

Jahr. Geol. B.-A.	ISSN 0016-7800	Band 125, Heft 1-2	S. 155-218	Wien, Dezember 1982
-------------------	----------------	--------------------	------------	---------------------

Beiträge zur Geologie, Mineralogie und Geochemie der Pb/Zn-Vererzungen Annaberg und Schwarzenberg (Niederösterreich)

Von HAGENGUTH, G., POBER, E., GÖTZINGER, M. A. & LEIN, R.*)

Mit 21 Abbildungen, 10 Tabellen, 2 Fototafeln und 4 Tafeln (= Beilagen 8)

Schlüsselwörter

*Niederösterr. Kalkvor-
alpen
Schmelzfenster
Annaberg
Schwarzenberg
Geologie
Mineralogie
Pb/Zn-Vererzung
Geochemie*

*Österreichische Karte 1 : 50.000
Blätter 72, 73*

INHALT

Zusammenfassung	157
Abstract	157
1. Einleitung	158
1.1 Problemstellung und Ziel der Untersuchung	158
1.2 Organisation und Entstehung der Arbeit	158
2. Regionaler Überblick	159
2.1 Überblick über die stratigraphische und tektonische Position der Blei-Zink-Vererzungen	159
2.1.1 Annaberg	160
2.1.2 Arzriedel	161
2.1.3 Schwarzenberg	161
2.1.4 Brandmauer	163
2.1.5 Kohlanger, westlich Frein	163

*) Anschriften der Verfasser: Gerd HAGENGUTH, Elisabeth POBER und Dr. Richard LEIN, Institut für Geologie, Universitätsstr. 7, A-1010 Wien; Dr. Michael A. GÖTZINGER, Institut für Mineralogie und Kristallographie, Dr. Karl Lueger-Ring 1, A-1010 Wien.

3. Geologie der Umgebungen von Annaberg und Schwarzenberg	163
3.1 Geologischer Aufbau	163
3.1.1 Die tektonischen Verhältnisse im Bereich des Schmelzfensters südlich von Annaberg	163
3.1.1.1 Das Schmelzfenster	164
3.1.1.2 Die Abgrenzung des Schmelzfensters gegen seinen Rahmen	164
3.1.2 Die tektonischen Verhältnisse im Gebiet Schwarzenberg	165
3.2 Lithologie und Stratigraphie der Mitteltriasentwicklung im Bereich des Schmelzfensters und des Schwarzenberges bei Türnitz	165
3.2.1 Lithologische und fazielle Charakteristik der mitteltriadischen Schichtglieder	166
3.2.1.1 Gutensteiner Schichten	166
3.2.1.2 Reiflinger Schichten	169
3.2.1.3 Wettersteinkalk	172
4. Der historische Bergbau, Beschreibung der Grubengebäude, Hauptmineralisation und Beschreibung der Vererzungstypen	174
4.1 Historischer Überblick	174
4.1.1 Annaberg	174
4.1.2 Schwarzenberg	179
4.1.3 Arzriedel, Brandmauer und Kohlinger	181
4.2 Beschreibung der Grubengebäude	181
4.2.1 Annaberg	181
4.2.2 Arzriedel	184
4.2.3 Schwarzenberg	185
4.2.4 Brandmauer	189
4.2.5 Kohlinger, westlich Frein	189
4.3 Hauptmineralisation und Vererzungstypen	190
4.3.1 Annaberg	190
4.3.2 Arzriedel	191
4.3.3 Schwarzenberg	191
4.3.4 Brandmauer	192
4.3.5 Kohlinger, westlich Frein	192
5. Mineralogisch-geochemische Untersuchungsergebnisse	192
5.1 Mineralogie	192
5.1.1 Annaberg (Hocheck - Galmeikogel)	193
5.1.2 Arzriedel	193
5.1.3 Schwarzenberg	193
5.1.4 Brandmauer	196
5.1.5 Kohlinger, westlich Frein	196
5.2 Geochemie	196
5.2.1 Geochemische Untersuchungen im Raum Annaberg (Hocheck - Galmeikogel) und Arzriedel	196
5.2.2 Geochemische Untersuchungen im Raum Schwarzenberg, Brandmauer und Kohlinger bei Frein	203
5.2.3 Silbergehalte von Gesteinsproben und Erzen	208
5.2.4 Geochemie des Fluors von Erzen und ausgewählten Gesteinsprofilen	208
5.2.4.1 Fluorgehalte von Erzen und deren Nebengesteinen	208
5.2.4.2 Fluorgehalte in Proben mehrerer Gesteinsprofile aus dem Raum Annaberg und Schwarzenberg	209
6. Gedanken zur Genese	210
Dank	211
Literatur	212

Zusammenfassung

Die Blei-Zink-Vererzung bei Annaberg findet sich schwerpunktmäßig im Schmelzfenster (Sulzbachdecke), daneben aber auch in der Unterberg- und Reisalpendecke, während das Vorkommen vom Schwarzenberg auf die Reisalpendecke beschränkt ist.

Die tektonische Abgrenzung und der Umfang des Schmelzfensters werden neu festgelegt.

Die erzführenden Mitteltriasschichtglieder bilden den Schwerpunkt der lithologisch-stratigraphisch-mikrofaziellen Untersuchungen. Nach einem historischen Überblick über die bergbaulichen Aktivitäten in diesen Regionen wird eine genaue Beschreibung der teilweise noch befahrbaren Grubengebäude anhand von markscheiderischen Aufnahmen gegeben.

Die Mineralisationen und die Vererzungstypen werden erstmals umfassend und detailliert beschrieben.

Die Neuergebnisse der gesteins- und bodengeochemischen Untersuchungen werden ebenso wie spezielle geochemische Analysen auf Fluor angeführt. Dabei ergeben sich generell erhöhte Pb-Zn und F-Gehalte in den anisischen Gesteinen.

Während die geringen Daten über die Vererzung von Annaberg keine eindeutigen Schlüsse auf die Genese der Mineralisation zulassen, wird für den vererzten Wettersteinkalk vom Schwarzenberg eine Mobilisation des Erzes aus den Reiflinger und Gutensteiner Schichten angenommen. Sichere Anzeichen für eine syngenetisch-synsedimentäre Anlage der abgebauten Vererzungen konnten nicht gefunden werden.

Blei-Zink und Fluor scheinen bei der aus anisischen Gesteinen angenommenen Mobilisation getrennte Wege gegangen zu sein.

Zu Vergleichszwecken werden die Blei-Zink-Vererzungen vom Arzriedel/Trübenbach, der Brandmäuer/Puchenstuben und vom Kohlanger/Frein übersichtsmäßig beschrieben.

Abstract

The lead-zinc-metallisation of Annaberg (Lower Austria) is concentrated in the Schmelz window (Sulzbach nappe), but it is also located in the Unterberg and Reisalpen nappe, whereas the old mining area of Schwarzenberg/Türnitz (Lower Austria) is restricted to the Reisalpen nappe.

The tectonic boundaries and the extent of the Schmelz window are newly fixed.

The middle-triassic ore hosting carbonate units are studied by lithology, stratigraphy and facies diagnostic.

After a historical review about the activity in these mining districts an exact description of the old underground workings is given by using mine maps.

For the first time the mineralisation and the ore types are observed and described within the mine and the laboratory in detail.

Geochemical characteristics of soils and rocks are illustrated also in regard to the specific element fluorine. Thereby a general enrichment of lead, zinc and fluorine is associated with anisian rocks (and particularly with their residual soils).

The genesis of the Annaberg ores is not well known because of the scanty facts about the deposit. The Schwarzenberg lead-zinc-mineralisation in the Wetterstein limestone are thought to represent a mobilisation product out of the Reiflinger and Gutensteiner units.

Cogent features of syngenetic-synsedimentary mineralisation are not found.

Lead-zinc and fluorine seem to have gone different ways during the mobilisation assumed out of the anisian rocks.

To get analogy to other, similar deposits the lead-zinc-metallisation of Arzriedel/Trübenbach, Brandmauer/Puchenstuben (both Lower Austria) and Kohlanger/Frein (Styria) are generally described.

1. Einleitung

1.1 Problemstellung und Ziel der Untersuchungen

Zweck der vorliegenden Arbeit war, durch eine Bestandsaufnahme der Grubengebäude der ehemaligen Blei-Zink-Bergbaue bei Annaberg und am Schwarzenberg/Türnitz die Mineralisationen, die Ausdehnung und die Genese der Vererzungen zu erfassen. Aus diesem Grund wurden die Arbeitsgebiete geologisch kartiert und der Gesteinsbestand stratigraphisch und mikrofazial untersucht.

Auf der Grundlage der geologischen Kartierung und Grubenaufnahme wurden geochemische Beprobungen (Bodenproben und Gesteinsproben sowie Stollenprofile) durchgeführt.

Untersuchungen über Fluorgehalte in Erz- und Nebengesteinsproben sollten klären, ob Fluorit in den Vererzungen und/oder deren Nebengesteinen vorkommt, bzw., ob eine disperse Fluoritverteilung in Sedimentgesteinen der bearbeiteten Gebiete vorliegt.

1.2. Organisation und Entstehung der Arbeit

Diese Arbeit basiert auf den Vorarbeiten von G. HAGENGUTH (Schwarzenberg) und E. POBER (Annaberg), die auf Anregung von Herrn Dr. L. WEBER (Bundesministerium für Handel, Gewerbe und Industrie, Sektion V, Oberste Bergbehörde) am Institut für Geologie der Universität Wien (Vorstand Univ.-Prof. Dr. A. TOLLMANN) entstanden sind.

Indenselben Gebieten wurden von M. A. GÖTZINGER und R. LEIN Profilaufnahmen zum Zweck der Bestimmung der Fluorgehalte durchgeführt. (Diese Arbeit erfolgte im Rahmen der Erfüllung des Lagerstättengesetzes im Auftrag des Bundesministeriums für Handel Gewerbe und Industrie sowie des Bundesministeriums für Wissenschaft und Forschung; Projekt NA 15: Flußspatprospektion in den östlichen Kalkalpen auf hydrogeochemischer Grundlagen). Eine Zusammenarbeit der Autoren war durch die ähnlichen Interessen vor Anfang an gegeben.

Im Zuge dieser Untersuchungen wurden auch die Vererzungen Arzriedel bei Trübenbach, Brandmauer bei Puchenstuben und Kohlanger bei Frein in die Bearbeitung miteinbezogen.

2. Regionaler Überblick

2.1 Überblick über die stratigraphische und tektonische Position der Blei-Zink-Vererzungen

Die 5 hier behandelten Blei-Zink-Vererzungen in den östlichen niederösterreichischen Kalkvoralpen werden aufgrund der stratigraphischen Position in zwei Gruppen aufgeteilt: Das Vorkommen Hocheck und Galmeikogel bei Annaberg und die Vererzung Arzriedel bei Trübenbach/ Ötscher liegen in anisichen Karbonatgesteinen. Die Vorkommen Schwarzenberg bei Türnitz, Brandmäuer bei Puchenstuben und Kohlander bei Frein/ Mürz betreffen ladinischen Wettersteinkalk bzw. Wettersteindolomit.

Aus der Abb. 1 (nach A. TOLLMANN, 1976) sind die tektonischen Positionen der Vererzungen zu entnehmen. Der tektonisch tiefsten Einheit, der inversen Sulzbachdecke, gehören die Vorkommen Hocheck (Annaberg), Brandmäuer und Arzriedel an. Das Blei-Zink-Vorkommen Schwarzenberg liegt in der darüber folgenden Reisalpendecke, jenes vom Galmeikogel (Annaberg) gehört zur Unterbergdecke.

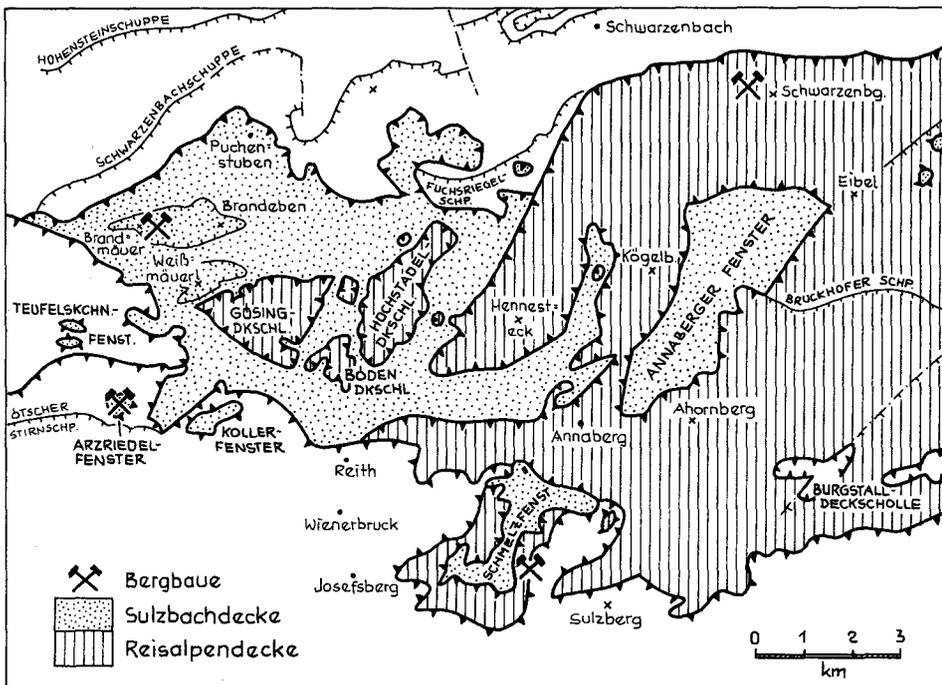


Abb. 1: Lageskizze und tektonische Position der bearbeiteten Blei-Zink-Vererzungen (Basis: Tektonische Karte der Nördlichen Kalkalpen, A. TOLLMANN 1976 b).

2.1.1 Annaberg

Am Südostrand des Schmelzfensters südwestlich Annaberg befindet sich der ehemalige Silber-Blei-Zink-Bergbau (s. Abb. 1). Abb. 2 zeigt die topographische Lage der heute noch auffindbaren Einbaue. Die überwiegende Zahl der ehemaligen Grubengebäude, nämlich die Einbaue der St. Anna- und Joachimsgrube am Hocheck, liegen in dickbankigen Annaberger Kalken der inversen Sulzbachdecke, die hier im Schmelzfenster zutage tritt.

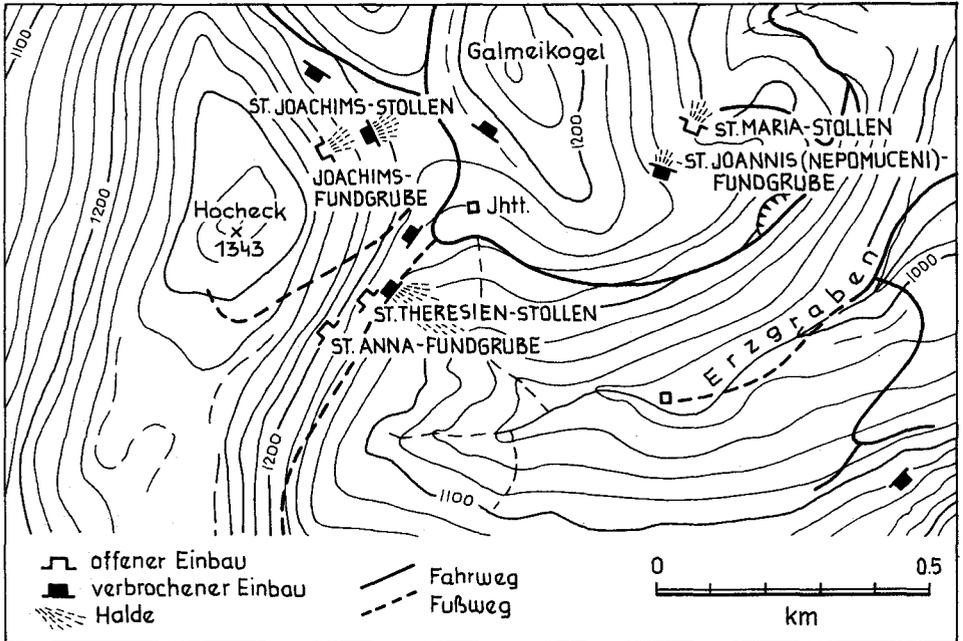


Abb. 2: Die Lage der ehemaligen Abbaue des Annaberger Grubenfeldes.

Die Vorkommen vom Galmeikogel (St. Johannes (Nepomuceni)-Grube) gehören tektonisch zur Unterbergdecke, sie liegen im Gutensteiner Kalk. Der Wettersteindolomit der tektonisch tieferen Reisalpendecke weist am Südosthang des Galmeikogels ebenfalls eine Bleivererzung auf.

Somit sind die Vererzungen in allen drei in diesem Gebiet aufgeschlossenen tektonischen Einheiten (Sulzbachdecke, Unterbergdecke, Reisalpendecke) entwickelt; die Hauptvererzung liegt allerdings in der Sulzbachdecke (Hocheck). Sie tritt in zwei stratigraphisch getrennten Niveaus im tiefen Anis (Annaberger Kalk und Gutensteiner Kalk) und untergeordnet im Ladin (Wettersteindolomit) auf.

2.1.2 Arzriedel

Die Träggesteine der Vererzung Arzriedel südöstlich Trübenbach am Ötscher sind (nach A. TOLLMANN, 1966, Taf. 1) anisichen Karbonatgesteinen der Sulzbachdecke zuzuordnen, die hier in einem kleinen Fenster innerhalb der Unterbergdecke zutage treten. Die Vererzung gehört derselben tektonischen Einheit wie Hocheck (Annaberg) und Brandmäuer (Puchenstuben) an (F. BAUER & H. HOLZER, 1964).

2.1.3 Schwarzenberg

Die Grubengebäude des ehemaligen Blei-Zink-Bergbaues liegen am Nordhang des Schwarzenberges westlich Türnitz. Die Vererzung ist ausschließlich an Gesteine der Reisalpendecke gebunden. Die Grubengebäude sind nur im stratigraphisch liegenden Abschnitt des Wettersteinkalkes angelegt (topographische Lage der Einbaue siehe Abb. 3), untertägige Aufschlüsse in den Reiflinger- und Gutensteiner Kalken liegen heute nicht mehr vor. Durch geochemische Methoden konnten auch in diesen beiden Schichtgliedern erhöhte Metallgehalte nachgewiesen werden.

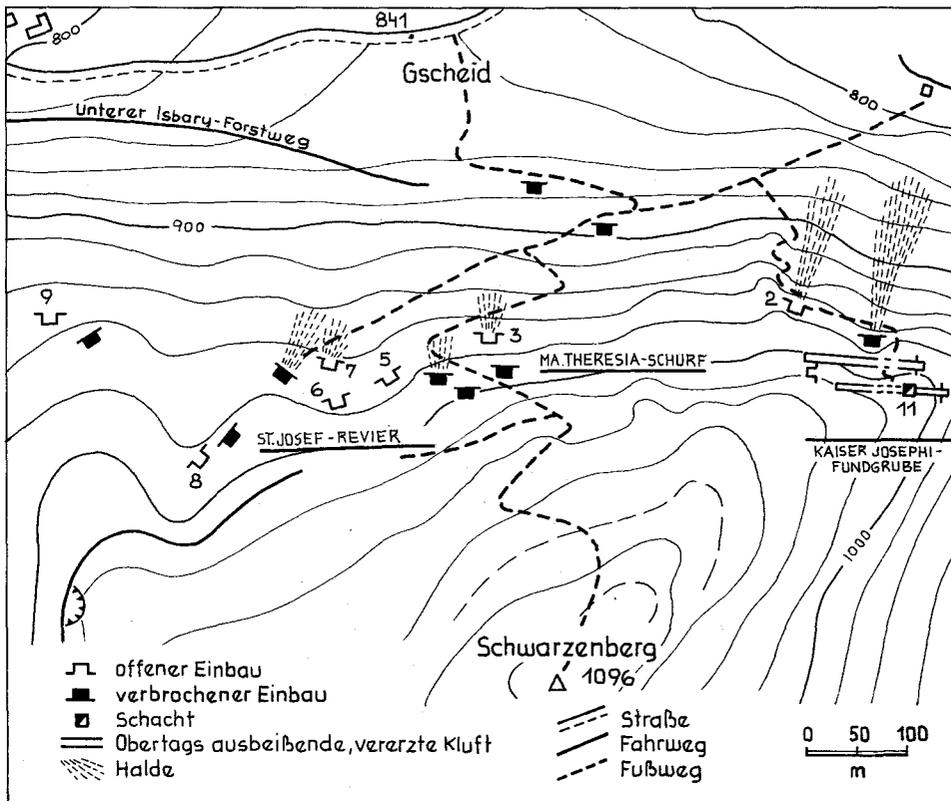


Abb. 3: Die Lage der ehemaligen Abbaue des Grubenfeldes am Schwarzenberg.

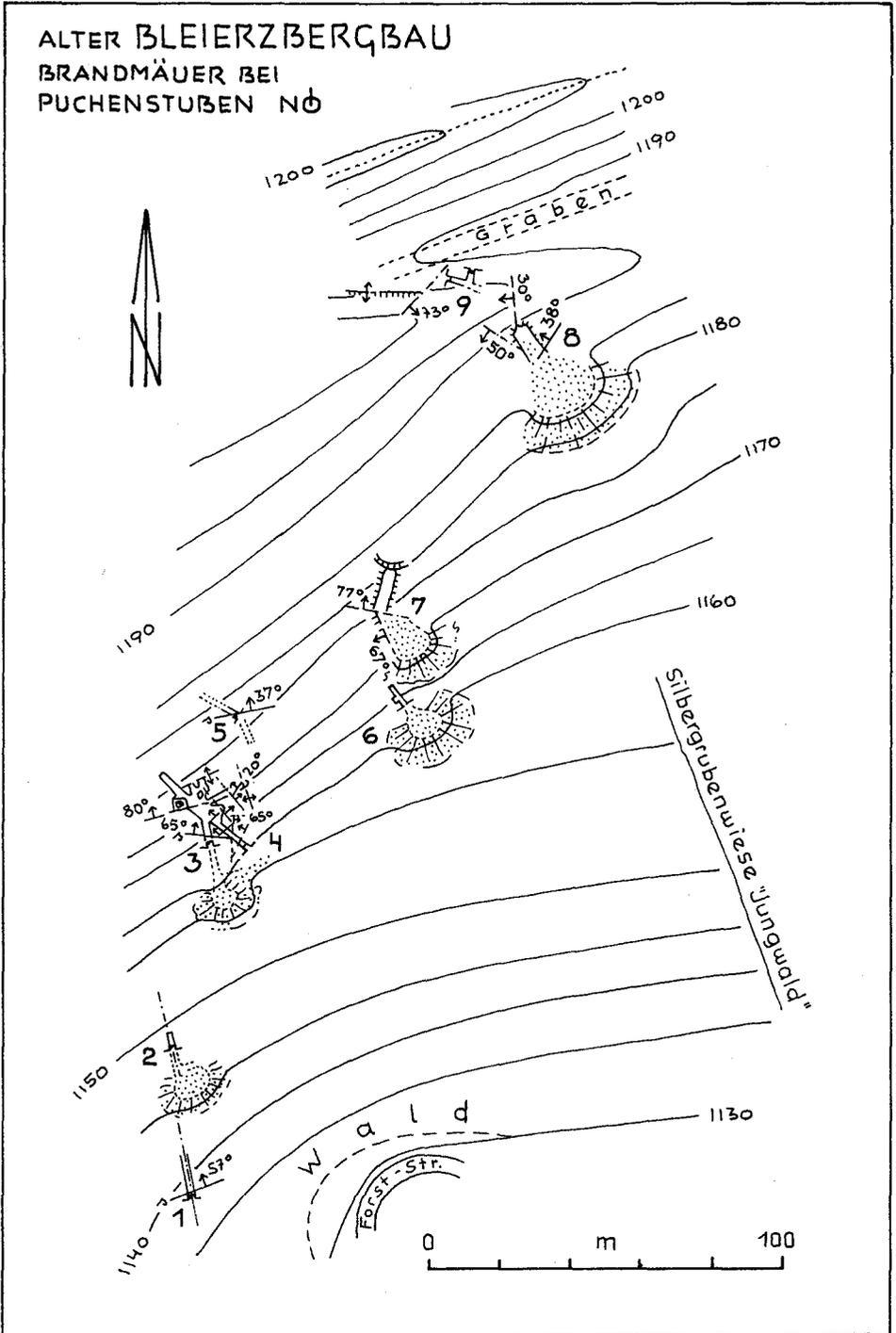


Abb. 4: Die Lage der ehemaligen Abbaue im Gebiet der Brandmauer bei Puchenstuben (nach O. SCHULZ & L. KOSTELKA, 1965).

2.1.4 Brandmäuer

Das Bleiglanzvorkommen Brandmäuer (Silbergrubenwiese) bei Puchenstuben (s. Abb. 4) tritt nach O. SCHULZ & L. KOSTELKA (1965, S. 180) in einer invers lagernden ladinischen Kalk-Dolomit-Folge (Wettersteinkalk und -dolomit) auf, die nach A. TOLLMANN (1966, S. 128) Teil einer der Sulzbachdecke angehörigen parautochthonen Deckscholle ist.

2.1.5 Kohlanger westlich Frein

Von dem am Nordabfall des Proles beim Kohlanger (3 km W Frein) gelegenen Bleivorkommen sind den Autoren keine Bearbeitungen bekannt. Vererzt ist hier nach der geologischen Karte von H. P. CORNELIUS (1936, 1952, S. 81) ein Wettersteindolomit, der nach R. LEIN (1981) zur Prolesdecke (Hallstätter Decke) zu stellen ist. Eine Einstufung des unmittelbar von Werfener Schichten unterlagerten, vererzten Dolomites liegt nicht vor, sodaß ein anisisches Alter nicht ausgeschlossen werden kann.

3. Geologie der Umgebung von Annaberg und Schwarzenberg

3.1. Geologischer Aufbau

3.1.1 Die tektonischen Verhältnisse im Bereich des Schmelzfensters südlich von Annaberg

Das Arbeitsgebiet zwischen Annaberg und Josefsberg in den niederösterreichischen Voralpen umfaßt ausschließlich die dem Tirolikum zugehörigen voralpinen Decken: zuunterst die verkehrt lagernde Sulzbachdecke, die in Form einer antiklinalen Aufwölbung im Schmelzfenster zutage tritt, darüber die Reisalpendecke, die im Norden und Nordosten den Rahmen des Fensters bildet, und in der höchsten tektonischen Position die vom Süden her überschobene Unterbergdecke. Letztere bildet den Hauptanteil des Fensterrahmens im Süden, Westen und Osten.

Die Abb. 1 (nach A. TOLLMANN, 1976) zeigt die Lage des Schmelzfensters im Grenzbereich Reisalpendecke/Unterbergdecke, wo die Sulzbachdecke als streichende Fortsetzung des Annaberger Fensters und des Mühlfelder Halbfensters zutage tritt. Die tektonischen Grenzen im Rahmen des Fensters sind entsprechend den Ergebnissen der Neuaufnahme korrigiert.

Die Schichtfolge der Unterbergdecke reicht im kartierten Gebiet von permischem Haselgebirge bis zu ladinischem Wettersteindolomit, die Reisalpendecke umfaßt hier Skyth (Werfener Schichten) bis Nor (Hauptdolomit) in der dolomitreichen Rohrer Fazies (Teilfazies der Hauptdolomitfazies, E. SPENGLER, 1959). Die Serienausbildung der Sulzbachdecke (mächtige Lunzer Schichten, fazielle Vertretung des Wettersteinkalks durch Reiflinger Kalk im gesamten Ladin, mächtige Aniskalke) entspricht der Lunzer Fazies.

