwar etwa je zur Hälfte taubes phyllitisches Material und rostbraune Karbonatstückchen mit reichlich Malachitanflügen. Auch Holzkohle ist zu finden, zumal unmittelbar am Bach die Erzscheidung, Aufbereitung und Röststätte standen. Oberhalb sind zwei max. 25-30 m breite, weitestgehend verwachsene Halden zu erkennen; die Lage des Einbaues läßt sich nur mehr vage erahnen. Am Plateau der unteren Halde liegt ein unbedeutender Rücklaß aus meist faustgroßen Erzstufen mit braun angewittertem Fe-Karbonat und darin eingesprengten Kupferkies- und Fahlerzputzen und -adern..

50 m bachaufwärts erstreckt sich die großteils mit einer Grasnarbe und kleinen Fichtensetzlingen bewachsene Halde vom Bachbett bis zur Mundlochpinge des alten Förderstollens (1210 m).

Oberhalb der Hauptbaue sind im Wald, unterhalb eines Forstaufschlußsweges, zwei völlig verwachsene, insgesamt etwa 40 m breite Halden und drei jeweils 2-3 m weite, 1 m tiefe, trichterförmige Pingen wahrnehmbar (1235-1240 m), die vermutlich von den Tagbauen einer frühen Bergbauperiode herrühren.

Eine 10-12 m breite, vollkommen verwachsene Halde liegt 400 m bachaufwärts, etwa 30 m östlich der Einmündung des Weitenhausgrabens (1250-1260 m). Außer einzelnen großen Quarzmuttern und kleinstückigen, stark mit Limonit durchsetzten Quarz-Karbonat-Verwachsungen konnten keine Anzeichen einer Vererzung gefunden werden. Im Vergleich zum Material aus den Hauptbauen herrscht hier Quarz gegenüber Karbonat bei weitem vor. Aus der mutmaßlichen Stollenpinge wenige Meter oberhalb der Halde sickert geringfügig Wasser.

Die Gesamtkubatur der Abraumhalden im Hammergraben wird auf max. 3000 m<sup>3</sup> geschätzt.

Der Bergbau liegt in eher unzugänglichem, ausschließlich forstwirtschaftlich genutztem Terrain. Da die Gehöfte auf der gegenüber liegenden Grabenflanke situiert sind, ist keine Trinkwasserkontamination möglich. Durch die Vorherrschaft karbonatischer Gangart gegenüber Cu-Erzen ist zudem ein Pufferungseffekt gewährleistet (Ausfällung schwerlöslicher basischer Cu-Karbonate).

Stratiforme Kieslagerstätten

*Schwemmberg bei Radstadt, Hachau bei Filzmoos*

### **Montangeologischer Überblick**

Kleinere, zumeist schichtgebundene Buntmetallvererzungen im Raum Radstadt-Filzmoos-Mandling wurden an mehreren Stellen, zuletzt nach dem I. Weltkrieg, beschürft. Nach heutigen bergmännischen und lagerstättenkundlichen Gesichtspunkten sind sie sowohl aufgrund zu geringer Erzmengen als auch ihrer tektonischen Zerstückelung und damit verbundenen Absätzigkeit als unbauwürdig einzustufen.

Bearbeitet wurden die Lagerstätten von GANSS et al. (1954), DACHS & PAAR (1984), BRANDMAIER et al. (1985) und FEITZINGER & PAAR (1988).

Die Grauwackenzone wird östlich des betrachteten Gebietes von Ausläufern der Werfener Schuppenzone keilförmig abgeschnitten.

Serizitphyllite sind die dominierenden Gesteine; lokal in unterschiedlicher Verbreitung und Mächtigkeit sind Serizitquarzite, sulfidführende und deshalb rostigbraun anwitternde Serizitquarzite/-phyllite („Branden“), Graphitphyllite mit Einlagerungen schwarzer Kieselschiefer (mittelsilurische Lydite nach MOSTLER 1968), Chlorit-Feldspat-Phyllite (ehemalige Tuffe/Tuffite), Porphyroide und Konglomerate anzutreffen. Auf der Nordabdachung des Roßbrandes treten tektonisch stark deformierte, vermutlich devonische Karbonatgesteinszüge auf.

In der Hachau herrscht flaches bis mittelsteiles NW- bis N-Einfallen, am Schwemmberg hingegen mittelsteiles bis steiles S-Einfallen. Die Phyllite lassen eine deutliche Transversalschieferung mit charakteristischen Linearen auf den s-Flächen erkennen. Intensive Verfaltung und Kleinbereichs-Fältelung sind weit verbreitet.

### **Vererzung**

Am Schwemmberg unmittelbar nördlich Radstadt, in der Hachau knapp 3 km östlich Filzmoos und im Bereich der Ochsenalm nordöstlich Mandling (Stmk.; vgl. dazu BRANDMAIER et al. 1985) wurden Fe-Cu-Pb-Zn-Vererzungen beschürft, die in Spuren Gold und Silber führen. Diese kiesbetonten Mineralisationen weisen sowohl hinsichtlich ihrer geologischen Position und ihres Mineralbestandes als auch ihrer wahrscheinlich synsedimentären Entstehung große Ähnlichkeiten auf.

### **Schwemmberg**

Schichtgebundene Fe-Cu-Mineralisationen treten in 10-50 m mächtigen Brandenhorizonten auf, die über mehrere hundert Meter, mitunter auch länger, im Streichen anhalten. Ihre Mächtigkeit beträgt 10-50 m. Die Sulfidführung geht üblicherweise mit einer Quarzanreicherung einher; solche Kies-Quarz-Bänder geben das ursprüngliche sedimentäre Gefüge wieder, können intensiv verfaltet sein und in spitzem Winkel von einer späteren Transversalschieferung überprägt werden. Im ehemaligen Bergbaurevier sind auch die Lydite und Graphitphyllite im unmittelbaren (tektonisch?) Liegenden der Branden vererzt. FEITZINGER & PAAR (1988) unterscheiden im Detail folgende Vererzungstypen:

- Eine monotone Pyritimprägation in den Branden, bei der die 0,1-0,3 mm großen Pyritkörner zumeist mehr oder weniger zerbrochen sind.
- Eine stratiforme Kiesvererzung in den Branden, die hauptsächlich aus Magnetkies, Kupferkies und Pyrit besteht.

- Stratiforme Erzrhythmite in den mittelsilurischen Lyditen. Haupterz ist Kupferkies, daneben treten Sb-Fahlerz (Tetraedrit) und Magnetkies auf. Einen Hinweis auf die vulkanogene Beeinflussung liefert Rutil, der in kohlenstoffreichen Lagen der Kieselschiefer angereichert ist. Covellin ist ein seltenes Umwandlungsprodukt der Primärkupfererze. Dieser Typus dürfte aufgrund der Haldenfunde einen erheblichen Anteil am Hauwerk ausgemacht haben.
- Eine komplexe Cu-(Ag,Hg-)Co-(Ni,Fe-)Pb-As-Sb-Paragenese, die ausschließlich von den Halden der beiden, heute nicht mehr zugänglichen Hauptstollen belegt ist. Die Mineralisation ist hier nestartig angereichert, z.T. diskordant in stark durchbewegten Branden entwickelt und wird von Ankerit und Quarz als Gangarten begleitet. Es existieren hier offenbar Übergänge zur gangförmigen Vererzung des Hammergrabens. Erze dieses Typs waren die vergleichsweise metallreichsten. Pyrit und Kobaltglanz sind einer frühen Phase der Erzabscheidung zuzuordnen. Danach folgte die Bildung großer Mengen Magnetkies, der deutliche Deformationserscheinungen zeigt und unterschiedlich stark zu Markasit umgewandelt ist, ausgehend von Rissen und Korngrenzen. Die eigentliche Buntmetallvererzung besteht zur Hauptsache aus Fahlerz und Kupferkies; geringe Silber- und Quecksilbergehalte sind ausschließlich an die Fahlerze gebunden. Accessorisch treten hinzu: Arsenkies (Spuren von Co, Ni und Sb), Gudmundit, die Pb-Sb-Sulfosalze Jamesonit, Boulangerit und Bournonit sowie Bleiglanz und Zinkblende.

Mittels Dokimasie analysierte Haldenerze enthalten 0,4-3,6 ppm Au u. 3,6-44 ppm Ag.

Stratiforme Erzrhythmite in den mittelsilurischen Kieselschiefern sowie ein direkter räumlicher Zusammenhang mit vulkanogenen Gesteinen deuten darauf hin, daß die Buntmetall-Vererzung Schwemmburg syngenetisch mit der Ablagerung einer vulkanosedimentären Abfolge, vermutlich sedimentär-exhalativ gebildet wurde. Die prävariszische Vererzung erfuhr im Zuge variszischer und alpidischer Metamorphose-Ereignisse eine z.T. intensive Deformation und geringfügige Remobilisation.

#### Hachau

Die Vererzung ist an einen Horizont limonitisch verfärbter Chlorit-Serizitphyllite bis -quarzite gebunden. Charakteristisch ist eine Wechsellagerung mm-geschieferter phyllitischer und feinkörniger quarzreicher Lagen mit fließenden Übergängen. Dieser Brandenhorizont ist etwa 500 m im Streichen verfolgbar. Wie am Schwemmburg können auch hier die vorwiegend s-parallelen Erzschnüre stellenweise intensiv verfältelt sein.

Die Buntmetall-Vererzung ist nirgends mehr anstehend aufgeschlossen, zumal die Einbaue verbrochen sind. Daher beziehen sich die von DACHS & PAAR (1984) durchgeführten Untersuchungen ausschließlich auf Haldenfunde. Zwei Vererzungstypen sind unterscheidbar:

- Schieferungsparallele, mit dem Nebengestein verfältete, bis 5 cm dicke dunkelgraue Erzlagen, wobei feinkörnige mit grobkörnigen alternieren. Diese bestehen, gereiht nach abnehmender Häufigkeit, aus Zinkblende, Bleiglanz, Markasit, Pyrit, Kupferkies und Magnetkies sowie geringen Goldgehalten (0,4 ppm). Zinkblende bildet die Hauptphase. Magnetkies tritt in zwei Generationen auf, wobei die ältere, mengenmäßig vorherrschende völlig zu Markasit umgewandelt ist. Die jüngere Magnetkies-Generation bildet ebenso wie Kupferkies rundliche Einschlüsse und Nester in Zinkblende und Bleiglanz. Letztgenannter verdrängt als jüngste Phase die Zinkblende und verkittet bereichsweise zerbrochene Pyrit- und Markasitkörner; selten enthält er syngenetische Goldeinschlüsse.
- Bräunliche Erznester sind an Quarz-Karbonatadern gebunden, die Sulfide sind vergleichsweise grobkörnig und zeigen keine Regelung nach der Schieferung. Die Paragenese besteht aus Zinkblende, Bleiglanz, Kupferkies, Pyrit, Arsenkies, Magnetkies und Covellin. Neben den üblichen Verwachsungen treten speziell randlich mm-dicke Zonen auf, die monomineralisch nur aus Kupferkies oder Bleiglanz bestehen und Risse in der karbonatischen Gangart verheilen können. Bereichsweise verdrängt Limonit das eisenreiche Karbonat.

In ähnlicher Weise wie am Schwemmburg ist aufgrund der beobachteten Gefüge für den Vererzungstyp 1 eine synsedimentäre, präalpidische Anlage wahrscheinlich. Typus 2 könnte im Zusammenhang mit alpidischen Remobilisationen gesehen werden.

## **Standortcharakteristika**

### **Schwemmberg**

Die beiden heute nicht mehr zugänglichen Hauptstollen (1125 und 1110 m) befinden sich 150 m südöstlich des Alpengasthofs Pertill unterhalb der Zufahrtsstraße im Wald, in der Ostflanke eines Grabens. Die markante Pinge des oberen Einbaues erstreckt sich in ENE-Richtung bis zur Straße hinauf. Das Haldenplateau ist ca. 150 m<sup>2</sup> groß und völlig verwachsen; der Sturz reicht bis zum Plateau des unteren Stollens. Von letzterem ist nur mehr eine kleine Einbruchspinge erkennbar, aus der geringfügig Wasser (ca. 0,5 l/s) sickert und über das etwa 25 m breite, vom Graben begrenzte Haldenplateau fließt. Die austretenden Grubenwässer sind sehr eisenreich und bewirken limonitische Ausfällungen. Teile des Plateaus sind stark durchfeuchtet und versumpft, wodurch sich eine Vegetation mit Latticharten, Moosen, Erlen und anderen feuchtigkeitsliebenden Pflanzenarten entwickeln konnte.

Beim Aufgraben der Vegetationsdecke stößt man auf taube Phyllit- und Graphitphyllit-/Lyditbrocken, vereinzelt auf hpts. Magnetkies- und Pyrit-führendes, brandig angewittertes Hauwerk. Reicherzstufen mit Kupferkies, Fahlerz oder gar Pb-Sb-Sulfosalzen sind äußerst selten.

Die beiden anderen Stollen sind 220 und 250 m weiter östlich bzw. südöstlich im Waldgelände situiert.

Der höher gelegene Einbau befindet sich oberhalb der Straße (1125 m) in der Westflanke eines Grabens, ist an einem steil südfallenden Brandenhorizont angeschlagen und noch auf eine Länge von 75 m, bis zu einer ausgeprägten Verbruchszone im Bereich toniger Mylonite, befahrbar. Der ursprünglich sehr schmale und hohe handgeschrägte Stollen aus dem 15. Jhd. wurde im Zuge einer kurzzeitigen Reaktivierung in den 20er Jahren in Sprengarbeit nachgerissen. Zu Betriebszeiten hatte dieser Schurfstollen eine Länge von 140 m. Bis auf sporadische s-parallele Pyritschnüre sind keine Erzanbrüche mehr aufgeschlossen.

Die Abraumhalde erstreckt sich westlich des Stollens über ca. 30 m Breite bis zur Straße hinunter. Der Ostteil des Plateaus ist dicht mit einer Fichtenjungkultur bepflanzt, im Westteil dominieren ein Fichten-Altbestand sowie eine dichte Matte aus Heidelbeersträuchern. Die zur Straße abfallende Böschung ist spärlich bewachsen; sie enthält z.T. auf Nußgröße zerpochte, taube Lydit- und Phyllitstückchen.

Der tiefer gelegene Stollen ist unterhalb der Straße in einer Brande angeschlagen (1095 m). Die vorderen 25 m des ausnahmslos handgeschrägten, in NNE-Richtung eingetriebenen, nur 0,7-0,8 m breiten, aber 2,2 m hohen Stollens sind durch nachgestürztes Blockwerk und Erdreich vor dem Mundloch bis zu 0,7 m tief geflutet.. Der Einbau hat zwei Auslängen in E- bzw. NE-Richtung und ist noch auf seine gesamte Länge von 108 m befahrbar. Auch hier sind untertage etliche tonige Mylonite aufgeschlossen; die Erzführung beschränkt sich auf unbedeutende konkordante Schnüre und Lagen aus feinkörnigem Pyrit.

Der flache, weitgehend verwachsene Haldensturz bedeckt eine Fläche von ca. 300 m<sup>2</sup>.

Das Bergbauterrain wird ausschließlich forstwirtschaftlich genutzt, Vegetationsschäden sind nicht festzustellen. Hingegen manifestiert sich eine gewisse Versauerung und Eisenanreicherung von Boden und Hangwässern durch austretende Fe-hältige Grubenwässer im Bereich der Baue unterhalb Pertill recht deutlich. Im Hinblick auf eine Kontamination der kommunalen Trinkwasserversorgung ist der Bergbau jedenfalls belanglos, zumal die Schongebiete wesentlich höher oben am Roßbrand ausgewiesen sind.

### **Hachau**

Das ehemalige Bergbauterrain befindet sich in bereichsweise dicht bewaldetem Gelände oberhalb des Schnitzberg-Aufschließungsweges zwischen den Gehöften Güntherr und Lacken.

Am Fuß eines mittelsteil NNW-einfallenden Brandenhorizonts, der ein mehrere m hohes Wandl bildet, sind nebeneinander drei unbedeutende Schürfe (1235 m) einige m tief in den Fels getrieben; einer davon folgt einer fast saigeren, W-fallenden Kluft. Die Brande weist hier etliche cm-dünne Quarzlagen auf. Etwa 10 m weiter westlich befindet sich der eigentliche Einbau (1240 m), der infolge der vermorschten Grubenzimmerung schon 5 m hinter dem Mundloch verstürzt ist.

Die darunter befindliche Abraumhalde ist im oberen Teil max. 20-25 m breit und wird westseitig von einem kleinen Gerinne begrenzt. Das Plateau ist überwiegend vegetationsbedeckt, die relativ steile Böschung ist spärlich mit kleinen Fichten, Birken und Erlen bestockt und erstreckt sich bis zum Güterweg hinunter. Wahrscheinlich wurde der Haldenfuß beim Straßenbau verschüttet. Die Mächtigkeit des Haldenkörpers dürfte, nach der Geländemorphologie zu schließen, eher gering sein (1,5-2 m), die Kubatur 600-700 m<sup>3</sup> betragen.

Tauber phyllitischer Abraum überwiegt; einzelne, z.T. über kopfgroße Blöcke und Platten beinhalten eine lagige, tw. auch nestartige Zinkblende-Bleiglanz-Vererzung. Kupfererze sind ziemlich selten. Insgesamt scheint der Erzgehalt im Haldenmaterial höher zu liegen als am Schwemmberg.

### *Rettenbach bei Mittersill*

#### **Montangeologischer Überblick**

Die Schwefelkies-Lagerstätte Rettenbach liegt im Grenzbereich zwischen Grauwackenzone im Norden und Quarzphyllitzone im Süden.

Der lithologische Aufbau der Grauwackenzone im Bereich der Lagerstätte ist ziemlich monoton; in den vorherrschenden Serizitphylliten und -quarziten sind konkordant Linsen von Graphitphyllit, Grüngesteinen (Diabas bzw. -schiefer) und vereinzelt auch Kalken eingelagert. Innerhalb der Quarzphyllitzone, die als stratigraphisch Liegendes der Grauwackenzone betrachtet wird, ist praktisch überhaupt keine Differenzierung möglich. Sämtliche Gesteine sind schwach metamorph überprägt.

Im Zuge der alpidischen Überschiebungstektonik wurde der Quarzphyllit steil gestellt, sodaß im ehemaligen Bergbaugesamt ein Einfallen von 70-80° nach Nord herrscht. Eine z.T. intensive Feinfältelung mit W-E-streichenden Faltenachsen ist charakteristisch. Die Gesteine der Grauwackenzone sind flacher gelagert, fallen mit ca. 30° N bis NNE ein und sind wenig bis kaum gefältelt. Diese teilweise erkennbare Winkeldiskordanz, vermutlich eher ein Transgressionskontakt als eine Bewegungsbahn, ist der einzige brauchbare Hinweis für eine Unterscheidung der beiden Einheiten.

Die Schwefelkies-Vererzung liegt zwar etwa 100 m im Liegenden der Winkeldiskordanz, die vererzten Lager setzen sich aber ebenso in Gesteinen der Grauwackenzone fort. UNGER (1969) nimmt in Analogie zu Walchen bei Öblarn (Steiermark) einen etwa 400 m mächtigen Grenzstreifen an, in dem die synsedimentär gebildeten Schwefelkies-Lager, mehr oder weniger stark zerlegt, konkordant vorliegen.

Im Bergbau ist ein NNE-streichendes, steil NW-einfallendes Störungssystem aufgeschlossen, das obertage jedoch nicht erkennbar ist.

#### **Vererzung**

Die vererzten Lager bestehen nach Unger aus tw. mürbem, mitunter stark graphitischem Serizitphyllit/-quarzit und zeigen wechselnd starke Schwefelkies-Führung.

Die 0,3-0,6 m mächtigen Derberzlager werden randlich bzw. im Liegenden und Hangenden von schwach mit Kies durchsetzten Imprägnationszonen begleitet.

Hauptbestandteil der Vererzung ist Pyrit, der in verschiedenen Korngrößen auftritt. Die Mineralgefüge deuten auf eine primäre Ausscheidung aus Gelen hin, mitunter sind Reste vererzter Bakterien erkennbar. Selten kommen Ni-hältiger Magnetkies und Millerit in Zwickeln und als Einschlüsse im Pyrit vor. Kupferkies ist überwiegend auf die Kernzonen der Erzlager beschränkt. In den Randpartien und Imprägnationszonen liegen nur vereinzelte Kupferkieskörner bzw. Einschlüsse im Pyrit vor. Selten sind Arsenkies, Cubanit, Vallerit, Fahlerz und Pb-Sb-Sulfosalze. Bleiglanz und Zinkblende wurden vermutlich in einer letzten Ausscheidungsphase gebildet und sind an die auskeilenden Randpartien der Erzlager gebunden.

Insgesamt können in Rettenbach drei, durch Zwischenschiefer und Imprägnationszonen sowohl räumlich als auch zeitlich getrennte Derberzkörper unterschieden werden, was auf wechselnde sedimentäre Rhythmen hinweist. Für eine synsedimentäre Entstehung sprechen auch eindeutig die vielfach zu beobachtenden Erzrhythmite, die sich in der wechselnden Korngröße einer Mineralart

(Pyrit) oder durch Zwischenlagen anderer Erzminerale manifestieren. Die Imprägnationserze entsprechen einer mengenmäßig geringeren Zufuhr metallhaltiger Lösungen bei gleichzeitig normaler Sedimentation. Eine Vorphase der eigentlichen Erzzufuhr äußert sich in einer stärkeren Verquarzung der Phyllitpartien im Liegenden. Grünschiefer (Diabasschiefer) treten im Hangenden der Erzlager auf; Unger bringt die Mineralisation daher mit einer prävulkanischen submarinen Hydrothermalaktivität in Zusammenhang.

### **Standortcharakteristika**

Der Schwefelkies- und Kupferbergbau Rettenbach befindet sich 3 km westlich von Mittersill auf beiden Seiten des gleichnamigen Grabens, in 800-1025 m Seehöhe. Der Bergbau wurde zuletzt während des II. Weltkrieges und unmittelbar danach betrieben, die gewonnenen Erze wurden in der näheren Umgebung jedoch weder aufbereitet noch verhüttet. Die ehemaligen Bergbauanlagen sind tw. verfallen bzw. infolge der regen Bautätigkeit nicht mehr im Gelände erkennbar.

### **Hauptbaue**

Die seinerzeit bedeutendsten Einbaue, nämlich der Christastollen (954 m) und der Hermann-Friedrich-Unterbaustollen (840 m), sind noch offen und tw. befahrbar.

Das Grubengebäude des Christastollens weist eine Gesamtlänge von annähernd 1 km auf; zwei Erzlager von 5 bzw. 8 m Mächtigkeit wurden von mehreren Sohlen aus abgebaut. Der vor dem Mundloch befindliche Haldensturz ist sehr ausgedehnt und enthält vornehmlich brandiges Gesteinsmaterial bzw. Quarzphyllit. Eingesprengte Derberzpartien zeigen Pyrit, Markasit, Magnetkies und Kupferkies. Vom Bachlauf wurde Haldenmaterial erodiert. Durch die Einwirkung der Atmosphärien wurden die Haldenerze weitgehend zersetzt, es bildeten sich diverse Fe-Sulfatausblühungen und Limonit. Im Haldenbereich stellenweise austretende sulfathaltige Wässer zeigen eine weißliche bis bräunliche Verfärbung.

Der während des II. Weltkrieges angeschlagene Hermann-Friedrich-Unterbaustollen erreichte eine Gesamtlänge von ca. 850 m und hatte über Aufbrüche Verbindung zu den oberen Niveaus des Christastollens. Der Unterbau ist noch zur Gänze befahrbar; beim Mundloch befindet sich heute eine kleine Barbarakapelle. Der vorgelagerte Haldensturz war ursprünglich ca. 100 m lang und 25-40 m breit und hatte bei einer durchschnittlichen Schütthöhe von 10-15 m eine Kubatur von rund 50.000 m<sup>3</sup>. Material und austretende Wässer weisen die gleiche Zusammensetzung auf wie jene aus dem Christastollen. Infolge der ausgeprägten Sulfidzersetzung und des dadurch bedingten sauren Milieus war der Haldenkomplex nur spärlich mit Vegetation bedeckt. Seit Ende der 70er Jahre wurden das gesamte Haldenterrain und die angrenzenden Flächen mit Wohnobjekten verbaut, sodaß vom ursprünglichen Zustand nur mehr an einzelnen Stellen etwas zu bemerken ist. Inwieweit im Zuge der Bautätigkeit Abraum verführt wurde oder ob eine generelle Aufschüttung des Areals stattfand, konnte nicht in Erfahrung gebracht werden.

### **Schurfbaue**

Unterhalb der Paß-Thurn-Bundesstraße befinden sich gleich östlich des Gehöftes Mühlbauer im Rettenbachgraben vier Einbaue in 987-1025 m Seehöhe. Es handelt sich durchwegs um kürzere Schurf- oder Aufschlußstollen, die jedoch die eigentlichen Derberzlager nicht erreichten. Der höchstgelegene ist in einer ca. 1 m mächtigen Brande eingetrieben und auf die Gesamtlänge von 42 m befahrbar. Der zweite Stollen liegt 20 m nördlich davon (1024 m), ist vollkommen verbrochen bzw. zugeschüttet und dient als Wasserfassung. Der dritte Einbau ist in einer 8 m mächtigen Brande am orographisch rechten Ufer des Rettenbaches (987 m) angeschlagen, noch zugänglich und 21 m lang. Auf gleicher Höhe befindet sich am linken Ufer das vermauerte Mundloch des vierten Stollens.

Im Hinblick auf die geringen Mengen des ausgeförderten Hauwerkes sind entsprechende Haldenanlagen kaum feststellbar; der Geländemorphologie bzw. der Situierung direkt am Bachlauf zufolge wurde vorhandener Abraum weitgehend abgetragen. Die Gesamtkubaturen sind auf max.

50-100 m<sup>3</sup> zu bemessen und zeigen, sofern nicht vegetationsbedeckt, brandige Schiefer mit geringer Pyrit- und Magnetkiesführung.

Polymetallische Lagerstätten

*Nöckelberg bei Leogang*

### **Montangeologischer Überblick**

Das Bergbaurevier Nöckelberg, ca. 6 km westlich von Leogang auf der Nordseite des Schwarzleograbens, liegt nahe dem Nordrand der Grauwackenzone, nur etwa 2,5 km von der Basis der Nördlichen Kalkalpen entfernt. Die Lithologie in diesem Abschnitt der Grauwackenzone ist recht vielfältig. Die am weitesten verbreiteten Gesteine sind Serizitphyllite (Ordoviz-Silur), in die linsenförmige Körper und schmale Züge feinklastischer Metasedimente (Subgrauwacken) und diverse Metavulkanite (Diabase, Porphyroidtuffe, etc.) eingeschaltet sind.

Im Lagerstättenterrain sind zwei Karbonatgesteinstypen deutlich abgrenzbar. Sie wurden in verschiedenen, küstennahen Sedimentationsbereichen abgelagert, welche vermutlich durch einen offenen Meeresarm voneinander getrennt waren. In der sogen. Südfazies kamen ton- und quarzreiche Kalke zur Ablagerung (Obersilur-Mitteldevon). Im nördlichen Sedimentationsraum lagerte sich ein Riffschuttkalk, vornehmlich aus Crinoiden(Seelilien)-Resten, ab (Unter-/Mitteldevon). Beide Karbonatgesteine erfuhren während der variszischen und alpidischen Orogenese eine intensive Dolomitisierung. Der eine wird als Südfaziesdolomit, der andere als Spielbergdolomit bezeichnet, wobei letzterer gewisse Analogien zum Schwazer Dolomit aufweist. Sämtliche Erzmineralisationen sind ausschließlich an den Südfaziesdolomit gebunden (HADITSCH & MOSTLER 1970).

Die nächstjüngeren Sedimente wurden im Zuge der postvariszischen Erosionstätigkeit im Permoskyth abgelagert. Aus dem grobklastischen Verwitterungsschutt des Spielbergdolomites bildete sich die sogen. Basalbreccie. Aufgrund der intensiven Verzahnung ihrer Komponenten ist die auffallend rote Breccie äußerst verwitterungsbeständig und deshalb ein landschaftsprägendes Element, insbesondere im Bereich des äußeren Schwarzleotales. Darüber folgen tonig-sandige Sedimentgesteine, die sogen. Spielbacher Tonschiefer.

Vorwiegend almwirtschaftlich genutzte Verebnungen auf 1000-1100 m Seehöhe sind reliktsche Terrassen aus der letzten Vereisung. Kleinere Moränenreste sind am Talboden zwischen Bärenthal und dem Bergbau Schwarzleo erhalten.

Neben der Faziesgebundenheit prägt die komplizierte Überschiebungstektonik die polymetallische Lagerstätte Leogang. Sie liegt nämlich im Grenzbereich zweier Decken, und zwar der tieferen Decke 2 und der darübergeschobenen Decke 3 der Grauwackenzone (sensu Mostler).

Decke 2 wird vom Spielbergdolomit und den darüberliegenden permoskythischen Sedimenten verkörpert, wobei die weichen, inkompetenten Spielbacher Tonschiefer einen idealen Gleithorizont zwischen den beiden tektonischen Einheiten bilden. Die Phyllite und der Südfaziesdolomit der Decke 3 wurden während der alpidischen Orogenese an dieser Bewegungsbahn nach Norden auf- und teilweise überschoben. Am Nöckelberg keilt der Spielbergdolomit nach Osten aus. Deshalb wurden hier die Gesteine der Decke 3 zur Gänze über jene der Decke 2 geschoben, was ein flacheres NNW-Einfallen der erzführenden Karbonatgesteine zur Folge hat. Südlich des Voglergrabens fallen die Gesteine hingegen steil nach Süden ein. Somit herrscht im Revier Nöckelberg eine grundlegend andere Gesteinslagerung als in den Revieren Vogelhalde, Inschlagalpe und Schwarzleo.

In der Spätphase der alpidischen Gebirgsbildung führten E-W-gerichtete Dehnungsbewegungen zur Ausbildung N- bis NNE-streichender Störungen, die sich großteils in Form von Gräben im Gelände widerspiegeln, wobei die Westflügel jeweils gegenüber den Ostflügeln herausgehoben zu sein scheinen. Solche spät- bis postalpidischen Schwächezonen erleichterten einerseits den händischen Stollenvortrieb, andererseits wirkten sie sich als untertägige Verwerfer beim Vorrichten der Erzmittel äußerst nachteilig aus. Die Störungen selbst sind nicht vererzt; Erze führen ausschließlich ältere (z.T. vermutlich variszisch angelegte, in einer altalpidischen Phase reaktivierte) Strukturen, die im Südfaziesdolomit als Klüfte ausgebildet sind (LENGAUER 1988).

## **Vererzung**

### Tektonische Verhältnisse

Die Buntmetallvererzung am Nöckelberg ist an mehrere geringmächtige, flach bis mittelsteil NNW-fallende Dolomitschuppen gebunden, die auf ca. 800 m streichende Länge und maximal 190 m Teufenerstreckung abgebaut wurden. Da sämtliche Einbaue heute verstürzt sind, ist man bei der Beurteilung auf alte Grubenkarten und teilweise noch reichlich vorhandenes Haldenmaterial angewiesen.

Die Sulfidmineralisation ist vor allem entlang von Scherbahnen und Klüften der stark deformierten, zerbrochenen Dolomitmörper konzentriert, da hier die beste Wegsamkeit für aufsteigende metallhaltige Lösungen gegeben war; überhaupt dort, wo am Kontakt zu impermeablen Phylliten eine Ausfällung begünstigt wurde. Historischen Aufzeichnungen gemäß soll beispielsweise die Erzführung im Ottenthalerstollen in der Nähe der „Schwarzen Kluft“ (Graphitphyllit-Einlagerung) besonders zugenommen haben.

HADITSCH & MOSTLER (1970) unterscheiden prinzipiell drei Typen der tektonisch und faziell kontrollierten Mineralisation:

- 1. Eine intensive Vererzung, reich an Ni und Co, gebunden an Überschiebungsbahnen, also im Grenzbereich Dolomit/Phyllit
- 2. Eine schwache Vererzung entlang lokaler Zerbrechungszonen
- Eine schwache Vererzung, gebunden an Klüfte bzw. ss-parallele Bankungsfugen im Dolomit

Die tektonische Kontrolle der Mineralisation manifestiert sich auch darin, daß von der flach nordfallenden Überschiebungsbahn weiter entfernte, im Phyllit eingeschlossene und mechanisch weniger stark beanspruchte Dolomitlinsen nicht mehr vererzt wurden. Hingegen sind in die Bewegungsbahn eingewalzte, mit den Phylliten verschuppte Dolomitschollen und -linsen reich mineralisiert und sogar die Phyllite mitvererzt.

### Mineralisation

Grundsätzlich lassen sich zwei Hauptparagenesen unterscheiden:

#### *Nickel-Kobalt-Paragenese*

Die Ni-Co-Erze treten in mm- bis cm-dicken Erzschnüren und auch putzenförmig in fein- bis mittelkörnigem Dolomit auf. Das Karbonat ist durch graphitisches Pigment vielfach grau gefärbt, durchbewegt und innig mit dünnen Schwarzphyllitlagen vermengt. Der intensiven Deformation entsprechend ist der Dolomit vielfach brecciiert, wobei cm-große Komponenten häufig mit sehr feinkörnigen Sulfiden durchstäubt sind. Solche erzführenden Dolomitreccien werden von jüngeren erzfreien, grobkristallinen, rein weißen Dolomitgängen durchhädet und verkittet.

Die Metallträger sind in erster Linie Gersdorffit, Mischkristalle Polydymit-Linneit und daraus sekundär gebildeter Millerit. Die Ni-Führung soll im Osten des Reviers zugenommen haben.

Durch die langanhaltende Haldenverwitterung bildeten sich Anflüge, z.T. auch dünne Krusten von blaßrosa bis violett gefärbtem Erythrin (Kobaltblüte, seltener auch von lichtgrünem Annabergit (Nickelblüte).

#### *Kupfer-Reicherzparagenese*

Die Cu-Sulfide treten vorwiegend putzenförmig im gröberkristallinen, eisenschüssigen Dolomit auf; die bei der Ni-Co-Mineralisation so charakteristischen schiefriigen Einlagerungen fehlen. Auch hier wird das karbonatische Nebengestein häufig von jüngeren, weißen Dolomitgängen durchtrüert.

Haupt-Kupferträger sind Bornit (Buntkupferkies), Kupferkies und As-reiches Fahlerz (Tennantit) in variablen Anteilen. Bornit ist besonders charakteristisch für das Revier Nöckelberg, während er in Schwarzleo (mit Ausnahme der Erasmusgrube) und der Vogelhalte nicht in wirtschaftlich interessanten Quantitäten vorkam. In geringen Mengen ist mit den genannten Sulfiden noch der Sn-

Träger Mawsonit vergesellschaftet, der zumeist nur wenige Zehntel-mm kleine Einschlüsse in Fahlerz und Kupferkies bildet.

Die Cu-Mineralisation zeigt eine deutliche zementative Anreicherung; ein Merkmal, das für große Bereiche der Leoganger Lagerstätte zutrifft. Die Zementation äußert sich in typischen Verdrängungstexturen von Covellin, Chalkosin, und/oder Digenit, die randliche Säume um die Cu-Primärerze bilden bzw. diese ausgehend von Rissen und Korngrenzen verdrängen; z.T. wird Bornit auch von Kupferkies verdrängt.

Durch Oxidationsprozesse entstanden auch auf den Cu-Sulfiden grüne und bläuliche Sekundärminerale (Malachit, Azurit, Brochantit, Devillin, Langit, Posnjakit; FEITZINGER & GÜNTHER 1986).

## Genese

LENGAUER (1988, 1989) bezieht die Ni-Co-Vererzung aus Hydrothermallösungen im Gefolge eines mitteldevonischen submarinen Vulkanismus, die in die tieferen Schichten der Südfazieskarbonate eindringen und dort zur Ausfällung gelangten. Die Metallgehalte stammen vermutlich aus unterlagernden sulfidführenden Schiefen, die von den Lösungen ausgelaugt wurden. Die variszische Orogenese brachte eine Remobilisierung und thermische Überprägung (max. ca. 300° C) der prävariszischen Vererzung mit sich.

Die Bildung der Bornit-Kupferkies-Reicherze stellt Lengauer in eine frühalpide Phase, die Fahlerze kamen erst später, bei bereits abnehmenden Temperaturbedingungen, vornehmlich in den Klüften der Dolomitmörper zur Abscheidung.

Die polymetallische Lagerstätte Leogang (in den Revieren Schwarzleo und Vogelhalte treten zusätzlich noch Ag-, Hg- und Pb-Erze auf!) ist in dieser Form einzigartig in den Ostalpen und von einer Mehrphasigkeit gekennzeichnet.

## Standortcharakteristika

Das ehemalige Bergbauareal ist vom Weiler Rastboden oberhalb der Ortschaft Hütten über den markierten Wanderweg zum Spielberghorn bequem erreichbar, zumal sich ein Großteil der Halden und Einbaue in unmittelbarer Nähe des Weges befindet. Das gesamte Gebiet wird als extensive Almweide (z.T. Waldweide) genutzt.

Sämtliche Stollenmundlöcher sind meist bis zur Unkenntlichkeit verstürzt und daher keinerlei Untertage-Aufschlüsse mehr zugänglich. Die Halden sind jedoch recht ausgedehnt.

Der tiefstisuierte und gleichzeitig östlichste Einbau ist der an einem Sideritgang angeschlagene, nach dem Gewerkschaftsdirektor Ing. Karl Krupp benannte Kruppstollen (1205 m) auf der Brandstattötz. Er wurde 150 m nach Nordwesten vorgetrieben und durchörterte zur Hauptsache einen gebleichten Phyllit. Das Feldort stand im steil nordfallenden Dolomit. Oberhalb und westlich des Kruppstollens zeugt der ausgedehnte Haldenkomplex bei den sogen. Kriegsstollen (1240-1250 m) von der regen, wengleich ziemlich erfolglosen Schurftätigkeit während des I. Weltkrieges. Da die aufgefahrenen Erze arm und absätzig waren, bestehen die großen, spärlich bewachsenen Halden hpts. aus kleinstückig zerfallenem, z.T. tonig-erdig verwittertem phyllitischem Abraum, der von Viehgangeln zerfurcht und bereichsweise stark erodiert ist.

Der Unterbaustollen (1275 m) liegt ca. 150 m weiter westlich im Wald, direkt neben dem Wanderweg. Er schloß insgesamt vier NE-streichende, steil verflächende, reich vererzte „Gänge“ auf, die an geringmächtige, in die Phyllite eingewalzte Dolomitschollen gebunden waren. Der max. 4 m mächtige, tw. vegetationsbedeckte Haldensturz wird südseitig von einem Graben angerissen. Phyllitisches Feinmaterial herrscht vor.

Die Mundlochpinge des Ottenthaler Stollens befindet sich am Westrand einer markanten, ca. 70 x 50 m großen Verebnung im Bereich der Wegkehre (1300 m), wo zu Betriebszeiten auch das Berghaus stand. Mariahilf-, Thomas- und Schmiedstollen lagen 40-50 m weiter nordöstlich im heute bewaldeten Gelände. Im Ottenthaler Stollen längte man mit zwei nach Norden getriebenen Schlägen zwei erzführende Strukturen aus, welche über Firstenläufe bis zum sogen. Mittellauf abgebaut wurden. Die Ottenthaler-Halde weist mit Abstand die größten Kubaturen und z.T. reiche Erzurücklässe

aus der letzten Betriebsperiode während des I. Weltkrieges auf (Derberze mit max. 11,6 % Cu, 3,2 % Ni). Letztere bestehen aus faust- bis kopfgroßen Karbonatbrocken mit Putzen und Adern von Fahlerz, Bornit und Kupferkies. Die Primärerze sind durch die jahrzehntelange Verwitterung oberflächlich mit grünen und bläulichen Sekundärmineralien überzogen. Ni-Co-Erze liegen noch in vereinzelt, bis zu 0,5 m<sup>3</sup> großen, äußerst kompakten und zähen, mit Schwarzphyllitlagen durchsetzten Karbonatblöcken auf Halde. Sie sind an den rosavioletten Anflügen von Kobaltblüte leicht kenntlich. Der sehr steil geböschte Haldensturz ist nur spärlich mit kleinen Fichten und Lärchen bewachsen; Bereiche mit vorherrschend phyllitischem Feinmaterial sind von tiefen Erosionsrinnen durchzogen.

Nordöstlich des Ottenthaler Stollens liegen oberhalb eines ehemaligen Knappensteiges im Wald die sehr alten, eher bedeutungslosen Baue am Schlapfenmais.

50 m westlich quert der Fußweg die ausgedehnte Halde des Sebastianstollens (1335 m), der 80 m weit nach Nordwest vorgetrieben wurde. Im vorwiegend phyllitischem Abraum bildeten sich trotz des relativ flachen Böschungswinkels sich ausgeprägte Erosionsrinnen, wodurch Feinanteile bis ca. 10 m unterhalb des Weges abgeschwemmt wurden. Das Haldenplateau weist eine geschlossene Grasnarbe auf. Unmittelbar darüber schließt die ebenfalls von tiefen Rinnen durchzogene Halde des Antonistollens an. Erzhältige Stücke sind auf beiden Halden sehr selten.

Der Westteil der Lagerstätte, als Virgilius-Grubenfeld bezeichnet, wurde zur Hauptsache mit dem Neuschurfstollen (1360 m) erschlossen, der 300 m weiter westlich im heute bewaldeten Gelände liegt. Er durchörterte erst den Phyllit und dann den Dolomit, wobei besonders Co-reiche Erzmittel an der Gesteinsgrenze, aber auch im Phyllit angetroffen wurden. Neuschurf-, Antoni-, Sebastian- und Ottenthaler Stollen standen untereinander über den erwähnten Mittellauf in Verbindung, sodaß hier von mehreren Horizonten aus die Lagerstätte großflächig aufgeschlossen wurde. Beim Aufgraben des völlig verwachsenen Haldenplateaus treten größere Pyrit-, Cu- und Ni-Co-Erz-hältige Karbonatbrocken zutage.

Oberhalb befinden sich auf der Ostseite eines Grabens zwei kürzere, vermutlich sehr alte Einbaue (1380 u. 1395 m). Aus dem verbrochenen Mundloch des unteren sickert geringfügig Wasser. Bedingt durch tonige Feinanteile im Abraum tritt am Haldenfuß Staunässe auf. Der höhergelegene Einbau befindet sich im Wald, die Halde ist völlig verwachsen.

Die im Bergbaurevier Nöckelberg noch auf Halde liegenden Kubaturen sind grob geschätzt auf 45.000-50.000 m<sup>3</sup> zu beziffern. Die damit verbundenen, lokal recht signifikanten Wunden in der Landschaft zeigen sich vor allem in fehlender oder nur mangelhafter Vegetation, was in erster Linie auf die hohe Erosionsanfälligkeit des überwiegend feinkörnigen, Phyllosilikat-reichen Abraums zurückzuführen ist.

Eine erhöhte Schwermetall-Belastung des Bodens (Cu, Ni, Co, As) ist im Umkreis jener Halden nicht auszuschließen, die noch erhebliche Mengen sulfidischer Erzurücklässe enthalten (Ottenthaler, Neuschurfstollen). Die Vergesellschaftung der sulfidischen Buntmetallerze mit Mg-Ca(-Fe)-Karbonaten ist als ausgesprochen günstiger Faktor zu bewerten, weil durch die bereits in situ stattfindende Ausfällung relativ schwer löslicher Sekundärminerale (Cu-Karbonate und -Sulfate; Ni- bzw. Co-Arsenate) eine Mobilisierung von Schwermetallen und As über den Austragspfad Wasser zumindest reduziert ist.

## Altkristallin (Mittelostalpin)

Der Lungauer Anteil der Schladminger Tauern nördlich der Mur und der Nordabschnitt der Nockberge südlich des Murtales werden vom mittelostalpinen Altkristallin aufgebaut. Das Altkristallin keilt östlich des Katschberges über dem penninischen Tauernfenster aus und wird im Süden, im Gebiet Nockalm-Turrach, von der oberostalpinen Gurktaler Decke sowie östlich von Falkendorf/Mur von der ebenfalls oberostalpinen Murauer Decke überlagert.

Vor allem in den Schladminger Tauern sind zahlreiche, z.T. bedeutungsvolle Bergbaue bekannt. Der berühmte Leobener Mineraloge und Lagerstättenkundler O. M. FRIEDRICH, der sich mit den Schladminger Lagerstätten Jahrzehnte hindurch intensiv auseinandersetzte (z.B. in seiner Monographie 1967), unterscheidet:

- Ni-Co-As-Bi-Gänge (Typus Zinkwand-Vöttern)
- teils konkordante, teils diskordante Ag-Cu-Gänge mit Kupferkies-Fahlerz-Ankerit (Typus Seekar-Obertauern)
- konkordante Ag-Cu-Lagergänge (Giglerbaue beim Giglachsee, Krombach im Obertal)
- Ag-Pb-Lagerstätten (Eiskar, Eschach-Duisitzbaue, Bromriesen)

Typus 1 und 2 betreffen auch Bergbaue im Lungau und werden hier besprochen.

Im Gegensatz zu den Lagerstätten der Schladminger Tauern betrifft der im Rahmen dieser Erhebung ebenfalls untersuchte Bergbau Ramingstein eine wahrscheinlich synsedimentär angelegte, aber metamorph mehrfach stark überprägte Pb-Ag-Zn-Vererzung in Granatglimmerschiefern.

### *Zinkwand bei Weißpriach*

#### **Montangeologischer Überblick**

Das hochalpine Bergbaugesamt Zinkwand-Vöttern liegt im äußersten Westabschnitt des Hauptkammes der Schladminger Tauern an der steirisch-salzburgischen Landesgrenze. Der Name Zinkwand ist irreführend, zumal dort nie Zinkerze abgebaut wurden; die Bezeichnung ist vielmehr auf die Zacken(=Zinken)form des Berges zurückzuführen.

Das Altkristallin der Schladminger Tauern wird zur großtektonischen Einheit des Mittelostalpins gestellt. Nur ca. 1 km westlich des betrachteten Gebietes verläuft die Deckengrenze, an der das Mittelostalpin auf die unterostalpinen Einheiten des Radstädter Permomesozoikums aufgeschoben wurde. Letzteres besteht im wesentlichen aus permoskythischen Quarziten (Lantschfeldquarzit) bis Quarzphylliten sowie darüberfolgenden Karbonatgesteinen der mittleren und oberen Trias (Kalke und Dolomite, Rauhwacken; z.B. Steirische und Lungauer Kalkspitze).

Das Schladminger Altkristallin gehört zum tiefsten lithostratigraphischen Stockwerk der Muriden(Muralpen)-Decke, welche wiederum von der höheren Koriden (Koralpen)-Decke tektonisch überlagert wird. Wesentliche Bauelemente sind ein Plagioklasgneiskomplex (Ammering-Komplex), der lateral in einen vulkanogenen Komplex mit wechsellagernden Plagioklasgneisen und Amphiboliten übergeht (BECKER 1981). Die nichtmetamorphen Ausgangsgesteine werden als Tuffe und Laven eines kalkalkalischen und alkalischen Vulkanismus interpretiert, welche im Kambrium über einer Subduktionszone in einem Inselbogen oder aktiven Kontinentalrand gebildet wurden. Während der variszischen Orogenese erfuhr die vulkanosedimentäre Abfolge eine hochgradige metamorphe Überprägung. Gleichzeitig kam es zu Gesteinsaufschmelzungen in tieferen Krustenbereichen und damit zu prä- bis syntektonischen Granitintrusionen. Die granitoiden Gesteine wurden im Zuge der alpidischen Gebirgsbildung zu Orthogneisen umgewandelt, wie man sie vor allem östlich des Bergbaugesamtes vorfindet (z.B. am Hochgolling). Die altpaläozoische vulkanogene Abfolge erlitt eine retrograde metamorphe Überprägung (Diaphthorese), z.T. verbunden mit einer stärkeren tektonischen Beanspruchung, insbesondere einer Verschieferung der Gesteine, was vor allem bei Hellglimmer- und Chlorit-reichen Gneisen, Schiefern und Quarzphylliten zum Ausdruck kommt.

## **Vererzung**

Die Bergbaureviere Zinkwand und Vöttern wurden bereits im vorigen Jhdt., zur Zeit der letzten Betriebsblüte, z. T. detailliert geologisch-lagerstättenkundlich untersucht. Zuerst durch den berühmten Leobener Bergmann Peter TUNNER (1841), dann u.a. durch MILLER-HAUENFELS (1859), AIGNER (1860), FLECHNER (1887) und SCHMIDT & VERLOOP (1909).

Am intensivsten setzte sich wohl der bekannte Grazer Lagerstättenforscher Gustav HIESSLEITNER (1929) mit geologisch-tektonischen und bergwirtschaftlichen Fragestellungen auseinander, nachdem man 1918 und 1926/27 noch einmal Schürfvversuche getätigt hatte, wenn auch ohne nennenswerte Erfolge. Kurze Zeit später publizierte schließlich FRIEDRICH (1933) seine fundierte Arbeit über die Erzparagenesen und die Vererzungsvorgänge der Kobalt-Nickel-Lagerstätte.

## **Geologie und Tektonik**

Der Bereich Zinkwand-Vötternspitzen wird von einem flach (10-25°) N-fallenden Schiefer- und Gneispaket aufgebaut. Innerhalb der vulkanosedimentären Serie sind rostigbraun anwitternde und deshalb schon aus der Ferne auffällige, Pyrit- und Magnetkies-führende Gesteinshorizonte charakteristisch, die traditionell als Branden bezeichnet werden. Die Ni-Co-Vererzung ist signifikant mit einzelnen Brandenhorizonten assoziiert. Diese sind als hydrothermal stark veränderte, insbesondere an Quarz angereicherte kristalline Schiefer anzusehen, wobei Quarzlinsen und -lagen häufig sind. Als sedimentäres Edukt kommt ein an Kohlenstoff, Schwefel und Eisen reicher, dünnschieferiger Tonschiefer (Schwarzschiefer) in Betracht. Die Sulfidführung tritt entweder feinlagig entlang der ursprünglichen sedimentären Schichtung auf oder ist imprägnationsartig im Gestein verteilt.

Die unmittelbar im Liegenden und Hangenden angrenzenden Nebengesteine der Branden sind überwiegend quarz- und chloritreiche, Hellglimmer-führende, jedoch Hornblende-arme oder -freie Gneise, Schiefer oder Phyllite.

Auf der Lungauer (SW-)Seite der Zinkwand ist die durchschnittlich 60° N-fallende Hauptbrande, von den alten Bergleuten als Neualpner Brande bezeichnet, als markantes breites Band innerhalb der quarzreichen Phyllite und Phyllitgneise aufgeschlossen. Die Mehrzahl der Einbaue ist entlang der Hauptbrande angelegt. Zum südöstlichen Wandfuß hin streichen mehrere, deutlich schmalere Liegendbranden aus; etwa 60 m über der Hauptbrande folgt eine geringmächtigere Hangendbrande. Am Grat zum Vötternspitz treten mehrere weitere Branden sowie eine markante Störung in Erscheinung, wobei sich die Vöttern-Hauptbrande in einer etwa 300 m höheren (stratigraphischen oder tektonisch bedingten) Position der Abfolge befindet als die Zinkwand-Hauptbrande.

## **Erzkörper**

Die Ni-Co-Erze treten in Adelszonen (Veredelungszonen, Erzfälle) jeweils dort auf, wo jüngere, im Hinblick auf die Branden widersinnig einfallende, steil stehende Karbonatgänge die im Schnitt 6-15 m mächtige Hauptbrande durchschlagen. Meistens handelt es sich um taube Ankeritgänge, einige (namentlich die Silberkluft) führen auch Fahlerz. Daraus resultieren weitgehend lineare Erzkörper mit flachem Eintauchen der Achsen mehr oder weniger in westliche Richtung. Dieses Charakteristikum des Vererzungstypus Zinkwand war natürlich schon den Bergleuten früherer Jahrhunderte bekannt, denn die Auffahrungen folgen diesen Scharungslinien, d.h. den Schnittkanten zwischen Gängen und Brande.

In einiger Entfernung von den Scharungen vertaubt die Brande. Auch treten die Adelszonen bevorzugt entlang der Scharungen dicht gruppierter Gänge mit der Brande auf.

Auf der Zinkwand lieferten die Scharungen der Silberkluft, des Neualpner-, Rosa- und Heiligengeistganges abbauwürdige Erzkonzentrationen. Im Hangenden der Hauptbrande sind sämtliche Gänge mit Ausnahme der Silberkluft taub. Im Liegenden führt der Neualpnergang Arsenkies mit ged. Arsen, die anderen enthalten mehr oder weniger reichlich Fahlerze.

Die Silberkluft ist ein 30-50 cm starker, Fahlerz-führender Karbonatgang, der 50-70° nach S (175-195°) verflächt und vermutlich schon im ausgehenden Mittelalter nahezu vollständig bis zum Tagausbiß verhaut wurde. Die Ni-Erze an der Scharung waren hier auf eine Saigerhöhe von ca. 20 m abbauwürdig und bis zu 0,6 m mächtig. Die Rosa-Scharung verarmte nach 38 m Auffahrung im

Rosastollen; die Heiligengeist-Scharung liegt noch höher und wurde vom Rosastollen mit einem 46 m langen Aufbruch angefahren. Man fand jedoch nur Erzspreuren vor.

Die Liegend- und Hangendbegrenzung der Branden ist oft in Form von Harnischflächen ausgeprägt, neben den Obertage-Störungen ein weiteres Indiz für die tektonische Überprägung der vulkanogenen Serie im Bereich der Lagerstätte. Die Verschiebungsbeträge sind allerdings gering. Mitunter sind auch Zwischenblätter eingeschaltet. Am Liegendblatt tritt öfters ein fein gefältelter, schwärzlicher Tonschiefer in Erscheinung.

Häufig fiedern die Karbonatgänge im Nahbereich der Brande zu einem regelrechten Geäder oder Stockwerk auf; die einzelnen Adern sind 0,5-5 cm, seltener 8-10 cm, stellenweise sogar 20-50 cm stark. 8-10 und mehr derartige Gängchen verteilen sich dabei auf 1-2 m Gesteinsmächtigkeit. Die Dicke der Adern ist selbst auf kurze Distanzen recht variabel.

### Mineralisationsphasen

FRIEDRICH (1933) unterscheidet mehrere zeitlich aufeinanderfolgende Vererzungsphasen mit den zugehörigen hauptsächlich Mineralien:

- Die Kristallisation der Hauptmenge von Ankerit in den Gangstrukturen.
- Die Bildung von Quarz und Arsenkies mit Ankerit, Rutil, Zinnstein und Albit.
- Die Hauptphase der Nickel-Kobalt-Erzbildung. Sie ist charakterisiert durch ein Absinken der Schwefelfugazität bei gleichzeitiger Dominanz von Arsen in den erzbringenden Hydrothermallösungen. Auf diese Weise konnten sich sogar größere Mengen ged. Arsen abscheiden. So fanden noch in den 70er Jahren Mineralogen der Universität Salzburg im Haldenmaterial einen 48 kg schweren Block, der vorwiegend aus ged. Arsen besteht!
- Die Hauptzufuhr der Metalle Ni und Co fand offenbar gleichzeitig mit dem As statt, sodaß es zur Bildung der wirtschaftlich interessanten Ni-Co(-Fe)-Arsenide kam. Namentlich sind dies Chloanthit-Skutterudit (Weißnickelkies-Speiskobalt), Nickelin (Rotnickelkies, Kupfernichel der alten Bergleute), Rammelsbergit, Safflorit, Löllingit und das Ni-Arsensulfid Gersdorffit. Die Zinkwand ist übrigens die Typlokalität für Gersdorffit, der von LÖWE (1847) erstmals von hier beschrieben wurde.
- Der enorme As-Überschuß verringerte sich schließlich, und kleinere Mengen von Wismutmineralien schieden sich ab, nämlich Wismutglanz, Bi-hältiges Fahlerz, Emplektit, in geringem Ausmaß sogar ged. Wismut. Während dieser Phase stieg die S-Fugazität wieder an.
- In der nachfolgenden Phase wurden, wenngleich in wesentlich geringerem Ausmaß als die Ni-Co-Arsenide, Sulfide gebildet. Magnetkies als Haupterz, begleitet von geringen Mengen Kupferkies, Zinkblende und sehr wenig Bleiglanz. Vorhandene Restmengen an Ni und Co gingen überwiegend isomorph als Pentlandit in den Magnetkies.
- Den Abschluß bildete die Ausscheidung von Fahlerz in den Gängen, das nicht von Ankerit, sondern von grobspätigem Calcit begleitet wird.

Die Erze kommen in unregelmäßigen Adern, Nestern und Putzen vor. Die Ni-Co-Arsenide sind meist dicht bis pflasterartig verwachsen, auch ein schaliger Aufbau, der auf Kristallisation aus Gelen hinweist, ist üblich. Infolge der vorherrschenden Feinkörnigkeit ist eine makroskopische Unterscheidung der diversen Minerale untereinander nur schwer bis kaum möglich, wenn man vom auffällig gefärbten Rotnickelkies einmal absieht. Umgekehrt sind blaßgrüne oder zartrosafarbene Anflüge von Nickelblüte (Annabergit) bzw. Kobaltblüte (Erythrin) recht hilfreich, erzhältige Stücke auf der Halde zu identifizieren. An weiteren Sekundärmineralien sind noch Fe-, Ca- und Mg-Arsenate bekannt, wie z.B. Sympleksit und Pharmakolith. Die begleitende Karbonat-Gangart ist mehr oder weniger grobspätig, tw. auch pinolitartig kristallisiert.

### Genetische Aspekte

Die spröden Arsen- und Ni-Co-Erze zeigen häufig kataklastische Zerkleinerung bis Zerreißung, auch schwache Verschiebung kommt vor. Es müssen sich also nach der Haupt-Ni-Co-Erzbildung noch Bewegungen in der Lagerstätte abgespielt haben, wenngleich ihr Ausmaß relativ gering erscheint. Die Bewegungen dürften mit den von Hießleitner beobachteten Störungen zusammenhängen. Aufgrund der beobachteten Erzgefüge stuft Friedrich die Tektonik der Zinkwand jedoch im wesentlichen älter

ein als die Vererzung. Er stellt letztere ins Jungtertiär, zumal sie von keinem gebirgsbildenden Vorgang mehr überprägt wurde (sei es eine metamorphe Umkristallisation oder größere tektonische Beanspruchungen, etwa im Zuge der Aufschiebung des mittel-ostalpinen Schladminger Kristallins auf das Unterostalpin der Radstädter Decke im unmittelbaren Nahbereich der Lagerstätte!). Auch Ähnlichkeiten mit anderen gangförmigen Vererzungen der Ostalpen, etwa Hüttenberg in Kärnten, den Tauerngoldgängen oder - mit Einschränkungen - der tw. älter angelegten Kupferlagerstätte Mitterberg sprechen dafür.

Friedrich sieht genetische Beziehungen der Lagerstätte zu einem sauren bis intermediären Magma. Neuere geochemische Untersuchungen weisen allerdings auf einen ursprünglich sedimentären Absatz der Metalle im Zusammenhang mit der Sedimentation von Schwarzschiefern - den jetzigen Branden - hin. Während der alpidischen Orogenese kam es zu einer Remobilisation in den diskordanten Gangstrukturen und zur Bildung von Adelszonen im Bereich der Scharungen (PROCHASKA 1993).

Die Lagerstätte gilt insbesondere durch die Studien Hießleitners als mehr oder weniger vollständig verhaute und ist, vor allem wegen ihrer abgeschiedenen Lage in hochalpinem Gelände und der damit verbundenen mangelhaften Infrastruktur, als vollkommen unwirtschaftlich zu betrachten.

### **Standortcharakteristika**

Den Lungauer Anteil am ehemaligen Bergbauggebiet erreicht man über das Weißpriachtal. Die normal befahrbare Straße endet beim Parkplatz an der Einmündung des Znachbaches in den Weißpriachbach, gleich hinter dem Lonkatörl. Von hier führt ein Almaufschliebungsweg das nach Norden weisende Znachtal hinauf bis zur Greinmeister Alm (1620 m). Bei der Almhütte zweigt der heute unscheinbare ehemalige Knappensteig in östlicher Richtung ab. Etwa 500 m östlich der Alm zeugen Holzstempel und mit Schlich gefüllte Waschtröge am rechten Bachufer von einem ehemaligen Poch- und Waschwerk.

Der Steig führt in Serpentin in das Knappenkar hinauf, wo die in Trockenmauerung aus Gneisplatten und -blöcken gefügten, nur mehr kärglich erhaltenen Überreste der zuletzt 1927 bewohnten Knappenhäuser stehen (2240 m).

Dank einer Initiative der Neigungsgruppe Höhlenforscher der Alpenvereins-Sektion Schladming wurde Anfang der 1980er Jahre die Restaurierung tw. verfallener bergbaulicher Einrichtungen in Angriff genommen. 1984 konnte der „OeAV-Stollenlehrpfad Zinkwand-Vöttern“ fertiggestellt werden, sodaß Teilbereiche des Grubengebäudes der Zinkwand und auch Stollen des Vötternrevieres (letztere nur auf steirischer Seite) dem interessierten und entsprechend ausgerüsteten Touristen wieder zugänglich sind.

Der Zustieg zu den Einbauen auf Lungauer Seite erfolgt, von den Knappenhäusern ausgehend, einem Schneekragen entlang zum Wandfuß. Von dort führt der mit Perlonseilen, Stahlstiften und einer Aluleiter versicherte Knappensteig, in der Wand ziemlich ausgesetzt der Hauptbrände entlang, bis zur Bergschmiede (2295 m) hinauf. Diese wurde in einer geräumigen Kaverne im Bereich der Mundlöcher von unterem Zinkwandstollen und Schmiedenstollen eingerichtet.

Die Schmiede ist zugleich Ausgangspunkt der Untertagetour. Man gelangt von hier aus über eine kurze Wendel in den oberen Zinkwandstollen. Von diesem geht es durch einen etwa 8 m hohen Schurf - durch den übrigens die Landesgrenze verläuft - in den höchstgelegenen, im Rahmen des Stollenlehrpfades befahrbaren Teil der Grube, den Himmelskönigin- oder Zinkwandstollen. Die noch höheren Horizonte, Rosa und Heiligengeist, wurden nicht erschlossen, ihre Befahrung ist aus Sicherheitsgründen nicht ratsam. Dasselbe gilt für die tieferen Einbaue mit ihren ausgedehnten Strecken und Abbauen, namentlich den Mutter-Kirchentäl-Stollen, dessen Mundloch auf der steirischen Seite verstürzt ist. Die Himmelskönigin ist ca. 120 m in E-Richtung, am Hangendblatt der Brande entlang der Silberkluft-Scharung, aufgefahren und führt auf der steirischen Seite wieder ins Freie. Stellenweise ist ein dm-mächtiger Ankeritgang in der Firste aufgeschlossen, der mitunter noch Ni-Erzspuren enthält, erkennbar an den blaßgrünen Nickelblüte-Überzügen. Im steirischen Streckenabschnitt sieht man einen bis 80 m hohen Versuchsaufbruch im Bereich der Silberkluft, der aus einer jüngeren Bergbauperiode stammt. Dort wurden noch in 25 m Entfernung von der Scharung 5-10 cm mächtige Ni-Vererzungen angetroffen. Nur etwa 10 m vom steirischen Mundloch entfernt zweigen bei einem

Schacht, der zum Mutter-Kirchental-Niveau hinunterführt, nach Süden die Fürst-Lobkowitz-Zechen ab, welche in einem bis 30° steilen, etwa 70 m langen, S- bis SSW-verlaufenden Aufbruch enden.

Die einzige, dafür riesige Abraumhalde auf Salzburger Seite erstreckt sich in einer Breite von 130-140 m vom Wandfuß unterhalb der Einbaue (2240-2250 m) bis zum Karboden hinunter (2160-2170 m). Das Haldenmaterial ist vielfach mit herabgefallenen Gesteinsblöcken (Biotit- und Hornblendegneise bis -schiefer, chloritreiche Schiefer) durchsetzt. Aus dem Bergbau stammt vorwiegend brandig angewittertes Material in durchwegs faust- bis kopfgroßen, vereinzelt auch m<sup>3</sup>-großen Platten und Blöcken. Die meisten sind taub und enthalten lediglich ankeritisches Gangkarbonat. Ni-Co-Erze und auch Fahlerz oder andere Sulfide, wie Magnet- und Kupferkies, findet man nur in relativ geringen Mengen.

Dieser Umstand ist nicht weiter verwunderlich, wurde doch der Bergbau hpts. von Schladminger Seite aus betrieben. Außerdem weisen die Stollen, der Scharungslinie entsprechend, ein mehr oder weniger starkes Gefälle nach Osten auf. Folglich förderte man die Erze auf steirischer Seite aus dem Berg. Dort zeugen noch etliche ausgedehnte und z.T. auch erreichere Halden davon.

Infolge der Steilheit ist die vegetationslose Halde im Knappenkar von mehreren Ersosionsrinnen durchzogen, vor allem am Südostrand. Der Knappensteig quert sie im oberen Teil. Etwa 10-15 m südöstlich der großen Abraumhalde weisen ein direkt neben dem Steig im Blockschutt angelegter Schneekragen und eine unbedeutende taube Halde auf das sogen. Silbergrübl (2175 m) hin.

Auf die Darstellung des Vötternrevieres wurde hier bewußt verzichtet, weil dieses ausschließlich auf der NW-Flanke, vom steirischen Vötternkar aus, bergmännisch bearbeitet wurde. Im Knappenkar am südlichen Wandfuß des Vötternspitz existiert ein offensichtlich nur begonnener, ca. 4 m tiefer Schurfstollen (2385 m). Er wurde in der Vöttern-Hauptbrände (s 015/30 - 026/42), an der Scharung mit einer markant durch die Wand streichenden, SE-einfallenden Struktur (st 115/55) angeschlagen.

Auch wenn die Kubatur der Zinkwand-Halde, grob geschätzt, an die 30.000-40.000 m<sup>3</sup> betragen dürfte, so ist doch der Anteil an Schwermetall- und Arsen-hältigen Erzen als ziemlich gering einzuschätzen. Da außerdem die Ni-Co(-Fe)-Arsenide wie auch das Fahlerz stets von mehr oder weniger grobspätigem Ca-Mg-Fe- oder Ca-Karbonat begleitet werden, wird die Verwitterung der Erze und Mobilisation von Schwermetallen hintangehalten. Darüber hinaus sind gerade die hier vorhandenen Ni-Co(-Fe)-Arsenide nur im stark sauren Milieu einigermaßen löslich; unter atmosphärischen Bedingungen bilden sich ebenfalls schwer lösliche, wasserhältige Arsenate.

Weitere in bezug auf eine Kontamination günstige Umstände sind in der vorherrschenden Grobstückigkeit des Abraumes sowie in der weitgehend trockenen Lage der Halde am unmittelbaren Wandfuß zu sehen. Die zusitzenden Bergwässer ziehen, dem Gefälle der Stollen und Schächte folgend, quantitativ zur steirischen Seite hin ab.

Die fehlende Vegetationsbedeckung ist, trotz sonnseitiger Exposition der Halde, in erster Linie durch den trockenen Standort und das grobblockige Material bedingt, wodurch kaum eine Humusbildung stattfinden kann.

Die hochalpine Lage des Terrains gestattet hier ohnedies nur eine bescheidene almwirtschaftliche Nutzung als extensive Schafweide während der Sommermonate. Eine Kontamination von Futterpflanzen erscheint aus den geschilderten Gründen unwahrscheinlich.

*Seekar bei Obertauern*

### ***Montangeologischer Überblick***

Der um 1515 erstmals erwähnte und 1918 bzw. 1923 endgültig stillgelegte Silber- und Kupferbergbau Seekar nördlich von Obertauern liegt am Westrand des mittelostalpinen Schladminger Altkristallins, unmittelbar über der Deckengrenze zur unterostalpinen Radstädter Permotrias. Die Lagerstätte wurde über eine NW-SE-Distanz von knapp 2 km, vom Seekarhaus bis an den Ostfuß der Seekarspitze, bergmännisch erschlossen.

Das Bergbaugesamt wurde in zahlreichen Arbeiten sowohl geologisch-tektonisch als auch mineralogisch untersucht, u.a. von POSEPNY (1880), FUGGER (1881), FRECH (1901), REDLICH (1911), TRAUTH (1925, 1927), PETRASCHKEK (1926), FRIEDRICH (1933, 1953), MEDWENITSCH (1960) sowie in der Monographie von HADITSCH (1964).

Im Lagerstättenterrain treten im wesentlichen Glimmerschiefer und Phyllite, diaphthoritische (retrograd umgewandelte, vorher höhermetamorphe) Muskovit- und Biotit-Hornblendegneise sowie Amphibolite und Chloritschiefer auf. Das Mesozoikum in der Umgebung der Seekarscharte wird von Quarziten, Rauhwacken, Dolomiten und untergeordnet auch Tonschiefern aufgebaut. Die Abgrenzung altkristalliner Gesteine gegen den unterostalpinen Radstädter Quarzphyllit ist problematisch, zumal die basalen Anteile des Schladminger Kristallins sehr stark tektonisch überprägt wurden und heute als Mylonite vorliegen.

## **Vererzung**

### **Tektonik**

Die Vererzung liegt sowohl in Form s-konkordanter Lagergänge als auch quergreifender, diskordanter Gänge vor, die maximal 2 m Mächtigkeit erreichen können und nach Auffassung von Haditsch allesamt durch eine Zerrungstektonik angelegt wurden. Die Lagergänge entstanden an der Grenze von Gesteinen unterschiedlicher Festigkeit, nämlich starren Quarziten einerseits und leicht deformierbaren, inkompetenten Phylliten, Glimmerschiefern und diaphthoritischen Gneisen andererseits. In den plastisch verformbaren Gesteinen tendieren die Lagergänge stark zum Aufsplittern in etliche Trümer, während in ruptuell reagierenden Gesteinen wie Amphiboliten, Quarziten und linsig zerscherten Karbonatgesteinen hpts. diskordante Gänge sowie vererzte Fiederspalten und ac-Klüfte auftreten. In N-S-streichenden Scherzonen blätterten die Phyllite sehr stark auf und schufen eine besonders gute Wegsamkeit für die erzbringenden Lösungen, sodaß sich in solchen Bereichen mächtige Erzstöcke bilden konnten. Parallelstörungen führten hingegen zu lokalen Einschnürungen der Reicherzonen. Wo die Scherzonen als tonige Mylonite entwickelt und deshalb für die Hydrothermallösungen undurchlässig waren, endet die Vererzung abrupt.

Haditsch unterscheidet innerhalb der Lagerstätte drei Abschnitte mit einer Dominanz jeweils verschiedener Gefügeelemente:

Im Osteil, zwischen Emil-Unterbau und Gottesgab-Zeche, folgt der WNW-streichende, steil (75-80°) S-fallende Hauptgang im wesentlichen der Schieferung des Nebengesteins. Im 250-300 m breiten Mittelteil ist die Mineralisation zur Hauptsache an diskordante, zwischen NNW und NE verlaufende Strukturen gebunden. Im äußersten Westen, unter der Seekarspitze, folgt die Vererzung überwiegend einem NNW-streichenden Störungssystem, untergeordnet treten WNW- bis NW- und auch s-parallele SW-streichende erzführende Strukturen in Erscheinung.

Bedingt durch postgenetische Deformationen ist die Vererzung stark absätzig und in ihrem Mineralbestand wechselhaft.

### **Erzparagenesen**

Prinzipiell können zwei zeitlich verschiedene und auch genetisch stark voneinander abweichende Vererzungstypen unterschieden werden:

- Eine ältere, wahrscheinlich syngedimentäre Brandenbildung, die im wesentlichen auf eine relativ gleichmäßige Pyritimprägation in verfalteten Glimmerschiefern, Phylliten, Quarziten und linsig zerscherten Paragneisen beschränkt ist (vgl. die Branden der Lagerstätte Zinkwand!). Die Pyrite erreichen in quarzreichen Lagen deutlich größere Korndurchmesser als in glimmerreichen, sind vielfach zerdrückt und oberflächlich limonitisch angewittert.
- Eine jüngere epigenetische, gangförmige Cu-Ag(-Ni)-Sb-Vererzung, die von den Karbonaten Ankerit, Mesitinspat und Siderit, untergeordnet Calcit sowie Quarz als Gangarten begleitet wird. Sulfiderze sind Kupferkies, Sb(Zn-Fe)-reiches Ag(Sn-Ni)-hältiges Fahlerz (Ag-Tetraedrit), Bleiglanz, Zinkblende, Pararammelsbergit, Pyrit und Arsenkies. Das Verhältnis von Kupferkies zu Fahlerz in der Lagerstätte wechselt sehr stark.

## Genese

Die Vererzung Seekar wird als eine Lagerstätte interpretiert, deren Form im wesentlichen durch den Verlauf einer der „bedeutendsten Überschiebungen der Ostalpen“ (MEDWENITSCH 1960) bedingt ist. Die primäre Anlage (Branden) ist präkristallin-sedimentär, die eigentliche alpidische Gangvererzung jünger als die Diaphthorese der Schladminger Gneismasse. Im Sinne Friedrichs ist die Lagerstätte Seekar den heißthermalen Kupferkies-Fahlerzgängen zuzuordnen, wie sie auf steirischem Gebiet auch im Schladminger Unter- und Obertal abgebaut wurden.

## Standortcharakteristika

Das ehemalige Bergbaugelände ist von Obertauern über die Zufahrtsstraße zum Seekarhaus (1797 m) - dem ehemaligen Berghaus der „Kupfer- und Silbergewerkschaft Seekar“, einem heute privat geführten Gasthaus und Beherbergungsbetrieb - erreichbar.

Die meisten Stollenanlagen sind heute verbrochen, die vorgelagerten Halden und weitgehend vegetationsbedeckten Reste einer Erzstraße z.T. noch deutlich im Gelände erkennbar.

Direkt hinter dem Seekarhaus befindet sich das verstürzte Mundloch des 1910 angeschlagenen Emil-Unterbaustollens. Der Unterbau erreichte 1912/13 eine Gesamtlänge von 450 m und fuhr z.T. mittels Aufbrüchen den erzführenden Lagergang an. Unmittelbar neben dem Seekarhaus liegen noch die Reste eines Haldensturzes in der Größenordnung von ca. 500 m<sup>3</sup>. Die Erzführung (Pyrit, Kupferkies, Fahlerz) im Abraum ist gering.

In nordwestlicher Richtung liegt oberhalb einer kleinen Almhütte - dem alten Berghaus - der ebenfalls verbrochene Johann-Jakob-Erbstollen (1860 m), der mit dem Seekarhaus über einen Erzweg verbunden war. Ein ausgedehnter Haldenkomplex mit insgesamt ca. 2.000-4.000 m<sup>3</sup> bedeckt den Almboden, ist aber infolge der Steilheit des Geländes teilweise abgerutscht. Erzreste enthalten Pyrit, Kupferkies und Fahlerz. Im Nahbereich der Abraumhalden befinden sich eine Scheidehalde mit fein gepochtem Erz und eine ehemals Erzkaue mit deutlich sortierten Erzen (Kupferkies, Fahlerz).

Die Grubenwässer sowohl aus dem Unterbau als auch aus dem Johann-Jakob-Stollen werden für die kommunale Trinkwasserversorgung gefaßt.

Knapp oberhalb des Johann-Jakob-Stollens liegen der Margarethen-Stollen (ca. 1880 m), das sogen. Obere Stöllerl und ein kleiner, aber im Almgelände markanter Tagbau. Ein Großteil der z.T. verwachsenen, reichlich Fe-Karbonat und wenig Erz enthaltenden Halden wurde durch Erosion abgetragen, die Gesamtkubatur beträgt ca. 1.000-2.000 m<sup>3</sup>.

In nordwestlicher Fortsetzung der letztgenannten Baue liegt der Mittelstollen (ca. 1930 m) nahe eines Bachlaufes, der den Erzgang fast 180 m nach WNW verfolgte. Unbedeutende Haldenreste zeigen vor allem Fe-Karbonat.

Das trichterförmig eingebrochene Mundloch des noch zugänglichen Gottesgab-(Gottberat-)Stollen (1936 m) befindet sich unmittelbar neben einer Skipiste im Randbereich einer sumpfigen Verebnung; der Haldenkomplex ist infolge starker Erosion zerteilt und zerfurcht. In der unmittelbaren und näheren Umgebung zeugen mehrere, heute bis zur Unkenntlichkeit verbrochene Stollenanlagen und Tagschürfe von intensiver Bergbautätigkeit. Das vielfach bräunlich gefärbte Haldenmaterial ist tw. weit über den Almboden verstreut und zeigt neben den typischen Karbonat-Gangarten nur wenig Erz, hpts. Pyrit und Kupferkies. Große Haldenteile sind mit einer Grasnarbe bzw. Almvegetation überwachsen.

Nördlich und nordwestlich des Gottesgab-Stollens, zwischen Seekarspitze und Wurmwand liegen teils im Steilgehänge, teils im Einzugsbereich von Skipisten alte Schurf- und Tagbaue (bis ca. 2200 m), die vielfach bis zur Unkenntlichkeit verfallen und mit Vegetation überwachsen sind. Kleinere, z.T. auch ausgedehntere Halden weisen meist taubes schiefriges Nebengestein mit Pyrit und wenig Kupferkies auf. Der Abraum ist an vielen Stellen erodiert oder verrollt. Die Kubaturen können grob geschätzt mit insgesamt 2.000-5.000 m<sup>3</sup> angenommen werden, sind jedoch nicht zusammenhängend, sondern über ein hektargroßes Areal verstreut.

### **Aufbereitungsanlagen**

Unmittelbar westlich des Johann-Jakob-Erbstollens befand sich auf einer Verebnungsfläche ein Poch- und Waschwerk, wo man nach vorangegangener Scheidung die Cu-Ag-Erze mit mehreren Pochstempeln im Trocken- und Naßpochverfahren aufbereitete. Das Aufschlagswasser wurde aus dem nahegelegenen Bach zugeleitet. Die gesamte Anlage nebst dem Berghaus wurde 1682 von einer Lawine zerstört, die Überreste abgetragen. Heute deuten nur mehr die erwähnten kleinen Haufen gepochten Erzes und Scheidehalden sowie Mauerreste bzw. Fundamente im Almgelände auf den ehemaligen Standort hin.

Während der letzten Betriebsperiode um 1911 errichtete man unmittelbar beim Seekarhaus eine Aufbereitungs- und Wasserkraftanlage, die jedoch über den Probebetrieb nicht mehr hinauskam.

Eine Verhüttung fand im ehemaligen Bergbauterrain nie statt. Die Erze dürften im 16. Jhd. in der Schmelzhütte Herzog Ernsts bei Radstadt, gemeinsam mit Cu-Erzen von Larzenbach und Mandling, verarbeitet worden sein; 1873-1877 und im Zuge der Reaktivierung des Bergbaues 1916 löste man die Erze in der k.k. Kupferhütte Brixlegg in Tirol ein.

Im Hinblick auf die rezente Nutzung liegt das ehemalige Bergbaugesamt einesteils im Bereich ausgedehnter Almweideflächen. Darüber hinaus wurden vor allem die oberen Abschnitte von der nahezu quantitativen wintersportmäßigen Erschließung der Region Obertauern erfaßt, sodaß heute etliche Halden und Einbaue im Bereich von Aufstiegshilfen oder planierten Skipisten liegen.

Indikationen für eine Schwermetall-Kontamination des Bodens sind vom Geländebefund her kaum festzustellen. Die tw. geringe bis spärliche Vegetationsbedeckung der Halden dürfte überwiegend durch die starke Hangneigung und damit verbundene Erosionsanfälligkeit bedingt sein. Auf den noch vorhandenen Poch- und Scheidehalden wurden die feinkörnig aufbereiteten Erze unter der Einwirkung der Atmosphärenluft oberflächlich stark oxidiert, und es bildeten sich Sekundärminerale wie Malachit, Azurit, Cu- und Fe-Sulfate, etc.

### *Ramingstein*

#### **Montangeologischer Überblick**

Die Pb-Ag(-Zn)-Lagerstätte von Ramingstein erstreckt sich zu beiden Seiten des W-E-verlaufenden Murtales. Flach bis sählig lagernde Granatglimmerschiefer sind die am weitesten verbreiteten Gesteine, bereichsweise mit Einlagerungen von Glimmerquarzit. Sie bilden im betrachteten Gebiet eine flache Antiklinale, deren Achse östlich Ramingstein flach nach NNE abtaucht. Einige geringmächtige Amphibolit- und Kalkmarmorbänder beleben das monotone Bild. Bei dieser Glimmerschiefer-Amphibolit-Marmorserie handelt es sich um eine vermutlich altpaläozoische vulkanosedimentäre Abfolge, die während der variszischen und alpidischen Gebirgsbildung metamorph überprägt wurde.

Nördlich von Einach/Mur, am Lasaberg sowie westlich des Mislitzgrabens überlagern Biotit-Plagioklasgneise (Bundschuh-Ortho- und Paragneise) die Glimmerschiefer, von denen sie durch einen Diaphthorithorizont getrennt sind. Der Bundschuh-Paragneis bildet westlich des Bergbaugesamtes eine NNE-streichende Synklinale.

Jüngste bruchtektonische Ereignisse manifestieren sich hpts. in zwei Störungsrichtungen: WNW bis NW streichend (Murtalesstörung) und NNE bis NE streichend (z.B. Tscheller-, Mislitz-, Hranitz- und Kendlbrucker Mühlbachgraben).

Das Gebiet um Ramingstein wurde von THURNER (1958 a,b), in jüngster Zeit von EXNER (1991) geologisch und petrographisch bearbeitet.

### **Vererzung**

#### **Geologie und Tektonik**

Die Ramingsteiner Pb-Ag-Vererzung wurde von mehreren Autoren geologisch und mineralogisch bearbeitet, mit zum Teil gegensätzlichen Auffassungen zu ihrer Genese (z.B. FRIEDRICH 1936, WEISZ 1951, TUFAR 1971, BAUER 1981, FEITZINGER 1988). Nach modernen Lagerstättenkundlichen

Gesichtspunkten ist Ramingstein am ehesten als syngenetische Mineralisation aufzufassen, die wahrscheinlich in Form eines einzigen vererzten Horizonts (Lagers) in vorwiegend tonigen Sedimenten - den heutigen Granatglimmerschiefern - aus metallführenden Hydrothermallösungen am Meeresboden abgeschieden wurde. Zwei Metamorphose-Ereignisse und die spätalpidische Bruchtektonik verwischten das ursprüngliche Bild stark. Die Lagerstätte ist vor allem durch NNE-streichende, 45-50° ESE-einfallende Verwerfer mehrfach zerstückelt. Und zwar wurden vorwiegend die jeweils südöstlichen Flügel staffelartig relativ um ca. 20 m abgesenkt, was den Bergleuten das Auffinden der Erzlager erschwerte.

In den südlich der Mur gelegenen Revieren ist die Lagerstätte offenbar östlich des Siebenschläferfelsens an einer derartigen Störung gänzlich abgeschnitten. Westlich des Mislitzgrabens treten randliche Ausläufer der Vererzung um 50 m abgesenkt auf, bedingt durch einen steil W-fallenden Verwerfer im Haderbau.

WEISZ (1951) versuchte, durch Reduzierung der tektonisch bedingten Verstellungen die ursprüngliche Ausdehnung des vererzten Horizonts zu rekonstruieren. Er nimmt ein relativ geringmächtiges Lager an, das im Einfallen (NNE) seine größte Erstreckung von ca. 1800 m hatte, bei einer Breite von 300 bis 500 m.

### Mineralführung

Bleiglanz ist das bei weitem dominierende Erzmineral. Durch seinen Gehalt an mikroskopisch kleinen Einschlüssen von Silberträgern, nämlich Akanthit, Ag-hältigem Fahlerz, Polybasit und Pyrargyrit galt dem Bleisulfid das Hauptinteresse des historischen Bergbaues. Bleiglanz ist meist in charakteristischer Weise mit Almandin-reichem Granat und dunklem Glimmer (Biotit) innig verwachsen. Bereichsweise ist das Nebengestein regelrecht mit feinkörnigem Bleiglanz durchstäubt; untergeordnet bildet er mm-große Putzen in Quarzlinsen und -lagen. Die Granatführung des Nebengesteins ist im Bereich der Lagerstätte auffallend hoch; stellenweise kommt es zur Ausbildung regelrechter Granatfelse, massige Gesteine, die zur Hauptsache aus mittel- bis grobkörnigem Granat bestehen.

Weitere, jedoch weniger häufige Mineralien sind Zinkblende, Kupferkies, Magnetkies, Pyrit und Markasit, Ilmenit, Rutil, Turmalin (Schörl), Aktinolith, Calcit (zum Teil in Form von Blätterspat auf Klüften) und Graphit. Covellin, Breithauptit, Arsenkies sowie Molybdänit sind als Seltenheiten zu bezeichnen. Weißliche Anflüge und Krusten von Hydrozinkit und Cerussit sind durch Verwitterung auf der Oberfläche etlicher Haldenstücke entstanden.

### Standortcharakteristika

Daß es sich um einen ehemals sehr bedeutenden Bergbau handelt, wird an den zahlreichen im Gelände erkennbaren Halden, Einsturzpingen und noch offenen Stollenmundlöchern deutlich. Die Reviere erstrecken sich beiderseits des Murtales in den Katastralgemeinden Mitterberg und Ramingstein.

### Altenberg-Revier

Die Baue dieses Reviers befinden sich nördlich der Mur in größtenteils bewaldetem Areal in einer Höhenlage von 1060 bis ca. 1300 m. Die Mehrzahl der Stollen wurde in Wand- und Schrofenbildendem Granatglimmerschiefer bzw. -quarzit angeschlagen (ca. 1110-1160 m), und zwar westlich der Straßenkehre unterhalb des Mörtenbauern.

Der Berghauptmann-Hoffnungstollen, der als Unterfahrungsstollen weite Teile des Grubengebäudes entwässert, liegt im Bereich der Straßenkehre (1070 m). Durch den Straßenbau wurde das Mundloch verschüttet, im Zuge des Ausbaues des 1990 eröffneten Besucherbergwerkes aber 1997 wieder gewältigt.

Im bewaldeten Gelände westlich der Straßenkehre ist am Fuß eines mehrere Meter hohen Wandls ein ca. 100 m langer Unterbaustollen eingetrieben, der die Lagerstätte nie erreichte (1060 m). Aus dem verbrochenen Mundloch tritt Wasser aus. Von der Kehre führt ein Fußsteig in mehreren Serpentinien die beachtliche Abraumhalde hinauf zu den oberen Einbauen am Fuß einer Felswand (1150 und 1160 m). Der tiefer gelegene erschließt die noch fahrbaren Läufe und Abbaufelder des Reviers. Bei der

gemauerten und mit einer Wettertüre versehenen Anfahrtsstube beginnt die geführte Untertage-Tour im Rahmen des Schaubergwerkes.

Ca. 150 m westlich dieser Hauptbaue befinden sich, ebenfalls am Wandfuß, die nicht so ausgedehnten Weißwirtsbaue (1120 m), in älteren Karten meist fälschlich als Griengrubenstollen bezeichnet. Der eigentliche Griengrubenstollen ist hingegen weiter nordwestlich (ca. 1300 m) zu suchen, nämlich im Nahbereich des 1997 errichteten Montanlehrpfades, der vom Gemeindamt zum aufgelassenen Marmorsteinbruch im Tschellergraben und herüber zum Schaubergwerk führt.

Schließlich liegt östlich der Hauptbaue noch ein kleiner Tagverhau (1250 m) mit einer auf wenige Meterzehner fahrbaren Zeche samt davor befindlicher Abraumhalde.

Der überwiegende Teil der Stollen verläuft etwa NE, mit zumeist kurzen NW-gerichteten Querschlägen bzw. Aufbrüchen. Die alten Bergleute machten sich beim Streckenvortrieb eine Anzahl hpts. NE- bis NNE-streichender, mittelsteil (45-50°) SE- bis SSE-einfallender Verwerfer (Störungen) zunutze, die in der Regel als dm- bis m-mächtige mylonitische Scherzonen ausgebildet sind. Derartige Schwächezonen konnte man mit den damals üblichen, primitiven Methoden (Schrämarbeit mit Schlägel und Eisen sowie Feuersetzen) leichter gewältigen als den ungestörten und daher mechanisch weitaus widerstandsfähigeren Granatglimmerschiefer bzw. den noch kompakteren Glimmerquarzit oder Granatfels.

