

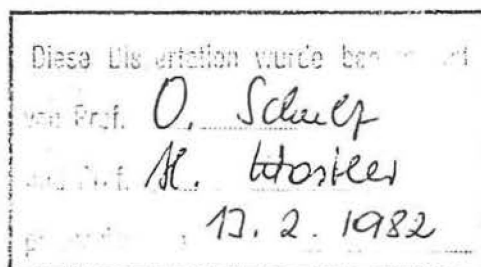
lit

BLEI - Z I N K - V E R E R Z U N G E N I N

B R E C C I E N Z O N E N D E R N O R D T I R O L E R

K A L K A L P E N (Z W I S C H E N T E L F S -

B I B E R W I E R - N A S S E R E I T H U N D I M S T)



Inauguraldisserdation
zur Erlangung der Doktorwürde an der
Philosophischen Fakultät der
Leopold-Franzens-Universität Innsbruck

eingereicht von
Lazaros SIDIROPOULOS
Innsbruck

Innsbruck, November 1980

Inhaltsverzeichnis

1	Vorwort	1
2	Einleitung	2
3	Problemstellung	4
4	Geologische Übersicht	5
4.1	Arbeitsunterlagen	5
4.2	Großtektonik	8
4.3	Stratigraphie	8
4.3.1	Reichenhaller Schichten	9
4.3.2	"Alpiner Muschelkalk"	9
4.3.3	Partnach-Schichten	10
4.3.4	Wettersteinkalk bzw. -dolomit	10
4.3.5	Raibler Schichten	11
4.3.6	Hauptdolomit	12
4.3.7	Kössener Schichten	12
4.3.8	Oberrhätischer Kalk	12
4.3.9	Adneter Kalke	12
4.3.10	Allgäuer Schichten	12
4.3.11	Radiolarite i.e.S.	13
4.3.12	Aptychen-Schichten	13
4.3.13	Muttekopf-Gosau	13
5	Breccientypen	14
5.1	Breccientypen, sedimentologisch-gefüge- kundlich	14
5.2	Breccientypen in kalkalpinen Blei-Zink- Lagerstätten	17
6	Mineralbestand	19
7	Lokalitätsbeschreibung	30
7.1	Bergbau Igelsee	30
7.2	Bergbau Brendlkar	32
7.3	Bergbau Taja-Kopf	33
7.4	Bergbau Gries-Spitze	34
7.5	Bergbau Grünstein	35
7.6	Bergbau Biberwierer Scharte	36
7.7	Bergbau Silberleiten	37
7.8	Bergbau Marienberg	46
7.9	Bergbau in der Handschuhspitze	48
7.10	Bergbau Feigenstein	49
7.11	Bergbau Hochwarte	54
7.12	Bergbau Häverstock	55

7.13	Bergbau Geierkopf	57
7.14	Bergbau Lorenzi-Grube	58
7.15	Bergbau Matthias-Grube	59
7.16	Bergbau Sigmund-Grube	60
7.17-18	Bergbau Dirstentritt und Unteres Gaflein-Tal	61
7.19	Bergbau Reißenschuh-Joch	69
7.20	Bergbau Heiterwand-Ost	74
7.21	Bergbau St. Veit	75
7.22	Bergbau Alpeil	80
7.23	Bergbau Kratzer	81
7.24	Bergbau Kuchelzeche und Krom	82
7.25-29	Bergbau Tschirgant	85
7.30	Bergbau Blaue-Grotte	90
7.31	Bergbau Eibental	92
7.32	Bergbau Laagers-Gipfelbaue	93
7.33	Bergbau Laagers-Ost	94
7.34	Bergbau Larsenn	94
7.35	Bergbau Malchbach	94
8	Die vererzten Breccien im Arbeitsgebiet ..	96
8.1	Bergbau St. Veit	101
8.2	Bergbau Reißenschuh	106
8.3	Bergbau Alpeil	111
8.4	Bergbau Dirstentritt und Unteres Gaflein-Tal	114
8.5	Bergbau Feigenstein	120
8.6	Bergbau Silberleiten und Biberwierer Scharte	122
8.7	Bergbau Haverstock, Handschuhspitze und Marienberg	125
8.8	Bergbau Grünstein, Gries-Spitze und Taja-Kopf	128
8.9	Bergbau Tschirgant	129
8.10	Bergbau Eibental und Laagers	131
9	Schwefelisotopenverhältnisse	133
10	Genetische Deutung	146
11	Wirtschaftliche Aspekte	154
12	Zusammenfassung	156
13	Literaturnachweis	158
14	Fototafeln	166
	Anhang Tafel I;	

1. V o r w o r t

Die vorliegende Arbeit wurde im Rahmen der seit Jahren laufenden Untersuchungen von Herrn Univ.-Prof. Dr. O. Schulz über die Metallogenese im Ostalpenraum als Dissertation am Institut für Mineralogie und Petrographie, Abteilung Geochemie und Lagerstättenlehre, durchgeführt.

Es ist mir ein besonderes Anliegen, dem Betreuer meiner Dissertation, Herrn Univ.-Prof. Dr. O. Schulz, meinen Dank auszusprechen für die vielen wertvollen Hinweise, die er mir gegeben hat, für die gemeinsamen Gelände- und Stollenbegehungen und die Bereitschaft, meinen Fragen und Problemen seine Aufmerksamkeit zu widmen.

Weiters möchte ich dem Lehrpersonal der beiden Institute, Mineralogie und Petrographie sowie Geologie und Paläontologie, herzlich danken, die mir die wichtigsten Grundlagen und Kenntnisse für mein Studium vermittelt haben.

Der gleiche Dank gilt auch allen meinen Kollegen, die jederzeit bereit waren, mir hilfreich Auskunft zu erteilen.

Für die finanzielle Unterstützung sei dem FONDS ZUR FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTLICHEN FORSCHUNG gedankt. Bedanken möchte ich mich auch beim Präparator, Herrn H. Spiegl, der die notwendigen Anschliffe, Dünnschliffe und Polituren in vorzüglicher Weise anfertigte.

Mein besonderer Dank gilt schließlich meiner lieben Frau, Irene, die stets für meine Arbeit größtmögliches Verständnis zeigte und mich auch materiell sehr unterstützte; und nicht zuletzt meinen Eltern, die mir den Beginn dieses Studiums ermöglichten.

2. E i n l e i t u n g

In den Nordtiroler Kalkalpen gibt es eine lange Reihe von Blei-Zink-Vorkommen, die wegen ihrer heute geringen wirtschaftlichen Bedeutung und wegen der meist ungünstigen geographischen Lage, nämlich im hochalpinen Raum (das höchste Vorkommen befindet sich 2.400 m ü.d.M.) nur in relativ geringem Maße wissenschaftlich bearbeitet worden sind, im Gegensatz zu den reichen und ausgedehnten Vorkommen in den Dolomiten von Sappada, Julischen Alpen, Gailtaler Alpen und Karawanken, also beiderseits des Periadriatischen Lineaments mit den Schwerpunkten Salafossa, Auronzo, Raibl, Bleiberg-Kreuth, Mies. Im Rahmen einer Dissertation sollten nun hier vererzte Breccienzonen in Blei-Zink-Erzlagerstätten der Nordtiroler Kalkalpen gesucht und untersucht werden. Besonderes Interesse an der vorliegenden Studie besteht deshalb, weil im Zuge bisheriger und zwar zum Teil genauerer Studien im Nordalpenraum das spezielle Problem der "erzführenden Breccien" nicht oder nach heutiger Auffassung noch nicht in wünschenswertem Ausmaß berücksichtigt wurde.

Seit 1950 wurden auf neue genetische Gesichtspunkte gerichtete Untersuchungen, nämlich auf besonders typische und möglichst eindeutige Sedimentgefüge, angestellt, wobei eben mehr solche geologische Körper im Mittelpunkt der Interessen standen. Am Beispiel von Sedimenten der Gailtaler Alpen ist von O. SCHULZ (zuletzt 1973, 1975), in den östlichen Dolomiten von LAGNY (1974) nach genetischen Studien die lagerstättenmäßige Bedeutung von verschiedenen Breccientypen aufgezeigt worden. Die wirtschaftliche Bedeutung vererzter Karbonatgesteinsbreccien ist im letzten Jahrzehnt nach den Zink-Gewinnungserfolgen in Salafossa und in Kreuth auch in Mies und Raibl erkannt und genützt worden.

Besonders im Westen von Kreuth steht eine brecciöse Zone im Ausmaß von 6 - 7 Mio. t Roherz (KOSTELKA, 1973) als wirtschaftliche Stütze des heutigen Bergbaues Bleiberg-Kreuth im Mittelpunkt des wirtschaftlichen Interesses.

3. P r o b l e m s t e l l u n g

Unter den bisherigen Arbeiten betreffend Blei und Zink in Karbonatgesteinen Nordtirols interessieren besonders die von TAUPITZ (1954) "Blei-Zink- und Schwefellagerstätten der Nördlichen Kalkalpen westlich der Loisach", wobei genannte Lagerstätten eingehend im Gelände und im Labor untersucht wurden und dabei ein für die damalige Zeit verblüffendes und umstrittenes Ergebnis bekannt wurde: Die Anreicherung von Blei-Zink-Metallen begleitet von Eisen, zum Teil mit Fluor und Kieselsäure, wurde als sedimentär, und zwar als submarin-hydrothermal aufgefaßt und eine Fülle von sedimentkundlichen Beweisen für externe und interne triadische Entstehung aus dem Groß- und Kleinbereich angeführt.

Diese Befunde stützen sich hauptsächlich auf typisch sedimentäre Gefüge, wie diese in der zusammenfassenden Arbeit von SCHULZ (1976) aufgezählt wurden. Zugleich mit TAUPITZ sind aber auch die Ergebnisse von H. J. SCHNEIDER (1953, 1954) und die Stellungnahmen von A. MAUCHER (1953, 1954) zu erwähnen, womit eine bis heute noch nicht abgeflaute Diskussion über die Pb-Zn-Genese in Karbonatgesteinen ausgelöst wurde.

Bereits in den Berichten von TAUPITZ (1954) scheinen nach Beschreibungen und Skizzen Hinweise für brecciös deformierte Sedimente auf, die damals genetisch und wirtschaftlich gesehen noch als Erzlager (im weiteren Sinn) galten und nicht zur Diskussion standen. Erzführende Breccien sind aber inzwischen durch ausführliche Arbeiten in Bleiberg-Kreuth so weit erforscht, daß eine Beschreibung und Beurteilung derartiger Makro- und Mikrogefüge in den Lagerstätten der Nordtiroler Kalkalpen lohnenswert scheint, und zwar in geowissenschaftlich-genetischer Sicht sowie auch aus bergmännischem Interesse.

Probleme gibt es einerseits in bezug auf den Breccien - t y p , also " s e d i m e n t ä r e B r e c c i e " oder " D e f o r m a t i o n s - B r e c c i e " (SANDER, 1936, 1950) andererseits auch bezüglich der Form und räumlichen Ausdehnung, also der Lage von Breccienzonen im Sedimentverband,

z. B. konkordant, diskordant zur Schichtung, schichtgebunden oder schlauchförmig ohne genaue stratigraphische Zusammenhänge.

Der Fortschritt der Bergbautechnik brachte es mit sich, daß großräumig-brecciöse Gesteinsabschnitte bzw. -körper auch dann von wirtschaftlicher Bedeutung sein können, wenn nur relativ geringe prozentuelle Metallgehalte vorliegen.

Es ist durchaus möglich, daß sowohl wissenschaftlich als auch wirtschaftlich interessierte Forscher an spärlich und unscheinbar diffus vererzten Zonen so mancher Lagerstätten mehr oder weniger bewußt vorbeigingen. Aber gerade die Suche nach metallführenden brecciösen Karbonatgesteinen, die Beschreibung und Erklärung der Kataklasten und Mineralisation sowie der Versuch, wirtschaftliche Aspekte über die Erzführung aufzuzeigen, ist Hauptaufgabe dieser Dissertation.

4. G e o l o g i s c h e Ü b e r s i c h t

4.1. Als Arbeitsunterlage dienten die Geologische Spezialkarte von AMPFERER und OHNESORGE (1924), Blatt Zirl und Nassereith (1 : 75.000), die Geologische Karte der Lechtaler Alpen von AMPFERER und HAMMER (1932), Blatt Heiterwand und Muttekopfgebiet (1 : 25.000), die Geologische Karte des westlichen Heiterwand-Gebietes (Lechtaler Alpen) von KRAUS (1965) 1 : 10.000, die Geologische Karte der östlichen Lechtaler Alpen westlich Nassereith am Fernpass Heiterwand Apleskopf von KROLL (1965) 1 : 10.000, ferner Geologie vom Tschirgant von GROTTENTHALER (1968) 1 : 10.000, die Geologische Karte der Larsenn-Scholle und ihre Umrahmung von RENATUS (1968) 1 : 10.000, die topographischen Karten vom Amt der Tiroler Landesregierung (1 : 20.000), Blätter 1823-20, 1824-20, 1923-20, 1924-20, 2024-20, 2025-20, und verschiedene geographische Kartenblätter 1 : 25.000.

Mit Hilfe dieser Arbeitsunterlagen und eigener Kartierungen und Beobachtungen wurde eine geologische Karte der Blei-Zink-Erzvorkommen bei Biberwier, Nassereith und Imst in Tirol 1 : 20.000 fertiggestellt (Beilage I).

In dieser Karte wurden die bearbeiteten Lokalitäten mit den Nummern 1 (beginnend im Osten) bis 35 (Westen des Arbeitsgebietes) eingetragen.

4.2. Großtektonik

In den Kalkalpen lassen sich, soweit sie auf der Karte (Beilage I, Abb. 1) dargestellt sind, seit AMPFERER (1911, 1914) drei tektonische Einheiten untergliedern: Die "Lechtaldecke" als unterste Einheit, darüber die "Inntaldecke" und eine höhere Einheit, die "Larsenn-Deckscholle".