3.1.1.1 Das Schmelzfenster

Nachdem das Fenster von E. SPENGLER (1927, S. 53) entdeckt worden war, wurde der Fensterinhalt von A. TOLLMANN (1966, S. 175 ff) als verkehrte Serie erkannt und der Sulzbachdecke zugerechnet. Diese Deutung wurde von G. ANTONIUS (1970) übernommen.

Die verkehrte Lagerung der Serien ist aus der Position der Reiflinger Kalke und Annaberger Kalke im Hangenden der Lunzer Schichten klar ersichtlich. Der stratigraphisch älteste Anteil des Lunzer Schichten-Paketes in Form der Reingrabener Schiefer tritt jeweils im Hangenden der Sandsteine, im Grenzbereich zu den Reiflinger Kalken auf. Die dunklen, dünn-schichtigen, wahrscheinlich anisischen, Reiflinger Hornsteinknollenkalke folgen über dem hellen, dickbankigen, hornsteinärmeren, wahrscheinlich ladinischen Anteil. Die im allgemeinen gegen Südosten einfallenden Reiflinger Kalke gehen gegen Hangend in Annaberger Kalk über. Diese Überlagerung ist in weiten Bereichen aufgeschlossen (Büchler Alpe Nordhang, Hocheck Westhang, Lassingdurchbruch östlich Innere Schmelz, Galmeikogel Nordhang).

3.1.1.2 Die Abgrenzung des Schmelzfensters gegen seinen Rahmen

Der Rahmen wird von zwei tektonischen Einheiten gebildet (s. o.), im Norden von der Reisalpendecke, im Süden, Westen und Osten von der Unterbergdecke. Die Unterbergdecke ist ihrerseits über die Reisalpendecke überschoben, was besonders deutlich am halbfensterartigen Auftauchen der Reisalpendecken-Dolomite im Erzgraben unter den Aniskalken der Unterbergdecke (im Norden am Galmeikogel, im Süden am Sulzberg) zu sehen ist (siehe Taf. 1).

Im Norden (Lassingdurchbruch östlich Innere Schmelz) überlagert Wettersteindolomit der Reisalpendecke diskordant eine steil nach Südosten einfallende Serie von Annaberger und Reiflinger Kalk und Lunzer Schichten, sodaß hier besonders deutlich wird, daß die mächtigen Mitteltriaskalke über den Lunzer Schichten dem Fensterinhalt angehören.

Die Abgrenzung gegen die Unterbergdecke, wo meistens zwei anisische Serien aufeinander treffen, erfolgt einerseits durch die Erfassung der geringmächtigen Werfener Schichten, die teilweise an der Basis der Unterbergdecke erhalten sind, andererseits auch durch die Unterscheidung des lithologisch klar individualisierten Annaberger Kalkes vom gleichaltrigen Gutensteiner Kalk. Die diskordante Überlagerung der erzführenden, dickbankigen, grauen Annaberger Kalke der Sulzbachdecke, die am Osthang des Hochecks steil gegen Südosten unter Werfener Schichten einfallen, durch die flach südwestfallenden Gutensteiner Kalke vom Galmeikogel (Unterbergdecke) ist in Taf. 2, Profil 1 zu sehen.

Im Westen des Fensters dienen Werfener Schiefer als Bewegungshorizont für Südwest-Nordost streichende Störungen, die im Graben zwischen Büchler Alpe und Alpl und am Nordhang des Alpls die Begrenzung der Fensteraufschlüsse markieren. Im Nordwestabschnitt des Schmelzfensters ist dieses Störungssystem die Ursache für die Verschuppung von Werfener Schichten der Unterbergdecke mit Kalken und Lunzer Schichten des Fensterinhaltes.

3.1.2 Die tektonischen Verhältnisse im Gebiet Schwarzenberg

Im Arbeitsgebiet Schwarzenberg/Türnitz ist der Stirnbereich der tirolischen Reisalpendecke sowie die tektonisch tiefer gelegene, von der Reisalpendecke von Süden her überschobene, Lunzer Decke aufgeschlossen.

Der stratigraphische Umfang der Reisalpendecke reicht im kartierten Gebiet vom Anis bis ins Karn, der der Lunzer Decke vom Karn bis ins Neokom.

Die Reisalpendecke bildet nach A. TOLLMANN (1976, S. 274) den Hangendschenkel einer Großfalte, deren Liegendschenkel nach der Auffassung dieses Autors die verkehrt lagernde Sulzbachdecke darstellt. Das Scharnier dieser riesigen Falte steht noch im Zusammenhang mit dem Hauptkörper der Reisalpendecke, sodaß noch im Stirnbereich dieser sonst aufrecht liegenden Einheit eine inverse Lagerung anzutreffen ist. Als Folge der Anlage des Großfaltenbaus, welchem die Reisalpendecke ihre Entstehung verdankt, kam es in dieser Einheit zu einer Längung in b, welche sich heute in der großräumigen Nord-Süd gerichteten Aufbiegung des Deckenkörpers (belegt durch das östliche Abtauchen des verkehrten Liegendschenkels der Stirneinrollung unter den aufrechten Hangendschenkel) und in der generellen Häufung Nord-Süd streichender Faltenachsen manifestiert. In der Lunzer Decke fehlen dagegen derartige Anzeichen für eine laterale Einengung.

Der südliche Anteil der Lunzer Decke gehört der Schwarzenbachschuppe an und weist einen einfachen Faltenbau auf, dessen Auflösung auf A. BITTNER (1896) zurückgeht. Hauptelement im Kartierungsgebiet ist die Ost-West verlaufende Seilerriegelmulde, deren Kern von Aptychenschichten (Tithon bis Neokom) gebildet wird. Die Schichtfolge dieser leicht überkippten Antiklinale ist teilweise reduziert, u. a. sind hier die sonst außerhalb des Kartierungsgebietes auftretenden Klauskalke offenbar völlig ausgequetscht.

3.2 Lithologie und Stratigraphie der Mitteltriasentwicklung im Bereich des Schmelzfensters und des Schwarzenberges bei Türnitz

Da im untersuchten Gebiet Vererzungen nur in Verbindung mit mitteltriadischen Gesteinen vorkommen, kann im Rahmen der behandelten Fragestellung auf eine nähere Beschreibung der Gesamtheit aller im kartierten Bereich um den Schwarzenberg (Taf. 3) und um das Schmelzfenster (Taf. 1) auftretenden Schichtglieder verzichtet werden. Die folgenden Angaben stützen sich vornehmlich auf eigene Profilaufnahmen, ergänzt durch die in jüngerer Zeit erschienenen Arbeiten von A. TOLLMANN (1966) und L. WAGNER (1970), die beide die Mitteltriasentwicklung des Untersuchungsgebietes eingehend behandeln.

Während die Arbeit von L. WAGNER (1970) alle bisher bekannten Daten über die Mitteltriasentwicklung der östlichen Kalkvoralpen im Raum zwischen Enns und Alpenostrand zusammenfaßt und an Hand zahlreicher neu aufgenommener Profile (von denen u. a. die Profile der Taf. 8, 10 und 12 in unseren Arbeitsgebieten liegen) zu detaillierten paläogeographischen Vorstellungen gelangt, verdanken wir A. TOLLMANN (1966) eine auf makroskopischen Kennzeichen beruhende Aufgliederung der voralpinen Mitteltrias-Entwicklung und die Einführung neuer lithostratigraphischer Einheiten, wie Furter Kalk, Annaberger Kalk und Raminger Kalk.

Trotz dieser beiden richtungweisenden Arbeiten stößt die Bearbeitung mitteltriadischer Sedimentgesteine dieses Raumes noch immer auf Schwierigkeiten. Zum einen ist eine exakte zeitliche Korrelierung der einzelnen Profile untereinander mangels ausreichender stratigraphischer Fixpunkte

problematisch, andererseits wird die Anwendbarkeit der von TOLLMANN neu eingeführten Schichtbezeichnungen durch ihre fehlende mikrofazielle Charakteristik eingeschränkt. Eine Neufassung dieser Begriffe und die Überprüfung ihrer mikrofaziellen Eigenständigkeit, welche erst die Abtrennung als eigene Schichtglieder rechtfertigen würde, wäre wünschenswert, kann aber in dieser Arbeit nicht erfolgen.

3.2.1 Lithologische und fazielle Charakteristik der mitteltriadischen Schichtglieder

Zwischen den im Untersuchungsgebiet auftretenden tektonischen Haupteinheiten (Sulzbachdecke, Reisalpendecke und Unterbergdecke) bestehen nicht unbedeutende fazielle Unterschiede, die sich ab Wende Anis/Ladin zu verstärken beginnen und im Karn anhalten. Generell kann eine Abnahme des Flachwassereinflusses von Süden nach Norden festgestellt werden: Während in der südlichsten Einheit, der Unterbergdecke, über dem Niveau der Gutensteiner Schichten im Ladin eine durchgehende Seichtwasser-Entwicklung mit Wettersteinkalk und -dolomit vorliegt (z. B. Profil BÜCHLER ALPE S ANNABERG; s. L. WAGNER 1970, Taf. 10), und auch noch in der Reisalpendecke der Wettersteinkalk gegenüber der Beckenentwicklung der Reiflinger Schichten dominiert (s. Profil MITTERKEIL; Taf. 4/ Fig. 5), fehlen in der zum Inhalt des Schmelzfensters gehörenden Sulzbachdecke echte Plattformensedimente im Ladin (Profil LASSINGDURCHBRUCH, HOHECK-W, GALMEIKOGELN; Taf. 4/ Fig. 1–3).

3.2.1.1 Gutensteiner Schichten

Über den Werfener Schichten und einem Rauhackenhorizont setzen im obersten Skyth dunkle Bankkalk ein, für deren dünngebankte Varietät sich seit alters her der Name Gutensteiner Kalk eingebürgert hat (F. HAUER 1853, u. a.). Neben dieser Ausbildung und einer hellen, meist massigen Algenkalkentwicklung (Steinalmkalk und Wettersteinkalk) tritt als vermittelndes Bindeglied ein dickbankiger, mittelgrauer Kalk auf, dessen erstmalige Erfassung als eigenständige Varietät auf E. SPENGLER (1931, S. 18) zurückgeht und für den A. TOLLMANN (1966, S. 118) die Bezeichnung Annaberger Kalk geprägt hat. Als weitere Varietät wurde von demselben Autor für ebenfalls dickgebankte und mittelgraue, jedoch dolomitische und partienweise rauhackig verwitternde Karbonatgesteine der Name Furter Kalk eingeführt.

Gutensteiner Kalk und Dolomit

Die Gutensteiner Kalke sind in den meisten Aufschlüssen als dünnbankige, meist ebenflächig geschichtete, schwarze (oder auch graue bis braune), bituminöse Kalke ausgebildet. Eine Abschätzung ihrer Mächtigkeit fällt schwer, da durchgehend aufgeschlossene Profile zumeist fehlen, doch kann man für dieses Schichtglied nach L. WAGNER (1970, Taf. 12) im Bereich der Unterbergdecke mit Mächtigkeiten zwischen 80 – 100 m rechnen,

während die Mächtigkeiten im Bereich des Schmelzfensters (Sulzbachdecke) nicht über 30 – 40 m hinausgehen. Ebenfalls geringmächtig tritt der Gutensteiner Kalk in der Reisalpeckendecke auf (Profil Mitterkeil; Taf. 4/ Fig. 5).

Wo Gutensteiner Dolomit ausgebildet ist, stellt er meist den basalen Anteil der Gutensteiner Schichten dar, wie etwa östlich der Büchler Alpe, nahe der Überschiebung über die Sulzbachdecke (s. Taf. 1), doch können spätdiagenetisch gebildete Dolomite in den Gutensteiner Schichten auch in stratigraphisch höherer Position auftreten.

Am Galmeikogel sind die Gutensteiner Kalke und Dolomite Träger einer Zink- sowie einer Limonitvererzung.

Allgemein wird den Gutensteiner Schichten ein oberstskythisches bis mittelanisches Alter zugeschrieben (A. TOLLMANN 1976 a, S. 78); im Arbeitsgebiet war es allerdings trotz umfangreicher Bemühungen nicht möglich, eine fundierte biostratigraphische Einstufung der Kalke zu erzielen.

Mikrofazies: Zumeist treten biogenarme bis vollkommen sterile Mikrite bis Mikrosparite auf, in welche vereinzelt Pelletkörner eingestreut sind. Oft ist die Feinschichtung des Sedimentes noch erhalten, während Bioturbation nur selten beobachtet werden kann.

An Biogenen kommen neben Ostracoden auch vereinzelt Crinoiden und sandschalige Foraminiferen (nur in Lösproben beobachtet) vor. Die vorliegende, zumeist grobspätige Matrix (\varnothing 10 – 20 μm) ist das Ergebnis von Kornvergrößerung im Gefolge eines starken diagenetischen Lösungsumsatzes.

Charakteristisch für den Gutensteiner Kalk ist ferner das nicht seltene Vorkommen von Flußspat (siehe Abschnitt 5.2.4) und Coelestin (L. WAGNER 1970, S. 167).

Ablagerungsbedingungen: Die Gutensteiner Schichten s. str. können als Ablagerungen einer nicht allzu tiefen, vom offenen Meer weitgehend abgeschlossenen Stillwasser-Lagune interpretiert werden, die eine durch Evaporation bedingte Dichteschichtung mit hypersalinaren Bodenwässern aufgewiesen haben dürfte. Die weitgehende Biogenfreiheit im Sediment, aber auch die hohen Sr-Werte, die möglicherweise auf eine syngenetische bis fröhdiaagenetische Coelestinbildung hinweisen, sind Anhaltspunkte für ein derartiges Modell. Die nur gelegentlich auftretende Bioturbation, sowie das Vorkommen benthonischer Foraminiferen in bestimmten Horizonten kann dagegen als Hinweis für episodisch erfolgte Milieuerbesserungen gelten, die durch Wasserumwälzungen, im Gefolge eines temporären Zusammenbrechens der Dichteschichtung, hervorgerufen worden sein könnten.

Annaberger Kalk

Unter der Bezeichnung Annaberger Kalk wird nach A. TOLLMANN (1966, S. 118, 1976 a, S. 80) eine etwas heller gefärbte dickbankige Sonderentwicklung des Gutensteiner Kalkes verstanden. Diese rein makroskopische Kriterien berücksichtigende Charakterisierung

vereinigt allerdings Gesteine unterschiedlicher Bildungsbereiche:

Zum einen haben wir es mit Ablagerungen eines biogenreichen Beckenrandbereiches mit Schüttungen von einer benachbarten, gut durchlüfteten Plattform mit Dasycladaceenkalken zu tun (= Typ 1; z. B. im Profil Mitterkeil, s. Taf. 4/ Fig. 5); zum anderen mit Sedimenten flacher Eintiefungen innerhalb der Plattform in mäßig subtidaler bis supratidaler Position. Für diesen Typ sind Algenlaminite und Messerstickkalke charakteristisch (= Typ 2; Profil Am Sabel, Taf. 4/ Fig. 4).

Während der Typ 1 mikrofazial nur bedingt als Sonderentwicklung des Gutensteiner Kalkes angesehen werden kann und weit eher Affinitäten zu den Reiflinger Schichten zeigt (mit welchen er bisweilen eng verknüpft auftritt), weist die andere Varietät starke Überschneidungen mit dem Begriff Furter Kalk auf. Allerdings wechseln die beiden Typen mehrfach miteinander ab (Annagrube, Profil Galmeikogel-N). Zumeist herrscht aber die biogenreiche Varietät (Typ 1) in stratigraphisch höherer Position vor.

Bis zu einer Neufassung des Begriffes Annaberger Kalk wird man diese beiden unterschiedlichen Entwicklungen vorbehaltlich unter derselben Bezeichnung subsumieren müssen, was auch in der vorliegenden Arbeit geschieht.

Die Hauptverbreitung des Annaberger Kalkes liegt in der Sulzbachdecke, wo auch die größten Mächtigkeiten auftreten (bis zu 160 m im Profil Galmeikogel-N, davon allerdings nur die Hälfte durchgehend aufgeschlossen).

Gut aufgeschlossen finden wir das Schichtglied im Lassingtal-Durchbruch (E Innere Schmelz, Profil Taf. 4/ Fig. 1) sowie entlang des neuen Forstweges am Osthang der Büchler Alpe. Außerdem tritt uns dieses Gestein in der Anna- und Joachimgrube (SE bzw. E Hocheck) entgegen.

Altersmäßig sind die Annaberger Kalke entsprechend ihrer Stellung im Profil ins obere Anis bis tiefe Ladin zu stellen, doch kann über die stratigraphische Reichweite dieses Schichtgliedes keine fundierte Aussage gemacht werden. Den einzigen Hinweis für das Überschreiten der Anis/Ladin Grenze liefert die Foraminifere „*Trochammina*“ *persublima* KRISTAN-TOLLMANN, die nach A. TOLLMANN (1976 a, S. 118) als ladinische bis unterkarnische Leitform gilt.

Mikrofazies: Neben sterilen Mikriten bis Mikrospariten mit vereinzelt auftretenden Wühlgefügen (z. T. mit Pellets verfüllt) kommen biogenführende Intrasparite bis Biosparite vor. Die Intraklaste (\emptyset bis 1 mm) sind meist gut gerundet, die Biogenhartteile weisen eine starke randliche Mikritisierung auf. An Biogenen treten neben Schalenbruchstücken von Ostracoden und Lamellibranchiaten vereinzelt Crinoiden auf. Häufig sind Einschüttungen von Dasycladaceen-Bruchstücken. Foraminiferen finden sich nur in den intraklastreichen Partien.

Die beiden Faziestypen, nämlich die sterilen Mikrite und die biogenführenden Intrasparite, lassen sich makroskopisch nicht voneinander trennen, sondern treten innerhalb eines Profiles wiederholt nacheinander auf (z. B. Annagrube).

Ablagerungsbedingungen: Wie bereits angeführt, wurde ein Teil des Annaberger Kalkes im Randbereich eines Beckens abgelagert, wo – im Gegensatz zu den stagnierenden Bedingungen im Becken selbst – eine ständige Wasserzirkulation für gute Durchlüftung

sorgte. Die Einschüttung von Biogenhartteilen und früh zementierten Lithoklasten aus der Seichtwasserplattform kann eventuell als Hinweis für eine *steile* Morphologie des von der Plattform ins Becken abfallenden Hanges gedeutet werden, während dagegen an anderen Stellen, wo Intraklastschüttungen fehlen und die sterilen (Pel-)Mikrite allmählich in Algenlaminite übergehen, die Morphologie des Beckenrandes sehr flach gewesen sein muß.

Fossilien: Foraminiferen treten nur im obersten Bereich des Annaberger Kalkes, knapp unterhalb des darüber einsetzenden Reiflinger Kalkes auf. Lösproben auf Conodonten waren negativ.

Profil Hocheck-W (Taf. 4/ Fig. 2), Probenserie H: *Lingulina* sp., *Meandrospira dinarica* KOCHANSKY-DEVIDE & PANTIC, „*Trochammina*“ *persublima* KRISTAN-TOLLMANN, *Trochammina* sp.

Profil Lassingdurchbruch (Taf. 4/ Fig. 1), Probe 80/7: *Endothyranella elongata* SALAJ, *Meandrospira dinarica* KOCHANSKY-DEVIDE & PANTIC.

Profil Mitterkeil (Taf. 4/ Fig. 5)

A 231: *Ammobaculites* sp., *Glomospira densa* (PANTIC), *Trochammina* sp.

A 232: *Glomospirella irregularis* EFIMOVA, *Hyperammina gracilis* (PANTIC), *Meandrospira dinarica* KOCHANSKY-DEVIDE & PANTIC, *Meandrospira deformata* SALAJ, *Trochammina* sp.

A 234: *Ammobaculites elongatus* SALAJ, *Ammobaculites* sp., *Endothyranella bicamerata* SALAJ, *Ammobaculites* sp., *Endothyranella bicamerata* SALAJ, *Glomospira densa* (PANTIC), *Glomospirella grandis* (SALAJ).

Oberer Isbary-Forstweg, SH. 1015 m: *Encrinus liliiformis* (LAM.), *Dadocrinus gracilis* (BUCH).

3.2.1.2 Reiflinger Schichten

Die Reiflinger Schichten treten im Untersuchungsgebiet in verschiedenen stratigraphischen Positionen und mit unterschiedlicher Mächtigkeit auf. Während sie in der Sulzbachdecke zwischen Annaberger Kalk und Lunzer Schichten auftreten und dort Mächtigkeiten von 50 – 60 m aufweisen (Profil Lassingdurchbruch und Hocheck-W; Taf. 4/ Fig. 1–2), erreichen sie in der Reisalpendecke mehr als 100 m und treten im Liegenden wie im Hangenden des dort vorliegenden Wettersteinkalk-Niveaus auf. In der Unterbergdecke, wo sie eingeschaltet zwischen Gutensteiner Kalk und Wettersteinkalk vorkommen, erreichen sie dagegen bloß einen Gesamtumfang von 10 – 15 m.

Im wesentlichen können drei lithologische Haupttypen unterschieden werden:

ein hell- bis mittelgrauer, ebenflächiger Hornsteinbankkalk, der starke Affinität zur bioklastenreichen Varietät des Annaberger Kalkes aufweist;

die übliche dunkle, dünngeschichtete Entwicklung mit welligflächigen Hornsteinbankkalken (Reiflinger Kalk s. str.);

sowie ein heller, ebenfalls welligflächiger, jedoch dickbankiger Kalk, für den A. TOLLMANN (1966, S. 124) die Bezeichnung Raminger Kalk eingeführt hat.

Ebenflächige Hornsteinbankkalke der Reiflinger Schichten

Hell- bis mittelgraue, ebenflächige, zumeist grobgebankte Kalke mit reichlich Echinodermenspatdetritus. Diese Varietät ist im Arbeitsgebiet auf die Reisalpendecke beschränkt. Im Profil Mitterkeil treten diese Kalke über monotonen Gutensteiner Schichten auf und leiten zu den typischen Reiflinger Kalken s. str. im Hangenden über.

Mikrofazies: Biogenführender Mikrit bis Intrabiosparit.

Das Sediment setzt sich vorwiegend aus 2 – 10 mm starken Arenitschuttlagen zusammen, die mit 1 – 2 mm mächtigen autochthonen Pelitlagen wechsellagern. Zumeist ist jedoch diese primäre Wechselfolge bioturbat überprägt. Die Arenitlagen sind gradiert und sparitisch zementiert. Die Intraklasten (\varnothing 160 – 500 μ m) sind zumeist kantengerundet. Als Biogene treten vorwiegend Bruchstücke von Kalkalgen, sowie Foraminiferen, Echinodermen und stellenweise Schalenbruchstücke von Lamellibranchiaten und Ostracoden auf. Die Biogene zeigen teilweise eine extrem starke Mikritisierung. Im fossilreichen Hangendabschnitt knapp unterhalb des Wettersteinkalkes tritt gehäuft schlecht kristallisierter Glaukonit auf.

Fossilien: Aus zahlreichen Lösproben des tieferen Profilabschnittes liegen nur stratigraphisch wenig aussagekräftige Astform-Conodonten vor. Dagegen kann dem unmittelbar unter dem Wettersteinkalk liegenden Hangendbereich der von D. STUR betriebene Fund von *Flexoptychites flexuosus* (MOJS.) und *Paraceratites trinodosus* (MOJS.) zugeordnet werden (L. WAGNER 1970, S. 76). Ebenfalls aus diesem Niveau dürfte unsere aus Lesesteinen stammende Aufsammlung von *Flexoptychites acutus* (MOJS.) und *Parakellnerites boeckhi* (ROTH) angehören (Probe A 451), sowie eine von BITTNER (1894) beschriebene Brachiopodenfauna.

Profil Mitterkeil (Taf. 4/Fig. 5).

A 451: *Gondolella constricta* (MOSHER & CLARK), *G. excelsa* (MOSHER).

Reiflinger Schichten s. str.

Dunkelgraubraune, meist dünnsschichtige (cm-Bereich) und überwiegend welligflächige Kalke, z. T. mit Hornsteinbändern.

Ausgeprägte Knollenkalke treten vor allem in der Sulzbachdecke auf, wo sie in den tieferen Profilabschnitten sehr dunkel gefärbt und ausgesprochen dünnsschichtig entwickelt sind. Im Hangenden liegen dagegen helle Hornsteinkalke mit weitständiger (10 – 15 cm) Bankung und verminderter Hornsteinführung vor. Diese hellen, mittel- bis oberladinischen Bankkalke zeigen zwar makroskopische Ähnlichkeiten zum Raminger Kalk, entsprechen jedoch mikrofaziell der dünnsschichtigen dunklen Varietät. (Deshalb wurde auf eine kartierungsmäßige Trennung dieser beiden Entwicklungen verzichtet).

Im obersten Abschnitt der grobgebankten Entwicklung finden sich auf den Schichtflächen mm-starke Mergelbestege. In diesem Bereich ist auch ein Tuffithorizont erschlossen (Profil Galmeikogel-N; Taf. 4/ Fig. 3), der nach L. WAGNER (1970, S. 66) dem charakteristischen *Daonella cf. indica* (BITTNER) führenden Tuffniveau von Großreifling, Göstling und Frankenfels entsprechen soll.

Die Mächtigkeit der Reiflinger Schichten im Profil Galmeikogel-N (Taf./4 Fig. 3) ist tektonisch stark reduziert; an Stelle der aufgeschlossenen Mächtigkeit entlang der Forststraße von 45 m muß mit einem doppelt so hohen Gesamtbetrag gerechnet werden (L. WAGNER 1970, Taf. 8). Im dargestellten Profil Galmeikogel-N scheint vor allem der höchste, unmittelbar unter den Lunzer Schichten gelegene Anteil der Reiflinger Schichten verlorengegangen zu sein.

In der Reisalpendecke sind die unter dem ladinischen Wettersteinkalk auftretenden Reiflinger Kalke ebenflächig entwickelt. Sie erreichen dort im Profil Mitterkeil eine Mächtigkeit von ca. 50 m (auch in diesem Fall dürfte der stratigraphisch höchste Abschnitt tektonisch amputiert worden sein).

Mikrofazies: Biogenführender Mikrit bis Dismikrit.

Vermutlich lag ursprünglich eine Wechselfolge von biogenreichen, vorwiegend Schwammnadeln und Radiolarien führenden Lagen und biogenarmen, meist nur Ostracoden enthaltenden Lagen vor. Dieser primäre Aufbau, der als Ergebnis eines oszillierenden Wechsels von Sauerstoffangebot und anderer milieuprägender Faktoren angesehen werden kann, ist meist durch Bioturbation verwischt. Der Reichtum an authigen gesproßtem Pyrit spricht für reduzierende Verhältnisse im Sediment.

An Biogenen sind in erster Linie Schwammnadeln (\varnothing 40 μ m) festzustellen, weiters Radiolarien (\varnothing 120 – 160 μ m) sowie fallweise Filamente. In den dickbankigen Reiflinger Schichten können die Filamente, die wahrscheinlich larvale Stadien von Bivalven darstellen, bis zu 10% des Sedimentes ausmachen. In kausalem Bezug dazu steht die Häufung der gleichzeitig auftretenden fecal pellets.

Fossilien: Die Conodontenfaunen des Profils Galmeikogel-N (Taf. 4/ Fig. 3) belegen ein ladinisches Alter.

A 200: *Gladigondolella tethydis* (HUCKR.); Astformen des *Gl. tethydis*-Multielementes.

A 202: *Gladigondolella tethydis* (HUCKR.), *Gondolella trammeri* KOZUR; Astformen des *Gl. tethydis*-Multielementes.

A 203: *Gladigondolella tethydis* (HUCKR.), *Gondolella cf. szaboi* KOVACS.

Raminger Kalk

Hellgraue, grobgebankte (8 – 30 cm), welligflächige Kalke mit Hornsteinen.