Die Abbaufelder haben, der Lagerstättenform entsprechend, ihre größte Längserstreckung ebenfalls in NE-Richtung. WEISZ (1951) unterscheidet zwei Typen:

- a) große Weitungsbaue (Zechen) bis 120 m Länge, 3-10 m Breite und 2-6 m Höhe
- b) breitere, niedrige Abbaufelder bis 2,5 m Höhe

Letztere sind meist dicht mit taubem Gestein versetzt. Beide Typen folgen dem flachen Einfallen der erzführenden Lager (meist 14-16°). Die gesamte Fläche der heute noch zugänglichen Abbaufelder wird auf 14.000 m<sup>2</sup> geschätzt.

Größere Abraumbaubereiche liegen im Altenberg-Revier nur mehr auf der weithin sichtbaren, ca. 200 m langen, bis zu 100 m breiten Halde, die sich von der Anfahrtsstube bis zur Straßenkehre erstreckt. Erzhältige Proben mit meist feinkörnigem Bleiglanz findet man hpts. im grobblockigen, nur geringfügig vegetationsbedeckten unteren Abschnitt. Die höheren Anteile weisen einen alten Fichten- und Lärchenbestand auf.

Die Kubatur dürfte ca. 20.000-25.000 m<sup>3</sup> betragen. Mitsamt den übrigen, wesentlich kleineren und weitgehend tauben Halden ergibt sich für das Altenberg-Revier grob gerechnet eine Gesamtkubatur von 30.000 m<sup>3</sup>.

#### Kräofen-, Dürnrain- und Haderbau-Revier

Der Bergbau südlich der Mur erreichte wesentlich größere Ausmaße als jener im Altenbergrevier. Auf über 1,5 km Längserstreckung trifft man im großteils bewaldeten Gebiet auf zahlreiche, mit einigen Ausnahmen verstürzte Stollenmundlöcher, Pingen und zum Teil beachtliche Halden. Das heute überwiegend bewaldete Bergbauterrain bildet einen ca. 800 m breiten Streifen zwischen Prehmlehen, Burg Finstergrün, Siebenschläferwand und Ruppenbauern an der Ostflanke des Mislitzgrabens (1075 bis 1330 m).

Die ausgedehntesten und noch am weitesten befahrbaren Baue des Kräofen-Revieres sind jene der Fundgrube, die mit dem weiter westlich befindlichen Haderbau und dem dazwischen gelegenen, nicht mehr von obertage zugänglichen Vötterbau ein zusammenhängendes System von Stollen und Abbaufeldern bilden. Unmittelbar südöstlich der Burg Finstergrün befindet sich der Fundgruben-Unterbaues (1075 m), der zur Entwässerung des gesamten Grubengebäudes erst relativ spät (Mitte 18. Jhdt.) ca. 300 m nach SE vorgetrieben wurde. Die Burg bezieht ihr Trinkwasser aus dem Stollen. In gleicher Weise wie der Haderbau ist der Unterbau die ersten 150 m doppelläufig geführt, wobei die beiden Parallelstrecken einen Höhenunterschied von etwa 20 m aufweisen und der höhere mittlere Aufbruch zutage führt. Offenbar erzielte man durch diese Anordnung die zur Feuersetzarbeit nötige Kaminwirkung.

Der eigentliche Fundgrubenstollen befindet sich ca. 400 m weiter südöstlich im Wald (1140 m), knapp oberhalb des markierten, bei der Burg beginnenden Wanderweges. Der Stollen ist die ersten 10 m entlang einer WNW-streichenden, steil N-fallenden Kluft (k 015-025/85°) im Granatglimmerschiefer bzw. -quarzit eingetrieben, folgt die restlichen 200 m aber einer markanten, meist einige dm mächtigen Scherzone, die SW streicht und mittelsteil bis steil nach SE einfällt (125/45-80°). Gleich nach der Stollenbiegung versuchte man, offenbar erfolglos, das vom Verwerfer versetzte Erzlager mit einem in SE-Richtung steil nach unten abgeteuften Schrägschacht in größerer Teufe wiederzufinden. Umgekehrt suchte man das Lager auch mittels Aufbrüchen im Liegenden (NW) des Verwerfers. Ein solcher führt entlang der Scherzone zu den höher gelegenen Siebenschläferbauen. Nach einer weiteren Biegung gelangt man zu einem Querschlag, von dem aus ein Schrägschacht zum Fundgruben-Unterbau hinunterführt. Der Querschlag wurde an einer NNE-streichenden, saigeren, maximal m-mächtigen Mylonitzone angelegt. Das Trinkwasser für die Burg stammt aus wesentlich höher gelegenen Teilen der Lagerstätte, wobei Niederschlagswasser höchstwahrscheinlich im Bereich des Mayringerstollens über dasselbe Störungssystem in das alte Grubengebäude gelangt, das nächst tiefere Abbauniveau der Mayringerzeche durchörtert und schließlich entlang der Mylonitzone in den Fundgruben-Unterbau fließt.

Das Prehmlehen deckt seinen Trinkwasserbedarf aus dem vorderen Abschnitt des Haderbaues. Die eigentlichen Abbaufelder der Fundgrube und des Haderbaues weisen hingegen keine Wasserführung auf. Es sind dies durchwegs niedrige (1,4-1,6 m hohe) Weitungsbaue, die im Haderbau 35-80 m breit, maximal 225 m lang und bis auf schmale Durchlässe mit tauben Gesteinsplatten versetzt sind. Fundgrube und Haderbau sind als Hoffnungsbaue zu bezeichnen; d.h. man trieb gezielt Suchstollen ins Berginnere, ohne obertägige Erzanbrüche an den Aufschlagpunkten vorgefunden zu haben.

Das verstürzte Mundloch des Vötterbaues liegt oberhalb des Zufahrtsweges von der Burg zum Prehmlehen. Auch dieser diente wahrscheinlich als Förder- und/oder Wasserlösungsstollen und ist heute größtenteils ersoffen.

Am Fuß der Siebenschläferwand befindet sich ein kurzer Einbau (1090 m), der vermutlich die Siebenschläferbaue unterfahren sollte, jedoch im Tauben steckenblieb.

Von der Fundgrube aufwärts stößt man auf eine Reihe weiterer Einbaue und zum Teil ausgedehnte Haldenzüge. Die meisten Stollen sind unzugänglich. Gemäß Weiß handelt es sich um Mayringerstollen, Grabnerin, Barbarastollen, Waldstuben und Leonhardistollen sowie eine Anzahl kleinerer Baue im flachen Gelände östlich Kote 1334. Der oberste ist am Fuß einer Felswand (1305 m) angeschlagen. Die durchwegs dicht versetzten Abbaufelder sind auf mehrere Etagen verteilt, was wiederum auf eine intensive tektonische Zerstückelung der Lagerstätte durch die Oerwähnten Verwerfer hinweist.

Das Dürnrain-Revier erstreckt sich vom Sattel nahe Kote 1334 nach Südwest. Unmittelbar oberhalb einer Forststraße stößt man am Waldrand auf mehrere Einbaue samt davor befindlichen, zum Teil beachtlichen Halden (1310-1330 m). Die Stollenmundlöcher sind jedoch mit einer Ausnahme alle verstürzt. Im dichter bewaldeten, südwestlich anschließenden Areal oberhalb des Ruppengutes befinden sich auf gleicher Höhe sowie ca. 100 m tiefer eine Reihe von Einsturzpingen und kleineren, großteils vegetationsbedeckten Halden. Es dürfte sich hier um ziemlich alte Baue handeln, mit denen man offensichtlich zwei übereinander liegende Erzlager von verschiedenen Ausbißpunkten aus angefahren hat.

Außer den eben beschriebenen südlichsten Ausläufern des Dürnrain-Revieres befinden sich unterhalb einer Forststraße in bewaldetem Terrain entlang eines Fußsteiges (ehemaliger Erzweg?) noch drei Einbaue mit beachtlich großen Halden (1120-1240 m). Der tiefstgelegene ist der Johann-Jakobstollen, der zur Unterfahrung des Revieres angelegt wurde und Verbindung mit dem Haderbau hat. Die Halde ist im unteren Abschnitt mit einer Fichten-Jungkultur bepflanzt.

Weiß schätzt die noch zugängliche Abbaufäche im Kräofen-, Dürnrain- und Haderbau-Revier auf 18.000 m<sup>2</sup>, wobei die insgesamt abgebaute Fläche seiner Meinung nach mindestens mit dem zwei- bis dreifachen Betrag anzusetzen ist.

Der bei weitem ausgedehnteste Haldenkomplex ist jener im Kräofen-Revier, der sich östlich des Fundgrubenstollens von 1090 m mehr oder weniger kontinuierlich bis 1260 m hinaufzieht und den Abraum aus mehreren übereinander liegenden Einbauen umfaßt. Im unteren Teil wird er vom Siebenschläfersteig (1130 m), im höhergelegenen zweimal von einer Forststraße angeschnitten (1200

und 1230 m). Die Breite schwankt im unteren Abschnitt zwischen 30 m und 70 m, im höheren erreicht sie ca. 100 m. Grobblockiges Hauwerk (faust- bis kopfgroß und darüber) überwiegt; lediglich in den höchstgelegenen Randbereichen liegt auch feinkörniges Material, was in Kombination mit dem starken Gefälle lokal zur Entstehung von Erosionsrinnen führte. Nur im Westteil konnte sich ein spärlicher Moospolster bilden. Bis auf wenige Lärchen und Fichten, die starken Säbel- und Kümmerwuchs aufweisen, präsentiert sich dieser Haldenzug selbst 200 Jahre nach der Stilllegung des Bergbaues noch ohne nennenswerte Vegetationsbedeckung. Die Kubatur wird auf ca. 40.000-45.000 m<sup>3</sup> geschätzt.

In zahlreichen aufgesammelten Proben ist sulfidisches Erz enthalten, und zwar hpts. Bleiglanz in der typischen Verwachsung mit Granat und Glimmer, untergeordnet auch als mm-kleine Putzen im Quarz eingesprengt. Seltener findet man Blöcke mit etwas Kupferkies, Magnetkies, Zinkblende und tafeligem Ilmenit.

Im Gegensatz zu der eben geschilderten Situation sind die zahlreichen kleinen, oft kreisrunden oder elliptischen Halden im relativ flachen Gelände östlich Kote 1334 durchwegs vegetationsbedeckt (meistens Gras und/oder kleine Fichten). Ihre Kubatur dürfte insgesamt 9.000 m<sup>3</sup> nicht übersteigen.

Auf einigen Halden des Dürnrain-Revieres findet man ebenfalls Erze, wenngleich in geringerem Ausmaß als auf dem riesigen Haldenzug des Kräufen-Revieres. Die Gesamtkubatur dürfte ca. 50.000-55.000 m<sup>3</sup> erreichen, wobei die Mächtigkeit der einzelnen Halden in Abhängigkeit von der Geländemorphologie recht unterschiedlich sein kann.

Die beiden großteils verwachsenen Halden, die sich im bewaldeten Areal vom Mundloch des Haderbaues (1125 m) bis an den Südostrand der Prehmlehen-Wiese erstrecken, beinhalten ca. 1100 m<sup>3</sup> Abraum.

### Mislitzgraben

Vergleichsweise spärliche Überreste alter Bergbautätigkeit sind an der Westflanke des Mislitzgrabens zu erkennen, und zwar im überwiegend bewaldeten Gelände, das sich oberhalb der Anwesen Weber und Hofer erstreckt.

Oberhalb der Hoferkeusche liegen am Fuß eines Felswandls beiderseits eines kleinen Baches zwei Einbaue mit teils bewachsenen Abraumhalden (1170 m). Der südlich des Gerinnes im anstehenden Granatglimmerschiefer eingetriebene Stollen ist bereits nach 4 m, offenbar durch herabgestürztes Versatzmaterial, verbrochen. Das Mundloch des nördlichen Einbaues wurde vor einigen Jahren wegen potentieller Gefährdung spielender Kinder zugeschoben. Die Halden sind bachseitig durch die Erosionstätigkeit des Wassers angerissen und im Schnitt etwa 2 m mächtig. Sie enthalten überwiegend faustgroßes, zum Teil erzführendes Hauwerk. Das Erz besteht auch hier wiederum zur Hauptsache aus feinkörnigem, mit Granat und Biotit innig verwachsenem Bleiglanz.

Die östlich darunter gelegene Wiese (1110 m) ist als Halde des ehemals ausgedehnten Glückbaues anzusprechen, dessen verstürztes Mundloch allerdings nicht mehr auffindbar ist. Ca. ein Viertel des völlig ebenen, grasbewachsenen Plateaus wird bzw. wurde als Anbaufläche für Kartoffeln genutzt. Aus der Böschung entnommene Proben weisen ebenfalls eine geringe Erzführung auf.

Unterhalb eines sorgfältig aus Steinen geschichteten Erzweges, der vom Glückbau nach NNW führt, befindet sich ein weiteres, ca. 10 x 5 m großes, bewachsenes Haldenplateau (1150 m). Der zugehörige Stollen wurde vermutlich im Zuge späterer Weg-Instandsetzungsarbeiten verschüttet. Das vorwiegend grobblockige, taube Haldenmaterial ist aufgrund des starken Gefälles verrollt und dementsprechend in geringer Mächtigkeit über 100 m weit den Wald hinunter, bis an den Rand der landwirtschaftlich genutzten Fläche westlich des Webergütl, nachweisbar. Die beiden im Rahmen der Salzburger Bodenzustands-Inventur auf Schwermetallgehalte analysierten Bodenproben (504236, 504038) wurden hier entnommen.

Weitere 150 m nordnordwestlich befindet sich am Fuß eines Wandls noch ein offener Einbau (1190 m). Der Stollen wurde in südlicher Richtung eingetrieben, ist ca. 2-3 m breit, 1,6 m hoch, besitzt einen nach obertage führenden Querschlag und ist nach etwa 40 m verbrochen. Stellenweise erkennt man unbedeutende Erzanbrüche (Bleiglanz) an den Ulmen. Im steilen, teils schrofigen Gelände unterhalb ist keine Halde erhalten geblieben.

Die Abraumkubatur im Revier westlich des Mislitzgrabens ist mit ca. 4.000 m<sup>3</sup> vergleichsweise gering.

### ***Aufbereitungsanlagen und Schmelzhütte***

Von den ehemaligen Aufbereitungs- und Verhüttungsanlagen in der Ortschaft Ramingstein ist, bedingt durch einen Großbrand im Juli 1841, praktisch nichts erhalten geblieben. Allerdings läßt sich die Lage derselben genau rekonstruieren, wenn man den Grundriß von Ramingstein aus dem Jahre 1821 (Original im Schwarzenberg'schen Archiv in Murau/Stmk., Faksimile im Gemeindeamt Ramingstein) und ein Gemälde von L. Steinlechner mit dem modernen Katasterplan vergleicht. Daraus ist ersichtlich, daß das Haus Waagplatz Nr.17 aus einem Teil der alten Schmelzhütte hervorgegangen ist. Außer einigen Stücken Schmelzschlacke, die man dort fand, gibt es aber keinerlei Anhaltspunkte mehr für die frühere Verwendung des Gebäudes. Die Aufbereitungs- und Schmelzanlagen bestanden ursprünglich aus einem Poch- und Waschwerk, den Röstöfen, zwei Schmelzöfen, einem Silbertreibherd (zur Abtrennung des Silbers vom Blei), Probieröfen (zur Bestimmung des Schmelzverhaltens und des Metallgehaltes der Erze) sowie dem Kohlbarren, da man riesige Mengen Holzkohle für den Hüttenprozeß benötigte. Sämtliche Anlagen waren an der Einmündung des Mislitzbaches in die Mur am orographisch linken Ufer zentral angeordnet, zumal für den Betrieb der Poch- und Waschvorrichtungen ausreichend Wasserkraft erforderlich war. Auf dem Grundriß ist neben Schloß Wintergrün im Mislitzbach ein Wehr eingezeichnet, von wo aus das Wasser über einen Fluder zu den Aufbereitungsanlagen geleitet wurde. In Anbetracht der heute grundlegend veränderten Geländesituation (z.B. Bau der Turracher Bundesstraße und diverser Wohngebäude) und der Brandvernichtung der meisten Hüttenaufzeichnungen ist es schwierig, genaue Angaben über evtl. dort deponierte Rückstände zu machen. Aufgrund der beengten Platzverhältnisse zwischen Mislitzbach und Mur ist es jedenfalls naheliegend, daß man einen Großteil der Rückstände, wie vielerorts praktiziert, zur Weg- und Straßenbeschotterung wegführte oder über das direkt an den Betriebsgebäuden vorbeifließende Gerinne in die Mur entsorgte.

Hinsichtlich einer vom ehemaligen Bergbau ausgehenden Beeinträchtigung von Trinkwasser, Boden und Pflanzen ist die Mobilisierbarkeit, insbesondere von Blei, das in vererztem Hauwerk enthalten ist, maßgeblich. Ag-hältiger Bleiglanz ist der bei weitem dominierende Schwermetallträger. Zinkblende und Kupferkies liegen in vergleichsweise untergeordneten Quantitäten vor. Bleiglanz ist in gemäßigten Klimazonen ziemlich resistent gegenüber dem Angriff der Atmosphärien und überzieht sich häufig mit den schwer löslichen Oxidationsmineralen Anglesit oder Cerussit. Zusätzlich behindern die sehr innige Verwachsung der Erzpartikel mit den silikatischen Hauptgemengteilen Granat und Glimmer, untergeordnet auch Quarz, und die vorwiegend grobblockige Beschaffenheit des Haldenmaterials sowohl die chemische Verwitterung als auch die Verfrachtung durch Wind. Ein weiterer Hemmfaktor ist das Fehlen größerer Mengen an Eisensulfiden (Pyrit, Markasit, Magnetkies), welche bei ihrer Verwitterung auch die Oxidation anderer Sulfide, hpts. durch Freisetzen von  $Fe^{3+}$ -Ionen bei gleichzeitiger pH-Erniedrigung, stark forcieren würden. Aufgrund dieser günstigen mineralchemischen und textuellen Eigenschaften sind erzhaltige Hauwerksbrocken, abgesehen von einer bereichsweise festzustellenden oberflächlichen Anwitterung, auch nach mehr als 200 Jahren Deponierung in den meisten Fällen vollkommen frisch und unzersetzt. Selbst das bei der Verwitterung wesentlich mobilere Zink scheint zumindest partiell in Form von Sekundärmineralien gebunden zu sein; Zinkblende-hältige Stücke sind vielfach mit weißlichen Hydrozinkit-Anflügen überzogen. Cu-Sekundärmineralien sind äußerst selten, offenbar ist der Kupferkies-Anteil im Primärerz zu gering. Die hydrogeologischen Verhältnisse im Bereich der ausgedehnten Abraumhalden sind überwiegend als günstig zu bezeichnen. Die großen Kubaturen der Reviere Altenberg, Kräofen und Dürnrain liegen weder im Einzugsgebiet von Quellen noch im unmittelbaren Grundwasser-Einzugsgebiet von größeren Fließgewässern oder deren Vorflutern. Eine Ausnahme stellen die vergleichsweise kleinen Halden beiderseits des Baches am westlichen Gehänge des Mislitzgrabens dar, wo bei Hochwassersituationen Schwermetall-hältiges Material ausgewaschen werden kann. Eine Trinkwasser-Kontamination ist aufgrund der vorgefundenen Untertage-Situation äußerst unwahrscheinlich. Zum ersten ist eine Eluierung von Schwermetallen schon deshalb kaum möglich, weil die Lagerstätte ziemlich gründlich ausgeerzt wurde, d.h. es steht in der Grube praktisch nirgends

mehr Erz an. Zum zweiten folgen die in den Berg einsickernden Niederschlagswässer bevorzugt Störungen, die selbst kein Erz enthalten.

## Tauernfenster

Das Tauernfenster gestattet Einblick in die tektonisch tiefste und spektakulärste geologische Einheit des Salzburger Landes. Der enormen Gesteinsvielfalt und ihren unterschiedlichen Entstehungsbedingungen entsprechend ist eine große Anzahl von Minerallagerstätten bekannt:

- Strukturell kontrollierte Gold-Silber-Vererzungen (Tauerngoldgänge)
  - Am weitesten verbreitet ist der an jungalpidische Scherzonen gebundene Tauerngoldgang-Typus in den Zentralgneis-Kernen (variszische Granite) des östlichen Tauernfensters (Gasteiner und Rauriser Tal, tw. Hafnergruppe). Untergeordnet treten gangartige Vererzungen dieses Typs auch in jungproterozoisch-altpaläozoischen vulkanosedimentären Serien (Äquivalente zur Habachformation), Triaskarbonatgesteinen (Rotgülden, tw. Gasteiner Tal) und in jurassisch-kretazischen Phylliten, Kalkglimmerschiefern und Serpentiniten der Bündnerschieferformation im Bereich der Glocknergruppe (Fuscher Tal, Kloben und Brennkogel) auf. In Abhängigkeit von Lagerstättentiefe und Nebengestein können unterschiedliche Erzparagenesen entwickelt sein.
- Schichtgebundene Gold-(Wolfram-)Vererzungen (Typus Schellgaden)

Sie sind als Schellgaden-Typus hpts. vom Ostrand des Tauernfensters bekannt und an konkordante cm- bis dm-mächtige quarzitische Lagen innerhalb einer jungproterozoisch-altpaläozoischen vulkanosedimentären Abfolge (Kareckserie) gebunden. Ag-armes Gold wird von Pyrit, Kupferkies, Bleiglanz, diversen Telluriden sowie Scheelit und Turmalin begleitet. Diskordante Quarzgänge sind auf alpidische Remobilisationen zurückzuführen.
- Wolfram-(Mo-Cu-Pb-Bi-)Vererzung Felbortal

Die Scheelit-Lagerstätte tritt an der Basis einer mächtigen vulkanischen Abfolge der jungproterozoisch-altpaläozoischen Habachformation als schmale, langgestreckte, einige hundert Meter mächtige Vererzungszone in Metabasiten und dem tw. diskordanten hellen „K1-Gneis“ auf. Die Vererzung ist an kon- und diskordante Quarzgänge gebunden, z.T. auch stockwerkartig entwickelt. Mo-hältiger und -freier Scheelit (mehrere Generationen) wird von diversen Sulfiden, Pb(-Ag)-Bi-Sulfosalzen, Fluorit, Apatit, Beryll, etc. begleitet.
- Imprägnative Nickelvererzung Haidbachgraben

In Amphiboliten und Chloritschiefern der Habachformation treten im äußeren Felbortal Sulfidzirpragnationen mit Magnetkies, Kupferkies und Pentlandit auf, die außerdem geringe Pt- und Pd-Gehalte aufweisen.
- Gangförmige Blei-Zink-Fluorit-Vererzung Achselalm

Die Bleiglanz-Zinkblende-Flußspat-Vererzung im äußersten Hollersbachtal ist an Scherzonen mit Quarz-Calcit-Gängen in grobkörnigen Amphiboliten und Hornblendeprasiniten der Habachformation gebunden.
- Stratiforme Blei-Zink-Vererzung Sprinzgasse

Eine kleine Au-Ag-führende Bleiglanz-Zinkblende-Vererzung im hinteren Murtal tritt konkordant in vermutlich jungpaläozoischen Schwarzschiefern, Phylliten und Graphitquarziten der Murtörlserie auf.
- Stratiforme Kupfer-Schwefelkies-Vererzungen

Vererzungen dieses Typs wurden im Untersulzbachtal (Hochfeld), zwischen Habach- und Hollersbachtal (Mühlbach-Wenns), im inneren Großarlal (Hüttschlag) und hinteren Riedingtal (Lungau) abgebaut. Im Oberpinzgau treten sie konkordant in Grüngesteinen (hpts. Chloritschiefer) der Habachformation entweder imprägnativ oder in dm-mächtigen Derberzlagern auf. Hauptminerale sind Kupferkies und Pyrit, daneben kommen u.a. Magnetkies und Bleiglanz sowie in Spuren diverse Pb(-Ag)-Bi-Sulfosalze, Telluride, ged. Gold und Wismut vor. Beim Typus Großarl sind monoton zusammengesetzte Pyrit-Kupferkies-Mineralisationen an Metabasitzüge (Prasinite, Chloritschiefer) der Bündnerschieferformation gebunden. Massige Derberzbänder werden im Liegenden und Hangenden von Imprägnationszonen begleitet.

Im Rahmen der Erhebungen wurden Vererzungen des Tauerngoldgang-Typus (Gasteiner und Rauriser Tal, Rotgülden) und stratiforme Kupfer-Schwefelkies-Vererzungen (Mühlbach im Oberpinzgau, Großarl- und Riedingtal) untersucht.

## Strukturell kontrollierte Gold-Silber-Vererzungen

*Radhausberg, Gasteiner Tal*

### **Montangeologischer Überblick**

Das großteils hochalpine Terrain des Radhausberges erstreckt sich südlich von Böckstein bis zum hinteren Naßfeld und wird im Süden vom Weißenbachtal begrenzt. Der durch das Skigebiet „Sportgastein“ erschlossene Kreuzkogel (2686 m) und der benachbarte Salesenkogel (2681 m) sind die beiden markanten Erhebungen des Gebietes.

Im ehemaligen Bergbauterrain dominieren Zentralgneise, wobei zwei Gneistypen zu unterscheiden sind. Der ältere, strukturell tiefere und relativ geringmächtige Romategneis (Granosyenitgneis nach EXNER 1957) baut den Nordrand des Radhausberges, Bereiche des Kreuzkogels, vor allem aber die südlichen und östlichen Randbereiche des Gebietes auf. Er wird vom jüngeren, meist deutlich geschieferten, flach nach West einfallenden Siglitzgneis überlagert, der den westlichsten Ausläufer des Hochalpkernes darstellt; die B-Achsen tauchen vorwiegend flach nach N bis NW ein. Der Siglitzgneis ist ein heller, fein- bis mittelkörniger, Albit-reicher Zweiglimmer-Granit- bis Granodioritgneis mit Vormacht des Hellglimmers und variablem Kalifeldspat-Gehalt. Konkordante Einlagerungen von Phyllit und Glimmerschiefer sind charakteristisch. Dem Zentralgneis auflagernde, vermutlich jungpaläozoische Glimmerschiefer mit Granat, Chloritoid, Albit, etc. bedecken vor allem eine schmale, N-S-gestreckte Muldenstruktur (Woiskenmulde) an der östlichen Begrenzung von Siglitz- und Romategneis. Am Kreuzkogel-Gipfel liegt ein geringmächtiger permoskythischer Quarzit auf dem Romategneis.

Ausgedehnte Moränen bedecken flachere Partien des Ödenkares und Blumfeldes im Westen, die südseitigen Hänge zum Weißenbach sowie große Teile im Nordosten. Z. T. unter Wahrung des Schichtverbandes abgerutschte Gesteinsmassen häufen sich in der steilen Nordflanke und entlang der Naßfeld-seitigen Berglehne.

### **Vererzung**

#### Tektonische Verhältnisse

Da mit Ausnahme des Gasteiner Heilstollens am Radhausberg keine Stollen mehr offen sind, ist man auf die Angaben der älteren Literatur, insbesondere POSEPNY (1880) und REISSACHER (1860), angewiesen. Die tektonisch bedingte Lagerstätten-Situation in den ausgedehnten Tiefbauen muß recht kompliziert gewesen sein und die Bergbautreibenden, insbesondere während der letzten Betriebsperioden im 19. und 20. Jhdt., zum Teil vor erhebliche Probleme gestellt haben. Dieser Umstand trug letztendlich auch ganz maßgeblich zur Einstellung des Bergbaues bei.

Reißbacher unterscheidet zwei bruchtektonische Systeme mit ähnlichem Streichen, aber entgegengesetztem Verflächen, nämlich die Erzgänge und die von den Bergleuten als „Fäulen“ bezeichneten Strukturen. Die Erzgänge streichen etwa 25-30° NE und fallen durchwegs mehr oder weniger steil nach Osten ein. Der Radhausberger Hauptgang war durchgehend auf eine Streichenderstreckung von 1,7 km bergmännisch aufgeschlossen, unter Einbeziehung der südlichsten Einbaue im Kielbrein (Kühlprein) mit Unterbrechungen sogar auf mehr als 2,1 km. Bei den Fäulen handelt es sich, allem Anschein nach, um jüngere, mehr N-streichende und W-fallende Scherzonen, an denen die Erzgänge mehr oder weniger weit versetzt wurden, also um typische Verwerfer. Die Verschneidung beider Systeme ergibt eine spitzwinkelige, flach nach Süden eintauchende Scharungslinie. Die tieferen Einbaue wurden zuerst entlang der Fäule vorgetrieben und stießen erst nach ca. 600 m Auffahrung (Floriani) bzw. 1.250 m (Hieronymus) auf den Erzgang. Die Fäulen weisen ausgeprägte Harnischflächen und Mylonite aus zerriebenem, z.T. auch rekristallisiertem Nebengestein, stellenweise auch eine Quarzfällung auf.

Die Alten richteten die Verwerfer nicht systematisch aus, um die Fortsetzung des Erzganges zu suchen. Das geschah erst während der letzten Betriebsperioden in der zweiten Hälfte des 19. und Anfang des 20. Jhdt., aufgrund des äußerst komplizierten tektonischen Baus allerdings zumeist erfolglos.

Vermutlich repräsentiert der Wantschlergang das hangende Gegenstück des Hauptganges östlich des Verwerfers; auf ihn wurde mit den Stollen Gottesgab und Augustin gebaut; von einem Querschlag im Sigismund-Stollen wurde er gerade noch angefahren. Noch weiter östlich verfolgte man mit den beiden Grubachstollen eine andere erzführende Struktur.

Am Nordrand des Radhausberg-Massivs baute man wesentlich tiefer (1344 m) auf den sogenannten Kniebeißgang, der mit dem Paris-Stollen über 400 m weit ausgelängt wurde.

Auf der Südseite ist im Kielbrein- und Christoph-Stollen die Fortsetzung des Hauptganges zu sehen, im Hangenden baute man auf zwei weitere Gänge, nämlich „Im hörten Gröbel“ und „Im hörten Flöcken“.

Posepny bezeichnet den Hauptgang als „Dislocationszone aus mehreren Spalten und Blättern“. Seinen Beobachtungen zufolge ist diese Zertrümmerung besonders im Liegenden des Hauptganges auffällig und manifestiert sich in Langfest- und Kreuzstollen-Kluft, Liegendgang, Neigergewinde und Zeilergang. Er interpretiert demnach den Hauptgang „als die hangendste Spalte der ganzen Zerklüftungszone“. Die Radhausberger Lagerstätte wurde in jüngerer Zeit nicht mehr untersucht; zieht man jedoch Analogieschlüsse mit den von BERGMAYER (1991) sehr gründlich studierten tektonischen Verhältnissen im Imhof-Unterbau des Siglitz-Revieres, so liegt es nahe, im Bereich des Hauptganges eine sehr mächtige Scherzone mit einer Anzahl resultierender Sekundärscherungen zwischen Liegend- und Hangendblatt anzunehmen. Letztere wirken sich in der durch eingeklemmte Nebengesteinskeile, Fiederspalten und größere Hohlräume gekennzeichneten Zertrümmerung aus. Auch Position und Ausdehnung der Adelszonen (Reicherzkörper) dürften maßgeblich davon bestimmt sein. Gemäß Posepny wurden jedenfalls dort die reichsten Erze abgebaut, wo Diagonalklüfte (Fiederspalten) gehäuft auftraten und somit entsprechend große Hohlräume entstanden.

Wie überall in den Tauerngoldgängen ist auch die Erzführung am Radhausberg absätzig; der größte zusammenhängende Verhau soll 720 m lang und 190 m hoch gewesen sein!

### Mineralisation

Derber, selten kristallisierter Quarz bildet vielfach den Hauptanteil der Gangfüllung, bei den reichen Erzen älterer Bergbauphasen war das ged. Gold direkt im Quarz eingewachsen. Einige mm große Golddrähte und -bleche waren keine Seltenheit, sodaß man hier, zumindest in Teilbereichen, von echten Gold-Quarz-Gängen sprechen kann!

Die Bergleute unterschieden im wesentlichen drei Erzsorten hinsichtlich ihres vorherrschenden Mineralbestandes und der damit assoziierten Edelmetall-Gehalte (nach POSEPNY 1880):

Unter Glaserz im Sinne SIEGLs (1951) versteht man ein Gemenge von ged. Gold, Tetradymit, Bleiglanz und diversen, typisch stengelig ausgebildeten, z.T. Ag-hältigen Pb-Bi-Sulfosalzen, wie Cosalit, Vertreter der Lillianit-Gustavit-Mischreihe oder auch Wismutglanz. Die genannten Sulfide bzw. Sulfosalze sind meist fein in milchigweißem, fettglänzendem Derbyquarz eingesprengt. Ein weiterer typischer, meist nur mikroskopisch nachzuweisender Begleiter ist Kobaltglanz. Co-Gehalte im Erz verraten sich mitunter durch rosa Anflüge von Erythrin. Das Glaserz ist mit Abstand der reichste Typ und enthält durchschnittlich 300-1.900 g/t Au+Ag, in Ausnahmefällen bis zu 3.775 g/t! Der Feingehalt an Au schwankt zwischen 187 und 250 (auf 1.000). Diese begehrteste aller Erzsorten wurde natürlich besonders gut vom minderwertigeren Hauwerk geschieden, sodaß sie auf den Halden nur mehr selten vorzufinden ist.

Beim Quarzkies sind hpts. Bleiglanz, Kupferkies und Pyrit in Quarz eingesprengt. Die Edelmetall-Gehalte bewegen sich zwischen 156 und 1.250 g/t Au+Ag, der Feingehalt zwischen 107 und 215. Auch dieser Typ ist auf den Halden relativ selten.

Derbkies ist üblicherweise eine Verwachsung von Pyrit und Arsenkies mit wenig bzw. ohne Bleiglanz und Kupferkies und wenig Gangquarz. Die spröden Kiese sind einer frühen Ausscheidungsphase zuzuordnen und zeigen häufig Kataklase und Rekristallisation. Der Gehalt an Au+Ag beträgt 71-312 g/t, der Feingehalt 100-195. Diese Erzsorte ist mit Abstand am häufigsten auf den Halden zu finden.

Der Quarz, wie er mitunter in den Fäulen auftritt, unterscheidet sich vom goldführenden. Nach Posepny ist er „weniger kristallinisch“, grünlichweiß (durch eingewachsenen feinschuppigen Chlorit), glasig und blättrig. Man findet noch reichlich davon auf der Hieronymus-Halde.

#### Mineralbildungen im Gasteiner Thermalstollen (nach WELSER 1981)

Der Pasel-Stollen, besser bekannt als Thermal- oder Heilstollen, wurde 1940 auf ca. 1300 m Seehöhe angeschlagen, also 600 m unter dem Hieronymus-Niveau. Man verfolgte damit die gleiche Absicht wie knapp drei Jahrzehnte zuvor beim Imhof-Unterbau und wollte die in der Teufe noch unverritzten, vermutlich abbauwürdigen Gold-Quarzgänge abqueren. Bei Stollenmeter 1808 und 1888 wurden tatsächlich mehrere Klüfte, z.T. mit Erzspuren, gequert. In letzterer vermutete man den Hauptgang, sodaß diese jeweils 600 m nach Nord und Süd ausgelängt wurde.

Vornehmlich entlang dieser Struktur ist die Gesteinstemperatur gegenüber dem geothermisch zu erwartenden Wert deutlich erhöht, stellenweise sogar beträchtlich, und erreicht in der Südstrecke max. 45° C! Diese Überwärme folgt dem Kluffstreichen auf annähernd 1.200 m. Die charakteristische Edelmetall-führende Vererzung fehlt praktisch völlig, dafür sind die Kluffwände mit offensichtlich jüngeren Mineralbildungen ausgekleidet. Es handelt sich um das Zeolithmineral Desmin, darüber folgen Blätterspat (dünntafelig-blättriger Calcit) und als jüngste Bildungen die Uranminerale Uranophan und Haiweeit, sehr selten auch Kasolit. Rezente Neubildungen an den Ulmen und auf der Sohle sind Uran-hältiger Hyalit (Glasopal), Schröckingerit und Zippeit (MEIXNER 1965). Außerdem ist die Stollenluft mehr oder weniger stark mit dem Edelgas Radon und dessen Zerfallsprodukten angereichert. Die Radonaustritte konzentrieren sich auf die bereichsweise offene Hauptklufft und eine mächtige Breccienzone bei Stollenmeter 2.050. Letztere besteht aus Gneiskomponenten, die von Desmin und Blätterspat verkittet sind; die Breccie ist allem Anschein nach einer dritten Fäule zuzuordnen, welche parallel zur Hauptklufft streicht, aber widersinnig (nach Westen) einfällt. Die Fäule dürfte knapp unter Stollenniveau den dort verworfenen Hauptgang schneiden. Das Radon zieht vermutlich durch die Hauptklufft empor und verteilt sich dort in die Fäule und die höheren Kluffabschnitte.

Aufgrund dieser Erscheinungen muß man annehmen, daß nach dem Absatz der Tauerngold-Vererzungen weitere hydrothermale Aktivitäten stattfanden und in einem Teil der Strukturen die Sulfidmineralisationen weitestgehend auflösten und abtransportierten. Mit dem Abklingen der Hydrothermaltätigkeit erfolgte die Ausscheidung von Desmin und Blätterspat, in der Schlußphase die Bildung der Uran-hältigen Minerale, wobei die Herkunft des Urans nicht geklärt ist. Jedenfalls stehen die Radon-Emanationen und die Gasteiner Thermalquellen mit dieser späthydrothermalen Phase in genetischem Zusammenhang. Ein kontrollierender Faktor ist in den großteils von tonigen Myloniten erfüllten Fäulen zu sehen. Sie üben sowohl eine Stauwirkung für die azendenten Thermalwässer und das Radon gegen die hangenden und südlichen Partien aus, als auch verhindern sie das Eindringen deszendenter meteorischer Wässer in tiefere Abschnitte des Radhausberges. Das Niederschlagswasser folgt der Fäule bis zur ihrem Verschnitt mit dem Naßfelder Tal und tritt dort als Evianquelle zutage.

#### ***Standortcharakteristika***

##### Nordrevier

Der Paris-Stollen im talnahen Kniebeißgraben ist unzugänglich ist, Halde ist im extrem steilen Gelände keine erhalten geblieben.

Die ausgedehnten, zuletzt Anfang dieses Jhdt. betriebenen Bergbauanlagen auf der Nordseite des Radhausberges sind am besten vom Gasteiner Heilstollen aus erreichbar. Vom Parkplatz führt der ehemalige Knappensteig über steiles Waldgelände und in weiterer Fortsetzung der Sika-Weg hinüber zur Ruine des Hieronymus-Berghauses auf der Westseite des Knappengrabens (1902 m). Das stattliche, schon in den 60er Jahren recht baufällige Gebäude wurde 1975 von einer Lawine endgültig demoliert. Eine von privater Seite geplante Restaurierung konnte bisher nicht realisiert werden. Gut erhaltene Schneekrägen führen vom Berghaus und einem weiteren Gebäude (Scheidekaue?) zum

verstürzten Mundloch des Hieronymus-Stollens, aus dem reichlich Grubenwasser (5-10 l/s) ausfließt. Das Wasser versickert im Bereich des Schneekragens und tritt am Fuß der beachtlichen Abraumhalde wieder zutage. Das ebene, weitgehend von Gras, Strauchgruppen und kleinen Bäumen bewachsene Plateau mißt etwa 30 x 15 m, der Sturz ist maximal annähernd 10 m mächtig. In erster Linie wurden taubes Nebengestein (Siglitzgneis) und Quarz auf die Berge gekippt, zumal der Hieronymus-Stollen auf weite Strecken entlang der Fäule getrieben wurde, ehe man den Erzgang erreichte. Vereinzelt findet man kleine Quarzstücke mit rosa Anflügen von Kobaltblüte. Freigold-Funde waren bis vor einigen Jahren noch möglich, allerdings ist die Halde - wie überhaupt die meisten am Radhausberg - mittlerweile von Mineraliensammlern stark überkuttet. Das Plateau ist weitgehend mit einer Grasnarbe zugewachsen. 250 m nordwestlich des Hieronymus-Mundlochs zeugen die imposanten Achslagertürme vom ca. 1870 verfallenen Schrägaufzug.

Über eine kurze Steilstufe leitet der Steig zu einem weiteren Schneekragen hinauf, der die lawinensichere Verbindung mit der nächsthöheren Baugruppe herstellte. Hier stehen noch die Überreste des Floriani-Berghauses (1975 m), eines in Trockenmauerung errichteten Aufbereitungsgebäudes mit Erzkaue. Der mit annähernd 8.000 m<sup>3</sup> recht beachtliche Haldenkomplex reicht bis in die Erzkaue hinein. Der Abraum stammt aus dem darüber liegenden Floriani- bzw. 50 m weiter südlich befindlichen Elisabeth-Stollen. Die steile Böschung ist von mehreren Erosionsrinnen zerfurcht und spärlich mit Bürstlinggrasen bewachsen. Taubes, gemischt grobblockiges und kleinstückiges Material herrscht vor. An Erzen sind zur Hauptsache Arsenkies-Pyrit-Gangstufen (Derbkies) vorhanden. Untergeordnet findet man noch Bleiglanz-reichere Stücke in Quarz (Quarzkies), Glaserz ist extrem selten. Auf dem mehr oder weniger ebenflächigen, mit einer Grasnarbe und einzelnen Lärchen (Krüppelwuchs) bedeckten Planum stehen kärgliche Mauerreste des Elisabeth-Berghauses, von dem ein Schneekragen in südlicher Richtung zum gleichnamigen Stollen zieht. Das Mundloch ist mit grobem Geröll verschüttet.

ZSCHOCKE (1968) berichtet, daß beim Bau der Zufahrtstraße (wahrscheinlich im Zuge der Aufschließungsarbeiten unter K. Imhof zu Beginn des Jhdts.) unterhalb der Floriani-Halde ein Schlackenplatz angeschnitten wurde, ca. 20 m vom Aufbereitungsgebäude entfernt. Der Großteil der Schlacken scheint unter der Halde zu liegen. Zschocke ordnet sie einer früh- oder vormittelalterlichen Schmelzperiode zu; nach heutigem Kenntnisstand handelt es dabei eindeutig um Schmiedeschlacken. Schneekrägen verbinden die eben besprochene Gruppe mit der nächsthöheren, die Paul, Gottberath und Christoph (2035-2100 m) umfaßt. Dieses System aus Schneekrägen stellte im lawinengefährdeten Terrain die Basis für einen ganzjährigen Betrieb dar. Der Christoph-Stollen war der tiefste, zur Radhausberg-Südseite durchschlägige Horizont. Auf dem Haldenplanum sind noch Überreste eines Gebäudes, eine kreisrunde Vertiefung von 7 m Durchmesser und ca. 3 m Tiefe mit Schmiedeschlacken und Holzkohlestückchen erhalten. Der Abraum dieser Gruppe ist ähnlich beschaffen wie beim tiefer gelegenen Haldenkomplex, die Kubatur beträgt ca. 9.000 m<sup>3</sup>.

Etwa 200 m weiter östlich weisen Mauerreste und stark verwachsene und verrittene kleinere Halden unterhalb des Florentin-Weges auf die Baue Gottesgab und Augustin hin, mit denen man dem Wantschlergang nachging.

Die obersten, großteils sehr alten Einbaue erstrecken sich von 2100 m bis auf über 2400 m zu beiden Seiten einer Steilrinne, welche in südwestlicher Richtung zum Radhausberg-Gipfel hinaufzieht. Gemäß Posepny handelt es sich um Hühner-Gruben, Margasit, Unter Vertrag, Freudenthal, Ober Vertrag, Frauen, Ausfahrt Vertrag, Falblin, Unter Köblier, Köblier, Veith und Vogelgesang. Davon waren Ausfahrt Vertrag und Vogelgesang durchschlägig. Bedingt durch die Steilheit des Geländes, häufige Lawinen- und Murenabgänge sind heute die Halden großteils arg verritten, erodiert und speziell im Fuß- bzw. Auslaufbereich von Geröll und Blockschutt durchsetzt bzw. überrollt. Eine Abschätzung der tatsächlichen Haldenkubaturen wird dadurch erschwert. Bewuchs, vornehmlich Bürstlinggrasen, konnte sich nur auf den Halden westlich der Rinne bilden, wo Hangneigung und Erosionsanfälligkeit etwas geringer sind. Erzarmes bis taubes, meist kleinstückiges Material überwiegt; reichere Arsenkies-Pyrit-Derberze und in Quarz eingesprengte Kiese sind an der Basis und NW-Flanke der Margasit-Halde zu finden. Auch bei den höchsten Bauen oberhalb des Frauen-Stollens, bis fast zum Kamm hinauf, liegt z.T. reichlich Schmiedeschlacke. Insgesamt dürften im Nordrevier etwa 50.000-60.000 m<sup>3</sup> Abraum lagern.

## Südrevier

Die Bergbautätigkeit auf der Süseite des Radhausberges erstreckte sich zwar über ein größeres Gebiet, nämlich das Ödenkar oberhalb des Knappenbäudel-Sees und die Abhänge zum Weißenbachtal, in der Fortsetzung des Baukarl-Riegels. Die ausgeförderten Hauwerksmengen waren aber weitaus bescheidener als jene der Nordseite, zumal die meisten Stollen ein leichtes Nordgefälle aufweisen. Das Südrevier ist am besten vom hinteren Naßfeld aus über den Sika-Weg erreichbar.

Die tiefstisituerten Baue entlang des Weges sind jene im sog. Kühlnprein (Kielbrein, 2115 m). Die Ruine des ehemaligen Berghauses befindet sich auf einer kleinen Verebnung unmittelbar nördlich eines Gneispalfens; neben dem Gebäude erkennt man die unbedeutende, teils grasbewachsene Halde und eine Mundlochpinge. Ein etwa 20 m breiter Streifen mit grobem Bergsturz-Blockwerk reicht bis knapp an die Nordwestfassade. Westlich davon befindet sich eine steile, 15-25 m breite Abraumhalde, die bereichsweise mit Gräsern bewachsen und von Viehgangeln zerfurcht ist. Erz ist kaum vorhanden, kopfgroße weiße Derbyquarzbrocken sind häufig. Oberhalb deuten Schneekrägen zwei verbrochene, anscheinend sehr alte Stollen an (ca. 2140 m). Noch höher liegt der Schmidten-Stollen (2163 m).

Der Sika-Weg führt nach Osten weiter zu den Bauen „Im Hörten Gröbel“, nämlich Andrea Jakob (2137 m) mit Unterbau (2115 m). Der erstgenannte war Mitte der 80er Jahre noch auf eine kurze Strecke, bis zu einem Gesenk, befahrbar. Das Mundloch war in stark durchfeuchtetem Hangschutt angesetzt; infolge einer Sackung bildete sich eine ca. 4 m tiefe Einbruchspinge, sodaß auch dieser Einbau seither unzugänglich ist. Vom Berghaus und der Scheidekaue sind noch Teile der Trockenmauerung erhalten. Die Scheidehalde davor enthält noch reichlich kleinstückig aufbereitete Arsenkies-Pyrit-Erze, die oberflächlich zu einer max. 30 cm dicken festen Kruste zementiert sind. Auch flach halbkugelige Schmiedeschlacken findet man häufig; Zschocke beschreibt die Hauptmenge aus dem daneben liegenden Wassergraben, außerdem eine 0,75 m dicke, feste Aschenschicht mit Kohlenstaub, vereinzelte Schlacken sowie eine zerstörte Schmelzanlage (?) mit angeschlackten Ofensteinen unter der Scheidehalde.

Der Sika-Weg schwenkt von hier nach Nordwest und quert die steilen Haldenstürze des verbrochenen Christoph-Stollens (2169 m) und -Unterbaues (2146 m) in der südlichen Verlängerung des Baukarl-Riegels. Das Material der beiden Halden ist fast ausschließlich taub, z.T. recht kleinstückig bis feinkörnig.

Etwa 250 m östlich des Knappenbäudel-Sees (2240 m) befinden sich an der Basis eines mächtigen Moränenwalls nahe der steilen Westflanke des Baukarl-Riegels die Hohe Ausfahrt (2302 m, durchschlägig mit Ausfahrt Vertrag), der Herrn- (2312 m) und der Gröbner-Stollen (2333 m). Da die Einbaue im lockeren Moränenschutt angeschlagen waren, sind ihre Mundlöcher bis zur Unkenntlichkeit verritten. Aus der Pinge des Herrn-Stollens tritt geringfügig Wasser aus; auf dem Haldenplateau davor stehen Gebäudereste. Am Fuß der großteils unbewachsenen Halde weist ein Schneekragen zum gleichfalls völlig verschütteten Mundloch der Hohen Ausfahrt. Der Abraum sämtlicher Halden ist überwiegend kleinstückig, mitunter findet man Arsenkies-Pyrit-Erze. Erodirtes feinkörniges Material wurde in der flachen Mulde unterhalb zusammengeschwemmt.

Im weitläufigen Ödenkar nördlich des Moränenrückens wurden die Erzgänge mittels Stollen, Schächten und anscheinend auch Tagverhauen beschürft, sodaß die bergbaulichen Überreste gleichsam perlschnurartig aufgefädelt sind (2385-2450 m). Auch hier erfolgte vielfach die Sortierung und händische Grobaufbereitung der Erze bereits vor Ort. Man beobachtet daher immer wieder eigens angelegte Scheidehalden mit kleinstückig gepochtem, zumeist vom Erz befreiten Gangquarz, z.B. unmittelbar neben dem Thomas-Berghaus oder bei den zahlreichen Tagschurf- bzw. Schachtpingen. Die Trockenmauerung des Thomas-Berghauses ist vergleichsweise gut erhalten, eine gemauerte Rampe und ein Schneekragen weisen in ENE-Richtung zum verstürzten Mundloch. Offensichtlich war der Stollen über diese Fördereinrichtung direkt mit dem Gebäude (Erzkaue?) verbunden.

Ca. 150 m nördlich sind weitere Gebäudereste, ein Schneekragen (2420 m) und eine größere Halde vorhanden. Im Zuge der Erschließung des Skigebietes „Sportgastein“ wurden die Betonfundamente einer Seilbahnstütze direkt auf dem Abraum errichtet. Das Material ist limonitisch verwittert und enthält reichlich tauben Quarz. Am Fuß der Halde liegen verstreut etliche handtellergröße,

kalottenförmige Schmiedeschlacken mit blasiger, rostigbraun angewitterter Oberfläche. Zschocke berichtet, daß er im Anbruch mitunter ged. Eisen, manchmal auch Holzkohle und Zuschlagstoffe beobachtete. Nach seinem Dafürhalten handelt es sich um 1-2 kg schwere Ofensauen; in einem Gebäudeteil fand er zahlreiche Eisenteile und eine dicke Holzkohlenschicht vor, was auf die ehemalige Schmiede hindeutet.

Die nach Norden anschließenden, von Tagschürfen und Schachtbauten herrührenden Halden werden an mehreren Stellen von der Skitrasse gequert. Durch den Einsatz von Pistenraupen wurde der Abraum bereichsweise planiert, die Feianteile ausgewaschen und über kurze Distanzen verschwemmt. Tauber, vielfach limonitischer Ganguarz ist vor allem auf den kleinen Scheidehalden reichlich vorhanden; in geringem Ausmaß enthält er noch eingesprengte stengelige Pb-Bi-Sulfosalze, wie sie für das Glaserz charakteristisch sind.

Insgesamt ergeben sich für das Ödenkar Haldenkubaturen von, grob geschätzt, etwa 4.000-5.000 m<sup>3</sup>, dazu kommen noch vergleichbare oder eher geringere Mengen für die Halden im Kühlnprein, Hörten Grübel und Christoph, für das Südrevier insgesamt also max. etwa 10.000 m<sup>3</sup>.

Grundsätzlich ist festzuhalten, daß trotz insgesamt doch recht beachtlicher Haldenkubaturen der Anteil an Schwermetall-hältigem Material verschwindend gering ist.

Die ehemaligen Edelmetall-Bergbaue liegen im Übergangsbereich von gerade noch weidewirtschaftlich nutzbarem Terrain zu hochalpinem Ödland mit spärlichem Grasbewuchs bzw. kaum mehr vorhandener Vegetationsbedeckung. Die vom Bergbau beeinflussten Zonen auf der Nordseite des Radhausberges und im Ödenkar werden lediglich von Schafen frequentiert. Galtvieh und Pferde steigen kaum höher als bis zum Knappenbäudel-See. Die Südhänge im Bereich des Kühlnprein und Hörten Grübel weisen etwas üppigeren Bewuchs auf, sodaß auch Jungvieh in diese Region gelangt.

Die Erschließung des Skigebietes „Sportgastein“ mit technischen Aufstiegshilfen vom Naßfeld aus berührt unmittelbar die Bergbaue im Ödenkar. Die sichtbaren Veränderungen sind rein mechanischer Natur. Schutzgüter scheinen nicht direkt betroffen zu sein, der Gastronomiebetrieb „Sonnenalm“ ist nur während der Wintersaison bewirtschaftet. Der Sommertourismus beschränkt sich auf eine relativ geringe Zahl von Tagestouristen, die eine Rundwanderung im Bereich der alten Bergbaue unternehmen (Knappensteig, Florentin-Weg, Sika-Weg).

Nennenswerte Grubenwasser-Mengen treten nur aus dem Hieronymus-Stollen aus und gelangen über den Vorfluter Knappenbach stark verdünnt in die Naßfelder Ache.

### *Siglitz-Pochkar-Erzwies, Gasteiner Tal*

#### **Montangeologischer Überblick**

Das Bergbaugebiet Siglitz-Seekopf-Pochkar-Bauleiten-Erzwies im Gasteinertal weist von allen Tauerngold-Bergbauen mit Abstand die größte geographisch zusammenhängende Ausdehnung auf, nämlich annähernd 5 km in seiner N-S- und max. 1,5 km in der W-E-Achse. Das Bergbauterrain reicht von der zum Schareckmassiv steil aufragenden Südflanke des Siglitztales über das Kolmkar und den Seekopf (2413 m) zum Oberen Pochkarsee (auch Bockhart, Pochart; 2076 m) hinüber. Vom Pochkar ziehen sich die Bergbaue den Südabhang des Gr. Silberpfennigs (2600 m), die sogen. Bauleiten, bis zur Baukarlscharte (2475 m) hinauf und setzen sich in der Erzwies auf der flachen Nordabdachung des Silberpfennigs fort.

Weite Bereiche werden auch hier, ähnlich wie am Radhausberg, vom über 1.000 m mächtigen Siglitzgneis eingenommen, der als sogen. Siglitzlappen (EXNER 1957) den westlichen Ausläufer des Hochalpkernes verkörpert.

Die höheren Abschnitte des Silberpfennigs und weite Teile der Erzwies werden von vermutlich permotriadischen Gesteinen der Angertalserie (MALECKI 1972) aufgebaut, die den Gneis überlagert. Es handelt sich um eine Abfolge ehemals sandiger, toniger, mergeliger und insbesondere karbonatischer Sedimente, die heute metamorph als Quarzite, Chlorit-Serizit-Phyllite, Kalkmarmore bis -glimmerschiefer und Dolomitschiefer vorliegen. Die nur wenige Meter mächtigen Dolomitschiefer

können sich, tektonisch bedingt, tw. im Liegenden der Marmore befinden und sind nur an wenigen Stellen aufgeschlossen. Der bis 20 m mächtige, flach NW-einfallende Kalkmarmor bildet in der Erzwies eine ausgedehnte Plattform.

Über der Angertalserie sind an verschiedenen Stellen Kalkglimmerschiefer der jurassischen Bündnerschieferformation aufgeschlossen. An ihrem Westrand werden Siglitzgneis und Angertalserie von paläozoischen Glimmerschiefern und Paragneisen überlagert.

Die Moränenbedeckung beschränkt sich auf jeweils kleinere Bereiche beiderseits der Pochkarscharte, nördlich der Baukarlscharte, am Südabhang des Kl. Silberpfennigs, südlich des Pochkar-Unterbaues sowie auf einzelne Flecken im Süden des Kolmkarrückens. Das Siglitztal ist mit mächtigen Alluvionen aufgefüllt; an der Einmündung größerer Seitengraben lagerten sich mächtige Schuttkegel ab.

## **Vererzung**

### **Tektonische Verhältnisse**

Im Unterschied zum Radhausberg wurden Reviere Siglitz, Pochkar und Erzwies auch in jüngerer Zeit sowohl strukturgeologisch als auch mineralogisch-geochemisch bearbeitet. Am besten untersucht sind, aufgrund der noch zugänglichen Tiefenaufschlüsse im Imhof-Unterbau, die Verhältnisse in der Siglitz (BERGMAIR 1991).

Die Vererzungen sind an vowiegend NNE-, im Pochkar offensichtlich eher N-streichende, mehr oder weniger steil W- oder E-einfallende Strukturen gebunden, die ca. 5 km im Streichen verfolgbar und über eine Teufenerstreckung von etwa 1.000 m nachgewiesen sind. Es handelt sich um bis 3 m mächtige, verhältnismäßig kalt gebildete und daher „spröde“ Scherzonen, die das relativ jüngste bruchtektonische Element des Bergbaugesbietes darstellen. Die Scherzonen treten vielfach nicht einzeln in Erscheinung, sondern in subparallelen oder auch widersinnig zueinander verflächenden Scharen, die sich vielfach schneiden oder in mehrere Trümer aufsplintern. Allein im Imhof-Unterbau wurden 23 derartige Strukturen angetroffen, von denen allerdings nur sechs abbauwürdige Erze lieferten. Die Scherzonen sind durch Harnischflächen und Ultramyonite (Reibungs- oder Kluffletten der Bergleute) scharf vom Nebengestein getrennt. Bergmair konnte beim Schareckgang des Imhof-Unterbaues den Bewegungssinn einer sinistralen (linkshändigen) Seitenverschiebung nachweisen.

Der Inhalt der Scherzonen besteht aus verschieden stark tektonisierten und hydrothermal veränderten Nebengesteinsschollen, der Gangart (vorherrschend Quarz, untergeordnet Karbonat) und der Edelmetall-hältigen Sulfidvererzung. Ein wesentliches - und für den Bergbau unangenehmes - Merkmal ist die oft auf kurze Distanzen stark wechselnde Mächtigkeit der Scherzonen; d.h. es kann zwischen Liegend- und Hangendblatt ein m-mächtiger Erzgang entwickelt sein, umgekehrt kann sich die Scherzone auf eine nur wenige cm dünne Bewegungsbahn ohne jegliche Erzführung verdrücken. Die Internstrukturen werden vorwiegend durch sekundäre Scherungen zwischen Liegend- und Hangendblatt kontrolliert. Die daraus resultierenden Hohlräume bestimmen ihrerseits maßgeblich die Position und Mächtigkeit der Vererzung. Dementsprechend unregelmäßig und absätzig hinsichtlich Streichen und Einfallen ist die Edelmetallführung der Gänge.

Die Adelszonen (Reicherzkörper), wie sie aus den Tiefbauen des Imhof-Unterbaustollens bekannt sind, weisen steil eintauchende bis saigere Achsen und durchschnittliche Dimensionen von 150 m (im Eintauchen) und 100 m (im Streichen) auf. Der Bauwürdigkeits-Koeffizient liegt, auf eine durchschnittliche Gangmächtigkeit von 1-2 m bezogen, bei 1/4 bis max. 1/3. Es ist allerdings mit großer Wahrscheinlichkeit anzunehmen, daß in der Frühzeit des Bergbaues vor allem in den oberen, tagnahen Teufenbereichen wesentlich reichere Erze gewonnen wurden.

## Mineralisation

Größtenteils setzen die erzführenden Strukturen im Siglitzgneis auf, im Bereich der Baukarlscharte und in den höheren Abschnitten der Erzwies hingegen in Karbonatgesteinen der Angertalserie. In Abhängigkeit vom Nebengestein sind daher prinzipiell zwei voneinander stark abweichende Gangmineralisationen zu unterscheiden:

### 1) Mineralisation im Gneis

Die Edelmetall-führende Vererzung ist durch eine Mehrphasigkeit gekennzeichnet. Die relativ hoch temperierte ältere Paragenese besteht zur Hauptsache aus goldhaltigem Pyrit und Arsenkies, begleitet von Quarz; sie herrscht mengenmäßig im gesamten Bergbauareal bei weitem vor. Relativ Ag-armes Gold (85 Gew. % Au) ist in Form tröpfchenförmiger Einschlüsse in erster Linie an den Pyrit gebunden. Die spröden Kiese sind durch nachfolgende Scherbewegungen oft zerbrochen. Entlang von Rissen und Korngrenzen der Kiese tritt Ag-reicheres Gold auf (ca. 65-70 Gew. % Au, BERGMAIR 1991).

Unmittelbar auf die Kiesvererzung folgt eine quantitativ eher unbedeutende, aber sehr Au-Ag-reiche Paragenese mit Bleiglanz und diversen Ag-Pb-Bi-Sulfosalzen (Mischkristalle aus der Reihe Gustavit-Lillianit, Ag-Heyrovskyit und Vikingit), die vorwiegend einschlußartig im Pyrit auftreten (PAAR, in Vorbereitung).

Im Ausgehenden von Quarzgängen, welche im Gebiet Kolmkarrücken-Seekopf und nördlich der Pochkarscharte häufig sind, wurde stellenweise Wismutglanz in cm- langen stengeligen Aggregaten, selten mit Freigold assoziiert, gefunden.

Eine vermutlich niedriger temperierte Paragenese mit Ag-hältigem Bleiglanz, Kupferkies und Zinkblende ist als relativ jüngste Vererzungsphase auf wenige Reicherzonen im Imhof-Unterbau (z.B. im Geißler-Gang) und tagnahe Teufenbereiche beschränkt. Der Ag-Gehalt ist hierbei an zumeist mikroskopische Einschlüsse von Ag-(Pb-)Sb-Sulfosalzen im Bleiglanz gebunden (Ag-Fahlerz, Polybasit, Pyrargyrit).

Die Vererzung wird von einer Nebengesteins-Umwandlung begleitet, die vom Liegend- bzw. Hangendblatt der Scherzone etwa 80-120 cm weit in den Siglitzgneis verfolgbar ist, wobei ihre Ausdehnung offenbar von der Mächtigkeit der Scherzone abhängig ist. Die hydrothermale Veränderung wird in einer Serizitisierung („Verglimmerung“) der Feldspäte, insbesondere des Albits, und einer Anreicherung mit Pyrit, Kupferkies, Bleiglanz und Zinkblende deutlich. Geochemisch spiegelt sich die Alteration in erhöhte Werten von K, Rb, Fe, Cu und Zn sowie in einer Verarmung an Na und Ca wider (BERGMAIR 1991).

Durch das Vorherrschen von Pyrit und Arsenkies bilden sich unter dem Einfluß der Atmosphären, also im Ausgehenden der Gänge und auf den Halden, typisch rostigbraune bis ockerfarbene Verwitterungsprodukte wie Limonit,  $\text{Fe}^{3+}$ -Sulfate und das blaßgrüne  $\text{Fe}^{3+}$ -Arsenat Skorodit. Serizit wandelt sich leicht in Tonminerale um. Diese Sekundärminerale führen vielfach zu einer Zementation der Haldenoberfläche.

### 2) Mineralisation in Karbonatgesteinen

Beim Übertreten der vererzten Strukturen vom Siglitzgneis in die auflagernden Karbonatgesteine ist eine schlagartige und quantitative Veränderung der Mineralparagenese schon anhand der Schwarzfärbung des Haldenmaterials recht auffällig; ein Phänomen, das im Baukarl und in der Erzwies recht schön zu beobachten ist.

VAVTAR (1982) spricht von „Siderit“-Gängen, da die Gangart zur Hauptsache aus grobspätigem Pistomesit, einem Siderit-Magnesit-Mischkristall mit 48-70 Mol. %  $\text{FeCO}_3$ , besteht; daneben kommt noch Ankerit mit 25-48 Mol. %  $\text{Ca(Fe,Mn)(CO}_3)_2$  vor. Ausgehend von der diskordanten Gangvererzung ist eine metasomatische Verdrängung des Kalkmarmors durch die Fe-reichen Karbonate festzustellen. Die Erzparagenese setzt sich vorwiegend aus Pyrit, Ag-reichem Bleiglanz, Zinkblende und Kupferkies in stark wechselnden Mengenverhältnissen zusammen. Accessorisch konnte Vavtar ged. Gold sowie ged. Silber, Fahlerz und Matildit als Silberträger im Bleiglanz feststellen; weiters Arsenkies, Digenit, Covellin, Anglesit, Rutil und Quarz.

Neben diesen „Siderit“-Gängen treten in den unmittelbar über dem Siglitzgneis folgenden Abschnitten der Angertalserie auch feine Reißklüfte auf, die mit Pyritkristallen verheilt sind.

Die Änderung des Ganginhaltes manifestiert sich auch deutlich in der Gegenüberstellung chemischer Analysenwerte von Haldenmaterial aus dem Siglitzgneis (Oberer Pochkarsee) mit jenem aus der Angertalserie (Baukarlscharte). HITZENBERGER (1979) stellt hierbei eine Zunahme bei Pb von 0,48 % auf 4,5 %, bei Cu von 40 ppm auf 585 ppm, bei Zn von 13 ppm auf 0,72 % und bei Mn von 4 ppm auf 13,7 % fest!

Unter dem Einfluß der Verwitterung werden die Fe-Karbonate von Korngrenzen und Spaltflächen aus verdrängt, z.T. sogar pseudomorph vollständig umgewandelt zu feinstkristallinen, im Mikrometer-Maßstab wechsellagernden Krusten aus Limonit und Mn-Oxiden. Diese Oxidationsprodukte sind letztendlich für die Schwarzfärbung der Halden verantwortlich.

Darüber hinaus beschreibt Vavtar auch noch stratiforme Erzanreicherungen, welche ausschließlich an die Dolomitschiefer auf der Südseite der Baukarlscharte gebunden sind. Charakteristisch ist eine rhythmische Wechsellagerung erzführender und erzarmer bis -freier Feinlagen. Schichtparallele Anreicherungen von Pyrit, Zinkblende und auch Ankerit alternieren mit unvererzten Dolomitlagen. Die angeführten Erzminerale sind meist straff nach der Schieferung eingeregelt; die stratiformen Pyrite sind weniger stark zerbrochen, die Ankerite feinspätiger kristallisiert als jene der Gänge und enthalten 25-35 Mol. %  $\text{Ca}(\text{Fe},\text{Mn})(\text{CO}_3)_2$ . Zinkblende ist an quarz- und glimmerreiche Feinlagen des Dolomitschiefers gebunden.

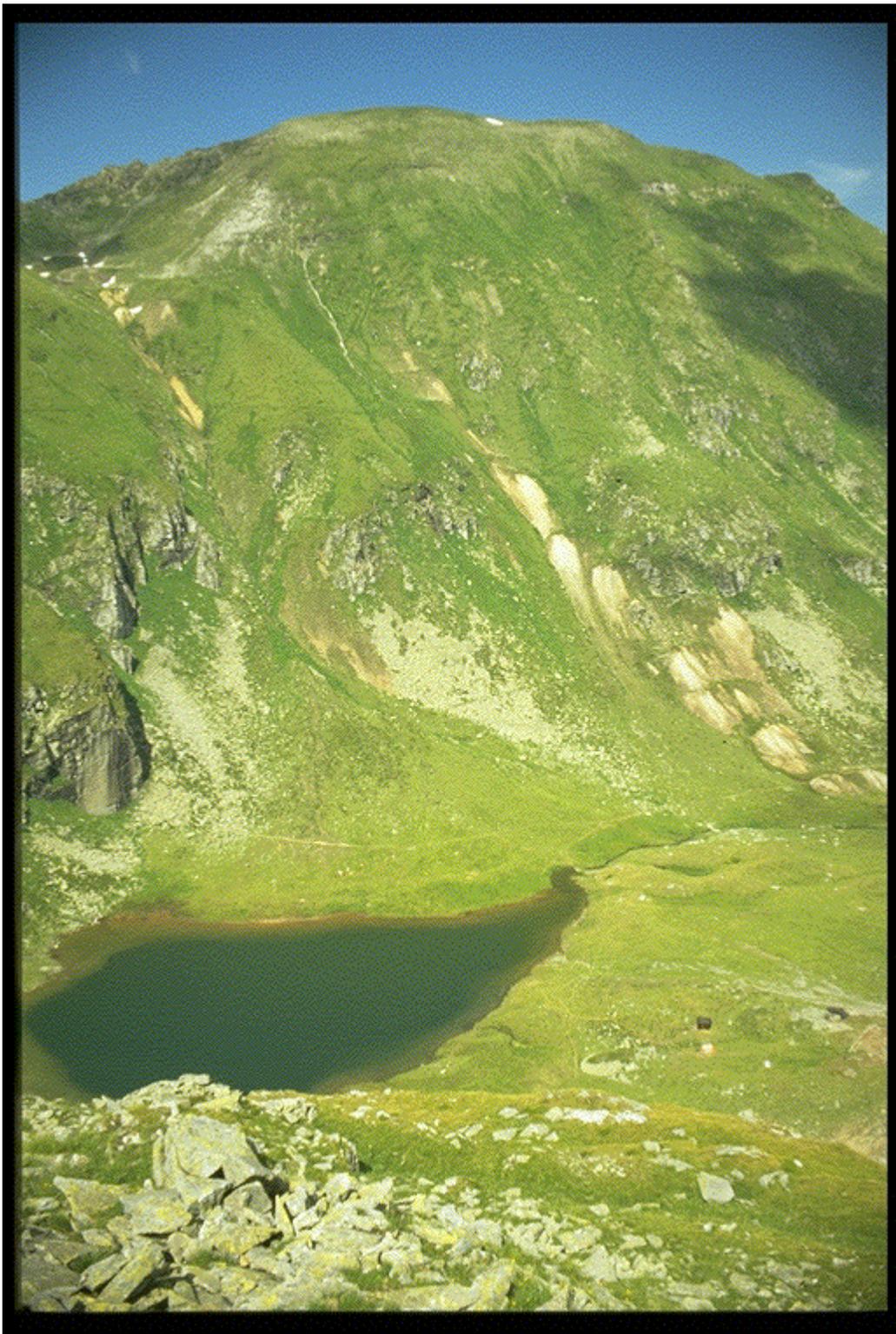
Die innerhalb der Angertalserie quantitativ anders zusammengesetzte Gangvererzung wird im Sinne einer topomineralischen (ortsgebundenen) Beeinflussung interpretiert, wobei die aufsteigenden Hydrothermallösungen ihren Chemismus durch Reaktion mit dem karbonatischen Nebengestein änderten. Bei der Reaktion mit den bereits sedimentär an Fe, Mn, Zn und Cu angereicherten Dolomitschiefern kam es zu Lateralsekretionen, während die sterilen Kalkmarmore metasomatisch verändert wurden.

### ***Standortcharakteristika***

#### **Imhof-Unterbau**

Das östliche Mundloch (1625 m) des 1912 von der Gewerkschaft Radhausberg begonnen und 1945 unter der PREUSSAG mit dem Rauriser Tal verdurchschlagten Imhof- oder Siglitz-Unterbautollens liegt ca. 150 m nordwestlich des ehemaligen E-Werkes. Der Zugang erfolgt heute über eine über 100 m lange betonierte, steinverkleidete und großteils begrünte Lawinenschutzgalerie. Die limonitischen Grubenwässer werden über einen Abzugsgraben in den Siglitzbach geleitet. Auf der Planie vor der Lawinenverbauung lagern die Reste des ursprünglich sehr umfangreichen, ausschließlich tauben Ausbruchmaterials (Siglitzgneis), zumal der Imhof-Stollen querschlägig zu den Erzgängen aufgefahren wurde. Bei einer Gesamtlänge von 4.900 m wurden zwischen Stollenmeter 924 und 2.084 insgesamt 14 erzführende Scherzonen bergmännisch aufgefahren; davon lieferten in erster Linie der Geißler-, Dionys- und Kupelwieser-Gang bauwürdige Edelmetall-Konzentrationen. Stellenweise sind in den letztgenannten Gängen noch reiche Erzanbrüche zu sehen.

Zu Beginn der 90er Jahre betrieb die „Erzbergbau Radhausberg Ges.m.b.H.“ im Imhof-Unterbau für kurze Zeit ein Schaubergwerk; eine Wiedereröffnung wird derzeit diskutiert, scheiterte bisher allerdings an den enormen Investitionskosten.



Pockart-Silberpfennig, vom Kolmkarrücken aus; 1995

## Siglitz

Im inneren Siglitztal führt der Hermann-Bahlsen-Weg an den weitgehend verfallenen Anlagen beim Georg-Stollen vorbei (ca. 1725 m). Die max. 3-4 m mächtige Abraumhalde befindet sich zwischen Weg und Siglitzbach. Der Nordteil ist bewachsen, während der Südrand bei Hochwasser immer wieder vom Bach erodiert wird. Im Grubenholz-durchsetzten Abraum, der hpts. aus sehr quarzreichem, hydrothermal veränderten Siglitzgneis besteht, findet man bis kopfgroße Brocken mit Arsenkies und Pyrit. Eine sekundäre Zementation des Materials durch Limonit und Skorodit ist charakteristisch. Der Schneekragen zum Georg-Stollen ist großteils noch erhalten.

Die vorwiegend sehr alten Einbaue der nördlichen, ins Kolmkar weisenden Talflanke sind allesamt verstimmt, ihre Lage ist heute kaum mehr zu erahnen. Die zugehörigen Halden sind vollkommen verwachsen, allerdings unterscheidet sich die Flora durch die Dominanz von Bürstling, Almrausch, Erika und Heidelbeere, in talnahen Lagen auch von Erlen, z.T. deutlich vom Umfeld. Die nächsthöhere Berghaus-Ruine ober Georg steht im Schutz eines riesigen Gneisblocks und ist vermutlich dem Gertraudi-Stollen (1760 m) zuzuordnen. Eine weitere steht auf einem kleinen Plateau in ca. 1990 m. Auf einer Verebnungsfläche im Bereich einer auffälligen BergzerreiÙung erkennt man eine recht große Anlage ehemaliger Wohn- und Manipulationsgebäude (2045 m). Westlich davon ist zwischen den beiden Ästen des Morgenstern-Grabens eine kleinere Halde erhalten geblieben. Ein gegenüber der Geländemorphologie deutlich vorspringender Haldensturz ist östlich des Grabens (2115 m) wahrnehmbar, die kärglichen Mauerreste des zugehörigen Gebäudes stehen 10 m höher. Das höchste vorgefundene Objekt befindet sich in 2175 m Seehöhe.

In der steil zum Schareckmassiv aufragenden südlichen Talflanke ist am Fuß einer Felswand ein unbenannter Stollen (1840 m) in einem steil E-fallenden, max. etwa 2,5 m breiten Gang angesetzt. Der handgeschrämte Einbau ist auf seine gesamte Länge (ca. 200 m) bis zum Feldort befahrbar und 0,60-1,0 m breit; in der nur 0,2-0,3 m schmalen Firste stehen stellenweise noch Pyrit-Arsenkies-Erze an. Der Gang wurde offenbar 4-5 m in die Höhe abgebaut, worauf zahlreiche Bühnlöcher hindeuten. Unmittelbar östlich des Einbaues zieht eine Steilrinne herab; das Gelände beiderseits davon ist großteils von Blockschutt bedeckt und unterhalb des Stollens mit einer Hochstaudenflur und Grünerlen überwachsen. Die Halde ist infolge der Steilheit verrollt.

Talauswärts befindet sich in etwas tieferer Lage der Kastenkendel-Stollen (1750 m). Mit diesem baute man auf den gleichnamigen Gang in der Felswand unmittelbar westlich des markanten Kastenkendel-Grabens. Die vom Weg aus sichtbare Halde ist limonitisch verfärbt, verrollt und stark mit Hangschutt vermengt.

## Seekopf-Südseite

Am Seekopf-Südhang erkennt man schon aus der Ferne einen beachtlichen Haldenzug, der von knapp oberhalb des Senator-Beindorf-Weges (ca. 2350 m) mehr oder weniger kontinuierlich bis ungefähr 2200 m hinunter zu verfolgen ist. Der Steig quert den zweithöchsten Haldensturz. Im mittleren Abschnitt des Zuges werden die großteils unbewachsenen Abraumhalden südostseitig von einem Bachlauf angeschnitten, die noch tiefer gelegenen setzen sich auf der Graben-Südseite fort. Ein offener Einbau liegt auf 2215 m Seehöhe. Auf dem Planum der untersten Halde stehen die Überreste eines Gebäudes.

Die limonitisch verfärbten Berge bestehen aus mittel- bis kleinstückigem Taubem und größeren, Pyrit und Arsenkies führenden Stücken. Durch den Einfluß der Atmosphärien ist die Oberfläche mancher Halden intensiv mit Limonit- und Skoroditkrusten zementiert.

Man ist am Seekopf offensichtlich zwei parallelen Erzgängen nachgegangen, denn im flacheren Gelände etwa 100 m südlich sind entlang eines weiteren Gerinnes, bis 2250 m hinunter, wesentlich stärker verwachsene, wahrscheinlich ältere Abraumhalden und Mauerreste mehrerer Objekte erkennbar. Pingen im Nahbereich des Touristensteiges weisen auf ehemalige Tagschürfe hin.

200 m westlich der Kolmkarscharte ist am Nordfuß des Filzenkämmfelsens ein Stollen im Glimmerschiefer angesetzt (2280 m). Der Einbau ist schon nach wenigen Metern verbrochen; die zugehörige Halde ist ca. 20 m breit, im oberen Teil vegetationsbedeckt und reicht 30 m den Hang hinab.

### Seekogler Bauleiten

In der flachen Mulde nördlich des Seekopf-Gipfels sind neben dem Beindorf-Weg unbedeutende Halden und Pingen von Stollen oder Schurfröschchen zu erwähnen; die Hauptbaue sind in der unterhalb anschließenden Steiflanke angesetzt. Direkt neben dem Steig ist ein Stollen in SSW-Richtung an einer erzführenden Struktur im Gneis eingetrieben (2230 m). Der handgeschrämte, recht enge Einbau stammt wahrscheinlich aus dem 16./17. Jhd. Im vorderen Teil ist ein mit Versatz gefüllter Aufbruch zu sehen, außerdem wurde der Gang hier noch mit einem ca. 4 m höheren Firstenlauf verfolgt. Der Stollen ist auf eine Länge von 14 m befahrbar; an der Firste steht stellenweise ein dm-mächtiger Erzgang an. Dahinter baute man mittels eines Gesenkes gegen die Teufe zu; die Bühnhölzer sind noch erhalten.

Auf dem ebenen Plateau vor dem Stollen stand vermutlich eine Anfahrtsstube. Die ausgedehnte Halde sowie eine zweite, ein Stück unterhalb anschließende, reichen etwa 30-40 m bis auf einen flachen Geländeabsatz hinunter. Der Weg schneidet die Halde im obersten Abschnitt, der Abraum enthält hier reichlich Pochklein mit viel Quarz. Auf dem Absatz befindet sich neben dem Steig ein ca. 5 x 5 m großer, 5-6 m mächtiger, wesentlich flacher geböschter, spärlich mit Bürstling bewachsener Haldensturz (2290 m), daneben eine kleinere Scheidehalde. Der zugehörige Einbau wurde von Bergsturzblockwerk verschüttet.

### Pochkar-Südseite

In der vom Kolmkarrücken steil zum Oberen Pochkarsee abfallenden Flanke streichen erzführende Strukturen stellenweise zu Tage aus, die am ehesten mit dem Geißlergang zu korrelieren sind. Letzterer ist als markant eingeschnittene Rinne vom Silberpfennig aus sichtbar.

Oberhalb des Sees ist am Fuß eines Wandls ein offener Stollen an einer fast saigeren Struktur eingetrieben (2155 m). Aus dem Mundloch dringt ein spürbarer Wetterzug. Die Befahrung ist aufgrund der großen Einsturzgefahr nicht ratsam. Auf dem Planum davor sind Mauerreste erhalten. Zwei weitere Einbaue östlich davon sind verstürzt; auf einem Felsvorsprung (2160 m) stehen die solide ausgeführten Fundamente eines mutmaßlichen Manipulationsgebäudes (Anfahrtsstube oder Scheidekaue?). Die zugehörigen, mehr oder minder vegetationslosen Abraumhalden sind fast bis auf den Karboden hinunter (ca. 2090 m) verrollt. Die vielerorts beobachtete Oberflächenzementation durch Fe- und As-Oxidationsprodukte ist besonders im höheren Abschnitt intensiv und führte hier zur Bildung 20-30 cm dicker, sehr fester Krusten, die mit grauen Flechten bewachsen sind. Unter der Kruste ist das Material locker und feinkörnig bis erdig. Sowohl in der kohäsionslosen feinen Matrix als auch im Zement sind zahlreiche große Blöcke und Platten eingebettet, die häufig mit Arsenkies vererzt sind.

In der erwähnten Steilrinne beißt der steil E-verflächende Geißlergang aus, der hier in eine Schar subparalleler dm-mächtiger, Arsenkies, Pyrit und Quarz führender Erzadern zertrümmert ist (2215 m). Einzelne Bohrlochpfeifen und verrolltes bzw. erodiertes erzhältiges Material unterhalb des Aufschlusses geben Hinweis auf einen obertägigen Abbau. 50 m westlich der Rinne befindet sich eine kleine Halde auf einer Felsnase (2180-2190 m). Unmittelbar östlich der Geißlerrinne, am Übergang zu einem ausgedehnten Schuttfächer, finden sich weitere Gebäudereste (2205 m). Der Ostabschnitt des Schuttfächers wird von mehreren langgestreckten bzw. übereinander geschütteten, teils grasbewachsenen Halden überlagert, die bis zum Karboden hinunter reichen. Der Abraum ist naturgemäß dort am stärksten verritten, wo die Feinfraktion überwiegt und sich keine schützende Zementationskruste und/oder Grasnarbe entwickeln konnte.

## Montanarchäologische Ausgrabungen am Pochkarsee

Auf dem westlichen, dem Pochkarsee zugewandten Ausläufer des Schuttfächers stehen die Ruinen zweier Berghäuser, deren Trockenmauerwerk bis zu einer Höhe von 1,5 m erhalten ist. Ein nach Südwest weisender Schneekragen verbindet das südliche Gebäude mit dem völlig verrittene Stollenmundloch am Fuß der Halde.

Die Berghausgruppe und das umliegende Bergbaugesamt im Pochkar werden im Rahmen eines interdisziplinären Forschungsprojektes (Fond zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung) nach historischen (H. Dopsch, Sbg.; F. Gruber, Bockstein), montanarchäologischen (B. Cech, Wien, Grabungsleiterin; F. Moosleitner, Sbg.; A. Lippert, Wien) und archäometrischen Gesichtspunkten (W. Paar, Sbg.; G. Sperl, H.-J. Steiner, Leoben) bearbeitet. Bisher wurden zwei Objektgruppen vollständig ausgegraben, nämlich die erwähnten Berghäuser und eine Erzaufbereitungsanlage östlich des Sees. Die Grabungen wurden von geophysikalischen Untersuchungen (G. Walach, Leoben) und einer photogrammetrischen Vermessung der Abraumhalden und alten Erztransportwege (J. Tschannerl, Wien) begleitet.

Nach dem derzeitigen Forschungsstand kann folgendes über die beiden Gebäude und die Aufbereitungsanlage ausgesagt werden (CECH 1996):

Bei dem südlichen, direkt an den Hangfuß gebauten, 15,5 x 13 m großen Objekt handelt es sich um das Knappenwohnhaus. Die Nordhälfte bestand wahrscheinlich aus einer Holzkonstruktion; als Überdachung wird ein Pultdach angenommen. In der Mitte des Hauses befindet sich das Steinfundament eines Kachelofens, zumal hier Bruchstücke von Schüsselkacheln gefunden wurden, wie sie für das 16. Jhd. typisch sind. Nördlich des Gebäudes befindet sich eine 12 x 12 m große Arbeitsplattform, an die nordseitig ein 8,5 x 10 m großes Haus anschließt, dessen Mauern stark verstürzt sind. Da im Umfeld des Hauses Schmiede- und Schmelzschlacken sowie Eisenteile (Bergeisen, Messer) gefunden wurden, liegt der Schluß nahe, daß es sich hierbei um die Bergschmiede handelt, in welcher wahrscheinlich ein Probierofen stand. Die Schlacken werden noch einer genauen metallurgischen Untersuchung unterzogen, um Informationen über Schmelztechnik, Zuschlagstoffe, etc. zu erhalten.

250 m östlich des Sees kennzeichnen Mahlsteine aus Gneis, ein künstliches Gerinne für den Betrieb eines Wasserrades, eine mit Trockenmauerwerk befestigte Verebnungsfläche sowie gut erhaltene, massive Holzpfosten und größere Schlich(Erzkonzentrat)mengen den ehemaligen Standort der Aufbereitungsanlage. Die Anlage bestand aus einem Poch- und Mahlwerk.

## Pochkar-Unterbau

Der Pochkar-Unterbau befindet sich in der Geländestufe zwischen den beiden Seen (1985 m); der ungefähr 100 m breite, rostigbraun verfärbte Haldensturz ist von weitem sichtbar. Auf der Planie waren ursprünglich Geleise verlegt, um das Hauwerk besser ausfordern und deponieren zu können. Mauerreste im Südteil deuten auf ein Wohn- und Manipulationsgebäude (Werkstatt, Magazin o.ä.) hin. Stickstoffzeiger (Ampfer, Brennessel), Dunghäufen und Liegespuren zwischen Gebäude und Stollenportal weisen auf eine regelmäßige Frequentierung durch Weidevieh hin. Die Böschung der Halde ist unbewachsen; taubes Nebengestein überwiegt, vereinzelt findet man mit etwas Arsenkies und/oder Pyrit vererztes Material.

Der Unterbau ist am Fuß eines hausgroßen Gneisfelsens angeschlagen, aus dem Mundloch tritt mäßig Bergwasser aus (2-3 l/s), das über ein Gerinne am Südrand der Halde abgeleitet wird. Der Stollen ist geradlinig auf eine Länge von 418 m gegen Westen vorgetrieben und dank der hohen Gebirgsstandfestigkeit noch zur Gänze befahrbar. Mit mehreren 2-3 m, max. 7-8 m langen Querschlägen versuchte man Klüfte auszurichten, die schwache Erzspuren zeigten. Bei Stollenmeter 400 wurde ein dm-mächtiger Arsenkies-Pyrit-Gang angefahren; die bedeutenden und Edelmetallreichen Strukturen (z.B. Geißler) streichen knapp westlich des Stollenendes durch; infolge der vorzeitigen Einstellung des Vortriebs 1923 erreichte man sie nicht mehr. Bei m 400 und am Feldort bildeten sich im Bereich von Wasseraustritten prächtige Limonitsinter.



Halde beim Pockart-Unterbau

### Pochleiten und Baukarl

In der Südflanke des Silberpfennigs zeugen zwei markante, parallel verlaufende Haldenzüge von einer regen Bergbautätigkeit.

Wegen der haufenförmigen Halden am Karboden, welche von den längst verfallenen Schachtbauten aus der Zeit 1570-1650 stammen, wird der östliche auch Schachthaldenzug genannt. Er erstreckt sich mehr oder minder kontinuierlich bis 2340 m hinauf. Die Halden sind auch hier durch die typischen Verwitterungsprodukte ocker bis rostbraun verfärbt; bei den bis zu 80 m breiten Halden im mittleren Abschnitt ist eine Oberflächenzementation charakteristisch. Infolge der steilen Hanglage und damit verbundenen Erosionsanfälligkeit (Lawinenabgänge) präsentiert sich ein Großteil der Berge ohne Vegetation. Die Erzführung beschränkt sich auf zumeist größere Gangstufen mit Arsenkies, Pyrit, Quarz und hydrothermal verändertem Siglitzgneis. Auf etlichen Haldenplateaus sind noch Gebäudereste erhalten; auf 2115 m auch ein Schneekragen zu einem offenen Mundloch (Johann-Stollen?). Wo der Steig die unteren Halden quert, rinnt Fe-hältiges Grubenwasser (vermutlich aus dem verstürzten Gertraud-Stollen) über den Abraum und bewirkt Limonit-Ausfällungen. Die Schacht- und die unteren Stollenhalden sind von 1-2 m tiefen Schurfröschen nach verschiedenen Richtungen zerschnitten, die von einer umfangreichen Bemusterung durch die Gewerkschaft Radhausberg unter K. Imhof zu Anfang dieses Jhdt. herrühren.

Trotz Grasbewuchs sind die alten, solide angelegten Erzwege im Gelände gut auszumachen, mit denen selbst die hochgelegenen Einbaue im Baukarl erschlossen wurden.