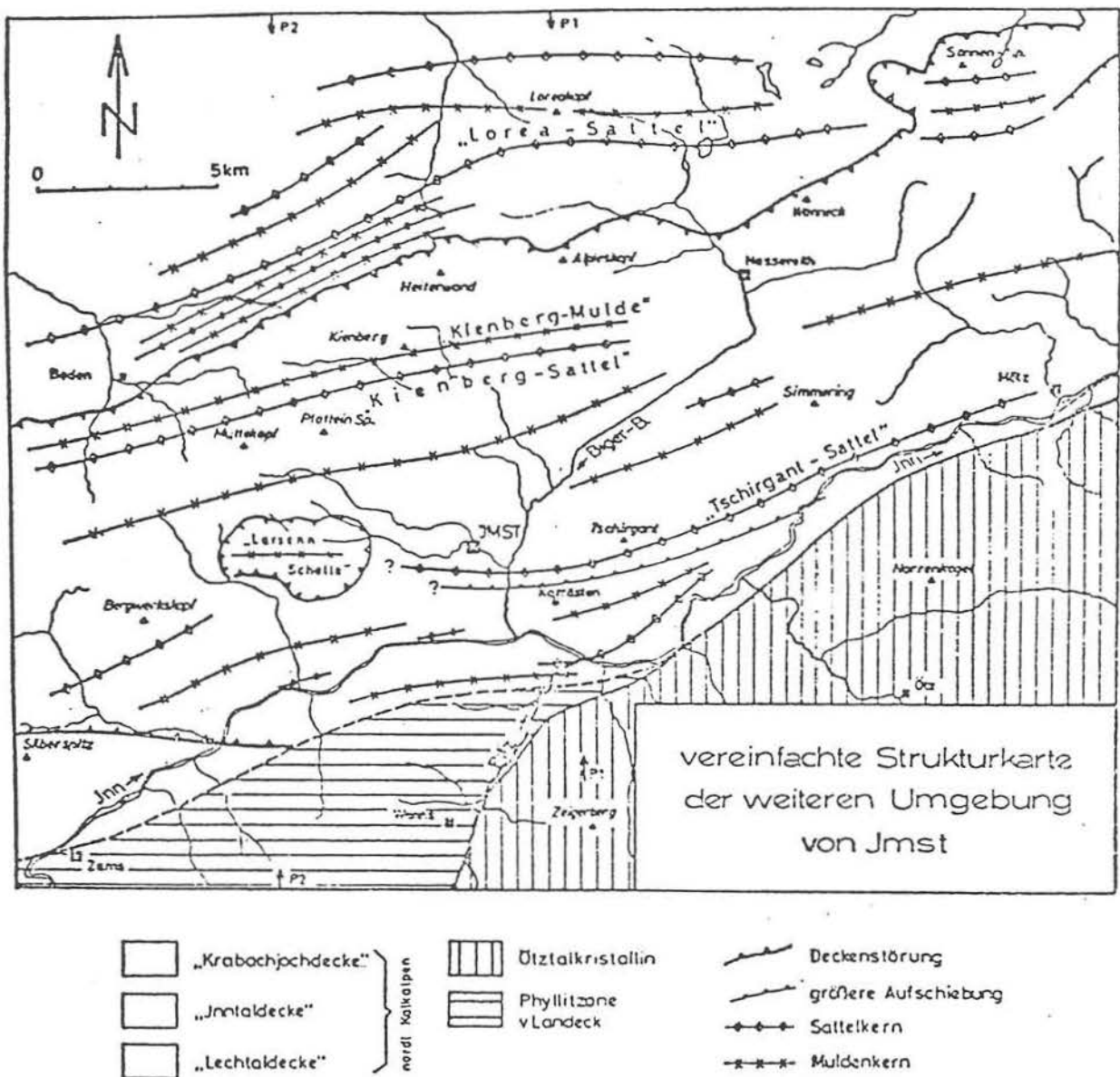


Abb. 1): Nach GROTENTHALER 1968, Tafel 19.

Charakteristisch für den Bau des Gebietes sind lange Sattel- und Muldenzüge, die Westsüdwest-Ostnordost (WSW-ENE) streichen (Abb. 1).

Diagonalstörungen sind ein charakteristisches tektonisches Element: NE-SW und NW-SE streichende Störungen, die als Blattverschiebungen anzusehen sind, zeigen große Verschiebungsbeträge.

Als jüngste Störungen kommen flache Überschiebungen mit geringer Versatzweite vor. Sie durchsetzen alle anderen Elemente.

Die bedeutenste Störung im gesamten Bereich stellt die Nordgrenze zwischen "Inntaldecke" und "Lechtaldecke" dar, sie hat den Charakter einer steilstehenden Aufschiebung.

Diese Nordgrenze der "Inntaldecke" verläuft in diesen Raum südlich von der Heiterwand (bei der Anhalter-Hütte 2.038 m) über Kromsattel-Hinterbergjoch-Veitkopf-Apleskopf-Brunnwaldkopf zur Fernpassfurche nördlich von Nassereith, setzt sich nördlich vom Wanneck zum Marienbergjoch fort und von dort verläuft die Deckengrenze zwischen Wampeter Schrofen und Schacht-Kopf in die Sonenspitzgruppe und ins Gaistal hinein. Der Schacht-Kopf ist ein abgeglittener Teil der Inntaldecke.

Als Südgrenze der Inntaldecke kann im Westen die Fortsetzung der Starkenbach-Linie angenommen werden, nach Osten zu verläuft sie von Vorderspadegg bis nördlich von Arzl im Pitztal (TOLLMANN, 1970).

1976 nimmt TOLLMANN eine neue Grenze an und zwar verläuft demnach die Störungslinie südlich der "Larsenn-Deckscholle", läßt sich bis in den Raum SW Imst verfolgen und verbindet sich mit der "Kammstörung" (senkrechte Störung entlang des Gipfelgrates) vom Tschirgant. Diese Deutung läßt sich aber nicht aufrecht erhalten, wenn man den Tschirgant als Sattelstruktur deutet (GROTTENTHALER, 1968).

Nach GROTTENTHALER (1968) ist die Südgrenze im Bereich vom Tschirgant überhaupt nicht gegeben, sondern die Störung hat den Charakter einer Aufschiebung, wobei der Nordteil des Sattels den Südteil überfährt.

Die "Larsenn-Deckscholle" ist die tektonisch höchste Einheit im gesamten Bereich. Sie ist eine muldenförmig verformte Triasserie und liegt südlich der Gosau-Mulde des Muttekopfes. Die Gesteinsserie der Trias liegt mit gestörtem Kontakt auf jüngeren, z. B. Alpiner Muschelkalk liegt über Raibler-Schichten und Hauptdolomit.

Die Struktur wurde erstmals von AMPFERER (1914) beschrieben. Er nimmt an, daß die Larsenn-Deckscholle der Rest einer Ferndecke sei, die von Süden eingeschoben wurde und wurzellos als Deckenklippe auf der "Inntaldecke" liegt; er nennt sie "Krabachjoch-Decke". Demnach ist diese Krabachjoch-Decke mit der Larsenn-Deckscholle identisch.

Nach KOCKEL (1954) handelt es sich um keine Ferndecke, sondern um eine pilzförmige Aufsattelung, die sich mit dem Tschirgant-Sattel in Verbindung bringen läßt. Diese Deutung wurde nach der neuen Bearbeitung von RENATUS (1968) widerlegt. Auf Grund der Fazies-ähnlichkeit mit dem Untergrund nimmt der Autor eine relative Ortsgebundenheit der Larsenn-Scholle an.

TOLLMANN (1976) glaubt an den Deckschollen-Charakter der Larsenn-Scholle und bestätigt die von AMPFERER (1914) aufgestellte Theorie.

4.3. Stratigraphie

Der erzführende Abschnitt des untersuchten Gebietes liegt im Bereich der ostalpinen Fazies, genauer im Oberostalpin der Tirolisch-Bayerischen Fazies, der alpinen Trias (TOLLMANN, 1976).

Vererzt mit bauwürdigen Lagerstätten sind teils die anisische und teils die ladinische Stufe der alpinen Trias.

Folgende Schichtglieder stehen im untersuchten Raum an:

K r e i d e : Senon-Santon: Muttekopf-Gosau.

J u r a : Oberes Malm - Unterstes Neokom: Aptychen-Schichten

Oberer Dogger - Unterer Malm: Radiolorite i.e.S.

Lias - Unterer Dogger: Allgäuer Schichten.

Unterer Lias: Adneter Kalke.

T r i a s : Rhätische Stufe: Oberrhätischer Kalk, Kössener Schichten. Norische Stufe: Hauptdolomit. Karnische Stufe: Raibler Schichten. Ladinische Stufe: Der obere Wettersteinkalk bzw. -dolomit wird in das untere Karn (Cordevol) gestellt, Wettersteinkalk bzw. -dolomit, Partnach-Schichten. Anisische Stufe: Alpiner Muschelkalk, Reichenhaller Schichten.

4.3.1. Reichenhaller Schichten (Anis)

Die Reichenhaller Schichten sind geringmächtig entwickelt im Gegensatz zum "Alpinen Muschelkalk". Sie sind als dunkle, dünn-schichtige, mikritische Kalke, schwarze, sandige Mergelkalke und helle bis gelbliche Rahwacken ausgebildet.

Sie kommen im Bereich der Mieminger Kette vor und ihre Mächtigkeit beträgt maximal 200 m.

4.3.2. "Alpiner Muschelkalk" (Anis)

Im Sinne von BECHSTÄDT & MOSTLER (1974, 1976), sollten unter dem Begriff "Alpiner Muschelkalk" alle jene Gesteine, die zwischen Reichenhaller Schichten und Partnach Schichten bzw. Wettersteinkalk liegen, zusammengefaßt werden.

Der untere Muschelkalk besteht aus mikritischen, dünnbankigen Wurstelkalken mit Bioturbationsgefügen. Der Bitumengehalt ist gering.

Im mittleren Muschelkalk kommen helle arenomikritische Kalke, bankig und massig, mit relativ armer Fauna vor.

Der obere Muschelkalk ist durch Einschaltungen von Tuffen, Tuffiten und Knollenkalken mikritischer Ausbildung charakteristisch.

Die gesamte Mächtigkeit beträgt ca. 300 m und nimmt von Osten nach Westen ab.

Der "alpine Muschelkalk" bildet vorwiegend die Basis der Deckengrenzen, einerseits von der "Inntaldecke" zur "Lechtaldecke", andererseits von der "Larsenn-Deckscholle" zur "Inntaldecke".

Für die Bleiglanz-Zinkblende-Lagerstättenbildung ist der mittlere und obere Muschelkalk interessant, in welchem einzelne Vorkommen zu finden sind (St. Veit).

4.3.3. Partnach-Schichten (Ladin)

Die Partnach-Schichten befinden sich zwischen Muschelkalk im Liegenden und Wettersteinkalk bzw. -dolomit im Hangenden.

Es herrscht eine mikritische Kalk-Mergel-Fazies. Die Grenze zum Muschelkalk ist durch schwarze bis braune Partnach-Mergel charakterisiert im Gegensatz zum Wettersteinkalk bzw. -dolomit, wo mehr

kalkige Ausbildung vorherrscht. Häufig sind zwischen den Kalklagen Tonschiefer, Breccien und Gerölllagen eingeschaltet. Die Mächtigkeit wird mit ca. 30 m abgeschätzt.

4.3.4. Wettersteinkalk bzw. -dolomit (Ladin/Karn)

Der Wettersteinkalk bzw. -dolomit ist neben dem Hauptdolomit der zweite Hauptfelsbildner im untersuchten Gebiet. Er ist im gesamten Bereich zwischen Partnach-Schichten bzw. Muschelkalk im Liegenden und Raibler Schichten im Hangenden vorwiegend als Karbonat-Plattform entwickelt.

Der untere Wettersteinkalk besteht aus arenitischen, dunkleren Kalken. Onkoide konnten oft beobachtet werden.

Beim mittleren kommen gut gebankte, arenomikritische, hellere Kalke vor.

Der obere Wettersteinkalk (Lagunenfazies) ist durch helle, schichtige mikritische Kalke charakterisiert. Gelegentlich sind schwarze, graue und rote Breccienlagen mit grünen Mergелеinschaltungen, Kreuzschichtungen, Gradierungen, Schrägschichtungen, Algenstromatolithen und Hohlraumfüllungen zu finden (Reißenschuh-Joch, Silberleiten etc)

Im Laagers- und Tschirgant-Bereich sind vorherrschend bituminöse, zuckerkörnige "metasomatische" Dolomite entwickelt.

Vererzt mit bauwürdigen Blei-Zink-Lagerstätten ist der obere Wettersteinkalk bzw. -dolomit.

Die Mächtigkeit des gesamten Wettersteinkalkes bzw. -dolomites nimmt von Osten (Miemingerkette ca 1.200 m) nach Westen (Heiterwand-W ca. 300 m) ab.

4.3.5. Raibler Schichten (Karn)

Die Raibler Schichten befinden sich im untersuchten Bereich zwischen Wettersteinkalk- bzw. -dolomit im Liegenden und Hauptdolomit im Hangenden.

Die Grenze zu dem Wettersteinkalk ist durch die "Kiesschwarte" (SCHULZ, 1970) gekennzeichnet.

Die Raibler Schichten wurden in diesem Raum bereits mehrfach untersucht (z. B. JERZ 1966, KRAUS 1968, GROTTENTHALER 1968).

Demnach lassen sie sich wie folgt gliedern:

Obere Raibler Schichten: Obere Karbonatgesteinsserie
Obere Schiefertonserie
Mittlere Karbonatgesteinsserie
Untere Raibler Schichten: Mittlere Schiefertonserie
Untere Karbonatgesteinsserie
Untere Schiefertonserie

Die Schiefertonserien bestehen aus Tonmergel, Mergeltonen, Tonschiefern und Sandsteinen.

Die Karbonatgesteinsserien sind mit gebankten und ungebankten Dolomiten und Kalken ausgebildet. Sandige, knollige Kalke, Camgite, resedimentierte Pellets, Stromatolithe, Lumachellen, Crinoiden, Onkolithe, Oolithe sind oft eingeschaltet, so wie von SCHULZ (1970) in den Julischen Alpen, Gailtaler Alpen und im Karwendel bereits beschrieben.

Die Raibler Schichten sind mehrfach verschuppt. Die Mächtigkeit ist mit ca. 250 m anzugeben.

Obwohl in den Gailtaler Alpen die Raibler Schichten reichlich Blei- und Zink-Vererzungen aufweisen, konnten in dem hier untersuchten Raum keine vererzten Partien gefunden werden.

4.3.6. Hauptdolomit (Nor)

Der Hauptdolomit ist der Hauptfelsbildner im gesamten Bereich. Seine Mächtigkeit ist mit 1500 m abzuschätzen. Der untere Hauptdolomit, mit 250 m Mächtigkeit, besteht aus dunklen bis hellgelblichen feinschichtigen Dolospariten und Doloareniten.

Die mittlere Hauptdolomit-Serie mit 400 m durchschnittlicher Mächtigkeit umfaßt helle fein- bis dickgebankte detritusreiche Dolomite. An der Grenze zum Oberen Hauptdolomit (z. B. Tschirgant) sind bituminöse Mergel ("Ölschiefer") eingeschaltet, wo sie vor allem an der Reither Spitze bei Seefeld lagerstättenbildend interessant sind.