Im Untersuchungsgebiet sind die Raminger Kalke nur in der Reisalpendecke in Form einer dünnen möglicherweise tektonisch reduzierten Einschaltung zwischen Wetterstein-

kalk und Lunzer Schichten entwickelt. Am besten ist dieses Schichtglied im Bereich des Unteren Isbary-Forstweges (s. Taf. 3) aufgeschlossen.

Mikrofazies: Biopelmikrit bis -dismikrit.

Als Biogene treten vorwiegend Filamente und Radiolarien auf. Wühlgefüge (\varnothing 1 mm) sind vereinzelt geopetal mit Pellets verfüllt.

Das reichliche Vorkommen von Radiolarien und Conodonten (s. u.) spricht für ein ozeanisches Milieu mit optimalen Lebensbedingungen, wie sie in den anderen Horizonten der Reiflinger Schichten im Arbeitsgebiet nicht gegeben waren.

Fossilien: Ostende des Unteren Isbary-Forstweges, S Gscheid: Probe R 1: *Gladigondolella malayensis* NOGAMI, *Gl. tethydis* (HUCKR.) *Gondolella inclinata* KOVACS, *Carinella hungarica* (KOZUR & VEGH), *G. mungoensis* (DIEBEL), *Hindeodella suevica* TATGE, *H. triassica* MÜLLER und Astformen des *Gladigondolella tethydis*-Multielementes.

N-Abfall des Hohensteines, am Unteren Isbary-Forstweg; Probe R 3: *Gondolella inclinata* KOVACS, *G. polygnathiformis* BUD. & STEF., *Carinella* cf. *mostleri* KOZUR, *Hindeodella suevica* TATGE, *H. triassica* MÜLLER und Astformen des *Gladigondolella tethydis*-Multielementes.

Ostabfall des Sandkogels, an der Forststraße unmittelbar E Schlägelhäusl; Probe R 5: *Gladigondolella malayensis* NOGAMI, *Gl. tethydis* (HUCKR.), *Gondolella inclinata* KOVACS, *G. trammeri* KOZUR; *Hindeodella suevica* TATGE, *H. triassica* MÜLLER und Astformen des *Gladigondolella tethydis*-Multielementes.

Profil Mitterkeil (Taf. 4/ Fig. 5):

A 237: *Gladigondolella tethydis* (HUCKR.), *Gondolella inclinata* KOVACS; *Ozarkodina tortilis* TATGE u. Astformen des *Gl. tethydis*-Multielementes.

A 238: *Gladigondolella tethydis* (HUCKR.), *Gondolella* spec. indet; Astformen des *Gl. tethydis*-Multielementes.

A 239: *Gladigondolella malayensis* NOGAMI, *Gl. tethydis* (HUCKR.), *Gondolella inclinata* KOVACS, *Metapolygnathus* sp. (*mungoensis*?).

3.2.1.3 Wettersteinkalk und -dolomit

Hellgraubraune bis hellgraue, kaum gebankte bis massige Karbonatgesteine, welche zumeist eine stärkere diagenetische Überprägung aufweisen. Im Gelände tritt dieses Niveau wegen seiner Neigung zur Wandbildung morphologisch hervor.

Im Bereich der Lunzer Fazies (Sulzbachdecke) fehlt der Wettersteinkalk bzw. -dolomit vollständig und wird dort von Reiflinger Schichten vertreten.

Erst weiter im Süden, im Bereich der Reisalpendecke, kommt es zur Ausbildung kleindimensionierter Seichtwasserplattformen von unterschiedlicher Ausdehnung und Mächtigkeit. Der laterale Übergang zur Beckenentwicklung der Reiflinger Schichten ist noch an mehreren Stellen, z. B. am Stierhalt-Kogel (L. WAGNER 1970) als Verzahnung erhalten.

Zeitlicher Umfang und Mächtigkeit der Plattformsedimente ist in diesem Bereich sehr unterschiedlich, im Profil Mitterkeil (Taf. 4/ Fig. 5) wird der Wettersteinkalk von Beckenablagerungen des Reiflinger Schichtkomplexes unter- bzw. überlagert und erreicht dort eine Mächtigkeit von 150 – 200 m. Der Wettersteinkalk vertritt im Profil Mitterkeil den Zeitraum höheres Unterladin bis höheres Oberladin.

In der Unterbergdecke folgt über dem Gutensteiner Niveau sofort der Wettersteinkalk bzw. (in stratigraphisch höherer Position) der Wettersteindolomit.

Mikrofazies: Biointrasparit bis biogenführender Intrapelsparit (bzw. -dismikrit). An Biogenen treten häufig Foraminiferen, Ostrakoden, Kalkalgen, Bryozoen und Schwämme auf. Vereinzelt können noch zwei primäre Zementgenerationen beobachtet werden, zumeist aber sind sowohl die Biogenharteile als auch die frühen Zemente einer spätdiagenetischen Lösung und Umkristallisation zum Opfer gefallen.

Ablagerungsbedingungen: Die im Profil Mitterkeil beprobten Bereiche, wie auch die Wettersteinkalke der Brandmauer, gehören einer lagunären Rückriffentwicklung an; ein dazugehöriger Riff- bzw. Vorriffbereich konnte im Untersuchungsgebiet nicht erfaßt werden.

Auffallend ist das rasche und faziell unvermittelte Einsetzen der Seichtwassersedimente über den Beckenablagerungen im Liegenden, ohne daß im Basisbereich des Wettersteinkalkes Anzeichen einer Riff- oder Vorriffentwicklung zu beobachten wären. Das Fehlen einer solchen Zonenabfolge ist entweder tektonisch bedingt oder könnte auf eine flache Morphologie der Plattformränder hinweisen, welche eine rasche Ausdehnung der Karbonatplattform über das Becken begünstigt haben dürfte.

Fossilien:

Profil Mitterkeil (Taf. 4/ Fig. 5):

A 224: *Meandrospira dinarica* KOCHANSKY-DEVIDE & PANTIC, *Earlandia amplimuralis* (PANTIC).

A 225: *Glomospira* sp., *Trochammina* cf. *almtalensis* KOEHN-ZANINETTI, „*Trochammina*“ *persublima* KRISTAN-TOLLMANN, *Ammobaculites wirzi* KOEHN-ZANINETTI.

A 226: *Jaculella tintinniformis* (MISIK), *Ammobaculites wirzi* KOEHN-ZANINETTI. „*Trochammina*“ *persublima* KRISTAN-TOLLMANN, *Meandrospira dinarica* KOCHANSKY-DEVIDE & PANTIC.

4. Der historische Bergbau, Beschreibung der Grubengebäude, Hauptmineralisation, Beschreibung der Vererzungstypen

4.1 Historischer Überblick

Geschichtliche Arbeiten über die in den östlichen Kalkalpen gelegenen Blei-Zink-Bergbaue sind mehrfach erschienen. Hier wird eine Zusammenfassung und Erweiterung dieser Arbeiten vorgelegt, um ein möglichst vollständiges Bild von den Kenntnissen über die ehemaligen Lagerstätten zu geben.

Aus der Betriebszeit der Bergbaue gibt es nur wenige Unterlagen über die Geologie und Mineralogie der Vererzungen, abgesehen von den noch erhaltenen Grubenkarten und Aufzeichnungen im Hofkammerarchiv in Wien (vgl. Abb. 5 und Tab. 1) und im Archiv der Montanuniversität Leoben. Eine Umrechnungstabelle für alte Maßeinheiten gibt Tabelle 7.

4.1.1. Annaberg

Der Vererzung von Annaberg wurde 1751 von einem Gastwirt entdeckt, dessen Proben von „k.k. Probiramt in Wien“ als reich an Silber befunden wurden. Bereits 1752 wurde mit den Aufschließungsarbeiten begonnen, und zwar durch Anschlagen des St. Theresien-Stollens im St. Anna-Grubenfeld am Südosthang des Hochecks (Abb. 6). 1753 wurde am Osthang des Hochecks die St. Joachims-Grube durch Anschlagen des gleichnamigen Stollens angefahren. Bis zur ersten Prägung eines Ausbeutetalers (1758) wurden etwa 1.600 kg Feinsilber gewonnen. Trotz einer anschließenden Abnahme der Silberausbeute – die Verschuldung stieg deshalb enorm an – wurde 1760 eine Schmelzhütte im Lassingbachtal errichtet. Bis dahin waren die Erze zur Verhüttung nach Zarnovice in Ungarn gebracht worden. Mit der Errichtung der „Annaberger Hütte“ kam es auch zur Verarbeitung von Erzen aus fremden Gruben. Neben Bleiglanz von Bleiberg/ Kärnten und später auch vom Schwarzenberg, von der Frein und wahrscheinlich von der Brandmauer wurde z. B. auch Schladminger Berggold verhüttet. Ab 1762 kam es durch Produktionssteigerung wieder zu einer ergiebigen Silberausbeute, die 1765 zur Prägung eines zweiten Ausbeutetalers führte (Feinsilberproduktion in der Zeit von 1762 bis 1765 ca. 365 kg). Neben der Silbererzförderung wurden auch erhebliche Mengen Zinkerz ausgebracht, was 1765 zur Errichtung eines Messingwerkes in der Schmelz führte. Das benötigte Kupfer wurde aus Spitz an der Donau und aus Ungarn herangeführt. Ebenfalls 1765 wurde am Galmeikogel ein neues Bleiglanz- und Zinkvorkommen entdeckt (St. Joannis – Nepomuceni-Fundgrube), das vorerst die Rentabilität der Messingfabrik sicherte. 1767 kam es zur letzten Gewinnausschüttung des Bergbaues, der von da an passiv arbeitete. In den Jahren von 1768 bis 1783 wurden nur etwa 280 kg Feinsilber aus den Annaberger Erzen gewonnen. Auch die Zinkerzförderung verlor wieder an Bedeutung, sodaß 1780 die Messingfabrik in ein „Kupferauszainwerk“ umgewandelt wurde. 1805 oder 1814 wurde der Bergbau endgültig eingestellt, und 1821 kam es zur Versteigerung der Werkskomplexe und wahrscheinlich zur Schließung des bestandenen k.k. Hüttenamtes zu Annaberg.

Literatur: STÜTZ, A. 1807; HALLER, A. 1982; POSEPNÝ, F. 1894; HABERFELLNER, J. 1907; MAYRHOFER, R. J. 1948.

Tabelle 1: Verzeichnis der im Hofkammerarchiv in Wien befindlichen Grubenkarten der ehemaligen Bergbaugebiete bei Annaberg, Schwarzenberg, Puchenstuben und Frein.

1. Annaberg

- Pd 1: um 1757; „Grund- und Profil-Mappa über das 1 1/2 Stund von St. Anna-Berg gegen Mittag entfernt, in der sogenannten hohen Allm am großen Ort der Leisinger Hüet hinter den Gebürg Hochstall befindliche Bergwerck“
- Pd 2: 1739; Ansicht der Felsen am Hocheck mit der Lage der ersten Einbaue
- Pd 27: um 1765; Grund-Rieß von der St. Anna Fund-Gruben, den St. Theresia- und Caroli-Stollen, nebst den darüber befindlichen Läufe
- Pd 28: 1765; 1. Grund-Rieß des ersten Zubau-Stollens mit dem zwischen St. Anna-Fundgruben und besagter . . . befindlichen Untersuchungen
2. Zweiter Zubaustollen
3. Dritter und Vierter Zubaustollen
- Pd 29: 1759; Grund- und Profiliriß der St. Anna Fundgruben
1756; Lageskizze der St. Anna Fundgruben
- Pd 30: um 1760; St. Joachims Gruben mit Lage der St. Anna Einbaue
- Pd 31: um 1760; St. Anna und St. Joachims Gruben mit allen Strecken
- Pd 58: 1773; Werksgebäude und Schmelzöfen (Ansicht und Bauplan)
- Pd 99: 1769; St. Anna und St. Joachims Fundgruben
- Pd 128: 1769; Sct. Joannis (Nepomuceni) Fund-Grübener Grund- und Profill-Rieß
- N 202: 1794; Messingwerke in der Schmelz
- H 77: 1775; Grundriß der Schmelz
- K 61: 1777; genaue Situationsskizze des Raumes um Annaberg

2. Schwarzenberg.

- Pd 140 (1): um 1774; „Grund, und Profill-Rieß über Das am Schwartzten Berg ohnweit Tyrniz gelegenen Kayser Josephi Fund-Grübner Berggebäude zu St. Annaberg in Österreich gehegig“
- Pd 140 (2): 1776; Grund, und Profill Rieß über Daß am Schwartzten-Berg ohnweit Thyrnitz gelegenen Kayser Josephi Fund-Grübner Berggebäude zu St. Annaberg in Österreich“
- Pd 141: 1779; „Grund und Profill Riß Ueber die Kai. König. Schwarzenberger Josephi Fundgrube bei Tirnitz in Unter Oesterreich“

3. Puchenstuben

- Pd 26: um 1765; „Grundt- und Profill-Rieß von dem in der Brandteben befundenen Bergbau“
- Pd 144: 1784; Brandeben

4. Kohlanger W Frein

- Pd 34: um 1760; „Von dem in der Proles hinter Mariazell in der Steier Mark befindlichen Kießbergbau“

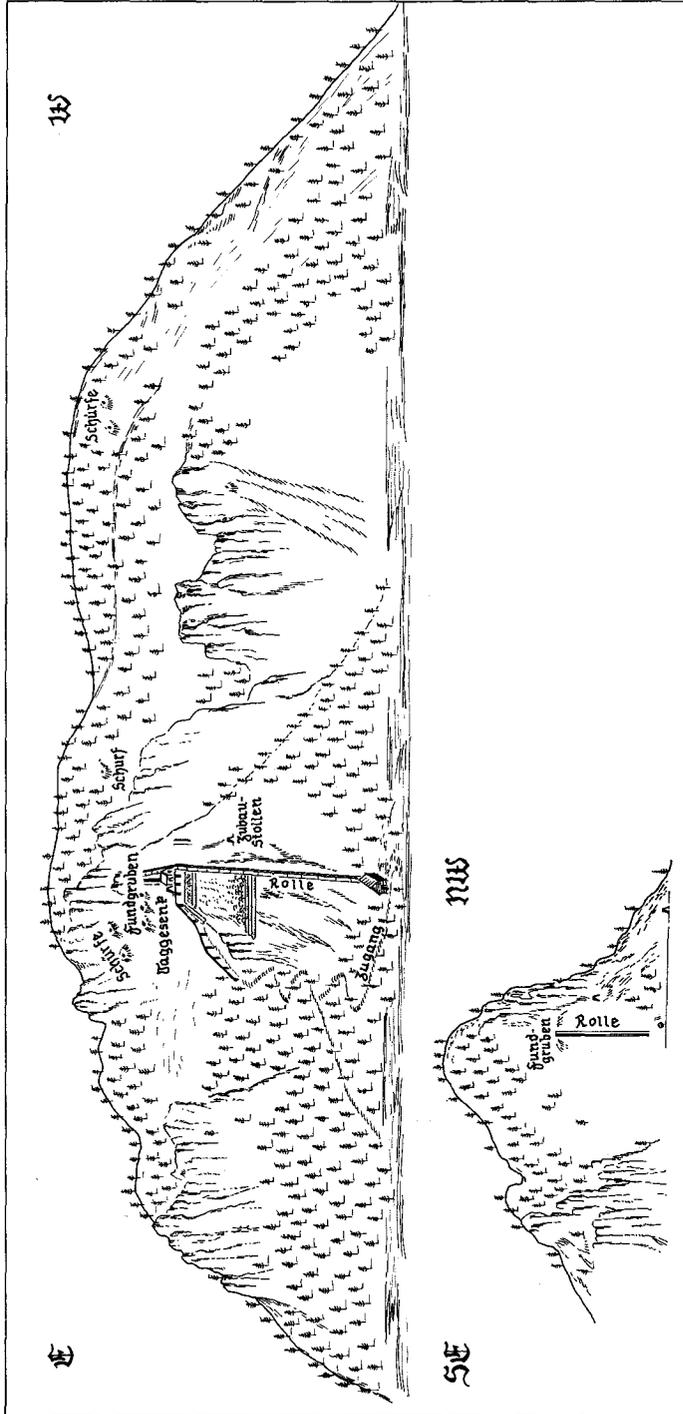
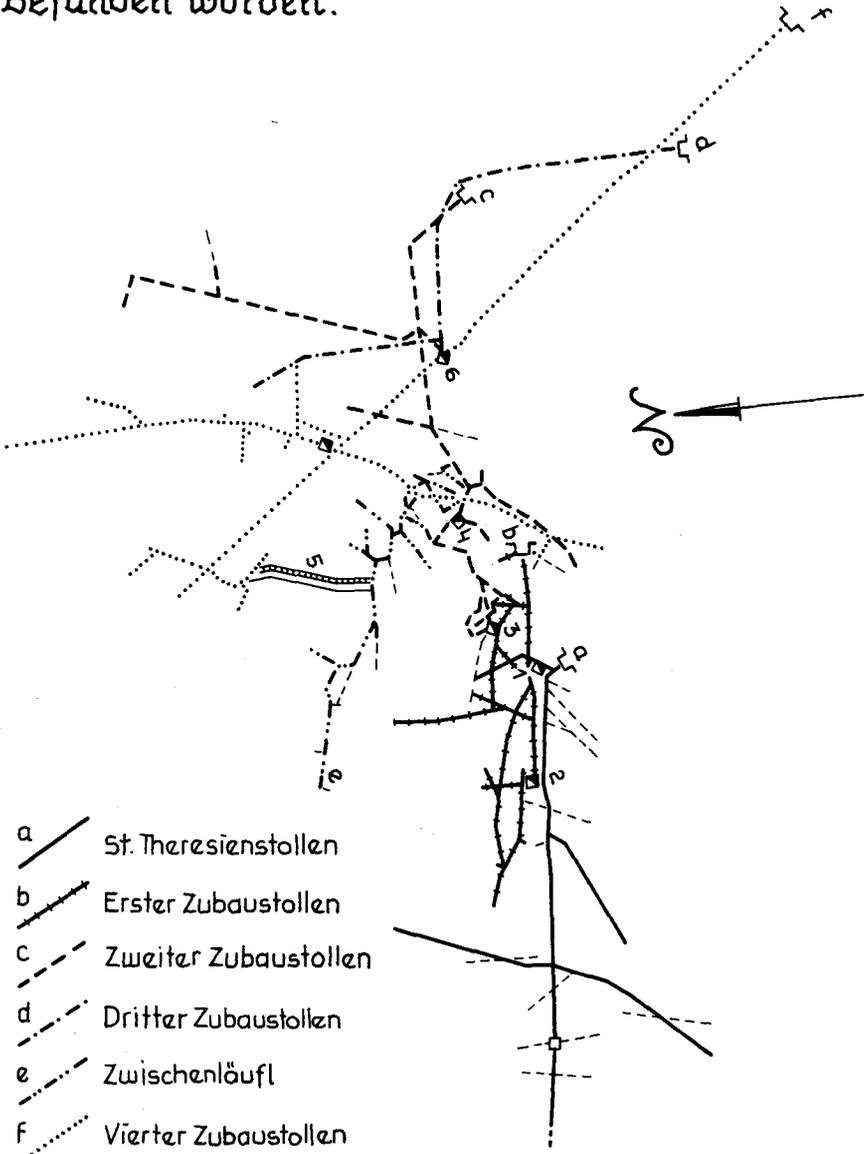


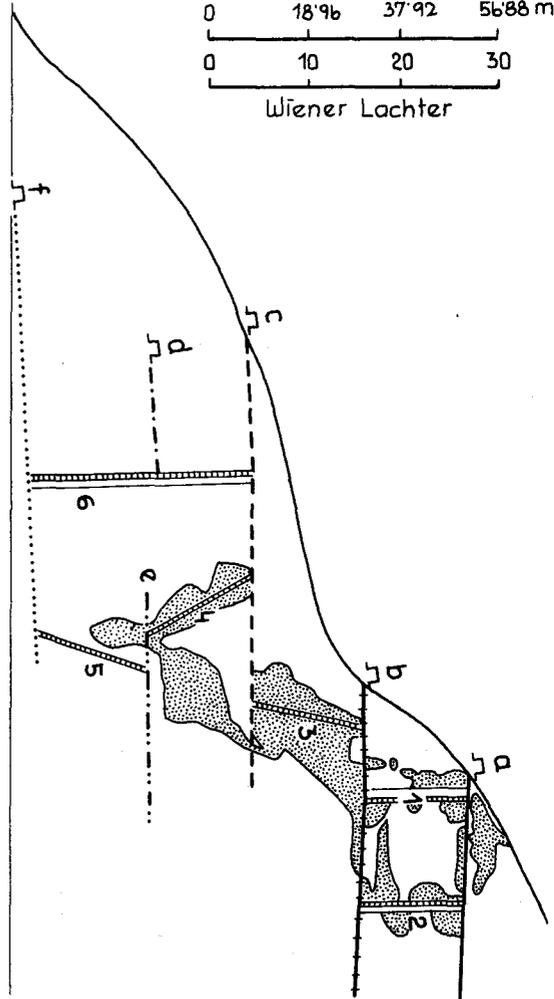
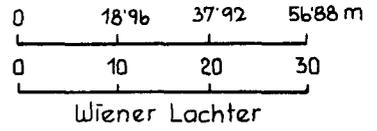
Abb. 5: Historische Ansicht des Schwarzenberger Revieres.

Von dem in Nieder Österreich ohnweit St. Annaberg auf der so genannten Hoch-Alm befindlichen Bergbau, wie selber bei verschinnen im Monat Maja 1759 befunden worden.



- a / St. Theresienstollen
- b / Erster Zubaustollen
- c / Zweiter Zubaustollen
- d / Dritter Zubaustollen
- e / Zwischenläufl
- f / Vierter Zubaustollen

Abb. 6: Historischer Grubenplan „Von dem in Nieder-Österreich ohnweit St. Annaberg auf der sogenannten Hoch-Alm befindlichen Bergbau, wie selber bei verschinnen im Monat Maja 1759 befunden worden“.



- 1 St. Caroli Gesenk
- 2 St. Theresien Gesenk
- 3 Gesenk zw. Ersten u. Zweiten Zubaustollen
- 4 Gesenk zw. Zweiten Zubau u. Zwischenläufl
- 5 Gesenk zw. Zwischenläufl u. Vierten Zubaustollen
- 6 Gesenk zw. Zweiten und Vierten Zubaustollen

 Abbaue

4.1.2 Schwarzenberg

Die erste urkundliche Erwähnung besagt, daß der Bergbau 1623 begonnen und in der Folge wieder aufgelassen wurde. Im Jahre 1662 verlangte Johann Baptist von Khunitz von Kaiser Leopold I. ein altes, verlegenes Bergwerk zu erheben. Er bekam Bescheid, daß das Aerarium gedenke, den Abbau selbst zu betreiben. 1687 kam es dann zur Wiederaufnahme der Arbeiten durch Graf Theodor von Sinsenburg, welcher 1.000 „Centner“ (= 56.000 kg) Blei lieferte. 1705 ging der Bergbau in den Besitz des Fürsten Liechtenstein über. Erst durch die zweite maria-theresianische Bergwerkserhebung, die allen hier behandelten Bergwerken wieder zu Bedeutung verhalf, wurde der Blei-Zink-Abbau 1774 erneut aufgenommen (Abb. 7). Zwischen den Jahren 1776 und 1780 wurden ca. 460 Tonnen Reinblei erzeugt. Nach diversen Angaben enthielt das derbe Bleierz 60 bis 70 Pfund (= 33,6 – 39,2 kg = 60 – 70%) Blei und ein Viertelloth (= 4,37 g = 78 ppm) Silber im Centner (= 56 kg). So wurden 1783 aus dem Schwarzenberger Revier ca. 22 kg Feinsilber bei der Annaberger Hütte eingelöst. Der Bergbau wurde bis 1813 betrieben; er war bis 1805 rentabel, von da an passiv.

Literatur: STÜTZ, A. 1807; HAIDINGER, W. 1848; BARTH, K. 1929.

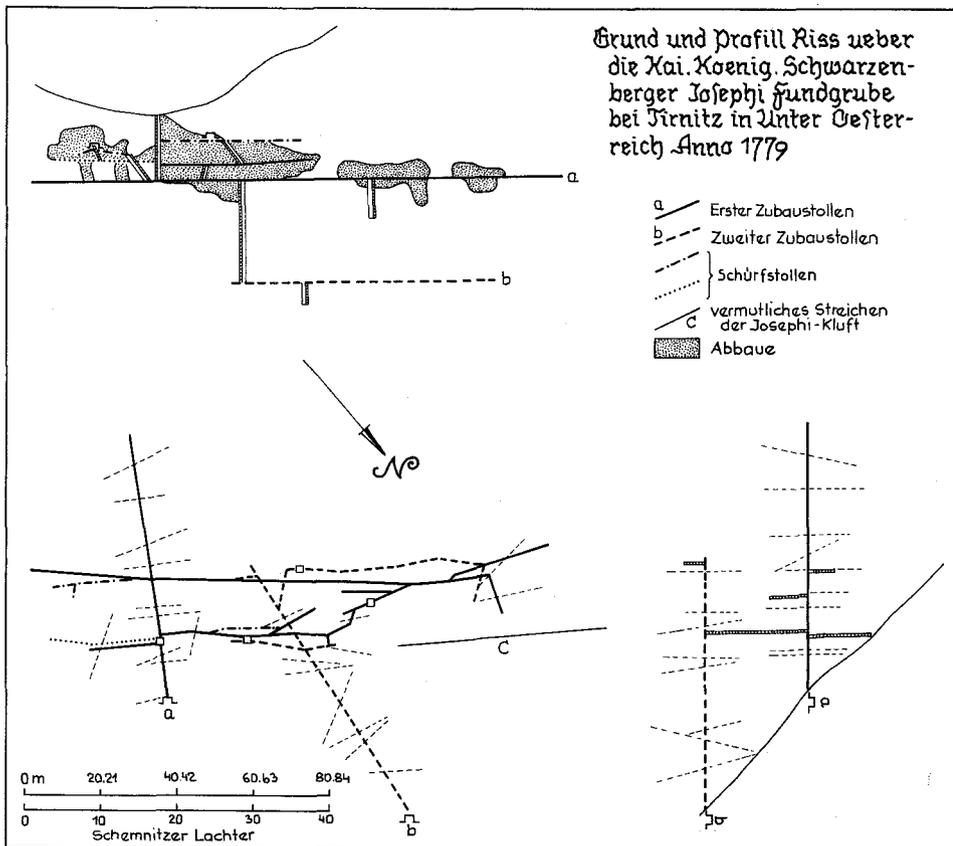


Abb. 7: Historischer „Grund und Profill Riss ueber die Kai. Koenig. Schwarzenberger Josephi Fundgrube bei Tirmitz in Unter Oesterreich Anno 1779“.