Der zweite Haldenzug erstreckt sich 200 m weiter westlich entlang einer tief eingeschnittenen Steilrinne, und zwar ab einer Höhe von ca. 2130 m mit Unterbrechungen bis zur Karschwelle, im flacheren Baukarl dann kontinuierlich bis 2450 m hinauf. Im Nahbereich der Rinne wirkt sich die Erosion stark aus, sodaß Haldenmaterial auch in den Schuttfächer unterhalb verfrachtet wurde.

Im Baukarl nimmt man ab etwa 2390 m Seehöhe die eingangs erörterte signifikante Änderung der Haldenzusammensetzung und -färbung wahr. Neben den großen Abraumhalden lagern an etlichen Stellen nur wenige m durchmessende Häufen aus kleinstückig gepochtem, schwarzbraun angewittertem Fe-Karbonat, die auf den ersten Blick an Kokshäufen erinnern. Die Erze wurden bereits vor Ort säuberlich von der Gangart geschieden, sodaß Stücke mit Bleiglanz, Pyrit oder Kupferkies nur mehr selten sind. Vereinzelt sind Schlacken zu finden. Einige der z.T. recht beachtlichen Halden sind mit einer Grasnarbe bewachsen. Auch im Baukarl stehen noch mehrere Ruinen ziemlich großer Gebäude.

ZSCHOCKE (1968) beschreibt Schmelzplätze mit Schlacken- und Holzkohlefunden im Bereich des Schachthaldenzuges oberhalb des Franziska-Stollens (2240 m), beim Fundgruben- (2260 m) und Josef-Stollen (2290 m). Im Baukarl schildert er einen weiteren Schmelzplatz bei der untersten „schwarzen“ Halde. Auch hier handelt es sich nach den neueren Erkenntnissen immer um Schmiedeschlacken.

Die gesamte Haldenkubatur zu beiden Seiten des Pochkares und im Baukarl, incl. Pochkar-Unterbau, dürfte an die 40.000-45.000 m<sup>3</sup> betragen.

### Erzwies

Nördlich der Baukarlscharte baute man auf eine Schar von mindestens zwei, wenn nicht drei NNE-streichenden Erzgängen. Tagverhaue, wenige noch zugängliche Einbaue, Schacht- und Stollenpingen, Abraum- und Scheidehalden von z.T. riesigen Ausmaßen sowie Ruinen zahlreicher Wohn- und Manipulationsgebäude ziehen sich in einem 100-250 m breiten und fast 1,2 km langen Streifen vom Nordfuß des Silberpfennigs (2500 m) bis ca. 2200 m hinab.

Die höher gelegenen Einbaue bis ca. 2300 m gingen im Marmor um, dementsprechend dominiert auf den Halden hier karbonatisches Material. Die westliche Begrenzung bildet eine steil E-verflächende erzführende Struktur, die in einem mehrere hundert Meter langen Tagverhau auf einer Breite und Tiefe von jeweils 4-5 m abgebaut wurde. Der Tagschurf repräsentiert wohl die älteste Abbauform, nach dessen Ausbeutung zwangsläufig Stollen- und Schachtbauten folgen mußten. Im lockeren Abraum, den man gleich neben dem Tagverhau deponierte, sind Einbruchspingen ein Indiz für knapp darunter eingetriebene Stollen. Im obersten Abschnitt liegen östlich des Fußsteiges bis m<sup>3</sup>-große, intensiv rostbraun und schwärzlich verwitterte, z.T. brecciierte Gangtrümer, die am ehesten aus dem Tagverhau stammen. Ähnlich wie im Baukarl schied man auch hier das Erz vom Tauben vor Ort, wovon etliche recht beachtliche, meist stumpfkegelig bis zu einigen m hoch aufgeschüttete Scheidehalden aus kleinstückigem, schwarzbraun angewittertem Karbonat zeugen.

Das auf die Berge geworfene Material ist meist recht locker und bis auf kleinflächige Polster aus Bürstling und diversen Alpenkräutern kaum von einer Pflanzendecke geschützt (schattseitige Exposition, große Höhe, nährstoffarmes Karbonat!). Infolgedessen wurden größere Mengen der Feinfraktion ausgewaschen, über kurze Distanzen verfrachtet und auf Verebnungen bzw. in Mulden zusammengeschwemmt.

Am Fuß eines sehr mächtigen Haldenkopfes steht auf einer Verebnung ein großes, relativ gut erhaltenes Gebäude mit einem südwärts weisenden Schneekragen (2355 m). Auf seiner Nord- und Ostseite liegen Erzurücklässe von insgesamt 20-30 m<sup>3</sup>, die zur Hauptsache aus derber dunkelbrauner Zinkblende bestehen; in Hohlräumen sind mm-kleine gelbe und grüne Kriställchen einer jüngeren Zinkblende-Generation aufgewachsen. Oberflächlich sind die Stücke von weißen Hydrozinkit-Krusten überzogen. Auch reich mit Bleiglanz vererzte Stufen findet man auf diesem Platz.

150 m weiter südöstlich ist in einer mächtigen Marmorbank ein noch offener Stollen angesetzt (2380 m).

Ca. 100 m nördlich des Berghauses stehen weitere Gebäudereste mit einem Schneekragen auf einem ausgedehnten Haldenplateau (2340 m). Auf dieser und den unterhalb anschließenden Abraumhalden findet man neben den karbonatischen Gangstufen auch Arsenkies-Pyrit-Erze in quarziger Gangart, wie sie im Gneis auftreten. Ein Indiz, daß hier auch gegen die Teufe zu gearbeitet wurde, denn die Erzgänge setzen bis etwa 2300 m im Angertalmarmor auf.

Südlich eines weiteren Gebäudes ist ein Schurf (2310 m) an einer steil E-fallenden Struktur fallend in den Marmor getrieben.

In einer Mulde nördlich davon liegt eine im Kopfbereich mindestens 20 m mächtige Halde mit karbonatischem und kiesig-quarzigem Hauwerk. An ihrem westseitigen Fuß befindet sich eine dolinenartige Schacht- oder Stollenpinge.

Im unteren Abschnitt der Erzwies weisen fünf west- und nordseitig steil geböschte Haldenstürze großteils beachtliche Dimensionen auf. Der Abraum enthält hier ausschließlich quarzige Kiese, ist von zahlreichen Viehgangeln durchzogen und bereichsweise von einem Bachlauf angerissen; an einigen Stellen ist die Haldenoberfläche durch Limonit zementiert. Beim tiefstisuierten Einbau (2200 m) handelt es sich um den an die 700 m langen, nach SSW getriebenen Erb- oder Wasserstollen mit gut erhaltener Türstock-Zimmerung beim Mundloch, aus dem das Grubenwasser als kleiner Bach fließt (mindestens 10 l/s). Aller Wahrscheinlichkeit nach entwässert dieser Einbau auch die höheren Teile des Grubengebäudes. Die vorgelagerte Halde ist langgestreckt, am Ostrand des tw. grasbedeckten Plateaus stehen Reste eines Wohn- oder Manipulationsgebäudes.

Die in der Erzwies lagernden Haldenkubaturen dürften, grob geschätzt, jenen im Pochkar kaum nachstehen.



Erzwies, Scheidehalden

Das gesamte Bergbauterrain präsentiert sich heute als extensive Sommerweide. Das Siglitztal, das Pochkar und die tieferen Abschnitte der Erzwies werden von Jungvieh und Pferden frequentiert; die höhergelegenen Bereiche bieten nur mehr Schafen eine ausreichende Nahrungsgrundlage. Die festgestellten Vegetationsschäden im Zusammenhang mit der früheren Bergbautätigkeit sind einerseits mechanischen Wirkfaktoren zuzuschreiben, vor allem in jenen Lagen, die saisonal oder auch ständig der Erosion anheimfallen (Lawinen- und Murenabgänge; zeitweilig trockene, nur nach starken Regenfällen oder zur Schneeschmelze wasserführende Rinnen; Bachläufe). Zum anderen scheinen zumindest stellenweise nicht unerhebliche Schwermetall-Gehalte im Abraum vorhanden zu sein, denn selbst auf weitgehend von der Erosion verschonten Halden konnte sich in einem Zeitraum von fast 400 Jahren keine nennenswerte Flora entwickeln (z.B. Schachthalden im Pochkar, im Gegensatz etwa zur Siglitz, wo gleichalte Halden großteils zugewachsen sind).

Vom Menschen genutzte Schutzgüter, wie Trinkwasser-Schongebiete u.ä., sind aufgrund der abgeschiedenen Lage der alten Bergbaue nicht betroffen.

Eine grundsätzlich denkbare Schwermetall-Kontamination der beiden Pochkarseen, insbesondere des oberen, scheint sich zumindest auf den vorhandenen Salmonidenbestand keineswegs nachteilig auszuwirken.

## Aufbereitung Naßfeld

Es wurden hier praktisch ausschließlich Erze aus dem Imhof-Unterbau verarbeitet. IMHOF (1941) gibt für die 0,6-1,4 m mächtigen erzführenden Scherzonen des Siglitz-Revieres eine Durchschnittmächtigkeit von 0,99 m vom Hangend- zum Liegendblatt an. Er unterscheidet drei verschiedene Gangmassen-Kategorien:

Derberze mit 34,0 g/t Au

Pochgänge mit 4,0 g/t Au

Frikionsprodukte (Ultrakataklasit, Mylonit) mit 0,5 g/t Au

Für die steil eintauchenden säulen- und linsenförmigen Adelsvorschübe (Reicherzzonen) gibt Imhof eine mittlere Mächtigkeit von 0,69 m bei einer Durchschnittsdichte von 2,94 an. Die extrem goldarmen Frikionsprodukte gelangten nicht zur Aufbereitung, sondern wurden bereits in den jeweiligen Abbauen versetzt.

Die komplex zusammengesetzten „refraktären“ Tauerngolderze mit ihren hohen Arsengehalten und vorwiegend feinkörnigem, an Pyrit und Arsenkies gebundenem Gold waren schwierig aufzubereiten und zu verhütten. Aufbereitungsrückstände fielen während der ersten Betriebsperiode 1916/17-1927 bei der Schlich(Waschkonzentrat)-Erzeugung, während der PREUSSAG-Betriebsphase im II. Weltkrieg bei der Flotation an. Aus dem Flußdiagramm ist ersichtlich, daß insbesondere in der ersten Betriebsperiode das Ausbringen an Au, Ag, Pb, As und S mit 63-75% der ursprünglichen Erzaufgabe ein recht mäßiges war. D.h., es gingen 25-37% der genannten Elemente verloren und wanderten zum Großteil auf die Berge, zumal die Hauptverluste in der mangelhaften Aufbereitungstechnik lagen und nur zu einem geringen Teil hüttentechnisch bedingt waren. Nimmt man die Gesamterzeugung aus Amalgamation und Schlichverhüttung - letztere mußte ja aufgrund ihres Arsenreichtums in Freiberg/Sachsen erfolgen -, als Berechnungsbasis, so müssen 1916/17-1927 maximal

112 kg Au (32% Verlust)

383-674 kg Ag (25-37% Verlust)

34-60 t Pb (25-37% Verlust)

249-438 t As (25-37% Verlust)

400-702 t S (25-37% Verlust)

auf die Halde gewandert sein.

Die im II. Weltkrieg installierte Flotationsanlage war zwar beim Goldausbringen um einiges effektiver (92,168% der Erzaufgabe), die Verluste bei den übrigen Elementen, insbesondere beim Arsen, waren allerdings immer noch erheblich. Während der PREUSSAG-Betriebsperiode müssen - entsprechend der Gesamtproduktion aus Cyanidlaugung und Verhüttung der Flotationskonzentrate - maximal

19 kg Au (ca. 8% Verlust)

223 kg Ag (ca. 17% Verlust)

331 t As (ca. 25% Verlust)

359 t S (ca. 21% Verlust)

auf die Berge gekippt worden sein.

Da man 1941/42 ein Jahr lang insgesamt 7.422,1 t Erz mit KCN-Lauge behandelte, erhebt sich die Frage, welche Laugungsrückstände dabei anfielen und ob diese überhaupt deponiert wurden. Die Literaturangaben über die letztendlich unbefriedigende Cyanidlaugerei der As-reichen Flotationskonzentrate und die damit verbundene Verschmutzung der Gasteiner Ache, ja selbst der Salzach bis Werfen (z.B. MUTSCHLECHNER 1968), geben eher Anlaß zu dem Schluß, daß man die Laugungstrübe mitsamt den darin suspendierten, zum Teil toxischen Reaktionsprodukten einfach in die Gasteiner Ache ableitete.

Die ca. 300 m breite, 30 m hohe, bis 40° steil geböschte, weitgehend unbewachsene Abraumhalde befindet sich unterhalb der ehemaligen Knappenhäuser, nördlich des Güterweges vom Valeriehaus zur Viehauser Alm.



Naßfeld, Halde; 1993

Das Haldenmaterial enthält sowohl feinkörnige Aufbereitungsabgänge als auch beträchtliche Anteile faust- bis kopfgroßer Hauwerksbrocken, und zwar vorwiegend tauben Siglitzgneis, aber auch schwach vererzte Gangtrümer (Pochgänge nach der Klassifikation Imhofs) und vereinzelt sogar Arsenkies-Pyrit-Derberze.

Neben dem ehemaligen E-Werk wurde 1993 im Zuge der Errichtung eines Biathlon-Schießplatzes der rasenbedeckte Haldenfuß mit der Schubraupe angeschnitten. Es waren hier jeweils dm-mächtige Horizonte unterschiedlicher Färbung und Korngröße erkennbar: einerseits helle Lagen mit zahlreichen grobblockigen Siglitzgneis-Komponenten, andererseits rost- bis graubraun verfärbte, feinkörnige Lagen. Bei letzteren dürfte es sich um Abgänge der Schlicherzeugung mit tw. limonitisierten Sulfidpartikeln handeln. Am Haldenfuß tritt an etlichen Punkten Wasser aus, das hier auf einen relativ dichten Stauhohizont stößt (Moräne, z.T. Siglitzgneis). Im Bereich von zwei Gerinnen erodiert Material aus der steilen Haldenböschung. Sämtliche Sickerwässer gelangen entweder in den Siglitzbach oder über Drainagegräben direkt in die Naßfelder Ache.

Nördlich eines Gneisrückens reicht ein 50-60 m breiter, im oberen Teil stark erodierter Haldensturz vom Fahrweg, der zum nahegelegenen Jagdhaus führt, bis auf das Niveau der Gasteiner Alpenstraße hinunter.

Die Kubatur der großen Halde beträgt nach grober Schätzung ca. 20.000-25.000 m<sup>3</sup>, die der kleineren ca. 6.000-8.000 m<sup>3</sup>.

Auf der südlich des E-Werkes zwischen Güterweg und Siglitzbach gelegenen Weidefläche wurden feinsandig-schluffige, sulfidhaltige Flotationsabgänge abgelagert. Zwischen Bachalluvionen bzw. Moränenmaterial bilden sie dm-dicke, dunkelgraue und gelblich-ockerfarbene Horizonte, deren Gesamtmächtigkeit an einzelnen Stellen 0,8 m erreicht. Da der Flotationsschlamm erhöhte As- und Pb-Werte aufweist, wurde die Verdachtsfläche 1996 mittels Kernbohrungen untersucht.

Die Verwitterung und damit verbundene Mobilisierung von Schwermetallen, in erster Linie von As, aus deponiertem grobblockigem Hauwerk ist nach dem Geländebefund von untergeordneter Bedeutung. Im Gegensatz dazu ist eine Auswaschung von Schwermetallen aus den überwiegend

sehr feinkörnigen Pochwerks- und Flotationsabgängen viel leichter möglich. Eine Kontamination durch Winderosion ist aufgrund der Feinkörnigkeit der Aufbereitungsrückstände, der großteils nicht vorhandenen oder nur spärlichen Vegetationsbedeckung sowie der im Naßfeld oft extremen Wetterlage (Föhnsturm!) plausibel. Die beim BZI-Punkt 503165 (200 m nördlich der großen Halde) festgestellten erhöhten As- und Pb-Werte deuten jedenfalls darauf hin.

### *Sonnblickgruppe, Rauriser Tal*

#### **Montangeologischer Überblick**

Die Tauerngoldgänge der Sonnblickgruppe treten zur Hauptsache im Zentralgneiskern auf. Der Sonnblickgneis ist ein Granit- bis Granodioritgneis mit großen Alkalifeldspat-Einsprenglingen (Augengneis). Im Zuge der alpidischen Einengungstektonik wurde der Sonnblickgranit zu einem 40 km langen walzenförmigen Körper in NW-SE-Richtung ausgelängt (EXNER 1964) und metamorph überprägt.

Der Zentralgneiskern wird von einer vulkanosedimentären Abfolge aus Amphiboliten, Paragneisen, Granatglimmer-, Knoten- und Schwarzschiefern sowie Quarziten überlagert („Altes Dach“ im Sinne Exners, äquivalent zur Habachformation), die am Hocharn 170 m mächtig wird. Die steilgestellte nordostseitige Stirnzone des Sonnblickkerns wird durch geringmächtige, synklinal eingefaltete Grüngesteins- und Schwarzschieferzüge aus dem „Alten Dach“ vom Hauptkörper des Sonnblickkerns getrennt und in mehrere Teilkörper aufgesplittert (Knappenhauswalze und Wurtenkeile).

Im Hangenden sind helle, vermutlich jungpaläozische Glimmerschiefer im Gebiet zwischen Kolm Saigurn, Naturfreundehaus-Neubau und Niedersachsenhaus weit verbreitet.

Über dieser präpermischen Sequenz folgen permotriadische Quarzite, Arkosegneise, Rauhwacken, Kalk- und Dolomitmarmore sowie Kalkglimmerschiefer /-phyllite, Graphitschiefer/-phyllite und Prasinite der jurassischen Bündnerschieferformation. Sie bauen in erster Linie die ebenfalls in NW-SE-Richtung gelängte, quer dazu stark eingeengte Mallnitzer Mulde auf, welche der Stirn des Sonnblickkerns vorgelagert ist.

Die Faltenachsen sind, der Walzenform des Sonnblickkerns entsprechend, im allgemeinen NW-SE-orientiert und tauchen flachen ab (max. 30°). Gegen Westen biegen sie allmählich in die jüngeren N-S-Querfalten der Glocknermulde um.

#### **Vererzung**

##### **Tektonische Verhältnisse**

Im Sonnblickkern sind im wesentlichen zwei bruchtektonische Systeme zu unterscheiden:

Ein NW-SE-ausgerichtetes älteres Störungssystem verläuft (sub)parallel zu den Hauptfaltenachsen des Sonnblickkerns und tritt vor allem in der steilgestellten, intensiv verfalteten Stirnzone in Erscheinung. Als Verlängerung der Mölltalstörung erstreckt es sich über 25 km innerhalb der Sonnblickgruppe von Obervellach bis ins hintere Krumltal und manifestiert sich in Bergzerreißen und 2-5 m mächtigen, steil einfallenden bis saigeren Myloniten, die max. 1,5 km weit auseinander liegen können (HADITSCH & MOSTLER 1970). An obertägigen Aufschlüssen wurden jedoch nirgendwo nennenswerte Verstellungen beobachtet.

Die jungalpidisch angelegten Tauerngoldgänge streichen ziemlich konstant NNE (N 10-30° E) und fallen überwiegend steil (70-90°) nach Ost oder West ein. Im Ausbiß erreichen sie durchwegs 1-1,5 m Mächtigkeit und sind mitunter über eine Distanz von 200-300 m verfolgbar, beispielsweise entlang alter Tagverhaue. Die am Hohen Goldberg im Gangstreichen durchgehend aufgefahrenen Strecken erreichen sogar 500 bis max. 700 m Länge, die Mächtigkeit im Untertage-Aufschluß beträgt bis zu 3 m. In Analogie zu den Teufenaufschlüssen in der Siglitz (Imhof-Unterbaustollen) sind die Tauerngoldgänge der Sonnblickgruppe als verhältnismäßig kalt gebildete und daher „spröde“, durch Harnische und Ultramylonite scharf gegen das Liegende und Hangende abgegrenzte Scherzonen im Sinne BERGMAIRs (1991) aufzufassen.

Beim Übertreten vom kompetenten Granitgneis in eingefaltete oder überlagernde inkompetente Schwarzschiefer/-phyllite (sogen. „Neuner“) sind rasches Verlauben, Verdrücken oder eine Richtungsänderung des Ganges bzw. ein Auffiedern in mehrere Trümer die Folge. Umgekehrt scheinen die Erzgänge gerade im unmittelbaren Liegenden und Hangenden bzw. zwischen zwei Neunerlagen besonders edel gewesen zu sein. Überdies waren die weicheren Neuner ideal für die Auffahrung längerer Stollen und Strecken, die speziell in den tieferen Horizonten zur Aufschließung der Lagerstätte erforderlich waren.

Während der letzten bedeutenden Betriebsperiode gegen Ende des 19. Jhdt. waren gemäß POSEPNY (1880) am Rauriser Goldberg folgende Gangsysteme bergmännisch erschlossen:

- Neubau oder Augustin, gleich hinter dem Naturfreundehaus-Neubau
- Pfefferkar, Weitenkar, Fließgänger, Kalten Boden oder Reichschartel; alle nahe dem eingefalteten Schwarzschieferstreifen im Liegenden der Knappenhauswalze, unweit der Rollbahn vom Knappenhaus zum Bremserhäusl
- Herrnstollen-Fröberlinger-Bartholomäi, aus zwei, stellenweise drei Gängen bestehend, vom Mörchen- bis zum Fröberlinger Neuner auf eine Distanz von 600 m aufgeschlossen
- Habersberger zwischen Fröberlinger Neuner und dem Schwarzschiefer am Josefstollen
- Haberland-Haberländerin, aus zwei W-fallenden Gängen bestehend, auf eine Gesamtlänge von 700 m zwischen Mörchen-Neuner im Süden und dem Schwarzschiefer im Norden aufgefahren; im SW-Abschnitt nicht bauwürdig, besonders reich vererzt zwischen Schwarzem und Fröberlinger Neuner, und zwar zwischen 3. Hauptstollen und Bodenstollen
- Goldberger, W-fallendes Gangsystem, auf etwa 600 m zwischen Mörchen-Neuner und Schwarzschiefer aufgeschlossen; zwei ausgeprägte Adelszonen, eine vom Georg- bis zum Johannstollen, die andere zwischen 4. Hauptstollen und Bodenstollen
- Barbara oder Kriechgänger, E-fallend, zwischen Schwarzem Neuner und Schwarzschiefer, nicht überall bauwürdig; schnitt zwischen 3. und 4. Hauptstollen den W-fallenden Goldberger Gang
- Bodner, zwischen Geilem und Schwarzem Neuner, zwischen Bodner Schacht und Christophstollen aufgeschlossen

Darüber hinaus sollen gemäß Rojacher am Westabhang des Herzog Ernst alte Baue auf die sogen. Sonnenstern-Kluft umgegangen sein. Südwestlich der Goldberger Hauptbaue, jenseits der Wintergasse existiert im Gebiet der Niederen Scharte und nördlich davon, am sogen. Neuner Bolfach, sowie am Nordabhang des Altecks eine Anzahl weiterer Baue, z.T. in Form von Tagverhauen. Vermutlich handelt es sich dabei um die streichende Fortsetzung einiger der angeführten Goldberger Gangsysteme.

Noch weiter westlich, nämlich in der Pilatusrinne unweit des Sonnblick-Gipfels, am Rücken des Kleinen Sonnblicks, bei der Rojacher Hütte und im Leidenfrost wurden ebenfalls strukturell kontrollierte Gold-Silber-Vererzungen abgebaut, wenngleich diese von untergeordneter Bedeutung waren.

In der Nordostflanke des Grieswies-Schwarzkogels im Hocharn-Massiv baute man auf die nördliche Fortsetzung des Goldzecher Gangzuges, der dort an der Grenze des Sonnblickgneis / Schieferhülle aufsetzt.

### Mineralisation

Der Mineralinhalt der Tauerngoldgänge kann eher monoton oder auch komplex zusammengesetzt sein. Im wesentlichen sind zwei, in einigen Fällen sogar drei mineralogisch unterscheidbare Erzparagenesen mit zeitlich dazwischen liegenden Scherbewegungen auseinander zu halten (FEITZINGER & PAAR 1991; PAAR, in Vorbereitung):

Eine ältere, Gold-Silber-hältige Pyrit-Arsenkies-Mineralisation mit Quarzgangart bildet in den meisten Fällen die Haupterzmenge. Arsenkies tendiert zur Ausbildung rautenförmiger Kristalle. Der Gangquarz liegt meistens derb vor, Hohlräume sind häufig mit Rasen aus meist nur wenige mm großen Bergkristallen ausgekleidet. Die Quarze zeigen durchwegs Lamellenbau, was auf ein Wachstum bei rascher Abkühlung schließen läßt. Häufig enthalten die Erzgänge auch hydrothermal deutlich veränderte

Gneisbruchstücke unterschiedlicher Größe, die infolge von Scherbewegungen aus dem Nebengesteinsverband gerissen und von den SiO<sub>2</sub>-reichen Lösungen angegriffen wurden (Serizitisierung und Verquarzung der Feldspäte). Auf solchen Gneisfragmente konnten sich Arsenkies, Pyrit und Quarz abscheiden oder erstere weitgehend verdrängen. Ag-reiches Gold (tw. Elektrum mit >20 Gew. % Ag) tritt in der Regel in tröpfchenförmigen, durchschnittlich 10-30 µm kleinen Einschlüssen im Pyrit oder an Korngrenzen und Rissen von Pyrit und/oder Arsenkies auf. Die spröden Kiese wurden durch nachträgliche Bewegungen entlang mm- bis cm-dünner Scherbahnen vielfach zerbrochen, z.T. durch nachfolgende Rekristallisation wieder verheilt. Der Chemismus von Arsenkies, der mit Pyrit und (untergeordnet) Magnetkies koexistiert, läßt auf Bildungstemperaturen von 365-410° C und S-Aktivitäten von 10<sup>-8,2</sup>-10<sup>-6,7</sup> schließen.

Eine jüngere, meist komplex zusammengesetzte Pb(-Ag)-Zn-Cu-Mineralisation wird von karbonatischer Gangart begleitet (Fe-reiche Mischkristalle der Siderit-Magnesit-Reihe mit max. 75-80 Mol. % FeCO<sub>3</sub> und geringen Mn-Gehalten, untergeordnet Calcit). Die dominierenden Sulfide dieser Vererzungsphase sind Bleiglanz, Zinkblende und Kupferkies in wechselnden Mengenverhältnissen. Der mitunter hohe Ag-Gehalt ist auf mikroskopisch kleine, häufig untereinander verwachsene Einschlüsse im Bleiglanz zurückzuführen. Es handelt sich überwiegend um Sb-Sulfosalze, und zwar Fahlerz mit stark schwankenden Ag-Gehalten (tw. Freibergit mit >20 Gew. % Ag), Pyrargyrit, Polybasit und Diaphorit. Paragenese 2 dürfte wahrscheinlich bei deutlich niedrigeren Temperaturen und hohen CO<sub>2</sub>-Fugazitäten gebildet worden sein. In drusigen Gangpartien können Karbonat-, mitunter auch Bleiglanz- und Zinkblendekristalle als jüngere Generation auf derbem Gangquarz aufgewachsen sein und gegen die Mitte des Hohlraumes ragen bzw. das Restlumen gänzlich ausfüllen. Wo zu einem späteren Zeitpunkt Scherbewegungen stattfanden, wurde die Karbonat-Gangart zerbrochen und Bleiglanz vorwiegend plastisch deformiert. Im Ausgehenden der Gänge wurde die Ag-hältige Buntmetallvererzung zementativ angereichert, was sich in dünnen Akanthit-, Chalkosin- und Covellinsäumen um Bleiglanz äußert.

Eine mengenmäßig untergeordnete Vererzung ist an zumeist oberflächennahe Quarzgänge gebunden, wobei Ag-ärmeres Gold (7-13 Gew. % Ag) in charakteristischer Weise mit stengeligen Bi-Sulfosalzen und tafeligen Bi-Te-Mineralen (hpts. Tetradymit) sowie untergeordnet Pyrit und Kupferkies vergesellschaftet ist. Die Sulfosalze sind Vertreter der Aikinit-Wismutglanz-Reihe, Mischkristalle der Gustavit-Lillianit-Reihe, Matildit und Galenobismutit. Vielfach ist Freigold in Blechen und Drähten bis zu mehreren mm Durchmesser bzw. Länge im Gangquarz eingewachsen oder mit den erwähnten Bi-Mineralien verwachsen. Letztere sind oft mit einer gelblichen Oxidationskruste (Wismutocker) überzogen, z.T. auch völlig umgewandelt. Diese Edelmetall-reiche Paragenese ist vor allem von der Goldzeche (Kärnten; ROBL 1996) bekannt.

### ***Standortcharakteristika***

Die alten Stollen sind mit wenigen Ausnahmen schon im Mundlochbereich oder kurz dahinter verbrochen. Zahlreiche, z.T. recht stattliche Abraumhalden und mehr oder weniger gut erhaltene Gebäudereste zeugen von der einst regen Bergbautätigkeit.

#### **Kolm Saigurn**

Das heutige Naturfreundehaus war unter dem Ärar und Ignaz Rojacher Kanzleigebäude, ehe es Rojacher 1880 zu einem Gasthaus umfunktionierte. Das frühere Aufbereitungsgebäude nördlich davon ist weitgehend zerstört. Westlich des Naturfreundehauses befindet sich die sogen. Zimmererhütte, ehemalige Unterkunft für die Betriebshandwerker. 1994 wurde das Gebäude von den Naturfreunden renoviert und darin ein Nationalpark-Informationszentrum, 1997 eine Bergbau- und Mineralienschau eingerichtet.

Von der kühnen Holzkonstruktion des 1831-33 errichteten Schrägaufzuges ist heute überhaupt nichts mehr erhalten. Die Mauerreste eines vermutlich mittelalterlichen Schmelzofens in der Wiese hinter der

Zimmererhütte wurden nach einem Murenabgang aus dem Maschingraben 1970 mit einer Planierraupe weggeschoben und auf diese Weise endgültig zerstört.

Etwa 100 m westlich ist am Wandfuß, im heute ziemlich dicht mit Erlen verwachsenen Gelände, der von der PREUSSAG 1940 begonnene Unterbau (1650 m) angesetzt, der jedoch schon nach 38 Stollenmetern im quarzreichen Schiefer steckenblieb.

Ca. 150 m weiter südlich befindet sich auf gleicher Höhe der Zugang zum unterirdischen Munitionsdepot aus der PREUSSAG-Periode. Die kurzen Stollen sind in verschiedenen Richtungen getrieben und münden in zwei größeren Sprengstoffkavernen.

### Neubau - Augustin-Stollen

Unterhalb des Naturfreundehaus-Neubaus (2175 m) befinden sich der verstürzte Sigmund- (2142 m) und Sonntagsbrunn-Stollen (2124 m).

Der Neubau wurde 1994/95 nationalparkgerecht umgebaut und im Juni 1996 wieder eröffnet. Der Augustin-Stollen befindet sich ca. 20 m südlich der Materialeilbahn-Bergstation; das Mundloch ist mit einer Tür verschlossen, zumal der Neubau seine Wasserversorgung aus dem rückwärtigen Stollenabschnitt bezieht. Außerdem stehen dort noch vier, angeblich mit Erz beladene Hunte aus der PREUSSAG-Ära. Das Trinkwasser wurde untersucht und hinsichtlich evtl. Schwermetall-Gehalte für unbedenklich befunden. Eine Stollenbefahrung ist wegen des hohen Wasserstandes nur mit Watstiefeln möglich, im hinteren Abschnitt wegen der dort herrschenden matten Wetter (Sauerstoffmangel!) allerdings nicht ratsam. Der ausgedehnte Haldensturz westlich der Seilbahnstation enthält praktisch nur tauben Abraum.

In der streichenden Fortsetzung des W-fallenden Augustin-Ganges existiert ein Zubau (2205 m), zu dem ein gut erhaltener, mit Holzpfosten und großen Gneisplatten gedeckter Lawinenkragen führt. Der Einbau ist ca. 20 m bis zu einem Wetterschacht, der mit dem Augustin-Niveau verbunden ist, problemlos befahrbar. Danach folgt eine enge und gewundene Strecke angeblich 200 m weit dem Erzgang.

Offenbar auf die gleiche, hier aber steil E-verflächende erzführende Struktur ist unmittelbar neben dem Fußsteig ein 5 m kurzer Schurf (2230 m) angesetzt. Ein schmaler Haldenstreifen mit reichlich Quarz, tw. limonitischen Breccien sowie vereinzelt Kupferkies-Putzen mit Malachit-Anflügen spiegelt die Ausbißlinie des Erzganges vom Schurf bis zum Augustin-Stollen wider.

### Ehemalige Förderanlagen

300 m westlich des Neubaus stehen die Überreste des Maschinenhauses (2161 m) für den 1.500 m langen Schrägaufzug. Radhaus und Bruchhof (Erzdepot) wurden 1831-33 erbaut und standen bis 1888 in Betrieb. 1981 wurde die Anlage mit Mitteln der Kulturabteilung des Landes Salzburg vor dem weiteren Verfall bewahrt.

Vom Radhaus führt der mehr als 500 m lange, unter Ignaz Rojacher aus Bruchsteinen kunstvoll gefügte Bremsberg in SE-Richtung zum Bremserhäusl (2331 m). Hier befand sich die Seil-Umlenkrolle und wurden Erz und Versorgungsgüter vom Schrägaufzug auf die horizontale Förderbahn umgeladen. Die Rollbahn führt auf einer künstlich angelegten Trasse zum 400 m weiter südlich situierten Knappenhaus am Goldberg. Knapp 200 m nordnordwestlich des Knappenhauses quert der Bahndamm eine markante Talung (NW-streichende Störung). Hier treten Scharen max. 0,5-0,8 m mächtiger Quarzgänge auf, von denen einige offenbar erzführend sind und wenige Meter tief verhaut wurden (Fließgänger?, Weitenkar?).

### Knappenhaus und Bodenstollen

Die einst umfangreichen obertägigen Werksanlagen beim Bodenstollen (2341 m) sind heute größtenteils verfallen; nur das Knappenwohnhaus (2339 m) aus der Blütezeit der Bergbaues konnte mit Mitteln der Kulturabteilung des Landes und der Nationalparkverwaltung 1981-85 tw. saniert werden. Eine Infotafel an der Westfassade zeigt den Bauzustand (vermutlich aus der Rojacher-Zeit oder kurz danach) mit vollständig erhaltenem Schindeldach und südlich anschließendem, ebenfalls überdachtem Trakt, in dem die Erzaufbereitung untergebracht war. Neben dem Eingang liegen ein Stapel (mind. 15 Stk.) etwa 30 x 30 cm großer quadratischer, ca. 10 cm dicker gußeiserner, z.T. völlig

verschlissener Pochplatten mit den typisch kreisrunden Vertiefungen und größere rechteckige Eisenplatten (evtl. von Stoßherden o.ä.).

Vom Aufbereitungsgebäude ist bis auf die Grundmauern nichts mehr erhalten. Innerhalb des Mauergevierts lagert auf einem 20 m<sup>2</sup> großen Platz ein Rücklaß aus gleichstückig aufgepochtem, reinweißem und limonitisch verfärbtem Gangquarz (durchschnittl. 5 cm Korngröße).

Südöstlich der ehemaligen Aufbereitung dürfte die Schmiede situiert gewesen sein, der Boden enthält hier reichlich Holzkohle. Die Ruine eines weiteren Wohn- oder Wirtschaftsgebäudes steht 7-8 m erhöht auf einem Felsplateau östlich der Aufbereitung und ist mit dieser und der Schmiede über ehemals gedeckte Laufgräben verbunden.

Westlich des Gebäudekomplexes erstreckt sich der riesige (ca. 100 x 70 m) und sehr mächtige (max. ca. 10 m) Haldensturz bis zum 1850er-Moränenwall. Vom Bodenstollen führte ein Schneekragen mit mehreren Verzweigungen über das Haldenplanum, wohl um die ganzjährige Ausförderung von der Grube direkt auf die Halde zu gewährleisten. Aufgrund der jahrhundertlang vor Ort erfolgten Scheidung und Aufbereitung sind Erze auf der Halde nur spärlich vorzufinden.

Von der Aufbereitung führt zuerst eine 10 m lange Rampe, dann ein etwa 35 m langer, in Trockenmauerung errichteter, holzgedeckter Schneekragen zum Bodenstollen, durch den ein Großteil des weitläufigen Grubengebäudes entwässert wird. Je nach Witterung und Jahreszeit fließen aus dem Bodenstollen geschätzte 5-10 l/s.

Der Stollen ist auf den vordersten 20 m im Hangschutt aufgefahren, die Firste mit Eisendielen und Gneisplatten ausgebaut. Er folgt dem Boden-Neuner in SE-Richtung und erreicht nach knapp 200 m die vordersten (W) Gänge (Johann, Bartholomäus). Dann folgt er dem Schwarzen Neuner und verquert nach weiteren 180 m den Haberländerin-Gang. Die Nord- und Südauslängen desselben sind noch bis zur 40-m-Sohle über einen Sturzschaft befahrbar; die im Zuge von Gewaltigungsarbeiten durch den US-amerikanischen Bergbaukonzern „St.Joe“ 1984/85 eingebauten Fahrten (Leitern) befinden sich in gutem Zustand. Die höheren Niveaus sind angesichts eines größeren Verbrauchs nicht mehr gefahrlos zu erreichen. Im Nordauslängen existieren große Zechen (Abbaue). Im Südauslängen können auf der ca. 30-m-Sohle noch ausgedehnte, enge und gewundene mittelalterliche Schrägstrecken befahren werden. Auf der Grundstrecke birgt das Nordauslängen des Goldberger-Ganges noch mehrere dm mächtig aufgeschlossene Pb(-Ag)-Zn-Derberze, während das Südauslängen schon nach etwa 70 m im tauben Gneis endet.

### Hauptbaue am Hohen Goldberg

Vom Knappenhaus führt ein Fußsteig an den wichtigsten Einbauen und Halden vorbei zur Fraganter Scharte.

Östlich des Steiges sind an pyritführenden Klüften mehrere unbedeutende (Tag)Schürfe (2440-2450 m) angesetzt, deren taubes limonitisches Hauwerk im Steilgelände verrollt ist.

Im Bereich der Berghaus-Ruine beim 4. Hauptstollen (2480 m) liegt kleingepochter Gangquarz. Das Stollenmundloch befindet sich 30 m südwestlich des Gebäudes am oberen Ende einer markanten Erosionsrinne. Auch der 4. Hauptstollen wurde in den 80er Jahren von „St.Joe“ aufgewältigt, ist aber mittlerweile nach einer etwa 10 m langen gezimmerten Strecke total verstimmt. Aus dem Stollen fließen 1-2 l/s Grubenwasser. Die Halde ist im Einzugsbereich der Rinne infolge Erosion weitgehend abgetragen; nordöstlich der Rinne zieht sich ein ca. 50 m breiter Blockschuttfächer 60 m weit hinunter, der geringfügig mit erzhältigem Abraum durchsetzt ist.

Südlich der Rinne beißt am Wandfuß ein limonitischer, steil ostfallender Erzgang (2430 m) aus. Unterhalb ist die von grobem Bergsturz-Blockwerk tw. verschüttete Halde des Mitterstollens (2413 m) erkennbar. Auf dem Stollenplanum befindet sich eine kleine Scheidehalde mit z.T. sehr feinkörnig aufbereitetem Material.

Neben dem Fußsteig kragt das 25-30 m lange Haldenplateau des 3. Hauptstollens (2525 m) nach Westen vor; ein holzgedeckter Schneekragen weist zum Mundloch. 20 m östlich des Steiges steht eine Berghausruine, die anscheinend über den Schneekragen mit dem Stollen verbunden war. Im Ostteil des Gebäudes ist eine Einbruchspinge (Schacht?) erkennbar. Der mindestens 4-5 m mächtige Haldensturz ist an der Basis ca. 60 m breit und reicht fast bis zum 4. Hauptstollen hinunter. Grobblockiges, vorwiegend taubes Material (Gneis) überwiegt; viele Stücke zeigen drusige Hohlräume

mit kleinen Nadelquarzen und Limonitbesteige (z.T. Harnische), selten auch Pyrit-Arsenkies-Erze. Am südwestseitigen Haldenfuß deutet feinkörniges Material auf einer 3 x 5 m großen Verebnungsfläche auf eine Handpochung vor Ort hin; einzelne Stückchen enthalten etwas Zinkblende und Kupferkies. Auf der Nordseite der großen Halde liegt fein aufbereitetes, z.T. erodiertes Material einer kleinen Scheidehalde (2505 m).

Vom 3. Hauptstollen Richtung Wintergasse (SSW) verfolgte man den Erzgang mit Tagschürfen.

Die Halde des nächsthöheren 2. Hauptstollens hat ähnliche Ausmaße wie jene des 3., erstreckt sich von 2540 m bis 2565 m und enthält sowohl kleinstückig bis feinkörnig aufbereitetes als auch grobblockiges Material. Neben dem Planum weisen Mauerreste, Grubenholz und ein Schneekragen zum verrittenen Mundloch. Ein zweiter, gekrümmter Schneekragen leitet zu einer unterhalb befindlichen, durch Pochklein gekennzeichneten Aufbereitungsstätte (2555 m).

In 2610 m quert der Steig die ca. 30 m breite Halde des 1. Hauptstollens, die einzelne größere Blöcke in feinkörniger Matrix enthält. Oberhalb des Weges sind die Überreste der Bergschmiede (2620 m) im Schutz eines 5 m hohen Gneispalfens erhalten. Wenige Meter südlich des Gebäudes schneidet der Weg eine Schicht aus kalottenförmigen Schmiedeschlacken und Holzkohle an. Der verstürzte Stollen (2630 m) ist etwa 10 m höher in einer Biotit-Hornblendegneislage angesetzt und über Schneekrägen mit der Schmiede und einer Knappenstube verbunden.

Unweit der Schmiede folgt ein etwa 10 m langer, mindestens 5 m tiefer, im Südteil ersoffener Tagschurf oder Schacht einer steil westfallenden Struktur (2625 m). 30-40 m südsüdwestlich des Schurfes führt ein Schneekragen zu einem verrittenen Einbau mit davor befindlicher Halde und Gebäuderesten (2600 m).

Etwa parallel zum Haldensturz beim 1. Hauptstollen erstreckt sich südlich davon ein zweiter (2610-2670 m). Der Fußsteig schneidet die Halde in 2645 m und folgt ihr bis zu einem kleinen Plateau mit Mauerresten. Im unteren Abschnitt ist die Halde zu einem 20-30 m breiten Streifen verrollt und enthält noch verhältnismäßig erzreiches Material, und zwar große Blöcke mit reichlich Pyrit und Arsenkies, vereinzelt stengelige Bi-Sulfosalze und Bleiglanz in weißem Gangquarz eingesprengt. Vom Haldenplateau läßt sich der Ausbiß des Goldberger Ganges in SSW-Richtung durch einen Tagschurf, kleinere Halden und einen langen Schneekragen bis zu den Bauen auf der Nordseite der Wintergasse verfolgen.

Ein alter, weitgehend zugewachsener und deshalb kaum mehr auffindbarer Schlackenplatz soll sich unterhalb der Fraganter Scharte befinden.

### Südliche Baue im Bereich der Wintergasse

Ein ca. 80 m langer Schneekragen weist von den geschilderten Bergbauanlagen zum südöstlich gelegenen Bodner Schacht (2700 m), dem höchstgelegenen Einbau am Goldberg, auf dessen Lage ein ca. 25 x 40 m großer Haldengupf und Gebäudereste hinweisen. Ca. 50 m südwestlich deutet ein zweiter beachtlicher Haufen aus feinkörnigem und grobem, vorwiegend taubem Material mit einem ebenen Arbeitspodium und Mauerresten eine ehemalige Aufbereitungsstätte an.

Vom Süden des letzterwähnten Tagverhaues, wo noch Reste eines Berghauses vorhanden sind, zieht ein 20-30 m breiter Haldenstreifen mehr oder weniger kontinuierlich entlang der steilen Nordostflanke der Wintergasse bis zum Georg-Stollen hinunter (2631 m). Feinkörniger bis erdiger limonitischer, weitgehend erzfreier Abraum dominiert. Auf einer kleinen Verebnung am Haldenfuß weisen reichlich vorhandene Holzteile auf eine Anfahrtsstube (2590 m) und einen fast 100 m langen Schneekragen hin, der die Verbindung zum höher gelegenen Stollenmundloch herstellte.

Der Christoph-Stollen (2464 m) liegt in der schrofigen Südwestflanke der Wintergasse; die Lage des von Gehängeschutt total verrittenen Mundlochs ist durch Grubenholz und austretendes limonitisches Sickerwasser erkennbar. Davor ist ein kleines Arbeitspodium erhalten; mit Schutt vermengtes Haldenmaterial ist im Steilgelände verrollt. Auf der gegenüberliegenden Flanke stehen die Ruinen eines in Mörtelmauerung hergestellten Wohngebäudes und einer Bergschmiede (2465 m). Im Blockschutt unterhalb liegen verstreut zahlreiche, mindestens handtellergroße kalottenförmige, z.T. blasige Schmiedeschlacken mit Holzkohle-Einschlüssen und auch Eisenteile.

Im flachen Auslauf der Wintergasse oberhalb der Gletscherlacke ist im Schutt ein nach NNW ausgerichteter, etwa 35 m langgestreckter und 3-5 m schmaler Rücken aus vorwiegend

kleinstückigem Haldenmaterial erhalten (2320-2335 m), an dessen Westseite etliche Holzstempel liegen. Die Überreste sind ihrer Lage nach dem Johann- oder Fastnacht-Stollen zuzuordnen.

Im ostseitigen Stirnbereich und am Nordwestfuß der großen 1850er Moräne (2300-2320 m) ist an mehreren Stellen feinkörniges Haldenmaterial zu finden, z.T. auch größere Brocken mit karbonatischer Gangart. Gemäß POSEPNY (1880) kann es sich dabei nur um Relikte der vom Gletscher verfrachteten Bartholomäi-Halde handeln. Der in der Moräne angesetzte Stollen ist heute total verschüttet und unauffindbar.

Das schrofundurchsetzte, von Blockschutt erfüllte Gelände östlich der Gletscherlacke ist geprägt von umfangreichen Bergbau- und Aufbereitungsanlagen rund um den Herrn-Stollen (2354 m). Unterhalb eines zweistöckigen mutmaßlichen Wohn- und Schmiedegebäudes (2365 m) findet man kleinstückige, stark limonitisierte, blasige Schlacken. Südlich davon erstreckt sich eine 15-20 m breite Halde aus grobblockigem und fein aufgepochtem, limonitischem Material mit wenig Primärerz; der flachere Südteil ist mit m<sup>3</sup>-großen Bergsturzböcken übersät. Außer dem Herrn-Stollen muß noch ein zweiter Einbau betrieben worden sein, denn 20-30 m südlich davon existiert ein weiteres Planum (2340 m) mit einer mutmaßlichen Stollenpinge. Die Halde enthält vorwiegend nuß- bis faustgroß zerkleinerte Brocken in einer feinkörnigen Matrix, vereinzelt auch schwarz angewitterte Siderit-Gangart und mit Calcit verkittete Quarzbreccien.

Am Nordostufer der Gletscherlacke lagert ein am Fuß etwa 20 m breiter Haldenkegel aus überwiegend feinkörnig-erdigem Material; anscheinend Aufbereitungsabgänge, die von der darüber befindlichen Anlage über die Schrofen herabgestürzt wurden. Letztere war in mehreren Etagen übereinander angeordnet und birgt Rückstände verschiedener Aufbereitungsstadien, von Handstück- bis hin zu Sandkorngröße.

#### Nördliche Baue

Etwa 100 m nördlich des Knappenhauses folgt ein Tagverhau vom Talboden („Kalten Boden“?, 2340 m) einem steil E-fallenden Erzgang bis in 2380 m. Die an der Basis 12-15 m breite Halde besteht größtenteils aus taubem limonitischem Abraum. Das obere Ende des Tagschurfs mündet in einen 2 m tiefen, offenbar nur begonnenen Schurfstollen. Das Liegendblatt des 1,5-2 m mächtigen Ganges ist ein steil westfallender, welliger Harnisch mit Limonitbestegen. Das Nebengestein zu beiden Seiten des Erzganges wird von einer Schar engständiger, steriler Parallelklüfte durchtrüert.

200 m östlich des Knappenhauses liegt der bis zur Unkenntlichkeit verrittene Fröberlinger (Tröberlinger)-Stollen (2414 m). Die Halde hat eine langgestreckte, einem Moränenwall ähnliche Form und enthält kopfgroße, gering vererzte Blöcke in feinkörniger bis erdig zersetzter Grundmasse, was bereichsweise die Bildung einer bescheidenen Humusschicht mit Moospolstern begünstigte. An den Haldenflanken ist der Abraum mit Blockschutt vermengt (z.T. Schwarzschiefer). In reichlich vorhandenen Derbyquarzstufen sind vereinzelt mm-kleine graue stengelige Sulfosalze und auch winzige Tetradymit-Tafeln eingesprengt, was auf die Existenz von Glaserz hinweist. Gröberes Material ist bis 2360 m hinab verritten, die Feinfraktion bis ins flache Gelände hinter den Knappenhäusern verschwemmt.

150 m nordöstlich des Fröberlinger befindet sich der offene Josef-Stollen (2486 m) direkt neben dem Fußsteig. Das Mundloch ist über einen tw. erhaltenen Schneekragen mit der an einen Felsvorsprung gebauten Anfahrtsstube verbunden. Der handgeschrämte, sehr enge Stollen ist in einer Glimmerschiefer-Rippe (Neuner) Richtung Südost eingetrieben und auf den vordersten 30 m, bis zu einer ausgeprägten Verbruchszone, noch befahrbar. In der Sohle sind Reste des hölzernen Führungsgestänges für Spurnagelhunte erhalten.

Von der Anfahrtsstube führt ein über 100 m langer gekrümmter Schneekragen in NW-Richtung zum ehemaligen Berghaus auf einem 15 x 15 m großen Planum neben dem Weg (2470 m). Etwa auf halber Strecke ist ein 6 x 8 m großer Scheideplatz mit aufgepochtem limonitischem Quarz erhalten; südlich davon ein ca. 20 m langer verfallener Tagschurf. Letzterer folgt einem ostfallenden, max. 2 m mächtigen Quarzgang. Unterhalb liegen Pyrit- und Arsenkies-führende Quarzblöcke.

Der spärlich bewachsene steile Haldensturz unterhalb der Anfahrtsstube enthält hpts. grobblockiges Taubes, das sich im unteren Abschnitt mit dem quarzreichen Abraum aus dem Tagverhau vermengt. Daneben deutet eine pingentartige Vertiefung mit herumliegendem Grubenholz auf einen tieferen

Zubau (2425 m). 50 m nördlich der Halde stehen auf einem ebenen Geländevorsprung Gebäudereste (2430 m), in deren Inneren ein Gneisquader mit einer charakteristischen rechteckigen Vertiefung liegt (Amboßlager?).

Oberhalb des Josef-Stollens führt der Fußsteig unmittelbar an der Ostfassade eines ca. 16 x 10 m großen Gebäudekomplexes entlang, in dessen Südtrakt die Schmiede untergebracht war, worauf Schlacken und Holzkohle hinweisen. Das Trockenmauerwerk ist stellenweise über 2 m hoch erhalten. Das Gebäude ist über einen mindestens 200 m langen, in südlicher Richtung ungefähr parallel zum Weg verlaufenden Schneekragen mit dem 3. Hauptstollen verbunden!

### Niedere Scharte und Alteck

Auf dem flachen Rücken zwischen Goldberg-Tauernkopf und Niederer Scharte (Landesgrenze Salzburg/Kärnten) liegt neben dem Touristensteig eine unbedeutende Halde mit etwas Pyrit (2725 m), von der sich ein Tagschurf mit Unterbrechungen über eine Distanz von mehr als 200 m nach NNE verfolgen läßt.

Im flachen Terrain unmittelbar westlich der Niederen Scharte weisen kleine Scheidehalden mit fein gepochtem quarzreichem, mehr oder weniger taubem Material sowie Stollen- und Schachtpingen mit reichlich Grubenholz auf die Existenz mehrerer Einbaue hin (2695-2710 m, teils auf Kärntner Seite). Westlich der Scharte wird der Gneis von zahlreichen dm- bis m-mächtigen pyritführenden Quarzgängen durchschwärmt, deren Ausgehendes abgebaut wurde.

Am Nordabhang des Altecks ist am Fuß einer riesigen Blockschutthalde der angeblich 500 Klafter (fast 950 m!) lange Moderecker Stollen angesetzt (2720 m), mit dem man von Salzburger Seite jenen Gangzug aufschloß, welcher zur Hauptsache vom Gr. Zirknitztal (Kärnten) aus bebaut wurde (FEITZINGER & PAAR 1991). Herumliegendes Grubenholz bietet den einzigen Hinweis auf die Lage des total verschütteten Mundloches. Auf dem ca. 10 x 5 m großen Planum davor sind nuß- bis faustgroß zerschlagene Stufen von Bleiglanz-führendem Fe-Karbonat zu kleinen Häufen geschichtet. Die 20-30 m breite Halde ist im Steilgelände verritten und mit Blockschutt durchsetzt. Durch die Erosion von feinkörnig-erdigem Material bildeten sich ausgeprägte Rinnen. Man findet Arsenkies-reiche, seltener auch Bleiglanz-hältige Erze in Karbonat-Gangart; letztere wurden wegen ihres Silbergehaltes säuberlich ausgeschieden. Typisch ist die intensive Verwitterung zu zellig-porösem Limonit und Skorodit, sodaß fast kein frisches Material mehr vorliegt. Außerdem liegen auf der Halde vereinzelt grünlich-blaue Textilfragmente aus grob gewebtem Leinen.

150 m östlich des Moderecker Stollens befindet sich am ostschauenden Abhang eines markant vorspringenden Felsrückens ein offener Schurfstollen mit einer kleinen Halde (2710 m), die nußgroß zerpochtes, Skorodit-reiches Material enthält.

200 m nordnordöstlich des Moderecker Stollens ist einer Rinne ein Tagverhau angesetzt (2675 m).

Nördlich der Niederen Scharte soll gemäß ZSCHOCKE (1968) auf den tw. rasenbedeckten Amphibolitrückten unweit des markierten Weges ein Schlackenplatz sein, der allein wegen seiner Ausdehnung von einigen hundert m<sup>2</sup> und der großen, regelmäßig über eine steilere Fläche verteilten Schlackenmenge nicht zu übersehen sei. Der Beschreibung nach handelt es sich auch hier wieder um typische Schmiedeschlacken. Heute sind nirgendwo auch nur Anzeichen von Schlacken zu erkennen, vermutlich aufgrund des Bewuchses.

Weiter nördlich schneidet der markierte Steig eine ca. 15 m breite Halde mit vorwiegend feinkörnigem ockerfarbenen-rostbraunen Material. Auf der Verebnung westlich der Halde stehen die Überreste eines Berghauses (2625 m), von wo ein Schneekragen zu einer von Hangschutt (Glimmerschiefer) völlig verrittenen Stollenpinge führt.

Von hier führt der Weg in WNW-Richtung steiler über den markanten Amphibolit-Schwarzschieferücken hinab und folgt schließlich dem mächtigen 1850er-Moränenwall. Östlich des Steiges ist ein kleiner Tagschurf (2540 m) an einer Kluft im Amphibolit angesetzt. Knapp östlich davon gelangt man zu einem offenen, nach wenigen Metern verbrochenen Einbau mit vorgelagerter Halde, deren erdige Oberfläche z.T. mit Moospolstern bewachsen ist.

Wo der Felsrücken flach nach Nordwesten vorspringt, stehen die Reste einer Schmiede (2520 m). Innerhalb des Mauergevierts liegt ein ca. 0,5 m dicker Gneisblock, auf dessen Oberseite eine

rechteckige Vertiefung eingemeißelt ist (Amboßlager?). Im südlichen Gebäudeteil befindet sich ein Holzkohledepot.

Vor allem auf der Westseite außerhalb des Gebäudes liegen verstreut limonitisch angewitterte Schmiedeschlacken, Holzkohle und Roheisentrümmer (Ofensauen), im Umfeld kleinstückig aufgepochte karbonatische Erze mit Bleiglanz und Zinkblende. Die Erze stammen vermutlich aus dem 30 m westlich im grobblockigen Moränenschutt angesetzten, heute tw. verstürzten Einbau.

Am Nordhang östlich der Schmiede zeugen zwei ausgedehnte, 15-20 m breite Halden, eine verfallene Anfahrtsstube und ein eingestürzter Lawinenkragen (2505 m), eine Mundlochpinge (2520 m) sowie zwei bescheidene Erzurücklässe (insgesamt max. 1 m<sup>3</sup>) von bergbaulichen Aktivitäten. Der Abraum ist vorwiegend kleinstückig, zellig-porös bis erdig mit wenigen größeren Blöcken und intensiv limonitisch verwittert.

### Rojacher Bau

Ca. 150 m nördlich der Rojacher Hütte ist in einem Felswandl unterhalb einer Verebnung ein vermutlich aus dem 16. Jhd. stammender Einbau (2700 m) an einem ostfallenden, im Ausbiß limonitischen Quarzgang eingetrieben. Der handgeschrämte und deshalb nur 0,7-0,8 m breite Stollen ist auf eine Länge von ca. 30-40 m, bis zu einem ausgeprägten Eisvorhang, befahrbar. Nicht verhaute Partien des Quarzgangs stehen am Fuß des ostseitigen Ulms an. Im Quarz sind mitunter kleine Kupferkiesputzen, mm-große Golddrähte und stengelige bzw. tafelige graue Bi-Sulfosalze eingewachsen (Wismutglanz, Gustavit, Tetradymit; FEITZINGER & STRASSER 1995).

Der Gangausbiß wurde in der Wand bis 2685 m herab verhaut und mit Holzriegeln zwischen Liegend- und Hangendblatt ausgebaut. Unterhalb liegen auf einem von Blockschutt übersäten Felsvorsprung größere Derbyquarzbrocken und kleingepochte, ausgeschiedene Quarzstückchen. Erzhältige Partien wurden anscheinend sorgfältig ausgesondert und sind nur sporadisch anzutreffen.

In früheren Jahren wurde das im Stollen zuzitzende Kluftwasser mit einem Plastikschlauch zwecks Trinkwasserversorgung zur Rojacher Hütte geleitet.

Im flacheren Gelände oberhalb des Einbaues wurden der Quarzgang und mehrere Paralleltrümer bereichsweise mit Tagverhauen ausgebeutet (2720 m).

### Rücken des Kleinen Sonnblicks

Auf dem flachen breiten Rücken zwischen Sonnblickgrat und Leidenfrostwänden stehen 100-150 m östlich einer markanten Rinne (Störung) die Überreste eines in Trockenmauerung hergestellten, etwa 9 x 13 m großen Gebäudes (2690 m). Die westseitige Mauer ist im Schutz einer Schieferrippe über 2,5 m Höhe erhalten. Auf der Südseite bedeckt durch Limonit und Manganoxide intensiv schwarzbraun verwittertes Pochklein eine Fläche von ca. 250 m<sup>2</sup>; einzelne Stücke enthalten kleine Nadelquarze mit eingesprengten Bi-Sulfosalzen. In der oxidierten Grundmasse sind häufig Putzen aus stark oxidiertem Bleiglanz und Kupferkies, selten auch Zinkblende eingebettet. Erbschaffenheit und topographische Lage sprechen dafür, daß hier eine Edelmetall-reiche Mineralisation aus der Oxidationszone eines Erzgangs verarbeitet wurde. Im Gebäude wurden Handpochung und Erzscheidung vorgenommen, möglicherweise auch Probeschmelzungen, worauf nußgroße Erzstückchen, zu Sandkorngröße aufgemahlenes limonitisches Material und einzelne blasige Schlacken hinweisen.

Östlich davon befand sich die Schmiede; innerhalb des Mauergevierts und vor allem am südschauenden Abhang darunter liegen zahlreiche Schlacken verschiedener Größe und Form, Holzkohle und einzelne, stark korrodierte Roheisentrümmer (Ofensauen).

Vom Aufbereitungsgebäude führt eine in Steinschichtung hergestellte Trasse Richtung Westen, die wohl der Erzförderung mit Hunten vom vermutlich nahegelegenen Bergbau diente. Vage Hinweise liefern eine Schacht- oder Stollenpinge (2795 m) und zahlreiche Gangstufen mit Limonitbestegen, Pyrit und Nadelquarz am Fuß der steilen Sonnblick-Ostabstürze, 200 m westlich der Rinne.

### Leidenfrost

Am Fuß der Leidenfrostwände befindet sich knapp 10 m unterhalb einer Spitzkehre des Touristensteiges ein alter Einbau (2430 m). Der Bau ist an einem 0,3-1,5 m mächtigen westfallenden Gang angesetzt und nach wenigen Metern verbrochen; das Hangendblatt bildet ein gestriemter welliger Harnisch mit einem cm-Quarz-gängchen und Limonitbestegen.

Vom Wandfuß zieht sich ein sehr breiter Schuttfächer den steilen Abhang bis in flacheres Terrain hinunter (ca. 2320 m). Wo im unteren Abschnitt der Weg die Schutthalde quert, findet man erzhältige, vom Bergbau herabgekollerte Brocken. Zur Hauptsache sind es Bleiglanz-Putzen und Kupferkies mit Malachit-Anflügen in limonitischem, z.T. drusigem Gangquarz. Auch Zinkblende in derben Partien von einigen cm Durchmesser kommt vor. MRAZEK & FEITZINGER (1992) beschreiben von hier eine vielfältige, Freigold-führende Primärparagenese sowie Mineralneubildungen der Oxidations- und Zementationszone.

Direkt am Weg Richtung Neubau stößt man nach einer Rechtskehre auf eine ca. 15 m lange und 5-6 m breite Halde (2305 m) und Gebäudereste am Fuß eines Felswandls (Amphibolit). Man baute hier einen m-mächtigen Quarzgang im Tagverhau ab, worauf eine 4-5 m breite, max. 3 m tiefe Rösche und faust- bis nußgroß zerschlagene, z.T. limonitische Derbquarzbrocken hinweisen.

### Grieswies-Schwarzkogel

Das Bergbaurevier liegt 3 km nordwestlich von Kolm Saigurn in der Nordostflanke des Grieswies-Schwarzkogels (3116 m), zwischen Ritterkar und Hocharn. Mit einer maximal erreichten Seehöhe von 3090 m ist der vermutlich im 16. Jhd. betriebene Bergbau der höchstgelegene aller bisher bekannten historischen Edelmetall-Bergbaue in den Ostalpen.

Am östlichen Eingang des Ritterkares sind am orographisch linken Bachufer die Grundmauern eines größeren Gebäudes erhalten (2195 m), das nach Auffassung ZSCHOCKES (1947) die ehemalige Aufbereitung darstellen dürfte. Zehn Meter höher lehnen sich die Reste mutmaßlicher Knappenunterkünfte an einen Felsvorsprung an.

Das Ritterkar und die südschauenden Abhänge des Ritterkopfes werden während der Sommermonate als extensive Schafweide genutzt. Aus dem Karboden weist ein abschnittsweise noch erkennbarer Knappensteig in südwestlicher Richtung zuerst über Schafweiden, dann über Geröll und Blockschutthalden zum Knappenhaus am Fuß des Schwarzkogel-Nordostabhanges hinauf. Die heute gänzlich verfallenen Unterkunft war am Ostrand einer Verebnung im Schutz einer Felsnase errichtet.

Aufgrund der vorherrschenden Gesteine (Glimmerschiefer, Kalkglimmerschiefer, Paragneise) und der extremen Frostverwitterung in dieser Höhenlage ist der zum Gipfel hin steiler werdende Nordosthang weitgehend von plattig-schiefrigem und blockigem, im oberen Abschnitt vielfach feinkörnig bis erdig zerfallenem Hangschutt bedeckt, der von mehreren ausgeprägten Erosionsrinnen zerfurcht ist. Infolge der Steilheit zeigt der Schutt eine deutliche Kriechtendenz, wobei größere Schieferplatten in der Fallinie eingeregelt sind. Der Hangschutt ist mit gut erhaltenem Grubenholz und mehr oder weniger erzhältigem Blockwerk, vereinzelt auch mit Schmiedeschlacken durchsetzt. Eigentliche Abraum- bzw. Erzhalde sind in dem extrem verrittenen Material nicht abgrenzbar. Häufig findet man auch Rinderknochen, die auf Lebendschlachtungen zur Betriebszeit des Bergbaues hinweisen (HIESSLEITNER 1937).

Erzführende Blöcke bestehen vorwiegend aus derbem limonitischem Gangquarz mit geringen Mengen von Arsenkies und Pyrit (z.T. Kristalle). Sehr selten finden sich winzige stengelig-spießige Bi-Sulfosalze (Wismutglanz?, Gustavit?) im Quarz eingesprengt. Generell scheint der Erzanteil im Blockwerk recht gering zu sein. Die Bergleute dürften das Hauwerk sehr sorgfältig geschieden haben, zumal der Abtransport von diesem entlegenen Bergbau ins Tal (Kolm Saigurn bzw. Bodenhaus) äußerst aufwendig war.

Am Fuß eines Kalkglimmerschieferbandes befinden sich die Überreste einer Anfahrtsstube und einer Schmiede, worauf Schlacke und Holzkohle hinweisen (2950 m). Nach dem Befund von Hießleitner soll hier der Haupthorizont mit mehreren Einbauten gelegen haben. Die Stollenmundlöcher sind heute vollkommen verritten und nur mehr durch Reste der eingedrückten Zimmerung zu lokalisieren.

Auch von den noch höher, im Bereich des schrofigen bzw. wandbildenden Gipfelaufbaues gelegenen Einbauten ist infolge der extremen Schuttverwitterung so gut wie nichts mehr zu sehen. Lediglich der ausgeräumte Hauptgang tritt als markante Spalte im Fels hervor.

Am Grat südöstlich des Gipfels deuten eine weit in den Sommer hinein schneebedeckte Scharte und vereinzelte erzhältige Quarzbrocken den Ausbiß eines zweiten Erzgangs an (3090 m), der im Tagverhau abgebaut wurde. Ca. 70 m südöstlich ist im Gneis unterhalb des Grates eine steil ostfallende erzführende Struktur (3070 m) mit Quarz, limonitischem Karbonat und spärlicher Pyrit-Arsenkies-Vererzung aufgeschlossen.

Das ehemalige Bergbauterrain weist riesige Ausmaße auf; die bergbaulichen Aktivitäten konzentrierten sich jedoch praktisch nur am Hohen Goldberg. Wenngleich die Haldenkubaturen (grob geschätzt 150.000-200.000 m<sup>3</sup>) beachtlich sind, ist ihr Erzinhalt dem Geländebefund nach insgesamt doch recht gering, d.h., es sind keine größeren Schwermetall-Konzentrationen vorhanden.

Große Teile des Areals sind hochalpines Ödland, wenn man von spärlichen Schafweiden da und dort absieht. Galtvieh steigt maximal bis zum Neubau hinauf, gelangt also nicht in das eigentliche Bergbauterrain. Allein aus diesem Umstand heraus ist eine vom Bergbau ausgehende Beeinträchtigung landwirtschaftlich genutzter Flächen so gut wie nicht möglich. Eine Kontamination von Trinkwasser ist ebenfalls nicht gegeben, zumal Wasseranalysen aus dem Augustin-Stollen toxikologisch für unbedenklich befunden wurden.

Die Hauptnutzung des Gebietes erfolgt durch den Tourismus im Rahmen des Nationalparks Hohe Tauern (Kernzone), wobei der historische Goldbergbau durch den 1985 fertiggestellten Tauerngold-Rundwanderweg miteinbezogen ist.

## Hüttenstandorte im Gasteiner und Rauriser Tal

Die edelmetallhaltigen Erze aus den Bergbaurevieren des Gasteiner und Rauriser Tales mußten vielfach erst umfangreichen Aufbereitungs- und Verhüttungsprozessen unterzogen werden, um das darin enthaltene Gold und Silber zu extrahieren. Da das Montanwesen des 15. und 16. Jhdt. von zahlreichen Privatgewerken geprägt war, standen in beiden Tälern, insbesondere zur Hochblüte des Tauerngold-Bergbaues (erste Hälfte 16. Jhdt., Höhepunkt 1557), zahlreiche Schmelzhütten im Betrieb. Für die Standortwahl waren folgende zwei Faktoren entscheidend:

Die Lage an einem Wasserlauf mit ausreichender und vor allem kontinuierlicher Wasserführung, um die Gebläse für die Schmelzöfen betreiben zu können.

Eine verkehrstechnisch günstige Lage, möglichst am Schnittpunkt der Transportwege von Erz und Holzkohle.

Geologisch gesehen, ergeben sich daraus Standorte auf Talalluvionen und/oder Moränenbedeckung, zum Teil auch im Bereich großräumig abgerutschter Felsmassen bzw. Bergsturzablagerungen, die z.B. weite Teile des hinteren Hüttwinkltales (Bucheiben, Bodenhaus bis Kolm Saigurn) aufgefüllt haben.

### *Bemerkungen zur Metallurgie des 15./16. Jahrhunderts*

Bei den edelmetallreichen Erzen der bescheidenen Zementations- und Oxidationszone im Ausgehenden der Tauerngoldgänge reichte im wesentlichen die Aufbereitung mittels Pochen, Mahlen und Waschen aus, um Gold von entsprechender Reinheit zu gewinnen. Sehr früh machte man sich auch die Affinität von Gold und Silber zu Quecksilber zunutze, indem man den Schlich (Erzkonzentrat) „anquickte“ und anschließend das Quecksilber aus dem so dargestellten Au-Ag-Amalgam durch Auspressen und Abdestillieren zurückgewann (rechter Ast des Verfahrensstammbaumes).

Als jedoch der Bergbau in größere Teufen vorstieß, war man zusehends mit refraktären Gold-Silbererzen konfrontiert, wo das Edelmetall großteils in Form mikroskopisch kleiner Einschlüsse oder gar submikroskopisch an diverse Sulfide (Pyrit, Arsenkies, Bleiglanz) gebunden war. Die Gehalte lagen durchschnittlich nur bei 6-8 g/t Au und 30 g/t Ag. Eine Ausnahme bildete lediglich das mit max. 3.800 g/t Au+Ag extrem reiche Glaserz (ged. Gold mit diversen Ag-Bi-(Te-)Sulfosalzen), wie es in größerem Umfang eigentlich nur am Radhausberg gewonnen wurde.

Voraussetzung für eine Extraktion auf pyrometallurgischem Weg war die Erlangung möglichst mehlfein aufgemahlener Schliche, um die winzigen Goldpartikel für chemische Reaktionen beim Schmelzvorgang überhaupt zugänglich zu machen (große Oberfläche).

F. Gruber (Böckstein) und G. Sperl (Leoben) planen für 1998 die Herausgabe einer Monographie über die Gastein-Rauriser Schmelztechnologie des 15./16. Jhdt. Das ab etwa 1500 angewandte Schmelzverfahren bestand im wesentlichen aus drei Schritten, vor und/oder zwischen denen sogen. Röstschichten eingelegt werden mußten (linker Ast des Stammbaumes). Im Detail waren die einzelnen Prozesse recht kompliziert und änderten sich im Lauf der Zeit aufgrund hinzugewonnener Erfahrungswerte.

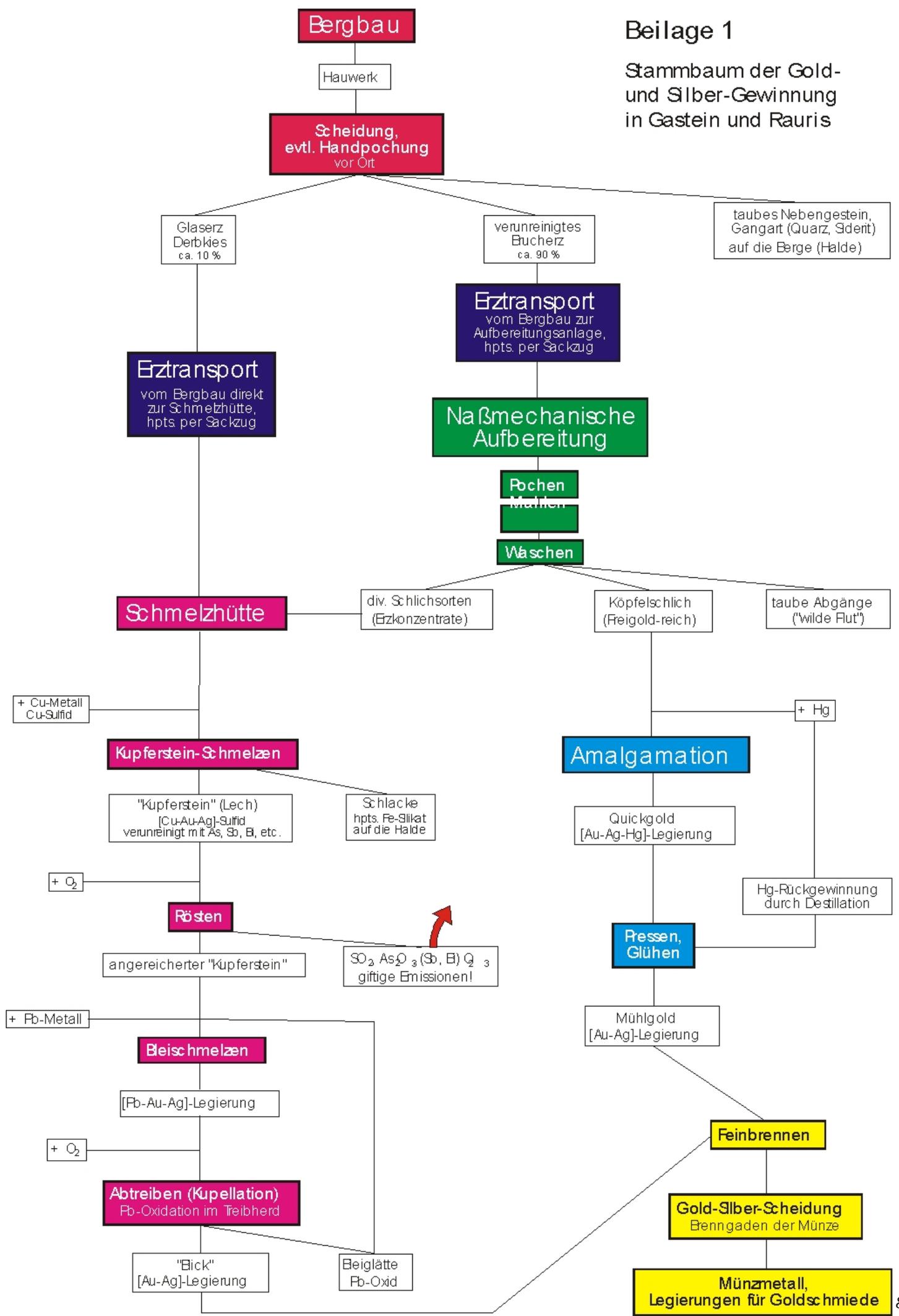
### ***Kupfersteinschmelzen***

Beim ersten Schritt machte man sich die chemische Affinität von Gold und Silber zu Kupfer zunutze, indem man die Konzentrate bzw. sortierten Derberze mit Kupfererzen oder metallischem Kupfer und anderen, die Schmelztemperatur herabsetzenden Zuschlagstoffen (Möller, hpts. Quarzsand) zusammenschmolz. Aus diesem Grund benötigte man entsprechende Mengen kupferhaltiger Zuschlagserze! Bei diesem Prozeß wurde das im Gold-Silbererz reichlich vorhandene sulfidische Eisen mehr oder weniger quantitativ in oxidische Eisenverbindungen übergeführt und konnte als spezifisch leichtere Schlacke (hpts.  $\text{Fe}_2\text{SiO}_4$ , untergeordnet  $\text{FeO}$  und  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) abgetrennt werden. Außerdem ging dabei ein gewisser Anteil an unerwünschten, im Erz

# Bergbau

## Beilage 1

Stammbaum der Gold- und Silber-Gewinnung in Gastein und Rauris



oder der Gangart enthaltenen Nebenelementen, die bei der Aufbereitung nicht entfernt werden konnten, in die Schlacke (z.B. Zn, Mn, Ca, Mg). Der wichtigste Effekt war die Erzielung eines homogenen Schmelzprodukts, in welchem Gold und Silber in fester Lösung im Kupfersulfid gebunden wurde. Dieses Zwischenprodukt bezeichnete man als Kupferstein oder Lech.

### ***Rösten***

Mit dem Röstvorgang, d.h. der Oxidation des Lechs - oder auch des Erzkonzentrats schon vor dem Kupfersteinschmelzen - in Röstöfen, wurde der Schwefel mehr oder weniger quantitativ in Form von  $\text{SO}_2$  angetrieben; das noch reichlich vorhandene Arsen entwich größtenteils als  $\text{As}_2\text{O}_3$ . Auch ein Teil anderer störender Nebenelemente (Sb, Bi) konnte entfernt werden. Das Rösten hatte aufgrund der giftigen Emissionen („Hüttrauch“) natürlich bei weitem die schädlichsten Auswirkungen auf die Umwelt. Deshalb beschränkte man die Röstschichten vielfach auf die Wintermonate oder zumindest auf Zeiten außerhalb der Hauptvegetationsperiode.

### ***Bleischmelzen***

Der beim Rösten angereicherte Kupferstein wurde in Ofenanlagen, die mit Vorherden ausgestattet waren, mit Blei zusammengeschmolzen, wobei man eine [Pb-Ag-Au]-Legierung erhielt. Der an Edelmetall verarmte Lech wurde ein zweites Mal dem Kupferstein-Schmelzen zugeführt, um die Schmelzverluste möglichst gering zu halten.

### ***Abtreiben (Kupellation)***

Die Treibherde waren Flammöfen, die auf der Oberseite mit einem großen Deckel („Hut“) geschlossen waren. Mittels Blasebälgen wurde Luft eingepreßt und auf diese Weise das Blei der aufgeschmolzenen [Pb-Ag-Au]-Legierung zur Oxidation gebracht. Das schmelzflüssige PbO (Bleiglätte) wurde über einen Einschnitt in der Seitenwand des Herdes abgezogen und konnte, zu „Frischblei“ reduziert, neuerlich beim Bleischmelzprozeß verwendet werden. Es ist durchaus denkbar, daß auch beim stark oxidierenden Treibprozeß schädliche Dämpfe in die Umwelt gelangten. Das Produkt war der „Blick“, eine [Au-Ag]-Legierung. Die Kupellation wurde gegebenenfalls mehrmals wiederholt, da man mit diesem Verfahren noch vorhandene Verunreinigungen sehr gut aus der Edelmetallegierung entfernen konnte.

Das „geblickte göldische Silber“ wurde nach dem Feinbrennen zur Gold-Silber-Scheidung in den Brenngaden der Salzburger Münze gebracht.  
Standortcharakteristika

Als Basis für die Geländeerhebungen dienten die Arbeiten von ZSCHOCKE (1968) und SCHÖLL (1996). Mündliche Hinweise von Dr. F. Guber stellten eine wertvolle Ergänzung dar.

### ***Gasteiner Tal***

Gemäß Zschocke waren im Haupttal während seiner Recherchen in den 30er und 40er Jahren, in einzelnen Fällen auch später noch, an zahlreichen Plätzen zwischen Hof- und Badgastein sowie im Raum Böckstein Hinweise auf frühere Schmelztätigkeit zu finden. Speziell beim Aushub von Baugruben, beim Straßen- und Wegebau oder auch bei der Bearbeitung landwirtschaftlicher Flächen und Gärten kamen immer wieder Schlacken zum Vorschein. Heute ist in den genannten Bereichen infolge der intensiven Hoch- und Straßenbautätigkeit der letzten Jahrzehnte praktisch nirgends mehr etwas erhalten bzw. oberflächlich aufgeschlossen. Große Mengen Schmelzschlacke wurden auch zur Schotterung von Güterwegen u. ä. weggeführt.

### ***Hinteres Angertal***

Rückstände der Aufbereitungs- und Schmelztätigkeit konnten an insgesamt sieben Lokalitäten nachgewiesen werden, wobei die Größe der jeweiligen Flächen und die mutmaßlichen

Materialmengen sehr unterschiedlich sind. In den meisten Fällen ist das tatsächliche Ausmaß der Schlackenanschüttung ohne geophysikalische Messungen, wegen der praktisch vollständigen Vegetationsbedeckung (Almwiesen, Erlenbruchwald und Fichten, tw. Jungkulturen), nicht eruierbar. Im Rahmen des bereits vorgestellten interdisziplinären Forschungsprojekts wurde 1997 ein Teil der Plätze übersichtsmäßig geomagnetisch prospektiert (Meßpunkt-Abstand 5 m; G. Walach, Leoben); Ergebnisse sind 1998 zu erwarten.

Im zeitigen Frühjahr und Spätherbst schaffen Maulwürfe mit ihren zahlreichen Scherhaufen brauchbare Aufschlüsse und weisen so auf Standorte ehemaliger Kohlparken oder Kohlenmeiler hin; der Humus ist an solchen Stellen z.T. intensiv schwarz gefärbt und von kleinen Holzkohlestückchen durchsetzt.

Ca. 350 m taleinwärts vom Gasthof Angertal liegt Plattenschlacke genau im Zwickel zwischen der Forststraße und dem links zu einer Jagdhütte(?) abzweigenden Güterweg. Kleine Schlackenstücke findet man in der Wiese (Lichtung) verstreut zu beiden Seiten des Weges auf einem Areal von mindestens 5.000 m<sup>2</sup>. Der Nordteil der Fläche enthält Holzkohle.

Etwa 900 m weiter südlich, wo der Bach eine weite Rechtskurve beschreibt, findet sich am Straßenrand und in der angrenzenden Wiese feinverteilt Holzkohle.

Der nächste Schmelzplatz befindet sich bei der Straßengabelung Gadauner Grundalm/-hochalm südlich des Jagdhauses auf der orographisch linken Seite. Offenbar wurde auch hier viel Material zur Wegschotterung verwendet, vielleicht auch etliches vom Angerbach weggerissen, da keine größeren zusammenhängenden Halden mehr vorhanden sind. Unbedeutende Rücklässe liegen neben dem Zaun beiderseits des mit Schlacke geschotterten Zufahrtsweges. Südlich der Brücke ist direkt am linken Bachufer, ca. 5 m hinter einer Sitzbank, ein ca. 9 m<sup>2</sup> großer, weitgehend grasbedeckter Schlackenhaufen erhalten. Bei der Neufundamentierung des Brückenkopfes im Frühsommer 1996 kam keine weitere Schlacke zum Vorschein. Einzelne Schlackenstücke liegen verstreut im Wiesengelände im Bereich der Straßengabelung.

400 m südlich quert die in den Talschluß führende Straße den Bach. Am orographisch rechten Ufer unterhalb sind im Bereich einer Fichtenjungkultur, der angrenzenden Sumpfwiese wie auch im Bachbett selbst einzelne Schlackenstücke zu finden.

200 m südlich von dort bedeckt Plattenschlacke am Rand einer größeren Fichtenjungkultur, etwa 30 m westlich der Forststraße, eine Fläche von ca. 80 m<sup>2</sup>. Daneben sind mehrere weitgehend bewachsene, ca. 15-20 m lange, 4-5 m breite, maximal 1 m hohe Riedel wahrnehmbar. Wo die Flanken stellenweise durch Viehtritte angerissen wurden, sind überwiegend feinsandige, aus Quarz und Limonit bestehende Ablagerungen aufgeschlossen, die durch das Eisenhydroxid mehr oder weniger gut zusammengebacken sind. Vereinzelt sind darin Linsen aus schluffigem, hellbeige-gelblich gefärbten Material und cm-große Nester aus dunkelgrauem Sulfidmehl enthalten. Aufgrund der mineralischen Zusammensetzung und der Korngrößen kann es sich nur um Abgänge aus der Schlichaubereitung handeln.

150 m südlich dieses Platzes, kurz vor Erreichen des Schattbaches, liegt direkt neben der Straße die einzige große Schlackenhalde (1294 m), die im gesamten Gasteinertal noch übrig ist, wenngleich aus dem 4 m mächtigen straßenseitigen Haldenkopf schon viel Material für die Wegschotterung entnommen wurde. Zschocke beziffert die Kubatur noch mit 780 m<sup>3</sup>, heute dürften hier noch 500-600 m<sup>3</sup> lagern. Das Planum ist mit einem Moospolster, Heidelbeersträuchern und Fichtensetzlingen zugewachsen. Bei den Schlacken handelt es sich durchwegs um ca. 1 cm dicke, meist kleinstückig (<10 cm ) zerschlagene Plattenschlacke, die vielfach den vom Abstich in den Vorherd herrührenden, umgebogenen Rand aufweisen. Im Südteil der Halde befinden sich die Reste eines Holzkohledepots.

Knapp 100 m westlich des Schattbaches bedeckt Schlacke in der Wiese nördlich der Forststraße eine Fläche von knapp 200 m<sup>2</sup>. Bei diesem Platz schwenkt die Forststraße nach Süden, und ein zweiter Aufschließungsweg zweigt nach WNW in den Kargraben ab, endet aber schon nach 200 m. Dieser Weg wurde mit der Planieraupe ausgeschoben und ist auf einer Länge von ca. 150 m (bis 1320 m) flächendeckend mit Plattenschlacke geschottert. Im oberen Abschnitt ist nordseitig bereichsweise Holzkohle zu finden und ein völlig verwachsenes, etwa 10 x 7 m großes Planum zu erkennen. Ob hier eine weitere Schmelzanlage stand, wird die geomagnetische Prospektion klären.

**Montanarchäologische Ausgrabung der Schmelzanlage am Schattbach**

Schon 1989 wurde ein bescheidener Teil der Anlage freigelegt und grob vermessen (LIPPERT & KRAUSS 1990). Außerdem wurden metallurgische Untersuchungen an Schlacken (MOESTA 1990) und auflichtmikroskopische Untersuchungen der verarbeiteten Erze (HAUPTMANN & REHREN 1990) durchgeführt.

Im Zuge des Forststraßenbaues 1990 erfolgte eine geomagnetische Übersichtsaufnahme des Geländes statt. Darauf basierend fand 1996 und 1997 im Auftrag der Gemeinde Hofgastein eine umfassende Grabungskampagne (B. Cech, Wien) statt, die von einer genauen geophysikalischen Prospektion (G. Walach, Leoben) und geodätischen Aufnahme (J. Tschannerl, Wien) begleitet wurde. In den nächsten Jahren soll die spätmittelalterliche Schmelzanlage in Form eines Freilichtmuseums zugänglich gemacht werden.

Der Standort ist heute mit 20-30 m hohen Fichten bestockt. Bisher wurde eine Fläche von gut 150 m<sup>2</sup> freigelegt und dokumentiert. Die südliche Begrenzung bildet ein Murenkopf, der annähernd 1 m tief abgegraben wurde, um ein ebenes Arbeitspodium für die Errichtung der Schmelzhütte zu erhalten. Der Schattbach fließt nur wenige Zehnermeter westlich an der Anlage vorbei und führt auch heute noch enorme Geschiebemengen. Zu Grabungsbeginn war die gesamte Fläche mit einer 20-30 cm dicken Holzkohleschicht bedeckt. Möglicherweise wurden hier zu einem späteren Zeitpunkt Kohlenmeiler betrieben.

Ein ausgezeichnet erhaltener Doppelofen wurde vollständig freigelegt (CECH 1996). Die beiden Öfen sind durch eine Baufuge getrennt und dienten unterschiedlichen Hüttenprozessen. Der östliche ist ein Schachtofen, der westliche zeigt keine Hinweise auf einen Schacht und ist von einem Fundamentgraben umgeben. In einem östlich des Ofenblocks befindlichen dritten, stark demolierten Ofen wurden Schmelzrückstände (z.T. metallisches Blei und Kupfer) gefunden, die noch näher untersucht werden.

Die Windzufuhr erfolgte mit wahrscheinlich Wasserkraft-betriebenen Blasebälgen von Süden. Im Osten (hangseitig) wird die Anlage von einer Trockenmauer begrenzt.