Die obere Hauptdolomitserie zeigt durchschnittlich eine Mächtigkeit von 500 m. Sie besteht aus feinsten Dolomikriten, Algenstromatolithen und Onkoiden mit Hohlraumfüllungen.

4.3.7. Kössener Schichten (Rhät)

Die Kössener Schichten sitzen über dem Oberen Nor mit dunklen, mergeligen Calcipeliten. Die höheren Teile bestehen vorwiegend aus Korallenkalken. Darüber liegen die mikritischen, dunklen Kalke, die fossilienarm sind.

Die Kössener Schichten stellen eine Beckenfazies dar. Die Mächtigkeit schwankt zwischen 20 und 70 m.

4.3.8. Oberrhätischer Kalk (Rhät)

Die oberrhätischen Kalke bestehen hauptsächlich aus hellgrauen, gelblichen bis weißen, oft oolithischen Kalken des Riffkomplexes. Sie kommen als einzelne Blöcke in der Muttekopf-Gosau-Mulde vor und ihre Mächtigkeit beträgt ca. 30 m. Die größten Blöcke erreichen Durchmesser bis 100 m (WOPFNER 1954).

4.3.9. Adneter Kalke (Unterer Lias)

Die Adneter Kalke liegen zwischen Kössener Schichten und Allgäuer Schichten, innerhalb der "Jungschichtenzone". Sie bestehen vorwiegend aus grüngrauen bis roten, dichten, knolligen Kalken (MILLER, 1963). Sie kommen westlich des Marienbergjoches vor und ihre Mächtigkeit schwankt zwischen 5 - 10 m.

4.3.10. Allgäuer Schichten (Lias - Unterer Dogger)

Sie bilden nach MILLER (1963) Wechsellagerungen von Kalkstein und Mergelbänken am Westrand der Mieminger Kette (Nordfuß des Rauhen-Kopfes und Marienbergjoch). Ihre Mächtigkeit in diesem Raum schwankt zwischen 100 im Osten und 300 m im Westen.

4.3.11. Radiolarite i.e.S. (Oberer Dogger - Unterer Malm)

Die Radiolarite sind durch ihre geringe Mächtigkeit, durch auffallende Färbung und Härte charakterisiert. Bei Verwitterung zerfallen sie zu scharfkantigen Bruchstücken.

Der untere Teil besteht meistens aus grüngefärbten, cm-gebankten Lagen, während im oberen Teil rotgefärbte Radiolarite auftreten. Die gesamte Mächtigkeit der Radiolarite ist mit ca. 20 m abzuschätzen.

4.3.12. Aptychen-Schichten (Oberer Malm - Neokom)

Die Sedimentation der Aptychen-Schichten-Fazies setzt sich bis in die untere Kreide hinein fort, weshalb eine Abgrenzung von Jura zu Kreide unscharf ist. Die unteren Aptychen-Schichten bestehen aus bunten, gutgebankten Kalken mit oft knolligen Schichtflächen und roten Hornsteinkongkretionen. Darüber folgen hellgraue bis weiße gebankte Kalke, in denen die Hornsteinführung fehlt.

Gelegentlich sind Mergelkalke eingeschaltet. Im oberen Bereich sind grünliche Mergellagen entwickelt. Die Mächtigkeit der Aptychen-Schichten wird mit 200 - 270 m (MILLER, 1963) angegeben.

4.3.13. Muttekopf-Gosau (Senon-Santon)

Die Muttekopf-Gosau ist die höchst gelegene Gosau in den Kalkalpen. Durch die Rotkopf-Diskordanz wird sie in einen unteren und einen höheren Komplex untergliedert. Die gesamte Mächtigkeit wird mit 670 m (WOPFNER, 1954) angegeben.

Der untere Komplex umfaßt den größten Anteil und besteht aus Sandsteinen, Konglomeraten und Breccienlagen.

Der obere Komplex besteht aus Breccien und Konglomeraten mit pelitischen Einschaltungen. Nur in dieser Serie sind exotische Gerölle zu finden. Im Gegensatz zu dem unteren Komplex ist ein Fossilreichtum zu verzeichnen.

5. Breccientypen

5.1. Breccientypen, sedimentologisch-gefügekundlich

In der geologischen Nomenklatur gibt es mehr oder minder viele Bezeichnungen für Breccien bzw. Breccientypen (Gesteinen), auf die weitgehend verzichtet werden könnte, wenn man auf die gefügekundliche Bezeichnung nach SANDER (1936, 1948, 1950) zurückgreift. Als Breccie bezeichnen die Erdwissenschaftler gewöhnlich grobklastische Gesteine, deren mehr oder weniger eckig-kantige Bruchstücke von einem feinkörnigeren, sandigen, tonigen oder auch chemisch angelagerten, kristallinen, eventuell sinterförmigen Bindemittel zementiert, verkittet sind.

SANDER (1950; S. 339) empfiehlt die Einteilung in "Sedimentäre Breccie" und "Deformationsbreccie".

Durch mechanische Anlagerung vorher geformter Komponenten im gesamten betrachteten Bereich entstehen sedimentäre Breccien. Die Merkmale sedimentärer Breccien ergeben sich aus dem Zement und den Komponenten.

1.) Zement: Ungestörte Feinschichtungen, mechanische Hohlraumfüllungen und vor allem besonders feingeschichtete Geopetalgefüge sprechen für mechanische Anlagerungsakte im Zement. Diese Anlagerungsprozesse können jedoch sowohl von Zerreibsel, welches bei paradiagenetischer, sperriger Durchbewegung entstanden ist, geliefert werden, als auch von mit den Komponenten gleichzeitig angelagertem Pelit. Man muß also unterscheiden, ob zerriebener oder nicht zerriebener Detritus vorliegt.

Den mit den Komponenten zusammen angelagerten Pelit kann man hin und wieder an zartschaligen Mikrofossilien erkennen, doch sind solche, in Form zerbrochener Schälchen, auch in der Grundmasse syndiagenetisch entstandener Deformationsbreccien möglich! Ist der feine Detritus jedoch als Zerreibsel an Rändern der Komponenten erkennbar, so handelte es sich mit Sicherheit um Friktionsdetritus und damit nicht um eine sedi-

mentäre Breccie.

Mechanische Internanlagerung von Bindemittel allein spricht also nicht für sedimentäre Entstehung der Breccien, erst wenn es sich beim Internsediment um nicht friktionären Pelit handelt, kann man von einer solchen Entstehung sprechen.

- 2.) Komponenten: Stark polymikter Aufbau aus in sich unzerbrochenen Komponenten, die sich punkt- oder flächenförmig, doch ohne Druckstellen berühren, sprechen eindeutig für sedimentäre Breccie, ebenso völlige stoffliche Verschiedenheit der feinen Partikel im Zement gegenüber den Komponenten. Eine gewisse Rundung der Komponenten allein schließt die tektonische Entstehung der Breccie nicht aus.

Bei Deformationsbreccien ist die Umgrenzung der Komponenten mechanisch (durch Rupturen, Korrespondenzgrenze, Abscheuerung) zustande gekommen, und zwar erfolgte die Zerbrechung entweder eines bereits verfestigten Gesteins, oder von relativ starren Lagen eines inhomogen aufgebauten Bereichs im syndiagenetischen Stadium.

Die Unterscheidung einer "tektonischen Breccie" im Rahmen der Deformationsbreccien ist vom Standpunkt der Gefügekunde aus, welche nach Merkmalen und nicht nach geologischen Bedingungen ohne Gefügemerkmale beschreibt und benennt, zweitrangig, oft jedoch eine heikle Frage. Denn gar oft sind keine eindeutigen Gefügemerkmale dafür vorhanden, um die Deformation tektonischer Vorgänge im engeren Sinne von anderen Vorgängen, wie Setzung, Stoßschüttung, subaquatische Gleitungen usw. zu unterscheiden.

Um von einer "Deformationsbreccie" im Sinne der Gefügekunde zu sprechen, müssen aber unbedingt entsprechende Gefügemerkmale (korrespondierende Trümmergrenzen, mechanische Zerlegung der Komponenten bis zu Reibungsschlieren aus Zerreibsel in der Grundmasse) vorhanden sein.

Nach diesem SANDER'schen Einteilungs-Prinzip gehören grundsätzlich zur Gruppe der Deformationsbreccien: Kataklastische Gesteine infolge unterschiedlicher Setzungen, rupturale Verformungen infolge Erschütterungen oder Druck durch aufsteigen-

de bzw. absteigende Gase und Lösungen, sowie durch selektive Lösungszirkulationen und Trockenrisse deformierte Sedimente und Sedimentgesteinsbereiche, weiters auch submarin-tektonische- und orogen-tektonische Zerbrechungen des Meeresbodens bzw. von Felsarealen.

Bei Zerbrechung eines Mediums mit inhomogen gebauten Bereichen kann es zur Bildung von "Inhomogenitätsbreccien" kommen, wobei härtere Lagen zu Schollen zerbrechen und in den weicheren Partien schwimmen.

Strömungen, Formveränderungen der Sedimentoberfläche, wie Rupturenbildungen, Trockenrisse, also Ereignisse, die zur Detritusbildung führen, Abbröckeln von Teilchen in Kleinhöhlen und von größerem Blockwerk in Hohlräumen, z. B. internes Sediment, sowie tektonische Dislokationen am Meeresboden, eventuell mit Klippenbildungen verbunden, sind die unmittelbaren Ursachen, die zu Resedimentbildung Anlaß geben und durch solche Ereignisse kommt es zur Bildung von resedimentären Breccien (SANDER, 1936).

SANDER (1950, S. 336) definierte Resedimente als "Wiederanlagerungen oder Mehrfachanlagerungen, die durch Abtragung und Wiederanlagerung innerhalb einer Sedimentabfolge zustande kommen".

Nach SCHULZ (1976, S. 324) "Uncertainty about resedimentation can only occur where we have an ore sediment unsuitable for sedimentological analysis due to lack of texture, and where, therefore, the possibility exists of confusing it with a sediment which has been reworked syndiagenetically to form a homogeneous "massive" deposit (syndiagenetic inhomogeneity-breccia)". Nach SCHULZ (1976, S. 324) "Unklarheit über Resedimentation kann es nur dort geben, wo keine Feinschichtung entwickelt ist, wo also wegen Texturarmut ein für die sedimentologische Analyse ungeeignetes Erzsediment vorliegt und daher eine Verwechslungsmöglichkeit mit einem syndiagenetisch zu einem Brei durchbewegten Sediment besteht (syndiagenetische Inhomogenitätsbreccie)".

Um eine solche Verwechslung zu vermeiden, soll die Anlagerungsebene eines Resediments bestätigt werden, auf welcher die mechani-

sche Wiederanlagerung erfolgt ist. Die mechanische Abtragung von Material und dessen neuerliche Sedimentation soll also während des Sedimentwachstums erfolgt sein.

5.2. Breccientypen in kalkalpinen Blei-Zink-Lagerstätten

Seit 1952 werden von vielen Autoren Breccientypen in kalkalpinen Blei-Zink-Erzlagerstätten erwähnt, aber gewöhnlich nicht ausführlicher studiert.

Manche Autoren, wie TAUPITZ (1953, 1954), SCHNEIDER (1954, 1956, 1964), POLESNIG & SIEGL (1955), SIEGL (1956, 1957), SCHULZ (1955, 1960 a, 1973, 1975, 1976), RAINER (1957), MAUCHER (1957), BENZ (1964), CALLAHAN (1965), TAMBURINI & VIOLO (1965), LELEU (1966), ŠTRUCL (1970, 1972), BERNARD, LAGNY, LELEU (1972), ASSERETO (1973), BERNARD (1973), BRANDNER (1978), PADALINO et al. (1973), PERNA (1973), BRIGO & OMENETTO (1976), ZUFFARDI (1976), BRIGO, KOSTELKA, OMENETTO, SCHNEIDER, SCHROLL, SCHULZ, ŠTRUCL (1977), haben sich verschieden ausführlich damit beschäftigt.

Im Jahre 1955 haben POLESNIG & SIEGL und ein Jahr später SIEGL (1956) in den Blei-Zink-Lagerstätten Bleiberg die resedimentären Breccien näher erörtert.

SCHULZ (1973, 1975) machte noch genauere Beobachtungen im Bleiberger Raum und studierte dort die Breccientypen der Blei-Zink-Erzlagerstätten.

Demnach werden in den Blei-Zink-Lagerstätten von Bleiberg-Kreuth Deformationsbreccien im Wettersteindolomit folgendermaßen charakterisiert:

Einerseits gibt es hier Dolomitsedimente gleichen Typus teils ohne, teils mit Breccienbildung und andererseits Breccienzonen, die auch durch Kalksteinareale durchsetzen.

Korrespondierende Fragmentgrenzen kennzeichnen diese Komponenten. Komponentengröße und Maschengröße des Fugenraumes variieren in weiten Grenzen, doch spielen cm-Größen eine vorwiegende Rolle.

Die Zirkulation von Lösungen und ihre Kristallisation formten im wesentlichen den Fugenraum.

Mit der quantitativen Zunahme der Mineralisation nehmen auch metasomatische Prozesse im Dolomit-Kalkstein zu. Ein solcher metasomatischer Vorgang bewirkt mitunter intensive Mineralisation und Vererzung. Haarrissnetze bilden eine bevorzugte Wegsamkeit für Lösungen und verursachten oft starke Veränderungen des Karbonatsedimentes. Vor allem durch die Lösungszirkulation entstanden Konturenverlagerungen, die das brecciöse Gesteinsaussehen verstärkten, und korrespondierende Fragmentgrenzen gingen dabei verloren. Dabei tritt im Zuge der Verdrängungen, belteropor im erweiterten Fugennetz auch wolkeig difusse Internanlagerung von feinkristalliner Zinkblende im Karbonatgestein, ausgehend von den Zirkulationswegen auf. Starke Vererzung, besonders durch Zinkblende, wurde durch gesteigerte Metasomatose verursacht.

Soweit ein Auszug aus dem von SCHULZ (1973, 1975) beschriebenen und erklärten Befunden aus den sehr gut studierten Breccienzonen von Bleiberg-Kreuth.

Auf Grund der Beweise: 1. "Die mechanische Internanlagerung von Erzfeinschichten als Bindemittel der Breccie" (SCHULZ 1973, S. 288).

2. "Die Resedimentation von bereits vererzten Dolomitbruchstücken im 1. Zwischendolomit der Raibler Schichten" (SCHULZ 1973, S. 288), wird die Breccie und Vererzung in die Zeit der Entstehung des Nebengesteins eingeordnet.

Bei den westlichen Nordtiroler Blei-Zink-Lagerstätten haben schon TAUPITZ (1954), SCHNEIDER (1954) und SCHULZ (1955) in vielen Skizzen und Abbildungen gezeigt, daß vererzte Breccienareale in Kalk-Dolomitgesteinen auftreten.