Grund- und Profil Rieß von dem in Proles hinter
 Maria Zell in Steier Mark befindlichen Kieß
 Bergbau (um 1760)

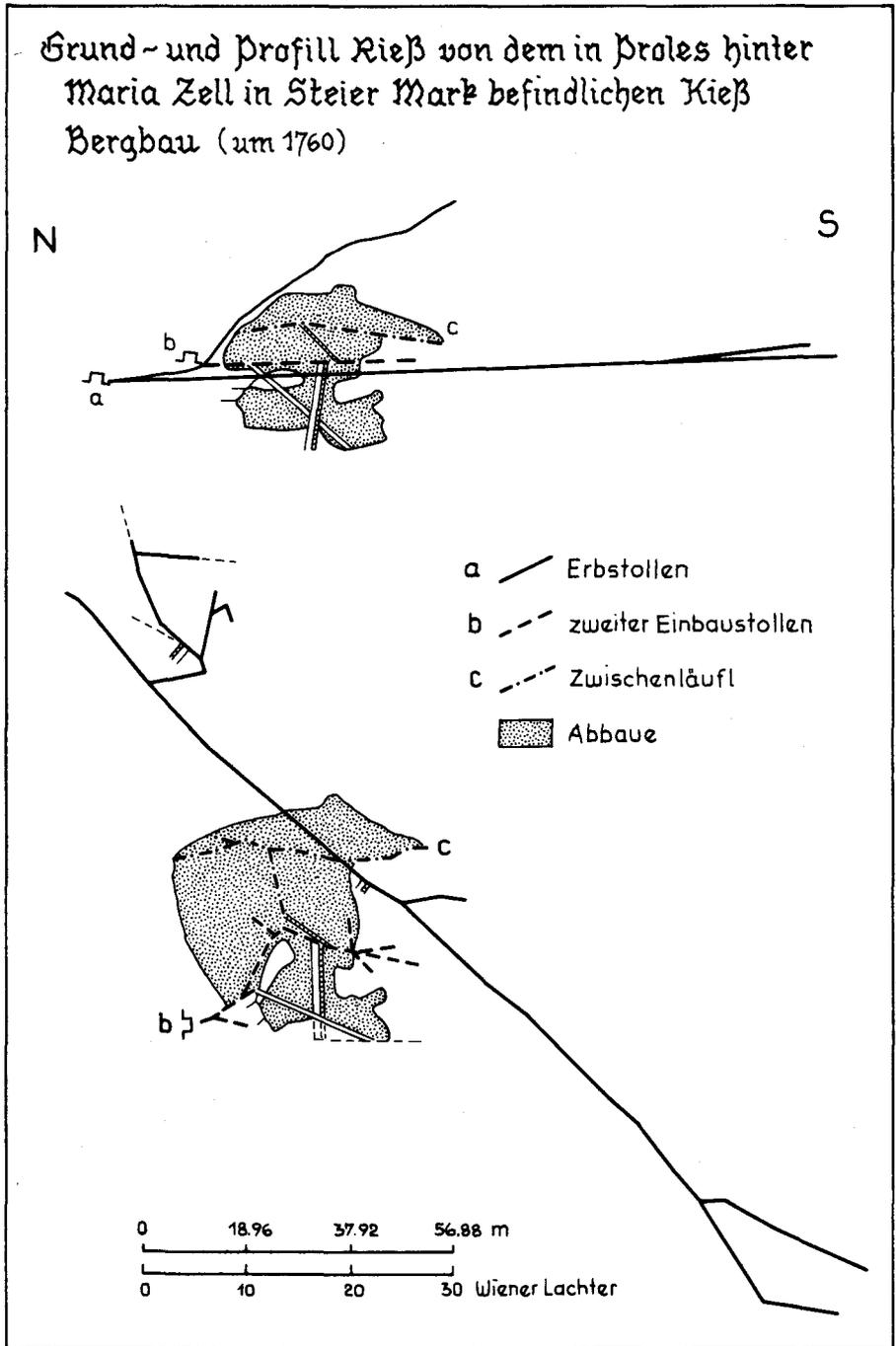


Abb. 8: Historischer „Grund- und Profil Rieß von dem in Proles (= Kohlinger, westlich Frein) hinter Mariazell in Steiermark befindlichen Kieß Bergbau“, um 1760.

4.1.3 Arzriedel, Brandmäuer und Kohlanger

Historische Angaben über diese drei eher unbedeutenden Bergwerke bzw. Schürfe sind kaum zu finden. Über die alten Schürfe am Arzriedel waren überhaupt keine Angaben oder Aufzeichnung in der Literatur und in den Archiven zu finden.

Über die Vererzung in der Brandmäuer gibt es im Hofkammerarchiv in Wien nur zwei alte Grubenkarten aus den Jahren um 1765 und 1784; von daher ist eine ungefähre Datierung der Schurfstätigkeit abzulesen.

Der Bergbau bei Kohlanger westlich Frein wurde um 1505 auf Silber hin betrieben. Aus einem geförderten Centner Blei wurden 6 Loth (= 105 g = 1875 ppm) Silber gewonnen. Die Jahresproduktion an Erz lag bei 2.000 Kübeln (= 65,71 m³). Obwohl zwei Schmelzöfen angelegt wurden, mußte der Bergbau in der Folge wegen zu hoher Kiesgehalte eingestellt werden. Zur Zeit der zweiten maria-theresianischen Bergwerkserhebung wurde dieser „Kießbergbau“ wieder aufgenommen, wie dies aus einer Grubenkarte, datiert um 1760, ersichtlich ist (Abb. 8).

Literatur: GEYER, R. 1925; BAUER, F. & HOLZER, H. 1964; SCHULZ, O. & KOSTELKA, L. 1965.

4.2. Beschreibung der Grubengebäude

Durch genaue Begehungen wurde zunächst versucht, die räumliche Ausdehnung der jeweiligen Lagerstätten zu erfassen. Die noch befahrbaren Grubengebäude wurden vermessen und z. T. geologisch aufgenommen. Im Anschluß daran wurden die im Hofkammerarchiv in Wien noch vorhandenen Grubenkarten ausgewertet und mit den angefertigten Aufzeichnungen verglichen.

4.2.1 Annaberg

Das Grubenfeld der Annaberger Vererzung wies drei Abbauswerpunkte auf. Das erste, größte und ergiebigste Revier lag am Südosthang des Hochecks und wurde St. Anna-Fundgrube genannt. Das zweite Revier lag mit der St. Joachims-Fundgrube am Osthang des Hochecks. Am Südosthang des Galmeikogels lag das dritte Revier, die St. Joannis (Nepomuceni)-Fundgrube. Alle drei Reviere sind auch noch heute leicht durch die vorhandenen Halden und Einbaue wiederzufinden (s. Abb. 2).

Die St. Anna-Fundgrube war das ehemals am besten aufgeschlossene Revier mit dem St. Theresia-Stollen und vier weiteren Zubaustollen. Das gesamte Stollen- und Streckennetz belief sich auf ca. 2.000 m. Hinzu kamen noch 280 m, die an Schächten und Gesenken abgeteuft wurden. Der Vierte Zubau- und gleichzeitig Erbstollen lag 90 m unterhalb des Einbaustollens (s. Abb. 6).

Vom gesamten Grubengebäude ist gefahrlos nur noch der St. Theresien-Stollen (Abb. 9), der als erster angeschlagen wurde, befahrbar. Das Mundloch dieses Stollens liegt am Südosthang des Hochecks in 1160 m Seehöhe neben einer Nordost-Südwest streichenden Felsflucht. Der Stollen wurde etwa 190 m in westnordwestlicher Richtung, einer Hauptkluft

folgend, etwa quer zum Streichen der Gesteine vorangetrieben. Vier noch befahrbare Strecken gehen nach SW bzw. nach NE ab, auch sie folgen Klufrichtungen. In unmittelbarer Nähe des fast vollständig verstürzten Mundloches findet sich das St. Caroli-Gesenk und etwa 20 m weiter im Stollen folgt das St. Theresien-Gesenk. Beide Gesenke verbinden den Einbaustollen mit dem 21 m tiefer liegenden Ersten Zubaustollen. In unmittelbarer Nähe des St. Theresien-Gesenkes findet sich noch ein bis obertags führender Aufbruch. Insgesamt wurden mit dem Einbau ca. 360 m Strecken aufgefahren.

Der Erste Zubaustollen wies ein Streckennetz von 310 m auf. Von ihm ist nur noch das Mundloch bis zum St. Caroli-Gesenk befahrbar. Ein etwa 10 m vom Mundloch entferntes Gesenk, das zum 23 m tiefer liegenden Zweiten Zubaustollen führte, ist verstürzt.

Der Zweite Zubaustollen wurde durch 390 m Strecken aufgefahren. Von ihm führte ein Schacht 45 m tief zum Vierten Zubau. Ein weiterer 23 m tiefer Schacht führte zu einem Zwischenläufel, welches in Höhe des Dritten Zubaustollens lag.

Der Dritte, eher unbedeutende, Zubaustollen umfaßte ein Streckennetz von 110 m. Das durch 340 m Strecken und 115 m Aufbrüche und Gesenke aufgefahrne Zwischenläufel stand mit dem Dritten Zubau in keiner Verbindung.

Der als Erbstollen angelegte Vierte Zubaustollen wurde ca. 205 m in nordnordwestlicher Richtung in den Berg hineingetrieben. Von diesem Stollen ging ein Streckennetz von 250 m Länge ab.

Die St. Joachims-Fundgrube liegt am Osthang des Hochecks. Bei dem zur obersten Halde gehörenden Einbau handelt es sich um den St. Joachims-Stollen (Abb. 10). Dieser gegen Südwesten vorgetriebene Stollen folgt Störungen, die gegen Südwesten bzw. Süden streichen. Entlang der Störungen sind mehrere Abbaue vorhanden. Das gesamte Streckennetz des St. Joachim-Stollens beläuft sich auf ca. 150 m, die noch gut befahrbar sind. Ca. 25 m unterhalb des Einbaustollens lag ein gegen Westen vorgetriebener Zubaustollen, der etwa 90 m lang war. Von diesem Stollen aus ging der Abbau noch 32 m in die Tiefe. Dieser Zubaustollen und der Verbindungsschacht zum Einbaustollen sind verstürzt.

St. Joannis (Nepomuceni)-Fundgrube wurde das dritte Revier mit seinem Abbauschwerpunkt am Südosthang des Galmeikogels genannt. Diese Fundgrube wurde durch den St. Maria-Erbstollen angefahren, der anfangs gegen Westsüdwesten und nach etwa 75 m gegen Südsüdwesten vorgetrieben wurde. Seine Gesamtlänge betrug 155 m. Eine Befahrung des Stollens ist sehr schwierig, da durch einen Erdwall am Mundloch das Wasser in der Grube ca. 80 cm hoch aufgestaut ist (erhebliche Sicherheitsvorkehrungen erforderlich). 26 m oberhalb des Einbaustollens befindet sich ein verstürzter Zubaustollen. Beide Stollen waren durch einen Schacht miteinander verbunden. Das Streckennetz des Zubaustollens betrug 120 m. Westnordwestlich vom St. Maria-Stollen befand sich ein etwa 125 m tiefer Schacht.

Am Galmeikogel gab es noch eine Anzahl von weiteren Schürfen und Schurfstollen, die jedoch alle ohne große Bedeutung waren.

Der St. Josephi-Stollen lag am Südhang des Galmeikogels in der Höhe des damaligen Fuhrweges. Seine genaue Position läßt sich heute nicht mehr mit Sicherheit feststellen.

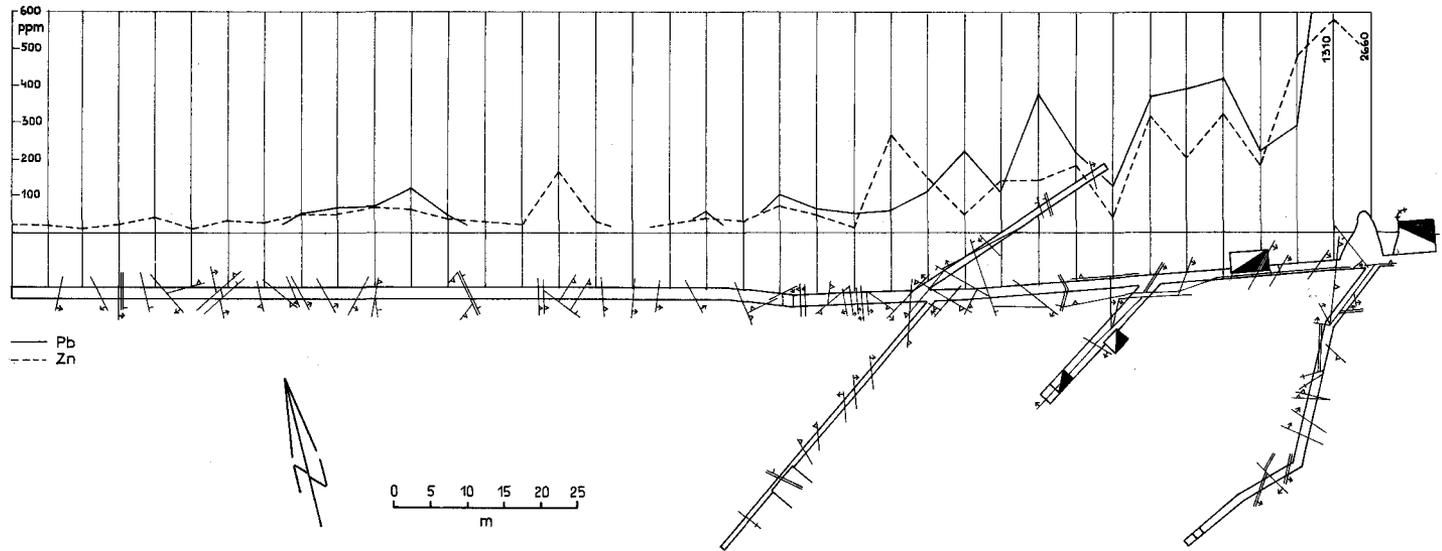


Abb. 9: Grubenplan des Annaberger St. Theresien-Stollens (Aufnahme: G. ANTONIUS 1965, G. HAGENGUTH 1981) mit der Pb-Zn-Verteilung.

4.2.2 Arzriedel

Über die bergbauliche Tätigkeit am Arzriedel sind in der Literatur und in den Archiven keine Angaben zu finden. Aus den Beobachtungen im Gelände ist jedoch zu schließen, daß es sich hier nur um zwei Schurfstollen und mehrere Schürfe handelte. Diese Schurfstollen wurden, betrachtet man das Volumen der Halden, nicht sehr weit gegen Süden vorgetrieben.

Die Halden weisen teilweise reiche Erzführung auf.

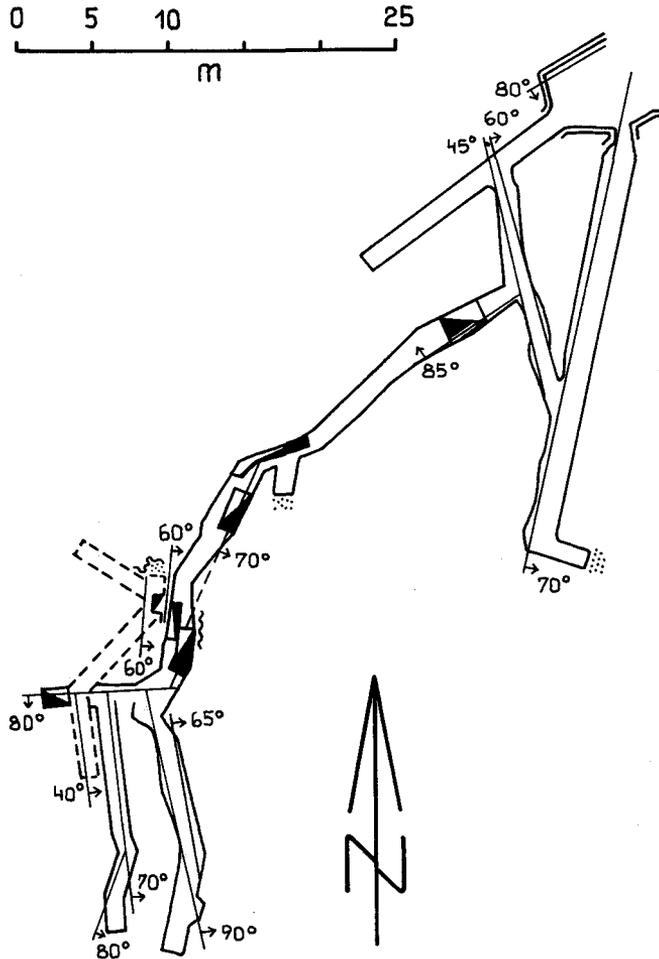


Abb. 10: Grubenplan des Annaberger Joachim-Stollens (Aufnahme: G. HAGENGUTH 1981), Wellenlinie = anstehendes Erz.

4.2.3 Schwarzenberg

Das Grubenfeld der Schwarzenberger Vererzung umfaßt zwölf offene Stollen, bzw. kurze, untertage führende Schürfe, zwei obertags ausbeißende und abgebaute Klüfte sowie etliche verbrochene Mundlöcher und Schürfe. Die Einbaue liegen alle am Nordhang des Schwarzenberges in etwa 960 bis 980 m Seehöhe (s. Abb. 3).

Auch hier konnten drei Abbauswerpunkte festgestellt werden. Das erste Revier lag im Bereich der noch deutlich erkennbaren großen Halden südöstlich vom Gscheid (Kote 841 m) und wurde Kaiser Josephi-Fundgrube genannt. Bei der zweiten Anhäufung von Grubengebäuden, ca. 330 m westlich der Kaiser Josephi-Fundgrube gelegen, handelt es sich wahrscheinlich um die Maria Theresien-Schürfe mit dem Theresien-Stollen. Das dritte Revier, das St. Josef-Revier, lag südsüdwestlich der Kote 841 (Gscheid). Hier sind noch zwei größere Grubengebäude befahrbar, wobei es sich bei dem unteren Stollen um den St. Josefs-Stollen handeln könnte.

Die Kaiser Josephi-Fundgrube (Abb. 11) ist heute das noch am besten aufgeschlossene Revier des ehemaligen Bergbaues. Befahrbar sind der Zweite Zubaustollen und die am Tag ausbeißenden und abgebauten Klüfte mit einigen Nebenstrecken oberhalb des ersten Zubaues. Es dürfte sich bei diesen Klüften um die ältesten Abbaue der gesamten Reviere handeln, wobei die untere Klüft die Kaiser Josephi-Kluft darstellt und die obere Klüft Joachimi-Kluft genannt wurde. Diese zwei etwa 20 m auseinander liegenden, von Westen gegen Osten streichenden und fast saiger einfallenden Klüfte waren stark vererzt (wahrscheinlich 1 – 2 m mächtig); heute noch sind Vererzungen an den Ulmen erkennbar.

In unmittelbarer Nähe der Kaiser Josephi-Kluft befindet sich das Mundloch eines Stollens, der nach 10 m in ein mit 30° einfallendes Gesenke übergeht. An der Sohle dieses Gesenkes findet sich eine ebenfalls West-Ost streichende, jedoch wenig vererzte Klüft.

Diese Klüfte wurden mit dem Ersten Zubaustollen (Kaiser Josephi-Stollen) überfahren. Von diesem Stollen wurden dann entlang der vererzten Klüfte Strecken aufgeföhren.

Der zweite Zubaustollen (Abb. 11) wurde im Jahre 1775 angeschlagen, wie es die eingemeißelte Jahreszahl am Ostulm des Mundloches bezeugt. Auch dieser Stollen durchfährt die zwei oben erwähnten Klüfte; diese sind dort nicht merklich vererzt. Dagegen ließen die entlang der Klüfte ausgerichteten Strecken die Bergleute weiter im Westen wieder auf Erz stoßen.

Das Maria Theresia-Revier umfaßt fünf Abbaue, von denen nur noch der fünfte Stollen (ein 10 m langer, gegen Süden vorgetriebener Schurf) und der dritte Stollen, der Theresien-Stollen (Abb. 12) befahrbar sind. Dieser Stollen wurde ca. 35 m gegen Süden vorgetrieben, die anschließend aufgeföhrenen Strecken folgen wieder West-Ost streichenden Klüften. Die Klüfte waren wahrscheinlich nur wenig vererzt – zumindest konnte keine anstehende Vererzung gefunden werden, auch die Halde des Stollens ist taub. Nur auf der

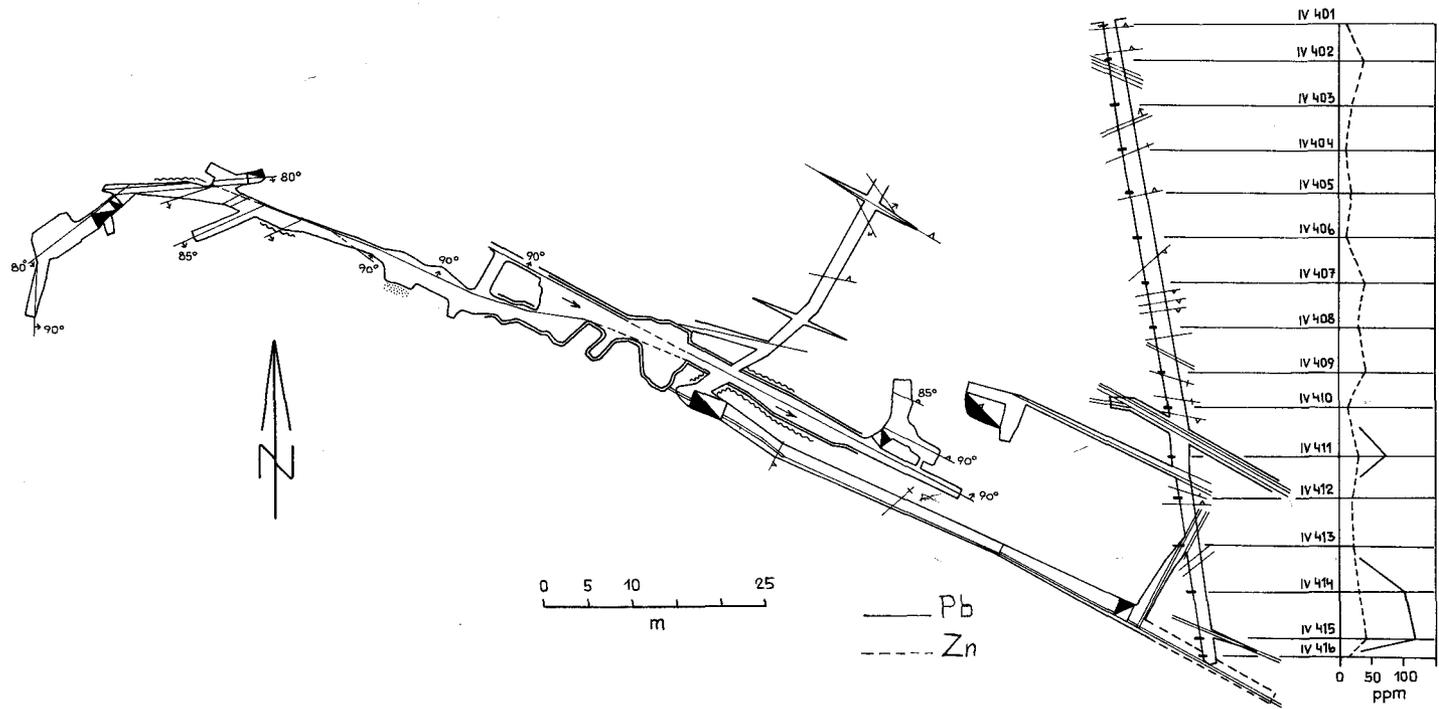


Abb. 11: Grubenplan der Schwarzenberger Kaiser Josephi-Fundgrube, 2. Stollen (Aufnahme: G. ANTONIUS 1965, G. HAGENGUTH 1981) mit der Pb-Zn-Verteilung, Wellenlinie = anstehendes Erz.

Halde des vierten Stollens (verstürzt) finden sich vereinzelt noch Handstücke, die Bleiglanz enthalten. Das Revier darf als das am wenigsten vererzte Gebiet der ehemaligen Lagerstätte angesehen werden.

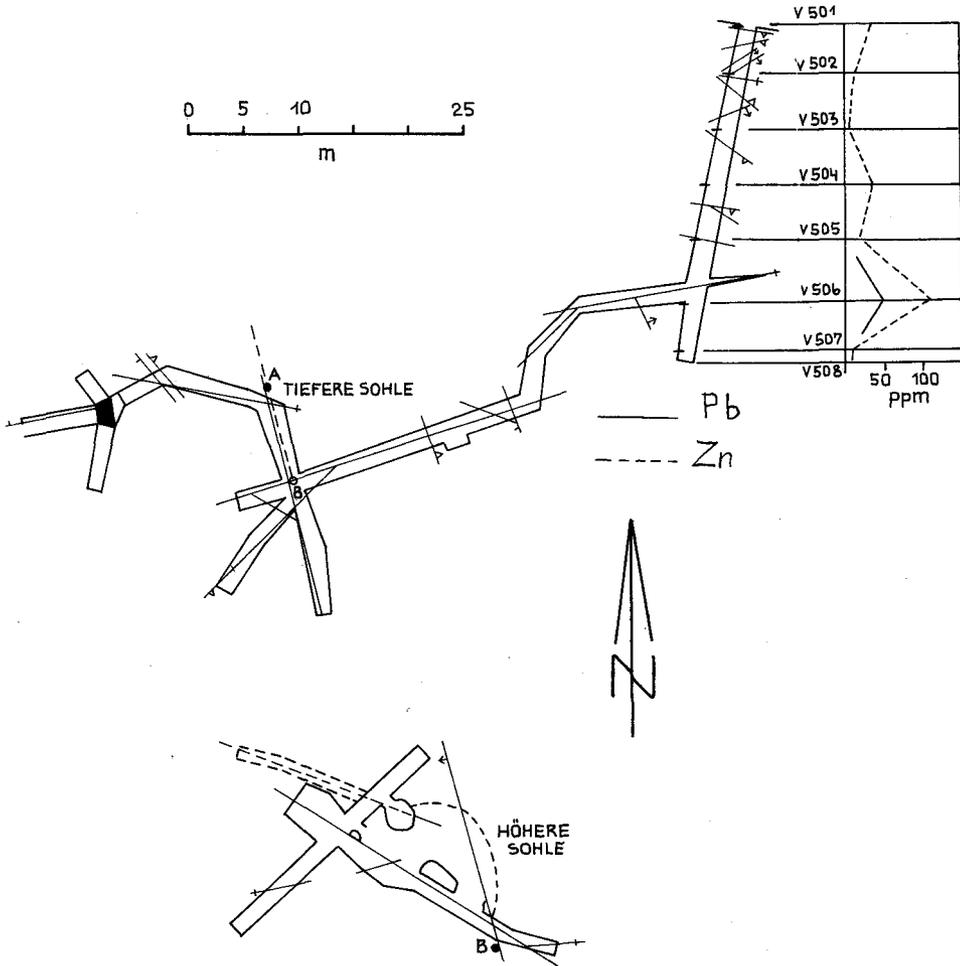


Abb. 12: Grubenplan des Schwarzenberger Maria Theresia-Schurfes, 3. Stollen (Aufnahme: G. ANTONIUS 1965) mit der Pb-Zn-Verteilung.