**Metallurgische Untersuchungen**

Im Rahmen der ersten Bearbeitung wurden einige Plattenschlacken erzmikroskopisch, chemisch und mittels Mößbauer-Spektrometrie untersucht. Demnach handelt es sich um rein fayalitische (Fe<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub>) Schlacken, die bei Sauerstoff-Fugazitäten von rund 10<sup>-10</sup> at erschmolzen wurden und für Schachttöfen charakteristisch sind. Z.T. nicht geringe Mn-Gehalte sind wohl auf Mangan in der karbonatischen Gangart zurückzuführen; es ist durchaus denkbar, daß man bewußt derartige Mn-Träger dem Möller zusetzte, da Mn beispielsweise im Dreistoffsystem FeO-MnO-SiO<sub>2</sub> die Schmelztemperatur herabsetzt. Der Gesamtchemismus ist der Tabelle zu entnehmen (Angaben in Gew. %, aus MOESTA 1990):

Probe Nr.	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	CaO	SiO <sub>2</sub>	Fe	Mn <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
25	0,74	2,92	1,59	39,32	34,64	1,473	0,149
26	0,16	0,58	1,30	35,87	37,41	1,101	0,096
28	0,46	1,32	1,45	33,14	34,51	2,99	0,113

Probe Nr.	S	Cu	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	TiO <sub>2</sub>	Zn	Pb
25	2,17	0,17	5,47	1,10	0,193	0,47	0,43
26	2,49	0,41	4,37	0,79	0,145	0,00	0,71
28	2,75	0,73	4,87	0,98	0,159	2,15	1,42

Mittels Mikrosonde und Rasterelektronenmikroskop wurden auch Zehntelmillimeter-kleine Sulfidtröpfchen in der Schlacke untersucht, die als Kupferstein-Bestandteile anzusprechen sind. Es wurden insgesamt vier Phasen nachgewiesen (Angaben in Atom %, aus MOESTA 1990):

Phase	Fe	Cu	Pb	Ag	S
1	45,1	1,0	0,0	0,0	54,5
2	45,1	9,4	24,9	1,0	57,0
3	12,5	19,9	12,2	0,0	55,4
4	25,8	27,0	0,0	0,0	47,1

Phase 1 entspricht etwa dem Mineral Magnetkies, wobei ein geringer Teil Fe durch Cu ersetzt ist. Phase 4 weicht nur geringfügig von natürlichem Kupferkies ab. Hingegen entsprechen Phasen 2 und 3 keinem natürlich vorkommenden Mineral, sondern stellen offenbar eine eutektoide Mischphase dar. Die hohen Ag- und Pb-Gehalte deuten auf die Verhüttung Bleiglanz-reicher Erze hin, wie sie für die Erzwise typisch sind. Au-Gehalte konnten wegen der zu geringen Masse des Einschlusses nicht identifiziert werden.

Moesta untersuchte außerdem eine Probe von der angeschlackten Auskleidung des Schachtofens. Der hohe Magnetitgehalt ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) deutet auf eine wesentlich höhere Sauerstoff-Fugazität hin als jene, bei der die Plattenschlacke gebildet wurde. Der verschlackte Ofenstein muß demnach nahe der Windzufuhr gelegen haben.

Bei der ersten Grabung 1989 fand man weiters ein 50 g schweres, leicht korrodiertes Schmelzprodukt mit bronzeähnlichem Metallglanz und eutektoiden Texturen. Mittels REM/EDX konnten drei Phasen identifiziert werden (Angaben in Atom %, nach MOESTA 1990):

Phase	Fe	Mn	Zn	S
1	51,8	1,0	0,0	47,3
2	46,0	0,0	0,0	54,1
3	26,17	1,33	20,26	52,24

Phasen 1 und 2 passen ins komplizierte Schmelzdiagramm der Pyrrhotin(Magnetkies-)gruppe; Phase 3 ist als Mischphase Pyrrhotin-Zinkblende zu interpretieren, zumal bei so hohen Temperaturen, wie sie in Schachtofen erreicht werden, FeS und ZnS lückenlos mischbar sind. Interessanterweise fehlen Pb und As völlig.

### *Rauriser Tal*

Im Gegensatz zum Gasteinertal ist der hintere Abschnitt des Hüttwinkltales nur dünn besiedelt, sodaß die Eingriffe in die Landschaft hier bei weitem nicht so gravierend waren. Allerdings wurde auch von den Rauriser Schlackenhalden viel Material zur Wegschotterung entnommen.

### *Lenzanger*

Auf der Lichtung des sogen. Lenzanger (1550 m) wurde von der Gemeinde Rauris 1995 der Zielparkplatz zur Mautstraße nach Kolm Saigurn angelegt. Bei den Aushubarbeiten für das Fundament der Informationstafel sollen rostigbraun verfärbte sandige Aufbereitungsrückstände und auch Schlacken zutage gefördert worden sein. Der Platz ist mittlerweile rekultiviert und von einer geschlossenen Grasnarbe bedeckt, sodaß keine diesbezüglichen Beobachtungen mehr möglich sind.

### *Fröstllehenalm*

Am orographisch linken Ufer der Hüttwinklache liegen auf einem etwa 10-20 m breiten und annähernd 200 m langen Streifen verstreut Plattenschlacken und bereichsweise auch Holzkohlestückchen. Die Schlacke bildet keine durchgehende Schicht, auch im Anriß der Bachböschung ist keine solche aufgeschlossen. Allem Anschein nach handelt es sich lediglich um die Relikte eines heute völlig zugewachsenen, mit Schlacke geschotterten Fahrweges. Im Bereich eines über die Ache zur Bodenhausstraße hinüberführenden Weges erstreckt sich eine grasbewachsene Schlackenhalde (1255 m) über eine Fläche von ca. 500 m<sup>2</sup> parallel zur Ache. In der bachseitigen Böschung ist flächig Schlacke aufgeschlossen.

### ***Bodenhaus***

Auf der orographisch rechten Talseite liegen vor allem in der Umgebung der Astenschmiede etliche größere und kleinere Schlackenhalde im heutigen Weidegelände. Von der Pirchlalm kommend, erreicht man die erste Halde (1260 m) nach knapp 400 m. Sie hat eine annähernd kreisrunde Form mit einem Durchmesser von 53-60 m, wird vom Güterweg in der Mitte durchschnitten und im Osten vom Schmiedbach begrenzt. Der Platz ist weitgehend eingeebnet, am Bach liegt noch eine mächtigere Schlackenschicht (ca. 1,5-2 m). Die vorhandene Kubatur dürfte, grob geschätzt, 3.000-4.000 m<sup>3</sup> betragen. Die meist <1 cm dünne Plattenschlacke ist vorwiegend zu kleinen Stücken (3-6 cm) zerschlagen und oberflächlich limonitisiert. Die spärliche Vegetation beschränkt sich auf einzelne Flecken mit Bürstlingrasen und kümmernde Fichten. Der Güterweg ist abschnittsweise mit Schlacke geschottert.

Die nächste, mehr oder weniger zusammenhängende Schlackenzone befindet sich zwischen der Astenschmiede und einem kleineren Gebäude am Schmiedbach. Auf diesem Areal liegen mehrere Schlackenhäufen von durchschnittlich 7-8 m Durchmesser und max. etwa 2 m Mächtigkeit. Dazwischliegende Flächen sind großteils vegetationsbedeckt. Der Güterweg ist bis zur Brücke westlich der Astenschmiede durchgehend mit Schlacke geschottert. Das Gebäude am Schmiedbach war früher eine der zahlreichen Schmelzhütten; ein angeblich im Nordteil installierter Schmelzofen wurde bei der Renovierung abgetragen. Außerdem wurde im Erdreich eine gußeiserne Pochplatte gefunden, was auf die Existenz einer Erzaufbereitungsanlage hinweist.

Eine weitere, sehr große Schlackenhalde liegt nordöstlich des Schmiedbaches, am Hang gegenüber der Astenschmiede. Das 46 m lange, max. ca. 10 m breite Planum befindet sich wenige Meter unterhalb der nie fertiggebauten, hier endenden „Neuen Kolmstraße“. Beim Anböschchen dürfte man einen Teil der Halde zugeschüttet haben, zwischen Erlensträuchern liegt noch stellenweise Schlacke an der Oberfläche. Die vegetationslose Halde erstreckt sich 25-30 m den Hang hinab und dürfte etliche Meter mächtig sein (geschätzte Kubatur 4.000-5.000 m<sup>3</sup>); bereichsweise ist Material bis zur Hüttwinkelache hinunter verrollt.

Am orographisch linken Ufer des Lackhüttenbaches, wenige Meter oberhalb der „Neuen Kolmstraße“, bedeckt Plattenschlacke eine Fläche von ungefähr 200 m<sup>2</sup> (1255 m).

Auf der Nordseite des Mitterastenbaches, beiderseits der Bodenhausstraße, liegt Plattenschlacke verstreut im Wiesengelände auf einer Fläche von insgesamt ca. 2.000 m<sup>2</sup>.

### ***Schreiberhäusl***

Beim sogen. Schreiberhäusl verläuft die Hüttwinkelache S-förmig. Zwischen großen Bergsturzböcken (Rauriser Plattengneis) ist das Terrain im Bereich des Gleithangs durch Alluvionen eingeebnet und bot daher außer Wasserkraft auch reichlich Platz für die Schmelzanlagen; heute wird es als Sommerweide für Jungvieh genutzt. Im Humus von Maulwurfshügeln fein verteilte Holzkohle deutet auf den Standort eines Kohlparks ca. 50 m nordwestlich der jetzigen Almhütten hin. Aufschlüsse mit einer Schlacken- und Holzkohlenschicht beschränken sich auf die baumbestockte, z.T. erodierte Uferböschung.

### ***Krumlbach***

Vom Schreiberhäusl führt eine Brücke über die Ache und ein mit Schlacke geschotterter Güterweg nach Südwest, am Steinbruch Kaiserer vorbei. Nach 400 m mündet der Weg in die vom Lechnerhäusl kommende, abschnittsweise mit Schlacke geschotterte alte Bodenhausstraße, die nach weiteren 200 m in nördlicher Richtung den Krumlbach erreicht. Im Bereich einer Wildsuhle aufgeschlossene Holzkohle deutet die Lage eines ehemaligen Kohlparks oder Kohlenmeilers an.

50 m nördlich des Krumlbaches steht rechts der Straße eine verfallene Keusche, linker Hand der annähernd quadratische „Steinerne Kasten“. Ob es sich bei dem Gebäude um einen ehemaligen Erzkasten (Depot) handelt oder eher um eine Kapelle, wie vielfach angenommen, kann aufgrund der vorhandenen Bausubstanz nicht mehr festgestellt werden. In der hangseitig angrenzenden Wiese sind die verwachsenen Relikte eines rechteckigen, etwa 20 x 10 m großen Hüttengebäudes (?)

erkennbar. SCHÖLL (1996) fand sowohl hier als auch in der Wiese unterhalb der Keusche einzelne Stücke von Plattenschlacke.

### **Hassach**

ZSCHOCKE (1968) beschreibt insgesamt drei Schlackenplätze am Hassachbach südlich des Gatterlehens, und zwar zu beiden Seiten der Bodenhausstraße. Heute sind nur mehr auf dem Rastplatz Hassach unterhalb der Straße spärliche Schlackenreste in der Wiese und in der bestockten südseitigen Uferböschung zu finden; zuzitende Hangwässer sind stellenweise limonitisch. Von den bachaufwärts situierten Halden fehlt jegliche Spur; diese könnten vom Bach weggerissen oder im Zuge von landwirtschaftlichen Kultivierungsmaßnahmen entfernt bzw. einplaniert worden sein.

### **Fronschmelzhütte Bucheben**

Der Standort der ehemaligen Fronhütte dürfte sich unmittelbar am rechten Ufer der Hüttwinklache befunden haben, und zwar ca. 100 m nördlich der Bushaltestelle „Frohnwirt“. Schöll fand am tiefsten Punkt der Feuchtwiese, die vom gegenüberliegenden Nicklgut als Pferdeweide genutzt wird, einzelne Stücke von Plattenschlacke; die beiden Drainagegräben weisen Limonitsinter auf. Am rechten Ufer des nördlichen Grabens steht am Fuß eines Schieferrückens, nur wenige Meter von der Ache entfernt, die Ruine eines mutmaßlichen Schmelzofens (?). Das ungefähr 2,5 m hoch aufgehende, auf der Oberseite zugewachsene Bruchstein-Mauerwerk umschließt eine kreisrunde Schachtöffnung von ca. 2 m Durchmesser.

### **Vorsterbachtal**

Der Standort einer ehemaligen Kupferhütte befindet sich 700 m nördlich der Hofmannalm, auf der orographisch rechten Seite des Vorsterbaches neben einer Brücke (1340-1350 m). Nördlich des Weges liegt auf einer Fläche von ungefähr 10 m<sup>2</sup> verstreut Plattenschlacke und Holzkohle, außerdem wurde ein metallisch glänzendes Schmelzprodukt (vermutlich Kupferstein) vorgefunden. In der erodierten Uferböschung südlich der Brücke ist eine 5-8 m dicke Schlackenschicht aufgeschlossen. Wahrscheinlich ist ein Großteil verrollt und die wahre Mächtigkeit wesentlich geringer. Es finden sich hier mehr als Handteller-große Stücke der typischen, meist <1 cm dünnen Plattenschlacke.

Die erhobenen Schmelzplätze liegen größtenteils in nicht bzw. dünn besiedelten, vorwiegend weide-, zu einem geringeren Teil auch forstwirtschaftlich (Angertal) und touristisch genutzten Gebieten. Die vorhandenen Schlackenplätze sind lokal sehr begrenzt und insgesamt von recht bescheidener Kubatur.

Der Chemismus der Plattenschlacken weist keine nennenswerten Schwermetallgehalte auf, zumal es sich im wesentlichen um Fe-Silikat handelt. Infolge der feinkristallinen, porenarmen Textur und der glatten Oberfläche erweist sich die Plattenschlacke auch als weitgehend verwitterungsresistent, sodaß Mikro-Einschlüsse von Schwermetallen bzw. -sulfiden kaum mobilisiert werden dürften. Die z.T. fehlende oder kümmerliche Vegetationsbedeckung ist eher eine Folge der schlechten Zersetzbarkeit der Schlacke und der daraus resultierenden mangelhaften Humusbildung.

Im Gegensatz dazu erscheint eine Immissionsbelastung der Böden durch den Arsen-hältigen Hüttrauch, der insbesondere beim Abrösten der Erze bzw. des Kupfersteins ausgestoßen wurde, sehr wahrscheinlich. In meteorologischer Hinsicht trifft dies in besonderem Maße auf die Standorte im hinteren Angertal zu (enger, tief eingeschnittener Talkessel). Mit einer lokalen Schwermetallbelastung des Bodens ist grundsätzlich zu rechnen. Andererseits können gerade im Einzugsgebiet des Schattbaches zahlreiche Hochwasser- und Murenereignisse den kontaminierten Bodenhorizont zumindest teilweise wieder abgetragen oder überdeckt haben.

Im hinteren Hüttwinkltal dürften aufgrund der andersartigen meteorologischen Situation (weite Talung, hohe Windgeschwindigkeiten) keine allzu großen lokalen Belastungen zu erwarten sein, dafür eine Verfrachtung von Schadstoffen über den Austragspfad Luft über größere Distanzen.

*Lend im Pinzgau - Ehemalige Gold-Silberschmelzhütte, heute Aluminiumfabrik*

### **Geologischer Überblick**

Die Umgebung des Hüttenstandortes Lend im Unterpinzgauer Salzachtal weist aufgrund der regionalen Decken- und Schuppentektonik einen komplizierten geologischen Bauplan auf. Die Nordrahmenzone des Tauernfensters und die nördlich anschließende Grauwackenzone im Gebiet zwischen Taxenbach und Lend wurden schon seit dem Beginn dieses Jahrhunderts geologisch untersucht; ursprünglich beim Bau der Tauernbahnstrecke (z.B. BECKE 1906), dann im Zuge der Landesaufnahme in den 30er Jahren durch Heissel und Mitarbeiter und im Zusammenhang mit der Projektierung und dem Bau der Überleitungsstollen und Obertage-Anlagen für das Salzachkraftwerk Schwarzach in den 50er Jahren durch Horninger. Ebenso waren für den Ausbau der Gasteiner Bundesstraße im Bereich der Klammstrecke in den 70er Jahren entsprechende baugeologische Untersuchungen erforderlich (BRANDECKER & VOGELTANZ 1975). Aufbauend auf diese Arbeiten wurde das Gebiet im Detail von EXNER (1979) untersucht.

### **Salzach-Längstalstörung**

Grauwackenzone und Nordrahmenzone werden diskordant durch die WSW-streichende Salzach-Längstalstörung (Tauern-Nordrandstörung) abgeschnitten (HEISSEL 1951, MOSTLER 1964). Sie stellt einen wesentlichen Teilabschnitt des Lineaments zwischen Nord- und Zentralalpen dar und war im Jungtertiär noch aktiv, zumal das Tertiär des Ennstales tektonisch eingequetscht ist.

Wenige km westlich Lend verläuft die Störung als morphologisch markante Rinne auf der moränenbedeckten Terrasse von Embach. Von Lend salzachabwärts ist sie allerdings durch Moränen, Gehängeschutt und Talzusub verdeckt. Dafür war die Störungszone in den Triebwasser- und Fensterstollen und Baugruben für das Salzach-Kraftwerk Schwarzach in Form meist Zehnermetermächtiger, steilstehender Mylonite bestens aufgeschlossen. Im Einlauf des Triebwasserstollens bei Högmoos erreichte die annähernd saigere Mylonitzone sogar die beachtliche Mächtigkeit von ca. 115 m (z.B. HORNINGER 1959)!

Die enormen Auswirkungen der Salzach-Längstalstörung werden gemäß Exners Beobachtungen auch dadurch deutlich, daß die Deformation der Gesteine der Grauwackenzone und der Klammkalkzone starke Analogien aufweisen.

### **Grauwackenzone**

Die altpaläozoischen Gesteinszüge der Grauwackenzone streichen WNW und werden spitzwinkelig von der Salzach-Längstalstörung abgeschnitten. Die Lithologie im Ortsgebiet von Lend, den nördlich und südwestlich anschließenden steilen Hanglagen besteht zur Hauptsache aus feinblättrigen Serizit- bzw. Schwarzphylliten. Untergeordnet treten Zwischenlagen von Chlorit-Serizit(-Albit)-Phylliten (Grünphyllite), Metadiabasen und Diabasschiefern auf. Weiter nördlich folgen schließlich Karbonatgesteine (metamorphe Kalke und Kalkphyllite, Fe-Dolomit und Magnesit), schwarze Tonschiefer, Graphitschiefer und Kieselschiefer.

Die s-Flächen fallen vorwiegend mittelsteil bis steil nach NNE ein; die B-Achsen tauchen flach (6-25°) nach ESE ein. Bedingt durch den Talzusub sind die Gesteinspakete der unmittelbar an das Salzachtal grenzenden, glazial übersteilten Hänge abgerutscht und/oder verkippt, großteils unter Wahrung des Schichtverbandes. Dadurch weisen die s-Flächen in jenen Bereichen vielfach eine abweichende, meist flachere Raumlage auf.

### **Nordrahmenzone des Tauernfensters**

Der nördlichste Abschnitt dieser Zone wird überwiegend von meist dunkel- bis mittelgrauen, teilweise gebänderten, metamorphen, vermutlich jurassischen Kalken aufgebaut, die morphologisch im Bereich der Gasteiner- und Kitzloch-Klamm markant hervortreten. Die sogen. Klammkalkzone „riegelt als 3

km dicke, steile Mauer das weiche Schiefergelände der Tauernhülle von den niedrigen bewaldeten Rücken der nördlich anschließenden Grauwackenzone ab“ (EXNER 1979).

Der Klammkalk weist zahlreiche, meist Zehnermeter-mächtige, weiche Zwischenlagen von Schwarz-, Grün- und Kalkphylliten auf (Klammschiefer sensu Exner). Außerdem sind in die Klammkalkzone Triaszüge mit Quarzit, Rauhwacke, Gips, rosa Bänderkalk und Dolomit eingeschaltet.

Die Klammkalkzone weist steil nordfallende bis saigere, stellenweise auch überkippte s-Flächen auf; im Gegensatz zu den Phylliten der Grauwackenzone tauchen hier die B-Achsen flach (hpts. 15-30°) nach WNW ein. Die enorme Wirksamkeit der spät- bis postalpidischen Tektonik entlang der Salzach-Längstalstörung manifestiert sich in einer intensiven Verfaltung und Auswalzung der Gesteine in Richtung der B-Achsen.

Die extreme Tektonisierung kommt auch in m-mächtigen, sehr steil stehenden Myloniten zum Ausdruck, die naturgemäß in den zahlreichen inkompetenten Klammschiefer-Zwischenlagen bzw. an den lithologischen Grenzen zum kompetenteren Kalk ausgebildet sind. Darüber hinaus sind dm- bis m-mächtige Scher- bzw. Ruschelzonen häufig, in denen die Phyllite intensiv verfaltet und feinblättrig zerschert sind. Im Klammkalk sind die s-Flächen vielfach als steilstehende Harnische mit Calcit-Bestegen ausgebildet; an einigen konnte ein vertikaler Bewegungssinn beobachtet werden, wobei der Nordflügel relativ zum Südflügel herausgehoben zu sein scheint. Cm-breite ac-Klüfte im Klammkalk sind häufig mit (mobilisiertem) Calcit verheilt.

### Quartär und jüngste Tektonik

Weite Gebiete zu beiden Seiten der Salzach sind von Moränen aus der Zeit der Würm-Hauptvereisung bedeckt. Ein krasser morphologischer Gegensatz besteht zwischen den sanften Formen der hochgelegenen Talterrassen einerseits und dem glazial ausgehobelten und zusätzlich durch postglaziale Erosion bis 300 m tief eingeschnittenen engen Durchbruchstal der Salzach zwischen Taxenbach und Lend und der eindrucksvollen Klamm der Gasteiner Ache andererseits.

Die aus der glazialen Übersteilung resultierende Instabilität der Hänge beiderseits der Salzach zeigt sich in verkippten und abgerutschten Gesteinsschollen, insbesondere bei den höher teilbeweglichen Phylliten der Grauwackenzone, durch Bergzerreißungsspalten und im Extremfall durch Rutschungen, wie sie die bekannte Embacher Blaike darstellt.

### **Standortcharakteristika**

Das ehemalige Betriebsgelände der Gold- und Silberschmelzhütte erstreckte sich im Bereich der Ortschaft Lend beidseitig der Salzach über eine Fläche von max. ca. 10.000 m<sup>2</sup>.

Die erste, 1547 erbaute Schmelzhütte stand in Unterlend, an der Mündung der Gasteiner Ache in die Salzach, dem jetzigen Standort des Elektrolysewerkes 1 (Stammwerk) der Salzburger Aluminium Ges.m.b.H. (SAG). Bereits 1555 baute man eine zweite Schmelzhütte samt erforderlichen Nebengebäuden in Oberlend. 1582 ging an Stelle der ersten eine neue, wesentlich leistungsfähigere Schmelzhütte in Betrieb, und es entstanden größere Erzdepots und Holzkohlenlager. Zur Zeit der Hochblüte des Gasteiner und Rauriser Edelmetallbergbaues im 16. Jhdt. war Lend der bedeutendste Hüttenstandort Salzburgs. 1622 ging die Hütte in den Besitz der erzbischöflichen Hofkammer über; im Zuge der Säkularisierung des Erzbistums kam sie 1816 unter k.k. österreichische Verwaltung. In der letzten Betriebsperiode wurden bis zur Stilllegung im Jahre 1863 hpts. Fremderze, beispielsweise Kupfererze von Mühlbach am Hochkönig, verarbeitet. Die über einen Zeitraum von etwa 300 Jahren verarbeiteten arsenreichen Gold-Silber-Erze stammten zur Hauptsache aus den Bergbaurevieren des Gasteiner und Rauriser Tales. Bei den einzelnen Verfahrensschritten zur Anreicherung und endgültigen Abtrennung der Edelmetalle von den übrigen Erzbestandteilen manipulierte man auch mit nicht unerheblichen Mengen Cu (Zuschlagerze), Pb (Bleischmelzen) und Hg (Amalgamation; s. Verfahrensstrombaum).

Von 1887 bis 1891 arbeitete auf dem Gelände der Gold- und Silberschmelzhütte eine Asbestwarenfabrik, die 1891 durch Brand vernichtet wurde.

1898 errichtete die Aluminiumindustrie AG Neuhausen/Schweiz auf dem Werksgelände eine Aluminiumkarbidfabrik, die schrittweise ausgebaut wurde. Insbesondere die Inbetriebnahme der Söderbergöfen im Jahre 1939 brachte eine signifikante Umweltbeeinträchtigung durch die fluorhaltigen Abgase und entsprechende Schäden für die Land- und Forstwirtschaft mit sich. Die Situation besserte sich merklich erst nach der Stilllegung der Söderberganlage 1966, vor allem jedoch seit 1991 durch umfangreiche Investitionen auf dem Umweltschutzsektor.

Die genaue Eingrenzung von Deponieflächen, einesteils zur Lagerung von Erzkonzentraten, Holzkohle und Zuschlagsstoffen, andernteils zur Deponierung der Abbrände aus den Röstöfen, der Schmelzschlacken und evtl. weiterer pyrometallurgischer Abfallprodukte, ist aufgrund der heute völlig veränderten örtlichen Situation ohne Aufschlußbohrungen oder Grabungen kaum mehr möglich. Von den ehemaligen Röst- und Schmelzanlagen ist nichts erhalten geblieben; die Manipulations- und Deponieflächen wurden mit der Inbetriebnahme der Aluminiumfabrik anderen Zwecken zugeführt. Sie sind heute größtenteils entweder verbaut (Werkshallen der SAG, Arbeitersiedlung) oder mit einer Schwarzdecke versiegelt. Photographien aus der letzten Betriebsperiode Mitte des vorigen Jhdt. bieten auch keine nennenswerten Hinweise.

Einzig auf dem heutigen Friedhofsgelände neben der Pfarrkirche in Oberlend liegt noch mehr oder weniger reichlich Plattenschlacke, die von der Strasser'schen Schmelzhütte stammt.

Die hydrogeologische Situation im Bereich des Hüttenstandortes ist im Hinblick auf eine Schwermetall-Kontamination des Grundwassers grundsätzlich als kritisch einzuschätzen, insbesondere an der Einmündung der Gasteiner Ache, da hier ungünstige lithologische und tektonische Faktoren zusammenspielen. Die vorherrschenden Karbonatgesteine verfügen über ein ausgeprägtes Kluftsystem und sind in hohem Maß verkarstungsfähig. Darüber hinaus ist die Kalk-Schiefer-Abfolge im Nahbereich der Salzach-Längstalstörung z.T. intensiv zerschert und im Dekameter-Bereich total mylonitisiert. Beim Vortrieb des Überleitungsstollens für das Kraftwerk Schwarzach wurden sowohl Mylonitzonen als auch Karstschläuche im Klammkalk tatsächlich noch in einigen hundert Metern Tiefe angefahren, was mit Kaltwasser- und gewaltigen Warmwassereinbrüchen verbunden war (max. 30,7° C; z.B. HORNINGER 1959). All diese Beobachtungen deuten darauf hin, daß die Wasserwegigkeit sehr hoch ist und bis in große Teufen hinunterreicht, wodurch eine Kontamination selbst tiefsitzender Kluft- bzw. Karstwasserkörper durch den Betrieb der Hütte Lend prinzipiell nicht auszuschließen ist. Ein günstiger Umstand mag darin zu sehen sein, daß die Deponieflächen für Erze und Hüttenabgänge infolge der räumlichen Beengtheit zwangsläufig nah an der Salzach positioniert sein mußten, sodaß bei Hochwasser-Ereignissen Material abgetragen und fortgeschwemmt wurde.

## Rotgülden

### **Montangeologischer Überblick**

Die Hafnergruppe im östlichen Tauernfenster wird von Zentralgneisen (Hochalmkern), jungproterozoisch-altpaläozoischen (Storzformation) und permomesozoischen vulkanosedimentären Abfolgen (Silbereckserie, tw. Bündnerschieferformation) aufgebaut.

Die Zentralgneise weisen deutliche petrographische und geochemische Diversität von Tonaliten bis zu Leukograniten auf.

Über dem Nord- und Ostteil des Gneiskernes folgt mit einer Winkeldiskordanz die Silbereckserie. Die liegenden Anteile bestehen aus mehr oder weniger grobklastischen silikatischen Sedimenten, nämlich Geröllquarziten, Graphit- und Arkosequarziten (EXNER 1982). Über den permoskythischen Quarziten liegt eine vermutlich triadische Karbonatgesteinsabfolge aus einer nur wenige dm mächtigen Rauhwacke im Liegenden und max. mehrere 100 m mächtigen Kalk- und Dolomitmarmoren. Im Hangenden der Marmore folgen jurassische Kalkglimmerschiefer mit geringmächtigen Prasinit-Einschaltungen und eine jurassisch-unterkretazische Schwarzschiefer-Graphitschiefer/-quarzit-Abfolge.

Die Hauptfaltenachsen streichen gemäß Exner SE, Querfalten mit N-S- Streichrichtung sind häufig.

Jungalpidische Störungen treten als lang hinstreichende Scherzonen (z.T. Mylonite) mit nur geringen Versetzungsbeträgen in Erscheinung.

Inter-, spät- und postglaziale Bergstürze sind im Hafnergebiet ebenso landschaftsprägend wie zahlreiche Moränenwälle aus der Zeit um 1850 und 1920.

### **Vererzung**

#### Tektonische Verhältnisse

Die Lagerstätte Rotgülden, 5,5 km westlich der Ortschaft Muhr im Zentralteil der Hafnergruppe gelegen, ist hpts. an die Kalk- und Dolomitmarmore der Silbereckserie gebunden. Untergeordnet treten die Mineralisationen auch in den Kalk- und Schwarzschiefern auf. Sämtliche Schichtglieder fallen im ehemaligen Bergbauterrain nach Nordost ein.

Der gleiche Vererzungstyp war auch im Gebiet Silbereck-Schurfspitze-Altenbergscharte und im oberen Pöllatal (Kärnten) Gegenstand des Bergbaues.

Die Vererzungen sind dem strukturell kontrollierten Tauerngoldgang-Typus zuzuordnen (FRIEDRICH 1934/35). Im Bergbauterrain ist die Vererzung an ein mächtiges Scherzonensystem gebunden, das etwa NE-SW streicht und 45° nach SE einfällt. Gemäß den Untersuchungen von WEIDINGER & LANG (1991) schneidet die Störung 6 m unterhalb des Schmieden-Tagtors die Kalkmarmore ab und trifft dort auf eine etwa N-S-streichende, 80° E-fallende Zerrüttungszone, an welche die Erzgänge im Bereich des Schmiedenstollens gebunden sind.

Die NE-verlaufende Störung ist für die Anlage der strukturkontrollierten Mineralisation die maßgeblichere und untertage sowohl in den Kalkschiefern als auch zwischen den hangenden Kalk- und Schwarzschiefern und den liegenden Marmoren als mächtige Scherzone entwickelt.

Im gesamten Grubengebäude ist bergwärts ein Umbiegen der Fallrichtung von NE nach SE sowie bereichsweise eine deutliche Verfaltung in den inkompetenten Schiefen festzustellen, wobei das Eintauchen der B-Achsen von E nach SE pendelt. Neueste Detailerkennnisse zur Tektonik sind HORNER (1993) zu entnehmen.

#### Mineralisation

Im Gegensatz zu den vornehmlich im Zentralgneis aufsetzenden Tauerngoldgängen des Gasteiner und Rauriser Tales enthält die Lagerstätte Rotgülden neben Pyrit und Arsenkies auch beträchtliche Mengen Magnetkies sowie bereichsweise auch Kupferkies.

Weidinger & Lang unterscheiden hinsichtlich Erscheinungsbild und Lage im geologischen Verband im wesentlichen vier Vererzungstypen:

Der Erzausbiß in den Kalkmarmoren beim Schmieden-Tagtor ist durch max. 5-6 cm dicke Gängchen und max. 1,5 m große Nester von derbem Arsenkies gekennzeichnet, der von sehr grobspätigem Calcit bzw. Dolomit als Gangart begleitet wird.

Eine weitgehend monomineralische Arsenkies-„Durchtränkung“ der hydrothermal intensiv chloritisierten Kalk- und Schwarzschiefer ist entlang der gesamten Scherzone vom Friedrichniveau bis in die höchsten Bereiche der Großen Zeche (Abbaukaverne) verfolgbar. Die max. Mächtigkeit des großteils abgebauten Erzkörpers dürfte ca. 10 m betragen haben. Je nach Arsenkies-Gehalt sind zwei Subtypen zu differenzieren:

- a) Ein massiges, 20-50 cm mächtiges Arsenkies-Band folgt der Scherzone bzw. den Schieferungsflächen.
- b) Teils Pyrit-Arsenkies-Imprägnationen, teils dünne, absätzig s-konkordante Pyrit-Schnüre. Gegen das Hangende nehmen die Arsenkies- und Pyrit-Gehalte successive ab.

Ein bis zu 5 m mächtiger Derberzstock ist ebenfalls direkt an die Hauptscherzone gebunden und wurde durch die Bergbautätigkeit etwa 45 m im Streichen aufgeschlossen. Der Erzkörper setzt sich mit 30-40° SE-Verflächen in die oberen Stockwerke des Grubengebäudes fort, wo er größtenteils abgebaut ist. Gegen die Teufe hin wurde durch Explorationsbohrungen ein Anhalten der Mineralisation auf mindestens 30 m nachgewiesen. Haupterze sind bei diesem Typ Magnetkies (ca. 40 %), Arsenkies (ca. 25 %), Pyrit (ca. 20 %) und Kupferkies (ca. 10 %).

In den Dolomitmarmoren des Friedrichstollens tritt eine imprägnative Vererzung auf, die mit Pyrit- und Kupferkiesputzen (wenige mm bis max. 2 cm ) etwa bei Stollenmeter 160 beginnt. Auch Hohlräume mit cm-großen Erzkongregationen, Calcit- und Quarzkristallen sind stellenweise zu beobachten. Die Erzführung nimmt in Richtung zur mineralisierten Scherzone kontinuierlich zu; es treten hpts. mit Pyrit und Kupferkies vererzte Klüfte auf. Noch näher am massigen Sulfiderzkörper folgen schließlich einige dm große, durch metasomatische Verdrängung gebildete Erzlinsen im Marmor; begleitet von kavernoösem, grobspätigem Calcit.

Gediegenes Gold ist in der Lagerstätte sehr ungleichmäßig verteilt und tritt sowohl in Form von Einschlüssen als auch rißfüllend in Arsenkies und Magnetkies auf, daneben auch in der Gangart. Goldeinschlüsse in Magnetkies erreichen mitunter einige mm Korngröße.

Die Kupferkies-betonten Derberze vom Typus 3 sowie die chloritisierten Partien im Hangenden der Scherzone weisen deutlich erhöhte Ag-Gehalte auf, bedingt durch diverse Ag-(Pb-)Bi-Sulfide/-Sulfosalze (Matildit, Lillianit-Gustavit, etc.) und ähnliche Phasen, die z.T. makroskopisch erkennbare derbe Aggregate oder nadelige Kristalle bis zu mehreren cm Länge in Hohlräumen von Calcit bilden.

Accessorisch, zumeist als winzige Einschlüsse in den Haupterzen, treten auf:

Ged. Wismut, Wismutglanz, Pavonit, Tetradymit, Hessit, Empressit, Pyrargyrit, Bleiglanz, Zinkblende, Löllingit, Markasit, Magnetit, Hämatit und Ilmenit.

Die Goldgehalte sind sehr unregelmäßig verteilt und schwanken zwischen 0,02 und max. 20,4 g/t. Wie für den Tauerngoldgang-Typus generell kennzeichnend, zeigen auch die Goldgehalte in Rotgülden eine deutliche positive Korrelation mit der Ag-Pb-Bi-Paragenese.

Die Lagerstätte Rotgülden wird nach heutigem Kenntnisstand als strukturell und geochemisch kontrollierte Vererzung hydrothermal ascendenter Entstehung interpretiert. Die erzbringenden Lösungen bewirkten eine intensive Chloritisierung der schieferigen Nebengesteine entlang der Scherzone und eine metasomatische Verdrängung der reaktionsfreudigen Marmore durch Sulfide.

### ***Standortcharakteristika***

#### **Bergbau**

Der Arsenbergbau liegt in der steilen südöstlichen Talflanke, etwa auf halbem Weg zwischen Gasthaus „Arsenhütte“ und Rotgüldensee. Aus dem Friedrichstollen (1500 m), der die gesamte

Grube entwässert, tritt in Abhängigkeit von Jahreszeit (Schneesmelze) und Niederschlagsmenge mehr oder weniger reichlich Wasser aus, was durch die hohe Wasserwegigkeit der klüftigen und bereichsweise verkarsteten Marmore bedingt ist. Das Wasser löst auf seinem Weg durch das Berginnere Fe, As, Cu, S und andere in der Vererzung enthaltene Elemente und transportiert sie in den nächsten Vorfluter, den Rotgüldenbach, wo die Konzentration infolge der Verdünnung rapid abnimmt. BÖCHZELT (1991) gibt für die austretenden Grubenwässer unmittelbar beim Mundloch 260 µg/l As an, in 100 m Entfernung 64 µg/l, 550 m bachabwärts 20 µg/l.

Vor dem Mundloch lagert noch ein kleiner Erzurücklaß von 50-60 m<sup>3</sup>, der von der erfolglosen Schurftätigkeit im Jahr 1920 stammt. Der Haufen ist an der Basis mit Holzpfosten gegen ein Abrutschen im steilen Gelände gestützt und durch limonitische Verwitterungsprodukte intensiv zu einer Art Breccie verkittet.

Das Mundloch des Mitterstollens (1555 m) ist heute weitgehend verwachsen und nur mehr schwer auffindbar.

Vor dem riesigen Tagtor des Schmiedenstollens (1580 m) ist infolge der Geländesteilheit (ausgeräumte Störung) kein Erz oder Abraum liegengeblieben. Ca. 50 m westlich des Mundlochs liegt eine 5-6 m breite, großteils bewachsene Erzhalde (1575-1550 m). Der oberste Abschnitt befindet sich im beweideten Gelände; die Grasnarbe ist von zahlreichen Viehgangeln aufgerissen, sodaß z.T. faust- bis kopfgroße, oberflächlich stark oxidierte Derberzbrocken mit der typischen Kiesparagenese zutage liegen. Haldenmaterial wurde bis in das dicht bewachsene Gelände unterhalb (1530 m) abgeschwemmt bzw. verrollt; die Mächtigkeit dürfte 1-1,5 m und die Gesamtkubatur einige hundert m<sup>3</sup> nicht übersteigen.

### Arsenikhütte

Die ehemalige Arsenikhütte befand sich beiderseits des (rezenten) Rotgüldenbachlaufes (1330-1335 m).

Vor der Hochwasserkatastrophe im Jahre 1903 floß der Bach nördlich an den Betriebsanlagen vorbei, wie auf historischen Photographien um 1870 deutlich zu erkennen ist. In der letzten Betriebsperiode standen hier vier Gebäude, dahinter befand sich der Pulverturm, dessen dicht mit Stauden bewachsene Fundamente noch ca. 20 m südwestlich der Straßenbrücke oberhalb eines Holzbringungsweges (ehem. Erzweg) wahrnehmbar sind.

Die bereits teilweise verfallene Arsenikhütte wurde während eines Hochwasserereignisses 1903 völlig zerstört, das Pochwerk bis zum ersten Stock total mit Murenschutt zugedeckt. Das jetzige Gasthaus wurde direkt darauf errichtet, sodaß die nun ebenerdige Gaststube dem vormals ersten Stock des Pochwerksgebäudes entspricht.

Die zu Betriebszeiten sehr ausgedehnte, etwa 25-30 m breite und ca. 6 m mächtige Abbrandhalde wurde vom hochwasserführenden Rotgüldenbach stark erodiert. Wahrscheinlich wurde sogar ungefähr die halbe Kubatur weggerissen, und zwar vorwiegend im Südteil, wo sich der Bach sein neues Bett grub. Aus diesem Grund ist dort der Kiesabbrand mit grobblockigem Murenschutt intensiv durchmischt. Große Teile nördlich des Baches wurden mit einer max. 0,5 m dicken Sedimentauflage bedeckt, worauf sich durch Selbstanflug ein dichter Bestand an Erlen, untergeordnet auch Fichten und Birken entwickeln konnte. Nur mehr ein 50-60 m<sup>2</sup> großer, ins Bachbett vorspringender Sporn im ca. 35 m langen, 12-17 m breiten, keilförmig auslaufenden Ostteil der Halde präsentierte sich vor der Sanierung 1996/97 nicht bzw. nur spärlich vegetationsbedeckt.

Der dem Gasthaus zugewandte Westteil wurde bereits 1992 auf ca. 30 m Länge 0,5-1 m dick mit Sediment aus dem Plöitzenspeicher (oberstes Murtal) aufgeschüttet, anplaniert und begrünt.

BÖCHZELT (1991) berechnete die gesamte Haldenoberfläche computergestützt mit 670 m<sup>2</sup>, die Gesamtkubatur mit 4.040 m<sup>3</sup>. Wegen der hohen As-Gehalte und der leichten Erodierbarkeit der offen zutage liegenden Röstrückstände erschien eine Sanierung des Areals notwendig.

Die vor der Sanierung bachseitig erkennbare Mächtigkeit der Abbrandhalde nahm von West nach Ost zu und betrug im Mittel etwa 3 m. Das in der nordseitigen Uferböschung über dem Bachgeschiebe aufgeschlossene Profil zeigt einen Feinlagenbau im cm- bis dm-Bereich, wobei die Schichtung von West nach Ost zunehmend steiler wird. Es handelte sich um farblich z.T. deutlich abgrenzbare, intensiv rostrote und bräunlichschwarze, vorwiegend feinsandige Lagen. Die Abbrände waren im

trockenen Zustand schlecht bindig und infolge der Steilheit der Uferböschung bei Hochwasser ausgesprochen erosionsanfällig.

Zur Hauptsache bestanden die Rückstände aus Fe-Oxid und -Hydroxid, was sich aus der Art der verhütteten Erze erklärt und auch durch die Analysen Böchzelts bestätigt wird. In der dunklen Grundmasse waren mm-große schwefelgelbe Nester eingelagert, vermutlich Verwitterungsprodukte nicht vollständig abgerösteter Sulfide (ged. S, Fe-Sulfate?). Erosionsgeschützte Bereiche zeigten an der Oberfläche weißliche Ausblühungen (Sulfate und / oder Arsenate).

Etwa 20 m abstromig lagen im Bachbett oberflächlich total verrostete Eisenteile mit einer cm-dicken Kruste von vermutlich ged. Arsen gefunden. Höchstwahrscheinlich handelt es sich um Fragmente gußeiserner Raffiniertrommeln.

Auf Höhe des Gasthauses lagen am Südufer noch einige, max. ca. 1,5 m<sup>3</sup> große rostbraune Blöcke aus limonitisch zementiertem, etwas grobkörnigerem Material. Vermutlich handelt es sich dabei um unvollständig aufbereitete Erze.

Kleinstückige bis faustgroße, oberflächlich völlig oxidierte Erzbrocken sind in der Schotterdecke des Holzbringungsweges beim ehemaligen Pulverturm zu finden. Wahrscheinlich befand sich zu Betriebszeiten hier ein Erzdepot.

## Stratiforme Kupfer-Schwefelkies-Vererzungen

### *Mühlbach-Wenns-Brenntalwald*

#### **Montangeologischer Überblick**

Der ehemalige Kupfer-Schwefelkies-Bergbau bei Mühlbach im Oberpinzgau liegt in der südlichen Talflanke des Salzachtales, im Grenzbereich der Schieferhülle des Tauernfensters (Penninikum) zur tektonisch höheren, nördlich anschließenden Quarzphyllitzone (Unterostalpin). Das Bergbauterrain wird zur Hauptsache von Gesteinen der jungproterozoisch-altpaläozoischen vulkanosedimentären Habachformation aufgebaut, nämlich Chloritschiefern mit quarzreichen Tonschiefern im Liegenden und Gneisphylliten im Hangenden. Innerhalb des Chloritschiefer-Komplexes ist eine langgezogene Linse aus Triaskalk eingeschaltet. Das Bergbauggebiet wurde u.a. von AIGNER (1938), BERNADEK (1948) und HEISSEL (1950) geologisch-lagerstättenkundlich bearbeitet; neuere Untersuchungen fehlen.

#### **Vererzung**

Die Lagerstätte besteht aus mehreren aneinander gereihten, konkordanten W-E-streichenden, ca. 60° S-fallenden Lagergängen mit dazwischen liegenden tauben Gesteinskeilen, hpts. Chloritschiefer. Die Mächtigkeit der Erzlager beträgt üblicherweise 1-2 m; lokal rücken die einzelnen Lager so nahe zusammen, daß sie Reicherzonen von max. 9-12 m bilden können. Außerhalb solcher Adelszonen schwellen die tauben Zwischenschiefer zu Mächtigkeiten von 15-30 m an.

Schieferungsparallele Störungen verursachten in Teilen des Grubengebäudes stark druckhafte Gebirgsverhältnisse, die einen aufwendigen Ausbau notwendig machten.

Die Erze kommen meist in reinen, derben Partien vor, die hpts. Pyrit enthalten. Innerhalb der Derberzzone tritt Kupferkies in bänderartigen Strukturen von 0,3-0,5 m Mächtigkeit auf, begleitet von Quarz. Im Streichen hält die Derberzföhrung nur auf 60-90 m Länge an, verringert sich successive und geht lateral in eine mehr oder minder reiche Imprägnationszone im Chloritschiefer über, die durch Ausrichtungsbaue in verschiedenen Niveaus 300-400 m im Streichen aufgeschlossen wurde. Diese Imprägnationserze wurden allerdings früher nicht abgebaut. Gegen Osten keilt der sulfidimprägnierte Chloritschiefer allmählich aus.

Die Lagerstätte hat die Form eines elliptischen Erzschauches bzw. einer Erzlinse, die gegen Westen mit bis zu 45° eintaucht. Die Angaben über die Gesamtmächtigkeit des Erzkörpers schwanken beträchtlich von max. 18-23 m bis min. 1-3 m!

Neben Pyrit und Kupferkies enthalten die Erze noch ged. Kupfer, Fahlerz, Cuprit, Malachit, Azurit, Bleiglanz, Magnetkies, Markasit, Magnetit, Hämatit und Limonit. Das Fe-Hydroxid wurde 1946/47 als Eisenocker zur Herstellung von Malerfarben abgebaut. Der gleichzeitig im Hinblick auf die Schwefelsäure-Gewinnung untersuchte Pyrit enthielt 44,43 % S, 39,76 % Fe, 1,39 % Cu und 0,10 % As.

Ihrer Erscheinungsform und ihrem Mineralinhalt nach ist die Lagerstätte Mühlbach als syngenetische Vererzung innerhalb einer vulkanosedimentären Abfolge aufzufassen.

#### **Standortcharakteristika**

Das Terrain des 1864 stillgelegten und nach den beiden Weltkriegen jeweils kurzzeitig wiederbeschürften Bergbaues erstreckt sich über fast 2,5 km Länge am orographisch rechten (südlichen) Gehänge des Salzachtales zwischen dem Wennsbach im Westen und dem Vitlehen Graben im Osten. Die Vererzung ist durch zahlreiche Stollen querschlägig aufgeföhren worden.

Bedeutende Stollenbaue sind Magdalena (1280 m), Wolfgang (1240 m), Johann und Luzia (1200 m), Joachim (1130 m), Rupert (1100 m), Martin (1040 m), Kaltes Grübel (1100 m), Johann-Baptist (990 m), Maria-Opferung (930 m) und im Bereich des Talbodens der Siegmund-Erbstollen (840 m), der eine Länge von 1.200 m erreicht haben soll! Die östliche Fortsetzung der Lagerstätte wurde durch

den Johann-Ernest-Stollen (1120 m) samt zugehörigem Unterbau (1100 m) und den Eisgrübel-Stollen (1100m) erschlossen. Die historischen Angaben über die Länge der Auffahrungen schwanken beträchtlich.

Die einzelnen Einbaue liegen heute weitgehend in bewaldetem, ausschließlich forstwirtschaftlich genutztem Gelände (Fichten- und Schlucht- bzw. Bruchwald). Die meisten Mundlöcher sind verbrochen; Luzia-, Maria-Opferungs-, Unser-lieben-Frauen- und Kalter-Grübelstollen wurden in den letzten Jahren durch Privatinitiativen wieder geöffnet und tw. zugänglich gemacht. An Ulmen und Firsten bildeten sich unter dem Einfluß der Atmosphäriken Krusten und Sinter aus Cu-Sulfaten und -Karbonaten. Infolge der Zersetzung von Schwefelkies zu Fe-Hydroxiden und -Sulfaten treten aus den genannten Stollen bräunliche Grubenwässer aus, die in das umliegende Gelände versickern.

Die vorgelagerten Haldenstürze sind trotz völliger Vegetationsbedeckung wegen ihrer charakteristischen Form deutlich erkennbar. Lokal bedingt durch Hanganrisse im Steilgelände und in Gräben sowie durch den Forstwegebau tritt limonitisch angewittertes, Schwefel- und Kupferkies-führendes Haldenmaterial zu Tage. Insgesamt betrachtet ist der Erzanteil im Abraum gering.

Viel Material aus der seinerzeit größten Haldenanlage des Siegmund-Erbstollens wurde mittlerweile zu diversen Aufschüttungsmaßnahmen abgetragen, sodaß hier heute nur mehr unbedeutende Haldenrücklässe vorhanden sind.

### Kupfer,- Vitriol- und Schwefelhütte

Die ehemals sehr umfangreichen Hüttenanlagen befanden sich am orographisch rechten Salzachufer in der Kronau, sind jedoch heute gänzlich aus dem Landschaftsbild verschwunden. Da die gewonnenen Derberze von Hand geschieden werden konnten, waren keine aufwendigen Aufbereitungsanlagen erforderlich. Allfällige Rücklässe oder Abfallprodukte aus dem Hüttenbetrieb, z.B. Rösterze oder Schlacken, konnten an der Geländeoberfläche nicht festgestellt werden und wären nur mittels Schurfgräben nachweisbar.

### *Hüttschlag-Großarlal*

#### ***Montangeologischer Überblick***

Das innere Großarlal wird von einer bis 1.000 m mächtigen vulkanosedimentären Abfolge der jurassisch-unterkretazischen Bündnerschieferformation aufgebaut. Schwarzphyllite mit Einlagerungen von Serizit-Chloritphylliten, Quarzphylliten und Serizitquarziten sind vor allem in den hangenden Partien im Norden verbreitet; eine Wechselfolge von Grünschiefern (Prasinite) und Kalkglimmerschiefern bis Kalkphylliten mit eingelagerten Marmorbänken ist charakteristisch für das gesamte Bergbauterrain. Die Grüngesteine sind im östlichen Tauernfenster weit verbreitet und erreichen im Großarlal ihre größte Ausdehnung und Mächtigkeit.

Bei den Metasedimenten handelt es sich um ehemals tonige bis sandige und mergelige Ablagerungen; die Grünschiefer werden heute allgemein als Abkömmlinge basaltischer Lavas, Tuffe und Tuffite aufgefaßt. Hauptgemengteile sind Albit, Chlorit, Amphibol, Epidot und Karbonat. Vielfach zeigen die Prasinite einen ausgeprägten cm- bis dm-Minerallagenbau mit jeweils einem vorherrschenden Gemengteil. Primäre Kontakte zu den liegenden und hangenden Sedimenten sind ein Indiz für die synsedimentäre Entstehung auf einem Ozeanboden (z.B. HÖCK & MILLER 1987).

Die Gesteine im ehemaligen Bergbauterrain fallen vorwiegend mittelsteil NNW bis NNE ein; die Hauptfaltenachsen streichen WNW bis NW und liegen söhlig bzw. tauchen flach nach ESE bis SE und WNW bis NW ein.

Der Talschluß und der Gebirgskamm, der das Großarl- zum inneren Gasteinertal abgrenzt, werden von verschiedenen Zentralgneistypen des Hochalpkerns samt ihrer geringmächtigen jungpaläozoischen bis triadischen Sedimentbedeckung (diverse Glimmerschiefer, Quarzite und Paragneise sowie Kalk- und Dolomitmarmore) aufgebaut. Infolge der domartigen Aufwölbung des Gneiskernes tauchen die B-Achsen hier flach bis mittelsteil nach NE ein.

Das Gebiet Tappenkarsee-Draugstein-Filzmoosalm ist durch eine Permotrias-Abfolge aus Quarziten, Rauhacken, Dolomiten und Kalkmarmoren charakterisiert und stellt den westlichen Ausläufer der tektonisch höheren Radstädter Decke (Unterostalpin) dar. An der Grenze zu den penninischen Bündnerschiefern treten zerscherte, z.T. retrograd umgewandelte Serpentinlinsen auf.

Die langgezogenen Seitentäler, die vom hinteren Großarlal in SW- bis S-Richtung abzweigen, folgen im wesentlichen jungalpidischen Strukturen, die etwa normal zum axialen Bauplan der Bündnerschiefer streichen. Weite Teile der seitlichen Hochtäler sowie die angrenzenden Südwestflanken des Haupttales wurden eiszeitlich deutlich überformt und mit Moränen bedeckt. Im Gegensatz dazu treten die mit Kalkglimmerschiefern wechsellagernden Prasinite der Nordostflanke des Großarltales als Härtinge wand- und schrofenbildend markant hervor (Hüttschlagler Wand).

## **Vererzung**

### **Geologie und Tektonik**

In den Bündnerschiefern treten streng schieferungskonkordante Sulfiderzlager auf, die in erster Linie an die Prasinite gebunden sind. In geringerem Ausmaß können sie auch in die angrenzenden Kalkglimmerschiefer und Phyllite hineinreichen. FRIEDRICH (1936, 1953) ordnet die Vererzungen des Großarltales dem Typus der „Alpinen Kieslager“ zu, wie sie in alpidisch metamorphen Grünschiefern auch in anderen Teilen des Tauernfensters und seiner Umrahmung vorkommen (Großfragant, Oberkärnten; Prettau, Ahrntal).

Zum einen bewirkte die Überschiebungstektonik eine intensive Verschuppung und Zerstückelung des ursprünglich zusammenhängenden Erzlagers, wodurch die liegenden Lagerstättenteile dachziegelartig unter die hangenden einschießen; zum anderen eine linsen- bis linealartige Elongation der Erzkörper, wodurch die Kieslager in Richtung der B-Achsen gestreckt und tw. boudiniert wurden. Darüber hinaus erschwerten zahlreiche spätalpidische, unterschiedlich orientierte Verwerfer (meist Scherzonen) die Bergbauaktivitäten erheblich. An solchen Störungen wurden die Lagerstättenteile mit z.T. unbekanntem Sprunghöhen seitlich und / oder vertikal gegeneinander verschoben.

Die geschilderten Phänomene gehen aus der Ausrichtung der Strecken und der Form der Abbaue auf alten Grubenkarten hervor (ALBERTI 1835, NIEDERIST 1841). Die größten Ausdehnungen der bergmännisch jemals aufgeschlossenen, in sich aber tektonisch zerstückelten Erzlager werden mit ca. 750 m (Schwarzwand) bis 1.000 m (Karteis) im axialen Streichen sowie max. 150-300 m im Einfallen (Schwarzwand) angegeben. Gemäß den alten Aufzeichnungen muß die Mächtigkeit der Kieslager offenbar stark geschwankt haben. Für die reicheren Partien, etwa der Schwarzwand, gibt Niederist 0,2-1,6 m an, SCHROLL (1806) hingegen max. 0,9 m; für den Bergbau Astentofern werden 1,6 m genannt. GÜNTHER (1987) hält ca. 1,0 cm incl. Imprägnationszone für wahrscheinlich. Die massive, zur Hauptsache aus Pyrit bestehende Vererzung („Derbkies“) setzt zum Liegenden und Hangenden nämlich nicht abrupt aus, sondern klingt allmählich in Form einer mehr oder weniger intensiven Sulfid-Imprägnation (hpts. Pyrit) des Nebengesteins mit randlich begleitenden Kupferkies-führenden Quarz- und Karbonatgämgchen und -linsen aus.

Gegen die liegenden und hangenden Gesteinspartien hin werden die Kieslager von max. 0,2 m mächtigen Magnetit-führenden Lagen begleitet. Dies trifft speziell für die Reviere Schwarzwand, Karteis und Kreemähder zu.

## Mineralisation

Die Erzführung der Kieslager ist ziemlich monoton. Pyrit herrscht bei weitem vor und wird häufig von sehr feinkörnigem Quarz begleitet. Ein sedimentärer Lagenbau spiegelt sich vielfach in alternierenden fein- und grobkörnigen Pyritlagen wider.

Kupferkies ist das zweite kennzeichnende Sulfiderz, dem das Hauptinteresse des ehemaligen Montanwesens galt. Er ist einerseits fein verteilt und meist nur in geringen Mengen in den Massivpyritlagern vertreten. Lokale Konzentrationen sind überwiegend an die randlichen Lagerstättenteile gebunden, und zwar in Form größerer Kupferkiesputzen und -nester in cm- bis dm-starken, diskordanten Quarz- und/oder Karbonatgängen (hpts. Calcit) oder auch imprägnativ im Grünschiefer. Solche vergleichsweise hochwertigen Erze findet man erwartungsgemäß nur in geringsten Mengen auf Halde.

Aus den historischen Produktionszahlen geht hervor, daß der durchschnittliche Kupfergehalt der Hüttschlag Erze nur 1,0-1,25 % betrug. Auf der Aigenalm baute man einen Vererzungstypus ab, der von den übrigen Revieren durch besonderen Quarzreichtum, bereits makroskopisch erkennbare Magnetkies- und Zinkblende-Führung sowie etwas höhere Kupfergehalte (ca. 1,62 %) abweicht.

Accessorisch kommen Magnetkies, Pentlandit, Zinkblende, diverse Pb-Sb- und Ag-Sulfosalze sowie Ilmenit, Rutil und Titanit vor.

Unter dem Einfluß der Atmosphären kommt es zu einer intensiven Zersetzung und Bleichung und zu einer limonitischen und / oder schwefelgelben „brandigen“ Verfärbung. Hervorgerufen wird letztere durch Ausblühungen und stellenweise cm-dicke Krusten von Limonit und verschiedenen Fe-Sulfaten. Vererzungen vom Typus der Alpenen Kieslager im Sinne Friedrichs werden heute allgemein als zeit- und schichtgebundene, vulkanosedimentär-exhalative Lagerstätten interpretiert, die durch metallhaltige Hydrothermallösungen im Gefolge eines basaltischen Vulkanismus am Ozeanboden gebildet wurden. Diese genetische Auffassung wird im wesentlichen auch von späteren Bearbeitern übernommen (z.B. DERKMANN & KLEMM 1977).

## **Standortcharakteristika**

### Schwarzwand

Der Bergbau in der östlichen Talflanke des Reitalmgrabens, ca. 2 km südlich von Hüttschlag, war vermutlich der älteste im ganzen Großarlal und einer der bedeutendsten.

Der riesige, in seinem oberen Abschnitt mindestens 50 m breite Haldenkomplex am Fuß der Schwarzwand ist schon von weitem deutlich wahrnehmbar (mind. 10.000 m<sup>3</sup>). Im unteren Teil (1550 m) wird er von einem ForstaufschlieBungsweg angeschnitten; die Wegböschung ist in diesem Bereich mit einem etwa 2,5 m hohen Steinsatz (Klammkalk) befestigt. Die Haldenoberfläche ist bereichsweise mit einzelnen kleinen bis mittelgroßen Lärchen und Fichten, Heidelbeerstauden und Bürstlinggrasen bewachsen. Stärker durchfeuchtete Partien weisen einen dünnen Moospolster auf. Kriechbewegungen und Rutschungen großer Haldenteile wurden offensichtlich durch den Forstwegebau ausgelöst und durch den hohen Feinanteil und die Durchfeuchtung des Materials begünstigt. Im oberen Abschnitt ist die Abrißkante deutlich ausgeprägt, die ehemals geschlossene Vegetationsdecke weist tiefe Risse auf. Aus den offenen Stollen im obersten Wandteil (1685-1700 m) treten Fe- und Cu-hältige Grubenwässer aus und rinnen über die Wand und die Halde herab. Dadurch bildeten sich hell türkisfarbene Karbonatsinter auf Felsen, Haldenmaterial, Moosen, Baumwurzeln und auf dem Steinsatz im Bereich des Forstweges. Der Steinsatz weist deutliche Korrosionsspuren (Karren) auf. Stellenweise ist Haldenmaterial durch Limonitkrusten zementiert.

Die Mächtigkeit des Haldensturzes schwankt in Abhängigkeit von Geländemorphologie, Rutschungen und Erosion stark. Erzurücklässe bestehen vorwiegend aus Pyrit und wenig Kupferkies.



Schwarzwand, Zementation durch Limonit und Kupfer-Salze; 1994

Im oberen Abschnitt der Schwarzwand sind einige Einbaue noch zugänglich und Gebäudereste (Schmiede) erhalten. Man fuhr die verschiedenen Erzlager im Liegendteil der Prasinite, an deren Grenze zu den Kalkglimmerschiefern und Schwarzphylliten, auf. Die kiesführenden Horizonte sind im Ausbiß deutlich an den bräunlichen bis intensiv schwefelgelben Sulfatausblühungen und -krusten zu erkennen.

Ca. 100 m nördlich der großen Halde befindet sich im Wald der „Unser lieben Frau Hauptstollen“ (1640 m), der zur Zeit der Hochblüte des Kupferbergbaues auf eine Länge von 750 m ins Hubalmtal durchschlägig war. Seit 1994 ist ein Teil davon als Schaustollen wieder zugänglich.

### Hubalm

Die ebenfalls zum Schwarzwandrevier gehörigen bergbaulichen Überreste liegen in der bewaldeten Westflanke des Hubalmtales. Oberhalb des zur Vorderkaseralm führenden Forstweges sind neben einem Graben zwei ausgedehnte kegelstumpfförmige Halden übereinander geschüttet (1650-1675 m). Die höhergelegene weist ein ca. 20 x 30 m großes, ebenes, nach ESE ausgerichtetes Planum auf, auf dessen Nordwestteil eine Wildfütterungshütte errichtet wurde. Die Mundlochpinge dahinter ist vollkommen zugewachsen. Beide Haldenstürze sind allseitig steil gebösch und von dichter Vegetation bedeckt sowie mit größeren Fichten und Lärchen bestockt. Erzhältige Haufwerksbrocken sind nur vereinzelt zu finden.

Knapp südlich der oberen Halde tritt aus einer zweiten Stollenpinge geringfügig Wasser aus.

Die Form der Haldenstürze in bezug auf die Geländemorphologie läßt auf eine enorme Mächtigkeit (bis zu 10 m) und entsprechend große Kubaturen schließen (etwa 5.000-7.000 m<sup>3</sup>).

### Schappachalm

Am orographisch linken Gehänge des Reitalmgrabens, etwa gegenüber der Schwarzwand, befand sich der vor allem in der ersten Hälfte des vorigen Jhdt. betriebene Bergbau ca. 500 m südlich der gleichnamigen Alm. Gemäß NIEDERIST (1841) baute man hier auf die streichende westliche Fortsetzung des Schwarzwandlagers. Die spärlichen Überreste liegen im Bereich und unterhalb eines nur mehr schlecht erhaltenen, zur Sattelalm führenden Steiges. Beide Almen werden schon seit längerem nicht mehr bestoßen, die Gebäude sind dem Verfall preisgegeben, und das ganze Terrain verwächst zusehends mit Grünerlen, Heidelbeersträuchern, usw.; die Steiflanke unterhalb des Almbodens wurde weitgehend mit Fichten aufgeforstet. Aus diesen Gründen sind evtl. vorhandene Abraumhalden nur mehr schwer aufzufinden.

Andeutungsweise erkennt man im Fichtenhochwald ein kleines, völlig bewachsenes Haldenplateau und dahinter einen Wasseraustritt aus dem mutmaßlichen „Carl-Ehrenwerth-Stollen“ (1680 m). Weitere Haldenstürze ziehen sich nördlich eines Grabens im bewaldeten Steilgelände bis etwa 1600 m hinunter.

Bemerkenswert sind langgestreckte, mehr oder weniger N-S-streichende Pingen im Bereich eines stark verwachsenen Almsteiges (1800 m) und auf einer von Moränenschutt bedeckten Verebnung (1850 m). Angeblich sollen die Stollen hier den Felsrücken durchörtert haben und im Moränenschutt steckengeblieben seien. Inwiefern die Pingen damit in Zusammenhang stehen, oder ob es sich schlicht um Bergzerreißungs-Phänomene handelt, läßt sich heute nicht mehr mit Sicherheit sagen.

### Tofern

Die Bergbaue befinden sich im hintersten Toferntal südlich der gleichnamigen Alm auf beiden Talflanken in heute größtenteils bewaldetem Gelände. Der Bergbau am westlichen Gehänge trug die Bezeichnung Astentofern, jener auf der Ostseite Alttofern.

Von der Alm, wo zu Betriebszeiten des Bergbaues die Knappenstube und diverse Manipulationsgebäude standen, führt der ehemalige Knappensteig südwestwärts 500 m ins Bergbauareal, das südseitig von einem markanten Bachlauf begrenzt wird.

Sämtliche Einbaue des 1845 eingestellten und von der Wiener „Studiengesellschaft Kiesbergbau“ 1946-47 ohne nennenswerte Erfolge wiederbeschürften Revieres Astentofern sind verbrochen, ihre Lage infolge des dichten Bewuchses (hpts. Grünerlen) kaum mehr eruierbar. Auf einem etwa 20 x 7 m großen Haldenplateau im Wald (1700 m) sind spärliche Gebäudereste erhalten, daneben findet man erzhältiges Hauwerk und vereinzelt Schlacken.

Das Plateau wird von einem ca. 0,5 m breiten und tiefen künstlichen Graben durchzogen, mit dem man vermutlich Wasser aus dem 30 m weiter südlich gelegenen Erbstollen bis zu den



Astentofern, Bachanriß an der großen Halde; 1994

Betriebsgebäuden bei der Alm leitete. Der ausgedehnte Haldenkomplex ist weitgehend vegetationsbedeckt, max. etwa 100 m breit und zieht sich annähernd bis zum Talboden hinab. Die südseitige Haldenflanke ist im Bereich des erwähnten Bachlaufes deutlich erodiert und im Anriß 4-5 m mächtig, was auf gewaltige Ausbruchkubaturen schließen läßt. Auffällig ist eine dm-Wechselagerung aus grauen tauben und durch Limonit rostbraun verfärbten, geringfügig erzführenden Schichten.

Im zuletzt 1797 beschürften Revier Altofern stößt man 400 m südöstlich der Alm auf Reste einer Scheide- oder Pochhalde; der Hangschutt ist hier mit limonitisch angewittertem Material durchsetzt. Neben dem früheren Erzweg stehen auf einer künstlichen Verebnung Reste der ehemaligen Bergstube (1700 m). Das ca. 20 x 30 m große, runde Haldenplateau daneben ist weitgehend mit einer Grasnarbe bedeckt, z.T. unter Murenschutt begraben. Aus einem verstürzten Stollen zuzitendes Grubenwasser führte zur Ausfällung weißlicher Karbonatsinter. Etwa 30 m südlich der Halde ist direkt neben dem Bach ein noch offener Stollen an einem Erzausbiß im Grünschiefer angeschlagen. Der steil geböschte, max. ca. 10 m mächtige, weitgehend überwachsene Haldensturz ist südseitig durch einen Bachlauf angerissen und zeigt auch hier eine Anschüttung aus abwechselnd tauben und limonitisch verwitterten, kiesführenden Schichten. Kupfererze sind äußerst selten. Folgt man dem Erzweg in südlicher Richtung, stößt man auf drei weitere langgezogene, steile und bachseitig auffällig stark erodierte Halden (1720, 1770, 1780 m).

Am Talboden direkt unterhalb der Halden austretende, Fe-hältige Hangwässer bewirkten die Ausfällung rostroter Limonitkrusten.

Das ehemalige Bergbauterrain wird heute in erster Linie almwirtschaftlich genutzt.

### Aigenalm

Das westlichste aller Großarler Bergbaureviere, das 1837 heimgesagt wurde, befindet sich im Talschluß der Aigenalm, in der Westflanke am Fuß des Laderdinger Gamskarlspitz.

Im Bereich einer steilen, schrofundurchsetzten Rinne ist der tiefere, noch offene Einbau angesetzt (1990 m), dessen Lage durch einen verwachsenen, ca. 20 m langen NW-verlaufenden Pingenzug deutlich wird. Davor ist ein kleines Haldenplateau erhalten; der Abraum ist im Steilgelände darunter verrollt und großteils vegetationslos, es handelt sich um erzarmen, mit wenig Kupferkies und Pyrit imprägnierten, oberflächlich total limonitisierten Grünschiefer. Nördlich der Rinne ist eine zweite, sehr steile, ebenfalls stark verrollte und weitgehend vegetationslose Halde bis zum Wandfuß hinauf verfolgbar (2025 m). Der zugehörige Einbau ist verbrochen; er wurde am brandig verfärbten Ausbiß eines relativ steil NNE-fallenden Erzlagers im Grünschiefer eingetrieben. Da beide Halden reichlich Feinmaterial enthalten, sind sie von zahlreichen Murmeltierbauen durchlöchert.

Vom Karboden transportierte man die Erze über einen tw. erhaltenen Weg zum 200 m nordöstlich situierten Poch- und Waschwerk (1816 m). Die Aufbereitungsanlage wurde unter Bergrat Schroll 1802 auf einer Verebnungsfläche errichtet. Heute zeugen davon nur mehr die Grundmauern sowie zwei, insgesamt ca. 150-200 m<sup>3</sup> große, vegetationslose Scheide- bzw. Pochhalden mit vorwiegend gleichstückigen, faustgroßen, sehr quarzreichen Erzbrocken mit eingesprengten Putzen von Kupferkies, Pyrit, Magnetkies und mitunter Zinkblende(?). Neben dem markierten Steig befindet sich an Stelle des früheren Schlichhofes (Behältnis für Erzkonzentrate) eine primitive Jagdhütte (Pucherhütte).

### Karteis

Am Ausgang des Karteisgrabens, unmittelbar nördlich des gleichnamigen Weilers, betrieb man bis 1862, schließlich noch im I. Weltkrieg und in den Jahren 1946-47 mehr oder minder regen Bergbau, und zwar in erster Linie auf Schwefelkies. Neben Schwarzwand und Tofern war Karteis das dritte bedeutende Revier des Hüttschlagler Bergbaues.

Die spärlichen Überreste befinden sich etwa 100-150 m nördlich der Straßenbrücke zu beiden Seiten des tief eingeschnittenen Karteisgrabens. Die Ostflanke wird von einer senkrechten Prasinitwand gebildet, in deren Liegendteil das steil N-fallende Erzlager als 3-4 m mächtiger Brandenhorizont ausstreicht. Die Vererzung wurde z.T. von obertage aus aufbruchartig sowie mit mehreren Stollen aufgefahren. Auf einem Felssims oberhalb der Brande ist ein offenes Mundloch erkennbar. Etwa 20 m grabenauswärts ist ein bescheidener Haldenrest durch Verwitterungsprodukte an die Felswand zementiert. Am orographisch linken Gehänge erstreckt sich der fast vollständig verwachsene Haldensturz des Mittleren Rupertstollen vom Bachniveau bis 1055 m hinauf; die Lage des Mundloches ist kaum mehr wahrnehmbar.

Vom orographisch rechten Bachufer zieht sich eine weitgehend verwachsene Halde, die bachseitig mit großen Blöcken abgestützt ist, etwa 30 m weit die bewaldete Flanke bis zu einem kleinen Plateau am Wandfuß hinauf (1060 m). Dort befindet sich das offene, jedoch mit Stauden völlig zugewachsene Mundloch des Maschin- oder Leopoldstollens. Die hier vorgefundenen Erze sind vergleichsweise reich an Kupferkies und Pyrit.

In der Uferböschung unmittelbar nördlich der Straßenbrücke ist stellenweise limonitisch verfärbtes Material angerissen. Noch in den 20er Jahren, also nach der kurzen Betriebsperiode während des I. Weltkrieges, lagerten hier ausgedehnte Abraumhalden.

600 m östlich des Karteisgrabens befindet sich der noch zugängliche Thadäusstollen (1150 m), welcher zusammen mit dem höher gelegenen Felixstollen den Ostabschnitt des Erzlagers erschloß und mit dem Rupertrevier in Verbindung stand. Aus dem Mundloch tritt deutlich limonitisches Grubenwasser aus. Das Planum vor dem Stollen wird ebenso wie das umliegende Areal von Vieh beweidet und ist dementsprechend mit Stickstoffzeigern (Sauerampfer) bewachsen. Der ca. 15 m breite, im unteren Abschnitt mehr oder weniger dicht bewachsene Haldensturz wird von einem Güterweg angeschnitten, wodurch der Abraum großteils freigelegt wurde. Die Straßenböschung ist mit einem Steinsatz befestigt. Das Haldenmaterial besteht überwiegend aus taubem Chloritschiefer, einzelne größere Platten sind relativ reich mit Pyrit, mitunter auch mit Kupferkies vererzt.

### Kreeberg, Kreemähder, Wasserfallscharte, Jägerspitze

Die östlichste Gruppe umfaßt eine Reihe meist weniger bedeutungsvoller, z.T. sehr hochgelegener Baue, die in der streichenden Fortsetzung des Karteiser Lagers, z.T. auf Lungauer Gebiet, umgingen.

Die heute größtenteils verbrochenen Einbaue des Kreeberg-Revieres liegen im unzugänglichen Steilgelände östlich des Kreegutes (1400-1700 m).

Die Kreemähder-Baue sind in der steilen, von Rinnen und Gräben durchzogenen Südflanke der Glingspitze (2000-2100 m) angesetzt. Infolge der intensiven tektonischen Verschuppung und daraus resultierenden Absätzigkeit der Kieslager wurden meist nur kürzere, heute weitgehend verstürzte Schurfstollen und Tagverhaue angelegt. Deshalb sind auch keine nennenswerten Haldenkubaturen erhalten.

Etwa 200 m südöstlich der Wasserfallscharte befindet sich in einem Rundhöcker neben dem Steig zum Tappenkarsee ein offener, an einer mittelsteil N-fallenden Brande eingetriebener Stollen (2210 m), aus dem Wasser austritt. Die tw. verwachsene Halde (ca. 150-200 m<sup>3</sup>) enthält hpts. tauben Abraum.

In der streichenden Fortsetzung zwischen Jägerspitze (2507 m) und Nebelkarscharte (2453 m) sind mindestens zwei brandig angewitterte, mittelsteil NNW bis NNE einfallende Kieslager aufgeschlossen. Die Nebelkarscharte repräsentiert eine etliche m mächtige, ausgeräumte Störungszone mit intensiv zerscherten, tw. vertalkten Grünschiefern, Kalkglimmerschiefern und Phylliten. Auf der Nordseite der Scharte ist ein ca. 1 m mächtiges pyritführendes Lager im Liegendteil der Prasinitwand 50 m im Streichen bis zum Wandfuß hinab verfolgbar. Ein hangendes Kieslager mit einer 0,3 m dicken Massivpyritlage wurde im Bereich des Nordwestsporns der Jägerspitze, gleichfalls an der Basis eines Grünschieferpakets, offenbar im Tagverhau beschürft (2390 m). Eine mit Erzbrocken durchsetzte, überwiegend aus Murenschutt bestehende vegetationslose Halde reicht dort bis zum Karboden (2300 m) hinunter. Das Material besteht zur Hauptsache aus pyritimprägniertem Chloritschiefer, untergeordnet findet man Quarz- und Karbonatknuern mit Kupferkies-Putzen, die großteils zu Malachit und Azurit verwittert sind. Vereinzelt findet man blasige Schmiedechlacken(?) und Holzkohle.

Sämtliche Bergbauanlagen liegen im hochalpinen, nur mehr als Schafweide nutzbaren Gras- und Ödland weit jenseits der Baumgrenze.

Die hier und im benachbarten Reinkar erbeuteten Erze wurden vor allem im 16. Jhdt. im nahegelegenen Riedingtal verschmolzen.

### Harbach

Ca. 3,5 km südlich Großarl, in der Nähe des Weilers Harbach und unterhalb der Bichl-Heimalm sowie im 1,5 km südlich gelegenen Hollerebengraben wurden Kiesmineralisationen beschürft, die an eine

Wechselfolge aus Kalkglimmerschiefern und Phylliten im Hangenden des Karteiser Grünschieferpaketes gebunden sind.

Von den unbedeutenden Einbauten sind nur mehr wenige kurze Schurfstollen im großteils dicht bewaldeten (mit Fichten aufgeforsteten) oder von Erlengebüsch verwachsenen Terrain auffindbar. Beispielsweise in der steilen südöstlichen Grabenflanke unterhalb der Bichl-Heimalm (ca. 1200 m) oder 200 m nordöstlich der Siedlung am Ausgang des Hollerebengrabens, neben einem verwachsenen Güterweg (970 m). Halden konnten nicht festgestellt werden.

150-200 m nach der ersten Kehre des Güterweges zur Hollerebenalm sind mehrere Brandenhorizonte von jeweils 2-3 m Mächtigkeit prächtig aufgeschlossen (ca. 1010 m). Die mittelsteil N- bis NNE-fallenden feinblättrigen, bereichsweise verfalteten und zerscherten, deutlich gebleichten Serizit- und Chloritphyllite /-quarzite sind mit feinkörnigem Pyrit durchstäubt und werden von zahlreichen cm- bis dm-dicken Calcitgängchen durchtrüert. Durch die Verwitterung bildeten sich an der Oberfläche intensiv gefärbte Fe-Sulfatausblühungen.

#### **Kupfer-, Vitriol- und Schwefelhütte Hüttschlag**

Infrastruktur und Ortsbild von Hüttschlag haben sich seit der Schleifung der Schmelzhütte in den 50er Jahren grundlegend gewandelt, insbesondere der Fremdenverkehr löste eine verstärkte Bautätigkeit aus. Infolge der Verbauung gibt es auf dem früheren Betriebsgelände mit Ausnahme einzelner Schlacken- und Rösterzfunde in Gärten auch keine Anzeichen mehr für dessen ehemalige Verwendung.

#### **Schmelzhütte Eßalm, Riedingtal**

Bei der Eßalm (1530 m) im hinteren Riedingtal (Lungau) liegt hpts. nördlich der Straße auf einer Fläche von ca. 600 m<sup>2</sup> kleinstückige, stellenweise auf Nußgröße gepochte Plattenschlacke mit Anflügen von Cu-Sekundärmineralien; die weitgehend vegetationslose Schlackenhalde ist max. 2,5 m mächtig. Im Westteil wurde reichlich Material entnommen, wahrscheinlich zur Wegschotterung; auf der davor befindlichen Weidefläche wurde die Schlacke anplaniert. Die heute noch vorhandene Kubatur ist auf 1.200-1.500 m<sup>3</sup> zu beziffern.

Trotz der insgesamt beachtlichen Haldenkubaturen im ehemaligen Bergbauggebiet des Großarltales ist eine Schwermetall-Kontamination unwahrscheinlich, in erster Linie wegen der geringen Cu-Gehalte der Vererzung und des weitgehenden Fehlens von Pb, Zn, As, etc. Mit der Bergbautätigkeit zusammenhängende Vegetationsschäden sind lokaler Natur und ausschließlich erosionsbedingt.