Im Zuge meiner Arbeit konnte durch eigene Beobachtungen in zahlreichen Bergbauhalden und verlassenen Gruben die Auffassung der vorher angeführten Autoren nicht nur bestätigt, sondern durch zahlreiche Befunde ergänzt werden; in den Nordtiroler Blei-Zink-Erzlagerstätten liegen neben Resedimentbreccien vorwiegend Deformationsbreccienkörper einschließlich der Lösungsbreccien mit verschiedener Position und Ausdehnung vor.

6. Mineralbestand

Nach den Mikro- und Makrogefügeuntersuchungen im Sedimentverband der diskutierten Lagerstätten gelingt es, eine Übersicht über den Mineralbestand zu geben (Tafel II).

Vielfach sind solche Beschreibungen durch ältere Literaturangaben bekannt z. B. ISSER (1881, 1888), HÄUSING (1898), SRBK (1929), STIER (1943), CANAVAL (1914), DITTLER (1916), GASSER (1913), TAUPITZ (1954), MUTSCHLECHNER (1954), WETZENSTEIN (1972).

Zinkblende

ZnS

Kubisch

Zinkblende kommt je nach Intensität des Auftretens als Einzelkorn, in Kornaggregaten und auffallend häufig in Schalenblendenkrusten von sehr zarten bis derben Formen vor.

Zinkblende bevorzugt bei ausgewachsenen Kristallen Rhombendodekaeder oder Tetraederformen. Die Einzelkörner weisen einen mittleren Korndurchmesser von 0.04 bis 0.08 mm.

Verwachsungen mit Bleiglanz und Gangart sind häufig. Als Einschlüsse kommen Pyrit, Markasit, Bleiglanz, Karbonat, Flußspat und Quarz vor.

Das Zinksulfid erscheint in den verschiedenen Farben: hellgelb, gelb, gelbbraun, orange, rot, rotbraun, hellbraun und braun. Die deutliche rote und braunrote Blende und Schalenblende kommt nur lokal vor z. B. Alpeil, Reißenschuh.

Die Blenden aus dem Oberen Wettersteinkalk sind in der Regel hellgelb bis braungelb und selten rot bis rotbraun, im bituminösen Wettersteindolomit des Tschirgant und Laagers sind sie braun bis gelbbraun mit metallischem Aussehen, die vom Muschelkalk sind meistens braun.

Wurtzit ist im untersuchten Gebiet eine Seltenheit. Nur in einer Probe der Lagerstätte, Feigenstein, konnte Wurtzit eindeutig festgestellt werden.

Bleiglanz

PbS

Kubisch

Frei ausgebildete Kristalle konnten noch nicht beobachtet werden. Früher sollen in Drusen gelegentlich kleine Oktaeder gefunden worden sein. Die durch Metasomatose bzw. Sammelkristallisation ausgebildeten Kristalle zeigen die Würfelform, wobei gelegentlich mehrere cm Kantenlänge erreicht werden können, z. B. Reißenschuh.

Als Einschlüsse konnten Zinkblende, Pyrit, Karbonat und Quarz beobachtet werden. WETZENSTEIN (1972) beschreibt Einschlüsse von Bournonit aus der Lagerstätte St. Veit. Nach demselben Autor sind bei dem Mineralparagenesen-Typ (ZnS) PbS) FeS₂) Fahlerz) Spießglanz) die Verwachsungen mit Spießglänzen, Fahlerz, Luzonit und Schapbachit charakteristisch.

Pyrit und Markasit

FeS₂

Kubisch bzw. Rhombisch

Makroskopisch konnten Markasit und Pyrit relativ selten beobachtet werden. Die Pyritkristalle bevorzugen die Würfel- und Pentagondodekaederform. Der Markasit bildet tafelige, langnadelige und speerspitzförmige Zwillinge.

Verwachsungen des Eisenbisulfids mit Bleiglanz, Zinkblende und Flußspat konnten beobachtet werden. Pyriteinschlüsse im Bleiglanz und in der Zinkblende sind keine Seltenheit.

Nicht selten sind brombeerartige Gebilde, die als "vererzte Bakterien", oder besser als F r a m b o i d - P y r i t bezeichnet werden (Silberleiten, Feigenstein, Tschirgant etc.)

Fahlerze: Tetraedrit

Cu₁₂Sb₄S₁₃

Kubisch

Tennantit

Cu₁₂As₄S₁₃

Kubisch

Fahlerze sind im Arbeitsgebiet eine Seltenheit und können nur mikroskopisch nachgewiesen werden (Feigenstein, St. Veit, Eibental). Sie kommen einerseits in der Schalenblende, andererseits in Bleiglanzpartien vor. Bei -Fahlerzen, die längs Spalten und Rissen in der Zinkblende auftreten, konnten Verdrängungen der Blende durch Fahlerz beobachtet werden.

WETZENSTEIN (1972) beschreibt aus der Lagerstätte St. Veit, daß hier die Fahlerze von Mineralien der Enargit-Gruppe verdrängt werden und diese ihrerseits von Kupferglanz. Derselbe Autor konnte sogar Verwachsungen von Fahlerz und Bournonit beobachten. Leider gelang es mir nicht, überhaupt Bournonit zu finden.

<u>Kupferkies</u>	CuFeS_2	Tetragonal
-------------------	------------------	------------

Kupferkies konnte in der Lagerstätte Eibental lokal angehäuft in Zwickeln zwischen Zinkblendekörnern festgestellt werden.

<u>Realgar und Auripigment</u>	AsS und As_2S_3	Monoklin
--------------------------------	--	----------

Nach TAUPITZ (1954) treten diese als Anflüge auf jüngeren Klüften in den sulfidischen Erzen im Gafleintal bei Nassereith auf. ISSER (1888) erwähnt noch folgende Fundpunkte: Malchbach bei Imst, St. Veit, Igelsee und Marienberg.

<u>Calcit</u>	CaCO_3	Trigonal
---------------	-----------------	----------

Calcit als frei gebildetes Mineral kommt hin und wieder in Drusen und Spalten vor, es ist als Gangart sehr verbreitet.

Die Ausbildungsformen sind sehr verschieden. Nach TAUPITZ (1954) überwiegen in Drusen und im erznahen Bereich die Skalenoederformen $\{2131\}$, und eventuell Rhomboeder $\{10\bar{1}1\}$, $\{02\bar{2}1\}$, seltener ist $\{0554\}$. Im erzfernen Bereich überwiegen die Rhomboeder mit $\{1011\}$.

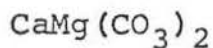
Feinkristalline Calcite (\varnothing zwischen 0.06 - 0.04 mm) kommen meistens im erzfernen Bereich oder in Rasen des sedimentationsoberflächennahen Bereiches, entweder als Füllung mit Internsediment in kleinen Hohlräumen oder im Zusammenhang mit organogenem Material vor.

Die grobkristallinen Calcite (\varnothing über 4 mm) überwiegen in Spalten oder im Gesteinsbindemittel des erznahen Bereiches.

Das normale Sediment besteht vorwiegend aus grobkörnigen Calciareniten, in welchen Spatisation durch Sammelkristallisation von Calcitaggregaten hauptsächlich, metasomatische Verdrängungen des Calcit durch Dolomit rhomboeder weniger häufig entwickelt ist.

Die Färbung variiert sehr: weiß, milchig-weiß, weiß-grau, rosa, rötlich, bräunlich, grau, selten rötlich-weiß.

Dolomit



Trigonal

Kristallographisch wird an eingewachsenen Dolomitkristallen die Grundrhomboederform beobachtet.

Im Gegensatz zu Calcit sind Dolomitmörner oft idiomorph ausgebildet ("Rhomboederchen-Dolomit").

Die Färbung ist sehr unterschiedlich: durchsichtig, weiß, milchig-weiß, gelblich-weiß, grau-weiß, grau, rötlich, bräunlich, bläulich.

Eisenreichere Dolomite kommen vorwiegend im Bereich des Tschirgants und bei Laagers vor, während die eisenärmeren allgemein verbreitet sind.

Die leicht gelb-braune Anwitterung der meisten Dolomite deutet auf einen geringen Ferrodolomitgehalt hin. Durch optische Bestimmungen und chemischen Analysen von TAUPITZ (1954) konnten die verschiedenen Übergänge zwischen Dolomit und Ankerit mit etwa 50% Ferrodolomit-Anteil festgestellt werden.

Flußspat



Kubisch

Flußspat ist an manchen Lokalitäten sehr stark verbreitet. Er kommt massig oder in Form einzelner Individuen vor. Bei den Kristallformen überwiegen, wie schon TAUPITZ (1954) erwähnt, die Würfelformen, die in Drusen oder durch Metasomatose entstanden sind, während die Oktaederformen bei Drusenmineralen selten sind. Man sieht bei groben, hohlraumfüllenden Fluoritaggregaten häufig einen deutlichen Zonarbau durch Einbau karbonatischer Verunreinigungen.

Die Färbung ist sehr variabel: weiß, hellgrau, grau, grünlich, hellgrün, violett, braun (Tschirgant, Blaue Grotte, Alpeil, Feigenstein, St. Veit).

Nach SCHNEIDER (1954) sind die Flußspäte des Oberladins in den Nördlichen Kalkalpen in drei Generationen unterteilbar: Zur ersten Generation gehören alle kryptokristallinen Flußspäte ($1 - 100 \mu \phi$), sowohl in Gestalt kleiner Würfel in diffuser Verteilung, als auch als gehäufte einzelne Fluoritkristalle. Sie weisen eine schmutzige, trübe oder bräunliche Farbe auf. Diese Färbung beruht auf der Pigmentierung durch Tonminerale, Bitumen oder Erzpartikel.

Zur zweiten Generation gehören alle relativ pigmentarmen Fluoritaggregate. Das Gefüge ist charakteristisch für para- und post-diagenetische Sammelkristallisationen. Sie sind farblos bis bräunlich gefärbt.

Zur dritten Generation gehören alle jene, die neben wasserklaren und trüben Flußspäten noch grünlich bis violette Fluorite zeigen. Sie zeigen oft durch Bitumpigment braun bis schwarz streifige, derbe Massen. Frei ausgebildete Kriställchen (bis 6 mm Kantenlänge) in Drusen sind gelegentlich zu finden.

Im Lagerungsverband sind typische Verdrängungsprozesse zu sehen. Die reaktionsfreudigen Karbonatgesteine reagieren mit aktivem Fluor, so daß nur Relikte von Karbonatmassen als Lösungsbreccien in der Flußspatmasse schwimmen. An solchen Umlagerungsprozessen waren vor allem auch Bleiglanz und Zinkblende beteiligt, die nunmehr in grobkörnigen, derben Massen erscheinen z. B. Tschirgant, Blaue Grotte.

Quarz



Trigonal

Kleine idiomorphe Quarzkriställchen $0.1 - 1 \text{ mm}$ sind charakteristisch für die synsedimentäre Paragenese.

Quarz ist teils in fein rhytmischer Abfolge nach Ausfällung im Wasser mechanisch angelagert worden, teils auch im Schlamm gewachsen.

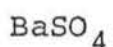
In seltenen Fällen ist der Quarz syndiagenetisch in kleinen Hohlräumen bis 1 cm Größe entstanden, z. B. Igelsee, Feigenstein, St. Veit, Dirstentritt.

Nach TAUPITZ (1954) bildet Quarz im Arbeitsgebiet idiomorphe Kristalle mit dem Prisma $\{1010\}$ und den Rhomboedern $\{10\bar{1}1\}$, $\{01\bar{1}1\}$. Die Prismen sind meistens kurz und haben seltener einen stengeligen Habitus.

In den Feinrhythmiten kommt Quarz in der Paragenese mit idiomorphen Zinkblenden, Flußspat sowie auch mit Pyrit und Markasit in pelitischer Größe vor.

Zonarbau durch stationär eingelagertes Karbonat und Ton ist häufig. Idiomorpher Quarz ist auch als Einschluß im Pyrit zu finden, doch liegen zum Teil korrodierte Konturen vor, z. B. Reißenschuh.

Baryt (Schwerspat)

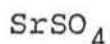


Rhombisch

Nach TAUPITZ (1954) konnte Baryt nur im Hauptgang der Lagerstätte Dirstentritt, unter dem Karl-Eduard-Stollen einmal nachgewiesen werden. Er tritt in Form von derben Aggregaten mit weißer bis rötlicher Färbung in der Paragenese mit grobkristallinem Calcit auf.

MUTSCHLECHNER (1954) gibt noch folgende Fundpunkte an: Marienberg, Feigenstein, Sigmunds-Gruppe, Tschirgant.

Coelestin

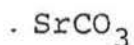


Rhombisch

Coelestin kommt nach MUTSCHLECHNER (1954), in der Lagerstätte Silberleiten bei Biberwier vor.

Wo??

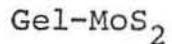
Strontianit



Rhombisch

HÄUSING (1898) erwähnt Strontianit vom Bergbau Silberleiten bei Biberwier.

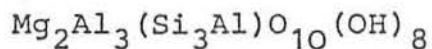
Jordisit



Amorph

CANAVAL (1914) erwähnt Jordisite, und zwar in Form schwarz glänzender Imprägnationen in der Gangart, von den Lagerstätten Dirstentritt und Silberleiten. Neuere Untersuchungen fehlen mangels Probenmaterial, so daß eine Entscheidung, ob Jordisit oder Molybdänglanz, oder beide Phasen vorliegen, nicht möglich ist.

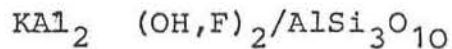
Chlorit



Monoklin

Chlorit bildet mit dem Serizit die Hauptmasse der Grünen Mergel bei den Lagerstätten Silberleiten bei Biberwier.

Muskovit



Monoklin

Muskovit tritt als Relikt in der caloritisch-serizitischen Hauptmasse der Grünen Mergel auf.

Minerale der Oxydationszone:

Wulfenit (Gelbbleierz)



Tetragonal

Wulfenit tritt als typisches Mineral der Oxydationszonen kalk-alpiner Blei-Zink-Lagerstätten oft, dem Chemismus entsprechend in Vergesellschaftung oder in der Nähe von Cerussit auf.

Die Farbe der Wulfenite von Dirstentritt und Tschirgant ist orange-rot oder hellgelb. Es bildeten sich 0.1 - 1.0 mm große Individuen oder Täfelchen nach {001}.

Nach TAUPITZ (1954) ist besonders die Flächenkombination {001}, {110}, {111}, {332} und {113} häufig.