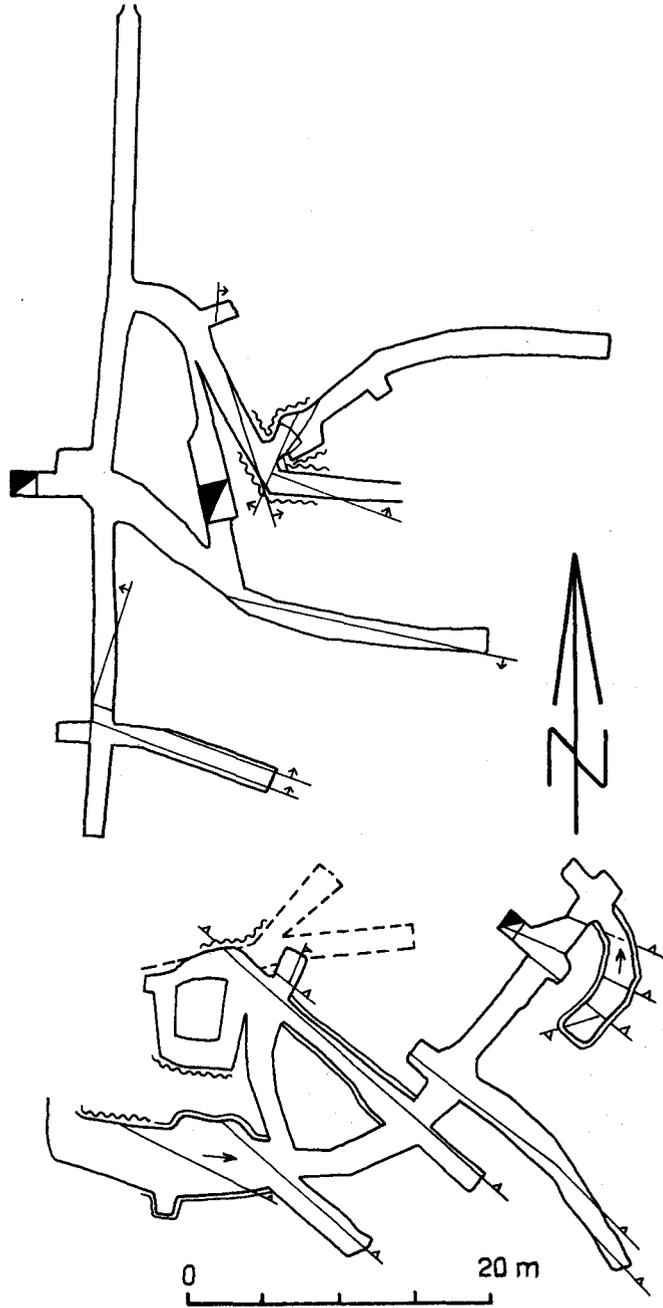


Abb. 13: Grubenplan des Schwarzenberger St. Josef-Revieres, 6. u. 7. Stollen (Aufnahme: G. HAGENGUTH 1981), Wellenlinie = anstehendes Erz, 7. Stollen im N, 6. Stollen im S.

Im St. Josef-Revier sind noch zwei Grubenbaue befahrbar, die ca. 15 m übereinander liegen, ohne aber miteinander verbunden zu sein. Der siebente Stollen (Abb. 13) wurde etwa 55 m gegen Süden vorgetrieben, und die von ihm ausgerichteten Strecken folgen zum größten Teil West-Ost streichenden Störungen. Im Bereich einiger dieser Störungen sind Vererzungen anstehend.

Der darüberliegende sechste Stollen (Abb. 13) ändert seine Streichrichtung von Osten gegen Nordosten. Die Klüfte und die damit verbundenen Strecken, die vom Stollen abzweigen, streichen etwa Nordwest-Südost und weichen damit von den bisher beschriebenen Streichrichtungen etwas ab. Mehrere Stellen mit anstehender Vererzung sind zu beobachten.

Die Halden des dritten Reviers sind verhältnismäßig groß und zum Teil noch reich an vererzten Brocken, sodaß ausgedehnte Grubengebäude hinter den verstürzten Mundlöchern zu vermuten sind.

Bemerkenswert sind noch zwei ca. 50 m lange, parallel angelegte, von Norden nach Süden streichende Schlitze westlich des achten Stollens, die wahrscheinlich zur Auffindung vererzter Klüfte angelegt wurden.

Bei den Stollen ganz im Osten und Westen des ehemaligen Lagerstättengebietes (neunter, zehnter und zwölfter Stollen, Tafel 3) handelt es sich um ca. 10 bis 20 m weit in den Fels vorgetriebene Schürfe, die keine Vererzung erkennen lassen.

Die noch vorhandenen und befahrbaren Grubengebäude wurden zum größten Teil vermessen, die wichtigsten Klüfte sind eingetragen. Auf eine weitere geologische Aufnahme konnte verzichtet werden. Der massige, unstrukturierte Wettersteinkalk läßt auch im Grubengebäude keine eindeutige Schichtung erkennen, sodaß sein flaches, gegen Süden gerichtetes Einfallen nur aus der obertägigen Lagerung des Reiflinger und Raminger Kalkes ermittelt werden kann. Teilweise sind die Grubengebäude, besonders die Schächte, mit hartem Sinter überzogen, sodaß die Aufnahme eines größeren, zusammenhängenden, sedimentologischen Profiles nicht möglich war.

4.2.4 Brandmauer

Im Gebiet der Brandmauer sind auch heute noch Anzeichen für eine ehemals ausgedehnte Bergbauaktivität vorhanden. So wurden mehrere obertags ausbeißende und etwa SW-NE streichende Klüfte abgebaut. Neben diesen Tagbauen gab es noch mehrere gegen N bzw. NW vorgetriebene Stollen (zwischen 30 und 50 m lang), von denen Gesenke und vereinzelt Querschläge zu den Abbauen führten (O. SCHULZ & L. KOSTELKA, 1965).

Heute sind nur noch der 3. und 4. Stollen (Abb. 14) teilweise befahrbar, man findet sowohl eine Kluft-, als auch eine Brekzienvererzung. Auch die Halden dieser Stollen sind stellenweise reich an Bleiglanz.

4.2.5 Kohlanger, westlich Frein

Von dem ehemaligen Grubengebäude beim Kohlanger, westlich Frein/Mürz (Abb. 8) sind heute nur noch 10 m des Erbstollens und ein kurzer Schurf befahrbar. Der nur ca. 1 bis 2 Meter über dem Bachniveau liegende Erbstollen hatte eine ursprüngliche Länge von 190 m und verlief in südöstlicher Richtung. Etwa 80 m südlich des Erbstollens befand sich ein zweiter Einbaustollen, der ein Streckennetz von 70 m aufwies. Von diesem Stollen führte ein 16 m tiefes Gesenk zu einem Hauptabbaugebiet dieser Grube, das unter (!) dem Talniveau lag. Ein zweiter, etwa 23 m langer Schrägschacht diente wahrscheinlich zur

Förderung des Erzes und zur Wassergewältigung. Ebenfalls von diesem zweiten Einbaustollen führte eine 10 m lange Fahrt zu einem 65 m langen Zwischenläufl, das den zweiten Abbau kreuzte.

Auf den Halden, die direkt neben dem Freinbach liegen, sind noch vererzte Handstücke zu finden.

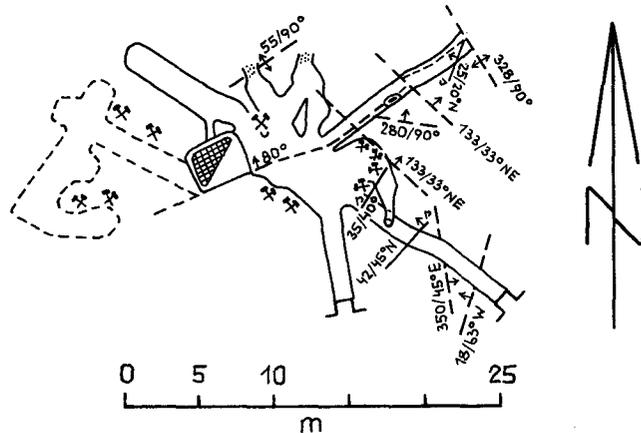


Abb. 14: Grubenplan der befahrenen Strecken des Bergbaues Brandmäuer (Aufnahme: O. SCHULZ & L. KOSTELKA 1965, G. HAGENGUTH 1981).

4.3. Hauptmineralisation und Vererzungstypen

4.3.1 Annaberg

Der Abbauschwerpunkt lag in der Silbergewinnung, die sich nach alten Literaturangaben vor allem auf gediegen Silber und Chlorargyrit stützte. Detaillierte Angaben sind aufgrund mangelnden Belegmaterials nicht mehr möglich, da sowohl die Halden als auch die noch befahrbaren Teile des Grubengebäudes keine Silber-Vererzungen aufweisen. Daneben wurden Blei-Zink- und Kupfer-Erze gewonnen. Aufgrund von Literaturangaben, Haldenfunden und anstehenden Vererzungen aus der Joachims-Grube liegt die Vermutung nahe, daß hauptsächlich sekundäre Minerale (Cerussit-Schwarzbleierz und Smithonit) der Verhüttung zugeführt wurden; primäre Sulfide sind zwar nachweisbar, dürften aber für den Bergbau keine große Rolle gespielt haben.

Da die Stollen meist SW bis S streichende Störungen queren und die meisten Querschläge und Abbaue an diesen Störungen liegen, ist eine kluftgebundene Vererzung anzunehmen. Die Erze waren nach alten Angaben (A. STÜTZ, 1807) in Form von unregelmäßigen Putzen und Nestern angelegt. Eine gleichmäßige Erzverteilung konnte damals nicht beobachtet werden.

Die erhöhten Blei-Zink-Werte aus dem St. Theresien-Stollen sind nur an tektonisch stark beanspruchte Bereiche gebunden (vgl. Tab. 8).

4.3.2 Arzriedel

Die hauptsächlichen Erzminerale sind Bleiglanz und mittelbraune Zinkblende (Fototafel 1, Fig. 1). Diese kommt offenbar in zwei Generationen vor: erstens eingesprengt in mittelkörnigem Dolomit und zweitens zusammen mit Bleiglanz in grobkörnigem, weißem Dolomit der (schlauchförmigen) Kluftvererzung. Die massive Bleiglanzvererzung scheint als letzte Kristallisation in Klüften von grobspätigem Dolomit auf.

4.3.3 Schwarzenberg

Die Vererzung ist makroskopisch nur an die hauptsächlich von Westen nach Osten streichenden, relativ jungen Klüfte gebunden, oder sie ist im unmittelbaren Bereich dieser Großklüfte anzutreffen. Dies ist auch durch die ebenfalls W-E ausgerichteten, den Klüften folgenden Strecken angedeutet.

Innerhalb des Grubenfeldes liegt eine unregelmäßige Verteilung der Erze vor. Den reichen Mineralisationen in der Kaiser Josephi-Fundgrube und dem St. Josef-Revier steht eine arme Vererzung in den Maria Theresia-Schürfen gegenüber.

Der überwiegende Anteil der abgebauten Erze bestand aus Bleiglanz, untergeordnet wurden auch Zinkerze (Smithonit und Zinkblende) gewonnen.

Drei verschiedene Vererzungstypen werden unterschieden:

a) Am häufigsten findet sich der Bleiglanz in putzenartigen, unregelmäßigen Aggregaten, die in einem mylonitisierten, nicht stark verfestigten Kalk sitzen. Dieser Mylonit füllte (in einem Teil der Lagerstätte, z. B. in der Kaiser Josephi-Kluft oberhalb des Ersten Zubaues) wahrscheinlich die bis zu zwei Metern breiten Klüfte aus und bot dem Erz die Möglichkeit zur Platznahme.

Dieser Art der Vererzung werden auch die unbedeutenderen, ebenfalls saiger einfallenden Klüfte zugerechnet, in deren Bereich das Gestein nur leicht zerbrochen ist. Hier tritt das sogenannte „Tigererz“ auf: auskristallisierter und im Kalk eingesprengter Bleiglanz in Form von erbsen- bis haselnußgroßen Körnern.

b) Die zweite Ausbildungsform der Vererzung ist nur in der ca. 100 m langen, im Westen gelegenen, W-E streichenden Strecke des Zweiten Zubaues aufgeschlossen. Es handelt sich dabei um eine vererzte tektonische Brekzie.

Die aus Wettersteinkalk bestehenden, eckig-kantigen Bruchstücke der Brekzie schwimmen in einer dunklen, mikrosparitischen, dolomitischen und tonig-bituminösen Matrix, in der die Sulfide auskristallisiert sind. Neben Bleiglanz und Pyrit finden sich im Anschluß (Fototafel 1, Fig. 2) auch idiomorphe Zinkblendekristalle. Es ist dies die einzige Stelle im gesamten Grubenfeld und auch der erste Fund von Zinkblende aus dem anstehenden Gestein. Die Analyse einer Zinkblende (Fund auf einer der Kaiser Josephi Halden) gibt E. SCHROLL (1950, S. 22).

Einige Stellen dieser Brekzie sind durch die Kristallisation von grobspätigem Calcit ausgeheilt.

c) An dritter Stelle ist der Vererzungstyp zu nennen, bei dem das Erz in schichtparallelen Schnüren und Suturen auftritt. Diese schichtparallele Vererzung ist gleichfalls nur im Bereich der W-E streichenden Klüfte anzutreffen. Teilweise bilden diese Vererzungen parallele Schläuche, die durch kleinere, senkrecht verlaufende, vererzte Adern miteinander verbunden sind.

Bei diesem Vererzungstyp handelt es sich nicht um eine sedimentäre Anlagerung (TUFAR, 1980, pers. Mitt.). Als Argumente gegen eine sedimentäre Anlage führt W. TUFAR an:

a) Die vorhandene Symmetrie im Liegenden und Hangenden der Bleiglanzlagen bzw. der Klüfte.

b) Einige Karbonateinschlüsse scheinen aus dem Nebengestein zu stammen, andere sind Aggregate, die auf Sammelkristallisation zurückgehen, die, ähnlich wie in metamorphen Gesteinen, nach beiden Seiten eine Verformung des Erzes verursacht haben.

c) Die Erzminerale liegen nicht in Form von orientiert angelagerten Kornanreicherungen vor. Außerdem ist das Nebengestein stark zerklüftet, beansprucht und rekristallisiert. Deshalb wäre auch die unversehrte Sedimentstruktur des Bleiglanzes schwer vorstellbar.

Allgemein ist in den Anschliffen zu beobachten, daß die Bleiglanzkristalle randlich stark oder auch zur Gänze in Cerussit umgewandelt sind.

An dieser Stelle wird noch auf zwei Handstücke aufmerksam gemacht, die auf der Halde des Ersten Zubaustollens der Kaiser Josephi-Fundgrube gefunden wurden. Es handelt sich dabei um zwei dunkle, tonig-bituminöse Karbonatgesteinsstücke, die offensichtlich eine sedimentäre Vererzung aufweisen. Als Erze konnten im Anschliff (Fototafel 2, Fig. 1) Bleiglanz und Pyrit sicher erkannt werden. Die porphyroblastisch ausgebildeten Erze sind an bestimmte, z. T. grobkörnige Horizonte innerhalb des gradierten Sediments gebunden.

Aufgrund lithologischer Befunde kann angenommen werden, daß diese Stücke aus dem Reiflinger Kalk stammen, der wahrscheinlich von dem ehemaligen Bergbaubetrieb angefahren wurde.

4.3.4 Brandmäuer

Die vorwiegend in Form von Bleiglanz auftretende Vererzung ist an Klüfte und Verkarstungen gebunden. Neben schlauchförmigen Gängen sind auch fein- bis grobkörnige Brekzien, die an NE bzw. NW streichenden Störungen liegen, vererzt.

In Karsthöhlen sind Bleiglanzktaeder (bis zu 0,5 cm Größe) anzutreffen, während in den Klüften derber Bleiglanz vorliegt.

4.3.5 Kohlanger, westlich Frein

Die im tektonisch stark beanspruchten Steinalm-Wettersteindolomit liegende Vererzung weist neben Bleiglanz und Zinkblende einen höheren Pyritgehalt auf. Bleiglanz tritt einerseits mit Zinkblende verwachsen, andererseits auch als feine Spaltenfüllung im Dolomit auf (Fototafel 2, Fig. 2). Die Pyritdurchstäubung (Pyrit idiomorph, in Würfeln) ist auf die dunklen Dolomitkomponenten beschränkt.

5. Mineralogisch-geochemische Untersuchungsergebnisse

5.1. Mineralogie

Zur Mineralogie der behandelten Gebiete ist bisher eine ganze Reihe von Publikationen erschienen (siehe Tabelle 2 und 3). Im folgenden soll eine Zusammenfassung aller aus der Literatur über die Vererzung bekannten Minerale gegeben werden, wobei die Identifizierung der Eigenfunde mittels Auflichtmikroskopie und Röntgendiffraktometeranalysen (RDA) erfolgte.

Anisische Schichtglieder sind im Bereich Annaberg (Hocheck-Galmeikogel) und am Arzriedel bei Trübenbach vererzt.

In ladinischen Schichtgliedern finden sich die Vererzungen Schwarzenberg, Brandmauer bei Puchenstuben und möglicherweise Kohlanger („Proles“) westlich Frein-/Mürz.

5.1.1 Annaberg (Hocheck – Galmeikogel)

In Tabelle 2 ist eine Zusammenfassung aller aus der Literatur bekannten Minerale des ehemaligen Ag-Pb-Zn-Bergbaugesbietes gegeben. Da die Funde auf den Halden und in den Grubengebäuden sehr gering sind, gestaltet sich eine Beurteilung der Mineralisation sehr schwierig. In diesem Zusammenhang soll auf die wertvollen Sammelstücke des Naturhistorischen Museums in Wien und besonders des Joanneums in Graz sowie des Stiftes Lilienfeld verwiesen werden. Die Sammlung Habersfelner (A. SIGMUND, 1937) befindet sich derzeit im Heimatmuseum in Lunz.

Kurze Beschreibung der aufgefundenen Minerale:

Bleiglanz: stark korrodierte Kriställchen in feinen Klüften;

Cerussit: derb (sog. Schwarzbleierz), oft mit Bleiglanz verwachsen, Kristalle schmutzigweiß, selten, bes. Joachimgrube;

Mimetesit: rötlichbraune bis braungelbe Anflüge auf Klüften;

Zinkblende: Kriställchen nur im Auflichtmikroskop erkennbar;

Smithonit: hellgrau bis graubraune, nierige, schalige Aggragate;

Hydrozinkit: grauweiß, schalig, unscheinbar;

Zinkit: derbe, gelb- bis rotbraune Massen, offenbar als Röstprodukt von Galmei, Funde nur auf dem Schmelzplatz im Bereich der Joachimgrube.

5.1.2 Arzriedel

Im Anschluß an Annaberg ist die Vererzung Arzriedel bei Trübenbach (F. BAUER & H. HOLZER, 1964) zu nennen, die ebenfalls in anisischen Karbonatgesteinen derselben tektonischen Einheit wie die Vererzung am Hocheck, nämlich der Sulzbachdecke (A. TOLLMANN, 1966, Taf. 1), auftritt.

In jüngster Zeit wurde eine der auf dem Arzriedel in 810 m Seehöhe befindlichen Halden durch einen Forstweg frisch angerissen. Die konzentrierte Bleiglanz-Zinkblende-Vererzung steckt zusammen mit grobkörnigem Dolomit in Klüften von mittelbraunen, anisischen Dolomiten. Als Sekundärminerale treten Cerussit, Smithonit, Hydrozinkit und Limonit auf.

5.1.3 Schwarzenberg

In Tabelle 3 ist eine Zusammenfassung aller aus der Literatur bekannten Minerale des ehemaligen Bergbaugesbietes Schwarzenberg gegeben.

Sowohl auf den Halden als auch in einigen Grubengebäuden ist die Vererzung – vorwiegend Bleiglanz – zu finden. Bleiglanzstücke (bis mehrere Zentimeter) sowie derbe Galmeistücke (vorwiegend Smithonit und Hydrozinkit, bis Dezimeter) von den Halden

Tabelle 2: Minerale des ehemaligen Pb-Zn-Bergbaugebietes Annaberg (Hocheck-Galmeikogel), mit Literaturübersicht. Die Nachweismethode ist nur bei den selbst aufgefundenen Mineralen angegeben (RDA = Röntgerndiffraktometeranalyse, AM = Auflichtmikroskopie), Abkürzungen siehe Tab. 3.

Mineral	Literatur, Museum	Nachweismethode
Gediegen Silber	St 1807, Z 1859, R 1898, Hf 1907, S 1909, S 1937, Hu 1977; Joanneum Graz	
Chloragyrit	St 1807, Z 1859, R 1898, S 1909, S 1937, Hu 1977; Joanneum Graz, Stift Lilienfeld	
Silberglanz Pyrgagyrit	S 1909, S 1937; St 1807, Hf 1907, S 1937, Mh 1948;	
Stephanit Bleiglanz	Hf 1907, S 1909; Ha 1850, He 1865, R 1898, S 1904, S 1909, Mh 1948 B 1971, Hu 1977; Joanneum Graz	RDA, AM
Cerussit	St 1807, Z 1859, R 1898, Hf 1907, S 1909, S 1937, B 1971, Hu 1977; Stift Lilienfeld	RDA
Wulfenit	St 1807, Z 1859, R 1898, S 1904, Hf 1907, S 1909, S 1937, B 1971, Hu 1977; Joanneum Graz, Stift Lilienfeld	
Mimetesit Vanadinit Descloizit Zinkblende Smithonit	R 1898, S 1904, Hu 1977; Sc 1949; M 1940; St 1807, R 1898, S 1909, S 1937, Mh 1948, B 1971, Hu 1977; Stift Lilienfeld	RDA RDA, AM RDA
Hydrozinkit Hemimorphit	St 1807, Z 1859, Hf 1907, S 1909, S 1937, B 1971, Hu 1977;	RDA
Zinkit Fahlerz Malachit Azurit Pyrit	Schlackenhalde eines Schmelzofens P 1894, B 1971, Hu 1977; Z 1859, A 1970; A 1970; Joanneum Graz	RDA

Tabelle 3: Minerale des ehemaligen Bergbaugesbietes Schwarzenberg, mit Literaturübersicht. Die Nachweismethode ist nur bei den selbst aufgefundenen Mineralen angegeben (vgl. Tab. 2).

Mineral	Literatur, Museum	Nachweismethode
Bleiglanz	St 1807, Z 1859, S 1937, Sc 1954, B 1971, Hu 1977;	RDA, AM
Cerussit	St 1807, Z 1859, B 1971, Hu 1977;	RDA
Anglesit	Hl 1924, S 1937	
Pyromorphit	St 1807, Z 1859, S 1937, B 1971, Hu 1977;	RDA
Mimetesit	B 1971;	
Wulfenit	S 1904, S 1937; Stift Lilienfeld	
Zinkblende	Sc 1950 (Haldenfund)	RDA, AM
Smithonit	St 1807, B 1971, Hu 1977;	RDA
Hydrozinkit	S 1937, Hu 1977;	RDA
Hemimorphit	Z 1859, S 1937, Hu 1977; Stift Lilienfeld	

Abkürzungen:

St 1807 = Stütz, 1807;	Hl 1924 = Hlawatsch, 1924;
Z 1859 = Zepharovich, 1859;	S 1937 = Sigmund, 1937;
Ha 1850 = Hauer, 1850;	M 1940 = Meixner, 1940;
He 1865 = Hertle, 1865;	Mh 1948 = Mayrhofer, 1948;
P 1894 = Posepny, 1894;	Sc 1949 = Schroll, 1949;
R 1898 = Redlich, 1898;	Sc 1950 = Schroll, 1950;
S 1904 = Sigmund, 1904;	Sc 1954 = Schroll, 1954;
Hf 1907 = Habersfelner, 1907;	A 1970 = Antonius, 1970;
S 1909 = Sigmund, 1909;	B 1971 = Becherer, 1971;
	Hu 1977 = Huber, 1977.

vermitteln den Eindruck einer reichen Vererzung. Am Fuße einer der beiden großen Halden befindet sich ein vermutlicher Erzklopfplatz, wo massenhaft ca. 1 cm große Bleiglanzstückchen im Boden liegen. Der Platz ist durch dürftigen Bewuchs (wenige Moose und Farne) gekennzeichnet.

Eine botanisch-physiologisch-ökologische Untersuchung sowohl des Schmelzplatzes am Hocheck als auch dieses Standortes wird seitens des Institutes für Pflanzenphysiologie der Universität Wien in Erwägung gezogen (Dr. W. PUNZ, mündl. Mitt.).

Kurze Beschreibung der aufgefundenen Minerale aus dem Bereich Schwarzenberg – Hoher Stein:

Bleiglanz: grobkörnig, bis mehrere Zentimeter große Putzen (Halde); mittelkörnig in Brekzien- und sog. Tigererzen; feinkörnig-lagig in dunklen Aniskalken (bisher nur Halden-funde);

Cerussit: grau bis schwarz, meist derb, graue Kriställchen selten;

Pyromorphit: grüne Überzüge, auch Kriställchen auf Klüften;

Zinkblende: erstmals im Anstehenden gefunden, im Anschliff erkennbare, idiomorphe Kriställchen in tektonischer Brekzie;

Smithonit und Hydrozinkit: derb, weiß bis grau, schalige Aggregate;

Cölestin: hellblau, derb, neben Calcit in Klüften des Gutensteiner Kalkes im Isbary-Wegdurchbruch, SW Hoher Stein (vgl. dazu weitere Cölestinfunde im Kalkalpin: J.G. HADITSCH, 1967; G. NIEDERMAYR et al., 1975).

5.1.4 Brandmauer

Die Bleiglanzvererzung Brandmauer (Silbergrubenwiese) erfaßt nach O. SCHULZ & L. KOSTELKA (1965) ladinische Kalk – Dolomit-Folgen. K. BECHERER (1971) beschreibt als Minerale Bleiglanz und Cerussit. Mehrere Begehungen (Halden sowie Grubengebäude) erbrachten lediglich stark korrodierten Bleiglanz als Haupterzmineral, zusammen mit Cerussit in Dolomitm brekzien (Nachweis mittels RDA).

5.1.5 Kohlanger, westlich Frein

Geringmächtige Halden, einige Stollen und Pinggen zeugen von den Bergbautätigkeiten gegenüber Kohlanger, am Nordfuß des Gr. Proles, westlich Frein/Mürz. In feinkörnigen (Wetterstein) Dolomiten ist eine Bleiglanz-Zinkblende-Vererzung in Brekzien auffindbar. Die Dolomite im Umgebungsbereich der Vererzung sind mit feinkörnigem Pyrit durchstäubt.

5.2 Geochemie

Bezüglich geochemischer Untersuchungen wurde in beiden Vererzungsgebieten in ähnlicher Weise vorgegangen: Um eine Hofbildung um die Lagerstätten festzustellen, wurden in mehreren Profilen Bodenproben (B-Horizont) gezogen (Pürckhauer-Bohrer). Zur Charakterisierung der Lagerstätten wurden sowohl obertags aufgeschlossene Gesteinsprofile als auch Stollenprofile geochemisch untersucht.

5.2.1 Geochemische Untersuchungen im Raum Annaberg (Hocheck-Galmeikogel) und Arzriedel

Im Arbeitsgebiet wurde die bodengeochemische Aufnahme mittels Anlegen zweier Testprofile quer zum Streichen der stratigraphisch-tektonischen Einheiten durchgeführt. Mit einem genügend engen, die Erfassung aller Schichtglieder gewährleistenden Probenabstand läßt sich die Ausdehnung der Vererzung auf die einzelnen stratigraphischen und tektonischen Einheiten ermitteln. Im vorliegenden Fall wurde ein Probenabstand von 50 m gewählt. Die Lage der Profile (A 1, B 2) ist auf der geologischen Karte (Taf. 1) dargestellt.

Tabelle 4: Erz- und Nebengesteinsanalysen (Atomabsorption: AAS, ionensensitive Elektrode: E, Flammenphotometrie: F, Neutronenaktivierung: NAA, naßchemisch: n. ch.) von Annaberg-Hocheck, Annaberg-Grube und Schwarzenberg, Kaiser Josephi-Grube. Oxide in Gew.%, Elemente in ppm.

	Annaberg		Schwarzenberg	
	Nebeng.	Erz	Nebeng.	Erz
CaO	(AAS) 49,8	48,5	51,5	49,0
MgO	(AAS) 2,57	0,54	0,61	0,66
FeO	(AAS) 0,51	0,80	0,03	0,02
MnO	(AAS) 0,02	≤ 0,01	< 0,01	< 0,01
Al ₂ O ₃	(n. ch.) 1,6	1,0	2,1	2,2
SiO ₂	(n. ch.) 2,8	3,1	2,0	1,8
Na ₂ O	(F) 0,42	0,49	0,94	0,59
K ₂ O	(F) 0,56	0,23	0,55	0,53
H ₂ O	> 110°C 0,6	0,4	0,4	0,3
Glühv.	≡CO ₂ 41,4	38,6	40,5	39,1
Sr	(AAS) 300	2400	240	3600
Pb	(AAS) 1400	15800	140	56000
Zn	(AAS) 43	46000	20	140
Ag	(NAA) 2	20	< 0,1	4
F	(E) n. b.	n. b.	54	47

Tabelle 5: AAS – Teilanalysen von Gesteinen und Erzen (in Gew.%). Die Gehalte von Kupfer liegen bei allen Proben im Bereich der Nachweisgrenze von 10 ppm.