Appendix 1

*Erläuterungen geologischer und bergmännischer Fachausdrücke*

absätzig	unregelmäßig in bezug auf die Erzführung, nicht über längere Distanzen anhaltend
Adelszone	Lagerstättenbereich mit besonders hoher Erzkonzentration
ac-Kluft	feiner Riß normal zur Längsachse (z.B. Faltenachse) eines deformierten Gesteinskörpers
alpidisch	die Gebirgsbildung der Alpen betreffend, i.w. drei Stadien: Kreide (eoalpin), Alttertiär (mesoalpin), Jungtertiär (neoalpin)
Amphibolit	kieselsäurearmes metamorphes Gestein, hpts. aus Hornblende (Amphibol) und Plagioklas (Feldspat) bestehend; Ausgangsmaterial meist Basalt, z.T. auch Gabbro oder dolomitisch-mergelige Ablagerungen
Antiklinale	Aufwölbung, Gewölbe, Sattel
Arkose	mittelkörniges (psammitisches) Sedimentgestein; Feldspat-führender Sandstein, typisch für aride Klimagebiete
aszendent	aufsteigend in bezug auf metallhaltige Lösungen
Aufbruch	schräg nach oben gerichteter Hohlraum in einem Bergwerk
B-Achse	Achse in Längsrichtung, d.h. quer zur Einengung eines (deformierten) Gesteinskörpers, z.B. Faltenachse
Berge	Abraumhalde aus dem Bergbau oder Ablagerung von Aufbereitungsrückständen
Decke	Gesteinsmassen, die unter beträchtlicher Einengung auf einer fast horizontalen Bewegungsbahn vorgeglitten sind, großteils/ganz vom ursprünglichen Entstehungsraum losgelöst wurden und auf einer fremden Unterlage liegen (allochthon)
deszendent	absteigend in bezug auf metallhaltige (meteorische) Wässer
Diaphthorese	rückschreitende (retrograde) Umwandlung hochmetamorpher Gesteine bei abnehmenden Temperatur- und Druckbedingungen unter gleichzeitiger Deformation während der Entlastung und Heraushebung (bei der Gebirgsbildung)
diskordant	quer zur Schichtung/Schieferung des Nebengesteins
(Ein)Fallen	Winkel, um den eine Gesteinsschicht, Schieferungsfläche oder Struktur aus der Horizontalen herausgedreht ist

Fazies	i.a. Gesamtheit der ursprünglichen Merkmale eines Gesteins; i. b. unterschiedliche Beschaffenheit gleichaltriger, aber in verschiedenen Ablagerungsräumen entstandener Sedimente
First(e)	bergmännischer Ausdruck für die Decke eines Stollens
Grauwacke	überwiegend mittelkörniges (psammitisches) Sedimentgestein, hpts. aus Quarz und Gesteinsfragmenten bestehend
hangend	bergmännischer Ausdruck für höhere, darüberliegende Schichten
Harnisch	glatte, z.T. polierte Bewegungsfläche, häufig mit erkennbarer Striemung
Hunt	ursprünglich kleiner vierrädriger Wagen, spätestens seit dem 16. Jhdt. im alpenländischen Bergbau zur Erzförderung gebräuchlich; Form und Bauart änderten sich im Lauf der Zeit
hydrothermal	aus metallhaltigen wäßrigen Lösungen entstanden, Bildungsbereich ca. 400-100° C
Intrusion	Eindringen einer Gesteinsschmelze (Magma) in die Erdkruste
Kalk(glimmer)schiefer	metamorphes Gestein, hpts. aus Calcit und Hellglimmer bestehend; Ausgangsmaterial mergelige Ablagerungen
Kaue	bergmännischer Ausdruck für Gebäude(teil) oder Raum (auch im Bergwerk) zur Aufbewahrung/Deponierung von Gerätschaften/Erz oder auch Aufenthaltsraum für die Bergleute
konkordant	parallel zur Schichtung/Schieferung des Nebengesteins
Lateralsekretion	Mineralum-/neubildung in Zerrklüften oder Erzgängen durch Stoffaustausch (Lösungen) mit dem unmittelbar angrenzenden Nebengestein
liegend	bergmännischer Ausdruck für tiefere, darunterliegende Schichten
Metabasit	kieselsäurearmes metamorphes Gestein (z.B. Prasinit, Amphibolit); Ausgangsmaterial vielfach vulkanisch
Metamorphose	Gesteinsumwandlung unter veränderten (meist erhöhten) Temperatur- und Druckbedingungen, oft unter gleichzeitiger Deformation infolge Versenkung (bei der Gebirgsbildung)
Metasomatose	Gesteinsumwandlung, insbesondere Bildung von Eisenlagerstätten infolge Verdrängung reaktionsfreudiger Minerale (z.B. Calcit) durch metallhaltige Lösungen
Metavulkanit	metamorphes Gestein vulkanischer Entstehung
Mylonit	„Reibungs“- oder „Kluffletten“ der Bergleute; sehr feinkörniges, meist plastisches Gesteinszerreibsel in Scherzonen/Störungen; durch

	Bewegungsvorgänge entstanden, oft begleitet von Mineralumwandlungen (Bildung von Tonmineralen und/oder Talk)
Orogenese	Gebirgsbildung
Orthogneis	metamorphes kieselsäurereiches Gestein, hpts. aus Quarz, Feldspat, Glimmer bestehend; Ausgangsmaterial Granit (oder granitähnliche Tiefengesteine, z.B. Granodiorit, Tonalit)
Paragenese	Mineral-Vergesellschaftung
Paragneis	metamorphes Gestein, hpts. aus Quarz, Feldspat, Glimmer bestehend; Ausgangsmaterial tonig-sandige Ablagerungen (z.B. Arkose) oder saure-intermediäre vulkanische Tuffe (Rhyolith, Dazit, etc.)
Pinolit	grobspätiger Magnesit mit typischer, Pinienzapfen-ähnlicher Form der Mineralkörner
Porphyroid	schwach metamorphes kieselsäurereiches Gestein; Ausgangsmaterial vulkanische Ablagerungen (Quarzporphyr, Rhyolith,-Tuff)
Phyllit	schwach metamorpher, sehr feinkörniger Schiefer, hpts. aus Hellglimmer (Serizit) und Quarz bestehend; Ausgangsmaterial tonige Ablagerungen
Prasinit	metamorphes kieselsäurearmes Gestein, hpts. aus Albit, Amphibol, Epidot, Chlorit bestehend; Ausgangsmaterial basaltische Tuffe
Pseudomorphose	Mineralverdrängung/-umwandlung unter Beibehaltung der ursprünglichen Gestalt
Rauhwacke	zellig-kavernöser, z.T. brecciöser Dolomit/Kalk, bei dem leicht lösliche Bestandteile (Gips, Anhydrit) herausgewittert sind
Rekristallisation	Umwandlung des Mineralgefüges unter erhöhten Temperatur- und/oder Druckbedingungen; häufig „Verheilung“ zuvor mechanisch beanspruchter (zerbrochener) Mineralkörner
Remobilisation	Stoffumlagerung und neuerliche Abscheidung von Mineralen
saiger	vertikal
Schlich	mehlfine aufgemahlene Erzkonzentrat
Sohle	bergmännischer Ausdruck für den Boden eines Stollens oder Schachtes
söhlig	horizontal
Störung	Gesteinsfuge/Zone, in der sich merkliche Bewegungen vollzogen haben (Verwerfung, Bruch), meist begleitet von einer mechanischen Zerrüttung/Zerschierung der Gesteine (Zerrüttungs-/Ruschelzone, Scherzone)

Stockwerk	Durchäderung mit einer großen Zahl engständiger mineralisierter Gängchen/Adern
Stratigraphie	zeitliche Einstufung von Gesteinsschichten/-serien mittels Fossilien (Biostratigraphie) oder durch Schicht-/Serienvergleich (Lithostratigraphie)
stratiform	schichtig-lagig
Streichen	Himmelsrichtung einer Gesteinsschicht, Schieferungsfläche oder Struktur in der Horizontalen
Synklinale	Mulde
Tektonik	Lehre vom Bau der Erdkruste und deren Bewegungsformen
Teufe	bergmännischer Ausdruck für Tiefe, vor allem in bezug auf die räumliche Dimension einer Lagerstätte
Tonalit	granitähnliches Tiefengestein mit Vormacht von Plagioklas gegenüber Kalifeldspat
Transgression	Vorrücken des Meeres durch (epirogene) Absenkung des Festlandes
Überkuttung	bergmännischer Ausdruck für die nochmalige Aufbereitung von Haldenmaterial
Ulm(e)	bergmännischer Ausdruck für die Seitenwände eines Stollens
variszisch	die sehr komplexe variszische (herzynische) Gebirgsbildung betreffend: Beginn an der Wende Devon/Karbon, Hauptfaltungsphase an der Wende Unter-/Oberkarbon sowie eine Reihe von Nachphasen bis ins Unterperm
Verflächen	bergmännischer Ausdruck für Einfallen
Verwerfer	bergmännischer Ausdruck für Störung, wenn diese mit Relativbewegungen (Versetzungen) zwischen Liegendem und Hangendem verbunden sind

## Appendix 2

Tabelle der im Text angeführten Erzminerale, Sekundärbildungen, Gangarten und gesteinsbildenden Minerale

Mineral	Formel
<u>Elemente</u>	
Gold	Au
Silber	Ag
Kupfer	Cu
Arsen	As
Antimon	Sb
Wismut	Bi
Graphit	C
<u>Sulfide, Sulfosalze</u>	
Pyrit (Schwefelkies, Eisenkies)	$\text{FeS}_2$
Markasit	$\text{FeS}_2$
Pyrrhotin (Magnetkies)	$\text{Fe}_{1-x}\text{S}$
Pentlandit	$(\text{Fe},\text{Ni})_9\text{S}_8$
Arsenopyrit (Arsenkies)	$\text{FeAsS}$
Löllingit	$\text{FeAs}_2$
Gersdorffit	$\text{NiAsS}$
Ullmannit	$\text{NiSbS}$
Cobaltin (Kobaltglanz)	$\text{CoAsS}$
Gudmundit	$\text{CoSbS}$
Chloanthit-Skutterudit (Weißnickelkies)	$(\text{Co},\text{Ni})\text{As}_{2-3}$
Rammelsbergit-Safflorit	$(\text{Ni},\text{Co})\text{As}_2$
Nickelin (Rotnickelkies, Kupfernichel)	$\text{NiAs}$
Breithauptit	$\text{NiSb}$
Maucherit	$\text{Ni}_{11}\text{As}_8$
Millerit	$\text{NiS}$
Polydymit-Linneit	$(\text{Ni},\text{Co})_3\text{S}_4$
Chalkopyrit (Kupferkies)	$\text{CuFeS}_2$
Bornit	$\text{Cu}_5\text{FeS}_4$
Cubanit	$\text{CuFe}_2\text{S}_3$
Vallerit	$4(\text{Fe},\text{Cu})\text{S} \cdot 3(\text{Mg},\text{Al})(\text{OH})_2$
Mawsonit	$\text{Cu}_6\text{Fe}_2\text{SnS}_8$
Tetraedrit-Tennantit (Fahlerz)	$\text{Cu}_{10}(\text{Fe},\text{Zn})_2(\text{Sb},\text{As})_4\text{S}_{13}$
Freibergit (Silberfahlerz)	$(\text{Cu},\text{Ag})_{10}(\text{Fe},\text{Zn})_2(\text{Sb},\text{As})_4\text{S}_{13}; \text{Sb} \gg \text{As}$
Chalkosin (Kupferglanz)	$\text{Cu}_2\text{S}$
Argentit, Akanthit (Silberglanz)	$\text{Ag}_2\text{S}$
Digenit	$\text{Cu}_9\text{S}_5$
Covellin (Kupferindig)	$\text{CuS}$
Bournonit	$\text{CuPbSbS}_3$
Galenit (Bleiglanz)	$\text{PbS}$
Sphalerit (Zinkblende)	$\text{ZnS}$
Zinnober	$\text{HgS}$
Molybdänit (Molybdänglanz)	$\text{MoS}_2$

Antimonit (Antimonglanz)	$Sb_2S_3$
Boulangerit	$Pb_5Sb_4S_{11}$
Jamesonit	$Pb_4FeSb_6S_{14}$
Pyrargyrit (Rotgültigerz)	$Ag_3SbS_3$
Polybasit	$(Ag,Cu)_{16}Sb_2S_{11}$
Diaphorit	$Ag_3Pb_2Sb_3S_8$
Bismuthinit (Wismutglanz)	$Bi_2S_3$
Aikinit	$CuPbBiS_3$
Emplektit	$CuBiS_2$
Matildit	$AgBiS_2$
Galenobismutit	$PbBi_2S_4$
Cosalit	$Pb_2Bi_2S_5$
Lillianit	$Pb_3Bi_2S_6$
Gustavit	$AgPbBi_3S_6$
Heyrovskyt	$AgPb_{10}Bi_5S_{18}$
Vikingit	$Ag_5Pb_8Bi_{13}S_{30}$
Pavonit	$(Ag,Cu)(Pb,Bi)_3S_5$
Tetradymit	$Bi_2Te_2S$
Hessit	$Ag_2Te$
Empressit	$AgTe$

#### Oxide, Hydroxide

Cuprit	$Cu_2O$
Magnetit (Magnetisenerz)	$Fe_3O_4$
Hämatit (Eisenglanz, Roteisenerz, etc.)	$Fe_2O_3$
Ilmenit	$FeTiO_3$
Rutil	$TiO_2$
Zinnstein (Cassiterit)	$SnO_2$
Uraninit (Uranpecherz, Pechblende)	$UO_2$
Quarz (Bergkristall, etc.)	$SiO_2$
Hyalit	$SiO_2 \cdot nH_2O$
Limonit (Goethit, Lepidokrokit)	$FeO(OH)$
Psilomelan	nicht näher defin. Mn-Oxide
Bindheimit	$Pb_2Sb_2O_6(O,OH)$
Valentinit	$Sb_2O_3$
Bismut (Wismutocker)	$Bi_2O_3$

#### Karbonate

Calcit (Kalkspat)	$CaCO_3$
Dolomit	$CaMg(CO_3)_2$
Ankerit (Braunspat)	$Ca(Fe,Mg,Mn)(CO_3)_2$
Magnesit	$MgCO_3$
Siderit (Eisenspat)	$FeCO_3$
Aragonit	$CaCO_3$
Strontianit	$SrCO_3$

Malachit	$\text{Cu}_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_2$
Azurit	$\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_3(\text{OH})_2$
Aurichalcit	$(\text{Zn},\text{Cu})_5(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_6$
Smithsonit (Zinkspat, „Galmei“)	$\text{ZnCO}_3$
Hydrozinkit („Galmei“)	$\text{Zn}_5(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_6$
Cerussit	$\text{PbCO}_3$

### Sulfate, Molybdate, Wolframate

Anhydrit	$\text{CaSO}_4$
Gips	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
Coelestin	$\text{SrSO}_4$
Baryt (Schwerspat)	$\text{BaSO}_4$
Copiapit	$\text{Fe}_5(\text{SO}_4)_6(\text{OH})_2 \cdot 20\text{H}_2\text{O}$
Jarosit	$\text{KFe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$
Chalkanthit (Kupfervitriol)	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
Brochantit	$\text{Cu}_4(\text{SO}_4)(\text{OH})_6$
Posnjakit	$\text{Cu}_4(\text{SO}_4)(\text{OH})_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$
Langit	$\text{Cu}_4(\text{SO}_4)(\text{OH})_6 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
Devillin	$\text{CaCu}_4(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$
Linarit	$\text{PbCu}(\text{SO}_4)(\text{OH})_2$
Anglesit	$\text{PbSO}_4$
Wulfenit	$\text{PbMoO}_4$
Scheelit	$\text{CaWO}_4$
Schröckingerit	$\text{NaCa}_3(\text{UO}_2)(\text{CO}_3)_3(\text{SO}_4)\text{F} \cdot 10\text{H}_2\text{O}$
Zippeit	$\text{K}_4(\text{UO})_6(\text{SO}_4)_3(\text{OH})_{10} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$

### Phosphate, Arsenate

Apatit	$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{F},\text{Cl},\text{OH})$
Skorodit	$\text{Fe}(\text{AsO}_4) \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
Symplesit	$\text{Fe}_3(\text{AsO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$
Annabergit (Nickelblüte)	$\text{Ni}_3(\text{AsO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$
Erythrin (Kobaltblüte)	$\text{Co}_3(\text{AsO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$
Olivenit	$\text{Cu}_2(\text{AsO}_4)(\text{OH})$
Tirolit	$\text{CaCu}_5(\text{AsO}_4)_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
Kakoxen	$(\text{Fe},\text{Al})_{25}(\text{PO}_4)_{17}\text{O}_6(\text{OH})_{12} \cdot 75\text{H}_2\text{O}$
Pharmakolith	$\text{CaHAsO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
Pharmakosiderit	$\text{KFe}_4(\text{AsO}_4)_3(\text{OH})_4 \cdot 6-7\text{H}_2\text{O}$

### Silikate

Chrysokoll (Kieselkupfererz)	$(\text{Cu},\text{Al})_2\text{H}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$
Hemimorphit (Kieselzinkerz, „Galmei“)	$\text{Zn}_4\text{Si}_2\text{O}_7(\text{OH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
Cronstedtit	$\text{Fe}_3(\text{SiFe})\text{O}_5(\text{OH})_4$
Kasolit	$\text{Pb}(\text{UO}_2)\text{SiO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$
Uranophan	$\text{Ca}(\text{UO}_2)_2[\text{SiO}_3(\text{OH})]_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
Haiweeit	$\text{Ca}(\text{UO}_2)_2\text{Si}_6\text{O}_{15} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
Granat (Almandin)	$\text{Fe}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_4)_3$

Epidot	$\text{Ca}_2(\text{Fe,Al})_3(\text{SiO}_4)_3(\text{OH})$
Turmalin (Schörl)	$\text{NaFe}_3\text{Al}_6(\text{BO}_3)_3(\text{Si}_6\text{O}_{18})(\text{OH})_4$
Aktinolith (Strahlstein)	$\text{Ca}_2(\text{Fe,Mg})_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$
Hornblende (Amphibol i.a.)	$\text{Ca}_2(\text{Fe,Mg})_4\text{Al}(\text{Si}_7\text{Al})\text{O}_{22}(\text{OH})_2$
Muskovit (Hellglimmer, Serizit)	$\text{KAl}_2(\text{Si}_3\text{Al})\text{O}_{10}(\text{OH,F})_2$
Biotit (dunkler Glimmer)	$\text{K}(\text{Mg,Fe})_3(\text{Al,Fe})\text{Si}_3\text{O}_{10}(\text{OH,F})_2$
Chlorit (Klinochlor, Pennin, etc.)	$(\text{Mg,Fe})_5\text{Al}(\text{Si}_3\text{Al})\text{O}_{10}(\text{OH})_8$
Chloritoid	$(\text{Fe,Mg,Mn})_2\text{Al}_4\text{Si}_2\text{O}_{10}(\text{OH})_4$
Albit (Natronfeldspat, Plagioklasgr.)	$\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$
Anorthit (Calciumfeldspat, Plagioklasgr.)	$\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$
Orthoklas (Kalifeldspat)	$\text{KAlSi}_3\text{O}_8$
Desmin (Stilbit; Zeolithgruppe)	$\text{NaCa}_2\text{Al}_5\text{Si}_{13}\text{O}_{36} \cdot 14\text{H}_2\text{O}$

Literatur

- AIGNER, F. (1938): Schwefelkiesvorkommen im Brenntal bei Mühlbach im Pinzgau.- Manuskript, 12 p., Arch. Geol. B.-A., Wien.
- AIGNER, H. (1860): Die Nickelgruben nächst Schladming.- Berg- u. hüttenmänn. Jb. Leoben u. Pribram, **9**, 260-277.
- ALBERTI, F. (1835): Relation über den Zustand der K.K. Bergbaue in Großarl im Salzburgischen im Jahre 1835.- Hüttschlag, Handschrift samt beil. Karten und Risse im Salzburger Landesarchiv.
- BAUER, J.K. (1981): Pb-Zn-Vererzungen im polymetamorphen Kristallin des Lungaues und der "Ossiacher Tauern".- Phil. Diss. Univ. Innsbruck.
- BECKE, F. (1906): Geologisches von der Tauernbahn.- Vorträge Ver. Verbr. naturwiss. Kenntnisse Wien, **46**, H. 10, 1-15, Wien.
- BECKER, L.P. (1981): Zur Gliederung des obersteirischen Altkristallins (Muriden). Mit Bemerkungen zu den Erzvorkommen in den einzelnen Kristallinkomplexen.- Verh. Geol. B.-A., 3-17, Wien.
- BERGMAIR, M. (1991): Lagerstättenkundliche Untersuchung der Goldvererzungen im Siglitz-Pochkar-Revier bei Bockstein.- Unveröff. Diss. Nw. Fak. Univ. Salzburg, 192 p.
- BERNADEK, K. (1948): Die Schwefel- und Kupferkieslagerstätte Brenntal.- Manuskript, 6 p., Arch. O.M. Friedrich, Leoben.
- BERNHARD, J. (1965): Die Mitterberger Kupferkieslagerstätte. Erzführung und Tektonik.- Jb. Geol. B.-A., **109**, 3-90, Wien.
- BÖCHZELT, B. (1991): Arsenkontamination im Bereich des Arsenbergbaues Rotgülden (Salzburg) - Geochemische und geostatistische Untersuchungen.- Dipl. Arb. Nw. Fak. Univ. Graz.
- BRANDECKER, H. & VOGELTANZ, R. (1975): Baugeologie des Bauloses "Klamm", Gasteiner Bundesstraße (Salzburg).- Mitt. L.-Mus. Joanneum, Abt. Geol. Paläont. Bergb., **35**, 27-44, Graz.
- BRANDMAIER, P., PAAR, W.H., SCHRAMM, J.-M. & CHEN, T.T. (1985): Geologie und edelmetallführende Kiesvererzungen der Grauwackenzone nördlich von Mandling (Steiermark/Österreich).- Geol. Paläont. Mitt. Univ. Innsbruck, **13**, H.9, 201-222, Innsbruck.
- CECH, B. (1996): Montanarchäologie: Edelmetallbergbau des 16. Jahrhunderts im Gasteiner Tal.- Historicum, Herbst 96, 27-33, Linz.
- DACHS, E. & PAAR, W.H. (1984): Schichtgebundene goldführende Buntmetall-Mineralisationen der Grauwackenzone zwischen Filzmoos, Radstadt und Mandling (Salzburg, Steiermark).- Geol. Paläont. Mitt. Univ. Innsbruck, **13**, H.5, 113-123, Innsbruck.
- DERKMANN, K. & KLEMM, D.D. (1977): Strata-bound kies-ore deposits in ophiolitic rocks of the "Tauernfenster" (Eastern Alps, Austria/Italy).- In: D.D. KLEMM & H.-J. SCHNEIDER (eds.): Time- and strata-bound ore deposits.- 444 pp., Berlin-Heidelberg-New York (Springer).
- EIBNER, C. (1984): Der Bergbau im Herzen Europas. In: Bischofshofen, 5000 Jahre Geschichte und Kultur, 46-56, Bischofshofen.

- EIBNER, C. (1993): Die Pongauer Siedlungskammer und der Kupferbergbau in der Urzeit. In: Günther, W., Eibner, C., Lippert, A. & Paar, W.H., 5000 Jahre Kupferbergbau Mühlbach am Hochkönig - Bischofshofen, 11-26, Mühlbach-Bischofshofen.
- EXNER, C. (1957): Erläuterungen zur geologischen Karte der Umgebung von Gastein (Ausgabe 1956).- Geol. B.-A., Wien.
- EXNER, C. (1964): Erläuterungen zur geologischen Karte der Sonnblickgruppe (Ausgabe 1962).- 170 p., Geol. B.-A., Wien.
- EXNER, C. (1979): Geologie des Salzachtales zwischen Taxenbach und Lend.- Jb. Geol. B.-A., **122**, H.1, 1-73, Wien.
- EXNER, C. (1982): Geologie der zentralen Hafnergruppe (Hohe Tauern).- Jb. Geol. B.-A., **125**, H.1-2, 51-154, Wien.
- EXNER, C. (1991): Bundschuhgneis und Granatglimmerschiefer bei Ramingstein (Lungau, Salzburg).- Jb. Geol.B.-A., **134**, 15-25, Wien.
- FEITZINGER, G. & GÜNTHER, W. (1986): Der alte Quecksilber-Silber-Bergbau Vogelhalte bei Leogang (Salzburg, Österreich).- Mitt. Ges. Sbg. Landeskd., **126**, 667-680, Salzburg.
- FEITZINGER, G. (1988): Zur Erzmineralogie der Pb-Zn-Ag-Lagerstätte Ramingstein im Lungau, Salzburg.- In STRASSER, A. (Hrsg.) Mineralogisches Archiv Salzburg, **1**, 5-11.
- FEITZINGER, G. & PAAR, W.H. (1988): Montangeologie stratiformer Buntmetallvererzungen am Schwemmerberg bei Radstadt (Grauwackenzone, Salzburg).- Archiv f. Lagerst.forsch. Geol. B.-A, **9**, 5-18, Wien.
- FEITZINGER, G. & PAAR, W.H. (1991): Gangförmige Gold-Silber-Vererzungen in der Sonnblickgruppe (Hohe Tauern, Kärnten).- Arch. f. Lagerst.forsch. Geol. B.-A., **13**, 17-50, Wien.
- FEITZINGER, G. & STRASSER, A. (1995): Au-Ag-Pb-Bi-Te-Vererzung vom Rojacherbau am Sonnblick.- Miner. Arch. Sbg. (Hrsg. A. Strasser), Folge 5 (März 1995), 100-101, Salzburg.
- FLECHNER, R. (1887): Mitteilungen über Nickelfundstätten und Nickeldarstellungen im allgemeinen und speziell über den Nickelbergbau bei Schladming.- Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenwesen, **35**, 63-68, 80-84.
- FRECH, F. (1901): Geologie der Radstädter Tauern.- Geol.-paläont. Abh., N.F. **5**, H. 1, Jena.
- FRIEDRICH, O.M. (1933): Die Erze und der Vererzungsvorgang der Kobalt-Nickel-Lagerstätte Zinkwand-Vöttern in den Schladminger Tauern.- Berg- u. hüttenmänn. Jb., **81**, H.1, 1-14, Wien.
- FRIEDRICH, O.M. (1933): Über Kupfererzlagertstätten in den Schladminger Tauern.- Berg- u. hüttenmänn. Jb., **81**, 54-61, Wien.
- FRIEDRICH, O.M. (1934-35): Über den Vererzungstypus Rotgülden.- Sitz.ber. Österr. Akad. Wiss., mathem.-naturwiss. Kl., **143**, 97-108 u. **144**, 1-6, Wien.
- FRIEDRICH, O.M. (1936): Über die Vererzung des Nockgebietes.- Sitz.ber. Akad. Wiss. Wien, mathemat.-naturwiss.Kl., Abt. 1, **145**, H.7-10, 227-258, Wien.

- FRIEDRICH, O.M. (1936): Zur Geologie der Kieslager des Großarltales.- Sitz. ber. Akad. Wiss., mathem.-naturwiss. Kl., Abt. I, **145**, H.5-6, 121-151, Wien.
- FRIEDRICH, O.M. (1953): Zur Erzlagerstättenkarte der Ostalpen.- Radex-Rundschau, **8**, 371-407, Radenthein.
- FRIEDRICH, O.M. (1968): Die Vererzung der Ostalpen, gesehen als Glied des Gebirgsbaues.- Arch. f. Lagerst.forsch. i. d. Ostalpen, **8**, Leoben.
- FUGGER, E. (1881): Die Bergbaue des Herzogthumes Salzburg.- Jber. k.k. Oberrealschule in Salzburg, **24**, Salzburg.
- GABL, G. (1964): Geologische Untersuchungen in der westlichen Fortsetzung der Mitterberger Kupfererzlagerstätte.- Arch. F. Lagerst. forsch. i. d. Ostalpen, **2**, 2-31, Leoben.
- GANNIS, O., KÜMEL, F. & SPENGLER, E. (1954): Erläuterungen zur geologischen Karte der Dachsteingruppe, mit einer geol. Kt. 1 : 25.000, 3 Profiltaf., 3 Lichtdrucktaf., 3 Abb.- Wiss. Alpenvereinshefte, H. 15, D. u. Oe.AV, Innsbruck.
- GÜNTHER, W. (1977): Blei-Zinkerzlagerstätten in den nördlichen Kalkalpen des Bundeslandes Salzburg.- Der Karinthiner, **76**, 290-294, Salzburg (Inst. f. Mineralogie u. Petrographie).
- GÜNTHER, W. (1978): Die Kupferkiesbaue der Kupfergewerkschaft Larzenbach bei Hütttau (Fritztal)/Salzburg.- Der Aufschluß, **29**, 365-372, Heidelberg.
- GÜNTHER, W. (1987): Vom früheren Bergbau in Großarl und einstigen Knappendorf Hüttschlag zur künftigen Nationalparkgemeinde - Entwicklung des Ortes Hüttschlag und seiner Umgebung aus der Sicht des Bergbaues.- 227 S., Salzburg-Hüttschlag (unveröff. Maschinschrift im Besitz des Autors).
- GÜNTHER, W. (1993): Von der Mitterberger Kupfergewerkschaft zur Kupferbergbau Mitterberg Ges.m.b.H. in Mühlbach am Hochkönig - Zur neuzeitlichen Entwicklung des Kupferbergbaues in Mühlbach am Hochkönig, St. Johann im Pongau und Bischofshofen 1829-1977. In: Günther, W., Eibner, C., Lippert, A. & Paar, W.H., 5000 Jahre Kupferbergbau Mühlbach am Hochkönig - Bischofshofen. 57-396, Mühlbach-Bischofshofen.
- HADITSCH, J.G. (1964): Die Cu-Ag-Lagerstätte Seekar (Salzburg).- Arch. F. Lagerst.forsch. i. d. Ostalpen, **2**, 76-120, Leoben.
- HADITSCH, J.G. & MOSTLER, H. (1970): Tektonisch-lagerstättenkundliche Untersuchungen im Sonnblick-Gebiet.- Unveröff. Maschinschrift, 7 p., Leoben.
- HADITSCH, J.G. & MOSTLER, H. (1970): Die Kupfer-Nickel-Kobalt-Vererzung im Bereich Leogang (Inschlagalm, Schwarzleo, Nöckelberg).- Archiv f. Lagerst.forsch. Ostalpen, **11**, 161-209, Leoben.
- HAUPTMANN, A. & REHREN, TH. (1990): Ein spätmittelalterlicher Doppelschmelzofen im Hinteren Angertal, Bad Hofgastein, IV. Teil: Schliffbeschreibung der Erzprobe A 2-1; Hinteres Angertal.- Mitt. Ges. Sbg. Landeskd., **130**, 788-790, Salzburg.
- HEISSEL, W. (1943): Die geologischen Verhältnisse im Bereiche des Mitterberger Kupfererzanges, Buchberg und Arzberg.- Reichsamt f. Bodenforsch., Zweigst. Wien, Manuskript, 31 p., Wien.
- HEISSEL, W. (1950): Bergbau Brenntal.- Manuskript, 6 p., Arch. Geol. B.-A., Wien.

- HEISSEL, W. (1951): Aufnahmen auf den Kartenblättern St. Johann i. P. und Wagrain (Bericht 1950).- Verh. Geol. B.-A., 1950/51, H.2, 26-27, Wien.
- HEISSEL, W. (1968): Die Großtektonik der westlichen Grauwackenzone und deren Vererzung, mit besonderem Bezug auf Mitterberg.- Erzmetall **21**, 272-281, Stuttgart.
- HIESSELEITNER, G. (1929): Das Nickelkobalteryorkommen Zinkwand-Vöttern in den Niederen Tauern bei Schladming.- Berg- u. hüttenmänn. Jb., **77**, H.3, 104-123, Wien.
- HIESSELEITNER, G. (1937): Alter Goldbergbau am Grieswies-Schwarzkogel (Ritterkar) im Sonnblick-Hocharnmassiv, Hohe Tauern.- Berg - u. hüttenm. Jb., **85**, H.2, 50-64, Wien.
- HIESSELEITNER, G. (1946a): Bericht über das Schwefelkiesvorkommen am Schwarzenbach in der Dienten bei Lend, Salzburg.- 9 S., Maschinschrift vom 22. Jänner 1946, Graz.
- HIESSELEITNER, G. (1946b): 2. Bericht über den Schwefelkiesbergbau Schwarzenbach i. d. Dienten (bei Lend, Salzburg).- 6 S., Maschinschrift, Juli 1946, Graz (Original bei der Berghauptmannschaft Salzburg).
- HITZENBERGER, H. (1979): Lagerstättenkundliche Untersuchungen der Tauerngoldgänge im Gebiet Gastein-Rauris.- Unveröff. Diss. Phil. Fak. Univ. Innsbruck.
- HÖCK, V. & MILLER, CH. (1987): Mesozoic ophiolitic sequences and non-ophiolitic metabasites in the Hohe Tauern.- In: FLÜGEL, H.W. & FAUPL, P. (eds.): Geodynamics of the Eastern Alps, 16-33, Wien (Deuticke).
- HORNER, J. (1993): Lagerstättenkundliche Untersuchung in der Silbereckserie (östliches Tauernfenster).- Dipl. Arb. Nw. Fak. Univ. Salzburg., 71 S.
- HORNINGER, G. (1959): Baugeologisches vom Salzach-Kraftwerk Schwarzach.- Österr. Ztschr. Elektrizitätswirtschaft, **12**, H.2, 48-50, Wien.
- IMHOF, K. (1941): Die Zyanlaugung der komplexen Arsen-Golderze aus den Gängen des Sonnblickmassivs der Hohen Tauern.- Metall und Erz, **38**.Jg., H.7, 141-147, Halle (Knapp).
- LENGAUER, C.L. (1988): Geologie und Erzmineralogie der Lagerstätte Leogang, Salzburg.- Unveröff. Diss. Nw. Fak. Univ. Salzburg, 164 S.
- LENGAUER, C.L. (1989): Geologie des Bergbaugesbietes von Leogang. In Günther, W., Langauer, C.L. & Paar, W.H. : Erlebnis Schaubergwerk Leogang im Pinzgauer Saalachtal - Salzburgs ältester Bergbau auf Silber, Quecksilber, Blei, Kupfer, Kobalt und Nickel stellt sich vor.- 63-77, Leogang.
- LIPPERT, A. & KRAUSS, R. (1990): Ein spätmittelalterlicher Doppelschmelzofen im Hinteren Angertal, Bad Hofgastein, II. Teil: Der Grabungsbericht: Die Goldschmelzanlage auf der Gadauner Grundalm.- Mitt. Ges. Sbg. Landeskd., **130**, 773-780, Salzburg.
- LIPPERT, A. (1993): Frühe Zeugnisse von Kupfermetallurgie im Raum Mühlbach am Hochkönig - Bischofshofen. In: Günther, W., Eibner, C., Lippert, A. & Paar, W.H., 5000 Jahre Kupferbergbau Mühlbach am Hochkönig - Bischofshofen, 27-40, Mühlbach-Bischofshofen.
- LÖWE, A. (1847): Ueber den Nickelarsenikglanz (Gersdorffit) von Schladming in Steiermark.- Haidinger Abh. I, 343-347 u. Ber. II, 82-83.

- MALECKI, G. (1972): Zur Geologie des Silberpfennig-Gebietes, Hohe Tauern (Salzburg).- Unveröff. Diss. Phil. Fak. Univ. Wien.
- MATZ, K. (1953): Die Kupfererzlagerstätte Mitterberg, Mühlbach am Hochkönig, Salzburg.- Joanneum, Min. Mittbl., **1**, 7-19, Graz.
- MEDWENITSCH, W. (1960): Bericht 1959 über Aufnahmen auf Blatt Untertauern.- Verh. Geol. B.-A., H.3, A50-A51, Wien.
- MEIXNER, H. (1965): Die Uranminerale um Badgastein, Salzburg, im Rahmen Österreichs.- Sitz. ber. Österr. Akad. Wiss., mathem.-naturw. Kl., Abt. I, **174**, H.5-6, 203-227, Wien (Springer).
- MILLER-HAUENFELS, A.v. (1859): Die steiermärkischen Bergbaue als Grundlage des provinziellen Wohlstandes in historischer, technischer und statistischer Beziehung.
- MOESTA, H. (1990): Ein spätmittelalterlicher Doppelschmelzofen im Hinteren Angertal, Bad Hofgastein, III. Teil: Die metallurgischen Analysen.- Mitt. Ges. Sbg. Landeskd., **130**, 781-787, Salzburg.
- MOSTLER, H. (1964): Einige Bemerkungen zur Salzach-Längstalstörung und der sie begleitenden Gesteine. (Im Bereich Wagrain bis Lend, Salzburg).- Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud., **14/15**, 185-196, Wien.
- MOSTLER, H. (1968): Das Silur im Westabschnitt der Nördlichen Grauwackenzone (Tirol und Salzburg).- Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud., **18**, Jg. 1967, 89-150, Wien.
- MRAZEK, R. & FEITZINGER, G. (1992): Bemerkungen zur Gold-Silber-Vererzung vom Bergbau Leidenfrost am Rauriser Sonnblick.- Miner. Arch. Sbg. (Hrsg. A. Strasser), Folge 3 (Jänner 1992), 54-57, Salzburg.
- MRAZEK, R. (1995): Interessantes aus dem ehemaligen Kupferbergbau Larzenbach bei Hüttau.- Miner. Arch. Sbg. (Hrsg. A. Strasser), Folge 5 (März 1995), 105-106, Salzburg.
- MUTSCHLECHNER, G. (1968): Aus der hundertjährigen Geschichte der Gewerkschaft Radhausberg.- Bad Gasteiner Badeblatt, H.20-25, Badgastein.
- NIEDERIST, J. (1841): Relation über die geognostisch geologisch bergmännische Untersuchung des Thales Großarl im Herzogthum Salzburg.- Hüttschlag, Handschrift samt beil. Karten und Risse im Salzburger Landesarchiv.
- PAAR, W.H. (1978): Die Uranknollenparagenese von Mitterberg, Salzburg/Österreich.- N. Jb. F. Min. Abh., **131**, 254-271, Stuttgart.
- PAAR, W.H. (in Vorbereitung): New data on the ore mineralogies of structurally controlled gold-silver mineralisation of Salzburg and Carinthia Provinces of Austria .- Mineralogy and Petrology.
- PETRASCHECK, W. (1926): Metallogenetische Zonen in den Ostalpen.- Comtes-rendues 14 Congres Geologique International, Madrid.
- PETRASCHECK, W.E. (1945): Gutachten über die Schwefelkieslagerstätte im Bergbau Schwarzenbach bei Lend der Salzburger Berg- u. Hüttenwerke A.G.- 3 S., Maschinschrift vom 30. Dezember 1945, Gröding (Original bei der Berghauptmannschaft Salzburg).

- POSEPNY, F. (1880): Die Goldbergbaue der Hohen Tauern mit besonderer Berücksichtigung des Rauriser Goldberges.- Arch. F. Pract. Geol., **1**, 127-140, Wien.
- POSEPNY, F. (1880): Die Erzlagerstätten von Kitzbühel in Tirol und den angrenzenden Teilen Salzburgs.- Arch. f. Pract. Geol., **1**, 257-440, Wien.
- PROCHASKA; W. (1993): Geologie und Lagerstätten des Bezirkes Liezen.- In Presslinger, H. & Köstler, H.J. (Hrsg.), Bergbau und Hüttenwesen im Bezirk Liezen (Steiermark). Kleine Schriften der Abt. Schloß Trautenfels am Steiermärk. Landesmus. Joanneum, H.24, 7-14, Trautenfels.
- REDLICH, K.A. (1911): Der Kupfererzbergbau Seekar in den Radstädter Tauern (Salzburg).- Ztschr. f. prakt. Geol., **19**, 350-355.
- REISSACHER, C. (1860): Bruchstücke aus der Geschichte des Salzburgischen Goldbergbaues in den Tauern.- Jber. Landesmus. Carolino Augusteum, Salzburg.
- ROBL, K.P. (1996): Lagerstättenkundliche Untersuchungen im Bereich der Goldzeche und der Öxlinger Zeche, Sonnblickgruppe, Kärnten.- Unveröff. Dipl.Arb. Nw. Fak. Univ. Salzburg.
- SCHMIDT, C. & VERLOOP, H. (1909): Notiz über die Lagerstätte von Co- und Ni-Erzen bei Schladming in Steiermark.- Ztschr. f. praktische Geologie, S. 273.
- SCHÖLL, P. (1996): Auf den letzten Spuren der Schmelzhütten des 16. Jahrhunderts im Ruriser Tal.- Mitt. Ges. Sbg. Landeskd., **136**, 27-66, Salzburg.
- SCHROLL, K.M. (1806): Geographisch statistische Übersicht der Berg- und Hüttenwerke Salzburgs.- Handschrift im Salzburger Landesarchiv.
- SIEGL, W. (1951): Erzmikroskopische Studie des Glaserzes vom Radhausberg bei Gastein.- Tschermaks Min. Petr. Mitt., **2**, 375-388, Wien.
- THURNER, A. (1958): Erläuterungen zur geologischen Karte Stadl-Murau, Geol.B.-A. Wien.
- TRAUTH, F. (1925): Geologie der nördlichen Radstädter Tauern und ihres Vorlandes. I. Teil.- Denkschr. Akad. Wiss., mathem.-naturw. Kl., **100**, 101-212, Wien.
- TRAUTH, F. (1927): Geologie der nördlichen Radstädter Tauern und ihres Vorlandes. II. Teil.- Denkschr. Akad. Wiss., mathem.-naturw. Kl., **101**, 29-65, Wien.
- TUFAR, W. (1971): Bleiglanz-Granat-Verwachsungen in der Lagerstätte von Ramingstein im Lungau (Salzburg).- N.Jb.Min., Mh., H.4, 183-192, Stuttgart (Schweizerbart).
- TUNNER, P. (1841): Die Zinkwand im Gränzgebirge von Steiermark und Salzburg bei Schladming.- Jb. f. d. innerösterr. Berg- u. Hüttenmann, I. Jg., 220-224, St. st. Lehranstalt zu Vordernberg.
- UNGER, H. (1967): Geologische Untersuchungen im Kupferbergbau Mitterberg in Mühlbach am Hochkönig/Salzburg.- Diss. Univ. Innsbruck, 61 p.
- UNGER, H. (1969): Der Schwefelkiesbergbau Rettenbach (Oberpinzgau, Salzburg).- Arch. f. Lagerst.forsch. i. d. Ostalpen, **9**, 35-64, Leoben.
- UNGER, H. (1970): Der Lagerstättenraum Zell am See.- Arch. f. Lagerst.forsch. i. d. Ostalpen, **11**, 33-83, Leoben.

- VAVTAR, F. (1982): Topomineralische Gold-Quarz-Gänge des Siglitz-Pochart-Erzwies-Revieres (Gastein, Hohe Tauern).- Arch. f. Lagerst.forsch. Geol. B.-A., **2**, 143-148, Wien.
- WEIDINGER, J. & LANG, M. (1991): Der As-Au-Ag-Bergbau Rotgülden im Lungau.- Archiv f. Lagerstättenforsch. Geol. B.-A., **13**, 233-247, Wien.
- WEISS, P.F. (1951): Die Blei-Silber-Lagerstätte Ramingstein - Eine lagerstättenkundliche Übersicht.- Berg- u. hüttenmänn. Mh., **96**, H.7, 141-151, Wien (Springer).
- WELSER, J. (1981): geologische Studien über die Golderzvorkommen und die Goldgewinnung in den Hohen Tauern.- Bocksteiner Montana, H.4, 1-12, Leoben.
- ZSCHOCKE, K. & PREUSCHEN, E. (1932): Das urzeitliche Bergbaugebiet von Mühlbach-Bischofshofen.- Mitt. Anthropol. Ges. Wien, Mat. Zur Urgeschichte Österreichs, **6**, 287 p., Wien.
- ZSCHOCKE, K. (1968): Die Schmelzplätze im Gasteiner- und Raurisertal.- Archaeologia Austriaca, **43**, 2-17, Wien.

# **Bergbau- und Hüttenaltstandorte im Bundesland Salzburg**

**Teil 2:**

**Erzbergbau und Hüttenwesen im Bundesland Salzburg -  
Wirtschaftliche Bedeutung aus montanhistorischer Sicht**

*Wilhelm Günther*

### Vorbemerkung

Das Bundesland Salzburg ist ein uraltes Bergbauland. „Ur“ im wahrsten Sinne des Wortes, denn Land, Fluß und Stadt leiten den Namen vom Bergbau von der Salzgewinnung ab. Bei Hallein am Dürrnberg wurde bis in letzte Zeit seit der jüngeren Steinzeit Salz gewonnen. Urzeitlich ist im Raum Mühlbach am Hochkönig und St. Johann im Pongau, insbesondere am Mitterberg, der Kupferbergbau, die Anfänge reichen bis in die ältere Bronzezeit zurück. Weiters, wenn auch nicht durch entsprechende, beweisende Funde belegt, wurde bei Gastein und Rauris am Rathausberg und am Hohen Goldberg und schließlich bei Fusch in Hierzbach, am Brennkogel und Kloben im Glocknergebiet der Hohen Tauern Goldbergbau betrieben. Darüberhinaus bestanden bei Werfen und Tenneck in Hölln und Schäferötzt und bei Bischofshofen am Buchberg Eisenbergbaue, die vermutlich mit großer Wahrscheinlichkeit bereits zur Eiszeit betrieben wurden.

Im Laufe der Jahrtausende und Jahrhunderte trat eine vielfältige Gewinnung von mineralischen Rohstoffen bzw Erzen ein, die von einem steten Auf und Ab begleitet war, wobei mehrfach in den einzelnen Bergbaugebieten ein Wandel in der Verwertbarkeit der gewonnenen Produkte auftrat, verursacht durch Veränderungen im Bedarf, durch Kosten der Gewinnung, wie von Erzaufbereitung und Verhüttung.

Bedingt durch die politischen Verhältnisse wurde der neuzeitliche Bergbau, insbesondere der Goldbergbau in den Hohen Tauern, 717 wieder aufgenommen, in weiterer Folge bestand um 1190 am Dürrnberg bei Hallein eine Salzgewinnung.

Intensive Bergbauaktivitäten traten zu Beginn des 14. und 15. Jahrhunderts auf und betrafen insbesondere in den Hohen und Niederen Tauern die Gold- und Silberbergbaue in Gastein, Rauris und Fusch im Pongau und Pinzgau, in Schellgaden und Rotgülden bei St. Michael und in Ramingstein im Lungau, gefolgt von den Eisenbergbauen im weiträumigen Bereich um Flachau-Tenneck im Pongau, Dienten am Hochkönig im Pinzgau und Bundschuh bei Thomatal im Lungau.

Gegen Ende des 15. Jahrhunderts und im folgenden 16. Jahrhundert fanden die Bergbauaktivitäten in Salzburg, insbesondere vertreten durch die Gold- und Silberbergbaue in Gastein, Rauris und Fusch, statt im Stadium der höchsten wirtschaftlichen Entfaltung. Zeitweise über 30 tätige Gewerke und mehrere hundert Bergbauanlagen zeugen von einer intensiven Bergbautätigkeit, sodaß im genannten Zeitraum Salzburg als mitteleuropäisches Goldland galt und dem Erzbistum Salzburg, unterstützt durch die Salzgewinnung, zu Wohlstand und Reichtum verhalf.

Nicht nur die Gold-, Silber- und Salzgewinnung bzw Erzeugung erlangte überregionale Bedeutung, darüberhinaus trat die Produktion von Kupfer, Blei, Arsen, Eisen, Nickel und Kobalt und Schwefelkies immer mehr in den Vordergrund.

Im ausgehenden 16. Jahrhundert und insbesondere im 17. und 18. Jahrhundert war für den Edelmetallbergbau der wirtschaftliche Höhepunkt bereits überschritten, die wirtschaftliche Bedeutung am Rohstoffsektor wurde vielfach durch den Buntmetall- und Eisenbergbau abgelöst, konnte jedoch den seinerzeitigen wirtschaftlichen Höhepunkt, wie er durch die seinerzeitige Edelmetallgewinnung gegeben war, nicht mehr erreichen.

Mit der Säkularisierung des Erzbistums Salzburg 1803 endete auch die bisherige Monopolstellung des Bergbaues, die darauf folgenden unruhigen politischen Verhältnisse wirkten sich ungünstig auf die wirtschaftlichen Verhältnisse Salzburgs aus.

Verstärkte Konkurrenz, gegeben durch die Eingliederung Salzburgs 1816 in den österreichischen Staatsverband eines Großreiches, und darüberhinaus die Verstaatlichung der meisten Montanbetriebe führten im 19. Jahrhundert zu einem wirtschaftlichen Niedergang der Montanindustrie. Innerhalb weniger Jahrzehnte wurden die meisten Montanunternehmen, wie der der Gold- und Silberbergbau am Rathausberg in Gastein, am Hohen Goldberg in Rauris, die Gold- und Silberbergbaue bei Fusch, der Gold- und Silberbergbau in Schellgaden bei St. Michael im Lungau, der Silberbergbau in Ramingstein im Lungau, die Kupferbergbaue bei Mühlbach im Pinzgau, weiters die Eisenbergbaue um Flachau-Tenneck im Pongau, bei Dienten am Hochkönig und Bundschuh bei Thomatal im Lungau und Flachau-Tenneck im Pongau samt den dazugehörigen Hüttenanlagen aufgelassen bzw durch Private erworben, jedoch, wie es sich in den meisten Fällen zeigte, ohne länger andauernde Existenzsicherung.

Nur wenige, meist in privaten Händen befindliche Montanunternehmen, vielfach Gewerkschaften, konnten ihre Position behaupten, dazu zählten vor allem der Kupferbergbau Mühlbach am Hochkönig samt den Hüttenanlagen in Außerfelden, dem späteren Mitterberghütten, der Gold- und Silberbergbau am Rathausberg in Gastein und am Hohen Goldberg in Rauris, der Arsenbergbau samt Hüttenanlagen in Rotgülden bei St. Michael im Lungau und letztlich der Eisenbergbau in Hölln und Schäferötz samt den Hochofenanlagen in Tenneck.

Kriegsbedingt, während des Ersten und Zweiten Weltkrieges, führte akuter Rohstoffmangel zur Aufnahme zahlreicher Bergbauaktivitäten auf vielfach bereits bekannten Erzlagerstätten bzw. Erzvorkommen, meist ohne Sicherung der Betriebsstandorte.

In den letzten Jahrzehnten führten internationaler Konkurrenzdruck und damit verbundene ungünstige wirtschaftliche Verhältnisse zur Aufgabe des Kupferbergbaues Mühlbach am Hochkönig, des Salzbergbaues am Dürrnberg bei Hallein und der Eisenbergbaue Hölln und Schäferötz bei Tenneck, der letzten traditionellen Montanbetriebe Salzburgs.

Vorübergehend führten Funde von Uranmineralien bzw. Erzen gegen Ende der 60iger und Anfang der 70iger Jahre zu Prospektionsarbeiten und Bergbauaktivitäten bei Forstau im Pongau, ohne nachhaltigen Erfolg.

Heute besitzt die in den 60iger Jahren entdeckte Scheelitlagerstätte Felbertal bei Mittersill im Pinzgau und der darauf bis heute geführte Wolframbergbau überregionale Bedeutung, gefolgt von der Gewinnung und Verarbeitung von Gips und Zementmergel und Kalk und den daran angeschlossenen Industrien in den verschiedenen Landesteilen Salzburgs.

## Montanhistorische Übersicht der bedeutenden Erzbergbaue und Hüttenwerke im Bundesland Salzburg

### *Gold und Silber*

Berichten nach griechischen und römischen Schriftstellern zu schließen, ist es sehr wahrscheinlich, daß bereits die Taurischer bzw Kelten einige Jahrhunderte vor Christi Geburt Gold aus den Flüssen und Bächen der Gebirgsgaue Salzburgs gewaschen haben. Goldbergbau dürfte mit hoher Wahrscheinlichkeit erst von den Kelten, dann weiter mit den Römern in den ersten nachchristlichen Jahrhunderten bis zum Ende des weströmischen Reiches 476 nach Christus betrieben worden sein. Die Römer führten aus dem Bereich der Hohen Tauern bedeutende Quantitäten an Gold ab, wovon die römischen Münzen mit der Bezeichnung „Metalli norici“ Zeugnis geben. Vermutlich waren es Goldbergbaue am Rathausberg, in der Siglitz am Pochart und Erzwies bei Gastein und am Hohen Goldberg in Rauris sowie im Fuschertal am Hierzbach und in der Schiedalpe sowie am Brennkogel und Kloben in den Hohen Tauern. Im ausgehenden Mittelalter im 15. und 16. Jahrhundert erlangte der Gold- und Silberbergbau die höchste Entfaltung, viele Gewerken, wie die Weitmoser, Zott und Strasser und Rosenberger, aber auch die Fugger und Welser, erlangten Reichtum und Wohlstand und Wohlhabenheit für das Erzbistum Salzburg. Sechs Bergbaureviere waren seit Alters her im Bereich der Hohen Tauern von Bedeutung:

- Goldzeche und Ritterkarkopf bei Heiligenblut in Oberkärnten
- Sonnblick und Hoher Goldberg bei Rauris
- Siglitz, Pochkar und Erzwies im Naßfeld bei Gastein
- Rathausberg bei Gastein
- Hierzbach, Brennkogel und Kloben bei Fusch

Von 717 nach Christus gibt es über das Naßfeld und den Rathausberg die ersten neueren Nachrichten, mehr erst ab 1400, wobei von 1450 bis 1550 die große Blütezeit der Gold- und Silbergewinnung erfolgte. Viele Publikationen befassen sich in weiterer Folge mit den mannigfachen Gründen des Bergbauverfalles, worauf hier nicht näher eingegangen wird. Immer wieder wurden Versuche unternommen, den Gold- und Silberbergbau zu aktivieren, so zwischen 1868 und 1907 von der alten Gewerkschaft Rathausberg, weiters von 1907 bis 1926 von der neuen Gewerkschaft Rathausberg unter Dipl.-Ing. Dr. Karl Imhof und ein letzter Versuch mit bedeutenden Neuaufschlüssen während des Zweiten Weltkrieges zwischen 1938 und 1945. Mit dem Rathausunterbaustollen, dem heutigen Thermal- oder Heilstollen, erfolgte die Aufschließung eines wichtigen zusätzlichen Bad Gasteiner Kurmittels, in dem heute heiße, feuchte, radiumhaltige Luft therapeutisch verwertet wird.

Nach der Größe und Erstreckung der alten Gold- und Silberbergbaue in den Hohen und Niederen Tauern zu schließen, betragen die Strecken der alten Stollen und Schächte ca 150 Kilometer mit einer durchgeführten Förderung von über 2 Millionen Tonnen gold- und silberhaltiger Erze. Für das Altertum wurde ein Ausbringen von 12 Tonnen Gold, für das Mittelalter von 10 Tonnen Waschgold und von 20 Tonnen Berggold, für die Neuzeit von 10 Tonnen Gold errechnet, somit zusammen größenordnungsmäßig 50 Tonnen Tauerngold gewonnen, dazu kommen noch mindestens 200 Tonnen Silber. Silber fiel in durchschnittlich 3 bis 4facher, mancherorts in noch größerer Menge bei der Goldgewinnung an.

Untergeordnete Bedeutung erlangte der seit 1354 genannte Gold- und Silberbergbau Schellgaden mit den Bergrevieren Schulter- und Stüblbau und Birgeck bei St. Michael im Lungau. Kurze Blütezeiten und lange Ruheperioden wechselten einander ab, bis zunächst 1892 und letztlich nach mehreren Bergbauaktivitäten 1941/42 der Montanbetrieb eingestellt wurde. Angestellte Untersuchungen hinsichtlich einer Scheelitgewinnung zur Erzeugung von Wolfram blieben angesichts unwirtschaftlicher Verhältnisse erfolglos.

Größere Bedeutung hatte der Silber- und Bleibergbau bei Ramingstein im Lungau mit den Bergrevieren Altenberg, Haderbau und Kräofen. Seit dem 14. bzw 15. Jahrhundert bis Ende des 18. Jahrhunderts lieferten die einzelnen Silber- und Bleibergbaue ansehnliche Mengen an Silbererzen mit insgesamt 300 Tonnen Silber, die in der Schmelzhütte in Ramingstein erzeugt wurden.

### *Kupfer*

Kupferbergbau wird seit ca. 4.000 bis 5.000 Jahren betrieben und befand sich im Gebiet von Mühlbach am Hochkönig und St. Johann im Pongau. Mehrere Bergreviere waren seit Alters her von Bedeutung. Dazu zählten die Bergreviere Mitterberg, genannt Nordrevier, Arthurstollen, genannt Südrevier, Burgschwaig und Bürgstein bei St. Johann und Buchberg bei Bischofshofen.

1829 zufällig wieder entdeckt, erfolgte die große Blütezeit der Kupfergewinnung in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts und während des Ersten und Zweiten Weltkrieges. Die Hüttenanlagen befanden sich zunächst in Mühlbach am Hochkönig und später in Außerfelden, dem heutigen Mitterberghütten, bis erstmals 1931 die Einstellung des gesamten Montanbetriebes und zuletzt 1977 aus wirtschaftlichen Gründen erfolgte.

An vielen weiteren Stellen des Bundeslandes Salzburg wurden seit langem Kupfererze gewonnen, einige davon sind ebenfalls bereits urzeitlich abgebaut worden, wobei insbesondere Viehhofen im Saalachtal, Stimmel bei Mittersill im Pinzgau und St. Veit im Pongau zu nennen sind. Bedeutung erlangten die Kupferbergbaue im Großarlal im Pongau mit den Bergrevieren Schwarzwand, Krämahder, Kardeis, Schappachalpe, Alttofern, Astentofern und Harbachberg, deren Kupfer- und Schwefelerze bis zur Betriebseinstellung 1852 in den Hüttenanlagen in Hüttschlag verarbeitet wurden. Von nicht minderer Bedeutung zeigten sich die Kupferbergbaue im Brenntal bei Bramberg, im Untersulzbachtal bzw. Hochfeld bei Neukirchen am Großvenediger, am Lien- und Limberg und am Klucken und Walchen bei Zell am See und letztlich in Rettenbach bei Mittersill im Pinzgau, deren Kupfer- und Schwefelerze in den Hüttenanlagen in Mühlbach im Pinzgau bis zur Betriebseinstellung 1864 zu Kupfer und Schwefel verarbeitet wurden.

Kleinere, regional bedeutsame Kupferbergbaue bestanden zwischen 1850 und 1880 bei Larzenbach, Gielach und Iglbach bei Hüttau im Fritztal im Pongau und weiters ein Kupfer- und Silberbergbau am Seekar am Radstädter Tauern, der seit 1576 und zuletzt während des Ersten Weltkrieges in Betrieb stand. Wirtschaftlich interessant war nach dem 15. Jahrhundert der Kupfer-Silberbergbau Leogang im Pinzgau mit den Bergrevieren Schwarzleo, Nöckelberg und Vogelhalt, deren kupfer- und silberhaltige Fahlerze, aber auch Quecksilber-, Nickel- und Kobalterze in den Hüttenanlagen in Hütten und Sonnhalm bei Leogang zu Silber, Kupfer, Nickel und Kobalt bis zur Betriebseinstellung 1833 bzw. 1880 verarbeitet wurden.

### *Schwefelkies*

Schwefelkies war vor Jahrhunderten bis in das 19. Jahrhundert als Rohstoff zur Alaun- und Vitriolerzeugung bergmännisch interessant, später zur Schwefelgewinnung für die Erzeugung von Schießpulver und als Ausgangsstoff für Bleichlauge in der Papierindustrie. Das relativ häufige Auftreten von Schwefelkies führte zur Inbetriebnahme zahlreicher Schwefel- und zum Teil Kupferbergbaue.

Bedeutende Montanbetriebe bestanden seit dem 16. Jahrhundert im Großarlal im Pongau bis zur Stilllegung 1848 bzw. 1852, ferner in Rettenbach bei Mittersill im Pinzgau, der bereits im 14. und 15. Jahrhundert in Betrieb stand und mit Unterbrechungen bis 1807 geführt und zuletzt während des Zweiten Weltkrieges zwischen 1940 und 1944 Bergbauaktivitäten aufwies.

Auf zahlreiche Erzvorkommen um Zell am See, insbesondere am Lien- und Limberg, wurden ab dem 15. Jahrhundert Schwefel- und Kupferbergbaue getätigt. Bedeutend war zeitweise der Schwefelbergbau in Schwarzenbach bei Dienten am Hochkönig im Pinzgau, der letztlich 1952 aufgelassen wurde.

Darüberhinaus fanden vielfach an kleinen, vielfach kaum abbauwürdigen Erzvorkommen Bergbauaktivitäten statt.

Schwefel war insbesondere während des Ersten und Zweiten Weltkrieges ein wertvolles Nebenprodukt bei der Verhüttung gold- und silberhaltiger Erze in den Hohen Tauern aus dem Montanbetrieb in der Siglitz im Naßfeld bei Gastein im Pongau.

### *Nickel und Kobalt*

Kobalt, insbesondere Kobaltblau, hatte in der Glasindustrie zum Färben des Glasflusses insbesondere in den früheren Jahrhunderten übergeordnete Bedeutung und war ein gesuchter Rohstoff. Später im

19. Jahrhundert wurde Nickel vor allem für die Erzeugung rostfreier Stähle und als Ersatz für Silber in der Besteck- und Münzherstellung herangezogen.

Durch das Auftreten von Kobalt und Nickelerzen entwickelte sich im obersten Weißpriachtal an der Landesgrenze zur Steiermark im Bereich der Zinkwand im Lungau ein ausgedehnter Montanbetrieb, wobei zunächst der Bergbau im 17. und 18. Jahrhundert auf Silber- und Kupfererze, im 18. Jahrhundert auf Kobalterze und letztlich im 19. Jahrhundert auf Nickelerze betrieben wurde. Die Hüttenanlagen bzw. die Produktionsstätten befanden sich bei Schladming bzw. Mandling in der Steiermark.

Weitere Kobalt- und Nickelbergbaue standen bei Hütten in Leogang im 18. und in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts in Betrieb, die Hüttenanlagen zur Erzeugung von Kobaltspeise und Nickel befanden sich in Sonnrain bei Leogang.

Mehrere Erzvorkommen, die zu Bergbautätigkeiten Anlaß gaben, befanden sich im Bereich der Pfeifenbergeralm im Murwinkel im Lungau und im Haidbachgraben bei Mittersill im Pinzgau.

#### *Arsen*

Eine Besonderheit Salzburgs, ja selbst Europas, war lange Zeit das Erzvorkommen in Rotgülden im Murwinkel im Lungau und die Arsenproduktion zur Erzeugung von Arsenik, genannt „Hüttrach“ bzw. Hüttenrauch, Rauschgold und Realgar. Bereits im 13. und 14. Jahrhundert erwähnt, lag ursprünglich der Schwerpunkt des Abbaues auf Gold- und Silbererze, später im ausgehenden 14. Jahrhundert stand die Gewinnung von Arsenik und die in der benachbarten „Gifthütte“ vorgenommene Hüttenraucherzeugung im Vordergrund, die bis zur Einstellung des Montanbetriebes 1879/84 währte, als wegen der großen ausländischen Konkurrenz das Montanunternehmen unrentabel wurde. Der vermehrte Bedarf an Arsenprodukten für Schädlingsbekämpfungsmittel führte zu einer kurzen Wiederaufnahme des Montanbetriebes nach dem Ersten Weltkrieg um 1923/24, ohne jedoch einen nachhaltigen Erfolg zu verzeichnen.

Während der beiden Weltkriege war die Arsenerzeugung ein wichtiges Nebenprodukt bei der Verarbeitung der gold- und silberhaltigen Erze der Hohen Tauern in der Siglitz im Naßfeld bei Gastein im Pongau.

#### *Eisen*

Zahlreiche Montanbetriebe, deren Betriebsgründungen bis in das 13. und 14. Jahrhundert zurückreichen, befanden sich bei Flachau-Tenneck im Pongau mit den Bergbauen am Hohen Schwarzen, Fürbach bei Wagrain und Thurnberg bei Altenmarkt, weiters bei Werfen mit den Bergbauen Flachenberg, Moosberg und Windingsberg, Hölln und Schäferötztal und schließlich bei Dienten am Hochkönig im Pinzgau und Bundschuh im Thomatal und Kendlbruck im Lungau.

Die Säkularisierung des Erzbistums Salzburgs 1803 und die Eingliederung Salzburgs 1816 in den österreichischen Staatsverband führte zu einem enormen Konkurrenzdruck am Eisen- und Stahlsektor von Seiten der Steiermark und Kärnten als Großproduzenten, sodaß in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts mit Ausnahme des Eisenwerkes Konkordiahütte in Tenneck mit den Bergbauen Hölln und Schäferötztal sämtliche Eisenbergbaue und Eisenindustrie zum Erliegen kamen.

#### *Blei und Zink*

Blei und Zink hatten in Salzburg nie eine größere wirtschaftliche Bedeutung, wobei insbesondere Zink mit Kupfer als Legierungsbestandteil zu Messing mit den Messingwerken in Oberalm und Ebenau im Flach- und Tennengau eine besondere wirtschaftliche Bedeutung besaß.

Im 16. und 17. Jahrhundert wurden mehrere Erzvorkommen beschürft, von denen der Bergbau am Korain bei St. Martin im Pongau am bedeutendsten war. Unbedeutende Anbrüche traten an der Fallsteinwand bei Werfen und an der Scharlalpe bei Filzmoos im Pongau auf.

Wesentlich auf die Bleigewinnung zielten einige Montanbetriebe im Bereich der Gold- und Silberbergbaue in den Hohen Tauern, insbesondere in der Erzwies bei Gastein im Pongau und weiters in Ramingstein im Lungau ab, wo, wie bereits erwähnt, in mehreren Bergrevieren silberhaltiger Bleiglanz gewonnen und in den Hüttenanlagen zu Silber und Blei geschmolzen wurde.

Untergeordnete Bedeutung hatten die Erzvorkommen und der darauf geführte Bergbau in Thumersbach bei Zell am See im Pinzgau. Die silberhaltigen Bleierze wurden im 17. und 18. Jahrhundert in der nahegelegenen Hüttenanlage am Thumersbach verschmolzen.

Größere Bedeutung zeigten, insbesondere in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts, die Bleiglanz-Zinkblende- und Flußspatvorkommen Achselalpe und Hintere Flecktrogalpe im Hollersbachtal im Pinzgau. Bereits im Mittelalter auf Silber betrieben, folgten größere Bergbauaktivitäten zwischen 1515 und 1629 und letztlich Aufschlußarbeiten samt Abbaubetrieb zwischen 1905 und 1915 und 1925 und 1929 und während des Zweiten Weltkrieges zwischen 1939 und 1942.

#### *Mangan*

Manganvorkommen wurden zwischen Abtenau und Golling im Tennengau am Tennengebirgs-nordrand während des Zweiten Weltkrieges zwischen 1939 und 1943/44 eingehend untersucht und beschürft, darüberhinaus ein kleines gleichartiges Erzvorkommen am Drachenloch in Grödig bei St. Leonhard im Flachgau.

Um 1955 entdeckte Manganvorkommen im Gebiet der Kammerlingalm und Kalbrunnalm nächst Weißbach bei Lofer im Pinzgau wurden eingehend untersucht, ohne eine wirtschaftliche Verwertung vorzunehmen.

#### *Wolfram*

Vorkommen von Scheelit, ein Wolframerz, sind in Salzburg seit 1826/27 aus dem Gold- und Silberbergbau in Schellgaden bei St. Michael im Lungau bekannt. Angestrengte Prospektionsarbeiten in den 50iger und 70iger Jahren zeigten jedoch keine wirtschaftlich gewinnbare Vorräte.

In den 60iger Jahren wurde im Zuge intensiver auf Scheelit ausgerichtete Untersuchungen ein ausgedehntes Scheelitvorkommen im Felbertal bei Mittersill im Pinzgau entdeckt und wird seit 1974 bergmännisch zunächst im Tagbau und schließlich im Untertagebau abgebaut und die gewonnenen Erze in einer nahegelegenen Anlage im Felbertal dem Aufbereitungsprozeß zugeführt.

Im Zuge von Prospektionsarbeiten entdeckte Scheelitvorkommen im Bereich Wagrain-Kleinarltal zeigten keine wirtschaftliche Bedeutung.

#### *Uran*

Nach dem Zweiten Weltkrieg 1946 setzten, von den Besatzungsmächten initiiert, intensive Prospektionsarbeiten auf Uran ein. Dabei wurden die Bereiche des ehemaligen Kobalt- und Nickelbergbaues im obersten Weißpriachtal im Bereich der Zinkwand im Lungau und das Gebiet des ehemaligen Silber-, Kupfer-, Kobalt- und Nickelbergbaues in Hütten bei Leogang untersucht.

Sporadische Uranmineralisationen fanden sich im Raum Gastein, insbesondere am Rathausberg im Rathausbergunterbaustollen, dem heutigen Thermal- oder Heilstollen, jedoch ohne wirtschaftliche Bedeutung.

Bemerkenswerte Uranvorkommen im Bereich des Kupferbergbaues Mitterberg in Mühlbach am Hochkönig im Pongau führten zwischen 1969 und 1976 zu intensiven Prospektionsarbeiten.

1970 entdeckte Uranvorkommen führten im Bereich Forstau zwischen 1971 und 1980 zu intensiven Prospektionsarbeiten, die mangels nachgewiesener Wirtschaftlichkeit einen Montanbetrieb nicht rechtfertigten.

## Montangeschichte einiger spezieller, wirtschaftlich bedeutender Erzbergbaue und Hüttenbetriebe

Zentralalpen und Hohe Tauern

*Gold- und Silberbergbaue*

*Gold- und Silberbergbau, Rathausberg, Gastein*

Von den zahlreichen Edelmetallbergbauen in den Hohen Tauern war jener am Rathausberg über viele Jahrhunderte hindurch der wirtschaftlich bedeutenste und dadurch auch ertragreichste.

Zahlreiche Historiker und Montanisten beschäftigten sich mit der wechselvollen Geschichte, wobei die Aktivitäten von den verschiedensten Gesichtspunkten beleuchtet und interpretiert wurden, oftmals im Hinblick auf eine Wiederaufnahme des Bergbaues.

### ***Beginn und Frühzeit***

Ob die Edelmetallvorkommen des Gasteinertales schon von den Römern bekannt waren, ist nicht mit Sicherheit feststellbar, jedoch mit großer Wahrscheinlichkeit anzunehmen.

Der organisierte Bergbau ist ab 1342 nachweisbar, als Erzbischof Heinrich von Pyrnbrunn für Gastein eine eigene Bergwerksordnung erließ. Im zweiten Drittel des 14. Jahrhunderts erreichte die Edelmetallproduktion eine erste bescheidene Hochblüte. Die einzelnen Bergbaue wurden damals gegen Frohn und Wechsel von finanzkräftigen Unternehmern aus Salzburg, Wien und namentlich auch aus Judenburg gepachtet. In dem bedeutenden obersteirischen Handelszentrum wurde unter anderem auch Gasteiner Edelmetall vermünzt. Ende des 14. Jahrhunderts gingen die wirtschaftlichen Erträge zum ersten Mal drastisch zurück. Die Ursache lag hauptsächlich darin, daß man bis dahin die obersten Horizonte im Ausgehenden der Tauerngoldgänge ausgebeutet hatte, welche in einer bescheidenen Oxidations- und Zementationszone verhältnismäßig reiche und zudem leicht gewinnbare Erze geliefert hatten. Die Aufschließung tieferer Lagerstättenteile mittels zwangsläufig längerer Stollen- und Schachtanlagen und den damit assoziierten Problemen der Wasserhaltung und Bewetterung waren hingegen mit wesentlich mehr Kapitalaufwand verbunden.

Um die darniederliegenden Montanbetriebe wieder aufzurichten, gewährten die Landesherrn während der ersten Hälfte des 15. Jahrhunderts finanzkräftigen Interessenten besondere Vergünstigungen, wie Frohn- und Wechselfreiheit und Mitbauverträge. 1477 erließ Erzbischof Bernhard von Rohr eine umfassende Bergordnung, die im gesamten Erzbistum Salzburg Gültigkeit besaß. Bedingt durch den Konjunkturaufschwung traten ab 1480 namhafte Großgewerke und Handelshäuser im Gasteiner Montanwesen, allen voran die aus Augsburg stammenden Fugger, auf. Anfänglich kauften die Fugger die Edelmetallproduktion auf und führten die Produkte nach Venedig aus. Umgekehrt belieferten sie die zahlreichen kleinen heimischen Schmelzhütten mit Blei, vornehmlich aus Bleiberg in Kärnten. Blei war bei der Verhüttung von Gold und Silber unentbehrlich. Vielfach wurden den Kleingewerken Kredite gewährt und führten zur Verpfändung der Gruben. Bedingt durch die Zahlungsunfähigkeit der Kleinunternehmer gelangten die Fugger in den Besitz zahlreicher Bergbauanteile, die größtenteils im Pochkar-Erzwies-Bergbaurevier lagen. Das Engagement der Fugger endete 1511 mit dem Tod Ulrich Fuggers, nachdem in Salzburg eine Münzstätte errichtet worden und somit das Ankaufsmonopol für Edelmetall weggefallen war.

### ***Privatgewerkentum zwischen Mittelalter und Neuzeit***

Inzwischen hatten sich heimische Gewerke, insbesondere mit umfangreichem Lebensmittelhandel, als kapitalkräftige Unternehmer profiliert, die das Vertrauen der Erzbischöfe genossen. Darunter befanden sich die später berühmten Weitmoser, Zott und Strasser. Die Auswirkungen der Bauernkriege 1525/26 zwangen schließlich die bisher verbliebenen meisten Kleingewerke zur Aufgabe ihrer Betriebe. Die wirtschaftliche Schlagkräftigkeit der neuen Großgewerke resultierte aus einer Straffung der Betriebsorganisation und einer Reihe technischer Innovationen. Beispielsweise gestattete die Einführung des Naßpochverfahrens, nichtausgebrachtes Erz aus Abraumhalden vorangegangener Betriebsperioden zu extrahieren. 1544 ließ Herzog Ernst eine großangelegte

Rechen- und Einländungsanlage für Triftholz im Bereich des heutigen Lend errichten. Das Holz diente zur Erzeugung von Holzkohle, welches an die Gasteiner und Rauriser Gewerke verhandelt wurde. Um 1540 erbaute Christoph Weitmoser an der Mündung der Gasteiner Ache in Unterlend die erste Schmelzhütte. Die Hauptmenge an Erz verschmolz Weitmoser allerdings noch längere Zeit in der betriebseigenen Hütte in Hundsdorf bei Hofgastein. Der Gewerke Martin Strasser errichtete 1555/56 eine zweite Schmelzhütte in Oberlend.

Die Hochblüte des frühneuzeitlichen Montanwesens beschränkte sich im wesentlichen jedoch auf die späten 50iger Jahre des 16. Jahrhunderts. Durchschnittlich wurde 650 Kilogramm Gold und 2.000 bis 2.500 Kilogramm Silber pro Jahr produziert, absolute Rekordergebnisse waren 1557 mit 830 Kilogramm Gold und 2.723 Kilogramm Silber zugegen. 1559 ging die Produktion rasch zurück. Zwischen 1567 und 1589 halbierte sich die produzierte Menge, aber schon 1597 wurde nurmehr die Hälfte des Wertes von 1589 erreicht. 1615 betrug die Produktion nurmehr ca 3 Kilogramm Gold und 6 Kilogramm Silber, ein markanter Einbruch im Edelmetallbergbau. Die Gründe wurden zwischenzeitlich oft diskutiert, nach heutiger Meinung war zweifellos einer der Hauptgründe die Erschöpfung der in den einzelnen Gruben aufgeschlossenen Erzmittel, zumal die Privatgewerke mit dem Hoffnungsbau viel zu spät, nämlich erst in der Krise, begonnen hatten.

### ***Erzbischöflicher Bergbau im 17. und 18. Jahrhundert***

1616 wurden die Montanbetriebe vom Erzbistum Salzburg übernommen. Unter Erzbischof Paris Lodron kam es zur organisatorischen Konzentration der staatlichen Bergbaue innerhalb der sogenannten „Haupthandlung“. Die bereits von den Gewerke aufgegebenen Bergbaueviere Pochkar und Erzwies wurden nicht mehr in Betrieb gesetzt und die Aktivitäten konzentrierten sich auf den Gold- und Silberbergbau am Rathausberg. Die Verwaltung wurde von Hofgastein nach Gastein verlegt, jedoch 1681 wurde ein Teil wieder nach Hofgastein situiert.

Die technische Rückständigkeit der veralteten technischen Einrichtungen mit hohen Aufbereitungsverlusten führte 1741 zu einer Neuerrichtung der Erzaufbereitungsanlagen samt dazugehörigen Verwaltungs-, Werkstatt- und Wohngebäuden im Areal des heutigen Montandenkmals in Bockstein.

1746 erfolgte zur Effizienzsteigerung die Aufstellung eines neuen großen Pochers und ungarischer Stoß- und Rüttelherde zur Schlichaufbereitung. Um die Erze vom Rathausberg direkt zu den neuen Aufbereitungsanlagen in Bockstein transportieren zu können, wurde der Entschluß zu einer Neutrassierung der Sackzugriese gefaßt, sodaß die Produktion nach neuen verbesserten und wirtschaftlichen Methoden 1749 anlaufen konnte. Die neue Aufbereitungstechnik führte zu einer Minderung der Gesteinskosten und ermöglichte eine Produktionssteigerung von fast hundert Prozent.

Die Erze stammten vielfach aus tieferen Horizonten des Rathausberges. Durchschnittlich waren beim Erzabbau 80 Mann beschäftigt, im Hoffnungsbau ca 20. Die Trennung des erzführenden Hauwerkes geschah am Berg, meist händisch, um unnötige Transportkosten zu sparen. Weißgüldiges Glaserz lieferte mit 6 Lot pro Zentner göldisches Silber (knapp 6 Gramm/Tonne) die höchsten Edelmetallgehalte. Kiese und Glanze waren mit 3 bis 4 Lot pro Zentner (knapp 3 bis 4 Gramm/Tonne) ärmer. Hierbei war das beim Schmelzprozeß gewonnene göldische Silber eine Goldsilberlegierung, bei welcher der Goldanteil nur etwa 1/7 bzw 14 Prozent betrug. Beispielsweise wurde 1787 aus 1.000 Kübel Pochgänge (ca 34,5 Kubikmeter Erzkonzentrat) durch Amalgamation ein Mark Gold (281 Gramm), durch den Schmelzprozeß zusätzlich immerhin 8 bis 10 Mark göldisches Silber (2,2 bis 2,8 Kilogramm) gewonnen. 1.000 Kübel Kolbenbruch (verunreinigte, minderwertige Erze), ca 58,8 Tonnen, lieferten 1 bis 2 Mark Waschgold (0,28 bis 0,56 Kilogramm) aus dem Amalgamationsverfahren sowie zusätzlich 2 bis 4 Mark (0,56 bis 1,12 Kilogramm) göldisches Silber aus dem Hüttenprozeß. Jährlich wurden durchschnittlich ca 4.000 Kübel reines Erz (ca 138 Kubikmeter) und 40.000 Kübel Kolbenbruch (1.380 Kubikmeter oder 2.350 Tonnen) gefördert. Der Materialaufwand betrug 50 Zentner Schießpulver (2,8 Tonnen) und 80 Zentner Eisenzeug (4,5 Tonnen).

Das geschiedene Erz beförderten die Sackzieher im Winter nach Weihnachten zur Erzaufbereitung nach Bockstein. Ein Sackzug bestand aus 20 bis 24 Schweinshautsäcken, die 34 bis 40 Kübel faßten und somit 2 bis 2,5 Tonnen wogen.

Die Erzaufbereitungsanlage mit insgesamt 90 Pochstempeln konnte täglich 300 Kübel (ca 10 Kubikmeter) Erz verpochen. Der sogenannte Köpflschlich wurde in der Goldmühle amalgamiert, der ausgewaschene Erzschlich und das schon am Berg geschiedene Reicherz gelangten zur Verschmelzung. 90 Prozent davon wurden in der Hütte Lend verarbeitet, den Rest von immerhin 1.200 Zentner jährlich (67,8 Tonnen) übernahm die 1766 neu errichtete Schmelzhütte am Eingang des Anlaufftales. Aus der Amalgamation wurden nach Auspressung und Rückgewinnung eines Großteils des Quecksilbers weißgraue Goldkugeln von 2,5 Mark (0,7 Kilogramm), in späterer Zeit Kegelformen, die bis zu 4 Mark (1,1 Kilogramm) schwer waren, zur Vermünzung nach Salzburg versandt.

Die ausgezeichnete Gesamtproduktion der Edelmetallbergbaue am Rathausberg, am Rauriser Goldberg und auf der Hirzbachalpe bei Fusch lag in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts bei 57 Kilogramm Gold und 290 Kilogramm Silber im Jahresdurchschnitt. Der Ertragsüberschuß lag jährlich bei rund 50.000 Gulden (ca 50 Millionen Schilling). Der Anteil des direkt aus dem Erz ausschmelzbaren Goldes verringerte sich von jahrhundertlang üblichen 10 Prozent ab 1780 allerdings auf 5 Prozent, nach 1830 auf nurmehr 1 Prozent. Die ertragreichen Glaserze waren gegen Ende des 18. Jahrhunderts weitgehend erschöpft.

Die günstigen Betriebsergebnisse gaben Anlaß, um die Wende zum 19. Jahrhundert auf dem technischen Sektor größere Investitionen zu tätigen. Am Rathausberg wurden drei Pochwerke installiert und das Pochklein durch eine Holzröhrenleitung in das Tal geführt. Darüberhinaus wurde 1805 ein hölzerner Schrägaufzug, eine frühe Form einer Standseilbahn, errichtet und mit einem großen Wasserrad betrieben.

### ***Ärarischer Bergbau im 19. Jahrhundert***

Die Säkularisierung des Erzbistums 1803 und die politischen Wirren führten den Edelmetallbergbau in Schwierigkeiten, zumal fällige Löhne nicht bezahlt wurden und sich der Absatzmarkt für Montanprodukte entscheidend veränderte, vor allem durch den Wegfall des eigenstaatlichen Salzburger Münzwesens. Kapitalintensive Hoffungsbauten war nicht der erhoffte Erfolg beschieden, trotz der intensiven Bemühungen anerkannter Bergsverwalter wie Sigmund Werksätter, Joseph Russegger und Carl Reissacher.

1855 betrug der Nettoverlust bereits 17.648 Gulden und das Ärar versuchte, das Montanunternehmen zu veräußern. Mangels Käufer mußte 1864 aus wirtschaftlichen Gründen der Montanbetrieb eingestellt und die Bergwerksanteile dem Land Salzburg übergeben werden.

Im Betriebszeitraum des 19. Jahrhunderts wurden insgesamt 233.148 Tonnen Erz verarbeitet und daraus 2.970 Kilogramm Feingold und 12.259 Kilogramm Feinsilber erzeugt. Daraus ergibt sich ein ausgebrachter Gehalt der Erze von 12,74 Gramm pro Tonne Gold und 52,58 Gramm pro Tonne Silber. Die für heutige Verhältnisse mangelhafte Aufbereitungstechnik führte dazu, daß etwa 50 Prozent des Edelmetallgehaltes verloren gingen, sodaß die Erze etwa den doppelten Edelmetallgehalt aufwiesen.

### ***Gewerkschaft Rathausberg***

1866 bis 1868 schlossen sich kapitalkräftige Bad Gasteiner und Hofgasteiner Bürger, aber auch Salzburger Bürger zusammen und gründeten die Erste Gewerkschaft Rathausberg, um, wie es hieß, der Bevölkerung Arbeit und Brot zu geben. 1871 konnte die Versuchsproduktion begonnen werden, der reguläre Bergbaubetrieb wurde 1875 unter Gewerkschaftsdirektor und Obmann Franz Guggenbichler und Bergverwalter Joseph Klingler aufgenommen.

Das Montanunternehmen investierte die hohe Summe von 60.000 Kronen. Zur Rationalisierung wurden die technischen Einrichtungen vielfach erneuert und neu installiert. Dazu zählten eine Förderbahn und die Errichtung einer Steinbrechmaschine und dreier Poch- und Waschwerke. Außer den üblichen Salzburger Stoßherden waren zwei zweiseibige Harzer Feinkornsetzmaschinen in Betrieb. Das in den Goldmühlen mittels Amalgamation in den Erzaufbereitungsanlagen in Bockstein gewonnene Mühlgold wurde an das k.k. Hauptmünzamt in Wien abgeliefert. Die naßmechanisch aufbereiteten Schliche bzw Erzkonzentrate gingen zur pyrometallurgischen Verhüttung nach Freiberg in Sachsen im Deutschen Reich.

Bereits 1876 wurden 10 Tonnen Scheiderze mit Durchschnittsgehalten von 115 Gramm pro Tonne Gold und 531 Gramm pro Tonne Silber eingelöst.

Zwischen 1878 und 1898 betrug der Reingewinn 265.000 Kronen und war als erfolgreich zu bezeichnen. Zweifellos wurde vielfach Raubbau betrieben und der zukunftsichernde Hoffungsbaubetrieb vernachlässigt. Außerdem wurden zwischen 1887 und 1905 größtenteils Erze aus dem alten Versatz oder ausgeklaubtem Haldenmaterial aufgearbeitet. Dieser Umstand rächte sich, als in den 90er Jahren die aufgeschlossenen Erzmittel durch die sogenannte „Rathausberger Fäule“, einer geologischen Störungszone, abgeschnitten wurden.

Nach einem langjährigen Durchschnitt von knapp 20 Kilogramm Gold und Rekordwerten von ca 40 Kilogramm im Zeitraum von 1895 und 1896 sank die Produktion ab 1898 auf die Hälfte und betrug 1906 nurmehr knapp 5 Kilogramm Gold, womit der Montanbetrieb völlig unrentabel wurde, sodaß 1907 die Einstellung erzwungen wurde.

1907 übernahm der aus der Schweiz stammende Dipl.-Ing. Dr. Karl Imhof, bauführender Ingenieur beim Eisenbahntauerntunnel Bockstein-Mallnitz (Bauzeit 1901 bis 1909), das Montanunternehmen und gründete mit dem Schweizer Finanzier Fritz Mayer-Fierz die Zweite Gewerkschaft Rathausberg. Umfangreiche montangeologische Untersuchungen in den Bereichen der alten Bergbauanlagen zeigten unbefriedigende Ergebnisse, die einen wirtschaftlich zu führenden Bergbaubetrieb nicht garantierten. Darüberhinaus zeigten die übernommenen und bereits veralteten Erzaufbereitungsanlagen ein unzulängliches Erzausbringen von 40 bis 45 Prozent. Nach eingehenden Untersuchungen wurde das großzügig geplante Unterbauprojekt im Bergbaurevier Siglitz-Pochkar-Erzwies im Naßfeld in Angriff genommen und sämtliche Bergbauaktivitäten dorthin gesetzt.

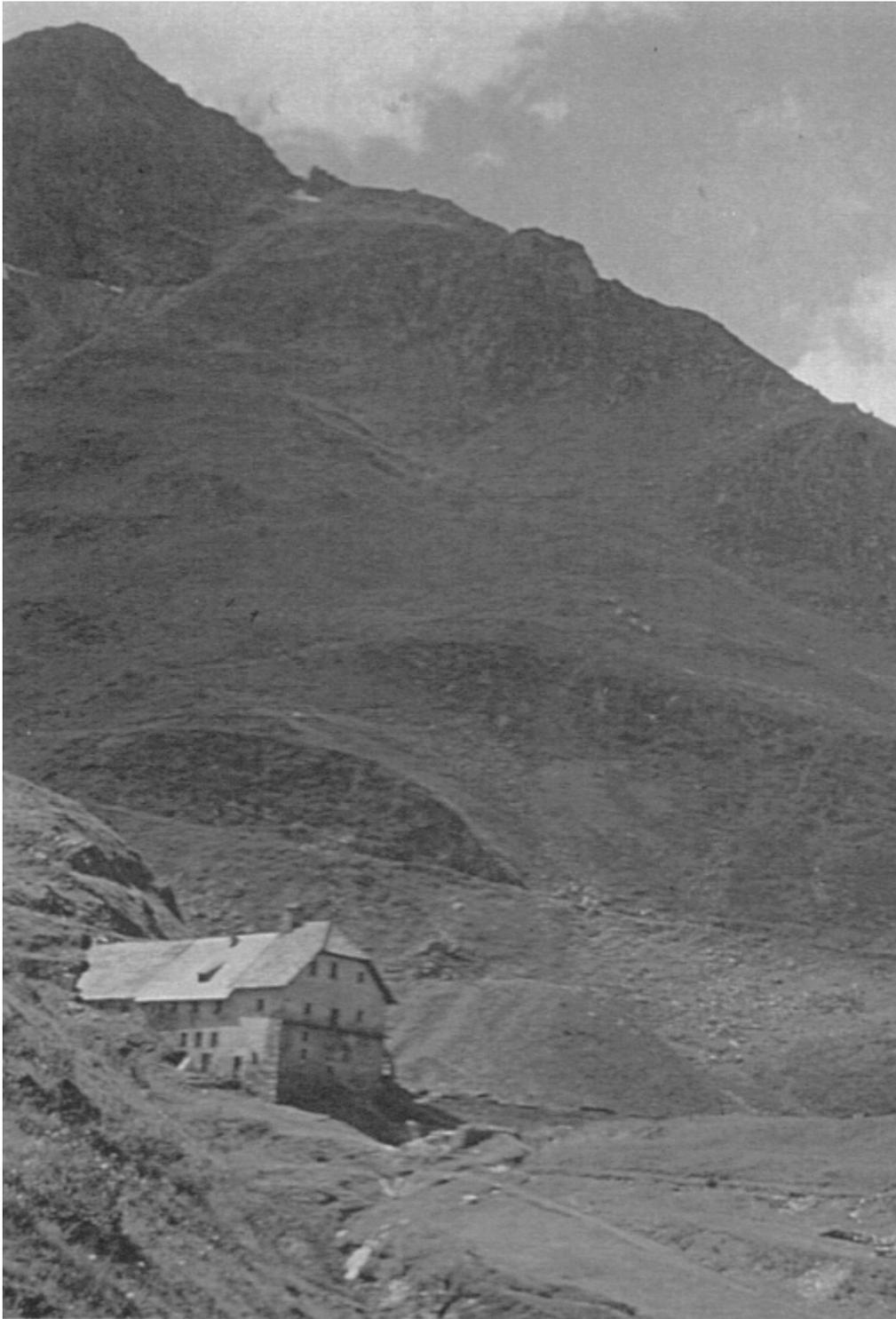


Gold- und Silberbergbau Rathausberg bei Gastein, Hieronymusstollen; 1930

### ***PREUSSAG und Gasteiner Heilstollen Betriebsgesellschaft***

1938 übernahm pachtweise der englische „Edron Trust“ den Bergbaubetrieb im Naßfeld, doch im selben Jahr wurde das Bergbauunternehmen zur Gänze von der Preussischen Bergwerks- und Hütten AG übernommen.

Neben den Hauptaktivitäten im Imhofunterbaustollen schenkte die Preussische Bergwerks- und Hütten AG die Interessen unter anderem wieder dem Rathausberg. Bereits im 18. Jahrhundert



Gold- und Silberbergbau Rathausberg bei Gastein, Hieronymusstollen; 1950

wurden klägliche Versuche unternommen, mittels eines Stollens den Rathausberg bzw die Erzgänge zu unterfahren, jedoch erst 1940 wurde das Großprojekt durch den Paselstollen oder Rathausbergunterbaustollen bzw dem späteren Thermal- oder Heilstollen in Angriff genommen. Bedauerlicherweise traten die hochgesteckten Erwartungen nicht ein, sodaß nach umfangreichen

Aufschlußarbeiten 1944 der Montanbetrieb kriegsbedingt, wie die Bergbauaktivitäten im Imhofunterbaustollen im Naßfeld, eingestellt werden mußte. Insgesamt wurden 3.650 m an Stollen, Strecken und Aufbrüche angelegt, jedoch keine bauwürdigen Erzaufschlüsse erschlossen.

Bedeutsam erwiesen sich jedoch die hohen Lufttemperaturen, verbunden mit Radonemanationen in einigen Stollenbereichen, die nach 1945 wissenschaftlich untersucht und als Heilmittel erkannt wurden.

1952 wurde neben der Gewerkschaft Rathausberg eine eigene Heilstollen Betriebsgesellschaft gegründet. Die ehemalige Gewerkschaft Rathausberg, die heutige Erzbergbau Rathausberg Ges.m.b.H., ist organisatorisch und personell vollständig in die eben erwähnte Gesellschaft eingegliedert.

Bekannte Bergverwalter und Betriebsleiter waren Markscheider Karl Zschocke, Dipl.-Ing. Ferdinand Florentin-Blumfeld, Dipl.-Ing. Hans Welser, die kaufmännische Verwaltung hatten Hans Holleis und Albin Rainer inne. Heute obliegt die Geschäftsführung der Heilstollen Betriebsgesellschaft Dkfm. Josef Hartlieb, als Betriebsleiter fungiert Dr. Peter Brandmaier.

*Gold- und Silberbergbau Siglitz-Pochkar-Erzwies im Naßfeld und Silberpfennig bei Gastein, Pongau*

***Ausgehendes Mittelalter und frühe Neuzeit***

Die Erzwies, das Baukarl und die Bauleiten bzw Pochleiten am Südabhang des Silberpfennigs wie auch der Seekogel oder Seekopf wurden bereits ab der zweiten Hälfte des 14. Jahrhunderts vom Angertal her aufgeschlossen. Die Bezeichnung Erzwies scheint bereits 1375 auf. Das Hauptaugenmerk der Bergbauaktivitäten war auf das Ausgehende der Erzgänge im Bereich einer bescheidenen Oxidations- und Zementationszone besonders edelmetallreicher Erze ausgerichtet, die ohne aufwendigen Stollen- oder Schachtbau zu gewinnen waren. 1420 bestand bereits ein mehr als 700 Meter langer Stollen und Erbstollen und zeugt von reger Bergbautätigkeit.

Bedeutsam war, daß größtenteils die Erze von der Bauleiten und vom Seekogel über die Baukarlscharte in die Erzwies geliefert und von dort per Sackzug zur Aufbereitungsanlage bei der Gadauner Grundalm im hintersten Angertal hinab transportiert wurden. Während des 14. und in der ersten Hälfte des 15. Jahrhunderts standen kleinere Erzaufbereitungsanlagen mit Erzmühlen und Waschherden in Verwendung und es wurde nur Schlich- bzw Mühlgold gewonnen auf dem Weg der naßmechanischen Erzanreicherung und anschließenden Amalgamation. Die Schmelzanlage dürfte um 1470 bis 1495 ihren Hochbetrieb gehabt haben. Ab 1490 war auch der Bischof von Brixen, Melchior von Meckau, im erheblichen Ausmaß am Bergbau und Hüttenbetrieb beteiligt. Ab 1494, im verstärkten Ausmaß dann ab 1509, gelangten die Erze in das Haupttal hinaus, wo zuerst Lazarus Keutzl der Jüngere und später Melchior von Meckau eine Schmelzhütte in der Kötschau, dem heutigen Bad Bruck, betrieb. Gleichzeitig besaßen auch die Augsburger Fugger Bergbaue in den Revieren Erzwies, Bauleiten und Seekogel. Die Besitznachfolger waren vielfach aus dem Gewerkengeschlecht der Zott, die Strochner waren Nachfolger von Lazarus Keutzl. Außerdem engagierten sich in der ersten Hälfte des 16. Jahrhunderts Anthoni von Roß sowie die Baumgartnerische Gesellschaft, die aus Tirol kam.

Der Schmelzbetrieb auf der Gadauner Grundalm kam vermutlich zwischen 1520 und 1530 zum Erliegen. 1541 standen fünf Schmelzhütten in Betrieb: die Strasser'sche Hütte in der Kötschau, die Weitmoser'sche Hütte in Hundsdorf bei Hofgastein, die Hütte der Zott in der Lafen am Ausgang des Angertales, die Frohnschmelzhütte und die Hütte der Fröschmoser-Pernerischen Gesellschaft.

***Niedergang im 16. Jahrhundert***

Die wirtschaftlichen Erfolge verringerten sich um die Mitte des 16. Jahrhunderts dramatisch, zu einer Zeit, als am Rathausberg die höchsten Produktionswerte erzielt wurden. 1559 wurden beispielsweise in der Bauleiten und in der Erzwies zusammen nur noch 160 Kübel (5,52 Kubikmeter) Frohnerz verzeichnet, dem standen 18.000 Kübel (ca 621 Kubikmeter) vom Rathausberg gegenüber. Die Erzwies war demnach weitgehendst erschöpft. Ein Probenzettel von 1560 wies für die Erze aus der Erzwies kaum nennenswerte Edelmetallgehalte aus. Angesichts der katastrophalen Lage suchten die Gewerke 1561 beim Landesherrn um totale Frohnbefreiung an. Der Erztransport über das Naßfeld spielte offenbar stets eine untergeordnete Rolle, zumal zwischen Naßfeld und Böckstein nur ein, im Winter lawinengefährdeter Saumweg bestand, der außerdem für den Sackzug untauglich war. 1561 wurde die Strecke zu einem Schlittenweg ausgebaut, um das am weitesten südlich gelegene Bergbaurevier in der Siglitz zu erschließen.

Auch die Montanbetriebe der Siglitz waren 1570 stark verhaud und erreichten die Talsole und mußten von den Gewerken aufgegeben werden. Bis 1650 waren noch die Schachtanlagen auf der Talsole im Bereich des oberen Pochkarsees in Betrieb, in weiterer Folge wurden sämtlichen Bergbauaktivitäten eingestellt.