Nach SCHROLL (1948) sind die sogenannten Nadelwulfenite charakteristisch für das Vorkommen von Dirstentritt. Es sind nach c-gestreckte Nadeln, die eine Länge von 1 - 15 mm aufweisen. Diese haben die Formen {110} und {111} entwickelt und sind oft zonar gebaut. Genannter Autor hat die Wulfenite auf Grubenhölzern gefunden und zieht den Schluß, S. 327: "Die Wulfenitkristalle dürften also nicht älter als dreißig Jahre sein". Die rezente Bildung des Wulfenites aus diesem Vorkommen wurde auch von HAMMER (1915) und DITTLER (1914) genannt.

Die Rotfärbung ist durch hohen Chromgehalt bedingt (ca. 500 ppm). SCHROLL's Analyse von Nadelwulfeniten ergab: Cr 500 pp, V 5000 ppm, As 1000 ppm und Cu 50 ppm.

Die Möglichkeit einer deszendenten Anreicherung von Molybdän haben schon seit längerer Zeit viele Autoren, wie HEGEMANN (1949), SCHROLL (1949), SCHNEIDER (1954), TAUPITZ (1954) unterstützt und begründet.

Als Mo- und V-Lieferanten sind praktisch alle jene triassischen und jurassischen Sedimentserien in Betracht zu ziehen, die zur Zeit einer Verwitterungsperiode über dem mitteltriassischen Kalk-Dolomit-Komplex mit ihren Pb-Zn-Erzen lagen. Als wahrscheinliche Hauptlieferanten sind die Schieferkomplexe der Raibler Schichten zu vermuten, die komplexe Metallträger darstellen.

<u>Descloizit</u>	$Pb(Zn) [OH/VO_4]$	Rhombisch
-------------------	--------------------	-----------

Nach SCHNEIDER & WOLF (1969) kommt Descloizit in Form von braun-schwarz gefärbten, sehr feinkörnigen Kristallkrusten (niedrig, erdig, warzig) in den Lagerstätten Tajakopf, Griespitze, Silberleiten, Dirstentritt und Heiterwand-E, vor.

<u>Galmei:</u> Hemimorphit (Kieselzinkerz)	$Zn_4(OH)_2/Si_2O_7 \cdot H_2O$	Rhombisch
Zinkspat (Smithsonit)	$ZnCO_3$	Trigonal

Galmei, wie er in der bergmännischen Sprache bezeichnet wird, besteht meistens aus wechselnden Mengen von Zinkspat, Hemimorphit und eventuell Willemit. Diese Aggregate kommen wohl im Oxydationsbereich aller Lagerstätten vor.

H e m i m o r p h i t : kommt meistens als krustenförmige Sinterbildung, seltener als ausgewachsener Kristall vor. Die Farbe des Kieselzinkerzes ist farblos bis wasserklar, oft aber infolge von Eisenhydroxydeinschlüssen bräunlich.

Z i n k s p a t : tritt in Form von traubig-nierigen Krusten mit rauher Oberfläche auf, oder zeigt charakteristischerweise ein löchrig-zelliges Gefüge. Die Farbe ist weiß-gelblich, seltener braunrot bis rot.

Die Untersuchungen ergaben, daß der Hemimorphit viel häufiger als der Zinkspat auftritt.

Cerussit (Weißbleierz)



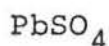
Rhombisch

Cerussitaggregate bilden Überzüge in und auf Bleiglanzen. Freigebildete Kriställchen findet man oft in Drusen mit Bleiglanz. Die Kriställchen sind nach der a-Achse gestreckt oder tafelig bis dünnblättrig nach $\{010\}$ entwickelt.

TAUPITZ (1954) erwähnt Kombinationen von $\{010\}$, $\{110\}$, $\{111\}$, $\{012\}$ in kurzprismatischer Ausbildung.

Zwillinge nach $\{110\}$ mit dünntafeligem Habitus kommen sporadisch vor.

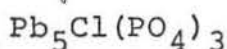
Anglesit



Rhombisch

Nach ISSER (1888) kommt Anglesit im Bergbau Silberleiten in Drusen zusammen mit Bleiglanz und Cerussit vor.

Pyromorphit



Hex. dipyr.

Pyromorphit kam nach ISSER (1888) säulig und nierenförmig im Bergbau Silberleiten und Feigenstein vor.

Hydrozinkit (Zinkblüte) $\text{Zn}_5[(\text{OH})_3/\text{CO}_3]_2$ Monoklin

Er ist in Form von weißen, erdigen Anflügen im Galmei zu finden, aber auch im Nebengestein. Das Mineral wurde wohl auch rezent in Grubenbauen abgeschieden.

Greenockit



Hexagonal

In der Regel bildet Greenockit gelbgrüne, erdige Anflüge auf Zinkblende mit Cd-Gehalt oder findet sich in Sprüngen und Spaltrissen der Zinkblende.

Im Tschirgantgebiet kommt Greenockit in der Paragenese verwachsen mit Zinkblende, Karbonat und Flußspat vor.

Malachit und Azurit $\text{Cu}_2[(\text{OH})_2\text{CO}_3]$ und $\text{Cu}_3[(\text{OH})/\text{CO}_3]_2$ Monoklin

Frei ausgebildete Kristalle konnten noch nicht beobachtet werden. Meistens findet man derbe Aggregate von Malachit als

Verwitterungskruste im Karbonat. Verwachsungen mit Zinkspat in der Oxydationszone konnten in den Lagerstätten Brendlkar, Hohe Warte, Haverstock festgestellt werden.

Azurit wird nur von ISSER (1888) für die Pb-Zn-Lagerstätten Haverstock und Hohe Warte erwähnt.

Lanarkit $\text{Pb}_2(\text{O}/\text{SO}_4)$ Hex. dipyr.

ISSER (1888) erwähnt die Bergbaue St. Veit, Reißenschuh und Silberleiten als Fundstellen.

Mennige Pb_3O_4 Amorph

Nach DITTLER (1914) wurde in den Halden vom Schachtkopf bei Silberleiten in Form von "feurig-roten, kugeligen und amorphen Gebilden" Mennige gefunden.

Ilsemanit $\text{MoSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ Amorph

TAUPITZ (1954) beschreibt von den Bergbauen Dirstentritt und Silberleiten blaue Anflüge von Ilsemanit, die wohl durch Oxydation aus Jordisit entstanden sind.

Gips $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ Monoklin

Gips kommt in allen Oxydationszonen der Sulfidvorkommen vor, und diesfalls auch als rezente Bildung auf den durch die Abbaue geschaffenen Felswänden und auf Grubenhölzern.

Ged. Schwefel S Rhombisch dipyr.

STIER (1913) erwähnt den Fund von ged. Schwefel als Seltenheit im Dirstentritter Hauptgang; doch dürfte das Element in Form von gelben Anflügen als Folge der Pyritverwitterung wohl viel häufiger in den alten Gruben vertreten sein.

Brauneisenerz (Limonit)

Durch Oxydation von Schwefelkies und Eisenkarbonaten entstehen Brauneisenerze.

Im Makrobereich ist die gelbbraune bis rotbraune, mitunter auch rote, intensive Färbung mancher Gesteinsbereiche durch hydroxydisches Eisenerz sehr auffallend. Im Mikrobereich herrschen Nadeleisenerze (α -FeOOH) gegenüber Rubinglimmer (γ -FeOOH) als Verwitterungsbildungen von Pyrit und Markasit in Verwitterungszonen vor.

Manganminerale

Manganminerale kommen sowohl im tauben Karbonat-Nebengestein in Form von Dendriten, als auch mit Mineralen der Oxydationszone zusammen vor.

Die in der Oxydationszone vorkommenden Mn-Minerale scheinen als schwarze bis dunkle, dünne Anflüge auf und konnten von mir röntgenographisch als Psilomelan MnO_2 bestimmt werden. Die Dendriten des Nebengesteins konnte ich als "Wad" interpretieren.

7. L o k a l i t ä t s b e s c h r e i b u n g

✓ 7.1. Bergbau Igelsee (am Westhang des Breitenkopfes)

F u n d o r t : Rund 2.5 km Luftlinie SSE der Ehrwalder Alm (1510 m), am Weg, der vom Igel-See (1543 m) zur Breitenkopf-Hütte (2025 m) führt, Erzvorkommen zwischen 1540 m und 2020 m ü. d. M. Hier sind 5 Stollen bekannt, 3 davon sind begehbar.

T e k t o n i s c h e P o s i t i o n : Die Lagerstätte liegt in der Inntaldecke, ca. 2.5 km südlich ihres nördlichen Randes (Issental-Köpfe, 1917 m) und zwar am Westhang des Breitenkopfes.

S t r a t i g r a p h i e : Unmittelbarer Erzträger ist einerseits arenomikritischer, andererseits mikritischer hellgrauer Wettersteinkalk und nicht Partnachkalk oder Muschelkalk wie MUTSCHLECHNER (1954) bzw. TAUPITZ (1954) beschrieben haben.

Das Nebengestein besteht aus grobspätigen Kalkareniten, in welchen Spatisation durch Sammelkristallisation von Calcitaggregaten, metasomatische Dolomit-Rhomboederchen und spätige Internanlagerung von Calcit und Dolomit entwickelt sind. Calcitisierung, metasomatische Verdrängung des Dolomitspats durch Calcit, ist als jüngste Verdrängung identifizierbar. Feine arenitische Breccien und Mergelkalke kommen als Einschaltungen vor.

M i n e r a l p a r a g e n e s e :

- a) Erzminerale: Zinkblende, Bleiglanz, Pyrit, Markasit.
- b) Begleitminerale: Calcit, Dolomit, Quarz, Flußspat.
- c) Oxydationsminerale: Zinkspat, Hydrozinkit, Brauneisenerze.

E r z g e f ü g e :

- a) Erzkörper: Es treten diskordant-, stockförmige Erzkörper und konkordante Erzlager mit Linsenformen auf.

Die diskordante Vererzung kommt nach MUTSCHLECHNER (1954) im sogenannten "Oberbau - Stollen" (2023 m) vor. Vererzt sind mehrere E-W streichende Klüfte, die mit 50° nach Süden einfallen. Die Kluftfüllung war angeblich auf 20 m Länge einige Meter breit.

Die konkordante Vererzung verläuft generell mit der Schichtung NE-SW und fällt mit 80° nach SE ein. Die Mächtigkeit dieser Bleierz-führenden Zonen wurde mit ca. 100 m angegeben (MUTSCHLECHNER 1954).

Das Verhältnis von Bleiglanz zu Zinkblende ist mit 1 : 8 im Haldenmaterial abzuschätzen.

b) Vererzungstyp:

- Sedimentäres Erz als Hohlraumfüllung mit mm-Feinschichtung; Wechsellagerung von Zinkblendelutit mit Calcilutit und s-parallelem Bleiglanz.
- Sammelkristallisation von sedimentärem Erz zu geschlossenen Feinlagen.
- Diffuse Mineralisation von Zinkblendekriställchen als Metasomatose im Kalkstein.
- Die Zinkblende ist oft mit kolloformen Strukturen als Schalenblende ausgebildet.

Nach SCHULZ (1967) handelt es sich bei den hier vertretenen Gefügen um die Mineralisationstypen 2, 3 und 4 seiner Studie.

Breccientyp: Rupturell deformierter Wettersteinkalk mit belteroporer Internanlagerung von feinkörniger Zinkblende im Kalklutit. In dieser Deformationsbreccie tritt neben der belteroporen Erz-anlagerung auch wolkig-diffuse, metasomatische Mineralisation in Erscheinung. Zunehmende Metasomatose bewirkte starke Vererzung, vor allem mit Zinkblende, und somit wurde das Brecciengefüge weitgehend entstellt, so daß wichtige Aspekte, die zur genetischen Klärung führen, verloren gingen. Vom Haldenmaterial her ist nicht zu unterscheiden, ob diese vererzten Breccien aus dem Lager- oder Gangerzkörper stammen.

✓ 7.2. Bergbau Brendlkar (zwischen Igels-Kopf und Taja-Kopf)

F u n d o r t : Etwa 2.3 km Luftlinie südsüdwestlich der Ehrwalder Alm (1510 m) am B r e n d l k a r, und zwar 40 m südlich des Brendlsees, in einer Höhe von 1920 m ü. d. M.

T e k t o n i s c h e P o s i t i o n : Dieses Vorkommen liegt in der Inntaldecke, etwa 2 km südlich ihres nördlichen Randes (am Gaistal) und zwar am Brendlkar, zwischen Igels-Kopf und Taja-Kopf.

S t r a t i g r a p h i e : Unmittelbarer Erzträger ist ein hellgrauer, arenomikritischer Wettersteinkalk und nicht Partnachkalk, wie von TAUPITZ (1954) beschrieben wurde. Die extrem starke Verwitterung hat das primäre Gefüge der einzelnen Erzminerale völlig verwischt.

Das Nebengestein besteht aus mikritischem, dunkelgrauem Wettersteinkalk. Metasomatische Verdrängungen des Calcilutits durch Dolomitrhomboeder ist häufig zu beobachten. Spätige Internanlagerung von Calcit im Wettersteinkalk ist oft zu sehen.

Tonminerallagen in Form von dünnen Häuten und Feinschichten im Muttergestein sind keine Seltenheit.

M i n e r a l p a r a g e n e s e :

- a) Erzminerale: Bleiglanz, Pyrit, Zinkblende, Fahlerz?.
- b) Begleitminerale: Calcit, Dolomit, Quarz.
- c) Oxydationsminerale: Limonit, Malachit, Zinkspat, Hydrozinkit.

E r z g e f ü g e :

a) Erzkörper: Nach TAUPITZ (1954) handelt es sich um eine schichtgebundene Vererzung. Ich konnte vom Haldenmaterial her, keine Aussage über die Mächtigkeit des Erzkörpers machen. Eine Befahrungsmöglichkeit ist ausgeschlossen.

b) Vererzungstyp: Derbe, grobkristalline Limonitaggregate mit Bleiglanz und Zinkblende.

Breccientyp: Vererzte Breccien konnten hier nicht nachgewiesen werden.

✓ 7.3. Bergbau Taja-Kopf (am Südostabfall des Hinteren Taja-Kopfes)

F u n d o r t : Rund 1.3 km Luftlinie östlich der Coburger-Hütte (1917 m) bzw. östlich des Drachensees, am Südsüdostabfall des Hinteren Taja-Kopfes (2409 m), in einer Höhe zwischen 1960 m und 2200 m ü. d. M. Es sind 5 Stollen zu finden, aber keiner davon ist begehbar.

T e k t o n i s c h e P o s i t i o n : Das Vorkommen liegt in der Inntaldecke, etwa 3 km südöstlich ihres nördlichen Randes (Gaistal) und zwar am Südsüdosthang des Hinteren Taja-Kopfes.