Probe	Ca	Mg	Sr	Pb	Zn	Fe	Mn
1	37,4	0,4	0,038	0,37	0,20	0,25	0,005
2	36,8	0,3	0,058	0,27	0,40	0,076	0,005
3	15,4	8,2	0,004	0,84	16,40	0,41	0,012
4	38,4	0,9	0,016	0,06	0,053	0,37	0,007
5	30,6	0,4	0,018	15,9	0,770	0,18	0,006
6	37,8	0,9	0,018	0,023	0,009	0,034	0,010
7	22,4	9,6	0,013	4,50	0,090	0,51	0,18
8	21,6	8,7	0,017	10,40	0,080	0,38	0,17
9	38,0	0,8	0,013	0,052	0,056	0,10	0,034
10	19,2	10,7	0,004	0,88	5,25	0,89	0,018

Probenbeschreibung:

- 1: Annaberg-Hocheck, Gesteinsprobe aus einem kluffgebundenen Abbau der Joachimsgrube, 3. Gesenk, unterer Abbau;
- 2: Annaberg-Hocheck, Gesteinsprobe aus einem kluffgebundenen Abbau der Joachimsgrube, 3. Gesenk, oberer Abbau;
- 3: Arzriedel, Zinkblende haltiges Erz;
- 4: Schwarzenberg, Brekzienetz aus dem 2. Zubausollen;

- 5: Schwarzenberg, Tigererz aus der Kaiser Josephi-Kluft;
- 6: Brandmauer, 3./4. Stollen, untere Scheibe, grob. Kalkspat;
- 7: Brandmauer, 3./4. Stollen, untere Scheibe, Erzprobe;
- 8: Brandmauer, 3./4. Stollen, untere Scheibe, Erzprobe;
- 9: Brandmauer, 3./4. Stollen, Südurm beim Gesenk, Brekzie;
- 10: Kohlanger/Frein, Zinkblende haltiges Erz (Haldenfund).

Tabelle 6: Silber- und Bleigehalte (Neutronenaktivierung) von Gesteins- und Erzproben aus Annaberg-Hocheck und Schwarzenberg sowie Vergleichswerte aus der Literatur (STÜTZ, 1807; SCHROLL, 1954), Gehalte in ppm.

Probenbeschreibung	Ag	Pb
Annaberg, Joachimsgrobe, anstehendes Erz	19	15800
Annaberg, Gesteinsproben aus dem Theresienstollen (teilweise aus dem Stollenprofil, vgl. Abb. 9)	13,5 18 24 22 23 111	870 2810 1310 2660 5600 6600
Annaberg, Theresienstollen, Mundloch, erzfreies Nebengestein	0,2	50
Annaberg, Blei-Silbererz (STÜTZ, 1807)	3300	500000
Annaberg, Hornsilbererz (STÜTZ, 1807)	20000	n. b.
Annaberg (SCHROLL, 1954)	100	865980*
Schwarzenberg, Kluftvererzung	4	56000
Schwarzenberg, reiner Bleiglanz, 6, Stollen	76	865980*
Schwarzenberg, Bleiglanz (STÜTZ, 1807)	78	865980*
Schwarzenberg, Bleiglanz (SCHROLL, 1954, S 47)	300	865980*

*) theoret. Werte für Bleiglanz

Tabelle 7: Umrechnungstabelle für die in dieser Arbeit vorkommenden alten Längen-, Raum- und Gewichtsmaße. Angaben nach STAMPFER & DOLEZAL (1904), NIEMCZYK-HAIBACH (1956) und SCHULTE & VOSEN (1968).

Längenmaße:

- 1 Schemnitzer Lachter = 76,74 Wiener Zoll = 2,02122 m
- 1 Wiener Lachter (Klaffer) = 6 Fuß = 1,896484 m
- 1 Fuß = 12 Zoll (zu 12 Linien zu 12 Punkten) = 0,316081 m

Raummaße:

- 1 Freiburger Kübel = 2500 Kubikzoll = 0,03285716 m³
- 1 sächs. Fuß = 12 Zoll = 0,28319 m
- 1 sächs. Zoll = 0,02359917 m
- 1 Kubikzoll = 13,14286365 cm³

1 österr. Eimer = 40 Maß (zu 160 Seidel zu 320 Pfiff)
 40 Maß = 49,4316 preuß. Quart = 0,82386 preuß. Eimer
 100 preuß. Quart = 1,6 preuß. Eimer
 1 preuß. Eimer = 3840 Kubikzoll
 (1 preuß. Zoll = 0,0261545 m)

1 preuß. Kubikzoll = 17,89119157 cm³

Gewichtsmaße:

1 Wiener Centner = 100 Pfund = 56,006 kg (56,001)
 1 Wiener Pfund = 2 Mark = 32 Loth = 560,06 g
 1 Loth = 17,501875 g (= 5 Dukaten ?)
 1 Dukaten = 3,500375 g

Tabelle 8: Geochemische Detailbeprobung aus dem St. Theresienstollen (Hocheck): Nebengesteinsproben (A 2001, A 2002 und A 2005) und Proben aus vererzter Kluft (A 2003, A 2004). AAS-Analysen der Hauptelemente und Fluoranalysen (ionensensitive Elektrode); in Gew.% (Ca, Mg), alle anderen Gehalte in ppm.

Probe	Ca	Mg	Sr	Fe	Mn
A 2001	30,8	3,6	150	1000	70
A 2002	35,2	0,35	320	1000	110
A 2003	33,1	0,3	210	4000	400
A 2004	31,2	0,25	200	8000	660
A 2005	33,7	0,14	300	1000	30

Probe	Pb	Zn	Cu	F
A 2001	500	180	10	70
A 2002	360	1700	30	80
A 2003	5600	2400	40	120
A 2004	6600	5900	240	170
A 2005	100	130	10	80

Beide Profile queren alle drei tektonischen Einheiten. Profil A 1 umfaßt Lunzer Sandstein, Reiflinger Kalk und Annaberger Kalk der Sulzbachdecke, Gutensteiner Kalk und Werfener Schichten der Unterbergdecke und den Wettersteindolomit der Reisalpendecke. Profil B 2 beginnt im Annaberger Kalk der Sulzbachdecke und reicht über Gutensteiner Kalk und Werfener Schichten der Unterbergdecke bis zum Wettersteindolomit und Hauptdolomit der Reisalpendecke.

Aus dem B-Horizont wurde die Feinfraktion (kleiner 80 mesh) trocken abgesiebt und 0,5 g für die Analyse abgewogen. Mit 5 ml 67%-iger, dithizongepufferter Salpetersäure wurde die Probe in einer Stunde bei 95° aufgeschlossen, auskühlen gelassen und mit aqua dest. auf 10 ml aufgefüllt. Die Flüssigkeit wurde abfiltriert und zur Messung gebracht (Atomabsorption).

Die Ergebnisse sind graphisch in den Abb. 15 und 16 über Profilschnitten dargestellt. Die Korrelation der Blei-Zink-Gehalte kann mit einem Korrelationskoeffizienten von 0,665 als relativ gut bezeichnet werden. Entsprechend dem Bild der Schwermetallverteilung in Profil A 1 sind anomale Werte auf die anisischen Sedimente (Gutensteiner Kalk und Annaberger Kalk/Dolomit) beschränkt. Die sehr hohen Metallgehalte im unmittelbaren Bereich der Joachimsgarbe sind möglicherweise auf eine Hofbildung um eine der Halden zurückzuführen. Der peak im Bereich des Erzgrabens (Gutensteiner Kalk) kann möglicherweise darauf zurückgeführt werden, daß ein Erzhorizont im Gutensteiner Kalk, der im Gipfelbereich des Galmeikogels abgebaut worden ist, durch die leichte Muldenstruktur hier wieder zutage tritt. Die Zinkanomalie am Galmeikogel entspricht den von dort bekannten Zinkvorkommen.

Im Profil B 2 liegen Anomalien im Annaberger Kalk der Sulzbachdecke sowie im Gutensteiner Kalk der Unterbergdecke (Zinkanomalie). Der Wettersteindolomit der Reisalpendecke zeigt NW des Erzgrabens beträchtlich erhöhte, jedoch schwankende Werte, was einen generell höheren Untergrund anzuzeigen scheint. Dies steht im Einklang mit dem Auftreten einer Bleiglanz-Cerussit-Vererzung im Wettersteindolomit am Südosthang des Galmeikogels.

Um einen Überblick über den Hauptchemismus der Gesteine zu gewinnen, wurden insgesamt drei Erz- und Nebengesteinsproben naßchemisch, mittels AAS-Methode und Flammenphotometrie analysiert (Tab. 4). Neben Kalkspat und Dolomit scheinen tonige Verwitterungsreste, Smithonit und geringe Mengen an Bleiglanz und/ oder Cerussit auf. Der durchschnittliche Silbergehalt liegt bei 10 ppm. Von zwei Gesteinsproben eines kluftgebundenen Abbaues der Joachimsgarbe wurden mittels AAS-Methode die Gehalte von Ca, Mg, Sr, Pb, Zn, Fe, Mn und Cu bestimmt (Tab. 5).

Um einen Überblick über die Höhe der durchschnittlichen Erzführung (makroskopisch sichtbares Erz ist hier praktisch nicht mehr auffindbar) in den bestehenden Gruben zu erhalten, wurde eine geochemische Profilaufnahme im St. Theresien-Stollen (Hocheck) durchgeführt (Probenabstand 5 m). Der Stollen ist nahezu senkrecht zum Streichen angelegt, womit sich ein Profil durch einen Teil der Anisabfolge ergibt. Die Werte sind in Abb. 9 graphisch über dem Stollengrundriß dargestellt. Daraus geht hervor, daß der Erzgehalt gegen das Hangende (in diesem Fall das tektonisch Liegende) hin bis zur Nachweisgrenze abnimmt. Die höchsten Metallgehalte treten in älteren Abschnitten des Annaberger Kalkes auf. Es scheinen demnach biogenarme Mikrite, denen ein eingeschränktes, schwach hypersalines, möglicherweise leicht euxinisches Beckenmilieu zuzordnen ist, als Gesteine mit erhöhten Metallgehalten auf.

Anhand einer zusätzlichen Beprobung wird gezeigt, daß im Bereich der Grubengebäude ausschließlich Kluftvererzung vorliegt: Wo eine solche NNE-fallende Kluft vererzt ist, liegen die Blei- und Zink-Gehalte im Prozentbereich. Schon in einem halben Meter Entfernung betragen die Metallgehalte des Nebengesteins nur noch wenige 100 ppm (vgl. Tab. 8).

Eine Zinkblende führende Erzprobe vom Arzriedel wurde mittels AAS auf die Elemente Ca, Mg, Sr, Pb, Zn, Fe, Mn und Cu analysiert. Die Werte sind in Tabelle 5 gelistet.

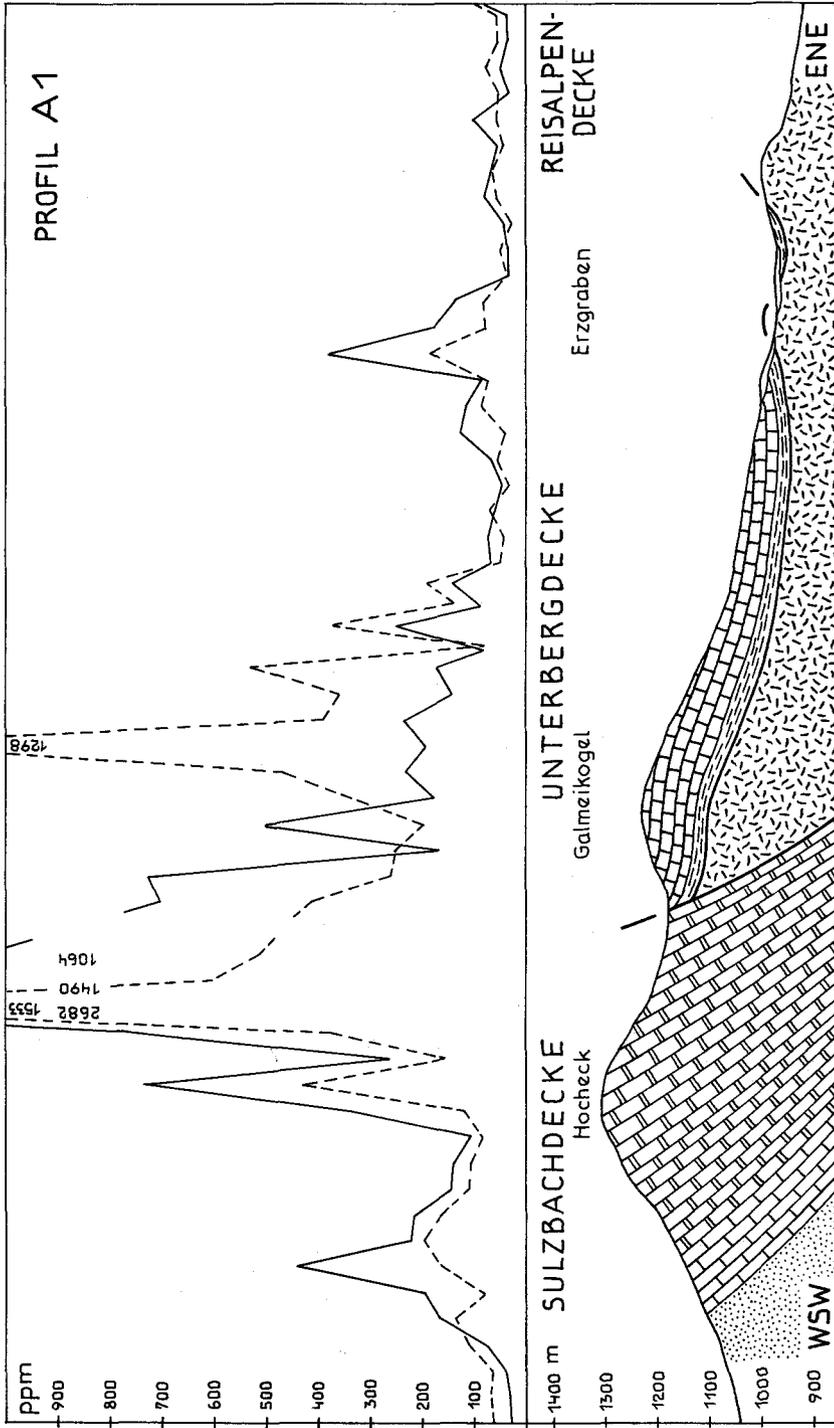


Abb. 15: Die Pb-Zn-Verteilung im Boden, Profil A 1, Annaberg (Legende siehe Abb. 15).

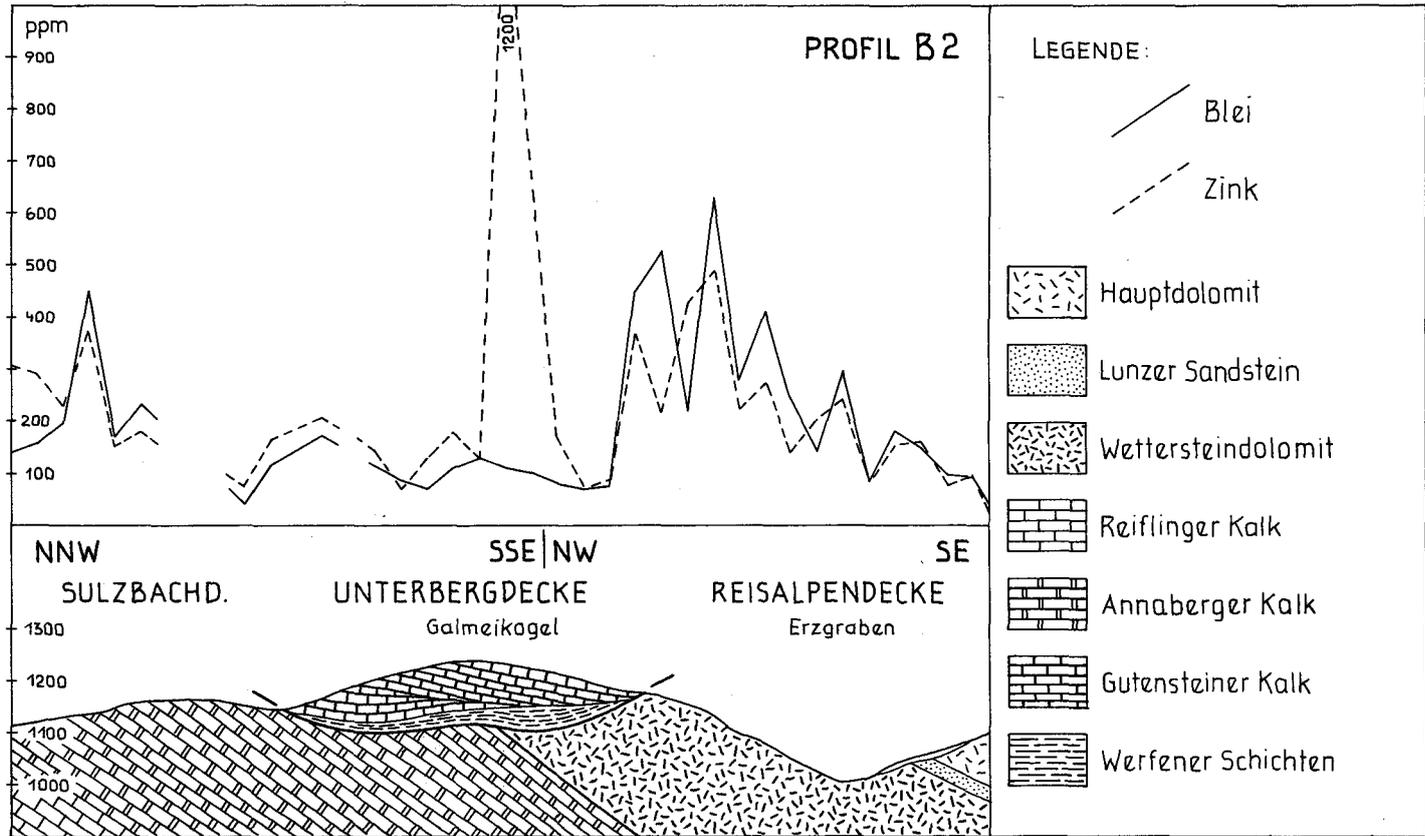


Abb. 16: Die Pb-Zn-Verteilung im Boden, Profil B 2, Annaberg.

5.2.2 Geochemische Untersuchungen im Raum Schwarzenberg, Brandmäuer und Kohlanger bei Frein.

Um für den Raum Schwarzenberg Ausdehnung, lithologische Abgrenzung sowie Hinweise zur Genese der Vererzung zu erhalten, wurden mehrere Testprofile obertags sowie in zwei Stollen beprobt.

Zur bodengeochemischen Untersuchung wurden drei N-S streichende Profile ausgewählt, wobei je eines an das westliche und östliche Ende des Grubenfeldes und eines durch die Mitte des ehemaligen Lagerstättenbereiches gelegt wurde (s. Taf. 3). Keines der drei Profile liegt in unmittelbarer Nähe einer Halde. Der B-Horizont des Bodens wurde im Abstand von 25 m mit einem Pürckhauer-Bohrer beprobt; jedes Schichtglied wurde von mindestens zwei Probenpunkten erfaßt. Aus dem Bereich des Wettersteinkalkes waren Bodenproben allerdings nur schlecht zu entnehmen. Insgesamt konnten 123 positive Proben gezogen werden.

Der Aufschluß der Proben wurde in bereits beschriebener Weise durchgeführt, mittels AAS-Anaysenmethode wurden die Gehalte an Blei und Zink bestimmt. Die Werte wurden in Diagramme, die zu den zugehörigen Profilen passen, eingetragen (Abb. 17 – 19).

Aus allen drei Profilen geht hervor, daß erhöhte Metallgehalte nur im stratigraphisch Liegenden des Wettersteinkalkes auftreten: Reiflinger Kalk und Gutensteiner Schichten (mit Annaberger Kalk) zeigen deutliche Blei- und Zinkanomalien. Die Gehalte liegen im Durchschnitt bei 114 ppm für Blei und bei 107 ppm für Zink (73 Proben).

Generell lassen sich im Bereich Schwarzenberg höhere Blei-Zinkwerte in der Reisalpen-decke feststellen, sodaß die Grenze zur Lunzer Decke auch geochemisch erfaßt werden konnte.

In Anlehnung an die Bodenprofile wurden zwei stratigraphische Gesteinsprofile (s. Taf. 3, Profil S Graben östlich des Sandkogels, Profil A = unterer Isbary-Forstweg bis zum Mitterkeil) beprobt. Die unregelmäßig weit auseinanderliegenden Probenpunkte sind durch die häufige Bodenbedeckung des anstehenden Gesteins zu erklären. Das analysenfein gemahlene Gesteinspulver wurde in Königswasser aufgeschlossen und mit Hilfe der AAS-Methode auf die Elemente Pb, Zn, Cu, Mn, Sr, Fe, Ca und Mg analysiert. Die Analysenwerte wurden in stratigraphischen Säulenprofilen (Abb. 20 und 21) graphisch dargestellt. Wie schon bei den Bodenprobenanalysen zeigt der Wettersteinkalk keine anomalen Blei-Zink-Gehalte, die auf eine disperse Vererzung dieses Schichtgliedes deuten könnten. Im beprobten Bereich scheint auch keine vererzte Kluft vorzuliegen, da diese durch Hofbildung erfaßbar sein sollte. Dagegen steigen mit dem Einsetzen der Reiflinger Schichten gegen das stratigraphisch Liegende die Zink- und z. T. auch die Blei-Werte leicht an (Anomalie nur in einer Probe aus dem Annaberger Kalk: 390 ppm Zn, 100 ppm Pb).

Zur weiteren Untersuchung des Wettersteinkalkes wurden im 2. Zubaustollen und im 3. Stollen insgesamt 24 Punktproben im Abstand von je 5 m entnommen. Die nach oben beschriebener Vorbereitung mittels AAS-Methode gewonnenen Pb-Zn-Wert sind neben den Stollengrundrissen graphisch dargestellt (Abb. 11, 12).

Die Blei-Zink-Werte sind nur im Bereich einiger W-E streichender Klüfte erhöht. Im Wettersteinkalk scheint demnach auch hier keine dispers verteilte Erzführung vorzuliegen.

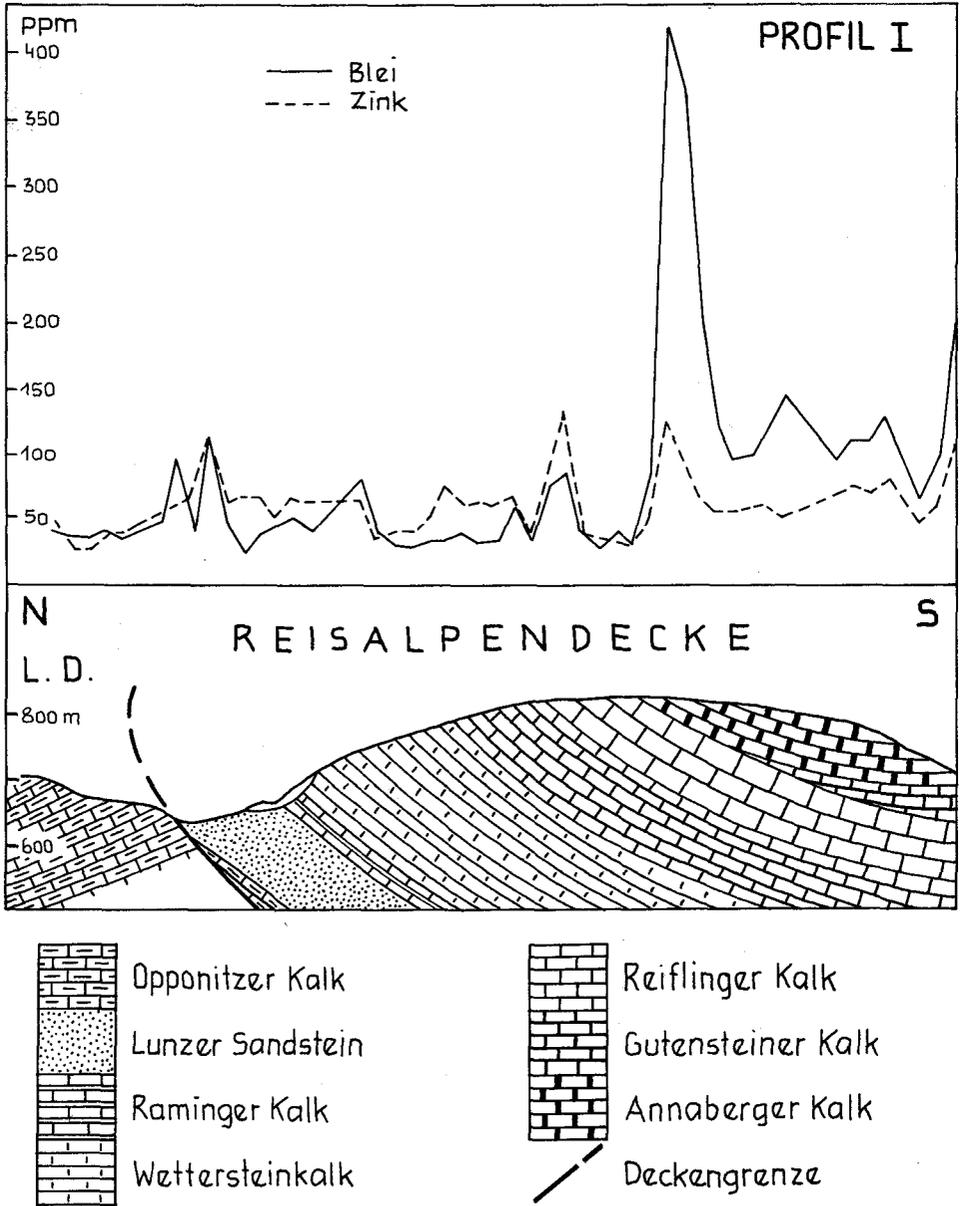


Abb. 17: Die Pb-Zn-Verteilung im Boden, Profil I, Schwarzenberg.

Sowohl von Gesteins- und Erzproben der Brandmauer als auch von Kohlander/ Frein wurden AAS-Analysen für die Elemente Ca, Mg, Sr, Pb, Zn, Fe, Mn und Cu durchgeführt. Die Werte gibt Tabelle 5.