***Revitalisierungsversuche im 18. und 19. Jahrhundert***

Im 18. Jahrhundert wurde der Versuch unternommen, den Edelmetallbergbau im Bergbaurevier in der Erzwies zu revitalisieren. Insbesondere bemühte sich Johann Ernst von Sedmihradsky, Kammerherr des Domkapitels zwischen 1742 und 1775, weiters die Salzburger Jakob Echinger und Valentin Götscher. Insgesamt wurden 1764 6 Tonnen Zinkerze abgebaut, 1765 erfolgte der Versuch, Bleierze nach der Kärntner Methode in Flammöfen zu schmelzen. Nach der Säkularisierung des Erzbistums 1803

wurden durch das k.k. Montanärar während der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts in der Siglitz einzelne Stollen gewältigt sowie Erzurücklässe beprobt und analysiert. Eine Versuchsproduktion wurde im Bereich des Bergbaureviers in der Siglitz eingeleitet, jedoch keiner wirtschaftlichen Verwertung zugeführt.

### **Gewerkschaft Rathausberg**

Bis zum Beginn des 20. Jahrhunderts ruhten sämtliche bergmännischen Arbeiten, bis Dipl.-Ing. Dr. Karl Imhof die Zweite Gewerkschaft Rathausberg 1907 gründete. Kurz darauf ließ die Gewerkschaft zunächst einige verfallene, spätmittelalterliche Bergbaue im Bergbaurevier in der Siglitz gewältigen, wo reiche Golderze gefunden wurden, die bis zu 682 Gramm Gold pro Tonne aufwiesen.

Die vorgegebene Situation führte 1909/10 zur Gewältigung mehrerer alter Stollen. Durchschnittlich wurden Golderze von 34 Gramm Gold pro Tonne festgestellt und führten zur Realisierung des Unterbauprojektes bzw Tiefenaufschlußprogrammes des Imhofunterbaustollens. Mit der Stollenanlage wollte Dipl.-Ing. Dr. Karl Imhof sämtliche in der Teufe noch unverritzte erzführende Strukturen der Bergbaureviere der Siglitz, des Pochkar und der Erzwies und darüberhinaus Strukturen des Rauriser Goldberges abqueren und ausbeuten.

1912 wurde der Bergbau mit der Anlage des Imhofunterbaustollens im Naßfeld bei Böckstein im vollen Umfang aufgenommen. In den Nachkriegsjahren gelang es, mit Hilfe einer Erzaufbereitungsanlage Edelmetallkonzentrate zu erzeugen, die an die staatliche Schmelzhütte in Freiberg in Sachsen eingelöst wurden. Bei einer Beschäftigung von 350 Bergarbeitern betrug 1924 die Produktion 24 Kilogramm Gold, 143 Kilogramm Silber, 1.448 Zentner Arsen, 2.152 Zentner Schwefel und etwas Blei.

Wirtschaftsbedingt mußte 1927 das gesamte Montanunternehmen eingestellt werden, nachdem im ganzen 237 Kilogramm Gold gewonnen worden waren.

1937 versuchte der Edron Trust, eine englische Gesellschaft, die Wiederaufnahme des Montanbetriebes. 1938 übernahm die Preussische Bergwerks- und Hütten AG die Gewerkschaft Rathausberg und forcierte mit Hilfe von Kriegsgefangenen den Aufschluß-, Abbau-, Förder- und Produktionsbetrieb mit einer eigenen Erzaufbereitungsanlage.

Bis zur Betriebseinstellung 1944/45 wurden 20.000 Tonnen Erz gefördert und aus 6.000 Tonnen Erzkonzentraten insgesamt 206 Kilogramm Gold und 923 Kilogramm Silber überwiegend in der staatlichen Schmelzhütte in Freiberg in Sachsen im Deutschen Reich gewonnen.

### **Hüttenwesen**

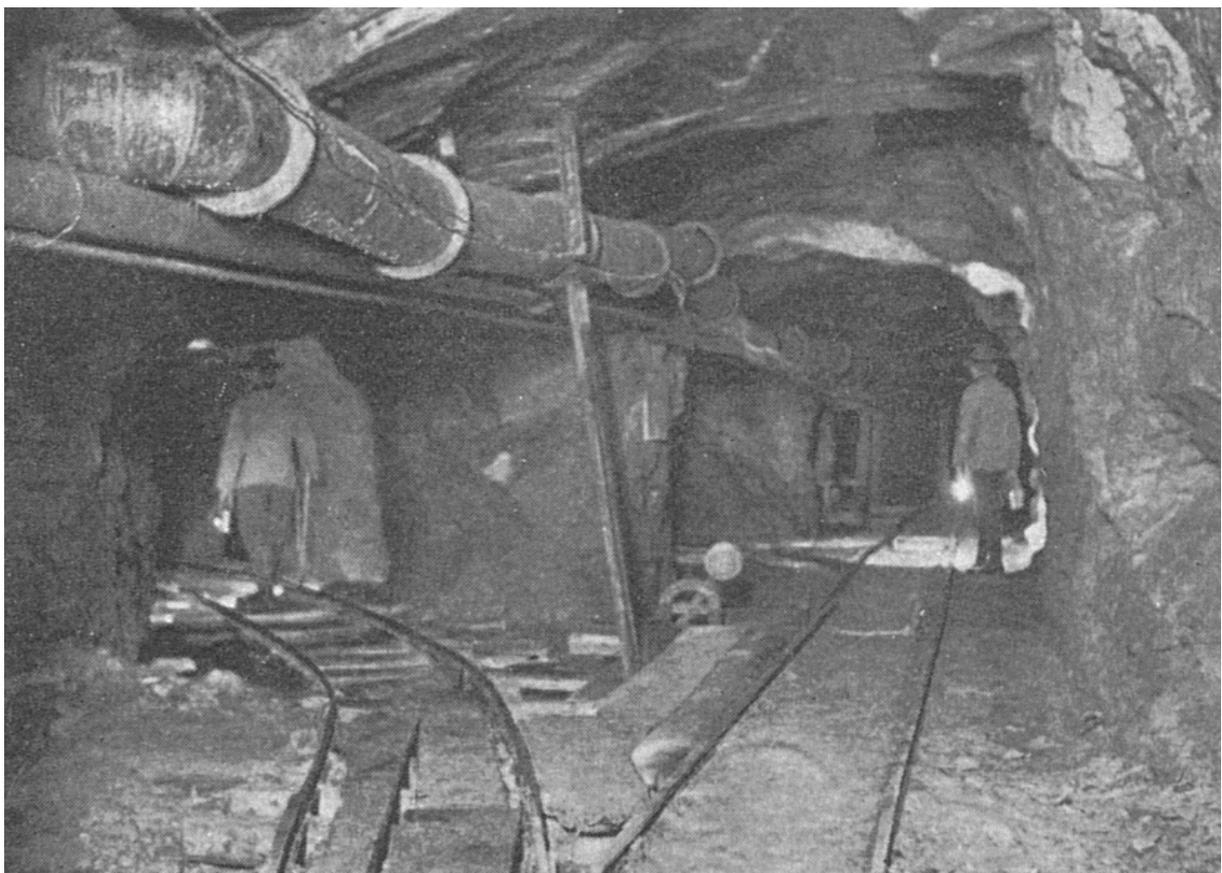
In der 1916/17 durch die Gewerkschaft Rathausberg und 1941 durch die Preussische Bergwerks- und Hütten AG errichtete Erzaufbereitungsanlage kamen ausschließlich Erze aus dem Imhofunterbaustollen zur Verarbeitung, und zwar aus den reichsten und mächtigsten Tauerngoldgängen. Vielfach handelte es sich um komplexe sulfidische Gold-Silbererze, die sich durch hohe Arsengehalte und vorwiegend äußerst feinkörniges, an Schwefel- und Arsenkies gebundenes Gold auszeichneten. Die Golderze erwiesen sich bei der Erzaufbereitung und Verhüttung generell als schwierig, technisch aufwendig und daher kostenintensiv. Dementsprechend niedrig war auch das Ausbringen an Edelmetallen bzw hoch die Verluste mit der relativ primitiven Technologie des mittelalterlichen bis frühen neuzeitlichen Bergbaues.

Grundsätzlich wurden in der Erzaufbereitungsanlage im Naßfeld nur Erzkonzentrate erzeugt, die aufgrund ihres Arsenreichtums in Freiberg in Sachsen im Deutschen Reich einer weiteren Verarbeitung bzw Verhüttung unterzogen wurden.

Bemerkenswert ist, daß in der Betriebsperiode während des Zweiten Weltkrieges 1941/42 Versuche einer Cyanlaugung vorgenommen wurden, jedoch das Unternehmen wegen unbefriedigender Ergebnisse aufgegeben wurde, auch im Hinblick, daß die Laugungsrückstände und die Laugungstrübe äußerst toxisch auf die Umwelt, insbesondere durch das Einleiten in die Gasteiner Ache, wirkten.



Gold -und Silberbergbau Siglitz-Pochkar-Erzwies im Naßfeld, Imhofstollen, Einfahrt; 1939



Gold -und Silberbergbau Siglitz-Pochkar-Erzwies im Naßfeld, Imhofstollen; 1941

*Gold- und Silberbergbau Hoher Goldberg im Kolm-Saigurn bei Rauris, Pinzgau*

***Beginn und Frühzeit***

Der Edelmetallbergbau im Rauriser Tal geht, ebenso wie der Gasteiner, vermutlich auf das zweite vorchristliche Jahrtausend zurück. Im 4. und 3. Jahrhundert vor Christus besiedelten keltische Stämme, die Taurisker, die Tauerntäler und nahmen den Bergbau wieder auf. Durch die Taurisker wurden die Edelmetallvorkommen bekannt, sodaß um 130 vor Christus ein wahrer Goldrausch einsetzte.

In der Frühphase scheinen extrem reiche Golderze gewonnen worden zu sein, vermutlich aus einer oberflächennahen Oxidations- und Zementationszone, größtenteils jedoch als Waschgold aus Seifen in den Tauernbächen. Zur Zeit der Römer wurde das Tauerngold als „Metallum noricum“, aus dem Münzen geprägt wurden, bekannt. Durch den Abzug der Römer kamen sämtliche Bergbauaktivitäten für Jahrhunderte zum Erliegen.

719 dürfte der Edelmetallbergbau in der Sonnblickgruppe von slawischen Einwanderern wieder aufgenommen worden zu sein und die Siedlung Kolm-Saigurn wurde gegründet. Im 8. und 9. Jahrhundert beschränkte sich die Goldgewinnung weitgehendst auf Seifengold, vom 8. bis 10. Jahrhundert hatten die Bajuwaren und die Franken den Edelmetallbergbau unter Kontrolle.

1122 wurde das Rauriser Tal im Zusammenhang mit einer Schenkung Bischof Heinrichs von Freising erstmals urkundlich erwähnt und im 13. Jahrhundert das heutige Ortsgebiet von Rauris besiedelt.

***Privatgewerkentum zwischen Mittelalter und Neuzeit***

Der Edelmetallbergbau erlangte erst im 14. Jahrhundert größere Bedeutung, nachdem Gastein 1327 durch Kauf an das Erzbistum Salzburg fiel. Die Schürfrechte wurden vom Erzbischof an Salzburger bzw. Judenburger Bürger verpachtet und der Edelmetallbergbau erreichte die erste Hochblüte von 1300 bis 1385. Im Durchschnitt wurden 50 Kilogramm Gold und 200 Kilogramm Silber pro Jahr gewonnen.

1460 betrieben im Gasteiner und Rauriser Tal 30 Privatgewerken, darunter auch die Fugger aus Augsburg, den Edelmetallbergbau und es waren insgesamt 2.000 Knappen beschäftigt. 1485 wurde „Gaißpach“, das jetzige Rauris, zum Markt erhoben und blieb es bis 1551. In der zweiten Hälfte des 15. Jahrhunderts wurde in Salzburg selbst kein Gold vermünzt und die gesamte Edelmetallproduktion gelangte im Handel nach Venedig. Erzbischof Leonhard von Keutschach eröffnete um 1500 wieder die Salzburger Münze und der Gold- und Silberhandel ging in erzbischöfliche Hände über, der Edelmetallbergbau selbst blieb ab weiterhin verpachtet und nahm einen gewaltigen Aufschwung. Parallel zum Gasteiner Tal erreichte auch der Rauriser Edelmetallbergbau im 16. Jahrhundert seinen absoluten Höhepunkt. Das aufstrebende Montanwesen wirkte als gewaltige wirtschaftliche Triebfeder, sodaß bereits um 1500 3.000 Menschen das Rauriser Tal besiedelten. Bedeutende Gewerken waren die Weitmoser, Strasser, Katzbeck, Zott, Wieland, Hundsdorfer, Premauer, Rosenberger und Putz. Ein wirtschaftlicher Einbruch wurde durch den Bauernkrieg 1525/26 hervorgerufen, indem die Rauriser Knappen involviert waren. 1554 wurden erstmals protestantische Bergleute ausgewiesen. Mitte des 16. Jahrhunderts dürfte in Rauris der Höhepunkt des Edelmetallproduktion schon überschritten gewesen sein, während Gastein sein Produktionsmaximum bekanntlich 1557 erzielte. Ende des 16. Jahrhunderts und Anfang des 17. Jahrhunderts wurden viele Montanbetriebe eingestellt und sämtliche Gewerken gingen infolge Verarmung zugrunde. Ursachen für den rapiden Niedergang des Edelmetallbergbaues waren die Verarmung der Erze beim Vorstoß der Abbaue von den oberflächennahen Reicherzonen in größere Teufen, gepaart mit der wesentlich kosten- und zeitintensiveren Erschließung der Erzvorkommen. Zusätzlich waren Faktoren, wie das Vordringen der Gletscher infolge einer Klimaverschlechterung, maßgebend und letztlich ein allgemeiner technischer Rückstand und ein gewisser Preisverfall durch die Entdeckung reicher Edelmetallvorkommen in der Neuen Welt, nicht zuletzt auch die wiederholte Austreibung protestantischer Knappen.

### ***Erzbischöflicher und ärarischer Bergbau im 17., 18. und 19. Jahrhundert***

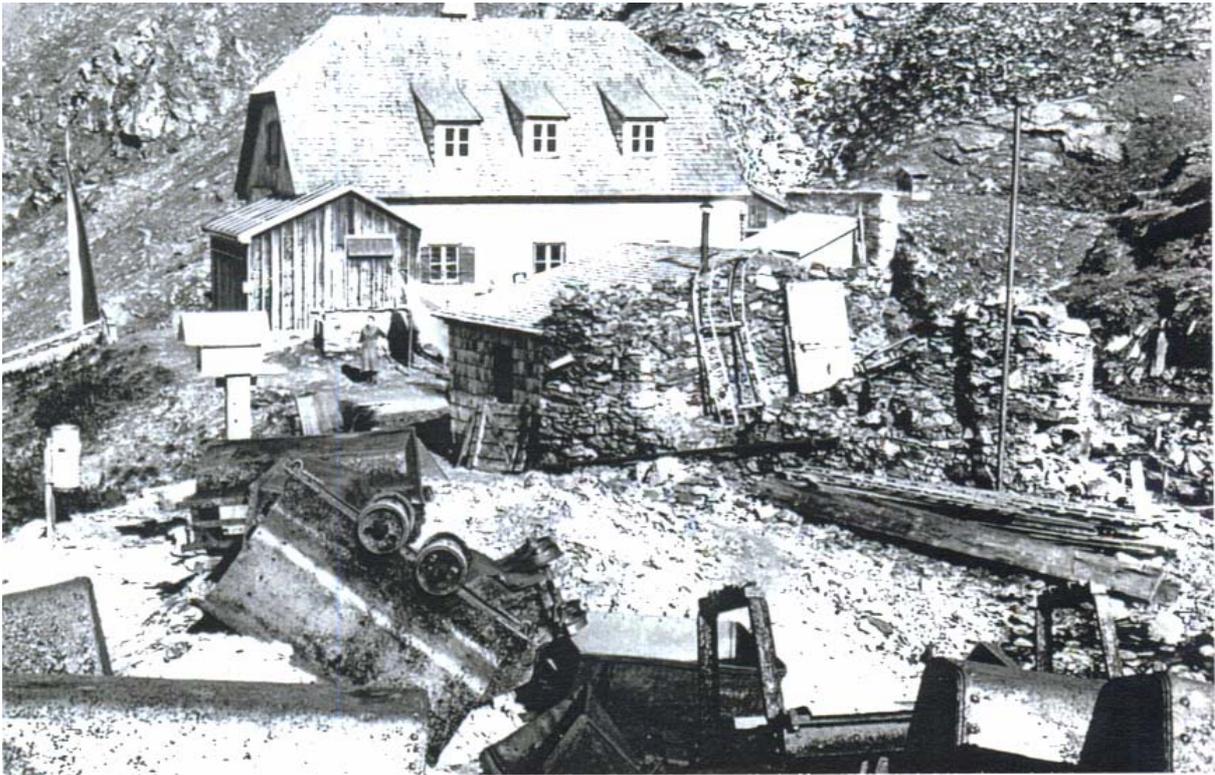
1618 und insbesondere unter der Regierung von Erzbischof Paris Lodron erwarb die Hofkammer die aufgegebenen bzw gefristeten Edelmetallbergbaue zu Spottpreisen. Trotz der Übernahme durch das Erzbistum Salzburg verlor der Edelmetallbergbau zusehends an Bedeutung. 1732 mußten dem Edikt von Erzbischof Firmian zufolge zahlreiche protestantische Knappen das Land verlassen. Im 18. Jahrhundert wurden nurmehr rund 10 Prozent der Edelmetallproduktion der Blütezeit erzielt. Die Montanbetriebe erwiesen sich defizitär, sodaß das k.k. Montanärar um die Mitte des 19. Jahrhunderts den Edelmetallbergbau größtenteils einstellen ließ. Aus genannten Zeitepochen existieren vielfach kontinuierliche Aufzeichnungen über die Edelmetallproduktion, jedoch mit unterschiedlicher Auswertung. Deutlich ist dabei die Relation zwischen Ausbeute und Gesteungskosten ersichtlich.

1831 bzw 1833 wurde unter Betriebsführung des k.k. Montanärars der 1.500 Meter lange Schrägaufzug zur Erzförderung von Kolm-Saigurn auf den Hohen Goldberg errichtet und somit die Transportverhältnisse wesentlich vereinfacht.

Von 1837 bis 1867, unter gleicher Betriebsführung, hatte der Edelmetallbergbau trotz Neuaufschlüsse nur bescheidene Ausmaße erreicht, dafür waren auch die Gesteungsverhältnisse weit niedriger, nämlich 12 Gramm Gold pro Tonne, während 12,6 Gramm Gold pro Tonne ausgebracht wurden, also ein Ertrag von 0,6 Gramm Gold pro Tonne erzielt wurde. Hiezu ist zu bemerken, daß in den zuletzt angeführten Betriebsperioden vielfach Raubbau betrieben und frühere erschlossene Erzanstände aufgearbeitet wurden und ein großzügiger Hoffnungsbau ausblieb. In der letzten Betriebsperiode des ärarischen Bergbaues zwischen 1873 und 1875 wurden noch die restlichen aufgeschlossenen Gangflächen abgebaut und daraus 12.575 Tonnen Derberze und 1,290.154 Tonnen Pochgänge gewonnen. Durchschnittlich waren darin 12 Gramm Mühlgold pro Tonne enthalten, der erzielte Wert betrug 12,27 Gulden Mühlgold und 4,73 Gulden Schlichbullion pro Tonne, zusammen also 17 Gulden pro Tonne Metallwert. Die Gewinnungskosten teilten sich wie folgt auf: ca 10 Gulden pro Tonne Bergbau und ca 3,5 Gulden pro Tonne Erzaufbereitung, ca 3 Gulden pro Tonne sonstige Kosten. Daraus war ersichtlich, daß die hohen Aufwendungen selbst für den oft defizitären Betrieb verantwortlich waren. Die Alten hatten vielfach die besten und ergiebigsten Erzvorkommen längst abgebaut und das Nachnehmen zurückgelassener, meist lokal begrenzter Erzmittel war verhältnismäßig teuer. Schließlich stand der Montanbetrieb knapp vor der Einstellung.

1876 übernahm Ignaz Rojacher, welcher bereits seit vielen Jahren dem Montanunternehmen angehörte, vom k.k. Montanärar als Pächter den Rauriser Edelmetallbergbau.

Rationalisierungsmaßnahmen im Bergbau und im Aufbereitungswesen und darüberhinaus beim Transportwesen führten zunächst zu einem wirtschaftlichen Aufschwung. Mangelnder Hoffnungsbau und vielfach durchgeführter Raubbau führten jedoch in kurzer Zeit zum Niedergang des Montanunternehmens.



Gold- und Silberbergbau Hoher Goldberg in Kolm-Saigurn bei Rauris, Aufzugmaschinen; 1880

Ignaz Rojacher, von Pioniergedanken beseelt, errichtete auf dem Sonnblickgipfel auf Anregung des Direktors der k.k. Zentralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus, Hofrat Dr. Julius Hahn, eine wissenschaftliche meteorologische Station, die damals als höchste Wetterbeobachtungsstation der Welt galt und als Sonnblickobservatorium in die Geschichte einging. Ungünstige wirtschaftliche Verhältnisse führten 1889 zum Verkauf des Montanunternehmens, in den Folgejahren wurde der einst berühmte Gold- und Silberbergbau zum Spekulationsobjekt.

Um 1920 führte die Zweite Gewerkschaft Rathausberg Prospektions- und Untersuchungsarbeiten durch, erst 1938 drängte die Preussische Bergwerks- und Hütten AG auf Realisierung eines großzügig geplanten Tiefenaufschlußprojektes, welches jedoch bereits 1940 von Kolm-Saigurn aus wirtschaftlichen Gründen aufgegeben werden mußte mit dem Ziel der Konzentration sämtlicher Bergbauaktivitäten im Naßfeld bei Böckstein im Gasteiner Tal.

Kurzfristige Prospektions- und Aufschlußarbeiten in den 80iger Jahren im Bereich des Imhofunterbaustollens im Naßfeld und am Hohen Goldberg in Rauris führten zu keiner Wiederbelebung des Bergbaues.

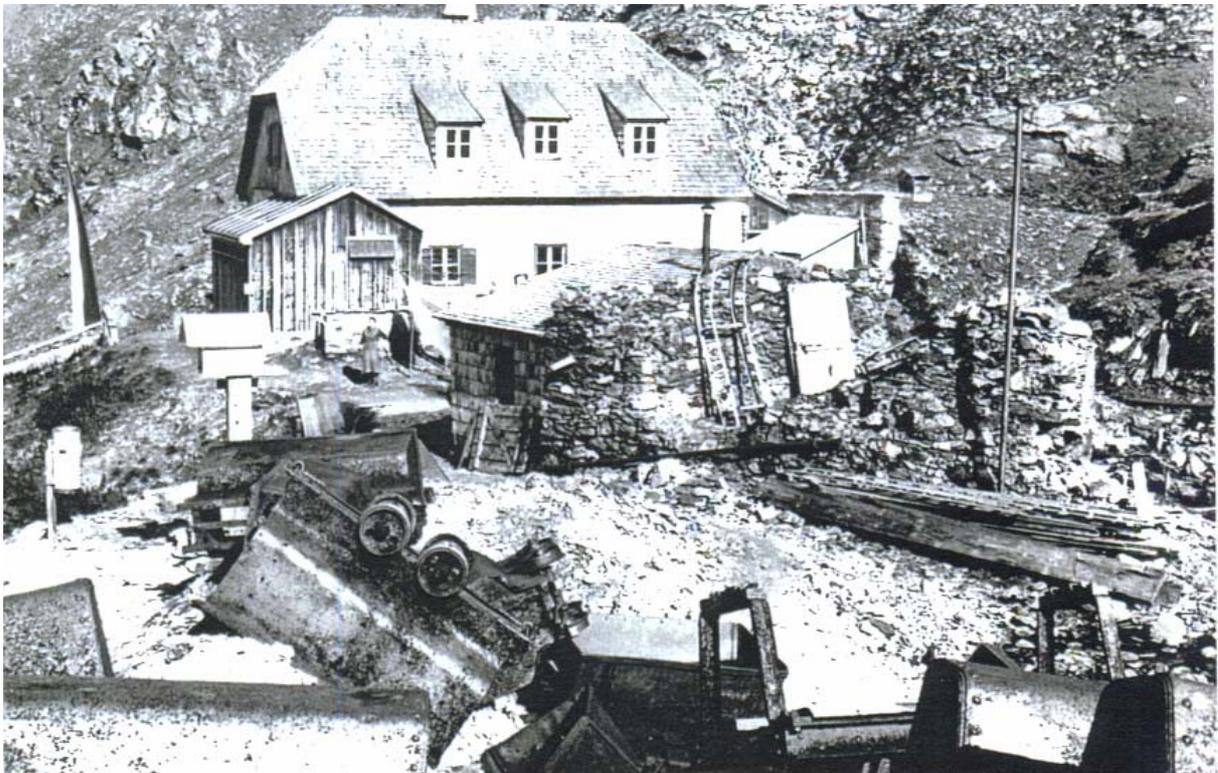
Die bergbaulichen Aktivitäten beschränken sich heute ausschließlich auf den Rathausbergunterbaustollen bzw Pasel- oder Heilstollen für medizinische Zwecke.



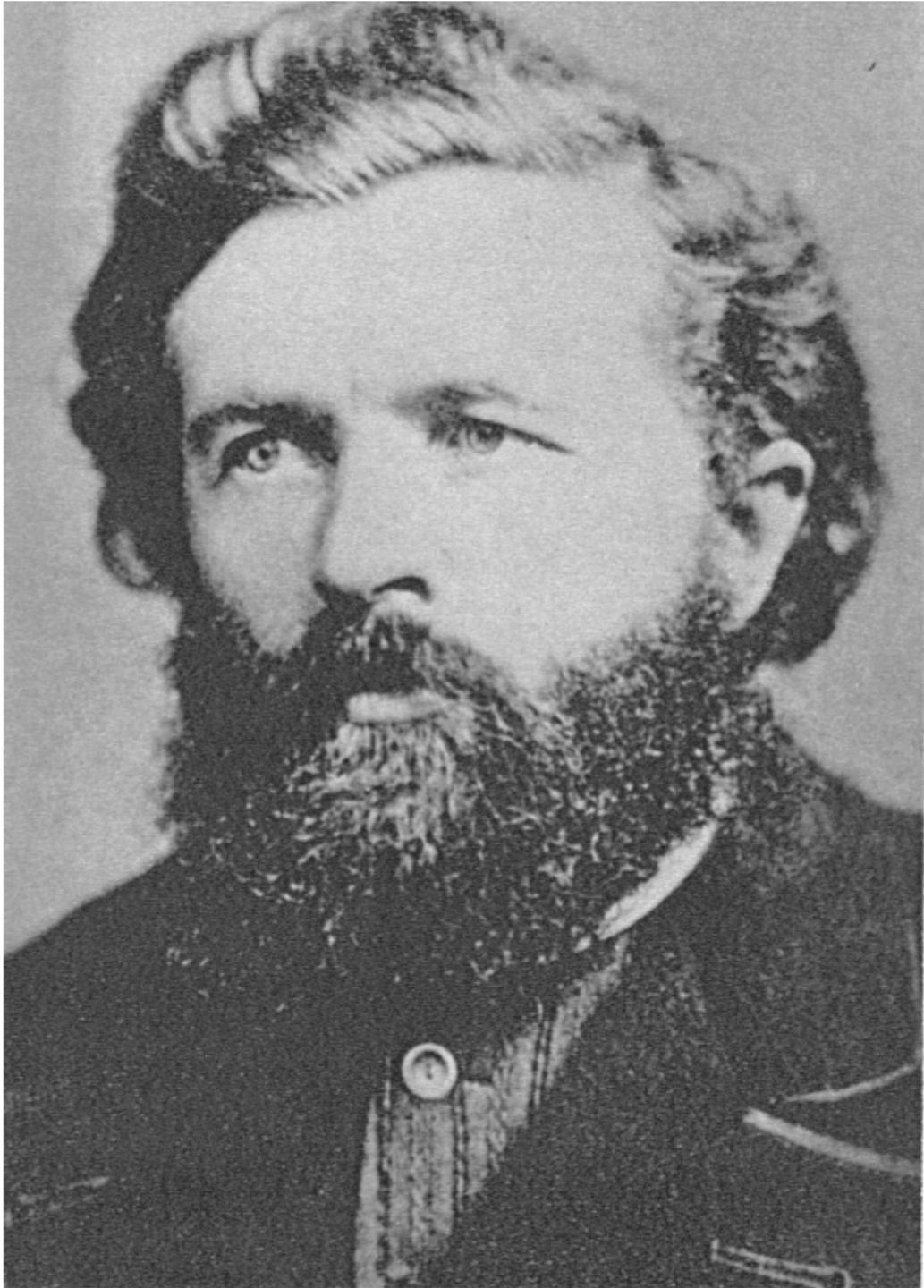
Gold- und Silberbergbau Hoher Goldberg in Kolm-Saigurn bei Rauris; 1880



Gold- und Silberbergbau, Knappenhaus am Hohen Goldberg; 1880



Gold- und Silberbergbau Hoher Goldberg in Kolm-Saigurn bei Rauris, Neubau, Bergbauanlagen; 1920



Gold- und Silberbergbau Hoher Goldberg in Kolm-Saigurn bei Rauris, Bergbauunternehmer Ignaz Rojacher; 1880

### *Schmelzplätze im Gasteiner und Rauriser Tal im Pongau und Pinzgau*

In der frühen Phase des Edelmetallbergbaues im Gasteiner und im Rauriser Tal bis etwa zur Mitte des 15. Jahrhunderts erfolgte entweder nur eine naßmechanische Erzaufbereitung durch Pochen, Mahlen und anschließendem Waschen.

Ab 1369 war auch das Amalgamationsverfahren bzw die Anwendung von Quecksilber zur Extraktion des Goldes aus den Erzkonzentraten bekannt. Die Erzgewinnung beschränkte sich im wesentlichen auf die tagnahen Bereiche der Erzvorkommen, die aufgrund einer natürlichen Anreicherung einer Oxidations- und Zementationszone besonders edelmetallreiche Erze enthielten.

Ab der zweiten Hälfte des 15. Jahrhunderts dürfte die Einführung des Schmelzprozesses allgemein angewandt worden sein, der die Gold- und Silbergewinnung aus dem arsen-schwefelkieshaltigen Erzen, die die Hauptmenge der Tauerngoldmineralisation repräsentierten, ermöglichte.

Die Hochkonjunktur des Hüttenwesens hängt mit der Blütezeit des Edelmetallbergbaues unter den Privatgewerken zusammen. Im Gasteiner und im Rauriser Tal befanden sich eine größere Anzahl von Erzaufbereitungs- und Schmelzanlagen, von denen heute nurmehr spärliche Überreste vorhanden sind.

Nach dem rapiden Verfall des Edelmetallbergbaues gegen Ende des 16. Jahrhunderts wurden die meisten Schmelzhütten aufgegeben. Während des 17. und 18. Jahrhunderts wurde das gesamte Hüttenwesen in dem 1547 von Herzog Ernst gegründeten Montanindustriezentrum in Lend an der Salzach konzentriert.

Zu den bedeutendsten Schmelzhütten im Gasteiner Tal zählten die Schmelzhütte der Gewerken Strasser in der Kötschau bei Badbruck, die Schmelzhütte der Gewerken Weidmoser in Hundsdorf bei Hofgastein, die Schmelzhütte der Gewerken Zott in der Lafen, die Erzbischöfliche Frohnschmelzhütte und die Schmelzhütte der Fröschlmoser-Pernerischen Gesellschaft.

Im Rauriser Tal bestanden Schmelzhütten im hintersten Rauriser Tal im Bereich des Bodenhauses, beim Schreiberhäusl am Haßbachbach und Hüttwinkelache an der Einmündung des Krumbaches in das Hüttwinkeltal. Bedeutsam waren die Frohnschmelzhütte nördlich des heutigen Frohnwirtes in Bucheben und ferner kleinere Schmelzhütten beim Schrambach und Schlettern nördlich Bucheben, an der Hüttwinkelache im Vorsterbachtal unterhalb der Hofmannalm und im Seidlwinkltal.

Der Schmelzprozeß gestaltete sich schwierig und umständlich und zeigte mehrere Schritte, wie Kupfersteinschmelzen, Rösten, Bleischmelzen und Abtreiben, insbesondere des Silbers.

### *Gold- und Silberbergbau in Schellgaden bei St. Michael, Lungau*

Das oberste Murtal mit seinen Nebentälern war einst Zentrum einer sehr regen Bergbautätigkeit, deren Interesse sich im beschränkten Ausmaß bis in neueste Zeit erhalten hat. Im Gegensatz zu den Edelmetallbergbauen in den Hohen Tauern im Rauriser, Gasteiner und Fuschertal hatte die Bergbautätigkeit jedoch nie die wirtschaftliche Bedeutung erlangt, nichts desto weniger gab es Blütezeiten, denen Perioden des Niedergangs folgten.

Die wechselvolle Geschichte wurde von Montanhistorikern und Montanisten immer wieder beleuchtet und interpretiert, oftmals auch im Hinblick auf eine Wiederaufnahme der Bergbaues.

#### ***Privatgewerkentum zwischen Mittelalter und Neuzeit***

Im 12. Jahrhundert werden bereits die Grafen von Peilstein als Gewerken genannt. Eine Verpachtung der Bergbaue in der Muhr und zu St. Michael erfolgte 1354 durch den Erzbischof von Salzburg Ortlof von Weißenegg an zwei Bürger aus Judenburg, Hans Poin und Anderlein Schrott.

Bis zur Mitte des 16. Jahrhunderts betrieben verschiedene Gewerken Bergbaue im obersten Murtal, zu denen der Gold- und Silberbergbau in Schellgaden und der Gold-Arsenbergbau Rotgülden zählte, doch sind nähere Angaben über wirtschaftliche Erfolge nicht bekannt.

1568 eröffnete eine Kräiner Gewerkschaft unter Erasmus von Besch einen Edelmetallbergbau in Schellgaden mit nachhaltigem wirtschaftlichem Erfolg. Beteiligt am Gold- und Silberbergbau waren unter anderem Gewerken aus Gastein, wie Christoph Weitmoser und schließlich 1584 das Erzbistum Salzburg.

#### ***Privatgewerkentum im 17. und 18. Jahrhundert***

Im ausgehenden 16. Jahrhundert wechselten die einzelnen Gewerken einander rasch ab, erwähnenswert ist Hans von Bemblberg, der über Jahrzehnte einen ordnungsgemäßen Bergbau betrieb.

1657 geriet der gesamte Edelmetallbergbau an den Gewerken Ferdinand von Schellenberg und wurde als Spekulationsobjekt geführt. Eine fehlgeschlagene Wirtschaftspolitik führte 1660 zur Einstellung des gesamten Montanunternehmens und in weiterer Folge zu einem Betriebsstillstand für ca 90 Jahre.

Der volkswirtschaftliche Schaden war enorm. Mangelnde Erzmittel infolge fehlender Hoffnungs- und Aufschlußbaue waren die Ursache, daß der Montanbetrieb unverkäuflich war.

1751 wurde der Gold- und Silberbergbau in Schellgaden durch Karl von Schnedizeny neu belebt und nach modernen Gesichtspunkten aufgeschlossen. Unter Erzbischof Graf Sigmund von Schrattenbach entfaltete sich das Montanunternehmen mit Berghauptmann Thaddäus Anselm Lürzer von Zehendthal zu einem wirtschaftlich bedeutsamen Montanbetrieb. Die Erzmittel zeigten bis zu 49,1 Gramm Gold pro Tonne bzw im Durchschnitt 37,7 Gramm Gold pro Tonne.

Die gewonnenen Erze bzw in den Erzaufbereitungsanlagen erzeugten Schliche bzw Erzkonzentrate wurden in der Silber- und Bleihütte in Ramingstein verschmolzen.

Trotz Hoffnungsbautätigkeit gingen ab 1770 die Goldgehalte in den einzelnen Abbauen insbesondere im Stübl- und Schulterbau stark zurück, selbst der bereits erwähnte Hoffnungsbau konnte kaum eine wesentliche Änderung der wirtschaftlichen Situation herbeiführen, sodaß 1819 der Gold- und Silberbergbau, der zuletzt 80 Bergleute beschäftigte, eingestellt wurde.

#### ***Bergbau im 19. und 20. Jahrhundert***

Nach kurzen Betriebsperioden durch Gewerken wurden 1884/85 die Bergbauaktivitäten wieder aufgenommen und 1886 eine Gewerkschaft gegründet. Ziel der Gewerken war es, die hohen in den Erzen auftretenden Goldgehalte von 5 bis 50 Gramm pro Tonne zu fördern und einem modernen Aufbereitungsprozeß in Schellgaden zuzuführen. 1892 erfolgte die offizielle Eröffnung des Montanunternehmens, jedoch konnte ein kostendeckender Betrieb nicht geführt werden.

1896 mußten die Arbeiten in den Bergbaurevieren Schulter- und Stüblbau am Katschberg und die Erzaufbereitungsanlagen in Schellgaden eingestellt werden, nachdem das Konkursverfahren eröffnet worden war. In den folgenden Jahrzehnten diente der Gold- und Silberbergbau in Schellgaden vorzugsweise als Spekulationsobjekt.

Nach dem Anschluß Österreichs an das Deutsche Reich 1938 führte Rohstoffmangel während des Zweiten Weltkrieges zwischen 1939 und 1942 zur Aufnahme von Aufschluß- und Schurarbeiten, die neben dem Abbau und Förderung von Gold- und Silbererzen auch auf Wolfram gerichtet waren. Zwischen 1955 und 1980 erfolgten umfangreiche Untersuchungen montangeologischer und lagerstättenkundlicher Natur, ohne eine entsprechende Abbauwürdigkeit nachzuweisen. In neuester Zeit werden im Bergbaugebiet durch ein ausländisches Unternehmen eingehende Prospektionsarbeiten auf Gold und Silber durchgeführt.

### *Arsenbergbau und Hütte Rotgülden bei Muhr, Lungau*

Ursprünglich auf Edelmetalle betrieben, zählt der Arsenbergbau Rotgülden zu den ältesten und bedeutendsten Bergbauen im Lungau.

#### ***Privatgewerkentum im Mittelalter***

Unter dem Erzbischof Ortlof von Weißenegg werden 1354 in der Mur als erste Gewerken die ersten Bürger Hans Poin und Anderlein Schrot aus Judenburg genannt. 1377 folgten die Gewerken Hans Goldlein und Konrad Decker aus Judenburg, die Bergbaue in der Mur und in St. Michael im Lungau und außerdem Gold- und Silberbergbaue in Gastein und Rauris betrieben.

Unter Erzbischof Johannes II. traten 1434 die Gewerken Niklas Stockhammer und Hans Schmelzer aus Friesach in Erscheinung, 1435 erhielt der Gewerke Konrad Weiß die Bewilligung, Gold- und Silbererze in der Mur zu suchen.

1443 bekamen die Herren von Moosheim unter Sigmund und Christoph von Moosheim und Erhard Wendelstein von Erzbischof Friedrich die Bewilligung, in Ramingstein im Lungau und „dasselbt herum“ Gold- und Silbererze zu suchen, Bergbau zu betreiben und Arsen zu gewinnen.

#### ***Privatgewerkentum im 16, 17., 18. und 19. Jahrhundert***

In weiterer Folge traten zahlreiche Gewerken auf, wie Konrad, Balthasar und Franz von Tannhausen, Otto von Lichtenstein, neben anderen Gewerken wie Karl und Adam Jocher als die bedeutendsten Lungauer Gewerken, sowie Georg Allesch und Sigmund und Georg Josef von Robinig und letztlich Friedrich Volderauer. Durchschnittlich waren 15 bis 25 Personen beschäftigt. 1870 übernahm eine unter Führung von Elise Brandstätter stehende Gewerkengruppe das gesamte Montanunternehmen aus Bergbau und Gifthütte. Mangels Rentabilität mußten die Anlagen 1884 stillgelegt werden, ein zwischen 1923 und 1925 unternommener Wiederinbetriebnahmeversuch blieb ohne Erfolg.

#### ***Gifthütte und Handel***

Das im Arsenbergbau händisch gewonnene und geschiedene Erz wurde zur Weiterverarbeitung zur Gifthütte nach Rotgülden gebracht. Nach dem Erzaufbereitungsprozeß gelangte das Feinerz in das Sublimiergebäude und wurde in feuerfesten Kammern erhitzt, wodurch sich dampfförmiges Arsenik bildete, das sich bei anschließender Abkühlung absetzte. Im Zuge der Raffination wurde das unreine Produkt erhitzt und sublimiert und kam in den Handel. Das Erzeugungsprogramm umfaßte Arsenik, Rauschrot und Rauschgelb und fand in Italien, Griechenland und im vorderen Orient Absatz.

Beispielsweise fand Arsenik bei der Glaserzeugung und der Lederbearbeitung sowie in der Medizin, aber auch als Aufputzmittel und Gift bei Mensch und Tier Verwendung. Im Hinblick darauf, daß sich an den Wänden und auf Dächern bei der Verschmelzung arsenikhaltiger Erze weißer Arsenik an Wänden und auf Dächern der Hütten niederschlug, bürgerte sich die Bezeichnung Hüttrauch ein, der als Stärkungsmittel für Mensch und Tier vor allem bei Pferden wirkte.



Arsenbergbau Rotgülden bei Muhr, Bergbau; 1880



Arsenbergbau und Hütte Rotgülden bei Muhr, Hüttenanlagen; 1880

## Buntmetallbergbaue

Neben dem Edelmetallbergbau hatte der Buntmetallbergbau eine meist lokale wirtschaftliche Bedeutung.

### *Kupfer- und Schwefelbergbau und Hütte bei Mühlbach im Brenntal, Pinzgau*

#### ***Privatgewerkentum zwischen Mittelalter und Neuzeit***

Ende des 13. Jahrhunderts wird erstmals Schwefel- und Kupferbergbau in Mühlbach im Brenntal erwähnt, jedoch erst 1510 traten die Bergbauaktivitäten konkret hervor. Als Gewerken fungierten Sebastian Ligsalz, Balthasar Schrenk, Hans und Adam Zwieschlag, Wolfgang Knoll und Melchior Strunz. Die dazu gehörige Schmelzhütte im Salzachtal erzeugte neben Schwefel und Kupfer ansehnliche Mengen Kupfervitriol. Die Produkte wurden nach Augsburg geliefert.

Als Hauptgewerken traten Hans Manlich und Jörg Regel 1522 und 1525 in Erscheinung, letztlich gehörte das gesamte Montanunternehmen Augsburger Bürgern. In weiterer Folge werden Isak Haman und Hans Manlich als Gewerken genannt neben vielen anderen Gewerken, die meist anteilmäßig an dem Montanbetrieb beteiligt waren.

#### ***Erzbischöflicher Bergbau im 17. und 18. Jahrhundert***

Nach dem Tod der Gewerken 1638 erwarb die erzbischöfliche Hofkammer in Salzburg das gesamte Montanunternehmen und der Montanbetrieb wurde als „Hochfürstlicher Kupferhandel zu Mühlbach“ geführt. Bei einer Bestandsaufnahme im Bereich des Bergbaues wies das Grubengebäude eine Länge von über 3.000 m auf. Die Schmelzhütte befand sich in der Kronau bei Mühlbach im Nahebereich der Salzach und zeigte eine Schwefel- und Kupferhütte samt Vitriolsiederei und beschäftigte insgesamt bis zu 180 Personen. Als Hüttenprodukte wurden Schwefel, Kupfervitriol und Kupfer erzeugt, Rohstoffe, die in Mitteleuropa guten Absatz fanden. Gegen Ende des 18. Jahrhunderts befand sich das Montanunternehmen in großen Schwierigkeiten. Jahrzehntlang forciertes Raubbau und unterlassener Hoffnungsbau forderten größere Investitionen im Bergbaubetrieb, der Erzaufbereitungsanlagen und im Hüttenbetrieb.

Die Säkularisierung des Erzbistums 1803, verbunden mit den darauf folgenden unruhigen politischen Verhältnissen führten beinahe zum Niedergang des Montanunternehmens.

#### ***Ärarischer Bergbau im 19. Jahrhundert***

Mit der Säkularisierung des Erzbistums Salzburg und der Eingliederung Salzburgs in den österreichischen Staatsverband 1816 gelangte das Montanunternehmen unter ärarische Verwaltung. Über mehrere Jahrzehnte wurde der Montanbetrieb weitergeführt, ohne jedoch positive Bilanzen aufzuweisen. Die ungünstigen Verkehrsverhältnisse und der Konkurrenzdruck, bedingt durch den nahegelegenen Kupferbergbau Mühlbach am Hochkönig, führten 1864 zur Einstellung des gesamten Montanbetriebes und zogen den Verfall der Anlagen nach sich.

1917, 1924 und zuletzt 1946 angestrebte Aufschluß- und Schurfarbeiten zeigten kaum nennenswerte Erfolge und führten wieder zur Einstellung sämtlicher Bergbauaktivitäten.

In den letzten Jahren wurden durch private Initiatoren einzelne Stollenanlagen geöffnet und montanhistorische, geologische und mineralogische Studien durchgeführt.

### *Kupfer- und Schwefelbergbau Untersulzbach bzw Hochfeld bei Neukirchen am Großvenediger, Pinzgau*

#### ***Privatgewerkentum in der frühen Neuzeit***

Bereits 1520 soll ein Kupfer- und Schwefelbergbau am Hochfeld im Untersulzbachtal bestanden haben. Als Montanunternehmer werden Augsburger Gewerken genannt.

Nach Jahren des Stillstandes und kaum nennenswerten Betriebsergebnissen durch einzelne Gewerken begann 1701 eine neue Bergbauperiode durch den Gewerken Georg Berger, jedoch mußte der Montanbetrieb 1717 mangels Wirtschaftlichkeit aufgegeben werden.



Schwefel- und Kupferbergbau Rettenbach bei Mittersill, Bergbauanlagen; 1918/19



Schwefel- und Kupferbergbau bei Neukirchen am Großvenediger, Bergbauanlagen; 1918/19

### ***Erzbischöflicher Bergbau im 18. Jahrhundert***

Nachfolgend durch verschiedene Gewerken betrieben, erreichte das Montanunternehmen einen lokalen Bedeutungsgrad, sodaß 1781 die erzbischöfliche Hofkammer in Salzburg die Montananlagen erwarb, die vorher hauptanteilmäßig die Gewerkenfamilie Reisingl innehatten. Unternehmensmäßig war der Montanbetrieb zusammengeschlossen mit dem benachbarten Schwefel- und Kupferbergbau im Brenntal und der Schwefel- und Kupferhütte in Mühlbach, zu der auch die Erzlieferung erfolgte. Die Säkularisierung des Erzbistums 1803, verbunden mit den darauffolgenden unruhigen politischen Verhältnissen, führten beinahe zum Niedergang des Montanunternehmens.

### ***Ärarischer Bergbau im 19. Jahrhundert***

Mit der Eingliederung Salzburgs in den österreichischen Staatsverband 1816 gelangte das Montanunternehmen unter ärarische Verwaltung. Über mehrere Jahrzehnte wurde der Montanbetrieb weitergeführt, ohne jedoch positive Bilanzen aufzuweisen. Die ungünstigen Verkehrsverhältnisse und Konkurrenzdruck, bedingt durch den nahegelegenen Kupferbergbau in Mühlbach am Hochkönig, führten 1864 zur Einstellung des gesamten Montanbetriebes und zogen den Verfall der Anlagen nach sich.

### ***Bergbauaktivitäten im 20. Jahrhundert***

1906, 1917, 1924 und zuletzt 1946 und 1971 angestrebte Aufschluß- und Schurfarbeiten durch Privatunternehmen zeigten kaum nennenswerte Erfolge und führten zur Einstellung sämtlicher Bergbauaktivitäten.

Im Zuge der Errichtung des Nationalparks wurde man auf das ehemalige Bergbaugesamt wieder aufmerksam und die verfallenen Anlagen wurden in Form eines Schaubergwerkes für touristische Zwecke adaptiert und stellen heute eine bemerkenswerte montanhistorische Sehenswürdigkeit dar.

### ***Blei-, Zink- und Flußpatbergbau auf der Achsel- und Flecktrogalm bei Hollersbach, Pinzgau***

#### ***Privatgewerkentum zwischen Mittelalter und Neuzeit***

Im ausgehenden Mittelalter bestand auf der Achselalm im Hollersbachtal ein Blei- und Silberbergbau, der wegen Unergiebigkeit eingestellt wurde, doch bereits 1515 wurde einer Gesellschaft von Handelsherrn aus Augsburg die Erlaubnis erteilt, in Burgstall im Hollersbachtal einen Bergbau und eine Schmelzhütte zu betreiben, die 1628 nach Mühlbach im Oberpinzgau verlegt wurde.

1626 traten die Gewerken Rosenberger als Unternehmer auf, ohne jedoch größere Bergbauaktivitäten zu setzen.

### ***Erzbischöflicher Bergbau im 17. Jahrhundert***

1620 übernahm das Erzbistum Salzburg unter Erzbischof Paris Lodron den Bergbau, ohne jedoch eine intensive Inbetriebnahme vorzunehmen.

### ***Bergbau im 20. Jahrhundert***

1905 führte die Hollersbacher Blei- und Zinkbergbaugesellschaft unter Ing. Adolf Reitsch intensive Prospektions- und Aufschlußarbeiten im ehemaligen Bergbaugelände durch. Das Bergbauterrain gliederte sich in die Bergbaureviere Achselalm und Flecktrogalm. Darüberhinaus bestand noch in mittelbarer Umgebung der alte Kiesbergbau Bärnbad, deren Erze höhere Goldgehalte aufwiesen.

Rohstoffmangel während des Ersten Weltkrieges zwischen 1914 und 1918 führte zunächst zu einer intensiven Bergbautätigkeit. Neben der Situierung mehrerer Stollen wurden im Bereich der Achselalm Betriebsgebäude errichtet und eine Materialseilbahn in das Tal gebaut. Das Montanunternehmen wurde 1927 an die Pinzgauer Bergwerksgesellschaft übergeben, jedoch die inzwischen eingetretenen ungünstigen wirtschaftlichen Verhältnisse, insbesondere die gesunkenen Metallpreise, zwangen 1929 zur Einstellung des Abbau- und Förderbetriebes. Während des Zweiten Weltkrieges zwischen 1939 und 1942 erfolgten Aufschluß- und Schurfarbeiten, ohne jedoch einen Abbau- und Förderbetrieb einzuleiten. Als nicht kriegswirtschaftlich wichtig wurde der Montanbetrieb 1943/44 eingestellt.

Wiederholte Versuche einer Inbetriebnahme des Blei-, Zink- und Flußspatbergbaues nach dem Zweiten Weltkrieg blieben ohne nachhaltigen Erfolg.



Blei-, Zink- und Flußspatbergbau Achsel- und Flecktrogalm bei Hollersbach, Bergbauanlagen; 1915

## Zentralalpen und Altkristallin

### *Silber-Nickel-Kobalt-Arsen-Wismut-Bergbau Zinkwand-Vöttern, Lungau*

Im Raum Radstadt-Schladming traten zahlreiche vor allem im ausgehenden Mittelalter bis in die Neuzeit und heutige Zeitepoche Bergbaue auf, deren Erzvorkommen dem Typus der Silber-Kupferlagerstätten, Silber-Bleilagerstätten und Kobalt-Arsen-Wismutlagerstätten zuzuordnen sind. Im Bereich des Landes Salzburg sind hier insbesondere der Silber-Kobalt-Arsen-Wismutbergbau an der Zinkwand und Vötternspitz, darüberhinaus der Silber-Kupferbergbau Seekar am Obertauern zu nennen.

### ***Privatgewerkentum zwischen Mittelalter und Neuzeit***

#### *Periode des Silberbergbaues*

Der Bergbau in Schladming reicht weit in das Mittelalter zurück und erreichte gegen Ende des 13. Jahrhunderts den Höhepunkt. Manifestiert wird die Situation, daß das Dorf Schladming 1304 den Freiheitsbrief, 1322 sogar das Stadtrecht verliehen bekam. Zu diesem Zeitpunkt standen vor allem reiche Silber- und Bleibergbaue in Betrieb, Silber was als Münzmetall sehr begehrt. Namentlich handelte es sich hier um die Bergbaue Giglach, Eiskar, Zinkwand und Vöttern und weiters Bromriesen und Roßblei.

1408 erschien der Schladminger Bergbrief, welcher eine große Beeinflussung auch anderer montanwirtschaftlich geprägter Regionen Mitteleuropas zur Folge hatte. Im 16. Jahrhundert waren in den Montanbetrieben rund um Schladming 1500 Knappen beschäftigt. Die Bauernkriege bewirkten 1525 eine Zerstörung Schladmings, beim nachfolgenden Wiederaufbau waren vielfach ausländische Handeshäuser und Gewerken tätig. Gegen Ende des 16. Jahrhunderts kam es, wie fast überall, zu einem dramatischen wirtschaftlichen Einbruch im Montanwesen.

#### *Periode des Kobaltbergbaues*

Kaiserin Maria Theresia war interessiert an einer Wiederaufnahme des Silberbergbaues, im Zuge dessen wurden Kobalterze auf der Zinkwand gewonnen. Der Silberbergbau war dem endgültigen Untergang geweiht, als Folge davon wurde 1767 sogar das Schladminger Berggericht aufgehoben. Anstattdessen war der Wert der Kobalterze gestiegen und dienten als Ausgangsstoff zur Darstellung der Smalte, ein Rohstoff zur Gewinnung des begehrten Kobaltblaus.

Im 17. Jahrhundert war in Mitteleuropa der Kobalt- und Nickelbergbau an der Zinkwand berühmt. Das in Schladming erzeugte Kobaltblau diente für die Porzellanmanufaktur, in der Glasindustrie, zur Freskomalerei, darüberhinaus diente der Farbstoff zum Einfärben von Wäsche, Marzipan, Zucker und hölzernen Spielpuppen, bis die gesundheitsschädlichen Wirkungen insbesondere des noch enthaltenen Arsens erkannt wurden.

1746 bekam die Firma Schütz das Privileg zur Kobalterzgewinnung, in weiterer Folge erhielt 1767 Peter Paul Strobl die Genehmigung, Kobalterze abzubauen.

Gegen Ende des 18. Jahrhunderts stand der Bergbau in Hand mehrerer Gewerken, jedoch war das Montanunternehmen mit großen technischen Problemen der Wasserhaltung konfrontiert. Die hohen Transportkosten infolge der abgeschiedenen, hochalpinen Lage und die zwischenzeitlich niedrigen Verkaufspreise führten dazu, daß das Unternehmen der Wiener Kobaltgewerkschaft mit dem Hauptgewerken Johann Michael von Eberl gezwungen war, den gesamten Montanbetrieb an das Montanärar zu veräußern.

Zwischen 1810 und 1814 gelangte das gesamte Montanunternehmen an Johann von Eyselsberg. Das Erzeugungsprogramm umfaßte verkaufsfähige Erzkonzentrate für die Blaufarbenfabriken und Nickel-Kobaltspeise. 1816 stellten größere Absatzprobleme den weiteren Bestand des Montanunternehmens in Frage. 1818 wurden der Montanbetrieb eingestellt.



Silber-, Nickel-, Kobalt-, Arsen- und Wismutbergbau Zinkwand-Vöttern, Bergbauanlagen; 1920

## ***Privatgewerkentum im 19. und 20. Jahrhundert***

### *Periode des Nickelbergbaues*

1832 übernahm Johann Rudolf Ritter von Gersdorff das Montanunternehmen und wollte die betriebene Nickelhütte in Thalhof bei Gloggnitz am Semmering, übrigens die erste ihrer Art in der österreichisch-ungarischen Monarchie, mit Rohstoffen versorgen. 1814 traten außerordentlich reiche Nickelerze auf und führten zu einer Hochblüte des Bergbaues, sodaß die Nickelhütte nach Mandling an der steirisch-salzburgischen Landesgrenze verlegt wurde. Zwischen 1840 und 1847 wurden hauptsächlich Rotnickelkies mit 11,5 Prozent Nickel und 0,5 bis 1 Prozent Kobalt und Kupfer gefördert.

1849 übernahm nach dem Tod Johann Rudolf Ritter von Gersdorff einer seiner Söhne Gustav den Bergbau, der jedoch fachlich überfordert war. Schließlich gelangte das Montanunternehmen an Rudolf Lechner, einem Enkel des Werksgründers. Die Darstellung von Nickelmetallen bestand darin, das erhaltene Nickeloxid, mit Kohle vermengt und in Würfel zerschnitten, in Tigelöfen zu Würfelnickel zu reduzieren.

Um 1870 kam die Nickelproduktion zum Erliegen.

Die Hauptursache bestand darin, daß zum Zeitpunkt verhältnismäßig billig auszubeutende Nickellagerstätten in Neukaledonien entdeckt wurden, sodaß das gesamte Montanunternehmen zu Beginn der 80iger Jahre stillgelegt werden mußte.

Vielfach diente das Montanunternehmen als Spekulationsobjekt. Als Besitzer werden Wilhelm Freiherr von Guttenberg-Kronenberg aus Weiden in der Oberpfalz und Ferdinand Fränkel & Co, Metallhüttenwerk München, im Deutschen Reich genannt.

Die durch den Ersten Weltkrieg hervorgerufene Rohstoffknappheit führte zu bescheidenen Bergbauaktivitäten, die zuletzt 1927 zu einer kurzzeitigen Reaktivierung des Bergbaubetriebes führten. Zuletzt nach dem Zweiten Weltkrieg schienen Wilhelm Freiherr von Guttenberg-Kronenberg, Max Reger und Karl Hartmann aus Augsburg als Eigentümer auf. Zwischen 1946 und 1949 erlangte kurzfristig das ehemalige Bergbauggebiet auf der Suche nach Uran an Bedeutung, ohne jedoch entsprechende Nachweise erbringen zu können.

*Silber-Kupfer-Bergbau Seekar am Obertauern, Pongau*

***Erzbischöflicher Bergbau im 16. und 17. Jahrhundert***

1515 wird erstmals ein Silber- und Kupferbergbau am Radstädter Tauern erwähnt. Mehrere Schmelzhütten befinden sich an der Landstraße auf dem Tauern. 1550 tritt als Besitzer des Montanunternehmens am Radstädter Tauern Herzog Ernst auf, der hier das gewonnene Erz in einer eigenen Kupferhütte in Hütttau im Fritztal gemeinsam mit Erzen aus der Gegend von Mandling und Larzenbach bei Hütttau verhütten ließ. In weiterer Folge wurde 1596 das Montanunternehmen an den Gewerken Maximilian Steinhauser veräußert. Darüberhinaus wurden die Gewerken Abraham Katzböck, die Gewerken Kirchberger und Steinberger genannt. Mit dem totalen Konkurs der Gewerken Steinhauser geriet der Bergbau an verschiedene andere Gewerken. Wirtschaftlich günstige und ungünstige Betriebsperioden wechselten einander ab, jedoch traten in der Mitte des 17. Jahrhunderts wirtschaftliche Schwierigkeiten auf und der Zustand des Bergbaues war als schlecht und die Ausbeute wurde als gering bezeichnet.

1650 erwarb das Erzbistum Salzburg unter Erzbischof Graf Paris Lodron das Montanunternehmen, nachdem der Bergbau bereits jahrelang stillgestanden war. 1671 wurden die Bergbauaktivitäten wieder aufgenommen und eine ansehnliche Kupfer-, aber auch Silberproduktion realisiert.

Mangelnde Erzanbrüche und die dringende Situation der Errichtung eines Tiefenaufschlußbaues waren letztlich die Ursache, daß 1682 das Montanunternehmen aufgelassen wurde, nachdem durch Lawinenabgang das Berghaus und die Erzaufbereitungsanlage teilweise zerstört wurden.

In weiterer Folge wurden zahlreiche Unterbauprojekte vorgebracht, jedoch eine Wiederinbetriebnahme des Silber- und Kupferbergbaues Seekar nicht realisiert.

***Silber- und Kupfergewerkschaft Seekar***

1867 gelang es dem k.k. Bergverwalter Johann Griebenböck, eine Schurfgesellschaft zu gründen, aus der 1870 die Silber- und Kupfergewerkschaft Seekar hervorging. Nach Gewaltigung des Bergbaues konnten zahlreiche, zum Teil namhafte Gewerken aus Salzburg aktiviert werden, sodaß darüberhinaus auch Betriebsanlagen, wie die Errichtung eines Berghauses und einer Bergschmiede, realisiert werden konnten. Nach einem durchaus wirtschaftlich hoffnungsvollen Betriebsbeginn konnten die vorliegenden Erze wegen des Arsengehaltes nur schwer veräußert werden und brachten geringe Erlöse und rechtfertigten kaum einen ordentlichen Montanbetrieb.

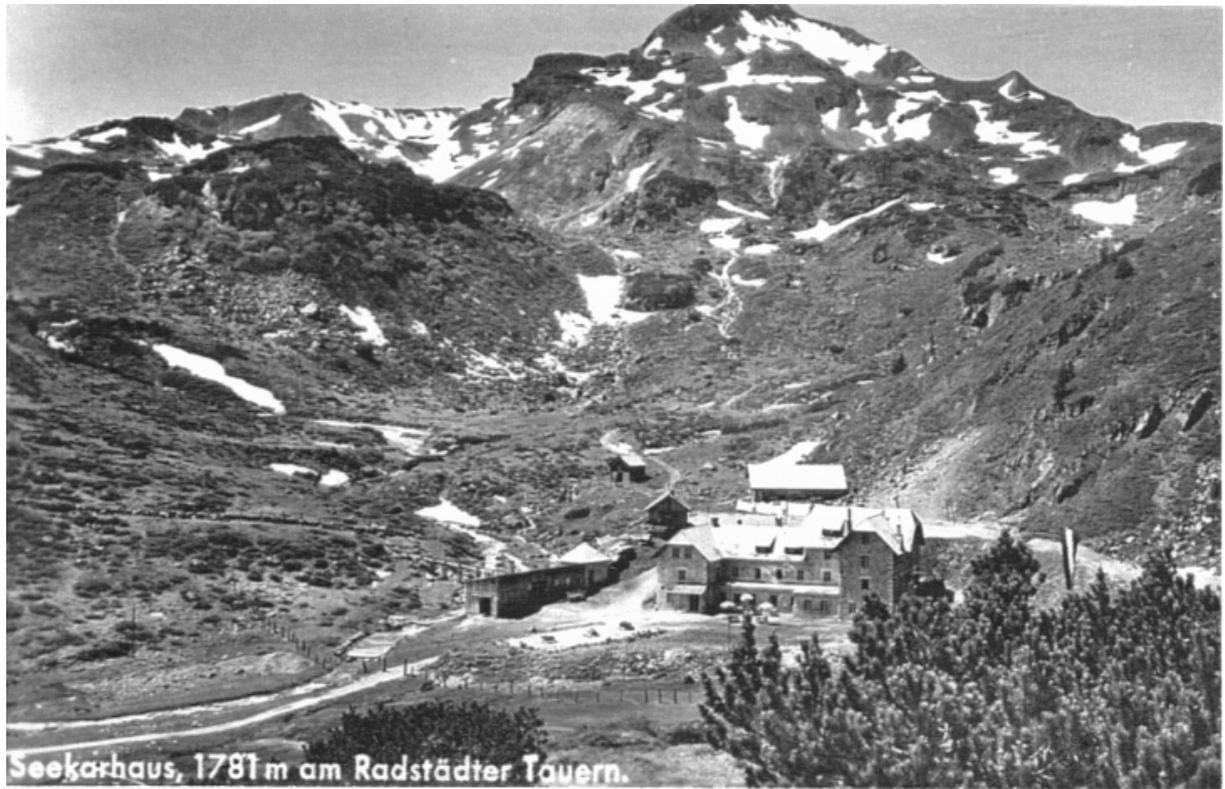
Vielfach wurde versucht, das gesamte Montanunternehmen als Spekulationsobjekt zu veräußern. 1907 erwarben Markus Gold aus London, Luis Oppenheim und Simon Siemons den gesamten Montanbetrieb, ohne jedoch ernsthafte Aufschluß- und Abbautätigkeiten durchzuführen. 1910 wurde unter den Gewerken Dr. Otto Häcker und Dr. Franz Fiegen aus Berlin im Deutschen Reich ein Unterbauprojekt, welches schon 1676 geplant war, realisiert. Während des Ersten Weltkrieges zwischen 1914 und 1918 und der kriegswirtschaftlich erhöhte Bedarf an Rohstoffen bedingten eine Forcierung der Aufschlußtätigkeiten, jedoch konnten letztlich die gestellten Erwartungen nicht befriedigt werden. 1918 mußten aus wirtschaftlichen Gründen sämtliche bergbauliche Aktivitäten eingestellt werden, nachdem mit einer Belegschaft von durchschnittlich 15 bis 20 Mann jährlich zwischen 800 und 2.000 Zentner Erze mit einem durchschnittlichen Metallgehalt von 2,36 bis 4,45 Prozent Kupfer und einem Silbergehalt von 250 Gramm pro Tonne gefördert. Derberzpartien zeigten als Seltenheit bis zu 22 Prozent Kupfer und einen Silbergehalt bis zu 850 Gramm pro Tonne Hauwerk.

1923 versuchte die Kupfer- und Silbergewerkschaft Seekar, durch Errichtung eines Sporthotels eine Umstrukturierung vorzunehmen.

Hochverschuldet mußte schließlich das Montanunternehmen den Konkurs anmelden, nachdem sämtlicher obertägiger Besitz, wie das Berghaus selbst, Maschinen und sonstiges Zubehör gepfändet und verkauft waren.

1924 zeigte sich die Kupfer- und Silbergewerkschaft Seekar wirtschaftlich handlungsunfähig, nachdem die meisten Gewerken, durchwegs Ausländer, bereits verstorben und vielfach unbekanntes Aufenthaltes waren.

1933 erfolgte die Auflösung der Kupfer- und Silbergewerkschaft Seekar und besiegelte das Ende sämtlicher Bergbauaktivitäten.



Silber- und Kupferbergbau Seekar am Obertauern, Bergbauanlagen im Seekar; 1920

### *Silber- und Bleibergbau und Hütte in Ramingstein, Lungau*

Von allen Silber und Blei produzierenden Bergbauen in den Hohen Tauern war das Montanunternehmen in Ramingstein jahrhundertehindurch das bedeutendste und wirtschaftlich ertragreichste. Die wechselvolle Geschichte wurde von Montanhistorikern und Montanisten immer wieder beleuchtet und interpretiert, oftmals auch im Hinblick auf eine Wiederaufnahme des Bergbaues.

#### ***Privatgewerkentum zwischen Mittelalter und Neuzeit***

Ein organisierter Bergbau ist ab 1443 nachweisbar, als Erzbischof Friedrich IV. den Gewerken Sigmund und Christoph Moßhaimer sowie Eberhard Wendelstein Erzanbrüche beiderseits des Murtales verliehen hatte. Schließlich folgte ein rascher Aufschwung des Bergbaues verbunden mit einer Zuwanderung zahlreicher Knappen. Auf Drängen der Gewerken wurde 1459 eine eigene Bergordnung erlassen und beinhaltete die Regelung der rechtlichen und sozialen Verhältnisse der Knappen.

1556 hatte der Silber- und Bleibergbau ein ansehnliches Ausmaß erreicht und gliederte sich in die Bergbaureviere Altenberg, Kräofen, Dürnrein und Haderbau. Pro Jahr wurden ca 300 bis 350 Kilogramm Silber in den Erzaufbereitungsanlagen- und in der Schmelzhütte in Ramingstein erzeugt. Der wirtschaftliche Aufschwung des Montanunternehmens führte 1575 zur Beteiligung krainischer und italienischer Gewerken aus Gemona, Venedig und Bologna. Das Auffinden hochwertiger Silbererze führte gegen Ende des 16. Jahrhunderts zu einer Spitzenproduktion an Silber von ca 600 Kilogramm pro Jahr.

Ab 1600 führten Schwierigkeiten in der Wasserhaltung, der Entwertung des Silbers durch die Entdeckung reicher Vorkommen in der Neuen Welt, weiters veraltete Vortriebs-, Abbau- und Fördermethoden und letztlich das Nachlassen der Erzführung zu hohen Betriebsverlusten und führten neben Mißwirtschaft und Ausbeutung zum Niedergang des Montanbetriebes.

#### ***Erzbischöflicher Bergbau im 17. und 18. Jahrhundert***

1615 übernahm das Erzbistum Salzburg das Montanunternehmen und die zentrale Betriebsleitung bestand mit Sitz der Bergverwaltung auf Schloß Wintergrün.

Mit Hilfe neuer Arbeitsmethoden, wie der Verwendung des Schießpulvers beim Vortrieb, die Forcierung des Hoffnungsbaues, wurde versucht, den Montanbetrieb zu sanieren. Mit einem durchschnittlichen Arbeiterstand von 154 Mann wurden zwischen 1660 und 1719 insgesamt 68.743 Tonnen Hauwerk gefördert und daraus 3.587 Kilogramm Feinsilber erzeugt, was einer durchschnittlichen Leistung von über 60 Kilogramm Silber pro Jahr bei einem außergewöhnlich hohen Metallausbringen von über 522 Gramm Silber pro Tonne Hauwerk entsprach. Vielfach wurde feinverteiltes „Gemeinerz“ gewonnen und mußte mittels Poch- und Waschverfahren in den Erzaufbereitungsanlagen aufbereitet werden und führte zu hohen Abgängen beim Aufbereitungsprozeß. 1749 wurden auf Weisung des landesfürstlichen Kommissärs Karl von Schnedizeni die Erzaufbereitungsanlagen am Mißlitzbach einer Generalsanierung unterzogen, jedoch führten die Maßnahmen nur zu einer geringen Steigerung der Produktionsverhältnisse. 1780 wurde die Einstellung des gesamten Bergbaubetriebes beschlossen, der Hüttenbetrieb noch aufrechterhalten, indem die goldhaltigen Erze des Gold- und Silberbergbaues Schellgaden bei St. Michael im Lungau mit schmelzwürdigen Silberschlacken in der Schmelzhütte in Ramingstein verarbeitet wurden.

#### ***Privatgewerkentum im 18. Jahrhundert***

Der Verkauf des gesamten Montanunternehmens an den Gewerken Gottfried Poschinger 1791 führte zu keiner Wiederbelebung des Unternehmens. Als Spekulationsobjekt gelangte der Bergbau und die Werksanlagen, die Erzaufbereitungsanlagen, der Röstofen der Schmelzhütte mit zwei Schmelzöfen, einem Silbertreibherd, Probieröfen und Zimmerstuben samt dem Schloß Wintergrün an die Bayerische Regierung, jedoch ohne wesentliche Aktivitäten durchzuführen.

1813 wurde das gesamte Montanunternehmen offiziell aufgelassen.

Ein verheerender Waldbrand, der auf den Ort Ramingstein übergrieff, äscherte 1841 das Schloß Wintergrün, die Burg Finstergrün sowie fast sämtliche Werks- sowie 40 Wohn- und Ökonomiegebäude ein.

### ***Montanmuseum im 20. Jahrhundert***

1990 wurden Teile der Stollenanlagen im Bereich des Bergrevieres Altenberg für interessierte Besucher durch Errichtung eines Schaubergwerkes zugänglich gemacht.

### *Eisenbergbau und Hochofenwerk in Bundschuh im Thomatal, Lungau*

#### ***Privatgewerkentum im 17., 18. und 19. Jahrhundert***

Eisenbergbau und eine Eisenschmelzhütte sind im Bundschuh im 16. Jahrhundert nachweisbar, als die Gewerken Jocher die Eisenerzeugung aufnahmen. 1750 wurde auf Initiative des landesfürstlichen Kommissärs Karl von Schnedizeni der Montanbetrieb wieder aufgenommen, wobei Eisenerze aus den Bergbauen Schönfeld und Altenberg im Grenzgebiet zu Kärnten in größeren Mengen zur Verfügung standen.

1815 gelangte das Montanunternehmen an die Lungauer Eisengewerkschaft in St. Andrä im Lungau. 1839 erwarben die steirischen Gewerken Franz Xaver Neuper und Josef Pesendorfer die Werksanlagen. Josef Pesendorfer war einer der bedeutendsten Unternehmer der Obersteiermark und besaß zahlreiche Werksanlagen in Rottenmann, Trieben und Liezen und zählte um die Mitte des 19. Jahrhunderts zu den größten Blech- und Stahlproduzenten der Steiermark.

1850 waren die technischen Anlagen des Montanbetriebes veraltet und baufällig, sodaß die Erben 1862 den Bau einer zeitgemäßen Hochofenanlage durchführten. 1867 wurde der Hochofen, genannt „Franzeshütte“, in Bundschuh in Betrieb gesetzt, jedoch der hohe Schwefelgehalt und der geringe Eisengehalt der Eisenerze erschwerten den Schmelzprozeß und verursachten einen hohen Holzkohlenverbrauch.

Die Wirtschaftskrise der 60iger Jahre und die bescheidenen Betriebsergebnisse erzwangen 1885 die Stilllegung des Montanbetriebes. 1892 erwarb Wilhelm Pick das gesamte Montanunternehmen, ohne jedoch Aktivitäten zu setzen. Um 1900 ging der Montanbesitz an Karl Alexander Graf Lambert über, der schließlich den Montanbetrieb an die Firma Johann Bleckmann Phönix Stahlwerke in Mürzzuschlag in der Steiermark verpachtete. Das auf Edelstahl ausgerichtete Unternehmen erzeugte zwischen 1901 und 1903 in der Hochofenanlage nochmals Roheisen, jedoch ohne wirtschaftlichen Erfolg. Seit 1926 zählt die Herrschaft Ramingstein-Bundschuh zum Schwarzenberg'schen Eigentum.

#### ***Montanmuseum im 20. Jahrhundert***

Nach Stilllegung der Anlagen und Auflassung der Roheisenproduktion folgten Jahrzehnte des Verfalls. 1974 bildete sich ein Verein zur Erhaltung der Schmelzanlage in Bundschuh mit dem Ziel, die ehemaligen Hochofenanlagen zu restaurieren. Die Baulichkeiten beherbergen heute ein Bergbaumuseum.

## Grauwackenzone

Im Bereich treten eine größere Anzahl von Kupfer- und Schwefellagerstätten auf, die in prähistorische Zeit zurückreichend bereits regen Anlaß zu Bergbautätigkeiten bis in heutige Zeit gaben. Zu den bedeutendsten Vorkommen zählt die Kupferlagerstätte Mitterberg bei Mühlbach am Hochkönig.

### Buntmetallbergbaue

*Kupferbergbau Mühlbach am Hochkönig und Kupferhütte in Außerfelden bzw Mitterberghütten, Pongau*

#### **Wiederentdeckung Mitterberger Kupfergewerkschaft**

Der Abbau und die Verhüttung von Kupfererzen im Raum Mühlbach am Hochkönig und St. Johann reicht in prähistorische Zeit zurück und ist bis ca 3.000 Jahre vor Christus anhand aufgefunderer Schmelzplätze nachweisbar.

Bedeutsam ist, daß nach einem Betriebsstillstand von ca 2.000 Jahren erst 1827 die neuerliche Entdeckung der Mitterberger Kupferervorkommen erfolgte. Fast märchenartig klingt die Geschichte des verlorenen Brotlaibes, die wiederum durch den Fundort zur Wiederentdeckung der Erzvorkommen am Mitterberg führte. Oberhutmann Josef Zöttl war es, der 1829 eine Gewerkschaft gründete und am Mitterberg einen Kupferbergbau aufnahm, dem 1848 der Bau einer Kupferschmelzhütte in Mühlbach am Hochkönig folgte.

Tüchtige Berg- und Hüttenverwalter, wie Johann Pirchl, verstanden es trotz entlegener Lage des Montanbetriebes und Rückschlägen durch Wetterunbilden ein florierendes Montanunternehmen aufzuziehen und eine Erzaufbereitungsanlage zu errichten und den Montanbetrieb nach damals modernst technischen Gesichtspunkten zu führen. Beispielsweise wurde zwischen 1869 und 1879 ein neues Poch- und Waschwerk am Schrammbach errichtet, 1880 folgte die Anlegung einer neuen Werksstraße und zwischen 1862 und 1883 die Installierung einer obertägigen Förderanlage nach dem Bremsbergprinzip.



Kupferbergbau Mühlbach Am Hochkönig, Belegschaft; 1880



Kupferbergbau Mühlbach am Hochkönig, Mitterberg, Erzaufbereitungsanlagen; 1880

Schließlich folgte eine Umstrukturierung der Hüttenanlage, deren Standort von Mühlbach am Hochkönig nach Außerfelden, dem heutigen Mitterberghütten, im Salzachtal wechselte.

Trotz niedriger Kupferpreise war eine weitere Technisierung des Montanbetriebes möglich durch die Errichtung einer kleinen Kraftzentrale am Mitterberg, wodurch im Abbau elektrische Bohrmaschinen eingesetzt werden konnten.

1906 wurde der gesamte Bergbaubesitz an ein englisches Konsortium der Mitterberger Copper-Companie Limited mit Sitz in London verkauft. Hochfliegende Pläne, wie die Realisierung eines Unterbauprojektes von Mühlbach am Hochkönig aus und Umstrukturierungen der Erzaufbereitungsanlagen und des Hüttenbetriebes, führten zum Konkurs des Montanunternehmens.

### **Mitterberger Kupfer Aktiengesellschaft**

Der neu gegründeten Gesellschaft unter Dr. Arthur Krupp und der Creditanstalt für Handel und Industrie in Wien gelang es, den Kupferbergbau in einer bislang ungeahnten Weise zu forcieren. Zwischen 1906 und 1909 wurde eine nach modernen Gesichtspunkten geplante Erzaufbereitungsanlage in Mühlbach am Hochkönig errichtet, Materialeilbahnen ersetzten den kostspieligen Transport am Geleiswege, darüberhinaus wurde durch den Ausbau der Wasserkräfte der gesamte Montanbetrieb elektrifiziert und der elektropneumatische Bohrbetrieb in den Gruben generell aufgenommen und durchgeführt.

Der Bergbau erfuhr durch Zusammenschluß sämtlicher Gruben am Mitterberg einen rationellen Abbau- und Förderbetrieb.

Während des Ersten Weltkrieges zwischen 1914 und 1918 wurde dem Montanbetrieb besondere Aufmerksamkeit gewidmet und stellte einen der wichtigsten Standorte der Kupferproduktion in der österreichisch-ungarischen Monarchie dar. Im Bereich der Kupferhütte Außerfelden wurde neben dem Ausbau der Betriebsanlagen die Kupfergewinnung mittels Kupferelektrolyse aufgenommen und das umständliche Kupferschmelzverfahren aufgegeben.

Zwischenzeitlich dehnten sich die Bergbautätigkeiten nicht nur auf den Bereich Mitterberg, genannt Nordrevier, in Mühlbach am Hochkönig, sondern darüberhinaus auch auf das Südrevier bei St. Johann im Pongau und am Buchberg bei Bischofshofen aus.

Die allgemeine, weltweite Wirtschaftskrise in den 20iger und 30iger Jahren führte schließlich zur Einstellung des gesamten Montanbetriebes und machte die Region um Mühlbach am Hochkönig zum sozialen Notstandsgebiet.

### **Hüttenwesen**

Die Kupfererze bzw. Erzkonzentrate wurden zwischen 1843 und 1884 in Mühlbach am Hochkönig und von 1885 bis 1931 in Außerfelden bzw. Mitterberghütten verarbeitet und verschmolzen. Die Hütteneinrichtungen bestanden zunächst aus einem Krummofen, einem Rosettierherd, einem Gestübbe, Pocher und zwei Wasserrädern zum Betrieb eines Kastengebläses. In weiterer Folge wurden ein Rundschachtofen, drei Krummöfen, sieben Doppelpöststadeln, ein Röstflamofen, zwei Kupfergarherde zum Rosettieren, ein Raffinierofen errichtet und betrieben. Die Abgase der Öfen wurden in Flugstaubkammern von festen Bestandteilen gereinigt.

Der Hüttenprozeß geschah in mehreren Vorgängen und gliederte sich im Rohschmelzen, Konzentrationsschmelzen, Rösten, Schwarzkupferschmelzen, Rosettieren und Raffinieren des Kupfers. Wichtig war, die stark schwefelhaltigen Kupfererze abzurösten, wobei das entstandene Schwefeldioxid zunächst keiner weiteren Verwendung zugeführt wurde. Im Hinblick auf den kleinen Betriebsumfang hielten sich für damalige Zeiten die Rauchsäden in Grenzen, allfällige Flur- und Waldschäden wurden fallweise entschädigt.

Zwischen 1882 und 1885 wurde in Außerfelden eine neue Hüttenanlage errichtet. Die Verhüttung der Erze erfolgte bis 1906 nach dem deutschen Verfahren bzw. nach englischer Art in Flammöfen. Dabei wurden die Erze zuerst geröstet und schließlich auf Rohstein verarbeitet und nach Zerkleinerung mittels Steinkohle in Flammöfen der Konzentrationsstein und weiters zu Schwarz- und Rosettierkupfer verarbeitet und letztlich Raffinadekupfer erzeugt. Als Nebenprodukt wurde Kupfervitriol, Nickelvitriol und Würfelnickel hergestellt.

1906 wurde das Bessemerverfahren eingeführt und anstatt der alten Röstmethoden das Dwight-Lloyd-Röstsystem eingeführt. Die Röstung geschah mittels Koks, die Weiterverarbeitung in Schachtofen und schließlich die Erzeugung des Kupfers in Raffinier- bzw. Gasflamöfen.

1911 wurde die elektrolytische Raffination aufgenommen und neben Elektrolytkupfer, Kupfervitriol, Nickelvitriol und Nickel gewonnen.

Die schwefeldioxidreichen Abgase wurden nach dem Schmiederlverfahren auf Schwefelsäure verarbeitet. Die Reinigung der Abgase von metallischem Flugstaub geschah in Flugstaubkammern und schließlich auf elektrischem Weg nach dem Kontrellverfahren.

Die Hüttenrauchsäden durch die Abgase, insbesondere durch Schwefeldioxid, bestanden vor allem in Flur- und Waldschäden. Besonders litten die Nadelhölzer mit mehrjähriger Benadelung.

Obwohl versucht wurde, nach den neuesten technischen Erkenntnissen durch geeignete Anlagen die Rauchschäden gering zu halten, folgten insbesondere von Seite der Bauern Schadensersatzklagen durch Ernte- und Viehausfälle.

Trotz leistungsfähiger Einrichtungen zur weitgehenden Unschädlichmachung des Hüttenrauches konnten schädliche Einflüsse nicht verhindert werden. Angestrengte Gerichtsverfahren führten zur Leistung entsprechender Entschädigungen bzw zum Ankauf nahegelegener Bauerngüter.

Abbrand- und Schlackenmaterial wurde am Betriebsgelände deponiert bzw fand als Schüttmaterial in der umliegenden Gegend Verwendung.



Kupferbergbau Mühlbach am Hochkönig, Außerfelden, Kupferhütte; 1930

Mit der 1931 erfolgten Stilllegung der Kupferhütte in Außerfelden, dem heutigen Mitterberghütten, trat in den Folgejahren schrittweise eine Verbesserung der Situation ein.

### ***Studiengesellschaft Deutscher Kupferbergbau***

Der Anschluß Österreichs an das Deutsche Reich 1938 und schließlich der Zweite Weltkrieg zwischen 19

39 und 1945 bedingten einen erhöhten Bedarf an Rohstoffen, insbesondere auch an Kupfer, und führte zu einer Wiederaufnahme des Montanbetriebes. Großer technischer und personeller Einsatz führten bereits 1942 zur Produktion an Kupfererzen. Nachteilig erwies sich jedoch das zwischenzeitliche Fehlen einer Kupferschmelzhütte in Außerfelden, wodurch der Hüttenprozeß in Freiberg in Sachsen vorgenommen werden mußte.

### ***Mitterberger Kupferbergbau Ges.m.b.H.***

Nach Kriegsende 1946 unter öffentliche Verwaltung gestellt, wurde die durch die Studiengesellschaft Deutscher Kupferbergbau forcierte Aufschließung im Bergbaubereich weiter fortgeführt. Die Errichtung von Blind- und Tiefbauschächten rationalisierten die Förderverhältnisse. Im Bereich der Erzaufbereitungsanlagen erfolgte der Ausbau der Flotationsanlagen mit getrennter Kupferkies- und Schwefelkieskonzentraterzeugung.

1950 und 1960 durchgeführte Prospektionsarbeiten führten zu einer Wiederaufnahme des Bergbaubetriebes im Südrevier und am Buchberg, jedoch ohne langfristigen wirtschaftlichen Erfolg.

Problematisch erwies sich das Fehlen einer Kupferschmelzhütte. Die Lieferung der Erzkonzentrate erfolgte zunächst zur weiteren Verarbeitung an die Bleiberger Bergwerksunion nach Arnoldstein in Kärnten und schließlich zum Hüttenprozeß an die Montanwerke nach Brixlegg in Tirol. Niedrige Weltmarktpreise drängten das Montanunternehmen vielfach an die Existenzgrenze.

Die wirtschaftlich ungünstigen Verhältnisse führten zu weiteren Rationalisierungsmaßnahmen im gesamten Bergbau- und Erzaufbereitungsbereich. Die hohen Förderkosten im Bergbau bewirkten die Realisierung eines neuen Aufschlußkonzeptes.

Mit dem 1972 erfolgten Neuaufschluß des sogenannten „Westfeldes“ am Mitterberg konnte eine wesentliche Rationalisierung im Förderwesen erreicht werden konnte.

Zunächst höhere Weltmarktpreise am Kupfermarkt, gefolgt 1974 von einem starken Preisverfall, bewirkten letztlich, daß trotz vorgenommener Rationalisierungsmaßnahmen das Montanunternehmen nicht mehr wirtschaftlich vertretbar geführt werden konnte und seitens der ÖIAG 1976 zur Schließung des Montanunternehmens führte.

Durchschnittlich beschäftigte das Montanunternehmen in den 50iger und 60iger Jahren bis zu 500 Arbeiter und Angestellte, infolge Rationalisierungsmaßnahmen reduzierte sich die Belegschaft in den letzten Betriebsjahren auf 250 Mitarbeiter.

Zur Zeit der Schließung betrug die Gesamterzvorräte ca 10 Millionen Tonnen.

*Kupfer-, Silber-, Blei-, Quecksilber-, Kobalt- und Nickelbergbau und Schmelzhütte Schwarzleo, Pinzgau*

### ***Privatgewerkentum zwischen Mittelalter und Neuzeit***

Vermutlich schon zu prähistorischer Zeit betrieben, ist die Bergbautätigkeit im Schwarzleoal erst im 15. Jahrhundert belegbar, als 1525 Erzbischof Eberhard III. von Gewerken gebeten wurde, die Erze nach Schladming zu führen und verschmelzen zu dürfen. 1434 wurde durch Erzbischof Johann II. den Friesacher Bürgern Niklas Stockhammer und Hans Schmelzer gestattet, in Leogang und in Thumersbach bei Zell am See alte verlegene Baue zu bearbeiten. 1448 scheint als Gewerke Michael Anlag auf und 1542 entstand unter Hans Zettlacher als Verweser eine Gesellschaft für den Kupfer- und Bleibergbau, der neben Herzog Ernst, Niclas Ribeißen sowie Christoph Perner und Hans Tenns Erben angehörten. Die Verhüttung der Erze erfolgte gemeinsam im Schmelzhandel des Salzburger Virgil Fröschlmoser und des Nürnbergers Lukas Sitzinger in Leogang.

1585 waren die bayerischen Gewerken Alexander Schöttl zu Falkenstein, Hans Ernhofer, Mathias und Wendl Ypphofer sowie Mathias Röcheisen in der Schwarzleo tätig. Neben der Holznutzung erfolgte die Errichtung eines Pochers und einer Schmelzhütte samt Kohlbarm.

Neben anderen Gewerken betrieben 1591 die berühmten Gewerken Rosenberger und Hans Marquart den Bergbau.

Durchschnittlich waren 60 Knappen tätig, besonders das in der Silberschmelzhütte in Hütten bei Leogang erzeugte Silber war von erstklassiger Qualität, sodaß daraus die berühmten Salzburger Silbertaler in Salzburg geprägt wurden.

1691 waren die Gewerken Wilhelm Kobalt und Virgil Hölzl aus Salzburg sowie die Saalfeldner Bürger Hans Lechner, Benedikt Rieder, Christian Schläfer und Hans Stöckl tätig. 1691 wurde in Hütten bei Leogang ein neues Verweserhaus errichtet und 1702 ein Röstofen und eine neue Silber- und Kupferschmelzhütte in Betrieb genommen.

1717 trat als Gewerke Johann Silvester Prugger von Pruggheim auf, wobei das Montanunternehmen einen besonderen Aufschwung nahm.

### ***Erzbischöflicher Bergbau im 18. Jahrhundert***

In weiterer Folge kaufte 1761 das Erzbistum Salzburg unter Erzbischof Sigismund von Schrattenbach das Montanunternehmen in Leogang und führte zu einem neuerlichen Aufschwung des Montanbetriebes.