S t r a t i g r a p h i e : Als Erzträger kommen, einerseits dunkel- bis hellgrauer mikritischer Wettersteindolomit, andererseits heller bis gelblicher arenomikritischer Wettersteinkalk vor.

Partnachkalk und Muschelkalk sind hier nicht vererzt, wie TAUPITZ (1954) für dieses Vorkommen annahm.

Der dunkelgraue Wettersteindolomit führt vorwiegend Bleiglanz und weniger Dunkelbraune, grobkristalline Zinkblende. Der helle Wettersteinkalk führt hauptsächlich feine, hellgelbe Zinkblende und wenig Bleiglanz.

Im dunkelgrauen Wettersteindolomit konnte oft metasomatische Verdrängung des Dolomitspats durch Calcit als jüngste Verdrängung beobachtet werden.

Spatisation durch sammelkristallisierte Calcitaggregate sowie feine arenitische Breccien und Mergellagen sind im Nebengestein gelegentlich entwickelt.

M i n e r a l p a r a g e n e s e :

- a) Erzminerale: Bleiglanz, Zinkblende, Pyrit, Markasit.
- b) Begleitminerale: Dolomit, Calcit, Quarz.
- c) Oxydationsminerale: Hydrozinkit, Zinkspat, Brauneisenerze, Manganminerale.

Erzgefüge :

a) Erzkörper: Nach TAUPITZ (1954) handelt es sich um eine schichtgebundene Vererzung, die mit s generell E-W streicht und einige Meter mächtig ist. Der Wettersteinkalk bzw.- dolomit streicht E-W und fällt steil nach Süden ein. Das Verhältnis von Bleiglanz zu Zinkblende variiert zwischen 1 : 2 und 2 : 1 und ist im Haldenmaterial abzuschätzen.

b) Vererzungstyp:

- Derbe, grobkristalline Bleiglanzmassen und Zinkblende.
- Sammelkristallisierte Zinkblende und Bleiglanz.
- Gelförmige Zinkblendeausbildung (Schalenblende).
- Verdrängung des Nebengesteins durch Bleiglanz mit Vorangegangenen Lösungserscheinungen.

Breccientyp: Im Handstückbereich sind Lösungsbreccien aus rapturell deformiertem Wettersteindolomit mit belteroporer Internanlagerung von Bleiglanz im Dolomitlutit verbreitet.

7.4. Bergbau Gries-Spitze (am Südabfall der Westlichen Gries-Spitze)

F u n d o r t : Etwa 2.5 km Luftlinie NNE der Lehnberger Hütte (1555 m), 200 m oberhalb des Stöttlör (2039 m), am Südhang der Westlichen Gries-Spitze (2473 m), in einer Höhe von 2220 m ü. d. M.

T e k t o n i s c h e P o s i t i o n : Dieses Vorkommen befindet sich in der Inntaldecke, etwa 3.5 km ESE ihres nördlichen Randes (Marienbergjoch).

S t r a t i g r a p h i e : Unmittelbarer Erzträger ist der dunkelgraue mikritische bis arenomikritische Wettersteinkalk.

Spatiation durch sammelkristallisierte Calcitaggregate und spätige Internanlagerung von Calcit und Dolomit sind reichlich entwickelt. Verdrängung von Calcit durch Dolomitrhomboederchen als relativ jüngste Bildung, konnte festgestellt werden. Auch Mergelkalke und Onkoid-Lagen kommen im Nebengestein vor.

Mineralparagenese:

- a) Erzminerale: Zinkblende, Bleiglanz, Pyrit.
- b) Begleitminerale: Calcit, Dolomit, Quarz.
- c) Oxydationsminerale: Zinkspat, Hydrozinkit, Brauneisenerze.

Erzgefüge:

- a) Erzkörper: Nachdem keine Literaturangaben und keine Pläne für dieses Vorkommen vorhanden sind, kann ich keine Aussage über den Verlauf des Erzkörpers machen.

Es handelt sich vermutlich um eine konkordante Vererzung. Dies wird durch den Stollenaufschlag mit paralleler Anordnung zur Schichtung vermutet.

Echte schichtige Erze konnten aber in den Halden nicht gefunden werden.

b) Vererzungstyp:

- Derbe, grobkristalline Zinkblendeaggregate.
- Kolloidale Bildungen von Zinkblende.
- Verdrängung des Nebengesteins einerseits nach vorangegangenen Lösungserscheinungen, andererseits durch feine helle Zinkblende, infolge Metasomatose.

Breccientyp: Lösungsbreccien aus rupturrell deformiertem Wettersteinkalk mit belteroporer Internanlagerung von Schalenblende im Kalklutit.

7.5. Bergbau Grünstein (am Südhang des mittleren Grünstein)

Fundort: Etwa 1.6 km Luftlinie NNW der Lehnberger Alm (1555 m), ca. 50 m oberhalb des Steiges, der von der Lehnberger Alm zum Hölltörl (2127 m) führt, in einer Höhe von 1930 bis 1980 m ü. d. M.

Tektonische Position: Dieses Vorkommen liegt in der Inntaldecke, rund 2 km östlich ihres nördlichen erosiven Randes.

Stratigraphie: Als Erzträger kommt hellgrauer arenomikritischer Wettersteinkalk vor.

Das Nebengestein besteht aus grobkörnigen Kalkareniten, in welchen Spatisation durch sammelkristallisierte Calcitaggregate und andere spätige Internanlagerung von Calcit und Dolomit entwickelt ist. Metasomatische Verdrängungen von Calcit durch Dolomitspat sind häufig zu beobachten. Onkoide, feine arenitische Breccien und Tonminerale im Muttergestein sind gelegentlich zu finden.

Mineralparagenese:

- a) Erzminerale: Zinkblende, Pyrit, Markasit.
- b) Begleitminerale: Calcit, Dolomit, Quarz.
- c) Oxydationsminerale: Zinkspat, Hydrozinkit, Limonit.

Erzgefüge:

- a) Erzkörper: Die Stollen sind parallel zur Schichtung angelegt. Daher liegt vermutlich eine konkordante Vererzung vor.
- b) Vererzungstyp:
 - Derbe, grobkristalline Bleiglanz- und Zinkblende-Aggregate.
 - Kolloforme Bildungen von Zinkblende.
 - Verdrängung des Nebengesteins durch Bleiglanz mit vorangegangenen Lösungserscheinungen entlang dem Haarrißnetzwerk.
 - Verdrängung des Wettersteinkalkes durch Zinkblende, einerseits nach Lösungserscheinungen, andererseits durch Metasomatose (Diffuse Verteilung der feinen Zinkblende).

Breccientyp: Lösungsbreccien im rupturrell deformierten Wettersteinkalk mit belteroporer Internanlagerung von Bleiglanz und Zinkblende im Calcilutit.

✓ 7.6. Bergbau Biberwierer Scharte (am Nordhang des Nördlichen Wampeten Schrofens)

Fundort: Etwa 3 km Luftlinie SSE von Biberwier bzw. 1 km östlich der Coburger Hütte (1917 m), ca. 20 m oberhalb der Biberwierer Scharte (1999 m) in einer Höhe von 2020 m ü. d. M.

Tektonische Position: Das Vorkommen liegt in der Inntaldecke, etwa 0.4 km östlich ihres nördlichen Randes und zwar am Nordostabfall des Nordgipfels des Wampeten Schrofens.

S t r a t i g r a p h i e : Als Erzträger tritt hellgrauer arenomikritischer Wettersteinkalk bzw. -dolomit auf. Das Nebengestein besteht aus massigen Kalkareniten in welchem Spatisation durch Calcit und Internanlagerung von Calcit und Dolomit entwickelt ist. Metasomatische Verdrängung des Calcit durch Dolomit ist häufig zu beobachten.

Algenstromatolithe, feine arenitische Breccien, feinschichtiger Dolomit, Tonminerale und bituminöse Zwischenlagen treten unmittelbar in der Vererzungszone auf (Abb. 2).

M i n e r a l p a r a g e n e s e :

- a) Erzminerale: Zinkblende, Bleiglanz, Pyrit, Framboid-Pyrit, Markasit.
- b) Begleitminerale: Calcit, Dolomit, Quarz, Flußspat.
- c) Oxydationsminerale: Zinkspat, Hydrozinkit, Brauneisenerze.

E r z g e f ü g e :

a) Erzkörper: Hier handelt es sich um eine schichtgebundene Vererzung. Die Schichtflächen streichen NW-SE und fallen nach SW ein. Die Mächtigkeit der vererzten Zone beträgt 1.5 m, ihre Längserstreckung etwa 80 m. Das Verhältnis Zinkblende zu Bleiglanz ist mit 10 : 1 abzuschätzen.

b) Vererzungstyp:

- Derbe, massige, grobkristalline, braune Zinkblende-Aggregate.
- Verdrängung des Nebengesteins durch helle Zinkblende mit vorangegangenen Lösungserscheinungen und Metasomatose (Diffuse Verteilung der Zinkblende-Kriställchen).

Breccientyp: Im Handstückbereich ist das Anfangsstadium einer Deformationsbreccie festzustellen. Unter dem Mikroskop konnten resedimentäre Breccien identifiziert werden.

7.7. Bergbau Silberleiten (am Schachtkopf und am Westabfall des Wampeten Schrofens)

F u n d o r t : Etwa 2.5 km Luftlinie SSE von Biberwier entfernt am Schachtkopf (1642 m) und an den Westhängen der Nordgipfel des Wampeten Schrofens (2331 m), zwischen 1200 m (Max-Braun-Stollen), bis 1560 m am Schachtkopf und 1960 m (Friedrich-Hammacher-Stollen) ü. d. M.

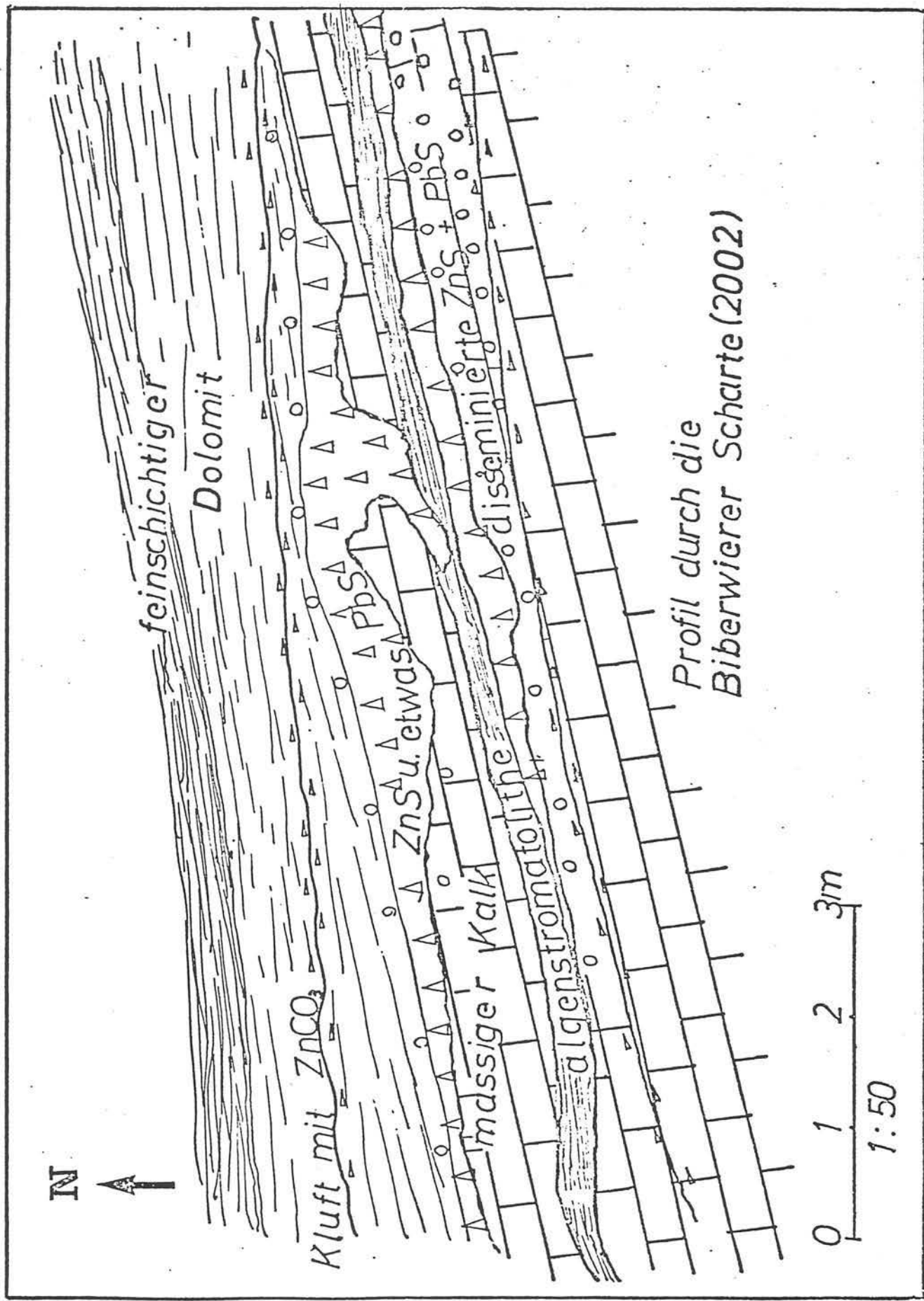


Abb. 2;

T e k t o n i s c h e P o s i t i o n : Dieses Vorkommen befindet sich am äußersten NW-Rand der Inntaldecke, unter der viel jüngere Gesteine, zunächst solche der Jura-Formation liegen. Der Schachtkopf ist ein abgeglittener Teil der Inntaldecke.

S t r a t i g r a p h i e : Unmittelbarer Erzträger ist ein hellgrauer arenomikritischer bis mikritischer Wettersteinkalk. Das Nebengestein besteht aus feinkörnigem, lichthellen, arenomikritischen Wettersteinkalk, in welchem Spatisation durch sammelkristallisierte Calcitaggregate und Internanlagerungen von Calcit und Dolomitapat entwickelt ist. Metasomatische Verdrängungen des Calcit durch Dolomitrhomboederchen als jüngste Bildung konnte identifiziert werden.

Grüne Mergel, Mergelkalke, feine arenitische Breccien, Tonlagen mit Bitumen und Algenstromatolithe, die als mm- bis cm-mächtige Lagen im unmittelbaren Bereich des Erzkörpers eingeschaltet sind, und diesem mehr oder weniger parallel verlaufen, sowie Geopetalgefüge (Hohlraumgefüge, Kreuzschichtungen) konnten in diesen Lagerstätten beobachtet werden.