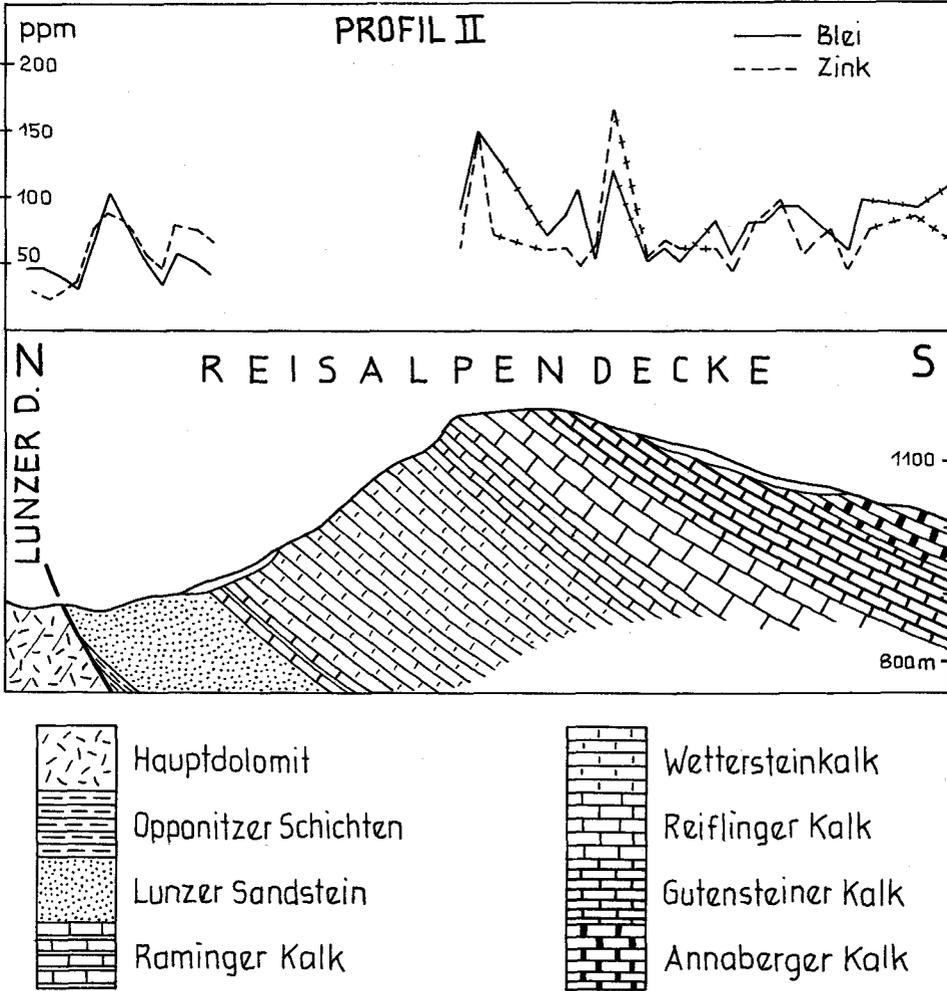


Abb. 18: Die Pb-Zn-Verteilung im Boden, Profil II, Schwarzenberg.

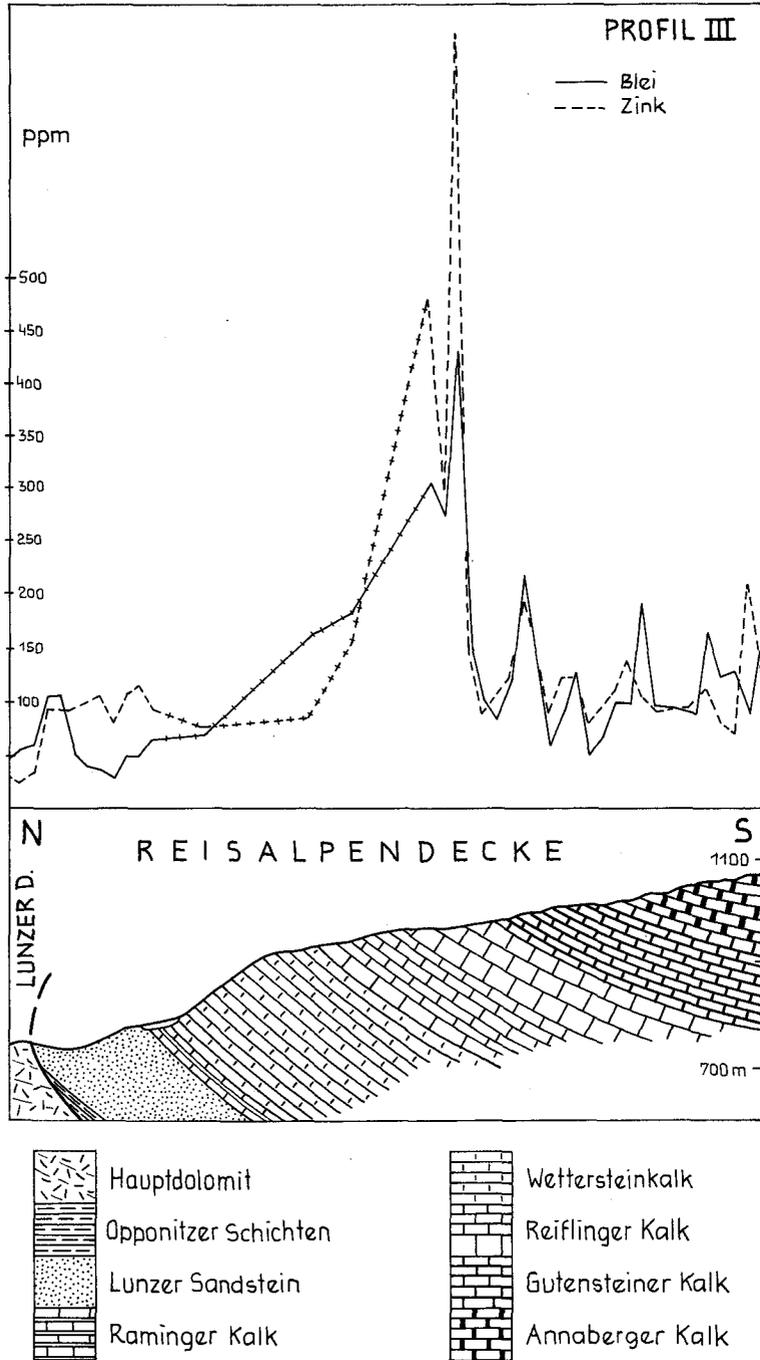


Abb. 19: Die Pb-Zn-Verteilung im Boden, Profil III, Schwarzenberg.

Um eine weitere Information über die Gesteine aus dem 2. Zubaustollen der Kaiser Josephi-Gruben zu erhalten, wurden Gesamtanalysen von insgesamt vier Erz- und Nebengesteinsproben durchgeführt. Die Werte gibt Tabelle 4. Sowohl von der Brekzienvererzung (2. Zubaustollen) als auch vom Tigererz (Bereich der Kaiser Josephi-Kluft) wurden mittels AAS-Methode die Gehalte an Ca, Mg, Sr, Pb, Zn, Fe, Mn und Cu bestimmt (Tab. 5).

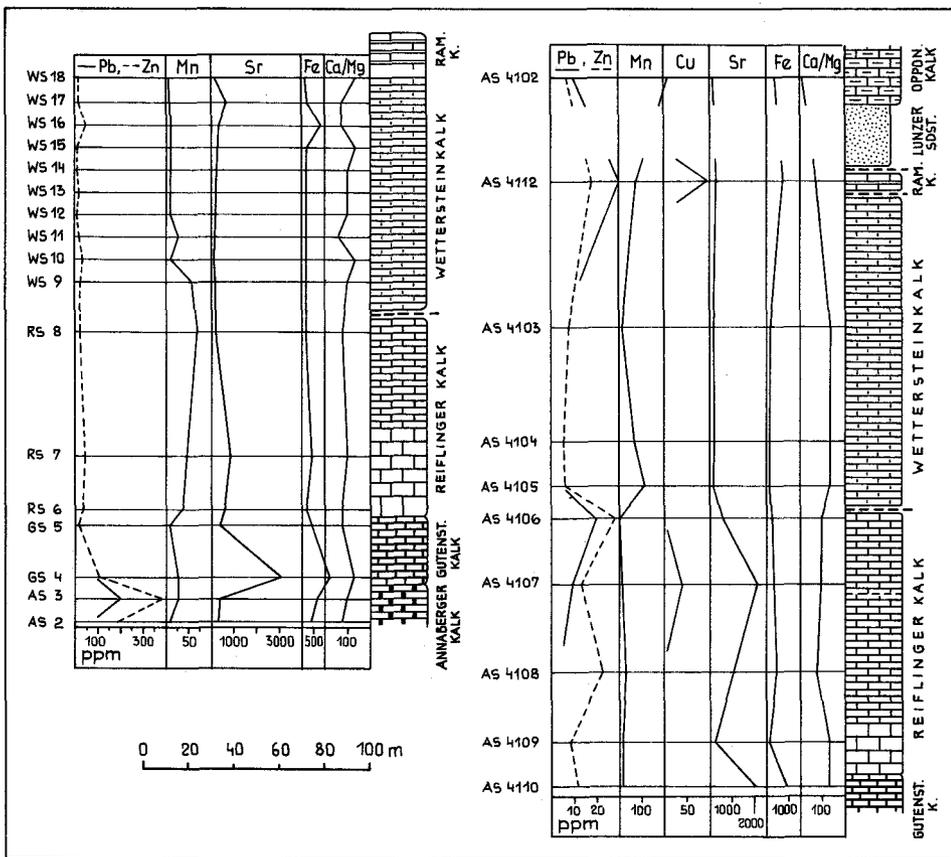


Abb. 20: Stratigraphisches Säulenprofil mit geochemischen Gesteinsanalysedaten vom Graben östlich des Sandkogels, Profil S, Schwarzenberg (alle Cu-Werte unterhalb der Nachweisgrenze).

Abb. 21: Stratigraphisches Säulenprofil mit geochemischen Gesteinsanalysedaten vom unteren Isbary-Forstweg bis zum Mitterkeil, Profil. A, Schwarzenberg.

5.2.3 Silbergehalte von Gesteinsproben und Erzen

Zu Vergleichszwecken zu Literaturangaben über Silbergehalte der Erze wurden an Gesteins- und Erzproben aus den Revieren Annaberg – Hoheck und Schwarzenberg mittels Neutronenaktivierung die Gehalte an Silber bestimmt. Eine Übersicht gibt Tabelle 6. Es ergeben sich bei 8 Proben aus Annaberg – Hoheck für Silber durchschnittlich 30 ppm und für Blei durchschnittlich 4460 ppm, was einer Anreicherung um den Faktor 400 gegenüber den durchschnittlichen Gehalten der Gesteine der oberen Erdkruste (K. H. WEDEPOHL, 1967) entspricht. Eine Aussage über die Korrelation zwischen Blei und Silber ist wegen der zu geringen Probenanzahl nicht möglich. In der Tabelle 6 sind auch Angaben über Silbergehalte von Erzen und reinem Bleiglanz (A. STÜTZ, 1807; E. SCHROLL, 1954) enthalten. Die Umrechnung der alten Maße erfolgte nach Werten, die in Tabelle 7 angeführt sind. In dieser Tabelle finden sich auch die entsprechenden Angaben für Längen und Volumsmaße.

5.2.4 Geochemie des Fluors von Erzen und ausgewählten Gesteinsprofilen

Aufgrund von Analogieschlüssen zu anderen Blei-Zink-Vererzungen in Karbonatgesteinen (z. B. Bleiberg, Kärnten) sollte geklärt werden, ob Fluorit in den hier untersuchten Vererzungen, besonders Annaberg und Schwarzenberg, vorkommt. Zweitens stellte sich die Frage, ob Fluorit dispers verteilt in Karbonatgesteinen in Analogie zu den Vorkommen des Zechsteindolomites der Werra-Serie (BRD) (H. ZIEHR et al., 1980) auftritt. Es wurden daher sowohl Erze und deren Nebengesteine als auch Gesteinsprofile aus den Bereichen Annaberg und Schwarzenberg mittels ionensensitiver Elektrode (Analysegang nach F. KLUGER et al., 1975) auf Fluor analysiert.

5.2.4.1 Fluorgehalte von Erzen und deren Nebengesteinen

Da im Revier Annaberg - Hoheck praktisch keine Vererzungen makroskopisch festgestellt werden konnten, beschränkte sich eine Probennahme auf einen Kluftbereich und dessen unmittelbare Umgebung. In Tabelle 8 sind von 5 Proben aus dem St. Theresien-Stollen neben den Gehalten von Ca, Mg, Sr, Fe, Mn, Pb, Zn und Cu (alle mittels AAS) die Fluorwerte eingetragen. Im Bereich der Kluft (Proben A 2003 und A 2004) steigen neben den Metallgehalten auch die Fluorgehalte leicht an. Eine Flußspatmineralisation ist allerdings weder im Vererzungsbereich noch im Nebengestein festzustellen.

Aus dem Bereich Schwarzenberg wurden 6 Proben auf ihre Fluorgehalte untersucht (siehe Tab. 9). Es zeigt sich, daß erhöhte Fluorwerte nur auf die Anisvererzung (Haldenfund) und auf die dunklen (bituminösen) Gutensteiner Schichten (dort mit Cölestin in den Calcitklüften) beschränkt sind. Eine makroskopisch erfaßbare Fluoritmineralisation konnte auch hier weder im Erz, noch in den unmittelbaren Nebengesteinen der Vererzungen festgestellt werden. Diesbezügliche Angaben sind auch aus der Literatur nicht bekannt.

Tabelle 9: Fluorgehalte (ionensensitive Elektrode) von Erz- und Nebengesteinsproben Schwarzenberg: Gehalte in ppm.

Probe	F
SBGV Bleiglanzvererzung Typ a, St. Josef-Revier	45
SBBR Brekzienerz, 2. Zubaustollen (vgl. Tab. 5, 4)	166
SBW Wettersteinkalk aus Brekzienerz, 2. Zubaust.	54
SBAE Anisvererzung (Haldenfund)	431
EFH3 Reiflinger Kalk vom Isbary-Forstweg	175
Gutensteiner Schichten (mit Cölestin in Klüften), Isbary-Forstwegdurchbruch	980

5.2.4.2 Fluorgehalte in Proben mehrerer Gesteinsprofile aus dem Raum Annaberg und Schwarzenberg

Um einen Überblick über die Verteilung des Fluors in einigen Sedimentgesteinen des bearbeiteten Gebietes zu erhalten und eine mögliche Abhängigkeit der Fluorgehalte von der Stratigraphie und/oder Lithologie festzustellen, wurden zwei Teilprofile (Forstraße in Richtung Büchler Alpe) im Raum Annaberg und ein längeres Profil im Raum Schwarzenberg (Profil Mitterkeil – Taf. 4, Fig. 5) beprobt. Die Fluorgehalte und eine kurze Probenbeschreibung gibt Tabelle 10.

Tabelle 10: Fluorgehalte (ionensensitive Elektrode) in Proben mehrerer Gesteinsprofile aus dem Raum Annaberg und Schwarzenberg; Gehalte in ppm.

Teilprofil 1: Forststraße im Graben zw. Hocheck und Galmeikogel (vgl. Taf. 4/ Fig. 3)

Probe	F
7101 Sandstein der Lunzer Schichten	338
7102 Reiflinger Schichten	338
7103 grünes Tuffitband (teilw. verwittert)	1355
7104 Reiflinger Sch. mit Hornsteinführung	60
7104a Hornstein aus Reiflinger Schichten	25
7105 Reiflinger Schichten	181
7106 kieseliger Kalk der Reiflinger Schichten	43
7107 Emersionshorizont	36
7108 kieseliger Kalk, Reiflinger Schichten	36
7109 kieseliger Kalk, Reiflinger Schichten	49

Teilprofil 2: Am Sabel, Forststr. i. R. Büchler Alpe (vgl. Taf. 4/ Fig. 4)

Probe	F
7121 dunkler, dolomitierter Kalk, Gutensteiner Sch.	187
7122 dolomitierter Kalk, Gutensteiner Schichten	228
7123 Gutensteiner Dolomit	196
7123M „Messerstichkalk“ Gutensteiner Schichten	54

Profil 3: Unterer Isbary-Forstweg – Mitterkeil (vgl. Taf. 4/ Fig. 5)

Probe	F
4102 Opponitzer Kalk	356
4101 Lunzer Sandstein	281
4103 hellgraubrauner, massiger Wettersteinkalk	54
4104 massiger Wettersteinkalk	45
4105 massiger Wettersteinkalk	36
4106 Reiflinger Schichten	95
4107 Reiflinger Schichten, mit Pyrit, dunkelgraubraun	951
4108 hellgraue Reiflinger Schichten	279
4109 hellgraue Reiflinger Schichten, Arenitlage	56
4110 mittelgraue Gutensteiner Schichten	154
4111 dunkelbraune Gutensteiner Schichten	970

Durch höhere Fluorgehalte zeichnen sich unverkieselte Reiflinger Schichten und nahezu alle beprobten Schichtglieder der Gutensteiner Schichten aus. In diesem Zusammenhang fällt eine mögliche Korrelation zwischen Dunkelfärbung des Gesteins (Bitumengehalt) und Fluorgehalt auf. Die hohen Fluorwerte des Tuffitbandes sind mit dem hohen Tonmineralegehalt dieser Lage zu erklären. Besonders auffällig sind die niedrigen Gehalte in den verkieselten Reiflinger Schichten (Hornsteinführung) und im Wettersteinkalk. Diese Werte liegen deutlich unter den durchschnittlichen Fluorgehalten karbonatischer Sedimentgesteine (vgl. dazu S. KORITNIG, 1951, 1963, 1969 ff).

Eine Fluoritmineralisation, wie sie aus den Klüften des Gutensteiner Kalkes der Laussa bei Altenmarkt bekannt ist (M. A. GÖTZINGER et al., 1980) wurde im bearbeiteten Gebiet nicht gefunden.

Drei Gesteinsproben aus dem Profil Lassingbach, knapp 2 km westlich Sägemühle (Typprofil des Annaberger Kalkes, A. TOLLMANN, 1966) fielen durch ihre unterschiedlichen, bzw. sehr hohen Fluorgehalte auf (Gehalte in ppm):

Probe 4200 anstehende Gutensteiner Schichten außerhalb des kleinen Steinbruches	240
Probe 4201 anstehende, dickere Bank der Gutenst. Sch., innerhalb des kleinen Steinbruches (Südteil)	1280
Probe 4202 anstehende, massige Bank, Annaberger Kalk, innerhalb des kleinen Steinbruches (Nordteil)	1600

Von der Probe 4201 wurden mittels 4%iger Monochloressigsäure Lösungsrückstände gewonnen, die neben Tonmineralen (vorwiegend Illit), Kalifeldspat, Quarz, Pyrit und organischer Substanz auch Fluorit enthalten (Nachweis durch RDA). Weiterführende Untersuchungen darüber sind im Gange.

6. Gedanken zur Genese der Mineralisation

Die Vererzung Annaberg tritt in drei verschiedenen, räumlich benachbarten tektonischen Einheiten auf. Sie betrifft in der Sulzbachdecke (Hocheck, Annagrube) den Annaberger Kalk, in der Unterbergdecke (Galmeikogel) den Gutensteiner Kalk und

untergeordnet Wettersteindolomit der Reisalpendecke. Die Vorstellung von einem Erzhorizont im Muschelkalk der Unterbergdecke (ANTONIUS, 1970) muß daher aufgegeben werden.

Paragenetische Besonderheiten der Lagerstätte, die sie von den nahegelegenen Vererzungen von Schwarzenberg und Brandmäuer (wo nahezu monomineralische Bleiglanzvererzungen vorliegen) unterscheiden, sind das Auftreten von Silber (das offenbar nicht an Bleiglanz, sondern an eigene Silberminerale gebunden war) und die Tatsache, daß Zink gegenüber Blei nicht zurücktritt (sondern mit Blei gut korreliert ist), während in Schwarzenberg und Brandmäuer Zink fast fehlt.

Die Vererzung tritt, soweit sie aufgeschlossen ist, als Kluftvererzung auf.

Da fast nur sekundäre Erzminerale vorliegen, also der Bergbau wahrscheinlich keine bedeutende Sulfidvererzung angegriffen hatte, haben Aussagen über die Primärentstehung der Vererzung rein hypothetischen Charakter.

Die Blei-Zink-Vererzung Schwarzenberg befindet sich im stratigraphisch liegenden Anteil des Wettersteinkalkes. Sie ist dort an ein relativ junges, hauptsächlich West-Ost streichendes Kluftsystem gebunden. Trotz intensiver Grubenaufnahme und der Anwendung geochemischer Untersuchungsmethoden konnte im Wettersteinkalk keine sedimentäre Vererzung nachgewiesen werden. Die in den Grubengebäuden anzutreffenden Vererzungstypen sprechen dafür, daß die Erzanreicherung postsedimentär erfolgte.

Auffallend sind jedoch die Blei-Zink-Anomalien in den Bodenproben und die höheren Metallgehalte in den Gesteinsproben der Reiflinger und Gutensteiner Schichten. Zwei Haldenstücke mit sedimentärer Vererzung, die aus Reiflinger und/oder Gutensteiner Schichten stammen, lassen folgende Hypothese über die Genese der Vererzung möglich erscheinen: Die primäre und wahrscheinlich sedimentäre Anlage der Vererzung erfolgte in den Gutensteiner Schichten oder in den Reiflinger Schichten. Diese Erze wurden vermutlich während einer Mobilisation teilweise gelöst und im Kluftsystem des Wettersteinkalkes ausgefällt.

Als gemeinsames Merkmal der untersuchten Vererzungen fällt auf, daß die Erzführung (v. a. Zink) in der Regel an dolomitisierter Bereiche gebunden ist. Vergleiche dazu besonders Arzriedel.

Aus Ortsbildern der Brandmäuer (untere Abbauscheibe) kann u. a. auf einen Karsthohlformen folgenden Anreicherungs Vorgang geschlossen werden.

Dank

Herrn Dr. L. Weber (Bundesministerium f. Handel, Gewerbe und Industrie, Oberste Bergbehörde, Wien) danken wir für die Anregung zu dieser Arbeit und für die wertvollen Diskussionen; gleichfalls danken wir Herrn Prof. Dr. A. Tollmann (Vorstand des Inst. f. Geologie, Univ. Wien) für viele interessante Hinweise und Diskussionen, die sich während der Erstellung der Arbeit ergaben. Für viele Ratschläge bei der Durchführung geochemischer und analytischer Arbeiten schulden wir besonders Herrn Prof. Dr. E. Schroll (Geotechnisches Institut – Arsenal, Wien) und Herrn F. Kluger (Inst. f. Analytische Chemie, Univ. Wien) herzlichen Dank. Die quantitative Elementbestimmung der Gesteinsproben konnte durch das freundliche Entgegenkommen von Herrn Dr. G. Hübel und Herrn Dr. I. Cerny bei der Bleiberger Bergwerks Union AG durchgeführt werden. Herrn Prof. Dr. W. Tufar (Inst. f. Mineralogie, Abt. Erzlagerstättenforschung, Univ. Marburg/Lahn, BRD) und Herrn Doz. Dr. A. Beran (Inst. f. Mineralogie und Kristallographie, Univ. Wien) danken wir für die Hilfe bei der

Herstellung und Auswertung von Erzanschliffen. Frau Dr. E. Kristan-Tollmann danken wir für die Bestimmung von Crinoiden. Die Foraminiferen wurden dankenswerterweise von Herrn Dr. W. Piller, die Conodonten von Herrn Doz. Dr. L. Krystyn (beide Inst. f. Paläontologie, Univ. Wien) bestimmt. Herrn Dipl.-Ing. E. Weiss (Bundesministerium f. Handel, Gewerbe und Industrie, Oberste Bergbehörde, Wien) danken wir für die Unterstützung bei der Suche nach historischen Angaben über die behandelten Bergbaugebiete.

Literatur

- ANTONIUS, G.: Die Lagerstätten von Türrnitz und Annaberg in Niederösterreich. – Unveröff. Diss. Phil. Fak. Univ. Wien, 93 S., div. Abb. u. Taf., Wien 1970.
- BARTH, K.: Etwas über das Bleiglanzvorkommen bei Türrnitz in Niederösterreich. – Montan-Rundsch., **15**, S. 295, Wien 1929.
- BAUER, F. & HOLZER, H.: Ein vergessener Blei-Zink-Schurfbau in Niederösterreich. – Montan-Rundsch., **1964**, H. 2, S. 26, Wien 1964.
- BECHERER, K.: Die Pb-(Zn-)Vorkommen von Annaberg, Puchenstuben und Türrnitz in Niederösterreich. – Tscherma's Min. Petr. Mitt., (3. F.) **15**, 308–311, Wien 1971.
- BITTNER, A.: Geologisches aus dem Pielachthale nebst Bemerkungen über die Gliederung der alpinen Trias. – Verh. Geol. R.-A., **1896**, Nr. 14, 385–418, 3 Abb., Wien 1896.
- BUCHHOLZ, G.: Das axiale Verhalten der Reispalpendecke. – Unveröff. Diss. Formal-Naturwiss. Fak. Univ. Wien, 202 S., 40 Abb., 18 Kt., Wien 1979.
- CORNELIUS, H. P.: Geologische Spezialkarte 1 : 75.000, Blatt Mürzzuschlag. – Wien (Geol. B.-A.) 1936.
- CORNELIUS, H. P.: Die Geologie des Mürztalgebietes. – Jb. Geol. B.-A., S.-B. **4**, 94 S., Wien 1952.
- GEYER, R.: Die Silberbergwerke in den niederösterreichischen Ländern unter Maximilian I. – Schlern-Schr., **9**, 199–218, Innsbruck 1925.
- GÖTZINGER, M. A., LEIN, R. & WEINKE, H. H.: Vorläufiger Untersuchungsbericht über das Fluoritvorkommen in den Gutensteiner Schichten aus der Laussa bei Altenmarkt/Sankt Gallen in der Steiermark. – Anz. Österr. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl., **1980**, Nr. 1, 1–6, Wien 1980.
- HABERFELLNER, J.: Gutachten über die alten Bergbaue bei Annaberg in Niederösterreich. – Unveröff. Gutachten, Lunz 1907.
- HAGENGUTH, G.: Die Blei-Zink-Vererzung vom Schwarzenberg bei Türrnitz in Niederösterreich. – Unveröff. Vorarb. Geol. Inst. Univ. Wien, 50 S., 32 Abb., 14 Taf., 1 Kt., 1 Prof., Wien 1981.
- HADITSCH, J. G.: Coelestin und Flußspat aus den Opponitzer Kalken von Obermicheldorf/Oberösterreich. – Jb. Oberösterr. Musealver., **112**, I. Abh., 161–172, Linz 1967.
- HADINGER, W.: Geologische Beobachtungen in den österreichischen Alpen. – S. 352, [In:] Berichte über die Mitteilungen von Freunden der Naturwissenschaften in Wien, **III**, Wien 1848.
- HALLER, A.: Das Silberbergwerk bei Annaberg in Niederösterreich. – Bl. Ver. Landeskunde Niederösterr., **26**, 409–414, Wien 1892.
- HAUER, F. v.: Über die geognostischen Verhältnisse des Nordabhanges der nordöstlichen Alpen zwischen Wien und Salzburg. – Jb. Geol. R.-A., **1**, 17–60, Wien 1850.
- HAUER, F. v.: Über die Gliederung der Trias-, Lias- und Juragebilde in den nordöstlichen Alpen. – Jb. Geol. R.-A., **4**, 718–742, Wien 1853.
- HERTLE, L.: Lilienfeld - Bayerbach. – Jb. Geol. R.-A., **15**, 451–551, 27 Abb., Wien 1865.
- HLAWATSCH, K.: Anglesit vom Schwarzen Berg bei Türrnitz. – Ann. Nat.-Hist. Mus., (3) **38**, S. 18 f., Wien 1924.
- HUBER, S. & P.: Mineralfundstellen, Bd. 8: Oberösterreich, Niederösterreich und Burgenland. – 270 S., 132 Abb., München (Ch. Weise) 1977.