### ***Ärarischer Bergbau im 19. Jahrhundert***

Zu Beginn des 19. Jahrhunderts trat nach einer kurzen wirtschaftlichen Hochblüte der wirtschaftliche Verfall des Montanunternehmens ein. Rationalisierungsmaßnahmen im Erzaufbereitungs- und Hüttenprozeß führten zu einer Reduktion des Werkpersonales, jedoch konnte keine grundlegende Sanierung realisiert werden. Vielfach war ein starker Rückgang der Erzförderung und Metallproduktion in der Schmelzhütte feststellbar. Von einem durchschnittlichen Personalstand von 30 Mann waren im Bergbau 18 und in der Schmelzhütte 5 Personen beschäftigt. 1825 folgte die Einstellung des gesamten Montanunternehmens mit anschließender Versteigerung sämtlicher Inventargegenstände und Liegenschaften.

Schurfversuche der Schwarzleoganger Gewerkschaft zwischen 1846 und 1880 führten zu keiner nachhaltigen Wiederbelebung des Montanbetriebes.

*Kobalt- und Nickelbergbau in Nöckelberg und Schmelzhütte in Sonnrain bei Leogang, Pinzgau*

### ***Privatgewerkentum im 18. Jahrhundert***

Als um 1700 die Erzvorkommen bergmännisch erschlossen wurden, galt die Verwendung der gewonnenen Kobalterze in erster Linie der Erzeugung von Blaufarben in den aufblühenden Glas- und Porzellanmanufakturen. Zunächst besaß die Wiener Kobaltgesellschaft am Nöckelberg bei Leogang und auf der Zinkwand in den Schladminger Tauern bei Schladming einen Montanbetrieb, der 1765 in wirtschaftliche Schwierigkeiten geriet und zur Auflassung sämtlicher Bergbautätigkeiten führte. Ende

des 18. Jahrhunderts wurde der Kobalt-Nickelbergbau gemeinsam mit dem Kupfer-, Silber-, Blei- und Quecksilberbergbau Schwarzleo geführt. Die Säkularisierung 1803 und die folgenden politischen Unruhen führten zu Absatzschwierigkeiten bei Blaufarben, sodaß 1812 der Nickel-Kobaltbergbau Nöckelberg aufgelassen wurde.

1842 begannen die Gewerke Sebastian Ruhdorfer und Michael Gracco aus Kitzbühel mit der Wiederaufnahme des Bergbaues. Die 1846 gegründete Gewerkschaft Nöckelberg schloß die Erzvorkommen großzügig auf und errichtete eine Schmelzhütte in Sonnrain bei Leogang.

### ***Metallfabrikant Ing. Karl Krupp***

1870 trat der finanzkräftige Metallfabrikant Ing. Karl Krupp der Metallwarenfabrik Berndorf bei Wiener Neustadt als Unternehmer auf und in der darauffolgenden Blütezeit von 1871 1880 wurden mit einer Belegschaft von durchschnittlich 60 Personen insgesamt ca 800 Tonnen Kupfer-, Nickel- und Kobalterze gewonnen und daraus Nickel-Kobaltspeise erzeugt. Das darüberhinaus erschmolzene Nickelmetall wurde in das Deutsche Reich exportiert und daraus die ersten Nickelmarkstücke geprägt. Die Entdeckung großer Nickelerzlagertstätten in Neukaledonien führte zu einem Preisverfall bei Nickel am Weltmarkt, sodaß der Montanbetrieb 1888 eingestellt werden mußte.

### ***Bergbauaktivitäten im 20. Jahrhundert***

Der Ausbruch des Ersten Weltkrieges 1914 führte zu Bergbauaktivitäten durch die Kupfergewerkschaft Viehhofen, die sich im wesentlichen auf Gewaltigungsarbeiten und Gewinnung und Förderung von Kupfer-, Nickel- und Kobalterzen beschränkte.

Sämtliche nach 1919 durchgeführte Schurfversuche führten zu keiner Wiederaufnahme des Bergbaubetriebes.

*Kupferbergbau Larzenbach, Gielach und Igelsbach bei Hüttau, Pongau*

### ***Privatgewerkentum im 14. und 16. Jahrhundert***

Bereits im 14. Jahrhundert sind Bergbauaktivitäten nachweisbar, jedoch erst 1549 sind als Gewerke namentlich die Feuersänger und Perner bekannt, die in Hüttau nicht nur Ansitze, sondern auch Hüttenwerke besaßen.

### ***Privatgewerkentum im 19. Jahrhundert***

Nach langen Jahren des Stillstandes wurden im Larzenbachgraben bei Gielach und Igelsbach bei Hüttau alte Bergbauhalden entdeckt und führten 1853 zur Gründung der Kupfergewerkschaft Larzenbach. Als Kleinunternehmen ausgerichtet, richteten sich die Bergbautätigkeiten auf die Gewaltigung alter Stollen, Abbau und Förderung von Kupfererzen.

Aus wirtschaftlicher Sicht problematisch erwies sich die entlegene Lage der einzelnen Bergbaue und der hohe Arsen- und Antimongehalt der Erze, die in einer Erzaufbereitungsanlage im Larzenbachgraben zu Erzkonzentraten verarbeitet und in der k.k. Schmelzhütte in Lend eingelöst wurden.

Trotz intensiver Schurfarbeiten in den Bergrevieren Larzenbach, Gielach und Igelsbach wurden 1869 bzw 1874 aus wirtschaftlichen Gründen die Bergbautätigkeiten eingestellt und 1886 das Montanunternehmen aufgelöst.

Vermehrter Rohstoffbedarf führte während des Ersten Weltkrieges 1916 zu Schurfarbeiten, eine Wiederbelebung des Bergbaues fand nicht statt.

Weitere Vorkommen ähnlicher Art befanden sich bei Filzmoos, Radstadt und Mandling.

Neben Kupfer treten Kieslagerstätten in Erscheinung, bedingt durch das dominierende Auftreten von Schwefelkies anstelle von Kupferkies in den Kupferlagerstätten.

Typische Vertreter sind die Kieslagerstätten Schwarzenbach bei Dienten am Hochkönig und Großarl und Hüttschlag im Großarlal mit den ehemals betriebenen Schmelzhütten, die schwerpunktmäßig auf die Erzeugung von Schwefel, teilweise auch auf Alaun und letztlich auf Kupfer ausgerichtet waren.

Überleitend dazu treten die Schwefel- und Kupferlagerstätten Lienberg, Limberg, Klucken und Walchen bei Zell am See und Rettenbach und Stimml bei Mittersill in Erscheinung.

*Schwefel- und Kupferbergbau Schwarzenbach bei Dienten am Hochkönig, Pinzgau*

***Betriebsperiode vom 15. bis 19. Jahrhundert***

Früheste schriftliche Belegungen treten 1487 auf. Als Gewerken treten Hans Rubein und Konrad Strochner auf. Die Erze wurden in einer Schmelzhütte im Schwarzenbachgraben verhüttet und waren hauptsächlich auf die Produktion von Kupfer ausgerichtet.

1547 übernahm Herzog Ernst von Bayern den gesamten Montanbetrieb, mangelnde Erzvorräte und veraltete Hüttenanlagen führten dazu, daß 1554 die hüttenfähigen Erze zur neu errichteten Hütte nach Lend transportiert wurden, nachdem das Montanzentrum Lend um 1550 von Herzog Ernst bzw Christoph Weitmoser gegründet worden war, um die Tauernerze aus den Bergbauen im Gasteiner, Rauriser und im Fuschertal verarbeiten zu können.

Die Schmelzhütte in Lend, die nach damaligen Verhältnissen als Großbetrieb anzusprechen war, verarbeitete auch Kupfererze aus verschiedenen benachbarten kleinen Montanbetrieben am Trattenbach, in der Eschenau, am Moosegg und an der Türchlwand im Raurisertal und darüberhinaus aus dem Wolfsbachtal zwischen Rauris und Fusch bis nach Großarl, der Aigenalm und vom Floitensberg bei St. Johann im Pongau.

1720 traten offensichtlich die bisher teilweise dominierend auftretenden Kupfererze anstelle stark schwefelhaltiger Erze zurück, sodaß die Kupfererzeugung im Hinblick auf die hohen Kobalt- und Arsengehalte der Erze sich für eine Kupferproduktion kaum eigneten.

Selbst ein aufwendiger Aufbereitungsprozeß führte zu keiner merklichen Verbesserung der Situation, sodaß 1780 sämtliche Bergbauaktivitäten zum Erliegen kamen.

Bergbauaktivitäten seitens der Kupfergewerkschaft Bürgstein 1879 führten zu keiner Wiederaufnahme des Bergbaubetriebes.

***Bergbau im 20. Jahrhundert***

1917 reaktivierte der Saalfeldner Unternehmer Josef Weilguny, der später den Magnesitbergbau auf der Inschlagalpe bei Leogang betrieb, den Montanbetrieb und baute bis 1926 Schwefelkies ab.

Zu Beginn des Zweiten Weltkrieges wurde der Bergbaubetrieb durch die Südchemie AG mit Firmensitz in München bzw Gelheim bei Regensburg wieder aufgenommen und durch ein Unterbauprojekt die Lagerstätte neu aufgeschlossen. Mittels einer Materialeilbahn wurden die Erze zur Dientner Landesstraße gebracht und mittels Lkw zur Bahnverladung nach Lend gebracht. Der Schwefelgehalt zeigte durchschnittlich 48 Prozent, im Durchschnitt 44 Prozent, der Kupfergehalt lag bei 1,2 Prozent.

Die gewonnenen Erze wurden als Rohstoff für die Darstellung von Schwefel und Bleichlauge verwendet und hatten durch den Verlust der sizilianischen Schwefelgruben eine gewisse kriegswirtschaftliche Bedeutung.

Das Montanunternehmen, das zahlreiche Kriegsgefangene beschäftigte, wurde am Ende des Zweiten Weltkrieges im Mai 1945 eingestellt, jedoch der Montanbetrieb im Mai 1946 wieder aufgenommen, nachdem österreichweit dringender Rohstoffbedarf an Schwefelkies seitens der Papier- und Zellstoffindustrie bestand. Der Montanbetrieb förderte von 1944 bis 1952 insgesamt ca 29.000 Tonnen Schwefelkies mit einem durchschnittlichen Gehalt von 36 Prozent Schwefel. 1952 wurde das Montanunternehmen aus wirtschaftlichen Überlegungen geschlossen.

*Schwefel- und Kupferbergbau und Schmelzhütte in Hüttschlag im Großarlal, Pongau*

***Bergbau***

Bergbautätigkeiten setzten gegen Ende des 14. Jahrhunderts ein, in weiterer Folge in der zweiten Hälfte des 15. Jahrhunderts sollen die Gewerken Schwarzenbacher Bergbaue auf der Schwarzwand und in Kardeis im Großarlal besessen haben, nachdem die Schmelzhütte im Reitalmtal durch ein Hochwasser zerstört und schließlich in der Wolfau bei Hüttschlag errichtet wurde.

1521 traten als Hauptgewerken die Familie Regauer und Herzog Ernst von Bayern als Montanunternehmer auf und errichteten im heutigen Ortsgebiet von Hüttschlag eine Schmelzhütte. 1540 waren über 100 Mann im Berg- und Hüttenbetrieb beschäftigt. Das Hüttschlagener Kupfer wurde

insbesondere nach Nürnberg und Augsburg verhandelt und war wegen der hervorragenden Qualität geschätzt.

Dominierend waren die Montanbetriebe an der Schwarzwand und in Kardeis. In der Schmelzhütte wurde neben Kupfer vor allem Schwefel und darüberhinaus auch Kupfervitriol erzeugt. 1569 erwarb Sebastian Priefer die Schmelzhütte von Herzog Ernst und 1594 das gesamte Montanunternehmen. 1597 gelangten sämtliche Anlagen an die Gewerken Andre und Max Steinhauser, bis 1614 der Konkurs angemeldet werden mußte.

Das gesamte Montanunternehmen wurde interimsmäßig von einer Kreditorenverwaltung geleitet, bis 1622 der gesamte Montanbetrieb vom Erzbistum Salzburg unter Erzbischof Paris Lodron übernommen und verwaltungsmäßig mit den übrigen Montanbetrieben im Erzbistum Salzburg zur sogenannten Haupthandlung zusammengefaßt wurde.

Die Übernahme brachte umfangreiche Investitionen und eine Vergrößerung der Belegschaft mit sich, sodaß das Montanunternehmen in der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts und im 18. Jahrhundert den wirtschaftlichen Höhepunkt erreichte. Bergbauzentren waren die Schwarzwand, Kardeis, Alt- und Astentofen.

Der Transport zur Schmelzhütte bzw von und zu den einzelnen Betriebsstätten geschah im Winter mittels Schlitten und Sackzug, im Sommer mit Pferdefuhrwerken. Die Erzaufbereitung der Erze wurde vielfach bei den einzelnen Bergbauen in einfachen, kleinen Erzaufbereitungsanlagen vorgenommen.

Mit der Säkularisierung des Erzbistums Salzburg 1803 gelangte das gesamte Montanunternehmen 1816 an den österreichischen Staat.

Vernachlässigter Hoffnungsbau, Raubbau, vermehrtes Auftreten kupferarmer Erze, veraltete Erzaufbereitungs- und Hüttenanlagen und vor allem die ungünstigen geographischen Verhältnisse bewirkten, daß das inzwischen unwirtschaftlich gewordene Montanunternehmen 1848 stillgelegt wurde.

Als Nachfolgemontanunternehmen konstituierte sich 1849 die Hüttschlag Großarler Gewerkschaft und erwarb 1850 den gesamten Montanbetrieb. Kapitalmangel verhinderten notwendige Investitionen und Raubbau bewirkte, daß bis 1860 sämtliche Erzvorkommen erschöpft waren. Hohe Gesteinskosten, niedrige Weltmarktpreise für Kupfer führten 1862 und 1863 zur Auflassung des gesamten Montanbetriebes und Auflösung der Gewerkschaft.

Rohstoffknappheit während des Ersten Weltkrieges von 1914 bis 1918 bewirkten Bergbautätigkeiten, die sich insbesondere auf die Gewinnung alter Hüttenabbrände bei Hüttschlag zur Gewinnung von Schwefel beschränkten.

Zwischen 1922 und 1950 dienten die Erzvorkommen vielfach als Spekulationsobjekt, ohne jedoch ernsthafte Bergbauaktivitäten durchzuführen.

1946 führte die Studiengesellschaft Kiesbergbau Ges.m.b.H. aus Maria Enzerdorf bei Wien in den ehemaligen Bergrevieren Kardeis und Astentofen im Großarlal Prospektionsarbeiten durch, die sich auf Gewaltigungs- und Überkuttungsarbeiten beschränkten und 1947 wieder zum Erliegen kamen.

### *Hüttenwesen*

In Hüttschlag, dem Sitz der Bergverwaltung und Standort der Schmelzhütte, standen von 1521 bis 1761 fünf Schwefelöfen, die 1617 erneuert wurden, in Betrieb. Darüberhinaus bestanden bis 1834 vier Kupferschmelzöfen, die 1670 umgebaut wurden. 1761 wurden die Schwefelöfen abgetragen und durch zwei Doppelschmelzöfen ersetzt, die 1765 den Betrieb aufnahmen. 1834 bzw 1837 wurden die Kupferschmelzöfen erneuert.

Zur Kupfergewinnung wurden verschiedene Erzqualitäten und abgeröstete Kupfer- und Schwefelerze herangezogen.

Die Verhüttung erfolgte in Schachtöfen mittels Holzkohle, die Ofenfeuerung geschah mit Holz und führte zu enormen Brenn- und Holzkohlenverbrauch. Der Schmelzprozeß selbst war umständlich und wurde in sechs Teilschritten vorgenommen. Die Teilprozesse bestanden aus Roherzschmelzen, Rösten des Rohlechs, Konzentrations- oder Kupfersteinschmelzen, Rösten des Kupfersteins, Schwarzkupferschmelzen und zuletzt Rosettieren oder Garmachen, einer einfachen Art der Raffination des Kupfers. Problematisch erwiesen sich die dabei auftretenden Schwefeldioxidemissionen, sodaß nur während der Wintermonate zur vegetationslosen Zeit der Hüttenbetrieb wahrgenommen wurde.

1551 unter dem Gewerken Herzog Ernst von Bayern erwähnt, erlangte in der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts die Vitriolsiederei an Bedeutung, deren Produkte als Kupfer- und Eisenvitriol in den Handel kamen.

Der „Kiesreichtum“ der Erze bewirkte, daß neben der Kupfergewinnung die Erzeugung von Schwefel einen wichtigen Produktionszweig der Hüttschlager Montanindustrie darstellte. Vielfach wurden zur Abschwefelung Schwefelkies und minderwertige Kupfererze verwendet, letztere in einem weiteren Verfahren durch einen Anreicherungsprozeß der Kupfergewinnung zugeführt.

Der Abschwefelungsprozeß wurde in Schachtöfen unter Verwendung von Holzscheitern als Brennstoff vorgenommen und dauerte mehrere Wochen. In eigens konstruierten Kammern wurde der sublimierte Schwefeldampf als Staubschwefel, an der Ofensohle der sogenannte Stockschwefel als geschmolzener Schwefel gewonnen. Problematisch erwiesen sich beim Hüttenbetrieb die Schwefeldioxidemissionen, sodaß ebenfalls die Kupferverhüttung in den Wintermonaten stattfand, um die schädlichen Auswirkungen der Rauchgase auf die Landwirtschaft möglichst gering zu halten. Der gewonnene Rohschwefel zeigte starke Verunreinigungen und mußte mehrmals umgeschmolzen werden.

*Schwefel- und Kupferbergbau Rettenbach bei Mittersill, Pinzgau*

Im Besitz der Augsburger Großkaufleute Welser sind Bergbautätigkeiten bis in das 14. und 15. Jahrhundert nachweisbar. Nach einer Periode des Verfalls wurden durch Gewerke 1625 mehrere alte Bergbaue gewältigt, doch erst 1716 wurde durch die Gewerke Kirchberger der Montanbetrieb aufgenommen. 1742 nahm der Gewerke Johann Reisigl den Bergbaubetrieb auf und die gewonnenen Erze wurden in der Schwefel- und Kupferschmelzhütte in Mühlbach im Oberpinzgau verarbeitet.

Jahre des Raubbaues führten zur Verarmung der Erzvorkommen. Kostspielige Neuaufschlüsse zur wirtschaftlichen Sicherung des Montanunternehmens konnten mangels finanzieller Mittel nicht realisiert werden und führten 1807 zur Stilllegung des Montanbetriebes.

Vermehrter Rohstoffbedarf während des Ersten Weltkrieges von 1914 bis 1918 führten 1916 zur Wiederaufnahme des Montanbetriebes und nach Gewältigungsarbeiten zum Abbau- und Förderbetrieb. Kriegsbedingt wurden 1918 die Bergbauaktivitäten eingestellt, jedoch 1925 durch die Gewerkschaft Udine aus Hannover wieder aufgenommen. Wirtschaftlich ungünstige Verhältnisse, hervorgerufen durch Inflation, und die folgende Weltwirtschaftskrise führten zum Niedergang des Montanunternehmens.

Rohstoffknappheit während des Zweiten Weltkrieges von 1939 bis 1945 führte 1939 und 1940 zur Wiederaufnahme des Montanbetriebes durch die Südchemie AG aus München. Vom untersten Talgehänge des Salzachtales aus wurde ein Unterbauprojekt realisiert und die Lagerstätte großzügig aufgeschlossen. Die gewonnenen Erze wurden nach Regensburg verfrachtet und daraus Schwefel, Schwefelsäure und Bleichlauge erzeugt. 1945 wurde der Montanbetrieb kriegsbedingt eingestellt, jedoch 1946 von der Rechtsnachfolgerin, der Salzburgerischen Berg- und Hütten AG in Zell am See, wieder aufgenommen und 1947 aufgegeben.

1947 übernahm die Salzburger Tiefbau Ges.m.b.H. das Montanunternehmen, jedoch beschränkten sich die Bergbauaktivitäten ausschließlich auf Aufschluß- und Überkuttungsarbeiten, ohne einen Förder- bzw Produktionsbetrieb aufzunehmen.

## Eisenbergbaue

### *Eisenbergbaue und Schmelzhütte Flachau, Pongau*

Das Montanunternehmen in Flachau bezog Eisenerze von bis zu 20 Eisenbergbauen aus einem Umkreis von bis zu 25 Kilometer. Der Einzugsbereich reichte von Mühlbach am Hochkönig über Bischofshofen, St. Johann bis Abtenau und Filzmoos.

### ***Beginn und Frühzeit des Bergbaues***

Bergbautätigkeiten lassen sich bis in das 11. Jahrhundert nachweisen und um 1100 bestand im Raum Radstadt eine Eisenindustrie als Nebenproduktion zur Landwirtschaft.

Neben einem kleinen Montanbetrieb im Lammertal bei Abtenau folgte im 15. Jahrhundert eine Intensivierung der Eisenindustrie durch das Auftreten zahlreicher Bergbaue, Schmelzhütten und Eisenhämmer im Raum Radstadt, Flachau und Altenmarkt.

1472 wurde unter Erzbischof Bernhard von Rohr mehreren Gewerken aus Radstadt eine Eisenschmelzhütte und Eisenhammer in der Flachau verliehen und führte zur Errichtung einer Eisenschmelzhütte im Bereich des heutigen Ortes von Flachau. Die Eisenerze stammten aus Flachau, Wagrain, Eben im Pongau, Altenmarkt, Filzmoos und Bischofshofen.

### ***Privatgewerkentum zwischen Mittelalter und Neuzeit***

Zunächst betrieben mehrere Gewerken in der Umgebung von Flachau Eisenbergbaue, eine Eisenschmelzhütte und Eisenhammerwerke. Auf die Bedeutung der Eisenindustrie aufmerksam geworden, trat 1560 Christoph Weitmoser I. als Hauptgewerke auf und beschäftigte über 140 Personen in den Montanbetrieben. In weiterer Folge erwarben Christoph Weitmoser II., Hans Weitmoser II. und Elias Weitmoser sämtliche Eisenbergbaue im Flachau- und Zauchental und im Gebiet von Reit bis nach Wagrain. Durch die Heirat mit Ursula von Moosheim erwarb Hans Weitmoser II. zahlreiche Güter- und Bergbaubetriebe im Lungau und verlor das Interesse an dem gesamten Montanunternehmen, sodaß der gesamte Besitz 1592 vom Erzbistum Salzburg unter Erzbischof Wolf-Dietrich von Raitenau erworben wurde. Durch wiederholten Verkauf gelangte das gesamte Montanunternehmen an den bekannten Gewerken Max Steinhauser bis zum Gesamtkonkurs zum Niedergang des Montanunternehmens.

### ***Bergbau im 17. und 18. Jahrhundert unter erzbischöflicher Verwaltung***

Unter Erzbischof Paris Lodron wurde die gesamte Konkursmasse des Montanunternehmens übernommen. Die neuen Besitzverhältnisse führten zu einer Intensivierung der Montanindustrie. Bis zu 20 Eisenbergbaue belieferten die Eisenschmelzhütte in Flachau. Zu den bedeutendsten Eisenbergbauen zählte der Hohe Schwarzen im obersten Flachautal, Fürbach bei Wagrain, Flachenberg und Moosberg bei Bischofshofen, Hohenbriel bei St. Johann im Pongau, Digrub bei Abtenau, Hefenschner und Sillach bei Annaberg, Brandstattötzt und Buchstein bei Eben im Pongau, Thurnberg bei Altenmarkt und Rettenbachgraben bei Filzmoos.

Als Betriebsverwalter fungierten Verweser, das Verweserhaus, die Betriebsanlagen, wie Röstöfen, Eisenschmelzhütten, Eisenhammerwerke und sonstige Werksgebäude, befanden sich in Flachau.

Im 18. Jahrhundert erfuhr der Montanbetrieb eine grundlegende Sanierung mit der Errichtung neuer Hochofenanlagen, um weiterhin eine wirtschaftliche Betriebsführung des Montanunternehmens zu garantieren.

Jährlich wurden 4.000 bis 6.500 Zentner Roheisen, ca 200 Zentner Gußeisen und daraus in den Eisenhammerwerken 3.000 bis 4.000 Zentner Schmiedeeisen erzeugt.

### ***Ärarischer Bergbau im 19. Jahrhundert***

Die Säkularisierung des Erzbistums 1803 und die unruhigen politischen Verhältnisse, gefolgt mit der Angliederung Salzburgs in den österreichischen Staatsverband 1816, führte zur Ärarisierung des gesamten Montanunternehmens. Verstärkte Konkurrenz, hervorgerufen durch das steirische und Kärntner Eisen, bewirkten, daß trotz Umbau und Neugestaltung der Hochofenanlagen, des Eisenhammerwerkes und Erhöhung der Produktion und Erweiterung des Erzeugungsprogrammes, wie

Grobeisen, Prügeleisen, Flammeisen und Streckeisen, wie Reif-, Gitter- und Leisteisen, keine wirtschaftliche Führung des Montanbetriebes mehr erreicht werden konnte.

1865 und 1866 folgte die Einstellung des gesamten Montanunternehmens mit dem Verkauf des gesamten Grundbesitzes und der Werksanlagen.

*Eisenbergbaue und Hochofen in Dienten am Hochkönig, Pinzgau*

### ***Beginn und Frühzeit des Bergbaues***

Im 12. Jahrhundert bezogen die bayerischen Grafen von Neuberg-Falkenstein aus Dienten Eisenzinse, in weiterer Folge werden auch in Saalfelden Eisenzinse an das Kloster Frauenchiemsee erwähnt, die vom Berg- und Hüttenbetrieb in Dienten stammen müssen.

Aufgrund technischer Indizien wurden vermutlich um 1350 bereits hochgebaute Floßöfen eingesetzt, deren Verwendung im gesamten Ostalpenraum, ansonst erst im 16. Jahrhundert belegbar ist.

1477 treten, wie aus einem Vertrag mit dem Erzbischof von Salzburg Berhard von Rohr zu entnehmen ist, der Gewerke Achatz Zach und dessen Sohn Simon auf, die in Dienten Eisenbergbaue und Schmelzhütten betrieben. Der Qualität wegen fand Eisen aus Dienten zu Beginn des 15. Jahrhunderts reißenden Absatz. Unter anderem wurde Blecheisen für die Salzpfannen nach Hallein und Reichenhall geliefert, wohin Verbindungen bereits für 1311/12 nachweisbar sind.

### ***Privatgewerkentum zwischen Mittelalter und Neuzeit***

1477 traten die Gewerke Zach als Gewerke in Dienten auf und betrieben insbesondere am Kolmannsegg, Sommererhalt und Altenberg Eisenbergbaue, die Verhüttung erfolgte in der Eisenschmelzhütte in Dienten, darüberhinaus bestanden Gußwerke, Hammerwerke am Schwarzenbach und eine Nagelschmiede in Dienten.

1578 entstand eine neue Radmeistergemein- und Gewerkschaft, an der Elias Kaltenbrunner, das Gotteshaus St. Nikolaus, Martin Ainkaes, die Gewerke Zach, die Gewerke Prugger von Pruggi aus Leogang und Sebastian Bayr beteiligt waren. Durchschnittlich wurden jährlich ca. 1.800 Zentner Roheisen erzeugt und verarbeitet, bis 1653 das gesamte Montanunternehmen an den Gewerke und Radmeister Hans Jakob veräußert wurde.

### ***Bergbau im 17. und 18. Jahrhundert unter erzbischöflicher Verwaltung***

1658/59 erwarb das Erzbistum Salzburg unter Erzbischof Guidobald Graf von Thun das Montanunternehmen.

Der Abbau und Förderung der Eisenerze erfolgte aus zahlreichen Bergbauen der unmittelbaren und mittelbaren Umgebung. Dazu zählten die Bergbaue Kohlmannsegg, Sommererhalt, Wetterkreuz, Altenberg und Bürglloch. Darüberhinaus bestanden eine Anzahl kleiner Erzvorkommen, die zeitweise in Betrieb standen. Durchschnittlich zeigten die Eisenerze Eisengehalte von 25 bis 40 Prozent.

Vor dem Hüttenprozeß in der Eisenschmelzhütte mußten zunächst die Eisenerze in Schachtöfen geröstet werden, um schließlich den Schmelzprozeß mittels Holzkohle in Schachtöfen vornehmen zu können.

### ***Ärarischer Bergbau im 19. Jahrhundert***

Mit der Säkularisierung der Erzbistums Salzburg 1803 und Eingliederung Salzburgs in den österreichischen Staatsverband 1816 waren politisch und wirtschaftlich unruhige Jahre vorausgegangen, die das Montanunternehmen negativ beeinflussten. Insbesondere der Mangel an Arbeitskräften, gestiegene Preise für Holzkohle, stockende Absatzverhältnisse und letztlich geringe Investitionsfreudigkeit zeigten sich als Hauptursachen.

Grundlegende Sanierungs- und Rationalisierungsmaßnahmen führten wieder zu geordneten wirtschaftlichen Verhältnissen im Montanunternehmen.

Insgesamt fanden im Montanunternehmen ca. 60 bis 70 Mann Beschäftigung. Durchschnittlich wurden jährlich ca. 2.200 Zentner Roheisen und daraus 1.180 Zentner Gußwaren und Eisenstäbe erzeugt.

Im Hinblick auf die grundlegend geänderten politischen Verhältnisse im Gegensatz zur seinerzeitigen Monopolstellung des Erzbistums Salzburg und der damit auftretende Konkurrenzdruck des steirischen Eisens führte zu einem Verfall der Eisenpreise, obwohl die Roheisenerzeugung gesteigert werden konnte.

1864 wurde der gesamte Montanbetrieb aufgelassen und die Liegenschaften samt Gebäuden und maschinellen Einrichtungen, soweit verwertbar, veräußert.

## Uranbergbau

### *Uranbergbau bei Forstau, Pongau*

Prospektionsarbeiten durch die Bergbau- und Mineralgesellschaft Pryssok & CoKG in Wien führten 1970 zur Entdeckung radiometrischer Anomalien im Raum Forstau und zur Entdeckung mehrerer Uranvererzungen. Bergmännische Untersuchungen mittels Kernbohrungen und die Anlage mehrerer Schurfstollen im Bereich Ellmau, Schlammbach und Fallhaus bei Forstau führten zu einer Erzvorratsschätzung von 1.415 Tonnen.

1980 durch die Minerex Mineralexplorationsgesellschaft m.b.H. & CoKG in Wien angestellte Berechnungen zeigten, daß eine wirtschaftliche Bedeutung der Erzvorkommens nicht gegeben war.

## Kalkalpen

*Eisenbergbaue und Hochofen in der Bleintau bei Werfen, Eisenwerk Sulzau in der Tenneck*

### ***Erzbischöflicher Bergbau und Schmelzhüttenbetrieb im 18. Jahrhundert***

Die Eisenerzvorkommen im Bereich Hölln, Schaferötz, Flachenberg, Moosberg und Windingsberg bei Bischofshofen zeigten eine außerordentliche Ausdehnung und Qualität, sodaß im Hinblick auf die günstigen Verkehrsverhältnisse 1870 das Projekt der Errichtung einer Eisenschmelzhütte im heutigen Werksgelände des Eisenwerkes Sulzau-Tenneck verwirklicht wurde.

1770 wurde mit dem Bau einer Hochofenanlage begonnen und 1772 fertiggestellt und der Hüttenbetrieb aufgenommen.

### ***Ärarischer Bergbau im 19. Jahrhundert***

Die Säkularisierung des Erzbistums Salzburg 1803 und die folgenden unruhigen politischen und wirtschaftlichen Verhältnisse wirkten sich ungünstig auf den Montanbetrieb aus. Mit der Eingliederung Salzburgs 1816 in den österreichischen Staatsverband wurde das Montanunternehmen vom k.k. Ärar übernommen. Finanzielle Verluste bewirkten, daß die gesamten Anlagen 1870 durch ein Konsortium von Finanzmännern die Ärarische Montanwerke Pillersee, Jenbach in Tirol, Ebenau und Werfen in Salzburg und Kiefer in Bayern der k.k. Privilegierten Salzburger-Tiroler Montangesellschaft übergeben wurden. Das gesamte Montanunternehmen wurde 1877 der Eisengewerkschaft Sulzau-Werfen mit den Werken Werfen, Ebenau und Hüttau übergeben. Konkurrenz, vor allem durch die Österreichisch-alpine Montangesellschaft mit den Werksanlagen in der Steiermark, führte beinahe zum Erliegen des Montanbetriebes, bis schließlich der Gewerke Josef Weinberger sämtliche Anlagen 1899 um 195.000 Gulden erwarb.

Große Investitionen und Spezialisierung und ein umfangreiches Produktionsprogramm führten aus der Krise. Neben der Forcierung der Bergbaubetriebe in Hölln und Flachenberg wurden neue Hochofenanlagen mit einer Tagesleistung von 100 bis 200 Doppelzentner und ein Gießereigebäude errichtet. Drahtseilbahnen garantierten eine kontinuierliche Lieferung an Eisenerzen zum Hüttenbetrieb in Sulzau-Tenneck, ausgedehnte Waldungen stellten durch die Köhlerei den Bedarf an Holzkohle sicher.

Große Initiative und Sachkenntnis der Gewerke Weinberger führten dazu, daß selbst wirtschaftlich schwierige Zeiten wie die des Ersten Weltkrieges zwischen 1914 und 1918 und die folgende Nachkriegszeit, geprägt durch Inflation und Weltwirtschaftskrise, überbrückt werden konnten.

Technisch am neuesten Stand gehalten, umfaßte das Produktionsprogramm Kokillen und Walzen für Stahlwerke neben Kommerzguß wie Kanalröhren, Herdplatten, Räder usw.

Während des Zweiten Weltkrieges zwischen 1938 und 1945 arbeitete das Montanunternehmen auf Hochtouren, vermehrter Bedarf der Rüstungsindustrie an Eisen- und Stahlprodukten garantierten die Absatzverhältnisse. Substanzverluste, hervorgerufen durch die überangestregten Produktionsverhältnisse, bedingten eine grundsätzliche Überholung und Modernisierung der Werksanlagen und Spezialisierung der Produktpalette, die sich ausschließlich auf die Holzkohlenroheisenerzeugung, die Kokillen- und Walzenerzeugung für die Stahl-, Papier-, Gummi- und Mühlenindustrie beschränkte.

Mangels Erschöpfung der Eisenerzvorkommen mußten die Bergbaubetriebe Hölln und Schäferötz den einzigen in Österreich noch betriebenen Holzkohlenhochofen 1960 stilllegen.

In den Nachkriegsjahren, aber insbesondere mit der Stilllegung des Berg- und Hüttenbetriebes, erfolgte der Ausbau der Werksanlagen im Hinblick auf die Drehtechnologie der Erzeugung von Walzen, wobei das Werk insbesondere für Spezialaufträge bekannt wurde.

Von den Produkten werden ca 15 Prozent der erzeugten Walzen im Inland abgesetzt, in erster Linie an die Walzwerke der eisenverarbeitenden Industrie. Der Schwerpunkt der Erzeugung gilt jedoch dem

Export, der seit 1946 systematisch und schrittweise über die ganze Welt ausgebaut wurde, sodaß das Werk heute in etwa 50 Staaten exportiert. Je nach Bedarf und Einsatz können bis zu 200 verschiedene Qualitäten von Walzen geliefert werden, die je nach Legierung, Härte und Gießmethode verschieden hergestellt werden. Das größte Abnehmerland ist die Bundesrepublik Deutschland, gefolgt von Italien, USA, Belgien, Frankreich, Niederlande, Canada, Spanien, Türkei, Schweden, Finnland, Ungarn, Polen, Griechenland, Portugal und Großbritannien.

*Manganbergbaue und Schurfbaue in Grödig bei St. Leonhard, Scheffau und Abtenau und Hochkranz bei Lofer, Flachgau, Tennengau, Pinzgau*

### ***Scheffau und Abtenau im Lammertal***

Im Zuge der Eisen- und Stahlerzeugung gewann Mangan als wertvoller Legierungsbestandteil Bedeutung, sodaß das Eisenwerk Sulzau-Tenneck während des Ersten Weltkrieges zwischen 1914 und 1918 die Erzvorkommen bei Unterberg südwestlich Abtenau beschürfte und deren Erze als Zuschlagsstoff zur Roheisenerzeugung im betriebseigenen Werk Verwendung fanden.

Während des Zweiten Weltkrieges zwischen 1939 bis 1945, einer Zeit erhöhten Rohstoffbedarfs, führte die Unterberg Erzbaugesellschaft Ges.m.b.H. umfangreiche Schurfarbeiten durch, wobei die gewonnenen Erze zu Versuchszwecken an verschiedene Eisenhütten und Stahlwerke in das Deutsche Reich geliefert wurden. Probeweise wurde Silikomangan hergestellt, jedoch konnte infolge der geringen Mangangehalte der Erzvorkommen kein wirtschaftlicher Abbau eingeleitet werden, sodaß trotz kriegsbedingter Konjunktur zuletzt die Vereinigten Stahlwerke Ges.m.b.H. 1943/44 sämtliche Bergbautätigkeiten einstellten.

Durch die Eisenwerksgesellschaft Maximilian Hütte m.b.H. Sulzbach-Rosenberg 1955 durchgeführte Prospektionsarbeiten erwiesen sich für eine wirtschaftliche Gewinnung wenig aussichtsreich.

Gleichartige Manganvorkommen am Drachenloch in Grödig bei St. Leonhard zeigten keine Bedeutung.

### ***Hochkranz östlich Weißbach bei Lofer***

Prospektionsarbeiten führten 1955 im Bereich der Kammerlingalm und Kalbrunnalm zur Entdeckung mehrerer Manganvorkommen, die bis 1960 durch die Eisenwerksgesellschaft Maximilianshütte m.b.H. Sulzbach-Rosenberg bergmännisch untersucht wurden. Obwohl in den Manganerzen Mangangehalte bis zu 22 Prozent festgestellt und 1,054 Millionen Tonnen Manganerze im Zuge der Untersuchungen nachgewiesen wurden, fand eine wirtschaftliche Verwertung nicht statt.

### ***Bauxitbergbau bei Glanegg und Großmain***

Als Boluserde 1865 bekannt, erkannte man darin gegen Ende des 19. Jahrhunderts den Bauxit als wertvollen Rohstoff für die Aluminiumerzeugung.

1917/18 wurde durch Bernhard Wetzler, Großindustrieller in Wien, und Friedrich Freiherr Mayr von Melnhof, Großgrundbesitzer in Salzburg, im Rositten- und im Augustinergraben bei Grödig und Großmain am Untersberg ein Montanbetrieb bis 1926 geführt und der gewonnene Bauxit im Deutschen Reich abgesetzt.

Rohstoffknappheit bzw vermehrer Rohstoffbedarf führte während des Zweiten Weltkrieges von 1939 bis 1945 durch die Firma Giuliani Ges.m.b.H. in Ludwigshafen am Rhein zu weiteren Bergbautätigkeiten.

## Literaturverzeichnis

- ALLESCH, R. (1959): Arsenik, seine Geschichte in Österreich. 302p., Klagenfurt
- AIGNER, H. (1860): Die Nickelgruben nächst Schladming. Berg- u. hüttenmännisches Jahrbuch, 9, 260-277, Leoben
- CANAVAL, R. (1896): Das Bergbauterrain der Hohen Tauern. Jahrbuch des Naturhistorischen Landesmuseums Kärnten, 124p., Klagenfurt
- CANAVAL, R. (1920): Das Goldfeld der Ostalpen und seine Bedeutung für die Gegenwart. Berg- u. hüttenmännisches Jahrbuch, 67-110, Leoben
- ERTL, F. (1975): Die Geschichte des Tauerngoldes. Veröffentlichungen aus dem Naturhistorischen Museum, 10, 5-21, Wien
- FLORENTIN, F. (1953): Die letzte Betriebsperiode des Gasteiner und Rauriser Goldbergbaues 1938-1945. Bad Gasteiner Badeblatt, 13, 14, 15, 3-27, Bad Gastein
- FRIEDRICH, O.M. (1933): Die Erze und der Vererzungsvorgang der Nickel-Kobaltlagerstätte Zinkwand-Vöttern in den Schladminger Tauern. Berg- und hüttenmännisches Jahrbuch, 81, 1-14, Leoben
- FRIEDRICH, O.M. (1936): Über die Vererzung des Nockgebietes. Sitzungsberichte Akad.Wiss.Wien, mathemat. naturwiss. Klasse, 145, 227-258, Wien
- FRIEDRICH, O.M. (1937): Überblick über die ostalpine Metallprovinz. Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen im Deutschen Reich. 241-253, Berlin
- FRIEDRICH, O.M. (1968): Kieslagerstätte Schwarzenbach bei Dienten. Archiv f. Lagerstättenforschung Ostalpen, 8, 51-53, Leoben
- FUGGER, E. (1881): Die Bergbaue des Herzogthumes Salzburg. 24p., Salzburg 1881
- FUGGER, E. (1909): Das Dientener Tal und seine alten Bergbaue. Mitt.d.Ges. Salzburger Landeskunde, 49, 121-136, Salzburg
- GRUBER, F. (1979): Altböckstein und die jüngere Geschichte der Tauerngoldproduktion. Bocksteiner Montana, 1, 69p., Leoben
- GRUBER, F. & LUDWIG, K.H. (1982): Salzburger Bergbaugeschichte, ein Überblick. 140p., Salzburg-München
- GÜMBEL, C.W. (1875): Technisches Gutachten über die Kupfergewerkschaft Larzenbach gehörigen Bergbauobjekte in Larzenbach, in Gielach und im Igelsbach mit diversen Grubenkarten. Unveröff. Gutachten, Salzburg
- GÜNTHER, W. (1977): Blei-Zinklagerstätten in den nördlichen Kalkalpen des Bundeslandes Salzburg. Der Karnithin, 76, 290-294, Salzburg
- GÜNTHER, W. (1978): Die Kupferkiesbaue der Kupfergewerkschaft Larzenbach bei Hütttau (Fritzal) Salzburg. Der Aufschluß, 29, 365-372, Heidelberg
- GÜNTHER, W. (1987): Von früheren Bergbauen in Großarl und einstigem Knappendorf Hüttschlag zur künftigen Nationalparkgemeinde. 277p., unveröff. Manuskript, Salzburg
- GÜNTHER, W. (1989): Betriebsgeschichte, Arbeits- und Lebensverhältnisse, Heiligenverehrung. Im Erlebnis Schaubergwerk Leogang im Pinzgauer Saalachtal - Salzburgs ältester Bergbau auf Silber, Quecksilber, Blei, Kupfer, Kobalt und Nickel stellt sich vor. 11-62, Leogang
- GÜNTHER, W. (1994): Entwicklung des Berg- und Hüttenwesens und ihre wirtschaftliche und kulturelle Bedeutung. Mineral und Erz in den Hohen Tauern, 113-125, Begleitband zur gleichnamigen Wanderausstellung, Naturhistorisches Museum Wien
- GÜNTHER, W. (1995): Die Eisenhütte Flachau und ihr Schurfbereich. 208p., Manuskript, Salzburg
- GÜNTHER, W. (1993): 5000 Jahre Kupferbergbau Mühlbach am Hochkönig, Bischofshofen. 396p., Mühlbach am Hochkönig-Bischofshofen
- HEISS, P. (1989): Ramingsteiner Führer. Fremdenverkehrsverein Ramingstein, 158p., Ramingstein
- HINTERSEER, S. (1977): Bad Hofgastein und die Geschichte Gasteins. 831p., Bad Hofgastein
- HÖNIGSCHMID, H. (1993): Chronik von Bramberg am Wildkogel. 656p., Bramberg
- HÖRMANN, F. (1987): Chronik von Werfen. 672p., Werfen
- ISSER, M. (1909): Die Kupfererzorkommen im Salzburgerischen Oberpinzgau in Österreich. Technisches Zentralblatt f. Berg-, Hütten- und Maschinenbau. 19, 327-328, 351-352, 375-376, 411-412, 433-435, Berlin

- JÄGER, V. (1942/43): Berg und Hütte Schwarzleo bei Leogang. Mit.d.Ges. Salzburger Landeskunde, 82/83, 91-106, Salzburg
- JÄGER, V. (1916/17): Die Eisenhütte Flachau und ihr Schurfbereich. Mit.d.Ges. Salzburger Landeskunde, 56, 57, Salzburg
- KÖSTLER, H.J.: Das ehemalige Hochofenwerk „Franzenshütte“ in Bundschuh (Land Salzburg) und seine technikgeschichtlich bedeutenden Anlagen. o.J., 15p.
- KÖSTER, H.J. (1986): Montangeschichtlicher Führer durch das obere Murtal von Rotgülden bis St. Michael in Obersteiermark. 124p., Fohnsdorf
- LIPOLD, M.V. (1854): Eisenvorkommen im Bundschuhtal. Jahrbuch d. Geologischen Reichsanstalt, V, 348-385, Wien
- LANDESARCHIV SALZBURG: Diverse Bergbauakten 17.-19. Jahrhundert Bergwesensmappen; Salzburg
- LUDWIG, K.H. & GRUBER, F. (1987): Gold- und Silberbergbau im Übergang vom Mittelalter zur Neuzeit. Das Salzburger Revier von Gastein und Rauris. 400p., Wien-Köln
- LÜRZER, J. (1870): Über den Bergbau im Salzburgischen Hochlande. Österr. Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen, 18, 190-198, Wien
- MUTSCHLECHNER, G. (1967): Über den Bergbau im Lungau. Eine geographisch-historische und geologisch-montanistische Einführung. Mitt.d.Ges. Salzburger Landeskunde, 107, 129-168, Salzburg
- MUTSCHLECHNER, G. (1968): Aus der hundertjährigen Geschichte der Gewerkschaft Rathausberg. Bad Gasteiner Badeblatt, 10-25, Bad Gastein
- NEUGEBAUER, F. (1904): Das Goldbergwerk Schellgaden. Jahresbericht d. Kaiser Joseph Realgymnasiums in Korneuburg, Schuljahr 1903-1904, 16p., Korneuburg
- OEDL, R. (1944): Schwefelkies-Bergbau in Rettenbach und Schwarzenbach im Pinzgau. Betriebsbesichtigung am 22. u. 28. Juli 1943, 9p., unveröff. Bericht, Gartenau
- PORTENKIRCHNER, F. (1988): Heimatbuch Dienten am Hochkönig. Unsere Gemeinde in Vergangenheit und Gegenwart. 20-57, Dienten
- POSEPNY, F. (1880): Die Goldbergbaue der Hohen Tauern mit besonderer Berücksichtigung des Rauriser Goldberges. Archiv für Praktische Geologie, 1, 127-140, Wien
- REISSACHER, C. (1860): Bruchstücke aus der Geschichte des Salzburger Goldbergbaues in den Tauern. 105p., Jahresber. Landesmuseum Carolino Augusteum, Salzburg
- STADLER, G. (1987): Heimat Großarl, 406p., Großarl
- SCHMIDT, A.R. (1878): Über die Kupferbergbaue im Pinzgau. Österr. Zeitschrift f. Berg- und Hüttenwesen, 18, 163-165, 172-174, 182-235, Wien
- STEINBACHER, G. & MEIßNITZER, J. (1976): Hüttauer Chronik, 287p., Hüttau
- STEINLECHNER, L. (1884): Geschichte des Lungauer Bergbaues. Österr. Zeitschrift f. Berg- und Hüttenwesen, 23, 273-324
- UNGER, F. (1970): Der Lagerstättenraum Zell am See. Archiv f. Lagerstättenforschung Ostalpen, 11, 33-83, Leoben
- UNGER, F. (1969): Der Schwefelkiesbergbau Rettenbach (Oberpinzgau, Salzburg). Archiv f. Lagerstättenforschung Ostalpen, 9, 35-64, Leoben
- WOLFSKRON, M.R.v. (1884): Zur Geschichte des Lungauer Bergbaues mit besonderer Berücksichtigung von Ramingstein und Schellgaden. Mitt.d.Ges. Salzburger Landeskunde, 24, 120-148, Salzburg
- WEISS, P.T. (1951): Die Blei-Silber-Lagerstätte Ramingstein. Eine lagerstättenkundliche Übersicht. Berg- und Hüttenmännisches Jahrbuch, 96, 141-151, Wien
- ZSCHOCKE, K. (1978): Die Schmelzplätze im Gasteiner- und Raurisertal. Archaeologia Austriaca, 43, 2-17, Wien

Darüberhinaus fanden die einzelnen Studien über altlastenverdächtige Bergbau- und Hüttenstandorte im Bundesland Salzburg, verfaßt von FEITZINGER G. (1993-1996) Verwendung.

# **Bergbau- und Hüttenaltstandorte im Bundesland Salzburg**

## **Teil 3: Bergbau- und Hüttenaltstandorte aus Sicht des Umweltschutzes**

*Angelika Brunner*

## Umwelttechnische Bearbeitung der Bergbau- und Hüttenaltstandorte im Bundesland Salzburg

### *Arbeitsmethoden*

Die Beurteilung von Altablagerungen oder auch Rückständen früherer industrieller Tätigkeit erfordert interdisziplinäres Arbeiten, da - selbst wenn man sich ausschließlich auf die klassische Schutzgutbetrachtung beschränkt - immer eine Vielzahl von Auswirkungen auf verschiedene „Umweltkompartimente“ zumindest geprüft werden müssen. Die Fachkenntnis der Bereiche Altlasten, Bodenkunde, Forst, Gewässerschutz, Umweltmedizin und Geologie muß zusammenfließen, um eine in sich konsistente Beschreibung und Bewertung für einen betroffenen Standort zu erhalten. Die ab 1993 unter der Federführung der Abteilung 16 Umweltschutz des Landes Salzburg tätige Arbeitsgruppe bestand daher aus Mitgliedern, die die Bereiche Land- und Forstwirtschaft (Dipl.Ing Georg Juritsch und Dipl.Ing Dr. Ludwig Wiener), Geologie (Landesgeologe Dr. Rainer Braunstingl) sowie Chemie und Umweltschutz umfaßten. Auch für die Fragen des Gewässerschutzes, der Umweltmedizin und der Wasserwirtschaft wurde mit Amtsexperten zusammengearbeitet. Die Vergabe der externen Aufträge zur Erhebung erfolgte an Dr. Gerhard Feitzinger, Ingenieurkonsulent für Erdwissenschaften (Geologie-Mineralogie) als Sachverständiger für Mineralogie, Geologie und Lagerstättenkunde, sowie an Dr. Wilhelm Günther, der für den zusammenfassenden Bericht das Thema der Montangeschichte bearbeitete.

Zu Beginn wurde für die Bearbeitung einvernehmlich folgende Vorgangsweise festgelegt:

- Auflistung aller Standorte (Reviere) samt Erztyp und gewonnenen Metallen bzw Erzen sowie der möglicherweise bei der Aufarbeitung anfallenden Begleitminerale bzw Metalle.
- Vorauswahl für die Detailuntersuchung aus dieser Auflistung insbesondere unter Berücksichtigung der umweltrelevanten Schwermetalle Blei, Arsen, Cadmium, Quecksilber und Nickel, wobei die Größe des Bergbaues und die heutige Nutzung berücksichtigt werden sollten.

Die Erstellung dieser ersten Reihung der Reviere wurde extern an Dr. Feitzinger vergeben. Basierend auf seinen Vorarbeiten wurde dann ein Prioritätenplan erstellt, der der weiteren Entscheidung über die Abarbeitung zugrunde lag. Bereits nach Berücksichtigung der ersten von Feitzinger vorgelegten Untersuchungen zeigte sich die Notwendigkeit, eine weitere Differenzierung hinsichtlich der Dringlichkeit der Bearbeitung vorzunehmen. Es zeigte sich auch, dass aufgrund der großen Anzahl der ehemaligen Reviere und der weiträumig in diesen Gebieten verteilten Halden eine rasche und vollständige Bearbeitung aller Einzelablagerungen nicht möglich sein wird. Als besonders kritisch erwiesen sich Hüttenstandorte, bei denen eine Aufbereitung des Erzes durch Rösten, chemische Aufschlüsse, elektrolytische Aufarbeitung etc, vorgenommen wurden. Auch die Dauer und insbesondere der Zeitraum der intensivsten Bergbau- und Hüttenaktivität mußte berücksichtigt werden, da bei sehr lange zurückliegenden und nur kleinräumig betriebenen Tätigkeiten die Belastungen des Untergrundes und die Folgen der früheren Tätigkeit kaum noch sichtbar und aufgrund von Bewuchs, Umlagerungen etc auch noch kaum erhebbar waren. Die Erkenntnisse über einen sinnvollen Ablauf solcher Erhebungen sind im Folgenden zusammenfassend beschrieben.

### *Beurteilung von Bergbaultstandorten aus der Sicht des Umweltschutzes*

Bergbaultstandorte sind deswegen besonders auffällig, weil sich in ihrer unmittelbaren Nähe auf augenscheinlich nicht veränderten Bodenflächen plötzlich Konzentrationen an Metallen wie Cadmium, Arsen, Quecksilber u.ä. finden, die mit der standorttypischen Bodenbildung nicht zu erklären sind. Die Gehalte sind (siehe auch Tabellen in den Beispielen) oft so hoch, dass sie die aus der Literatur bekannten Bodenrichtwerte um ein Vielfaches überschreiten. Oft werden auch Konzentrationen überschritten, bei denen gemäß den Literaturangaben zu erwarten wäre, dass

überhaupt kein Pflanzenbewuchs mehr stattfindet, dennoch findet man bei einer genügend guten Bedeckung mit feinteilreichem Bodenmaterial deutlichen Bewuchs. Typisch ist dieses Erscheinungsbild auch in der Nähe von Bergbauhalden, die sich in alpinen oder hochalpinen Weidegebieten befinden, wo erst bei einer näheren Begutachtung aus der Geländeform und im Detail erst nach chemisch-analytischen Untersuchungen von Proben aus der Halde bzw dem angrenzenden Boden eine akute Schwermetallbelastung gefunden wird. Somit ergibt sich das auf den ersten Blick widersprüchliche Bild, dass eine Schwermetallbelastung auf zahlreichen Flächen vorhanden ist, die sämtliche heranzuziehenden in- und ausländischen Richtwerte bei weitem überschreitet, dass aber andererseits diese Belastungen Jahrzehnte oder Jahrhunderte vorhanden sind, ohne dass es zu unmittelbar erkennbar ökologischen „Katastrophen“ auf diesen Flächen gekommen wäre. Wie geht man nun somit im Hinblick auf einen reparierenden als auch im Hinblick auf einen vorbeugenden Umweltschutz mit solchen Befunden um?

### ***Verdachtsflächen und Altlasten***

Bei der Bewertung von solchen Umwelteinflüssen ist zuerst das Altlastensanierungsgesetz (ALSAG BGBl. 1989/299 idgF) heranzuziehen, das für Altablagerungen und Altstandorte vorgibt, von wem diese zu erheben und zu bewerten sind. Demzufolge sind Altlasten jene Altablagerungen und Altstandorte einschließlich der durch sie kontaminierten Böden und Grundwasserkörper, von denen - nach den Ergebnissen einer Gefährdungsabschätzung - erhebliche Gefährdungen für die Gesundheit des Menschen oder die Umwelt ausgehen. Flächen, bei denen aufgrund der früheren Tätigkeiten (Ablagerungen von Abfall, Umgang mit umweltgefährdenden Stoffen) eine solche Gefährdung nicht auszuschließen ist, sind als Verdachtsflächen zu erheben und zu melden. Zur Erstellung einer Gefährdungsabschätzung sind in der Regel ergänzende Untersuchungen durchzuführen, um die nötigen Grundlagen, das sind im wesentlichen Daten zu Art und Ausbreitung von Schadstoffen, zu schaffen. Die daran anschließende Bewertung führt zu einer Prioritätenklassifizierung, die die festgestellte Schadstoffausbreitung und Verunreinigung sowie deren Ausmaß, die Nutzung gefährdeter Objekte und Nutzungsbeschränkungen, Möglichkeiten der Schadstoffausbreitung, Eigenschaften der abgelagerten Abfälle und das Ausmaß der Kontamination sowie vorhandene Schutzeinrichtungen zur Verhinderung einer möglichen Schadstoffausbreitung berücksichtigen muß. Erst darauf aufbauend ist ein Sicherungs- oder Sanierungsbedarf und dessen Dringlichkeit festzustellen. Angaben zur detaillierten Durchführungen sowie zur Definition der „Erheblichkeit“ je nach Schutzgut finden sich im ALSAG nicht.

Aus der mittlerweile langjährigen Erfahrung im Umgang mit Altlasten und Altablagerungen, die offensichtlich durch industrielle Tätigkeiten oder die Ablagerung von Hausmüll entstanden sind, hat sich ein Schema herausarbeiten lassen, das die Ziele der Beurteilung, Art und Ausmaß der Erhebung, und vor allem den Weg beschreibt, der begangen werden muss, um eine konsistente und nachvollziehbare Beurteilung im Sinne einer „Gefährdungsabschätzung“ zu erarbeiten. Diese Bemühungen um eine einheitliche Vorgangsweise haben ihren Niederschlag im Rahmen der Österreichischen Normungsarbeit gefunden, es wurden insbesondere im Rahmen einer ÖNORMEN-Reihe zum Thema Altlasten Grundlagen geschaffen, sodass im Prinzip sehr wohl Richtlinien vorhanden sind, wie mit den Rückständen früherer Tätigkeiten umzugehen ist.

Allen (auch aus zB Deutschland) bekannten Bewertungsmethoden ist gemeinsam, dass sie keine fertigen Rezepte oder „Gutachtensmaschinen“ darstellen, sondern dass immer eine Bewertung im Einzelfall notwendig ist. Eine Beurteilung darf sich keinesfalls nur auf den Vergleich von chemischen Analysendaten mit irgendwelchen Werten aus „Listen“ stützen, sondern muß immer in der Gesamtschau der tatsächlichen Verhältnisse am Standort selbst hergeleitet werden. Eine Bewertung muß die Grundlagen darstellen, sie muß auf dokumentierten Erhebungs- und Untersuchungsergebnissen beruhen und muß transparent und nachvollziehbar sein.

In den Altlasten-spezifischen ÖNORMEN finden sich folgende **Begriffsbestimmungen**, die auch im folgenden verwendet werden (Zitat aus S 2088-1):

**Beeinflussung:** Durch Altablagerungen oder Altstandorte verursachte Veränderungen an einem Schutzgut. Die physikalisch/chemisch/biologischen Parameter liegen innerhalb der tolerierbaren Werte. Die Nutzung des Standortes und der Schutzgüter wird nicht eingeschränkt.

**Beeinträchtigung:** Durch Altablagerungen oder Altstandorte verursachte Veränderungen an einem Schutzgut. Die physikalisch/chemisch/biologischen Parameter liegen außerhalb der tolerierbaren Werte. Die Nutzung des Standortes und der Schutzgüter kann Einschränkungen unterliegen.

**Boden:** Oberster Bereich des Untergrundes der durch Verwitterung, um- und Neubildung (natürlich oder anthropogen verändert) entstanden ist und auf Grund der jeweiligen aktuellen Nutzung weiter verändert wird. Er besteht aus festen anorganischen (Mineralanteil) und organischen Teilen (Humus und Lebewesen) sowie aus mit Wasser, den darin gelösten Stoffen, oder mit Luft gefüllten Hohlräumen. Er steht in Wechselwirkung mit der belebten Umwelt.

**Gefährdung:** Mögliche Beeinträchtigung eines Schutzgutes durch Auswirkungen einer Verdachtsfläche.

**Gefährdungsabschätzung:** Zusammenfassende Darstellung und Bewertung der Gefahrenlage im einzelnen Fall, die auf den Erkenntnissen vorausgegangener Untersuchungen und deren fachlicher Beurteilung beruht.

**Grenzwert:** In einer Festlegung enthaltener größter und/oder kleinster Wert einer Größe.

**Orientierungswerte:** Stoffkonzentration, die als Vergleichsgröße eine Hilfe bei der Gefährdungsabschätzung darstellen. Orientierungswerte sind Ausgangspunkt für eine standortbezogene Bewertung des Einzelfalles.

**Referenzwerte; Hintergrundwerte:** Meßwerte, die den geogenen Hintergrund einschließlich der ubiquitären Belastung charakterisieren.

**Prüfwerte:** Vorgegebene Werte, bei deren Überschreitung weitere Erhebungen und Untersuchungen zur Sachverhaltsklärung notwendig sind. Bei Unterschreitung ist in der Regel keine Gefährdung gegeben.

**Maßnahmenswellenwert:** vorgegebener Wert, bei dessen Überschreitung in der Regel Sicherungs- bzw. Sanierungsmaßnahmen notwendig sind.

**Untergrund:** Oberste Schicht der Erdkruste, die unterhalb der natürlichen, geschütteten oder befestigten Geländeoberkante ansteht.

### ***Ziele der Gefahrenabwehr und -minimierung - Vorsorge und Wiederherstellung (gemäß Ö-Norm S 2088-1)***

In Zusammenhang mit Altablagerungen oder Altstandorten sind sowohl das Vorsorgeprinzip als auch das Reparaturprinzip zu beachten. Bei der Gefährdungsabschätzung und bei der Planung von Maßnahmen zur Sicherung oder Sanierung ist eines der folgenden Ziele anzustreben:

- Erhaltung oder Wiederherstellung des natürlichen Bodenzustandes
- Erhaltung oder Herstellung eines Zustandes, der eine dauernde multifunktionale Nutzung des Bodens ermöglicht
- Beseitigung von Gefahren für den Boden, so dass eine bestehende oder geplante standortgemäße Nutzung möglich ist.

Es gilt jedenfalls, dass nicht oder nur geringfügig beeinflusste Bereiche auch durch zukünftige Auswirkungen (zB Ausbreitung von Schadstoffen) nicht nachteilig verändert werden dürfen, und dass durch die Maßnahmen die gewählten Ziele dauerhaft erreicht werden.

### **Gefährdungsabschätzung (gemäß Ö-Norm S 2088-1)**

Um eine Gefährdungsabschätzung zu erstellen, müssen einerseits die Auswirkungen auf das Schutzgut oder die Schutzgüter untersucht und andererseits die Altablagerung oder der Altstandort dahingehend bewertet werden, inwieweit

- Schadstoffe vorhanden sind oder ausgetragen werden können,
- Austragspfade in Schutzgüter gegeben und relevant sind,
- Schutzgüter betroffen sind oder sein können, bzw.
- sonstige Auswirkungen feststellbar oder erwartbar sind.

Die Gefährdungsabschätzung setzt das Vorhandensein einer ausreichenden Datengrundlage voraus.

Da insbesondere die örtlichen geologischen und bodenkundlichen Gegebenheiten die Notwendigkeit und den Umfang von Maßnahmen entscheidend beeinflussen, ist jede Altablagerung oder jeder Altstandort individuell zu bewerten. Dabei ist jedenfalls die aktuelle sowie zukünftige Nutzung zu berücksichtigen.

Bei der Abschätzung der weiteren Entwicklung ist zu berücksichtigen, welche Gefährdungen des Bodenzustandes in absehbarer Zeit möglich sind.

### **Schutzgüter**

Eine zielgerichtete Erhebung von Daten und allgemein Umweltzuständen setzt eine Festlegung der vorrangig zu betrachtenden Schutzgüter voraus. Aus der Erfahrung gilt, dass von Altablagerungen oder Altstandorten eine Gefährdung der Umwelt ausgehen kann, wenn Schadstoffe die Qualität der Schutzgüter Wasser (Grundwasser, Oberflächengewässer), Boden und Luft beeinträchtigen. Durch diese Belastungen der Umwelt können Ökosysteme und damit die Funktionen der Böden und des Untergrundes sowie Pflanzen und Tiere gefährdet werden. Es kann somit zu einer nachteiligen Beeinflussung der Gesundheit des Menschen und der Leistungsfähigkeit des Naturhaushaltes kommen. Darüber hinaus kann auch die Sicherheit von technischen Einrichtungen oder Bauwerken gefährdet sein.

Die Auswahl des im konkreten Fall zu betrachtenden Schutzgutes ist immer eine Sachverständigenbeurteilung. Bei Bergbaualtstandorten ist in erster Linie von einer Beeinträchtigung des Oberbodes auszugehen. Die wesentlichste und vorrangig abzuklärende Frage ist also, ob die Möglichkeit einer direkten Aufnahme von Boden besteht, und welche unmittelbaren Einflüsse durch eine zB landwirtschaftliche Nutzung auf die Produktion von Nahrungsmitteln möglich sind. Außerdem muß immer geprüft werden, ob aufgrund der geologischen Situation Grundwasser betroffen sein kann, ob Oberflächengewässer (zB durch Abschwemmen) beeinflusst werden können und ob es weitere Schadstoffausbreitungspfade zB über die Luft (Ausgasen, Verwehen von Staub) gibt. Die Beurteilung ist nach jedem einzelnen Bearbeitungsschritt zu überprüfen, da sich aus den Erhebungen oder Untersuchungen ein neues Szenario ergeben kann.

### **Auswahl der relevanten Parameter für chemische Untersuchungen**

Wie oben ausgeführt, ist vorrangig die Gefährdung beim unmittelbarer Aufnahme des belasteten Bodenmaterials zu prüfen, weiters die Beeinflussung von Grundwasser und die Beeinflussung von Oberflächengewässern, sowie in weiterer Folge der Transfer über die Verlagerung von feinteilreichem Halden - oder Ablagerungsmaterial sowohl durch Wasser (Abschwemmmaterial) als auch in Form von Staub.

Daraus ergibt sich, dass als relevante Faktoren jedenfalls Informationen über den Gesamtgehalt an Schwermetallen in der Ablagerung selbst bekannt sein müssen. Dies bedeutet, dass einerseits die gemäß der Grundlagenerhebung bekannten Schwermetalle aufgrund des Erztyps und der üblicherweise vorhandenen Begleitmetalle zu analysieren ist, des weiteren empfiehlt sich immer, ein Schwermetall-Screening durchzuführen, um allenfalls zusätzliche Parameter auffinden zu können.

Wenn sich Schwermetallgehalte zeigen, die um mindestens den Faktor 2 über den ortsüblichen Gehalten liegen, ist zu beurteilen, ob diese Schwermetalle einerseits aufgrund der Stückigkeit (Korngröße) der Ablagerung verfrachtet werden können, und ob sie andererseits einer Auswaschung unterliegen können.

Die Beurteilung der Möglichkeit einer Verfrachtung von Staub oder durch Ausschwemmen erfolgt im Rahmen eines Ortsaugenscheines aus unter Berücksichtigung allenfalls vorhandenen Bewuchses und der Lagerungssituation allgemein.

Zur Beurteilung, ob die angetroffenen Schwermetallgehalte auslaugbar sind, ist einerseits der Erztyp und die chemische Bindungsform der Schwermetalle zu prüfen. Als für eine Erstbeurteilung jedenfalls zielführender chemischer Test hat sich nach wie vor das Auslaugverfahren mit destillierten Wasser gemäß ÖNORM S 2115 mit nachfolgender Analyse der Inhaltsstoffe des „Eluates“ als brauchbarstes Mittel erwiesen, da es relativ einfach durchzuführen ist und gute Vergleichsergebnisse bietet. Auch aus der Erfahrung mit anderen Untersuchungen an festen Materialien, die Schadstoffe enthalten können, ist bekannt, dass eine Untersuchung der Auslaugbarkeit durch Herstellung eines Eluates mit destilliertem Wasser eine Erstinformation über die prinzipielle Verfrachtbarkeit von Schadstoffen über diesen Pfad bietet. Das Ergebnis aus solchen Untersuchungen bedeutet nicht, dass jedenfalls das Sickerwasser aus solchen Ablagerungen haargenau die Konzentration aufweisen wird, die bei der Eluatuntersuchung gefunden wird. Aber es ist eine Erstaussage darüber möglich, ob sich prinzipiell auslaugbare Schadstoffgehalte nachweisen lassen. Auch in Zusammenschau mit der Praktikabilität dieses Untersuchungsverfahrens ist auch für die Erstbeurteilung von Ablagerungen bei Bergbau- und Hüttenaltstandorten diese Untersuchung als zielführend anzusehen.

### ***Ablauf der Erhebungen***

Bei näherer Betrachtung zeigt sich, dass bei Bergbaualtstandorten, die zum Teil ja schon über Jahrhunderte vorhanden sind, die bei „herkömmlichen“ Altstandorten (zB aufgelassene Fabriken) und Altablagerungen (wie Hausmülldeponien) angewendete Vorgangsweise angepasst werden muss. Aus der Tätigkeit der Jahre 1993 bis 1998 im Rahmen der Bergbaualtstandorterhebung hat sich folgender Ablauf als zielführend erwiesen:

- Erhebungen:  
Standort/Revier, Beschreibung, historischer Abriss, derzeitige Nutzung, Kartierung
- Bewertung der aktuellen Nutzung, der geologischen und hydrogeologischen Standortsituation, Erhebung der gefährdeten Schutzgüter,
- Beprobung des Haldenmaterials oder der Ablagerung,
- Beprobung von Bodenoberflächen
- Beprobung von Gewässern, Erhebung/Beprobung Grundwasser.

Die ersten beiden Schritte dieser Art der Erhebung sind also jedenfalls durchzuführen, um vor allem in Zusammenschau mit der Nutzung und den auftretenden Schwermetallen und der Art ihrer Ablagerung eine Erstabschätzung vornehmen zu können. Die nächsten drei Schritte sind im Sinne weiterer Erhebungen als stufenweiser Ablauf zu sehen, wobei jeweils die erhaltenen Zwischenergebnisse und insbesondere die Ergebnis der chemisch-analytischen Untersuchungen immer in Zusammenschau mit tatsächlichen Nutzungs- und Ablagerungssituation zu beurteilen sind.

### ***Bewertung der Daten***

Als Grundlagen für die Bewertung liegen im Hinblick auf den Schwermetallgehalt und den Gehalt an auslaugbaren Schadstoffen zahlreiche Literaturangaben vor. Bei diesen Literaturangaben ist immer streng darauf zu achten, für welchen Anwendungszweck diese erstellt wurden und erarbeitet wurden.

Dabei ist zu unterscheiden, ob die abgelagerten Rückstände selbst oder die von ihnen allenfalls kontaminierten Schutzgüter betrachtet werden. Für abgelagertes Material ist vorzugsweise die ÖNORM S 2088-1 „Altlasten - Gefährdungsabschätzung für das Schutzgut Grundwasser“ heranzuziehen, die einerseits Richtwerte für den Gesamtgehalt von Schadstoffen und den Eluatgehalt für das abgelagerte Material und, im Hinblick auf das Schutzgut Grundwasser, auch eine Beurteilungsgrundlage für das Schutzgut Grundwasser vorschlägt.

Tab.1: Orientierungswerte für Schwermetall-Gesamtgehalte im abgelagerten Material (Ö-Norm S 2088-1)

	Prüfwert [mg /kg TS]	Maßnahmen- schwellenwert [mg /kg TS]
Arsen	40	100
Blei	100	1000
Cadmium	2	20
Chrom ges.	100	600
Kupfer	100	1000
Nickel	100	500
Quecksilber	2	20
Zink	300	2000

Tab.2: Orientierungswerte für Schwermetall-Gehalte im Eluat des abgelagerten Materiales (Ö-Norm S 2088-1)

	Einheit	Prüfwert		Maßnahmenswellenwert	
		a	b	a	b
Aluminium	mg/l	0,2	2,0	10,0	*
Arsen	mg/l	0,05	0,1	0,1	*
Blei	mg/l	0,05	0,1	0,5	*
Cadmium	mg/l	0,005	0,005	0,05	*
Chrom ges.	mg/l	0,05	0,1	1,0	*
Eisen	mg/l	1,0	2,0	2,0	20,0
Kupfer	mg/l	0,1	1,0	1,0	*
Mangan	mg/l	0,1	1,0	1,0	10,0
Nickel	mg/l	0,1	0,1	0,5	*
Quecksilber	mg/l	0,001	0,002	0,005	*
Zink	mg/l	3,0	3,0	3,0	*

a...wasserrechtlich besonders geschützte oder wasserwirtschaftlich bedeutende Gebiete (Wasserschutzgebiete, Wasserschongebiete, wasserwirtschaftliche Rahmenverfügungen, Brunnenschutzgebiet etc.)

b...übrige Bereiche, in denen keine Grundwassernutzung erfolgt

\* keine Erhöhung gegenüber dem Maßnahmenswellenwert a zulässig

Für die Beurteilung von Böden liegt in Österreich nur insoweit eine einheitliche Beurteilungsgrundlage vor, als die ÖNORM L 1075 für die Eignung von Böden als Pflanzenstandort Richtwerte für Schwermetalle vorschlägt.

Tab.3: Orientierungswerte für Schwermetall-Gesamtgehalte in landwirtschaftlich und gärtnerisch genutzten Böden (Ö-Norm L 1075)

	Belastungsverdacht* [mg /kg TS]	Richtwerte [mg /kg TS]
Arsen	15	20
Blei	50	100
Cadmium	0,5	1
Chrom ges.	50	100
Kupfer	50	100
Nickel	40	60
Quecksilber	0,2	1
Zink	150	300

\* Verdacht auf anthropogen bedingte Belastungen

Weitere Richtwerte aus der Literatur für die Bewertung des Schwermetallgehaltes in Böden finden sich in der Tabelle 4, in der sie zum Vergleich den in Mitterberghütten gefundenen Werten gegenübergestellt sind.

Wesentlich ist auch eine Erhebung der Ablagerung vor Ort, wobei die tatsächliche Nutzung und die Lage des Gebietes, in dem sich die Halden oder ehemaligen Hüttenstandorte befinden, zu berücksichtigen ist. Gebiete, die aufgrund ihrer alpinen oder hochalpinen Lage nur von wenigen Besuchern frequentiert werden und allenfalls einer extensiven Weide zur Verfügung stehen, sind naturgemäß weniger kritisch zu sehen als Ablagerungen von feinteilreichen, hochschwermetallbelastetem Material, die sich in unmittelbarer Nähe von Wohnanlagen befinden. Ablagerungen die sich in noch nicht bebautem, aber aufgrund ihrer Lage prinzipiell bebaubaren Flächen befinden, sind auch dahingehend zu beurteilen, welche zukünftigen Nutzungen für solche Flächen absehbar sind.

Im Hinblick auf das Haldenmaterial selbst hat sich aus der Erfahrung bei der Bearbeitung der letzten Jahre ein Relevanzschema ableiten lassen, das sich als sehr praktikabel herausgestellt hat:

- Grobe, blockige Haldenablagerungen („taubes“ Gestein, oft in unmittelbarer Nähe des Bergbaues) können auch bei hohen Schwermetallgehalten als wenig relevant beurteilt werden, wenn die Lagerungssituation dergestalt ist, dass eine weitere Verfrachtung durch Abrutschen und Abschwemmen ausgeschlossen ist.
- Fein abgelagertes Material aus den Aufbereitungen, wie zB Pochwerken, sind schon eher kritisch zu sehen, da sich durch die mechanische Veränderung eine sehr große Oberfläche gebildet hat, die natürlich jeder Art von Verwitterung und chemischer Umsetzung durch Niederschläge, atmosphärischen Eintrag von sauren Komponenten etc ausgeliefert ist. Zudem werden solche Materialien sehr leicht durch Wind verweht und können über eine wesentlich größere Fläche zu Sekundär-Belastungen durch Immission von stark schwermetallhaltigem Staub führen. Solche Ablagerungen führen auch immer wieder zu Belastungen, die sich im Sediment von nahegelegenen Oberflächengewässern abbilden.
- Am kritischsten zu sehen sind die Rückstände aus eigentlichen Hüttenbetrieben, die im Grunde einer industriellen Aufarbeitung und Verarbeitung von stark schwermetallhaltigen Materialien entsprechen. Hier erfolgt eine Aufkonzentrierung und chemische Veränderung hin zu einerseits den Metallen selbst, die als eigentliches Produkt hergestellt und verkauft wurden. Bei diesem Aufarbeitungsvorgang fallen aber auch immer wieder Begleitmetalle an, die, um sie vom eigentlich zu gewinnenden Metall zu trennen, in chemisch besser verfügbare

Formen übergeführt wurden. Wie insbesondere am Beispiel Mitterberghütten sehr schön zu sehen ist, sind diese Rückstände aus industriellen Prozessen hochangereicherte Abfälle mit stark auslaugbaren sehr toxischen Schwermetallverbindungen, die im Hinblick auf ihre Umweltauswirkungen über sämtliche möglichen Pfade äußerst kritisch zu sehen sind.

Wie bereits angeführt, ist jede Art von Ablagerung immer nur in Zusammenschau mit dem tatsächlichen Ortsbefund zu bewerten. Das heißt einerseits, dass die Nutzung und die örtliche Situation zu erheben und zu bewerten ist, und es heißt auch andererseits, dass die Veränderungen gegenüber dem Hintergrund erhoben werden müssen. Dies bedeutet in der Regel die Entnahme von Proben und deren chemisch-analytische Untersuchung. Dabei ist immer darauf zu achten, möglichst alle Transferpfade oder Austragspfade für belastetes Material zu erheben, wobei die möglichen Wege, die belastetes Material nehmen kann, oben schon skizziert wurden. Zu beurteilen ist auch, wie lange eine Beeinflussung andauern kann und ob mit einem Abklingen einer allenfalls festgestellten Belastung zu rechnen ist.

Bei Bergbaualtstandorten ist prinzipiell davon auszugehen, dass kein natürliches „Verschwinden“ einer einmal festgestellten Belastung zu erwarten ist, da sich Schwermetalle nicht abbauen und auch sehr konzentrierte Schadstoffherde keinesfalls rasch und so gleichmäßig in umliegenden Gebiet verteilt werden, dass nach ein paar Jahrzehnten bereits mit einer Vergleichmäßigung und „Verharmlosung“ der Belastung zu rechnen wäre. Gerade das Beispiel der Bergbaualtstandorte zeigt sehr schön, dass massive Aufkonzentrierungen von Elementen und massive Veränderungen des natürlichen Hintergrundes keineswegs umgehend von der Natur wieder geheilt werden und von alleine wieder zum Verschwinden gebracht werden können. Die Immobilisierung, die bei den meisten Schwermetallen vor allem in Böden mit einem hohen pH-Wert beobachtet werden kann, mag als „Sicherheitsbereich“ für den unmittelbar betroffenen Bereich gültig sein, bedeutet aber nicht, dass im Vertrauen auf die Pufferwirkung des Bodens (die ja keineswegs unbegrenzt ist) jedwede Belastung hingenommen werden kann.

## Ausgewählte Ergebnisse

Eine zusammenfassende Tabelle, in der kurz sämtliche Standorte sowie die durchgeführten Untersuchungen aufgelistet sind, findet sich in Anhang 1. Im Folgenden werden vier Beispiele vorgestellt.

### *Essenhalde Mitterberghütten*

Im Rahmen der schon erwähnten, von der Abteilung 4 Land- und Forstwirtschaft des Amtes der Salzburger Landesregierung durchgeführten Erhebung des Bodenzustandes (Bodenzustandsinventur, 1993) traten an einigen landwirtschaftlich genutzten Flächen im Raum Mitterberghütten außergewöhnlich hohe Schwermetallbelastungen mit Arsen, Blei etc. auf. Daraufhin wurden für jene Punkte, wo dies geogen nicht begründbar war, weitere Untersuchungen zur Verursacherfeststellung vorgenommen. Außerdem lag ab 1993 von Feitzinger ein Bericht über die Aufbereitungsanlage der ehemaligen Kupferhütte vor. Im Zuge der weiteren Erhebungen wurde im Bischofshofener Ortsteil Mitterberghütten auf einem Plateau über dem Talboden eine Ablagerung entdeckt, die augenscheinlich aus Fremdmaterial bestand.

Es war bekannt, dass am Hüttenstandort „Außerfelden“ ursprünglich das Erz vom ehemaligen Kupferbergbau Mühlbach am Hochkönig aufbereitet wurde. Eine sehr detaillierte Darstellung findet sich in der Monographie "5.000 Jahre Kupferbergbau Mühlbach am Hochkönig - Bischofshofen", Verfasser Wilhelm Günther, Clemens Eibner, Andreas Lippert und Werner Paar, Mühlbach am Hochkönig, 1993.

Zur Aufbereitung des Erzes wurde 1882 bis 1887 in Außerfelden, dem heutigen Mitterberghütten, eine Kupferhütte errichtet. Diese war mit zahlreichen Umbauten bis 1931 in Betrieb und war zeitweise die größte Kupferhütte der Monarchie. Insbesondere während des Ersten Weltkrieges wurden sehr viele Fremderze verhüttet. Zusätzlich zu den ohnedies vorhandenen Verunreinigungen des Rohsteins (Schwefel, Nickel und Arsen) kamen also noch Anteile an Verunreinigungen bzw. Legierungsbestandteilen von Fremdmaterialien (Zink, Quecksilber).

Die Abgasleitung, also die Esse der Hüttenanlage, wurde durch den an das Betriebsgelände direkt anschließenden Hang hindurchgeführt, weshalb sich die Ausblasöffnung weit über dem eigentlichen Aufbereitungsstandort befand. Als 1931 die Hütte aus wirtschaftlichen Gründen stillgelegt wurde, wurden sämtliche Grundstücke und Gebäudeteile veräußert. Die aufgefundene Ablagerung, die die Form einer gut eingrenzbaaren Halde hat, befindet sich unmittelbar neben der ehemaligen Esse, deren Reste immer noch vorhanden sind.

Bei dem abgelagerten Material handelt es sich um Sublimat- und Ablagerungsrückstände aus der Esse, wobei auch teilweise Ausbruchmaterial und mineralische Anteile vorhanden sind. Die erste Beprobung durch das Referat 4/23 Almwirtschaft und Bodenschutz wurde in Form einer Mischprobe (Einstichtiefe 0 bis 20 cm, mehrere Einstiche an der Oberfläche der Halde) durchgeführt. Die Analysen umfaßten den Gesamtgehalt an Zink, Blei, Arsen, Kupfer, Cadmium, Chrom, Quecksilber, Nickel und die daraus mit destilliertem Wasser und Ammoniumnitrat-Lösung eluierbaren Anteile. Die Ergebnisse sind in Tab. 4 in der Rubrik „Mischprobe 4/23“ zusammengestellt. Es zeigten sich außergewöhnlich hohe Schwermetallgehalte im der Größenordnung von mehreren Gramm pro Kilogramm Material, und es war unmittelbar zu erkennen, dass es sich weder um gewachsenen Boden noch Gesteinsrückstände handelt.

Aufgrund des Ergebnisses der Ersterhebungen und der daraus folgenden Verdachtsflächenmeldung wurde eine Gefährdungsabschätzung durch das Umweltbundesamt durchgeführt und diese vom

Bundesministerium für Umwelt, mit der Feststellung übermittelt, dass die Verdachtsfläche "Essenhalde Mitterberghütten" in der Gemeinde Bischofshofen als Altlast im Altlastenatlas ausgewiesen wird. Es wurde umgehend eine Informationsveranstaltung für die Bewohner der unmittelbar an die belasteten Flächen angrenzenden Liegenschaften durchgeführt, des weiteren wurde die angrenzende Wiese bis zum Vorliegen weiterer Erkenntnisse ausser Nutzung gestellt.

Um eine Prioritätenfestlegung durchführen zu können, wurde in dieser Gefährdungsabschätzung verlangt, dass unter Berücksichtigung der Bestimmungen des § 14 Abs. 1 Ziffer 1 bis 5 ALSAG weitere Untersuchungen durchzuführen. Daraufhin wurden weitere Untersuchungen, Beprobungen und Analysen von der Abteilung Umweltschutz beauftragt bzw durchgeführt, und ihr Umfang nach Absprache mit dem Umweltbundesamt nach den Anforderungen des §14 Abs. 1 Zi 1-5 ALSAG festgelegt.

a) Festgestellte Schadstoffausbreitung und Verunreinigung sowie deren Ausmaß:

Es war zu erheben, welche Schutzgüter bereits betroffen sind, wobei sich die Auswahl der untersuchten Parameter auf das Ergebnis der ersten Beprobungen (Liste der Schwermetalle) sowie auf die bei Verhüttungsprozessen möglicherweise entstehenden schwerflüchtigen organischen Verbindungen (polychlorierte Dibenzodioxine und -furane, polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe und polychlorierte Biphenyle) bezog.

Dem Bericht der Fachabteilung 4/2 Landwirtschaftliches Bau- und Wirtschaftswesen (Bericht Juritsch) über die Belastung der umliegenden landwirtschaftlich genutzten Flächen ist zu entnehmen, dass die Arsenbelastung in der durch Verwehung und Abschwemmung direkt betroffenen, früher als Weide genutzten Wiese (früher GP 137/2, jetzt Teilfläche von 142/2 KG Haidberg) 1.495 mg/kg im Oberboden beträgt und auch die Belastungen mit Kupfer, Quecksilber, Nickel und Blei über den Richtwerten liegen. Daraufhin wurde eine Außernutzungstellung dieser Weide vorgeschlagen und mittlerweile auf freiwilliger Basis auch durchgeführt.

Die durch abfließendes Wasser belasteten Erosionsrinnen weisen innerhalb von ca. 20 m längs der „Fließstrecke“ deutlich erhöhte Schwermetallgehalte im anstehenden Boden auf (sh. Tabelle 2). Dadurch kommt es zu einer fortschreitenden Belastung der darunter liegenden, mit Wald bestockten Flächen.

Eine direkte Grundwasserwegigkeit konnte nach den bisherigen Ergebnissen nicht festgestellt werden, da gemäß dem Gutachten des Geologischen Dienstes der Felsuntergrund mit dichter Grundmoräne überlagert ist. Die Entwässerung erfolgt in Richtung Süden längs einer durch den Fels vorgegebenen, durch die Ablagerung überdeckten Rinne, die am Ende der Halde in ein Oberflächengerinne mündet (Gräben A und C, Analysen in Tab. 5).

Grundwasseraufschlüsse, die durch Versickern des Niederschlagswassers unmittelbar betroffen sind, konnten nicht erhoben werden. Zuzufolge der Auskunft der Referate 13/04 Gewässeraufsicht, 6/64 Hydrographischer Dienst und 6/03 Geologischer Dienst sind im näheren Einzugsbereich der Altablagerung keine Pegel vorhanden. Im weiteren Einzugsbereich (Nähe B 159, ca. 60 m südlich der "Mühlbachbrücke") befindet sich ein Grundwasseraufschluß aus einem Beweissicherungsprogramm für den Kraftwerksbau Bischofshofen. Eine Beeinträchtigung dieser Grundwasservorkommen konnte derzeit nicht erhoben werden.

Die Trinkwasserversorgung der unterhalb der Altablagerung befindlichen Wohnhäuser erfolgt durch die Ortswasserversorgung Bischofshofen. Die Versorgung der direkt angrenzenden Wohnhäuser wird durch eine private Wasserversorgung sichergestellt, deren Quelfassung oberhalb liegt. Beide Wasserversorgungen sind von der ggst. Altablagerung nicht berührt. Es konnten auch keine sonstigen Grundwassernutzungen wie Hausbrunnen im betroffenen Gebiet gefunden werden.

b) Nutzung gefährdeter Objekte und Nutzungsbeschränkungen:

Das an der Oberfläche der eigentlichen Altablagerung aufzufindende Material ist derartig hoch insbesondere mit Arsen belastet, dass umgehernd nach dem Schmelzen der Schneedecke 1995 dringend eine Zugangsbeschränkung geschaffen werden mußte. Aus übereinstimmenden Aussagen der Amtssachverständigen für Medizin war zu entnehmen, dass für den Fall "orale Aufnahme" insbesondere für spielende Kleinkinder eine gesundheitliche Gefährdung nicht auszuschließen ist. Daher wurde im Februar 1995 eine Umzäunung in Auftrag gegeben und nach dem Ausapern fertiggestellt. Anschließend wurde noch eine dichte Abdeckung hergestellt.

Für die direkt umliegenden gefährdeten landwirtschaftlichen Flächen wurde durch die zuständige Fachabteilung aufgrund des Ergebnisses ihrer Untersuchungen eine Außernutzungsstellung empfohlen und durchgeführt, die solange aufrecht blieb, bis insbesondere die Frage des Transfers von Arsen in die Pflanze und von der Pflanze in Weidevieh und von da in Nahrungsmittel geklärt waren.