Die Grünen Mergel kommen mit mm- bis cm-Mächtigkeit als Einschaltungen im Oberen Wettersteinkalk (Max-Braun-Stollen, 1200 m) vor. Im trockenen Zustand haben sie eine hellgrüne bis blaßgrüne Färbung. Bei Wasserzunahme zerfällt das Gestein und die Farbe verdunkelt sich. Eine mikroskopische Untersuchung der Grünen Mergel ergab, daß die Hauptmasse aus feinfilzigem Sericit und Chlorit besteht. Es kommen noch idiomorphe Quarze, Muskovitrelikte, Karbonat, Feldspat und vulkanisches Glas vor. An diesen Mergeln wurde ein Vergleich des Gesteinschemismus mit Mergeln des Brenner Mesozoikums (aus dem Dissertationsgebiet von Kollegen Dietrich) durchgeführt. Die Unterschiede im Chemismus der Gesteinsanalysen machen sich bei SiO_2 , FeO , CaO , K_2O , MgO und Al_2O_3 bemerkbar (Abb. 3).

M i n e r a l p a r a g e n e s e :

- a) Erzminerale: Zinkblende, Bleiglanz, Pyrit, Framboid-Pyrit, Markasit.

	SSi	SSi	D 425	D 425	D 388	D 388
Na ₂ O	0.22	0.21	0.52	0.50	0.46	0.44
SiO ₂	67.60	67.27	59.10	56.81	52.95	50.47
FeO	0.62	0.60	4.25	4.09	2.85	2.72
CaO	1.78	1.72	1.58	1.52	6.35	6.05
K ₂ O	10.50	10.14	6.65	6.39	5.20	4.96
MgO	2.22	2.14	4.45	4.28	5.30	5.05
Al ₂ O ₃	16.50	15.93	21.85	21.00	26.30	25.07
TiO ₂	0.15	0.14	1.08	1.04	1.13	1.08
MnO	0.01	0.01	0.02	0.02	0.00	0.00
P ₂ O ₅	0.01	0.01	0.16	0.15	0.01	0.01
Gv	-	3.44	-	3.88	-	4.68
	99.61	99.61	99.66	99.68	100.55	100.53

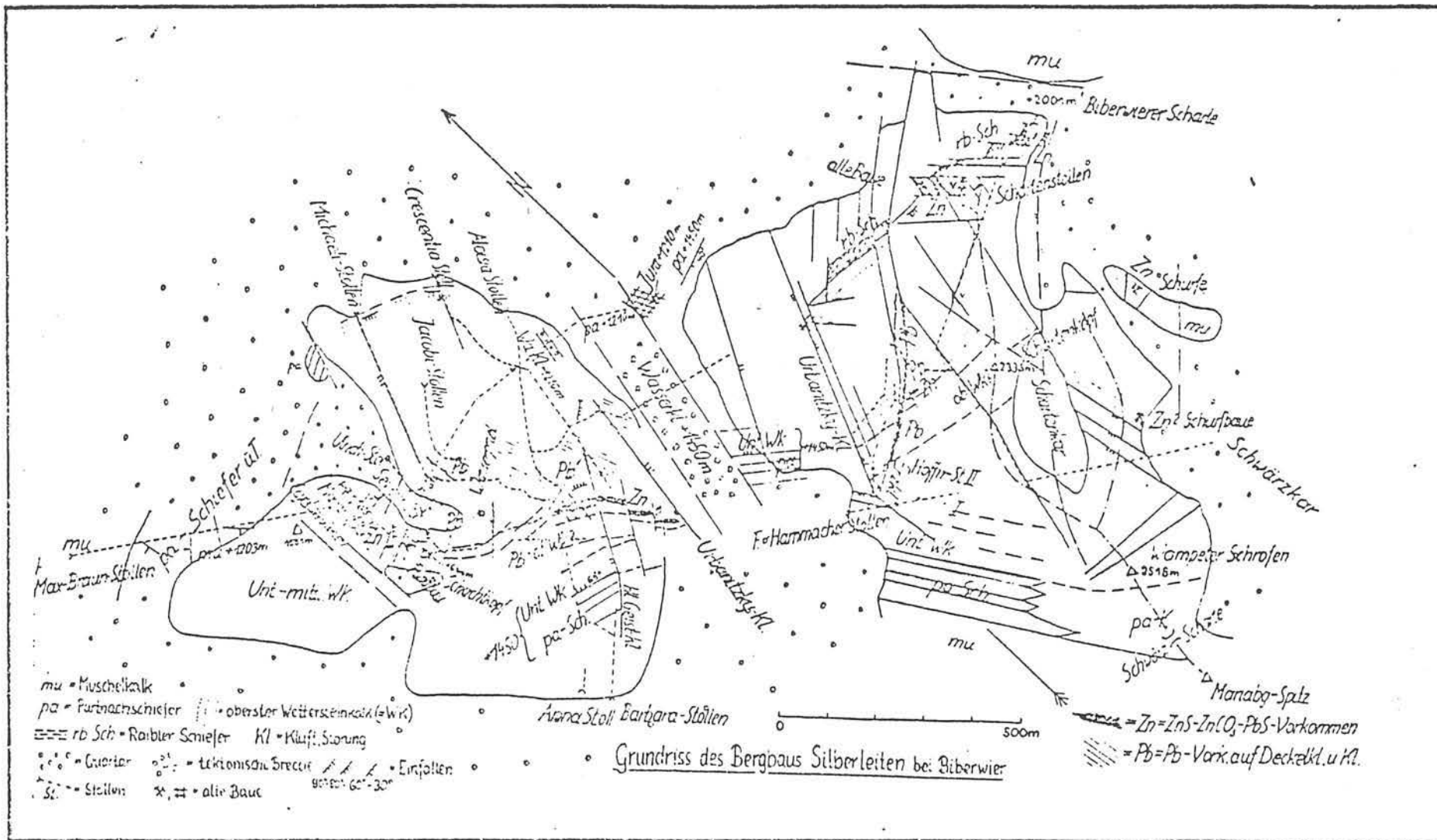
Gv: Glühverlust (H₂O + CO₂)

D 425, D 388: Brenner Mesozoikum

SSi: Nördliche Kalkalpen

Abb. 3: Gesteinsanalysen (Grüne Mergel; vgl. Text S. 39).

Abb. 4: Nach TAUPITZ, K. C. 1954 (Abb. 40)



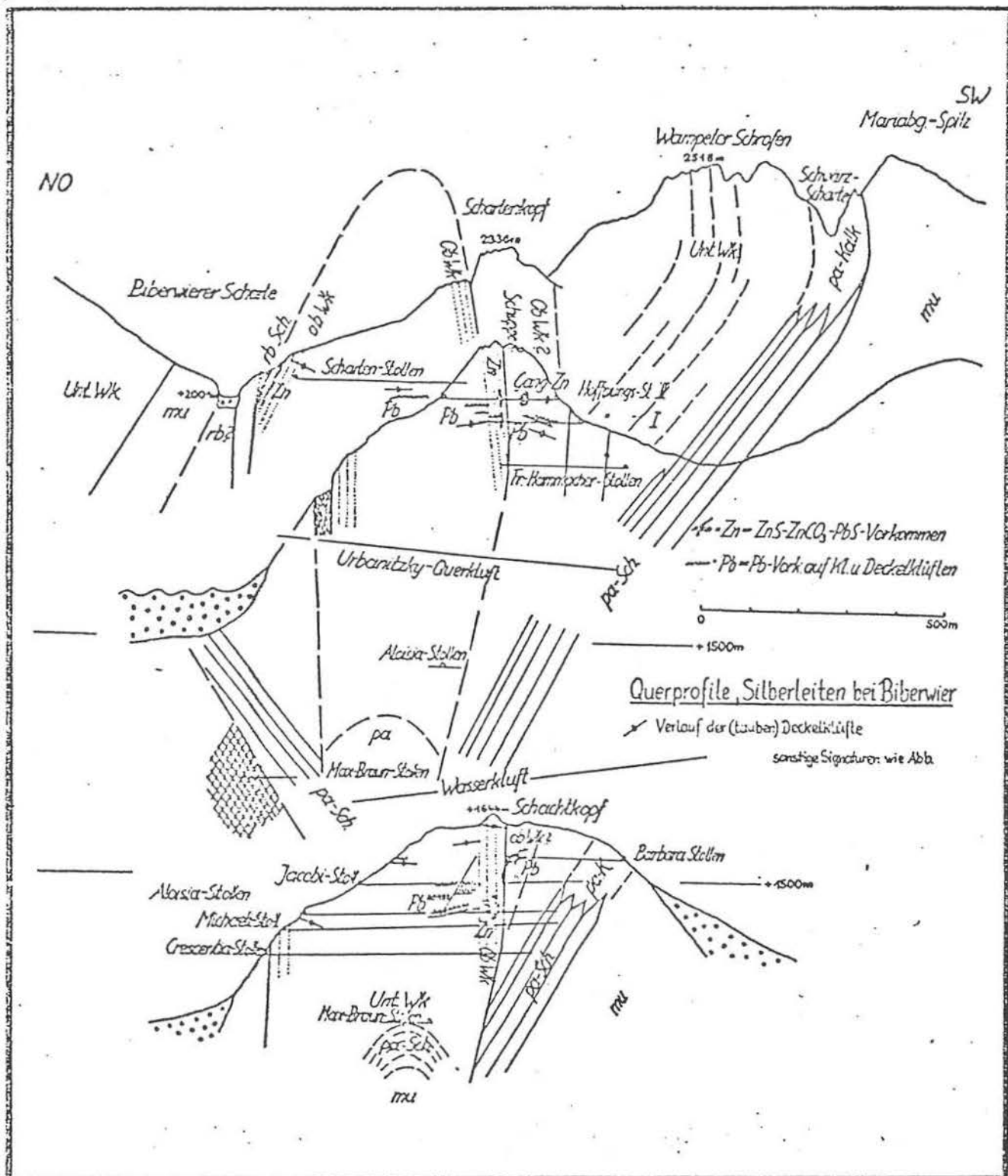
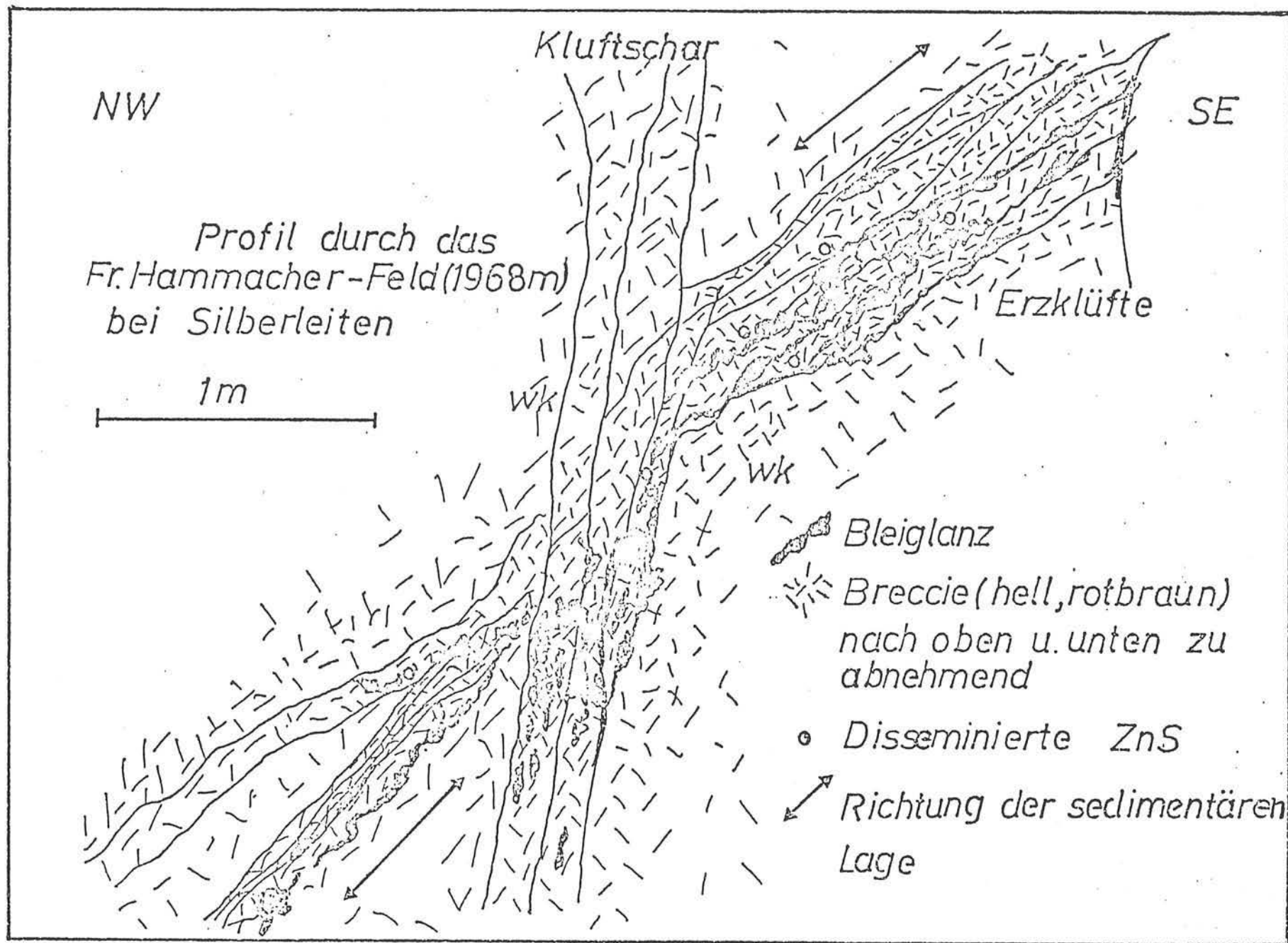


Abb. 6: Nach TAUPITZ, E. C. 1954 (Abb. 41)



- b) Begleitminerale: Calcit, Dolomit, Flußspat, Quarz, Serizit, Chlorit, Feldspat.
- c) Oxydationsminerale: Hydrozinkit, Zinkspat, Cerussit, Coelestin, Brauneisenerze. MUTSCHLECHNER (1954) erwähnte noch Anglesit, Greenockit, Realgar, Ilsemanit, Mennige, Lanarkit, Krokoit. Nach TAUPITZ (1954) kommen auch Hemimorphit und Pyromorphit vor.

E r z g e f ü g e :

a) Erzkörper: Die Schichtflächen verlaufen von Nordwesten nach Südosten und fallen mit 35° - 45° nach Südwesten ein. Die etwa 100 m mächtige erzführende Zone (MUTSCHLECHNER, 1954) verläuft ebenfalls generell von Nordwesten nach Südosten, ist spitzwinklig zur Bankung in die Kalke eingeschaltet und fällt flach bis mittelsteil nach Südosten ein. Die seitliche Begrenzung bilden 2 Klüfte, die NW-SE und NNE bis SSW streichen mit mittelsteilem bis steilem Einfallen nach Südwesten bzw. Westen (40° - 70°).