- KLUGER, F., WEINKE, H. H., KLEIN, P. & KIESL, W.: Bestimmung von Fluor in Vulkaniten von Filicudi und Alicudi (Äolische Inseln, Süditalien) sowie an einigen geochemischen Referenzstandards. – *Chem. d. Erde.*, **34**, 168–174, 1975.
- KORITNIG, S.: Ein Beitrag zur Geochemie des Fluor. – *Geochim. Cosmochim. Acta*, **1**, 89–116, London 1951.
- KORITNIG, S.: Zur Geochemie des Fluors in Sedimenten. – *Fortschr. Geol. Rheinland Westfalen*, **10**, 231–238, Krefeld 1963.
- KORITNIG, S.: Fluorine. – [In:] WEDEPOHL, K. H. (ed.): *Handbook of Geochemistry*, Vol. II/ 1, Berlin-Heidelberg-New York (Springer) 1969–78.
- LEIN, R.: Deckschollen von Hallstätter Buntkalken in Salzbergfazies in den Mürztaler Alpen südlich von Mariazell (Steiermark). – *Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr.*, **27**, 207–235, 4 Abb., 1 Taf., Beil. 12, Wien 1981.
- MAYRHOFER, R. J.: Altes und Neues zum Annaberger Silbererzbergbau. – *Unsere Heimat*, N.F. **19**, 105–108, Wien 1948.
- MEIXNER, H.: Neue mineralogische Seltenheiten aus der Ostmark. – *Mitt. Wiener Min. Ges.*, 1939, **105**, 434–439, [In:] *Min. Petr. Mitt.*, Bd. **51**, Leipzig 1940.
- NIEDERMAYR, G., SUMMESBERGER, H. & SCHERIAU-NIEDERMAYR, E.: Über zwei Coelestinvorkommen in der Mitteltrias der Gailtaler Alpen, Kärnten. – *Ann. Naturhistor. Mus. Wien*, **79**, 1–7, 3 Abb., 2 Taf., Wien 1975.
- NIEMCZYK, O.: Bergmännisches Vermessungswesen. – Bd. 2, 772 S., 473 Abb., 47 + 6 Taf., Berlin (Akademie Verlag) 1956.
- POBER, E.: Die Blei-Zink-Vererzung am Südostrand des Schmelzfensters südlich von Annaberg in Niederösterreich. – Unveröff. Vorarb. Geol. Inst. Univ. Wien, III + 77 S., 7 Taf., 1 Kt., Wien 1981.
- POSEPNY, F.: Bemerkungen über den Silberbergbau von Annaberg in Niederösterreich. – *Österr. Z. Berg- u. Hüttenwesen*, **42**, 27–32, Wien 1894.
- REDLICH, K.: Vanadinit vom Galmeikogel bei Annaberg in Niederösterreich. – *Tschermaks Min. Petr. Mitt.*, **17**, S. 519, Wien 1898.
- SARNTHEIN, M.: Sedimentologische Profilreihe aus den mitteltriadischen Karbonatgesteinen der Kalkalpen nördlich und südlich von Innsbruck. – *Verh. Geol. B.-A.*, **1965**, 119–163, 1 Taf., Wien 1965.
- SCHROLL, E.: Über die Anreicherung von Mo und V in der Hutzone der Pb-Zn-Lagerstätte Bleiberg-Kreuth in Kärnten. – *Verh. Geol. B.-A.*, **1949**, H. 4–6, Wien 1949.
- SCHROLL, E.: Spurenelementparagenese (Mikroparagenese) ostalpiner Bleiglanze. – *Anz. Österr. Adad. Wiss., math.-naturwiss. Kl.*, **1950**, 21–25, Wien 1950.
- SCHROLL, E.: Ein Beitrag zur geochemischen Analyse ostalpiner Blei-Zink-Erze. 1. Teil. – *Mitt. Österr. Min. Ges.*, S.-H. **3**, 85 S., Wien 1954.
- SCHULTE, G., LÖHR, W. & VOSEN, H.: *Markscheidkunde für das Studium und die betriebliche Praxis*. – 4. Aufl., 444 S., 333 Abb., 35 Taf., Berlin - Heidelberg - New York (Springer) 1969.
- SCHULZ, O. & KOSTELKA, L.: Das Bleiglanzvorkommen von Puchenstuben in Niederösterreich. – *Tschermaks Min. Petr. Mitt.*, (3. F.) **10**, 180–191, 7 Abb., Wien 1965.
- SIGMUND, A.: Über einige seltene Minerale in Niederösterreich. – *Tschermaks Min. Petr. Mitt.*, **23**, 78–81, Wien 1904.
- SIGMUND, A.: *Die Minerale Niederösterreichs*. – 194 S., 8 Abb., 3 Prof., Wien - Leipzig (Deuticke) 1909.
- SIGMUND, A.: *Die Minerale Niederösterreichs*. – 2. Aufl., 247 S., 11 Abb., Wien (Deuticke) 1937.
- SPENGLER, E.: *Aufnahmebericht über Blatt Schneeberg – St. Ägyd*. – *Verh. Geol. B.-A.*, **1927**, 52–54, Wien 1927.
- SPENGLER, E.: *Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte der Republik Österreich, Blatt Schneeberg – St. Ägyd*. – 108 S., 1 Taf., Wien (Geol. B.-A.) 1931.

- SPENGLER, E.: Versuch einer Rekonstruktion des Ablagerungsraums der Decken der Nördlichen Kalkalpen, 3. Teil (Der Ostabschnitt der Nördlichen Kalkalpen). – Jb. Geol. B.-A., 193–312, Taf. 4, Wien 1959.
- STAMPFER, S. & DOLEZAL, E.: Sechsstellige logarithmisch-trigonometrische Tafeln nebst Hilfstafeln, einem Anhang und einer Anweisung zum Gebrauche der Tafeln. – 20. Aufl., 162 S., 8 Taf., Wien (Karl Gerolds Sohn) 1904.
- STUR, D.: Geologische Detailaufnahme in den Nordöstlichen Alpen des Herzogtums unter der Enns. – Jb. Geol. R.-A., 15, Wien 1865.
- STUR, D.: Geologie der Steiermark. – 654 S., div. Abb. u. Taf., Graz (Geognost.-montanist. Ver.) 1871.
- STÜTZ, A.: Mineralogisches Taschenbuch. Enthaltend eine Oryctographie von Unterösterreich zum Gebrauche reisender Mineralogen. – Wien - Triest (Geistinger's Buchhandlung) 1807.
- TOLLMANN, A.: Geologie der Kalkvoralpen im Ötscherland als Beispiel alpiner Deckentektonik. – Mitt. Geol. Ges. Wien, 58 (1965), 103–207, Taf. 1–4, Wien 1966.
- TOLLMANN, A.: Analyse des klassischen nordalpinen Mesozoikum. – XV + 580 S., 256 Abb., 3 Taf., Wien (Deuticke) 1976 a.
- TOLLMANN, A.: Der Bau der Nördlichen Kalkalpen. – IX + 456 S., 130 Abb., Wien (Deuticke) 1976 b.
- WAGNER, L.: Die Entwicklung der Mitteltrias in den östlichen Kalkvoralpen im Raum zwischen Enns und Wiener Beckern. – Unveröff. Diss. Phil. Fak. Univ. Wien, 202 S., 11 + 164 Abb., 25 Taf., Wien 1970.
- WEDEPOHL, K. H.: Geochemie. – Samml. Göschen, 1224–1224 b, 220 + 32 S., 26 Abb., 37 Tab., Berlin (Walter de Gruyter & Co) 1967.
- ZEPHAROVICH, V. v.: Mineralogisches Lexicon für das Kaiserthum Österreich. – 1. Bd. (1790–1857), XXX und 627 S., Wien (Braumüller) 1859.
- ZEPHAROVICH, V. v.: Mineralogisches Lexicon für das Kaiserthum Österreich. – 2. Bd. (1858–1872), XIV + 436 S., Wien (Braumüller) 1873.
- ZIEHR, H., MATZKE, K., OTT, G. & VOUTTSIDIS, V.: Ein stratiformes Fluoritvorkommen im Zechsteindolomit bei Eschwege und Santra in Hessen. – Geol. Rdsch., Bd. 69, Heft 2, 325–348, 11 Abb., 3 Tab., Stuttgart 1980.

Manuskript bei der Schriftleitung eingelangt am 12. 2. 1982.

TAFEL 1

Fig. 1: Arzriedel/Trübenbach

Bleiglanz (weiß) und Zinkblende (grau) in dolomitisierten Zonen im Gutensteiner Kalk; schräges Auflicht; linke Probenkante entspricht 25 mm.

Fig. 2: Schwarzenberg, Brekzienvererzung

Zinkblendekristalle (grau) neben Bleiglanzputzen (weiß) in Brekzie aus Wettersteindolomit mit bituminös-tonigem Zwischenmittel; schräges Auflicht; lange Diagonale des Bleiglanzes entspricht 6,5 mm.

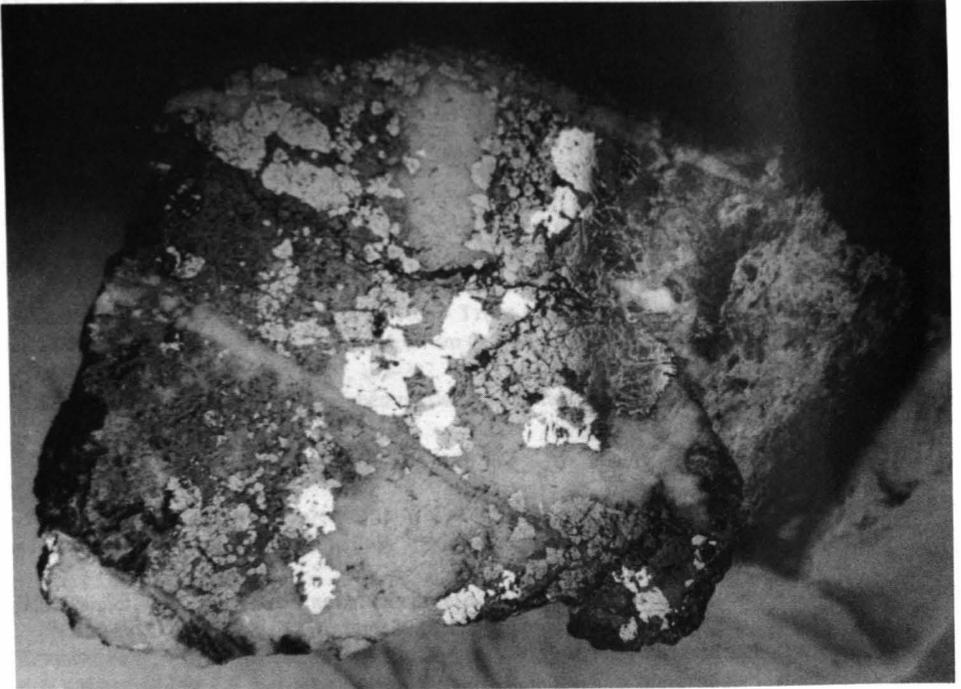


Fig. 1

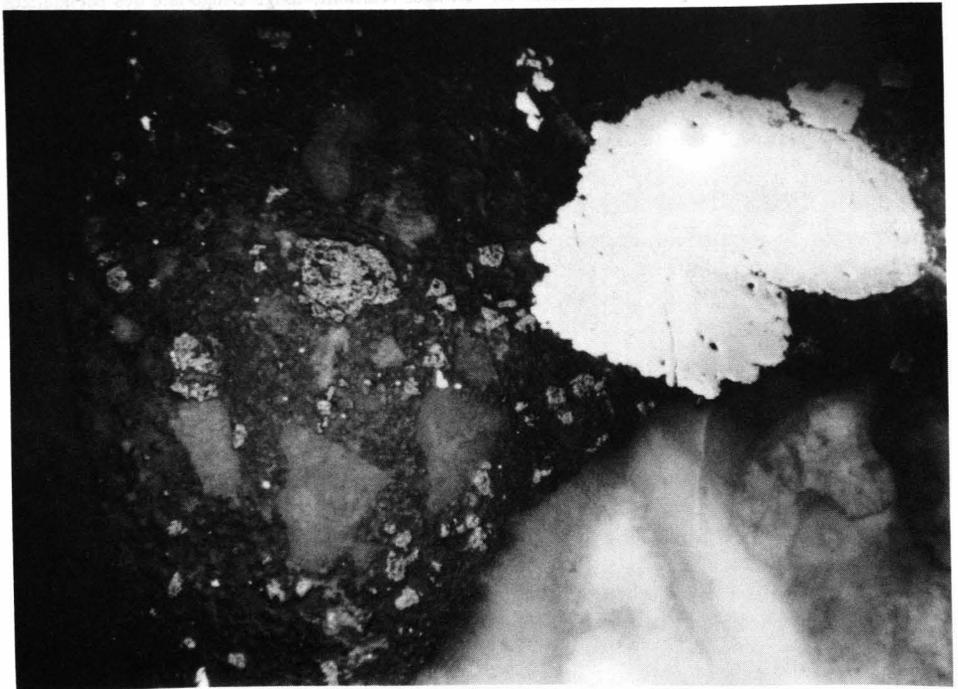


Fig. 2

TAFEL 2

- Fig. 3: Schwarzenberg, Kaiser Josephi-Fundgrube (Halde)
Sedimentäre Vererzung (Bleiglanz) in gradierter Schichtung (bituminöser Kalk); schräges Auflicht; lange obere Probenkante entspricht 33 mm.
- Fig. 4: Kohlanger/Frein
Bleiglanz (weiß) und Zinkblende (grau) in (Wetterstein-)Dolomit; Bleiglanz als feine Spaltenfüllung und in derben Putzen; schräges Auflicht; lange untere Probenkante entspricht 40 mm.

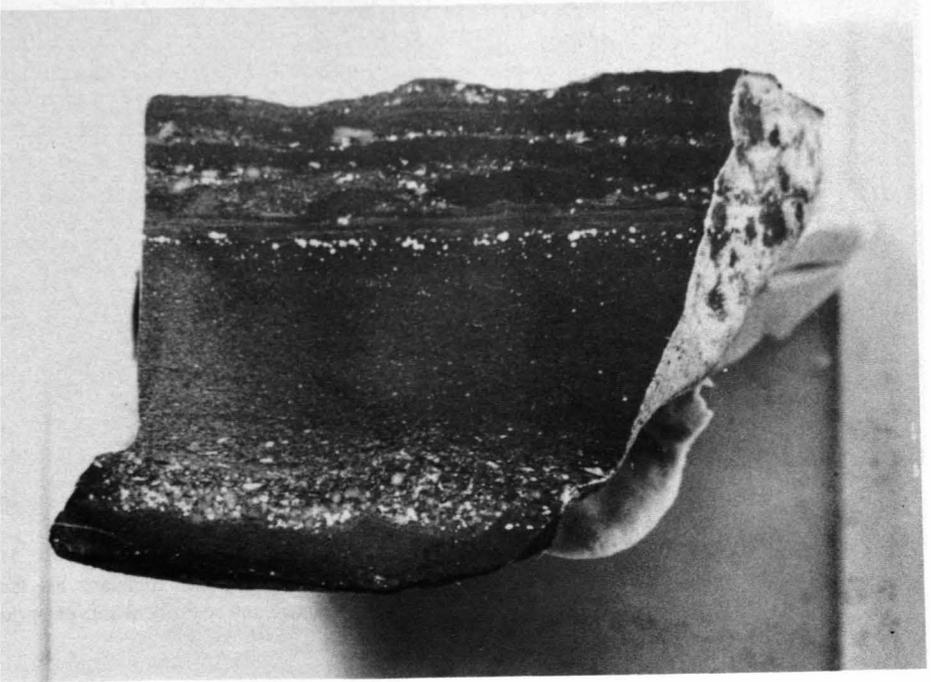


Fig. 3

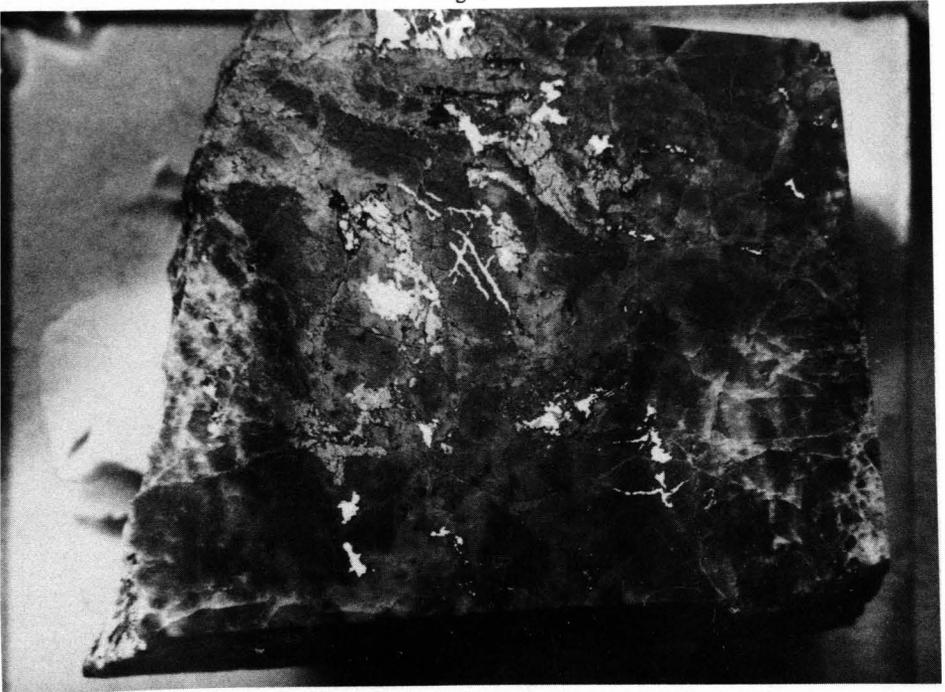
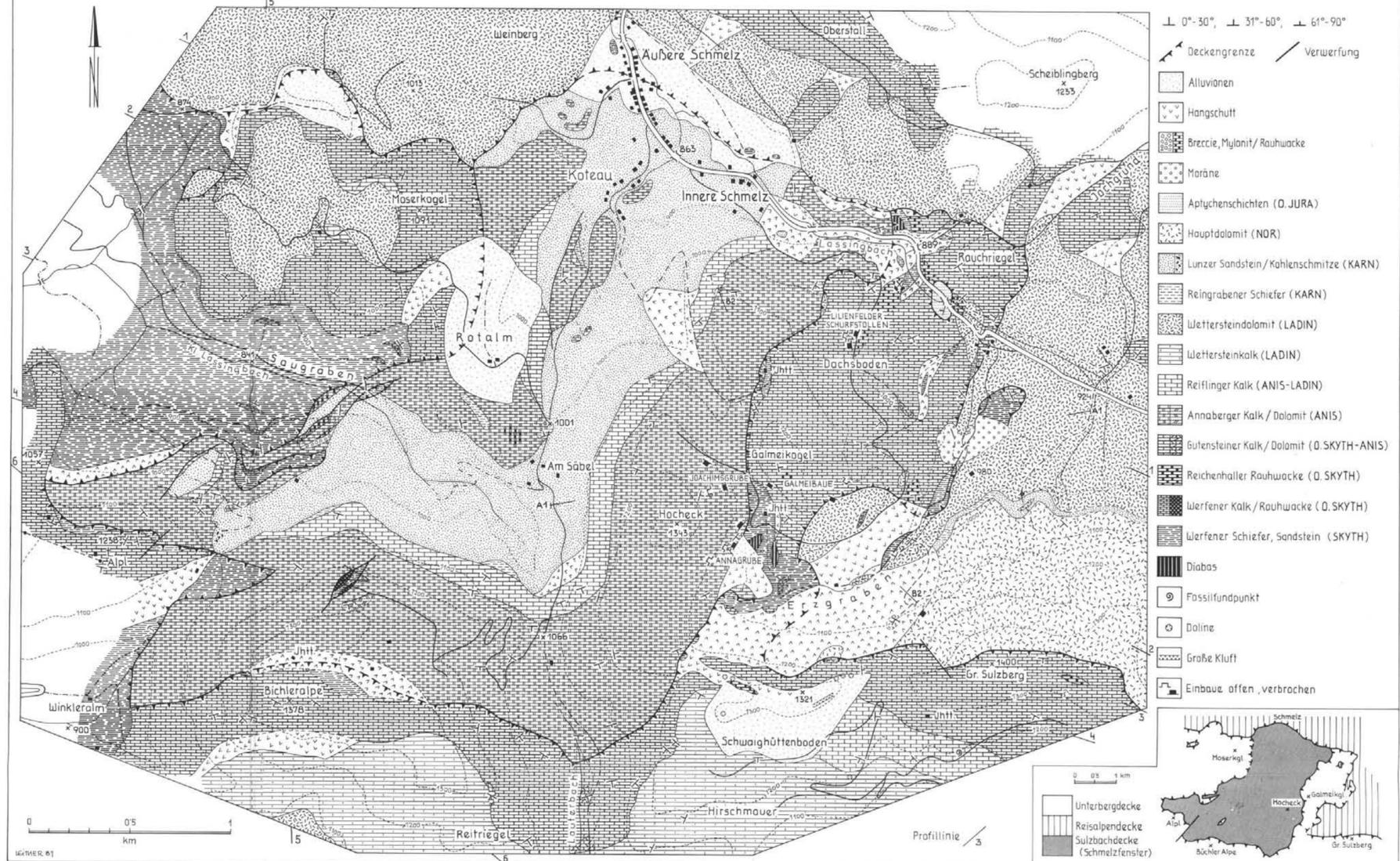


Fig. 4

GEOLOGISCHE KARTe DES SCHMELZFENSTERS UND SEINES RAHMENS

(nach E. POBER 1981)

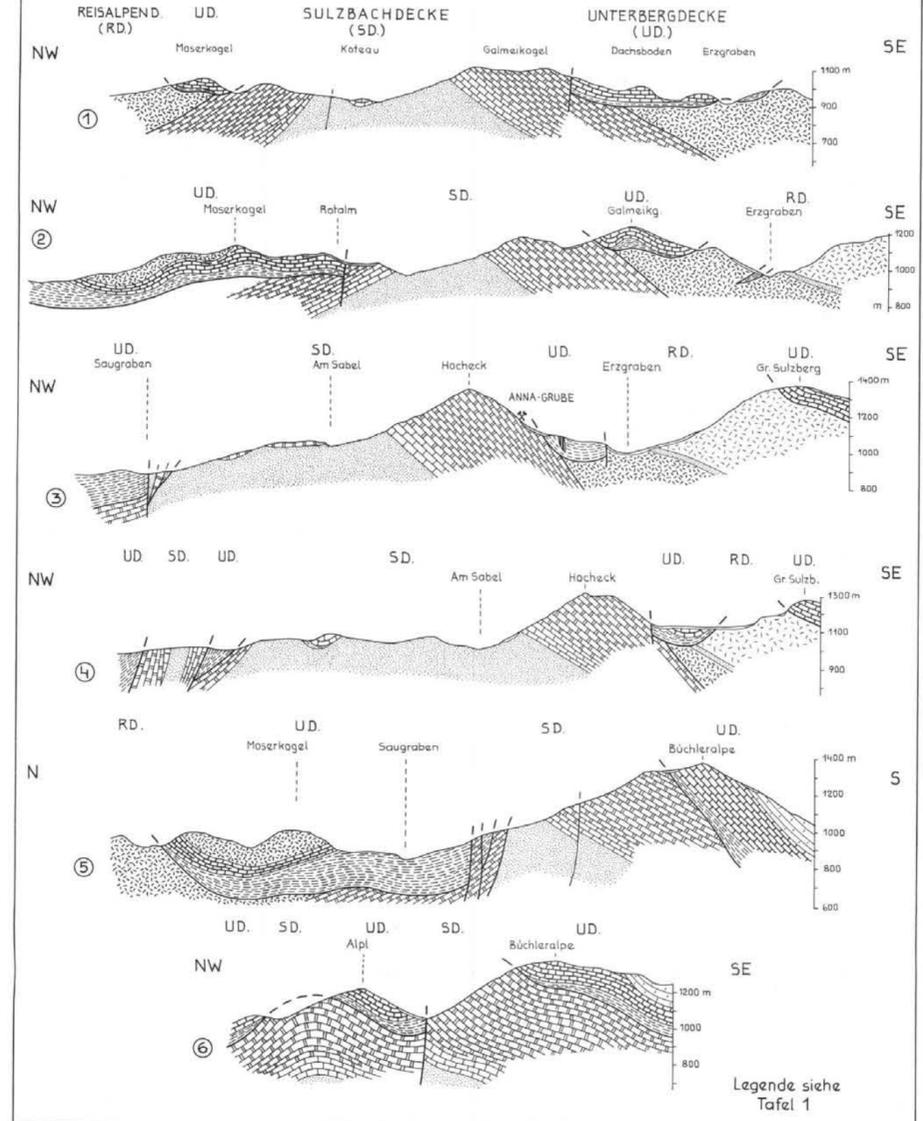
TAFEL I



PROFILE ZUR GEOL. KARTe DES SCHMELZFENSTERS

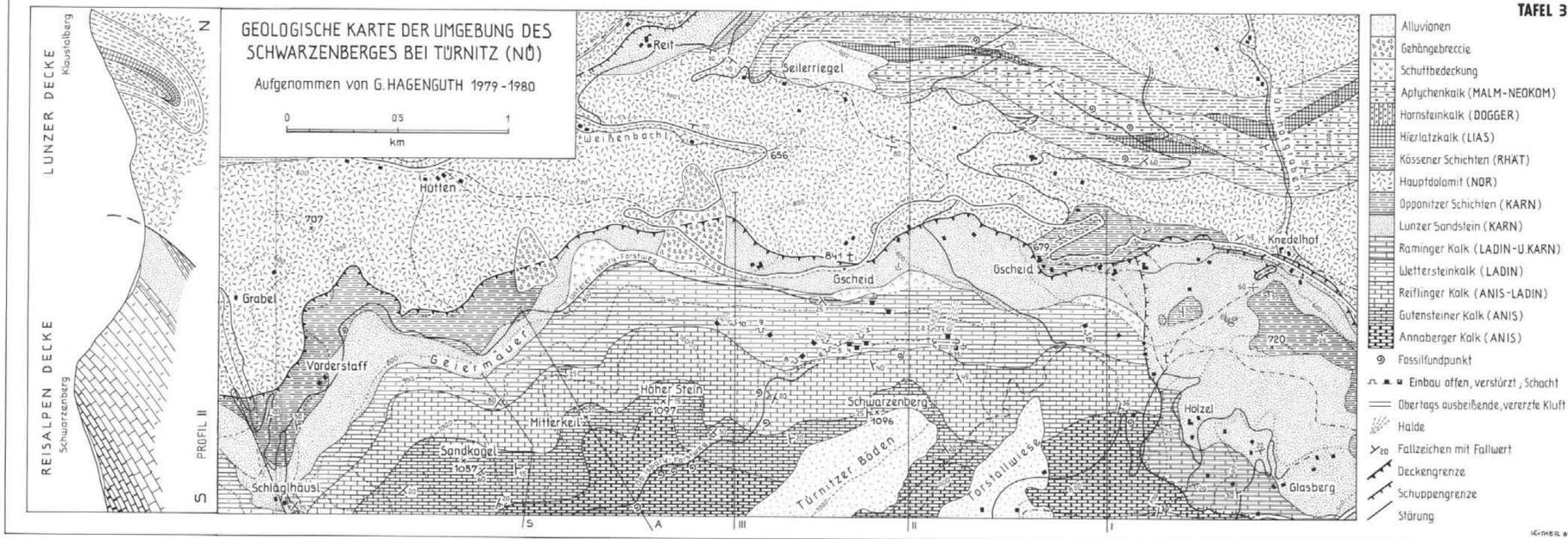
E. POBER 1981

TAFEL 2



GEOLOGISCHE KARTe DER UMGEBUNG DES SCHWARZENBERGES BEI TURNITZ (NO)

Aufgenommen von G. HAGENGUTH 1979-1980



SAULENPROFILE DER MITTELTRIASENTWICKLUNG IM BEREICH DES SCHMELZFENSTERS (SULZBACHDECKE) UND DES SCHWARZENBERGES (REISALPENDECKE)

TAFEL 4