Um die Frage einer Belastung der Bewohner jener Häuser abzuklären, die im Umkreis von weniger als 100 m Abstand in der Nähe der Altablagerung liegen, wurde seitens des Umweltmedizinischen Sachverständigen eine Untersuchung der Anwohner veranlaßt, die allerdings keinen Hinweis auf signifikante Einflüsse ergab.

c) Möglichkeiten der Schadstoffausbreitung:

Bezüglich der Schadstoffausbreitung sollten insbesondere Wasserwegigkeiten (versickernde oder ab rinnende Niederschlagswässer) erhoben und chemisch-analytisch untersucht werden. Der Parameterumfang ergab sich aus den bereits vorliegenden Analysen (siehe a.). Des weiteren wurde das unter der Altablagerung anstehende Bodenmaterial dahingehend untersucht, ob es zu Sekundärkontaminationen durch Versickern des Niederschlagswassers gekommen ist. Es ist keine natürliche oder künstliche Barriere vorhanden, die die Ausbreitung von schadstoffhaltigem Wasser, Verwehung von schadstoffhaltigem Staub oder Abrutschen des Materiales über den Steilhang dauerhaft sicherstellen könnte. Auch der Zutritt von Niederschlagswässern auf die Altablagerung ist ungehindert möglich, da aufgrund der Art der Altablagerung kein Pflanzenwuchs aufkommen kann.

Die Verfrachtung durch mit schwermetallreichen Feinteilen belastete Wässer (Abrinnen der Niederschlagswässer) hat über jene sichtbaren Gräben stattgefunden, die über den steilen, ostseitigen Hang abwärts zur vorbeiführenden Straße weisen (Proben A1, A2, A3 und B1, B2 in Tab. 5) bzw. der die südlich gelegene Wiese hangparallel quert (Proben C1 und C2 in Tab. 5). Die in Tab. 5 angegebenen Abstände der Probenpunkte beziehen sich auf die Entfernung vom sichtbaren Haldenrand. Es zeigt sich, dass die Verfrachtung deutlich über die sichtbare Ablagerungsgrenze hinausgeht, aber nur wenige Zehner-Meter weit reicht.

d) Eigenschaften der abgelagerten Abfälle und das Ausmaß der Kontamination:

Im März 1995 wurden in der gut eingrenzba ren Halde vier Kernbohrungen unter der Aufsicht des Geologischen Dienstes des Landes Salzburg niedergebracht und aus diesen schichtspezifisch Feststoffproben entnommen. Das Ziel dieser Bohrungen war, eine allfällige schichtenweise Ablagerung, Art und Herkunft der Materialien sowie ihren Schadstoffgehalt zu erheben.

In Tab. 4 sind die Analysenergebnisse dieser Feststoffproben angeführt. Die Bezeichnungen BL2 und BL3 beziehen sich auf die Bohrlöcher 2 und 3 der insgesamt vier Kernbohrungen, die Angaben zB „0,20-0,30“ beziehen sich auf die Länge des Kernmarsches ausgehend von der Geländeoberkante. Die Analysenergebnisse sind den Ergebnissen der Mischprobe des Referates 4/23 aus Dezember vorigen Jahres sowie den Richtwerten von Ewers/Viereck-Göt te gegenübergestellt. Zum Unterschied der Schwermetallgehalte zwischen der „Mischprobe 4/23“ und den Analysenergebnissen der schichtspezifisch gezogenen Proben aus den Bohrungen ist anzuführen, dass die „Mischprobe 4/23“ im Rahmen der Ersterhebung als oberflächennahe Bodenprobe gezogen und der abgesiebte Feinanteil kleiner 2 mm chemisch-analytisch untersucht wurde. Die Analysen der Proben aus den Kernbohrungen wurden hingegen auf das gesamte Material bezogen.

Vom Landeslabor wurden die ionenchromatographischen Untersuchungen am Haldenmaterial und die Untersuchungen (Schwermetall-Screening) der in den Erosionsgräben des abfließenden Wassers gefundenen Feinteile durchgeführt; diese Analysenergebnisse sind in Tab.2 angeführt. Das in diesen, im Gelände deutlich erkennbaren Gräben anstehende Bodenmaterial wurde auf den Gesamtgehalt an jenen Schwermetallen untersucht, die aus den vorangegangenen Analysen als Indikatorparameter für eine Verfrachtung geeignet schienen.

Allgemein ist festzustellen, dass die Analysen der Schwermetallgesamtgehalte, der Gehalte an Schwermetallen im Eluat, der Gehalte an Dioxinen und PCB's sowie PAH's in den Kernproben und die Untersuchungen mittels Ionenchromatographie nach den anerkannten Regeln und Richtlinien durchgeführt wurden. Die Probenahme erfolgte durch Sachverständige des Amtes der Landesregierung. Die Analysen selbst wurden, sofern nicht anders angegeben, von staatlich autorisierten Anstalten bzw. Zivilingenieuren einschlägiger Befugnis nach Beauftragung durch das Amt der Salzburger Landesregierung durchgeführt. Die Bohrarbeiten wurden von einer Fachfirma unter Aufsicht des Landesgeologischen Dienstes durchgeführt, wobei auf Einhaltung der bei diesem toxischen Material besonders wesentlichen Arbeitnehmerschutzvorrichtungen ausdrücklich hingewiesen und dies auch kontrolliert wurde.

Die Ergebnisse zeigen, dass das abgelagerte Material selbst außerordentlich schwermetallhaltig ist, wobei diese in sehr gut löslicher Form vorliegen. Es zeigte sich auch, dass das Eluat dieser Proben einen sehr niedrigen pH-Wert aufweist, sodass abgesehen von der fehlenden geologischen Barriere auch keine "chemische Barriere" durch das Material selbst vorhanden ist. Aufgrund der Zusammensetzung des Materials konnte zudem kein Pflanzenaufwuchs an der Haldenoberfläche entstehen. Vermutlich ist bereits der größte Anteil an staubförmigem Material durch Verwehung auf umliegende Flächen (landwirtschaftlich genutzte Wiesen, relativ junger Wald) verteilt worden, jedoch ist immer noch Material in gut erosionsfähiger und bereits erodierter Form an der Oberfläche vorhanden. Die abgelagerten Abfälle sind sehr inhomogen zusammengesetzt, da auch Stollenausbruch und mineralische Restmassen zwischengeschüttet wurden. Der Schadstoffgehalt der erbohrten Proben ist der Tabelle 1 zu entnehmen, wobei sich eine starke Wechsellagerung von unterschiedlichem Material gezeigt hat. Die feinteilreichen, tw. stark gefärbten Ablagerungen erwiesen sich in der Analyse als jene schwermetallreichen Fraktionen, die zum hohen Schwermetallgehalt der ersten Mischprobe beigetragen haben. Die ionenchromatographischen Analysen des Landeslabors ergaben, dass die Schwermetallverbindungen als Anionen hauptsächlich Sulfat und zum geringeren Teil auch Chlorid aufweisen und somit gut löslich sind. Eine Verfrachtung von Schwermetallen von der Ablagerung selbst in die darunter anstehende, natürlich gewachsene Verwitterungsschwarte hat insofern stattgefunden, als in dem darunter anstehenden Material der Quecksilbergehalt 14 bis 19 mg/kg beträgt (Tab. 4: BL2 1,60 - 1,90 und BL3 1,90 - 2,10). Die Gesamtgehalte an Schwermetallen sind im feinteilreichen Material (Tab. 4: BL 3 0,20 - 0,30) so hoch, dass eine direkte, obertägige Ablagerung von allenfalls im Rahmen einer Dekontamination entferntem Material nicht möglich ist. Auch die Gehalte im Eluat des Materiales sind so hoch, dass eine Einstufung gemäß ÖNORM S 2072 die Eluatklasse IV für die Parameter Arsen und Blei sowie pH-Wert und Leitfähigkeit ergibt (Mischprobe 4/23, Daten aus Dezember 1994). Die grobstückigen, mineralischen Massen (Tab. 4: BL3 0,40 - 0,60) sind demgegenüber deutlich geringer belastet.

Tab.4: Schwermetallgehalte des Materials der Altablagerung „Essenhalde Mitterberghütten“ im Vergleich mit Bodenprüfwerten für alllastenrelevante Standorte

	Prüf- werte *	Kinder- spiel- plätze		Wohn- gebiete		Park- und Freizeit- flächen		Misch- probe 4/23	BL 2 0,20 - 0,30	BL 2 0,50 - 0,80	BL 2 1,60 - 1,90	BL 3 0,20 - 0,30	BL 3 0,40 - 0,60	BL 3 1,60 - 1,90	BL 3 1,90 - 2,10
		Einheit	P	M	P	M	P	M	Einstich- tiefe 0 - 20 cm, abge- siebt < 2mm	schwarz, feinteil- reicher Rück-stand	schwefelg elber, feinteil- reicher Rück- stand	Ver- witter- ungs- schwarte	schwarz/ gelb, feinteil- reicher Rück- stand	Phyllit- Bruch, Stollen- aus- bruch?	schwarz/ gelb
Antimon	mg/kg	2	5	4	10	10	10	nu	nu	22,14	7,10	16.368	104,8	nu	65,31
Arsen	mg/kg	20	50	40	100	100	100	24.980	nu	41.279	84.732	55.909	31.773	nu	62.527
Blei	mg/kg	200	500	400	1.000	1.000	1.000	58.102	nu	186	8	41.386	220	nu	246
Cadmium	mg/kg	6	15	12	30	30	30	256	nu	49	107	174	67	nu	69
Kupfer	mg/kg	300	750	600	1.500	1.500	1.500	755	nu	2.339	118	398	155	nu	75
Nickel	mg/kg	60	150	120	300	300	300	124	nu	29	34	66	43	nu	57
Queck- silber	mg/kg	4	10	8	20	20	20	16.897	nu	51,5	19,5	3.974	13,1	nu	13,9
PCDD/F	ng TE /kg	60	150	120	300	300	300	nu	1.094	nu	nu	nu	nu	0,343	nu
PCB	mg/kg	6	15	12	30	30	30	nu	0,005	nu	nu	nu	nu	0,012	nu
PAH	mg/kg							nu	21,90	nu	nu	nu	nu	nn	nu
BaP	mg/kg	1	2,5	2	5	5	5	nu	1,42	nu	nu	nu	nu	nn	nu

**Legende zu Tabelle 4:**

\*Lit.: Ewers/Viereck-Götte, Ableitung von wissenschaftlich begründeten nutzungs- und schutzgutbezogenen Prüfwerten für Bodenverunreinigungen, erstellt im Auftrag des Bayerischen Staatsministeriums für Landesentwicklung und Umweltfragen in Verbindung mit der Arbeitsgruppe Prüfwerte des LAGA-Ausschusses „Altlasten“; Gelsenkirchen 1993

P...Prüfwerte: wirkungspfad- und schutzgutbezogene Werte für die Konzentration von Schadstoffen in Umweltmedien, die als Beurteilungshilfen für die Entscheidung über weitere Sachverhaltsermittlungen dienen; sie beziehen sich auf den Gesamtgehalt.

M...Maßnahmschwellenwerte: wirkungspfad- und schutzgutbezogene Werte, bei deren Überschreitung in der Regel weitere Maßnahmen erforderlich werden (zB Sanierung, Nutzungsbeschränkung); sie beziehen sich auf den resorptionsverfügbaren Anteil.

nu...nicht untersucht; nn...nicht nachgewiesen

Die Fläche der Ablagerung selbst wurde durch Vermessung eingegrenzt. Die Grenze der Ablagerung ist im Gelände durch den mangelnden Bewuchs klar erkennbar. Das Volumen der Ablagerung und ihre ungefähre Zusammensetzung wurde durch die Daten der Vermessung und die Ergebnisse von Kernbohrungen in der Halde bestimmt werden.

Die Abschätzung der gesamten Kubatur der Ablagerung auf Basis der Vermessungs- und Kerndaten ergab, dass die Halde ein Volumen von ca. 540 m<sup>3</sup> hat (Dipl.Ing. Bilek). Aus den Auswertungen der Schichtenverzeichnisse errechnete sich, dass davon ca. 10 % als stark schadstoffbelastetes Material anzusprechen sind.

e) Vorhandene Schutzeinrichtungen zur Verhinderung einer möglichen Schadstoff-ausbreitung:

Wie bereits beschrieben, ist keine natürliche oberflächliche Abdeckung vorhanden, die den Zutritt von Niederschlagswasser oder Verwehungen von Staub unterbinden könnten. Die Verfrachtung von Niederschlagswasser in den Untergrund wurde durch den Landesgeologischen Dienst unter Heranziehung der Ergebnisse der unter d) beschriebenen Kernaufschlüsse erneut bewertet. Es sind keine Schutzeinrichtungen vorhanden, die eine mögliche Schadstoffausbreitung auf Dauer verhindern können. Der Aufwuchs einer Vegetation ist aufgrund der Zusammensetzung der Haldenoberfläche nicht zu erwarten. Die vorhandene Waldbestockung ist Laub- bzw. Mischwald, sodass in der vegetationsarmen, aber noch schneefreien Zeit weiterhin eine Staubverfrachtung von erodiertem Material gegeben ist.

Durch die Errichtung eines Zaunes und die Herstellung einer Abdeckung (dichte Plane) wurde (als Maßnahme zur Abwehr der unmittelbaren Gefahr) die Zugänglichkeit eingeschränkt. Eine dauerhafte Sicherung oder Dekontamination kann damit nicht erreicht werden.

Tab.5: *Übersichtsanalyse der Schwermetall-Gesamtgehalte von Feststoffproben aus den Entwässerungsgräben*

		Probenpunkte						
	Einheit	A1	A2	A3	B1	B2	C1	C2
<b>Entfernung vom Haldenrand</b>	m	7	15	30	18	10	25	100
<b>Arsen</b>	mg/kg	1.600	nn	nn	200	7.600	2.400	nn
<b>Blei</b>	mg/kg	2.200	150	150	150	5.400	5.000	290
<b>Cadmium</b>	mg/kg	nn	nn	nn	nn	100	nn	nn
<b>Nickel</b>	mg/kg	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
<b>Quecksilber</b>	mg/kg	150	nn	nn	nn	530	245	nn

nn...nicht nachgewiesen bei Analyse mittels ICP (Screening)

**Beurteilung**

Die Ablagerung befindet sich seit ca. 65 Jahren am Standort. Aufgrund der Art und der Menge der Abfälle ist davon auszugehen, dass die bisher eingetretenen Verfrachtungen durch Erosion bzw. Abschwemmen auch weiterhin erfolgen werden, und dass es zu einer weiteren Vergrößerung der unterhalb bzw. seitlich vorhandenen Belastungen der Flächen bzw. zu einer Ausdehnung dieser Flächen kommen wird. Des weiteren ist nicht zu erwarten, dass das Potential der akuten Gefährdung bei oraler Aufnahme abnehmen wird. Es ist auch nicht zu erwarten, dass sich durch natürlich aufwachsende Pflanzen oder ähnliches eine Verminderung der Abschwemmung oder Erosion ergeben wird. Möglicherweise muß die derzeit empfohlene Nutzungsbeschränkung für die umliegenden landwirtschaftlichen Flächen aufrecht bleiben. Eine Beeinträchtigung der Hausgärten der

nächstanrainenden Häuser sowie eine gesundheitliche Belastung der dort Wohnenden durch Staubverwehungen ist unter Beibehaltung der derzeitigen Umstände nicht auszuschließen.

Im Flächenwidmungsplan ist dieser Bereich als Grünland ausgewiesen, eine Änderung der Widmung ist nicht geplant. Die Wiederherstellung einer Waldfläche kann nur erfolgen, wenn zuvor die Schadstoffbelastung insbesondere auf der Halde soweit minimiert wurde, dass ein entsprechender Aufwuchs möglich ist.

Somit war aufgrund der Art der abgelagerten Abfälle aus fachlicher Sicht eine umgehende Sicherung oder Dekontamination der Altlast „Essenhalde Mitterberghütten“ notwendig.

### ***Variantenstudie***

Aus dem Ergebnis dieser Untersuchungen wurde klar, dass die Altablagerung „Essenhalde Mitterberghütten“ in der bestehenden Form keinesfalls liegenbleiben konnte. Zur Festlegung der technisch möglichen Maßnahmen zur dauernden Sicherung oder Sanierung mußte eine Variantenstudie in Auftrag geben werden, deren Ziel es war, mögliche Maßnahmen am Standort auf ihre Machbarkeit hin zu durchleuchten. Um eine geeignete Variante einer Sicherung/Sanierung auch unter dem Gesichtspunkt der Kostenoptimierung auswählen zu können, sollen für verschiedene Verfahrenskombinationen sowohl die Zeitdauer als auch der finanzielle Aufwand abgeschätzt werden.

Prinzipiell sollte das Ziel sein, einen dauerhaften Zustand herzustellen, der eine weitere Beeinträchtigung der noch nicht verunreinigten Bereiche verhindert und eine Verwendung der als Grünland gewidmeten Fläche unter Wahrung des Schutzzieles "menschliche Gesundheit" erlaubt. Dies umfaßt hier:

- Unterbindung des Gefährdungspfades "orale Aufnahme",
- Verhinderung einer weiteren Verschleppung von Arsen-belastetem Staub durch Verwehung oder Abschwemmung,
- Verhinderung des Abrutschens des Materiales über den ungesicherten östlichen Hang.

Es sollten für mindestens folgende Sanierungs- bzw. Sicherungsvarianten eine Kostenabschätzung einschließlich der Beweissicherungsuntersuchungen während allfälliger Baumaßnahmen erarbeitet werden.

#### Belassen am Ort:

- Sicherung durch Abdecken und Befestigen mit nachfolgender Begrünung, sodass weder ein Abrutschen des Materiales über den östlichen Hang noch weitere Verwehung von Feinteilen, Abschwemmungen etc. erfolgen können und
- Verfüllen eines vorhandenen Stollens.

#### Entfernen der Halde:

- Deponierung des gesamten Materiales ohne mechanische Vortrennung,
- Deponierung nach mechanischer Vortrennung zur Aufteilung für untertägige oder obertägige Deponie,
- Aufbereitung durch Schadstoffeliminierung (Bodenwäsche nach mechanischer Vortrennung, zB Abtrennen der Feinteile und Waschen des Stollenausbruches) mit untertägiger Deponierung der Feinteile und des Schlammes aus der Wäsche und Weiterverwendung oder obertägiger Deponierung des Schuttes (Eluatklasse IIIb) und
- Aufbereitung für eine obertägige Deponierung (Eluatklasse IIIb) durch Verfestigung ohne und mit mechanischer Vortrennung.



Altlast Essenhalde Mitterberghütten, Reste des Essenfundamentes, 1995



Altlast Essenhalde Mitterberghütten, Ablagerung vor der Abdeckung – Gesamtansicht, 1995



Altlast Essenhalde Mitterberghütten, Detailaufnahme des Ablagerungsmaterials, 1995



Altlast Essenhalde Mitterberghütten, Reste des Essenfundamentes, im Hintergrund die nächstgelegenen Wohnhäuser, 1995

### ***Weitere Maßnahmen***

Die Durchführung der Variantenstudie wurde nach einer öffentlichen Ausschreibung an den Bestbieter vergeben und 1996 durchgeführt. Die Ergebnisse zeigten, dass das in Mitterberghütten abgelagerte Material derzeit nicht einer Wiederverwertung, zB zur Rückgewinnung der Schwermetalle, die an sich wertvolle Rohstoffe darstellen, zugeführt werden kann. Die Zusammensetzung der Ablagerung ist zu komplex und weist zuviele Störstoffe auf. Eine Abwägung der notwendigen Maßnahmen bei einer Sicherung, das heißt beim Belassen am Ort und zB Abdecken, gegenüber der endgültigen Sanierung ergab, dass zwar der anfängliche Aufwand bei einer vollständigen Entfernung höher ist, aber nur mit dieser Methode den Zielen des Umweltschutzes entsprochen werden kann. Es soll die derzeit von der hochgiftigen Ablagerung bedeckte Fläche zumindest so wiederhergestellt werden, dass sie ohne weitere fortlaufende Überwachung als Grünfläche oder Wald verbleiben kann. Die Detailplanung für die Durchführung der Sanierung erfolgte 1998, die Sanierung selbst soll im Laufe des Jahres 1999 vorgenommen werden.

Standort Naßfeld bei Bökkstein, Gasteinertal; ehemalige Golderz-Aufbereitung

Im Jahre 1993 wurde von Feitzinger der Standort Naßfeld beschrieben. Wesentlich waren dabei der heutige Zustand der Naßfelder Aufbereitungsanlagen, wo früher im wesentlichen Erze aus dem Imhof-Unterbau zur Verarbeitung kamen. Diese sulfidischen Gold-Silber-Erze wiesen zudem hohe Arsengehalte auf, deren Aufbereitung generell als schwierig anzusprechen war (siehe Feitzinger, Flußdiagramme zur Golderzaufbereitung). Besonders auffällig war die Ablagerung von feinteilreichem Material, insbesondere zwischen dem Fuß der Halde und dem Siglitzbach. Diese Pochwerks- und Flotationsabgänge wurden teilweise bei Bauarbeiten zur Herstellung von Sportanlagen umgelagert, waren aber nach wie vor bei Beginn der Erhebungsarbeiten vorhanden. Die betroffenen Flächen zeigten teilweise spärlichen Aufwuchs und wurden als Pferdeweide genutzt. Desweiteren führt unmittelbar an dieser ehemaligen Ablagerung ein Wanderweg vorbei, außerdem befindet sich in der Nähe das Valerie-Haus als Ausflugsziel.

Im April 1994 wurde von Juritsch ein Bericht über Sonderuntersuchungen am Bergbaustandort Gastein-Naßfeld erstellt. In Ergänzung zum Grundrasterpunkt wurden auch 3 Verdichtungspunkte untersucht, wobei Schwermetallgehalte von Pflanzenproben erhoben wurden. Desweiteren wurden 1993 von der damaligen Fachabteilung 13/1 (Umweltschutz) Wasserproben analysiert, die als geringmächtige Sickerwässer aus dem Bereich der Halden austreten. Zudem wurden Übersichtsanalysen über den Schwermetallgehalt der feinkörnigen Flotationsabgänge selbst angefertigt. Es zeigte sich, dass die austretenden Sickerwässer einen deutlich erhöhten Arsengehalt aufwiesen. Das Screening der Feststoffproben aus den Flotationsabgängen wies neben sehr hohen Eisenanteilen auch Mangan, teilweise Nickel und Blei sowie Zink auf. Weiters wurden sehr hohe Arsengehalte in den abgelagerten Flotationsrückständen festgestellt.



Nassfeld, Flotationsschlammablagerung im Bereich der Pferdeweide – Detail; 1996

Da dieser Bereich nach der Errichtung einer Biathlon-Sportstätte für eine Weide genutzt wurde und somit die Flotationsablagerungen offen zutage lagen, wurde umgehend der Kontakt mit den Grundstücksbesitzern und -nutzern gesucht, um notwendige Maßnahmen festlegen zu können.

Im August 1995 wurde wiederum von Juritsch ein ergänzendes Gutachten über Bodenuntersuchungen im Bereich der ehemaligen Golderzaufbereitung in Naßfeld, Gasteinertal, vorgelegt. Besonders auffällig waren hier wiederum die Arsengehalte, die in der obersten Bodenschicht auch in der Umgebung der Ablagerung bis zu 250 mg/kg an Arsen erreichten. Die Flotationsrückstände selbst wiesen zwischen 11,2 und 16,7 g/kg an Arsen auf, desweiteren sehr hohe Cadmium-, Chrom-, Quecksilber-, Blei- und Zinkgehalte. Bei einer anschließend durchgeführten Besprechung mit der Abteilung 1, wo die Fragen des Wasserrechtes geklärt werden sollten, wurde festgehalten, dass weitere Erebnungen und Untersuchungen notwendig sind, um einerseits eine mögliche Verfrachtung von Schwermetallen in allenfalls vorhandenes Grundwasser festzustellen und um andererseits die Beeinflussung des Oberflächengewässers Siglitzbach abzuklären.

Nach der getroffenen Vereinbarung mit den Grundstückseigentümern wurden folgende Maßnahmen durchgeführt:

Die Pferdeweide wurde umzäunt und vorläufig außer Nutzung gestellt.

Der landesgeologische Dienst errichtete im Juli 1996 drei Rotationskernbohrungen, die zu Pegeln ausgebaut wurden. Aus den Bohrkernen wurden Proben gezogen und wiederum auf ihren Schwermetallgehalt analysiert.

Im Februar 1998 erstellte der geologische Dienst dazu ein hydrogeologisches Gutachten, in dem beschrieben wird, dass nur geringmächtiges Grundwasser als einsickerndes Hangwasser vorhanden ist. Aus den durchgeführten chemisch-analytischen Untersuchungen des beprobten Kernmaterials ließ sich zudem zeigen, dass das überlagernde Flotationsmaterial zwar bis in die optisch gut sichtbaren Ablagerungstiefen von maximal 1,5 m unter Geländeoberkante die erwähnten sehr hohen Arsengehalte aufwies, dass sich allerdings keine Verfrachtung dieser Schwermetallgehalte in weiteren Tiefen zeigte. Die aus der Tiefe des angetroffenen Grundwassers gezogenen Proben wiesen dementsprechend auch keinerlei Belastung mit Schwermetallen auf.

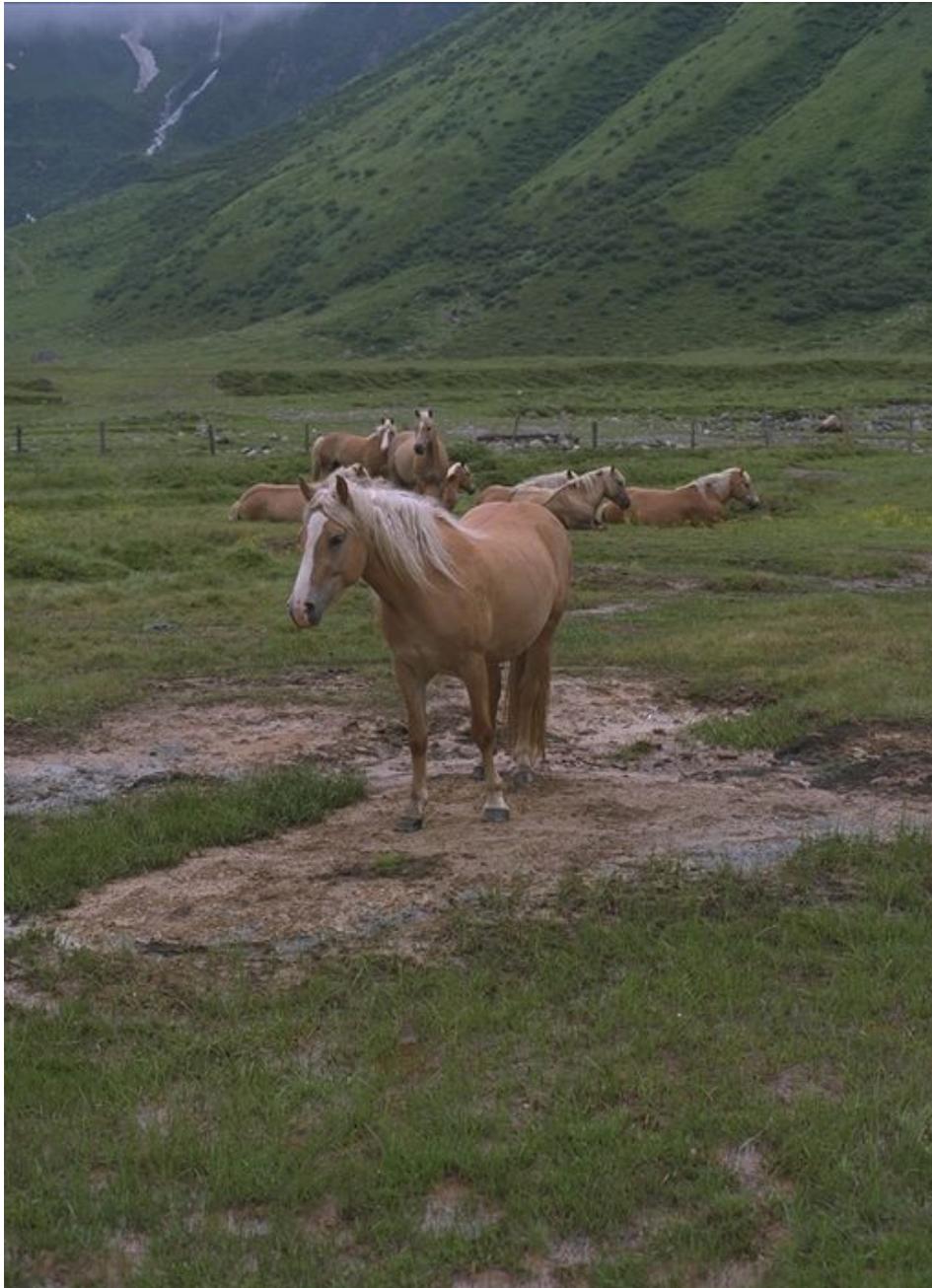
Tab.5: Beprobung in Naßfeld, Ergebnisse

Art der Probe	Datum der Probenahme, Probenbezeichnung			
	<b>Ablagerung</b>	8.8.1995	8.8.1995	September 1996, Kern-bohrung 3, 0 - 0,2 m
<i>Einheit</i>	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Arsen	11.247	16.697	13.690	7,50
Kupfer	2,0	2,0	700	-
Cadmium	51,0	12,6	40	-
Quecksilber	8,83	10,2	32,2	< 0,5
Blei	5.417,0	7.605,0	5.000	17,7
<b>Sickerwasser am Haldenfuß</b>	5.10.1993			
<i>Einheit</i>	mg/l			
Arsen	3,0			
Quecksilber	< 0,0002			
<b>Sediment Siglitzbach</b>	September 1996 Probenpunkt 1	September 1996 Probenpunkt 3	Vergleichswerte aus der Gasteiner Ache	
<i>Einheit</i>	mg/kg	mg/kg	mg/kg	
Arsen	540	1252	23,5	
Cadmium	0,88	3,34	0,9	
Quecksilber	< 0,1	< 0,1	< 0,1	
Blei	88,74	129,9	16	
<b>Boden</b>	Probenahme-punkt 503165, ca. 100 m entfernt von der eigentlichen Ablagerung, Tiefenstufe 0 - 10 cm	Probenahme-punkt 503165, ca. 100 m entfernt von der eigentlichen Ablagerung, Tiefenstufe 10 -20 cm	Probenahme-punkt 503165, ca. 100 m entfernt von der eigentlichen Ablagerung, Tiefenstufe 20 - 30 cm	
<i>Einheit</i>	mg/kg	mg/kg	mg/kg	
Arsen	167,3	72,1	36,6	
Cadmium	0,54	0,67	0,64	
Quecksilber	0,08	0,07	0,03	
Blei	105	54	27	

Anfang 1997 legte der Gewässerschutz ein Gutachten vor, in dem die Ergebnisse der Untersuchung des Sedimentes des Siglitzbaches beschrieben sind. Es zeigte sich, dass anhand der Gehalte von

Chrom, Kupfer, Blei, Zink, Nickel sowie ganz besonders Arsen eine deutliche Beeinflussung des Sedimentes durch die frühere Aufbereitungstätigkeit erkennbar ist.

Derzeit ergibt sich also das Gesamtbild, das im wesentlichen durch die derzeit vorhandene Ablagerung eine Beeinträchtigung des Schutzgutes „Oberboden“ gegeben ist, sodass also vorrangig die Frage der weiteren Bewirtschaftung und die Minimierung der Gefährdung für Menschen und Tiere bei direktem Kontakt mit dem hoch arsenbelasteten Flotationsrückstand zu klären sein wird. Die abschließenden Stellungnahmen und Bewertungen sind noch nicht durchgeführt, allerdings erscheint es aus umwelttechnischer Sicht sinnvoll, auch auf diesem Standort den Weg der Sicherung mit einer Abdeckung der noch offen zutage liegenden Flotationsrückstände zu gehen, um so zu einer dauerhaften Lösung bei uneingeschränkter Nutzungsmöglichkeit dieser doch überschaubaren Fläche zu kommen.



Nassfeld,  
Flotationsschlammablagung im Bereich der Pferdeweide; 1996

## Rotgülden

1991 legte B. Böchzelt, Student an der Karl-Franzens-Universität in Graz, eine Diplomarbeit vor, in dem er seine Arbeiten und Erhebungen im Bereich einer Verhüttungsanlage in Rotgülden beschreibt. An diesem Standort wurden rund 500 Jahre lang Bergbau betrieben, wobei in der Hüttenanlage Arsen trioxid hergestellt wurde. Desweiteren beschreibt er die vorhandenen Erzablagerungen im Bereich des Friedrichstollens. Wesentlich waren aber seine Ergebnisse der Ablagerung einer Halde, die sich in der Nähe des Gasthauses „Zum Arsenwirt“ befinden. Zudem wurden ausgehend vom unteren Rotgüldensee die Sedimente des Rotgüldenbaches sowie der Mur beprobt. Parallel dazu wurde auch jeweils die fließende Welle des Gewässers untersucht und auch diese einer Bestimmung des Arsengehaltes unterzogen. Insbesondere die Arsengehalte in der Halde selbst waren außergewöhnlich hoch. Spitzenwerte lagen im Bereich von 100 g/kg, auch noch an den Rändern der Ablagerung die durch den Bach teilweise stark verändert wurden, finden sich Werte bis zu 20 g/kg. Die Untersuchungen des Sedimentes, die in der Feinfraktion mit einem Korndurchmesser unter 40 µm durchgeführt wurden, zeigten immer noch extrem auffällige Arsengehalte im Bereich von mehreren g/kg in unmittelbarer Nähe der Halde, auch murabwärts konnten immer noch Konzentrationen von 1 g/kg gefunden werden. Die Ablagerung in der Nähe zum Gasthaus „Zum Arsenwirt“ lagen weitgehend offen zutage, teilweise war eine geringe Überwachung mit Wald und Gras vorhanden. Erste Erhebungen zeigten, dass die lokale Trinkwasserversorgung durch eine Trinkwasserleitung erfolgt, deren Quelle allerdings mehrere Kilometer weit entfernt liegt. Auch für die anderem im Tal des Rotgüldenbaches unmittelbar angrenzenden Anwesen konnte erhoben werden, dass kein Grundwasserkörper für die Trinkwasserversorgung herangezogen wird, sondern, dass dieses Trinkwasser aus Bergquellen gewonnen wird.

Diese Erkenntnisse aus der Diplomarbeit veranlaßten das Land Salzburg, im Rahmen seiner Arbeiten zur Erhebung und Erfassung von Verdachtsflächen und Altlasten, diese Fläche an das Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie zu melden. Im April 1993 wurde die Altlast vom Bundesministerium als Altlast eingetragen und in die Prioritätenklasse III eingestuft.

Die Arsenikhütte Rotgülden wurde mit Beginn im 14. Jahrhundert bis 1884 betrieben. Das heute noch auffindbare Material ist Abraummateriale des Kiesbergwerkes sowie Asche und Schlacke der Arsenikhütte selbst. Die Rückstände betragen zuletzt ca. 4.000 m<sup>3</sup>, wobei der Rotgüldenbach im Zuge eines Hochwassers 1902 schon größere Mengen dieses Materiales abtransportiert hat und dabei sein Bachbett so verlegt hat, dass sich die Schlackenhalde nunmehr unmittelbar am Rotgüldenbach befand. Die Arsenkonzentrationen in den Rückständen, die teilweise noch völlig ohne Überdeckung zu sehen waren, reichten aus, um das Material als akut gefährdend einzustufen. Eine Gefährdung war also einerseits für die Umwelt gegeben, da nach wie vor die Möglichkeit bestand, dass das Material abgeschwemmt oder durch Staub in die umliegenden landwirtschaftlichen Flächen verfrachtet wird. Zudem war aufgrund des in der Nähe befindlichen Gasthauses und der regen touristischen Nutzung dieses Gebietes damit zu rechnen, dass spielende Kinder das kaum von natürlichem Boden zu unterscheidende Material verschlucken und daran ernsthaft erkranken können. Als Erstmaßnahmen wurden damals sofort eine entsprechende Umzäunung und Abschränkung des unmittelbar betroffenen Bereiches angeordnet. Als gesamte noch vorhandene Ablagerungsfläche wurden ca. 670 m<sup>2</sup> mit einer maximalen Schütthöhe von 6 m bestimmt, wobei ein Gutteil dieser Fläche durch dichten Baumbewuchs geschützt war.

### **Untersuchungsergebnisse**

Auf der Schlackenhalde wurden 25 Probenahmepunkte festgelegt. An diesen Punkten wurden jeweils Proben aus der obersten Bodenschicht, im Grenzbereich zwischen überlagernden Sedimenten und dem Haldenmaterial, sowie in 30 cm Tiefe aus dem Haldenmaterial gezogen. Bei sämtlichen

Bodenproben wurden die Gesamtgehalte von Arsen, Selen, Eisen, Aluminium, Cadmium und Kupfer analysiert.

Die im zweiten und dritten Horizont ermittelten Arsengehalte lagen zwischen 514 mg/kg TS und 171.470 mg/kg TS. Der Mittelwert im zweiten Horizont lag bei 40.000 mg/kg TS, im dritten Horizont bei 8.000 mg/kg TS. In der obersten Bodenschicht wurden Arsengehalte zwischen 39.660 mg/kg TS und 260 mg/kg TS ermittelt.

Bei den Sediment- und Wasserproben wurden 5 Probenahmestellen flußaufwärts der Schlackenhalde, 4 Probenahmepunkte unmittelbar im Bereich der Schlackenhalde, 4 Probenahmepunkte flußabwärts im Rotgüldenbach und weitere 5 Probenahmepunkte in der Mur beprobt. Bei den Sedimentuntersuchungen des Rotgüldenbaches und der Mur wurde die Sedimentfraktion < 40 µm auf ihren Gesamtgehalt an Arsen untersucht.

Außerdem wurde der Bachlauf des Rotgüldenbaches bzw. der Mur vom unteren Rotgüldensee (oberhalb der Halde) bis St. Michael im Lungau an festgelegten Punkten beprobt. Für das Wasser des Rotgüldenbaches wurden Arsengehalte zwischen 20 und 71 µg/l ermittelt. Dabei zeigten die Proben im Bereich der Schlackenhalde Gehalte zwischen 52 und 71 µg/l. Für das Wasser der Mur konnten Arsengehalte zwischen 5 und 25 µg/l beobachtet werden.

Die Sedimentproben aus dem Rotgüldenbach oberhalb der Halde und aus der Mur wiesen Arsengehalte zwischen etwa 500 und 3000 mg/kg TS auf. Die 4 Sedimentproben im Bereich der Halde zeigten Gehalte zwischen 3.156 und 12.103 mg/kg TS, die 4 Sedimentproben unterhalb der Halde zwischen 678 und 4.603 mg/kg TS.

### **Weitere Maßnahmen**

Es zeichnete sich rasch ab, dass aufgrund der Klassifizierung als Priorität III trotz markanter Gefährdungssituation eine Finanzierung jedweder Maßnahmen an der Altlast selbst durch den Bund oder die Förderungsstellen der Österreichischen Kommunalkredit nicht zu erwirken sein wird. Da aber aus fachlicher Sicht der Abteilung Umweltschutz dieser Zustand keineswegs so belassen wurde, wurde festgelegt, Sicherungsmaßnahmen durch das Land selbst durchzuführen.

Von der Fachabteilung 6/6 Wasserwirtschaft wurde, basierend auf einer Grundlage von Dipl.-Ing. Bilek, ein dementsprechendes Projekt ausgearbeitet, das im wesentlichen die Herstellung einer gesicherten Ablagerung am früheren Standort umfaßte. Dazu wurden geringfügig Materialmengen umgelagert und so hergestellt, dass ein Abschwemmen durch den Rotgüldenbach oder ein Abrutschen jedenfalls nicht mehr stattfinden kann. Das oberste Ziel war aber, eine so dichte Abdeckung herzustellen, dass ein unmittelbarer Kontakt zum hoch arsenbelasteten Material nicht mehr stattfinden kann. Dazu wurde eine entsprechend dichte Abdeckung mit sehr feinteilreichem Sand aus dem Rotgüldenstausee (der zuvor auf seinen Arsengehalt untersucht und für unbedenklich befunden wurde) projektiert. Die uferseitige Begrenzung der Schlackenhalde wurde durch entsprechende wasserbautechnische Sicherung mit Flussbausteinen so verändert, dass nunmehr auch im Falle eines Hochwasserereignisses keinerlei Sekundärschäden mehr auftreten können. Im Jahre 1996 wurden die nötigen behördlichen Genehmigungen (nach dem Naturschutz- und dem Wasserrecht) erwirkt und umgehend mit der Durchführung der Sicherung begonnen. Eine abschließende mündliche Augenscheinsverhandlung ergab, dass gemäß den Bestimmungen des Wasserrechtes die damals aufgetragenen und genehmigten Maßnahmen zur Sicherung der Arsenhalde Rotgülden erfolgreich abgeschlossen werden konnten.



Rotgülden, Arsenhalde nach der Sicherung (Flußufer), 1998

## Standort Seekar in Obertauern am Radstädter Tauern, ehemaliger Kupfer- und Silberbergbau Seekar

Dieser Bergbau am Seekar weist eine lange Geschichte auf. Von den Berbautätigkeiten, die bereits im Mittelalter begonnen haben und die im Verlaufe des ersten Weltkrieges endeten, sind heute noch zahlreiche Spuren, insbesondere ausgedehnte Halden, vorhanden. Die Flächen, auf denen sich diese Halden befinden, werden heute überwiegend als Weideflächen genutzt, zudem erfolgt eine touristische Nutzung für Schipisten und ähnliches. Die vorhandenen Halden sind heute noch sehr gut im Gelände erkennbar, auch haben sich durch die Verwitterung der Mineral- und Erzbestandteile der abgelagerten Halden an manchen Stellen Reaktionprodukte gebildet, die ebenfalls gut sichtbar sind.

Eine Beprobung der direkt abgelagerten Materialien durch die Abteilung Umweltschutz zeigte, dass erwartungsgemäß der Kupferanteil in diesen Erzböcken sehr hoch ist. Oft sind auch Quecksilber- und Arsenanteile vorhanden. Trotz der subalpinen bzw. alpinen Lage dieser Rückstände erschien es daher notwendig, zumindest die unmittelbar angrenzenden Weideflächen zu beproben. Diese Untersuchungen wurden wiederum von Juritsch im Jahre 1997 durchgeführt. Die Bodenprobenahmen erfolgten im wesentlichen im Bereich der Seekar-Alm, die sich auf einer Höhe von 1700 und 2200 m befindet.

Tab.6: Beprobungen im Bereich der Seekar-Bergbaue, Ergebnisse

Art der Probe	Datum der Probenahme, Probenahmestelle			
	12.9.1995 Gottesgabstollen, 4 m vor Mundloch (BOT2)		12.9.1995 Gottesgabstollen, 50 m unterhalb des Mundloches (BOT3)	
<b>Ablagerung</b>				
<i>Einheit</i>	mg/kg		mg/kg	
Arsen	970		550	
Kupfer	4.000		5000	
Cadmium	7		< 5	
Quecksilber	16,1		6,5	
Blei	60		40	
<b>Boden, Aufwuchs</b>	Boden Gottesgabstollen, SK021	Pflanzen Gottesgabstollen, SK02	Boden Gottesgabstollen, SK031	Pflanzen Gottesgab- stollen, SK03
<i>Einheit</i>	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Arsen	414	0,78	520	0,64
Kupfer	2.724	37,9	4.812	22,3
Cadmium	2,21	<0,5	3,24	<0,5
Quecksilber	25,7	0,16	106	0,10
Blei	63	3,8	121	2,4

Die Ergebnisse zeigen, dass die Böden im Umfeld der ehemaligen Stollen (insbesondere im Bereich des Gottesgabstollens) stark mit jenen Metallen belastet sind, die auch bereits bei den direkten Haldenbeprobungen auffällig waren. Die ergänzend untersuchten Pflanzenproben aus den belasteten Stellen wiesen nur gering erhöhte Kupfer- und Quecksilbergehalte auf, an einer Stelle wurde der Futtermittelgrenzwert bei Quecksilber überschritten. Die sehr hohen Bodenbelastungen spiegeln sich im allgemeinen nicht in den Pflanzenbelastungen wider. Für die Beurteilung positiv wirkt sich allerdings aus, dass die unmittelbar von den Ablagerungen betroffenen Flächen im Vergleich zur Gesamtfläche der Alm nur einen sehr geringen Teil ausmachen und sohin die Gefährdung insgesamt gering erscheint. Auch hier gilt wiederum, dass die wesentliche Maßnahme ist, eine unkontrollierte Verbringung von hochbelastetem Material (zB Ausschüttmaterial im Wegebau bei weiterer

touristischer Erschließung) unterbunden werden muss. Eine Kontrolle und Untersuchung der Trinkwasservorkommen ist ebenfalls angezeigt, da Teile der Ablagerungsflächen sich innerhalb eines Wasserschongebietes befinden. In Zusammenschau der erhobenen Daten und des Ortsbefundes ist mit diesen Beweissicherungsmaßnahmen das Auslangen zu finden.

### Information von Standortgemeinden

Viele Ablagerungen von Bergbaurückständen erwiesen sich an ihrem vorgefundenen Standort und bei der vorgefundenen Lagerungsart im Hinblick auf ihre Umweltauswirkungen als tolerierbare Belastungen. Dies gilt besonders dann, wenn das abgelagerte Material als „taubes“ Gestein in alpinen Hochlagen oder außerhalb intensiv genutzter Flächen in Form von mehr oder weniger grobblockigen Halden vorhanden ist. Die Beurteilung ändert sich aber völlig, wenn diese Ablagerungen als Schotter eingesetzt werden sollen, um damit zB Wege zu schütten, oder unmittelbar als Baumaterial verwendet werden sollen. Altes Haldenmaterial weist oft so hohe Schwermetallgehalte auf, dass ein Einsatz und vorallem ein Verbringen vom ursprünglichen Lagerungsort an andere Stellen keinesfalls toleriert werden kann, da dadurch Schadstoffe an Orte verteilt werden, die vorher davon nicht betroffen waren. Außerdem wird jede spätere Maßnahme zur Verwertung (im Sinne eines Baustoff-Recycling) von Bauwerken, die mit so hochbelastetem Material hergestellt wurden, unmöglich. Um zu verhindern, dass offen zutage liegende Halden zB als Baumaterialien herangezogen werden, wurde an jene Gemeinden, in denen der Abteilung Umweltschutz Altablagerungen aus Bergbauen und Hütten bekannt wurden, eine Information über den Standort und die Herkunft der Halden samt einer planlichen Darstellung übermittelt.

In der Tabelle in Anhang 2, die von G. Feitzinger erstellt wurde, sind die Kurzinformationen gemeindeweise gegliedert angeführt.

## Zusammenfassung

In den Jahren 1993 bis 1998 wurden im Auftrag der Abteilung 16 im Bundesland Salzburg 56 Bergbaureviere und 16 Hüttenstandorte systematisch erhoben und bewertet. Bei diesen Standorten handelt es sich um aufgelassene Bergbau- bzw Hüttenanlagen, bei denen aufgrund der Art der gewonnenen Erze, der Art der Verarbeitung oder aufgrund der Art der Hüttentätigkeit zu befürchten war, dass Rückstände vorhanden sind, von denen umweltgefährliche Schwermetalle in nennenswertem Ausmaß vorhanden sind, und nach wie vor eine Beeinträchtigung der Umgebung hervorrufen können.

Von diesen Standorten wurden einer (Essenhalde Mitterberghütten) als Altlast der Priorität II, einer als Altlast der Priorität III (Arsenikhalde Rotgülden) und einer als Verdachtsfläche durch das Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie ausgewiesen. Bei der Essenhalde in Mitterberghütten wurden Sofortmaßnahmen zur Unterbindung der unmittelbaren Gefährdung gesetzt und werden derzeit die Planungsarbeiten für eine endgültige Sanierung des Standortes durchgeführt. Beim Standort Arsenikhütte Rotgülden wurden die Sicherungsarbeiten erfolgreich abgeschlossen. Der Standort Nassfeld befindet sich nach wie vor im Stadium der ergänzenden Untersuchungen. Es ist damit zu rechnen, dass in einem Jahr auch diese Arbeiten abgeschlossen und eine Entscheidung getroffen ist, in welchem Ausmaß Sicherungs- oder Sanierungsmaßnahmen umzusetzen sind.

Die Bearbeitung der Bergbaualtstandorte und Hüttenaltstandorte machte, aufbauend auf den in Österreich bereits vorhandenen Erfahrungen bei der Bearbeitung von Altlasten, eine Modifikation der Vorgehensweise notwendig. In diesem Bericht wird beschrieben, welche Art und welchen Umfang die Erhebungen hatten und auf welchen Grundlagen eine Beurteilung durchgeführt wurde.

Im Zuge dieses Projektes wurden zahlreiche Erkenntnisse ganz besonders im Hinblick auf die Bewertung von Schwermetallkontaminationen erhalten. Ein Vergleich der oft extrem hohen Schwermetallgehalte einerseits in den Ablagerungen und andererseits im umgebenden Boden mit in- und ausländischen Richtwerten zeigte oft enorme Überschreitungen, was bei alleiniger Beachtung dieser „Listen“ zu sofortigen umfangreichen Sanierungsmaßnahmen hätte führen müssen. Bei sämtlichen Fällen zeigte sich, dass dies nicht der zielführende Weg sein kann, sondern dass jedenfalls eine Begutachtung durch Sachverständige im Einzelfall unter besonderer Berücksichtigung der örtlichen Situation und der tatsächlich möglichen Gefährdungen zum Ziel führt.

Die gewonnenen Daten werden bei der Abteilung 16 Umweltschutz, des Landes Salzburg evident gehalten, im Salzburger Geographischen Informationssystem (SAGIS) implementiert und stehen für Rückfragen bei allfälligen Nutzungen der betroffenen - oft hochalpinen - Flächen, zur Verfügung. Das Projekt der Erhebung der Bergbaualtstandorte ist, abgesehen von der Nachbearbeitung einzelner Standorte wie eben Nassfeld, ansich abgeschlossen. Im Einzelfall, wenn durch Detailinformationen zB von Gemeinden, von Grundstücksbesitzern etc Hinweise auf solche früheren Standorte erhalten werden, können nach dem bewährten Schema Erhebungen zur Abklärung der tatsächlichen Gefährdungssituation durchgeführt werden.

Vom Blickwinkel des Umweltschutzes aus betrachtet zeigt sich, dass durch die oft Jahrhunderte zurückliegende industrielle Tätigkeit des Menschen, die von außergewöhnlichen Anstrengungen und Entbehrungen gekennzeichnet waren, heute noch Rückstände zu finden sind, die wir auch mit unseren wesentlich verbesserten technischen und wirtschaftlichen Mitteln nicht so ohne weiteres beseitigen können. Auch eine allfällige Hoffnung, durch die natürlichen Bedingungen würden sich diese Rückstände von selbst in der Natur „unsichtbar“ machen, haben sich nicht erfüllt. Somit bietet das Projekt der Erfassung und Erhebung der Bergbau- und Hüttenaltstandorte im Bundesland Salzburg nicht nur die Gelegenheit, einen praktikablen Weg bei der Bewertung von Schwermetallbelastungen zu finden. Es ist auch ein Beispiel für die Notwendigkeit eines vorbeugenden Umweltschutzes und einer auf nachhaltige Flächennutzung ausgerichteten Bewirtschaftung der Ressourcen.

## Literaturverzeichnis

- B. BÖCHZELT  
Arsenkontamination im Bereich des Arsenbergbaues Rotgülden (Salzburg) - Geochemische und geostatistische Untersuchungen, Diplomarbeit, Graz 1991
- G. JURITSCH und L. WIENER  
Salzburger Bodenzustandsinventur, Salzburg, 1993
- W. GÜNTHER, C. EIBNER,  
A. LIPPERT und W. PAAR  
"5.000 Jahre Kupferbergbau Mühlbach am Hochkönig - Bischofshofen", Mühlbach am Hochkönig, 1993.
- G. JURITSCH  
Salzburger Bodenkataster, Sonderuntersuchung am Bergbaustandort Ramingstein; Salzburg, 1994
- G. JURITSCH  
Bodenuntersuchungen im Bereich der ehem. Kupferhütte Mitterberghütten; Salzburg, 1995
- G. JURITSCH  
Bodenuntersuchungen im Bereich der ehemaligen Golderz-Aufbereitung Naßfeld, Gasteinertal, Salzburg, 1995
- G. OBERFELD und  
Ch. KÖNIG  
Bund-Bundesländerkooperation auf dem Gebiet der Rohstoff-, Energie- und Umweltforschung, 18. Arbeitstagung 1995:  
Umweltmedizinische Untersuchung Mitterberghütten Frühjahr 1995; Salzburg, 1995
- G. JURITSCH  
Bund-Bundesländerkooperation auf dem Gebiet der Rohstoff-, Energie- und Umweltforschung, 18. Arbeitstagung 1995:  
Bodenzustandsinventur - Boden- und Pflanzenuntersuchungen im Bereich von Bergbaultstandorten (*Ramingstein*); Salzburg, 1995
- R. BRAUNSTINGL  
Bund-Bundesländerkooperation auf dem Gebiet der Rohstoff-, Energie- und Umweltforschung, 18. Arbeitstagung 1995:  
Mineralogisch-Geologische Untersuchungen von Bergbaultstandorten in Salzburg (*Mitterberghütten und Ramingstein*); Salzburg, 1995
- Dr. RIETZLER & HEIDRICH GmbH,  
Berarbeiter E. NEUNER  
Variantenstudie zur Sicherung/Sanierung der Altlast Mitterberghütten; Innsbruck, 1996
- G. JURITSCH  
Bodenuntersuchungen im Bereich der ehem. Kupfer-Eisen-Zink-Blei-Bergbaue Radstadt-Filzmoos, Pongau; Salzburg, 1998
- G. JURITSCH  
Bodenuntersuchungen im Bereich der ehemaligen Blei-, Zink- und Kupferbergbaue Frommeralpe, St. Martin im Pongau; Salzburg, 1998

- G. JURITSCH Bodenuntersuchungen im Bereich des ehemaligen Schwefel- und Kupferbergbaues Mühlbach-Wenns-Brennwald bei Bramberg; Salzburg, 1998
- G. JURITSCH Bodenuntersuchungen im Bereich der ehemaligen Kupferbergbaue Larzenbach, Gielach und Igelsbach bei Hüttau; Salzburg, 1998
- G. JURITSCH Bodenuntersuchungen im Bereich der ehemaligen Kupfer- und Schwefelkies- Bergbaue und - Schmelzhütten Hüttschlag im Großarlal; Salzburg, 1998
- G. JURITSCH Bodenuntersuchungen im Bereich der ehemaligen Kupfer- und Silberbergbaue Seekar in Obertauern; Salzburg, 1998
- Österreichisches Normungsinstitut ON S 2088  
Altlasten - Gefährdungsabschätzung für das Schutzgut Grundwasser, 1.Oktober 1997; Wien, 1997
- Österreichisches Normungsinstitut ON L 1075  
Anorganische Schadelemente in landwirtschaftlich und gärtnerisch genutzten Böden - Ausgewählte Richtwerte, 1. Juni 1993; Wien, 1993

# Anhang 1

*Im Anhang 1 sind die Standorte, die untersucht wurden, in jener Reihenfolge aufgelistet, in der sie im Teil 1 von Feitzinger behandelt werden.*

Altstandort	Bergbau, Hütte, Erze bzw. relevante Schwermetalle	Bericht	Beprobungen von Boden- oder Haldenmaterial	Wasser-untersuchungen	Bemerkungen
Koreinalpe bei St. Martin am Tennengebirge	Blei- und Zink-bergbau	Günther 1995	Bodenuntersuchungen Juritsch 1998	n.b.	Halden mit hohen Cu- As- Zn-und Hg-Belastungen, Bodenwerte im unmittelbaren Nahbereich entsprechend erhöht; aufgrund des Ortsbefundes aber keine weiteren Maßnahmen empfohlen
Scharlalpe bei Filzmoos	Blei- und Zink-bergbau	Feitzinger 1995	aufgrund des Ortsbefundes keine Beprobung	n.b.	Keine definierten Halden auffindbar, sogut wie keine Erzfunde möglich; deshalb und aufgrund der Lage ist eine weitergehende Beeinträchtigung anderer Schutzgüter auszuschließen
Mühlbach am Hochkönig	Kupfer	Begehung 1994	n.b.	n.b.	Ortsbegehung mit Amtssachverständige, Feitzinger, Günther; Halden überwachsen, keine Wasseraustritte; aufgrund des Ortsbefundes keine weiteren Maßnahmen empfohlen
Mitterberghütten bei Bischofshofen	ehem. Kupferhütte		Boden 4/23; Haldenmaterial: Aufschlußbohrungen 6/03; Beprobung Haldenmaterial und Umgebung 16	n.b.	kleine aber hochkontaminierte Halde; Grund- oder Oberflächenwasser nicht betroffen; kritische Nutzungssituation; Sofortmaßnahmen (Abdeckung) durchgeführt 1995, Sanierungsmaßnahmen in Planung; <b>Altlast</b>
Schwarzenbach bei Dienten	Kupfer, Schwefelkies	Feitzinger 1995/ 96	n.b.	n.b.	aufgrund des Ortsbefundes keine weiteren Untersuchungen durchgeführt
Larzenbach bei Hütttau	Kupfer, Schwefelkies	Günther 1995	Bodenuntersuchungen Juritsch 1998	n.b.	kleinräumig; meist innerhalb des Waldes; Bodenwerte geringfügig erhöht, keine weiteren Maßnahmen empfohlen

<b>Altstandort</b>	<b>Bergbau, Hütte, Erze bzw. relevante Schwermetalle</b>	<b>Bericht</b>	<b>Boden</b>	<b>Wasser</b>	<b>Bemerkungen</b>
Radstadt-Filzmoos, Pongau; Schwemmburg, Hachau, Hammergraben, Scharlapp	Kupfer-Eisen-Zink-Blei-Bergbaue	Feitzinger 1995	Haldenmaterial- und Bodenuntersuchungen Juritsch 1998	n.b.	Haldenmaterial erhöhte Blei-, Arsen-Kupfer- und Quecksilbergehalte; im unmittelbaren Einflußbereich der Halde erhöhte Gehalte auch in landw. genutzten Wiesen; kleinräumig, Stabilisierung durch Kalkung empfohlen
Rettenbach bei Mittersill	Schwefel- und Kupferbergbau	Feitzinger 1994	Haldenproben Obersamer/Brunner 1995	n.b.	Haldenreste geringfügig, sämtliche überwachsen und kaum auffindbar; aufgrund des Ortsbefundes keine weiteren Maßnahmen empfohlen
Nöckelberg bei Leogang	Kobalt-, Nickel- und Kupferbergbau	Feitzinger 1994/95	Haldenproben Obersamer/Brunner 1995	n.b.	Haldenmaterial mit sehr hohen Kupfergehalten, auch Arsen, Quecksilber und Antimon erhöht; tlw. Waldbestockung, extensive Weidenutzung; aufgrund der Lage und Nutzung keine weiteren Maßnahmen
Zinkwand, Schladminger Tauern	Nickel, Kobalt, Arsen, Kupfer	Feitzinger 1995/96	n.b.	n.b.	Haldenkubatur über 30.000 m <sup>3</sup> , grobblockiger Abraum, weitgehend trockener Standort, keine Trinkwassernutzung; hochalpine Lage; aufgrund des Ortsbefundes keine weiteren Maßnahmen empfohlen
Seekar, Obertauern	Kupfer, Silber, Arsen	Feitzinger 1994	Haldenproben Obersamer 1995, Bodenproben Juritsch 1997	Trinkwasser-schongebiet	Halden mit hohen Schwermetallgehalten; Boden tlw. Auch sehr erhöht, aber kleinräumig; Pflanzungen tlw. belastet; keine Nutzungseinschränkung, aber Verbringung von Material muß unterbleiben; allenfalls TW-Untersuchung

<b>Altstandort</b>	<b>Bergbau, Hütte, Erze bzw. relevante Schwermetalle</b>	<b>Bericht</b>	<b>Boden</b>	<b>Wasser</b>	<b>Bemerkungen</b>
Ramingstein	Blei- und Silberbergbau, Verhüttung	Feitzinger 1993	Boden- und Pflanzenuntersuchungen Juritsch (BZI und 1993); Haldenbeprobung 1992 und 1998	Trinkwasseranalysen 1993, Ergebnis negativ	weiträumige Ahlden mit teilweise sehr hohen Bleibelastungen, Trinkwasseruntersuchungen wiesen keine Belastungen aus; bei unveränderter Lagerung aufgrund des Ortsbefundes keine Maßnahmen zur Sicherung oder Sanierung, allerdings Kartierung und Verbot der Verwendung des Haldenmaterials als Baumaterial etc.
Radhausberg, Gasteinertal	Gold- und Silberbergbau	Feitzinger 1995/96	n.b.	n.b.	geringer Anteil an schwermetallhaltigen Halden; aufgrund des Ortsbefundes und der Nutzung keine weiteren Maßnahmen notwendig
Siglitz, Pochkar, Erzwies, Gasteinertal	Gold, Silber, Blei, Zink	Feitzinger 1995/96	Haldenproben Brunner 1995	n.b.	groblockiges Haldenmaterial; tlw. Rückstände bei alten Aufbereitungsanlagen (Pochwerken); hochalpine Lage; trotz hoher Schwermetallgehalte in den stark erzführenden Halden aufgrund des Ortsbefundes keine weiteren Maßnahmen

Altstandort	Bergbau, Hütte, Erze bzw. relevante Schwermetalle	Bericht	Boden	Wasser	Bemerkungen
Naßfeld bei Böckstein, Gasteinertal	ehem. Golderzaufbereitung	Feitzinger 1993 Abt. 16 93-98	Boden 4/23; abgelagertes Mat. Abt. 16; Aufschlußbohrungen 6/03	Be- probung Sigltiz- bach- Sediment 13/04, hydro- geol. Begut- achtung 6/03	Ablagerung von feinteilreichem Sand, stark arsenbelastet; weitere Erhebungen nach Befassung der Abt.1 (Grundwasser, Oberflächengewässer); auszäunen der Pferdeweide; Maßnahmen noch nicht abgeschlossen; <b>Verdachtsfläche</b>
Sonnblickgruppe, Rauriser Tal	Gold- und Silberbergbaue	Feitzinger 1996	n.b.	n.b.	sehr großes Gebiet des ehemaligen Bergbaues mit ausgedehnten Halden, die allerdings nur mehr geringe Erzgehalte aufweisen; aufgrund der hochalpinen Lage und der Nutzungssituation keine weiteren Maßnahmen
Schmelzplätze im Gasteiner und Rauriser Tal	Verhüttung von Ag und Au aus Revieren des Gasteiner und Rauriser Tales	Feitzinger 1996	Schlacken aus Halden Brunner 1997	n.b.	Gasteiner Haupttal: heute kaum Rückstände auffindbar; Angertal: oft überwachsen, kaum auffindbar; Plattenschlacke, wenig löslich, kaum Feinteile; Astenschmiede: Plattenschlacken; tlw. hohe Metallgehalte, wenig löslich

Altstandort	Bergbau, Hütte, Erze bzw. relevante Schwermetalle	Bericht	Boden	Wasser	Bemerkungen
Lend im Pinzgau	ehem. Gold- und Silberschmelzhütte	Feitzinger 1993/94/95	n.b.	n.b.	heutiges Aluminiumwerk der SAG; heute völlig verändert, aufgrund der Nachnutzung weitestgehend versiegelte Oberfläche; Schlacken- und sonst. Rückstände der Schmelze nicht mehr zugänglich; aufgrund des Ortsbefundes keine weiteren Maßnahmen empfohlen
Rotgülden, Hintermuhr	Arsen, Gold, Kupfer, Wismut	Böchzelt 1990/91, Feitzinger 1994	Boden 4/23; Haldenmaterial 16	Rotgüldenbach Böchzelt	kleine aber hochkontaminierte Halde mit Rückständen aus der Aufbereitung; Ablagerung mittlerweile durch Umlagerung und Abdeckung gesichert; <b>gesicherte Altlast</b>
Mühlbach-Wennsbrennwald bei Bramberg, Oberpinzgau	Schwefel- und Kupferbergbau	Günther 1994	Bodenuntersuchungen Juritsch 1998	n.b.	kleinräumig; meist innerhalb des Waldes; Bodenwerte geringfügig erhöht, keine weiteren Maßnahmen empfohlen
Hüttschlag, Großarlal	Kupfer, Schwefelkies	Feitzinger 1994	Bodenuntersuchungen Juritsch 1997/98, Haldenmaterial Obersamer 1995	n.b.	überwiegend Kupfer, kaum umweltrelevante sonstige Schwermetalle; ausgedehnte Halden meist in abgelegenen Gebieten; Ausnahmen: Tofereralm (Viehwirtschaft), Karteis (Siedlungsgebiet); relevantes Schutzgut : Boden; aufgrund der örtlichen Gegebenheiten und der Bodendaten keine weiteren Maßnahmen

## **Anhang 2 - Gemeindeinformation**

*(erstellt von G. Feitzinger)*

<b>Bad Hofgastein</b>		<b>KG Vorderschneeberg</b>		
<b>Art der Bergbautätigkeit</b>	<b>Abraumhalden</b>	<b>Verhüttung</b>	<b>Rückstände aus der Verhüttung</b>	<b>Bemerkungen</b>
Gold-Silber-Blei-Bergbau Erzwives	Zahlreiche, z.T. sehr ausgedehnte, unbewachsene bis spärlich bewachsene Halden im Almgebiet bzw. hochalpinem Ödland; vorwiegend taubes Material mit geringem Erzanteil, stellenweise Erzurücklässe u. Aufbereitungsrückstände (Angertal).	Mehrere Schmelzhütten im hinteren Angertal und im Ortsgebiet von Hofgastein (Sandwirt, Lafen) im 15./16. Jhdt.	Schlackenhalde im hinteren Angertal. Im Ortsgebiet Spuren durch intensive Bautätigkeit bzw. Rekultivierung verwischt.	Montanarchäologische Ausgrabung der Schmelzhütte Schattbach im Angertal; ehem. Bergbau- und Hüttenrevier soll im Rahmen des Projektes "Via aurea" bis zum Jahr 2000 tourist. erschlossen werden.
<b>Badgastein</b>		<b>KG Bockstein</b>		
<b>Art der Bergbautätigkeit</b>	<b>Abraumhalden</b>	<b>Verhüttung</b>	<b>Rückstände aus der Verhüttung</b>	<b>Bemerkungen</b>
Gold-Silber-(Blei-Arsen)-Bergbaue Radhausberg, Siglitz, Imhof-Unterbau, Pochkar-Baukarl, Seekopf	Zahlreiche, z.T. sehr ausgedehnte, meist spärlich bewachsene Halden in almwirtschaftl. u. tourist. genutztem Gebiet bzw. hochalpinem Ödland; vorwiegend taubes Material mit geringem, tw. höherem Erzanteil; Aufbereitungsrückstände (Naßfeld).	Mehrere Schmelzhütten im Ortsgebiet von Bockstein und Badgastein im 15./16. Jhdt.	Keine mehr erkennbar (intensive Bautätigkeit bzw. Rekultivierung).	Erosion von Haldenmat. durch Bäche, Lawinen, Pistengeräte (Sportgastein). Haldenfuß Aufbereitung Naßfeld für Biathlon-Schießplatz begrünt. Montanarchäol. Grabung am Bockhartsee; tourist. Erschließung d. Bergbaureviere geplant (Projekt "Via aurea").

<b>Bischofshofen</b>		<b>KG Bischofshofen</b>		
Art der Bergbautätigkeit	Abraumhalden	Verhüttung	Rückstände aus der Verhüttung	Bemerkungen
Kupfer-(Nickel)-Bergbaue des Mitterberger Südrevieres (Burgschwaig, Einöden, Buchberg)	Mehrere, großteils stark bewachsene bzw. begrünte Halden in land- u. forstwirtschaftl. genutztem Gebiet bzw. Wohngebiet; vorwiegend taubes Material.	Kupfer-(Nickel)-Hütte Mitterberghütten (Außerfelden, 1884-1931)	Schlackenhalden in Mitterberghütten (heute großteils verbautes Gewerbegebiet); Sublimate des ehemaligen Rauchschlotes (K.G. Haidberg).	Haldenmaterial bereichsweise durch Bäche erodiert bzw. für Wegebau weggeführt. Fläche beim (abgetragenen) Rauchschlote als Altlast ausgewiesen u. provisorisch gesichert.
<b>Bramberg</b>		<b>KG Mühlbach</b>		
Art der Bergbautätigkeit	Abraumhalden	Verhüttung	Rückstände aus der Verhüttung	Bemerkungen
Kupfer-Schwefelkies-Bergbaue Wenns-Brenntal	Mehrere, vollständig bewachsene Halden im Waldgebiet; vorwiegend taubes Material mit geringem Erzanteil, stellenweise Erzurücklässe (Röststätten).	Kupfer-, Schwefel- und Vitriolhütte Mühlbach-Kronau (bis 1864)	Keine erkennbar (Salzach-Hochwässer, Gebiet heute verbaut bzw. begrünt).	Sigmund-Unterbau: Haldenmaterial für Bundesstraßen-Bau entnommen; mehrere Stollen in Privatinitiative wieder gewältigt.
<b>Dienten</b>		<b>KG Schwarzenbach, Dientenbach</b>		
Art der Bergbautätigkeit	Abraumhalden	Verhüttung	Rückstände aus der Verhüttung	Bemerkungen
Kupfer-Schwefelkies-Bergbau Schwarzenbach	Mehrere, z.T. ausgedehnte, großteils bewachsene bzw. rekultivierte Halden im Almgebiet; vorwiegend taubes Material.	Kupfer- und Schwefelhütte Schwarzenbach bis ca. 1554	Keine	Haldenmaterial vom Klausbach erodiert. Trinkwasser-Versorgung für Jausenstation Gaunergut aus Wilhelm-Winter-Stollen.

<b>Filzmoos</b>		<b>KG Filzmoos</b>		
Art der Bergbautätigkeit	Abraumhalden	Verhüttung	Rückstände aus der Verhüttung	Bemerkungen
Zink-Blei-Kupfer (Hachau), Kupfer-Eisen (Hammergraben), Zink-Blei (Scharlalpe)	Mehrere, z.T. verwachsene Halden in alm- und forst- wirtschaftlich genutzten Gebieten und Ödland; vorwiegend taubes Material, einzelne kleinere Erzurücklässe (Hammergraben).	Röstanlage für Eisenerz im 18./19. Jhdt. (Hammergraben)	Keine	Erosion von Haldenmaterial durch Hammerbach; mehrere offene Stollen im Bergbaurevier Scharlalpe.
<b>Fusch</b>		<b>KG Fusch</b>		
Art der Bergbautätigkeit	Abraumhalden	Verhüttung	Rückstände aus der Verhüttung	Bemerkungen
Gold-Silber(-Blei)-Bergbaue Hirzbachalpe, Schiedalpe, Brennkogel und Kloben; Schwefelkies-Bergbau Knappenleiten	Mehrere, großteils stark bewachsene Halden im Alm- und Waldgebiet, unbewachsene Halden im hochalpinen Ödland; vorwiegend taubes Material, stellenweise kleinstückig aufgepocht (Brennkogel).	Keine	Keine	
<b>Großarl</b>		<b>KG Bach, Eben</b>		
Art der Bergbautätigkeit	Abraumhalden	Verhüttung	Rückstände aus der Verhüttung	Bemerkungen
Kupfer-Schwefelkies-Bergbaue Tofern, Aigenalm und Harbach	Mehrere, z.T. sehr ausgedehnte, spärlich bis stark bewachsene Halden im Almgebiet; meist taubes Material mit geringem, stellenweise höherem Erzanteil.	Keine (Kupferhütte in Hüttschlag)	Keine	Im Bergbaurevier Tofern bereichsweise viel Haldenmaterial vom Bach erodiert. Einzelne offene Stollen (Aigenalm, Tofern).

<b>Hollersbach</b>		<b>KG Hollersbach</b>		
<b>Art der Bergbautätigkeit</b>	<b>Abraumhalden</b>	<b>Verhüttung</b>	<b>Rückstände aus der Verhüttung</b>	<b>Bemerkungen</b>
Zink-Blei-Flußspat Achsel- und Flecktrogalpe, Kupfer-Blei(-Silber-Gold) Bärnbad	Mehrere ausgedehnte, großteils bewachsene Halden im Almgebiet; vorwiegend taubes Material mit geringem Erzanteil.	Keine (Erze wurden z.T. in Mühlbach-Kronau verhüttet).	Keine	Die meisten Stollen der Reviere Achsel- und Flecktrog-Alm sind noch offen.
<b>Hütttau</b>		<b>KG Sonnhalb, Hütttau, Bairau</b>		
<b>Art der Bergbautätigkeit</b>	<b>Abraumhalden</b>	<b>Verhüttung</b>	<b>Rückstände aus der Verhüttung</b>	<b>Bemerkungen</b>
Kupferbergbaue Larzenbach, Igelsbach und Gielach	Mehrere unbedeutende Halden, vorwiegend taubes Material mit Erzspuren, großteils bewachsen bzw. künstlich begrünt in land- und forstwirtschaftlich genutzten Gebieten.	Mehrere Kupferhütten im Fritztal im 15./16. Jhd.	Schlacke zur Wegschotterung verwendet (z.B. Güterweg Igelsbachgraben).	Larzenbach ist ab Juli 1998 als Schaubergwerk für Besucher geöffnet; Gielachgut bezieht Trinkwasser aus Oberbau-Stollen.
<b>Hüttschlag</b>		<b>KG Hüttschlag, Karteis, See</b>		
<b>Art der Bergbautätigkeit</b>	<b>Abraumhalden</b>	<b>Verhüttung</b>	<b>Rückstände aus der Verhüttung</b>	<b>Bemerkungen</b>
Kupfer-Schwefelkies-Bergbaue Schwarzwand, Schappachalm, Karteis, Kreealm-Kreemähder	Zahlreiche, z.T. sehr ausgedehnte, spärlich bis stark bewachsene Halden in land-, alm- u. forstwirtschaftlich genutztem Gebiet; vorwiegend taubes Material, stellenweise höherer Erzanteil.	Kupfer-, Schwefel- und Vitriolhütte im Ortszentrum von Hüttschlag	Vereinzelt Schlacken (heute großteils verbaute bzw. begrünte Flächen).	Schwarzwand, Karteis: stellenweise starke Erosion durch Bach bzw. Forstwegebau; "Unser lieben Frau Hauptstollen" im Revier Schwarzwand ist seit einigen Jahren als Schaustollen für Besucher geöffnet.

<b>Lend</b>		<b>KG Lend</b>		
<b>Art der Bergbautätigkeit</b>	<b>Abraumhalden</b>	<b>Verhüttung</b>	<b>Rückstände aus der Verhüttung</b>	<b>Bemerkungen</b>
Keine (in Lend wurden Gold-Silber-Erze aus den Gastein-Rauriser Bergbaurevieren und aus dem Fuscher Tal verschmolzen).	Keine	Gold-Silber-Schmelzhütten in Ober- u. Unter-lend (ca. 1547-1863); Asbestwaren-Fabrik (1887-1891); Aluminiumhütte SAG (seit 1899)	Schlacken im östlichen Teil des Friedhofes in Oberlend; auf dem heutigen SAG-Gelände durch intensive Bautätigkeit u. Oberflächenversiegelung keine Rückstände mehr erkennbar.	
<b>Leogang</b>		<b>KG Schwarzles, Sonnberg, Leogang</b>		
<b>Art der Bergbautätigkeit</b>	<b>Abraumhalden</b>	<b>Verhüttung</b>	<b>Rückstände aus der Verhüttung</b>	<b>Bemerkungen</b>
Kupfer-Blei-Silber-Quecksilber Schwarzleo, Quecksilber-Silber-(Kupfer) Vogelhalte, Nickel-Kobalt-Kupfer Nöckelberg	Zahlreiche, z.T. ausgedehnte, stark bzw. spärlich bewachsene Halden in alm- u. forstwirtschaftlich u. touristisch genutztem Gebiet; vorwiegend taubes Material mit geringem Erzanteil, stellenweise Erzrücklässe u. feinkörnig aufbereitetes Material.	Verhüttung sämtlicher Metalle 1542-1825 in Hütten bei Leogang; 1855-1888 in Sonnrain	Vereinzelt Schlacken? Heute großteils verbautes bzw. rekultiviertes Siedlungs- und Gewerbegebiet.	Nöckelberg: stellenweise Erosion von Haldenmaterial durch Niederschläge, Bachläufe und Weidevieh; Teile des Schwarzleo-Revieres sind seit 1989 als Schaubergwerk für Besucher geöffnet.

<b>Mittersill</b>		<b>KG Spielbichl, Paß Thurn</b>		
<b>Art der Bergbautätigkeit</b>	<b>Abraumhalden</b>	<b>Verhüttung</b>	<b>Rückstände aus der Verhüttung</b>	<b>Bemerkungen</b>
Schwefelkies-Kupfer-Bergbau Rettenbach	Mehrere, z.T. sehr ausgedehnte, großteils bewachsene bzw. begrünte Halden in landwirtschaftl. genutztem Gebiet und Wohngebiet; vorwiegend taubes Material mit geringem Erzanteil.	Keine (Erze wurden in Mühlbach/Pzg. verhüttet)	Keine	Trinkwasser-Versorgung aus Stollen; Erosion von Haldenmaterial durch Bäche; Einfamilienhaus-Siedlung wurde auf Haldenplanum des Hermann-Friedrich-Unterbaustollens errichtet.
<b>Mühlbach am Hochkönig</b>		<b>KG Mühlbach</b>		
<b>Art der Bergbautätigkeit</b>	<b>Abraumhalden</b>	<b>Verhüttung</b>	<b>Rückstände aus der Verhüttung</b>	<b>Bemerkungen</b>
Kupfer-(Nickel)-Bergbau Mitterberg (prähistorisch; 19./20. Jhdt.)	Zahlreiche ausgedehnte Halden in almwirtschaftl. u. touristisch genutztem bzw. verbaulichem Gebiet, stellenweise höherer Erzanteil; spärlich bis stark vegetationsbedeckt bzw. begrünt; verwachsene prähistor. Pingen und Aufbereitungsplätze am Troiboden.	Kupferhütte (1849-1884) am östlichen Ortsausgang; prähistorische Schmelzplätze am Troiboden	Vereinzelt Schlacken in der Bachböschung (heute weitgehend verbautes Areal).	Stellenweise viel Material vom Schrammbach erodiert bzw. für Wege-/Parkplatzbau weggeführt; kommunale Trinkwasserversorgung aus Stollen.

<b>Muhr</b>		<b>KG Hintermuhr, Schellgaden</b>		
<b>Art der Bergbautätigkeit</b>	<b>Abraumhalden</b>	<b>Verhüttung</b>	<b>Rückstände aus der Verhüttung</b>	<b>Bemerkungen</b>
Arsen-(Gold-Silber) Rotgülden, Silbereck; Gold-Silber-Blei Schellgaden; Blei-Zink-Kupfer-(Gold-Silber) Sprinzgasse; Kupfer-Nickel Pfeifenberger Alm	Mehrere, z.T. bewachsene bzw. vegetationslose Halden im Almgebiet und Ödland; vorwiegend taubes Material mit geringem Erzanteil; Erzurücklaß (Friedrich-Stollen, Rotgülden).	Arsenikhütte ("Gifthütte") in Rotgülden (bis 1884); Gold-Silber-Schmelzhütte in Schellgaden (bis 1818)	Abbrandhalde vor der ehemaligen Arsenikhütte (heute Gh. Arsenhaus).	Abbrandhalde als Altlast ausgewiesen und 1996/97 saniert. Bergbaue Rotgülden und Schellgaden großteils zugänglich; in den 90er Jahren Explorationstätigkeiten (Erzbergbau Radhausberg gemeinsam mit ausländischen Bergbaufirmen).
<b>Piesendorf</b>		<b>KG Aufhausen, Piesendorf, Walchen</b>		
<b>Art der Bergbautätigkeit</b>	<b>Abraumhalden</b>	<b>Verhüttung</b>	<b>Rückstände aus der Verhüttung</b>	<b>Bemerkungen</b>
Kupfer-Schwefelkies-Bergbaue Fürth, Klucken und Walchen	Mehrere ausgedehnte, vollständig bewachsene Halden im Waldgebiet bzw. Siedlungsgebiet (Hieronymus-Erbstollen); vorwiegend taubes Material mit Erzspuren.	Keine (Erze wurden in Thumersbach und Mühlbach/Pzg. verhüttet).	Keine	Halden bereichsweise durch Forst-/Güterwegebau angeschnitten bzw. durch Hangrutschungen abgetragen. Private Wasser-versorgung aus Mundlochbereich Hieronymus-Erbstollen. Im Fürther Graben durch intensive Bautätigkeit Bergbauspuren verwischt.

<b>Radstadt</b>		<b>KG Schwemmburg</b>		
<b>Art der Bergbautätigkeit</b>	<b>Abraumhalden</b>	<b>Verhüttung</b>	<b>Rückstände aus der Verhüttung</b>	<b>Bemerkungen</b>
Kupferbergbau Schwemmburg	Wenige Halden im Waldgelände östlich Alpengasthaus Pertill, größtenteils bewachsen; vorwiegend taubes Material mit geringem Erzanteil.	Keine? (Erze wurden vermutl. im Fritztal verhüttet)	Keine	2 offene Stollen ober- und unterhalb der Pertill-Zufahrtstraße.
<b>Ramingstein</b>		<b>KG Mitterberg, Ramingstein</b>		
<b>Art der Bergbautätigkeit</b>	<b>Abraumhalden</b>	<b>Verhüttung</b>	<b>Rückstände aus der Verhüttung</b>	<b>Bemerkungen</b>
Silber-Blei-Bergbaue Altenberg, Kräofen-Haderbau, Dürnrain, Mislitzgraben	Zahlreiche, z.T. sehr ausgedehnte, weitgehend unbewachsene bis stark bewachsene Halden in forst- und landwirtschaftlich bzw. touristisch genutztem Gebiet; taubes Material mit geringem, z.T. höherem Erzanteil.	Silber-Blei-Hütte im Ort Ramingstein (durch Großbrand 1841 zerstört)	Vereinzelt Schlacken bei der Einmündung des Mislitzbaches in die Mur (heute größtenteils verbautes Gebiet).	Kräofen: viel Haldenmat. f. Straßenbau aufbereitet u. weggeführt; kommunale u. private Trinkwasser-Versorgung aus Kräofen-Haderbau-Revier; Altenberg-Revier seit 1990 als Schaubergwerk für Besucher geöffnet u. 1997 durch Erzweg tourist. erschlossen.

<b>Rauris</b>		<b>KG Bucheben, Vorstandrevier</b>		
<b>Art der Bergbautätigkeit</b>	<b>Abraumhalden</b>	<b>Verhüttung</b>	<b>Rückstände aus der Verhüttung</b>	<b>Bemerkungen</b>
Gold-Silber-Blei-Bergbaue Hoher Goldberg, Alteck-Niedere Scharte, Leidenfrost, Grieswies-Schwarzkogel; Kupferbergbau Türchlwand	Zahlreiche ausgedehnte, unbewachsene bis spärlich bewachsene Halden in hpts. touristisch, tw. almwirtschaftl. genutztem Gebiet u. hochalpinem Ödland; vorwiegend taubes Mat. mit geringem, z.T. höherem Erzanteil, tw. Erzurücklässe u. aufbereit. Mat.	Mehrere Schmelzhütten im Raum Bodenhaus-Bucheben und bei der Hoffmann-Alm (Vorsterbachtal) im 15./16. Jhdt.	Mehrere, z.T. ausgedehnte Schlackenhalde, Holzkohle.	Naturfreundehaus-Neubau bezieht Trinkwasser aus Augustin-Stollen; ehem. Bergbau- und Hüttenrevier soll im Rahmen des Projektes "Via aurea" bis zum Jahr 2000 tourist. erschlossen werden.
<b>St. Johann</b>		<b>KG Einöden, Plankenau</b>		
<b>Art der Bergbautätigkeit</b>	<b>Abraumhalden</b>	<b>Verhüttung</b>	<b>Rückstände aus der Verhüttung</b>	<b>Bemerkungen</b>
Kupfer-(Nickel)-Bergbaue des Mitterberger Südrevieres (Einöden, Burgschwaig, Bürgstein)	Mehrere, großteils stark bewachsene bzw. begrünzte Halden in land- u. forstwirtschaftl. genutztem Gebiet bzw. Wohngebiet, vorwiegend taubes Material.	Kupferhütte Oberarl (1855-1888)	Keine mehr erkennbar (begrünzte Fläche).	Haldenmaterial bereichsweise durch Bäche und Hangrutschungen erodiert bzw. für Wegebau weggeführt; Arthurstollen ist seit Juni 1997 als Schaubergwerk für Besucher geöffnet.



<b>Untertauern</b>		<b>KG Untertauern</b>		
<b>Art der Bergbautätigkeit</b>	<b>Abraumhalden</b>	<b>Verhüttung</b>	<b>Rückstände aus der Verhüttung</b>	<b>Bemerkungen</b>
Kupfer-Silber-Bergbau Seekar	Zahlreiche, spärlich bis stark bewachsene bzw. begrünte Halden in almwirtschaftlich und touristisch genutztem (Ski-, Wander-) Gebiet; vorwiegend taubes Material, stellenweise Erzurücklässe; Aufbereitungsrückstände.	Keine	Keine	Halden im Einzugsbereich von Skipisten tw. planiert und begrünt; kommunale Trinkwasser-Versorgung aus Stollen. Mehrere Meter tiefe Stollenpinge unmittelbar neben Skipiste (Absturzgefahr!).
<b>Viehhofen</b>		<b>KG Viehhofen</b>		
<b>Art der Bergbautätigkeit</b>	<b>Abraumhalden</b>	<b>Verhüttung</b>	<b>Rückstände aus der Verhüttung</b>	<b>Bemerkungen</b>
Kupferbergbaue Ebenmais, Ernestinengrube, Wirtsalm, Tennstallalm, Arzbach (z.T. prähistorisch)	Zahlreiche, z.T. ausgedehnte Halden im Wald- und Almgebiet; vorwiegend taubes Material, stellenweise höherer Erzanteil und aufbereitetes Material.	Prähistorische Schmelzplätze im Gebiet Wirtsalm, Tennstallalm und Arzbach	Schmelzschlacken (prähistorisch).	Bergbaue befinden sich z.T. im Trinkwasser-Schutzgebiet (Wirtsalm); Erosion von Haldenmaterial durch Bäche, Niederschläge und Weidevieh.

<b>Weißpriach</b>		<b>KG Weißpriach</b>		
<b>Art der Bergbautätigkeit</b>	<b>Abraumhalden</b>	<b>Verhüttung</b>	<b>Rückstände aus der Verhüttung</b>	<b>Bemerkungen</b>
Nickel-Kobalt-(Silber-Kupfer)-Bergbau Zinkwand	Ausgedehnte, unbewachsene Halden im Kar am Wandfuß, stellenweise höherer Erzanteil, mit Hangschutt durchmischt; alpines Ödland bzw. Schafweide; unbedeutende Reste aufbereiteter Erze beim ehemaligen Pochwerk östlich Greinmeister Alm.	Keine (Erze wurden in Schladming verhüttet)	Keine	Ein Teil des Bergbaues ist als "OeAV-Stollenlehrpfad Zinkwand" seit 1985 für Besucher zugänglich (Begehen auf eigene Gefahr).
<b>Zederhaus</b>		<b>KG Wald</b>		
<b>Art der Bergbautätigkeit</b>	<b>Abraumhalden</b>	<b>Verhüttung</b>	<b>Rückstände aus der Verhüttung</b>	<b>Bemerkungen</b>
Kupfer-Schwefelkies-Bergbaue Reinkar- Jägerspitze	Unbedeutende, tw. stark erodierte und mit Hangschutt durchmischte, spärlich bewachsene Halden im Almgebiet bzw. alpinen Ödland.	Kupferhütte (15. Jhd.?) bei der Eßl-Alm, Riedingtal	Ausgedehnte, spärlich bewachsene Schlackenhalde neben der Straße.	Material der Schlackenhalde tw. planiert bzw. für Wegschotterung weggeführt.

Zell am See		KG Bruckberg, Thumersbach		
Art der Bergbautätigkeit	Abraumhalden	Verhüttung	Rückstände aus der Verhüttung	Bemerkungen
Kupfer-Schwefelkies-Bergbau Limberg, Blei-(Silber-)Zink-Bergbaue Michlgraben und Pointschneider-Alm	Zahlreiche, z.T. ausgedehnte, überwiegend stark bis vollständig bewachsene Halden in land- u. forstwirtschaftl. bzw. touristisch genutztem Gebiet (Skigebiet Areit); taubes Material mit Erzspuren; vereinzelt Erzurücklässe.	Erze wurden im 15./16. Jhd. in Thumersbach, bis 1806 in Leogang, im 19. Jhd. in Mühlbach/Pzg. verhüttet.	Keine mehr erkennbar.	Bergbaue des Revieres Limberg liegen im Nahbereich der Seilbahntrasse der Areitbahn. Offene Einbaue im Michlbachgraben.