Die dazwischen befindliche Gesteinszone ist stark zertrümmert und ein Netzwerk von Klüften ist vorhanden, in welchem aus metallhaltigen Lösungen Erzminerale ausgefällt wurden.

Diese Erzzone reicht von den Ausbissen am Schachtkopf (1644 m) bis zur Verschneidung mit der " W a s s e r k l u f t " (1340 m) mit etwa 500 m Länge schräg nach unten. In diesem Bereich mißt ihre horizontale Erstreckung ca. 170 m. Die weitere Ermittlung der Wasserkluft setzt sich bis in den Wampeten-Schrofen hinauf fort, wo der Friedrich-Hammacher-Stollen bei 1960 m aufgeschlossen ist. Sie war ein wichtiger Leithorizont für diese Lagerstätte. Innerhalb dieser Erzzone konnte man 2 stofflich verschiedene zusammengesetzte Lagerstätten unterscheiden (TAUPITZ 1954, MUTSCHLECHNER 1954): Eine nordöstliche, tiefer gelegene Zone, die vorwiegend Zinkblende führt und die südwestliche, höher gelegene Erzzone mit vorwiegend Bleiglanz. Zwischen beiden Lagerstätten befindet sich eine 15 - 20 m mächtige, ungestörte, fast taube Zone. Die Bleierzlagerstätte beißt übertags aus. Die Vererzung tritt hier in regelmäßigen horizontalen, mehrfach übereinander folgenden Lagen auf, die meistens in gelblich-weißem Kalkzerreibsel oder Letten eingebettet und sehr gestört sind. Es kommen hier vertikale

Verstellungen von 8 bis 60 m Höhe sowie 1 m bis 1.5 m breite Klüfte vor. Die Mächtigkeit der Vererzung schwankt zwischen 1 cm und 1m, wobei die größte Mächtigkeit an der Wasserkluft festgestellt wurde.

Die Zinkblende-Lagerstätte ist an der Oberfläche nicht sichtbar. Sie weist eine Gesamtlänge von 200 m auf. Hier kommt eine Anzahl von Stöcken und Linsen von Zinkblende, die durch Klüfte getrennt wurden, vor. Die Ausrichtung ist wegen der unregelmäßigen Begrenzung schwierig festzustellen. Man kennt auch schichtparallele Einschaltungen von höchstens 3 m Dicke, aber nur aus der Nähe der Bleierzlagerstätte (MUTSCHLECHNER 1954).

b) Vererzungstyp:

- Derbe, grobkristalline Zinkblende- und Bleiglanzmassen.
- Sammelkristallisierte Zinkblende mit Bleiglanzaggregaten.
- Feinkörnige Bleiglanzkriställchen mit mehr oder weniger geschlossenem Korngefüge.
- Verdrängung des Nebengesteins durch Zinkblende und Bleiglanz nach vorangegangenen Auflösungserscheinungen.
- Verdrängung des Wettersteinkalkes mit Zinkblende durch Metasomatose.

Breccientyp: Lösungsbreccien, durch Lösungserosion im Fugennetz, meistens mit Schalenblende-Vererzungen.

7.8. Bergbau Marienberg (am Südabfall des Unteren Schafkopf)

F u n d o r t : Eine Reihe alter Einbaue liegt, etwa 1 km westlich der Marienberger Alm (1623 m), etwa 5.3 km Luftlinie NE von Nassereith, zwischen 1680 und 1880 m ü. d. M.

T e k t o n i s c h e P o s i t i o n : Dieses Vorkommen liegt in der Inntaldecke, die höheren Einbaue etwa 300 m südlich ihres nördlichen erosiven Randes, am Südhang des Unteren Schafkopf (1946 m).

S t r a t i g r a p h i e : Unmittelbarer Erzträger ist der mikritische, dunkel- bis hellgraue Wettersteinkalk. Das Nebengestein besteht aus arenitischen, massigen Kalken. Verdrängungen des Calcit

durch Dolomitrhomboeder als jüngste Bildungen, kommen vor, Spätige Internanlagerung von Calcit und Dolomit ist oft entwickelt. Algenstromatolithe, feine arenitische Breccien, Tonminerale und Bitumen sind im Nebengestein als Feinschichten häufig eingeschaltet.

Mineralparagenese:

a) Erzminerale: Zinkblende, Bleiglanz, Pyrit, Markasit. Nach VOHRYZKA 1968 kommen auch Famatinit und Kupferkies vor.

b) Begleitminerale: Calcit, Dolomit, Quarz.

Eine Analyse des Calcits auf dem Erzkörper, die im Geotektonischen Institut der BUNDESVERSUCHS- und FORSCHUNGSANSTALT-ARSENAL durchgeführt wurde, ergab: Mn 0.0070 ppm Mg 0.259 ppm, Sr 0.0091 ppm, Fe 0.0483 ppm, Zn 0.547 ppm und Pb 0.006 ppm. Weitere Analysen eines Calcitrhomboeders aus dem Erzkörper ergaben: Mn 0.009 ppm, Mg 0.177 ppm, Sr 0.056 ppm, Fe 0.0232 ppm, Zn 0.552 ppm und Pb 0.034 ppm.

c) Oxydationsminerale: Zinkspat, Hydrozinkit, Limonit, Mn-Minerale.

Erzgefüge:

a) Erzkörper: Hier handelt es sich um eine schichtgebundene Vererzung. Die Erzlager liegen parallel zu der Schichtung, welche ENE-WSW streicht und mit $40 - 50^\circ$ nach Südsüdosten einfällt. In einem Ausbiß bei der sogenannten "Dreikörners-Zechen" (Höhere Einbaue bei 1880 m) zeigt sich der sedimentäre Charakter dieses Reviers mit echten schichtigen Gefügen. Es handelt sich um mm-Feinschichten mit Wechsellagerung von Zinkblende-Lutit und Calcilutit sowie s-parallelen Bleiglanzaggregaten.

b) Vererzungstyp:

- Rhythmische mm-Wechsellagerung von Calcipelit, Calcispatit, Zinkblendelutit mit s-parallelen Bleiglanzaggregaten und Tonfeinlagen.
- Derbe, grobkristalline, rotbraune Zinkblende- und Bleiglanzmassen, vermutlich parallel zur Schichtung.
- Die Zinkblende ist oft mit kolloformen Strukturen als Schalenblende entwickelt.

- Diffuse Mineralisation mit hellen Zinkblendekriställchen durch Metasomatose im Kalklutit.
- Verdrängung des Wettersteinkalkes durch Zinkblende und Bleiglanz mit vorangegangenen Lösungserscheinungen.

Breccientyp: Rupturell deformierter Wettersteinkalk mit belteroporer Internanlagerung von feinkörniger Zinkblende mit Bleiglanz im Kalklutit. Unter dem Mikroskop konnten resedimentäre Breccien identifiziert werden.

7.9. Bergbau an der Handschuhspitze (am Südabfall der östlichen Handschuh-Spitzen)

F u n d o r t : Rund 0.7 km Luftlinie SSW der Marienberger Alm (1623 m); am Südabfall der östlichen Handschuh-Spitzen (2319 m) bzw. 300 m oberhalb der sogenannten Wassergrube, liegt eine Reihe von alten Bauen zwischen 1800 m und 2620 m ü. d. M.

T e k t o n i s c h e P o s i t i o n : Dieses Vorkommen liegt in der Inntaldecke, etwa 1200 m südlich ihres nördlichen erosiven Randes und zwar am Südhang der östlichen Handschuh-Spitzen.

S t r a t i g r a p h i e : siehe Nummer 8.

M i n e r a l p a r a g e n e s e :

- Erzminerale: Bleiglanz, Zinkblende, Pyrit, Markasit.
- Begleitminerale: Calcit, Dolomit, Quarz, Flußspat.
- Oxydationsminerale: Zinkspat, Hydrozinkit, Brauneisenerze.

E r z g e f ü g e :

- Erzkörper: Der Wettersteinkalk streicht NNE-SSW und fällt mit einem mittelsteilen Einfallen nach Süden ein. Die Ausfahrungen sind entlang der Schichtung angelegt, daher läßt sich vermuten, daß die Vererzung mit einer Anordnung entsprechend der Schichtung verläuft. Nach TAUPITZ (1954) handelt es sich in diesem Revier um eine schichtgebundene Vererzung. Über die genaue Mächtigkeit der vererzten Zonen ist nichts bekannt, aber auf Grund des reichlichen Haldenmaterials kann man sicher schließen, daß es sich hier um eine mächtige Vererzung handeln muß. MUTSCHLECHNER (1954) erwähnt,

daß in diesem Revier die Vererzung auf hundert Meter erschlossen sei. Das Verhältnis Zinkblende zu Bleiglanz im Haldenmaterial läßt sich mit 3 zu 10 abschätzen.

b) Vererzungstyp:

- Derbe, grobkristalline Zinkblendemassen, im einzelnen bis etwa 7 cm Mächtigkeit.
- Die Zinkblende kommt oft mit kolloformen Strukturen als Schalenblende vor.
- Verdrängung des Wettersteinkalkes durch Zinkblende und Bleiglanz nach vorangegangenen Auflösungen, bevorzugt nach den Haarrissen.

Breccientyp: Im Haldenmaterial ist sehr häufig rupturrell deformierter Wettersteinkalk mit belteroporer Internanlagerung von Zinkblende im Calcilutit zu finden. Vererzte resedimentäre Breccien konnten auch nachgewiesen werden. Sie sind meistens in Tonmineralen eingeschlossen.

7.10. Bergbau Feigenstein (am Südhang des Hochwannig)

F u n d o r t : Etwa 1.8 km Luftlinie östlich von Nassereith bzw. 0.5 km nordöstlich von Roßbach; oberhalb der Wiesenruh, zwischen 1020 und 1315 m ü. d. M.

T e k t o n i s c h e P o s i t i o n : Die Lagerstätte liegt in der Inntaldecke, ca. 2.2 km südlich ihres nördlichen Randes und zwar am Südabfall des Hochwannig (2493 m) zwischen Knappenwald und Zimmer-Tal.

S t r a t i g r a p h i e : Unmittelbarer Erzträger ist der hellgraue mikritische Wettersteinkalk. Das Nebengestein besteht aus feinkörnigen Calcitmikriten, in welchen Spatisation durch Sammelkristallisation von Calcit, Dolomit und Flußspat entwickelt ist. Metasomatische Verdrängungen des Wettersteinkalkes durch Calcit und häufiger noch durch Flußspat konnte identifiziert werden. Algenstromatolithen und Mergelkalke sind im Nebengestein häufig zu finden.

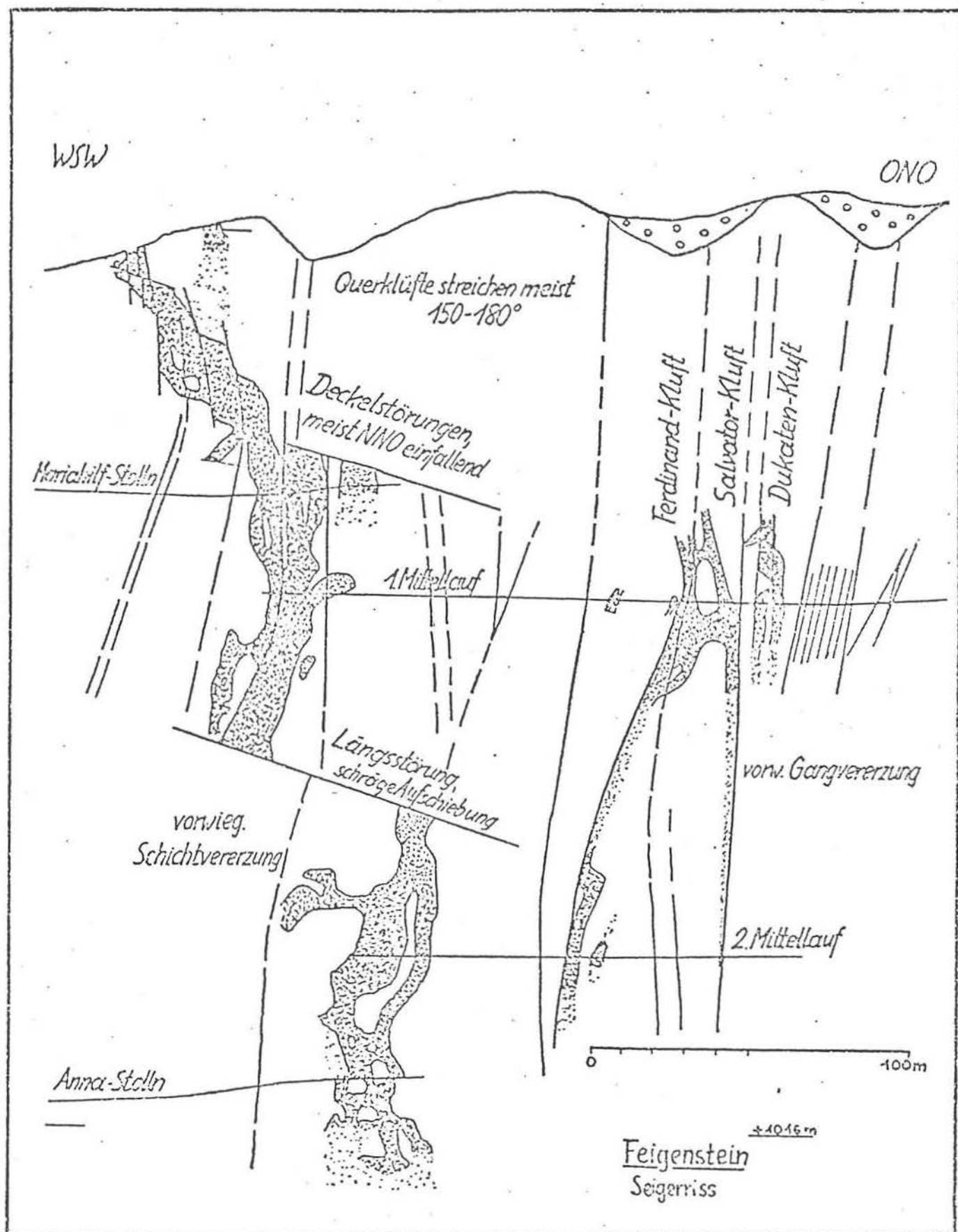


Abb. 9: Nach TAUPITZ, K. C., 1954 (Abb. 38 b)

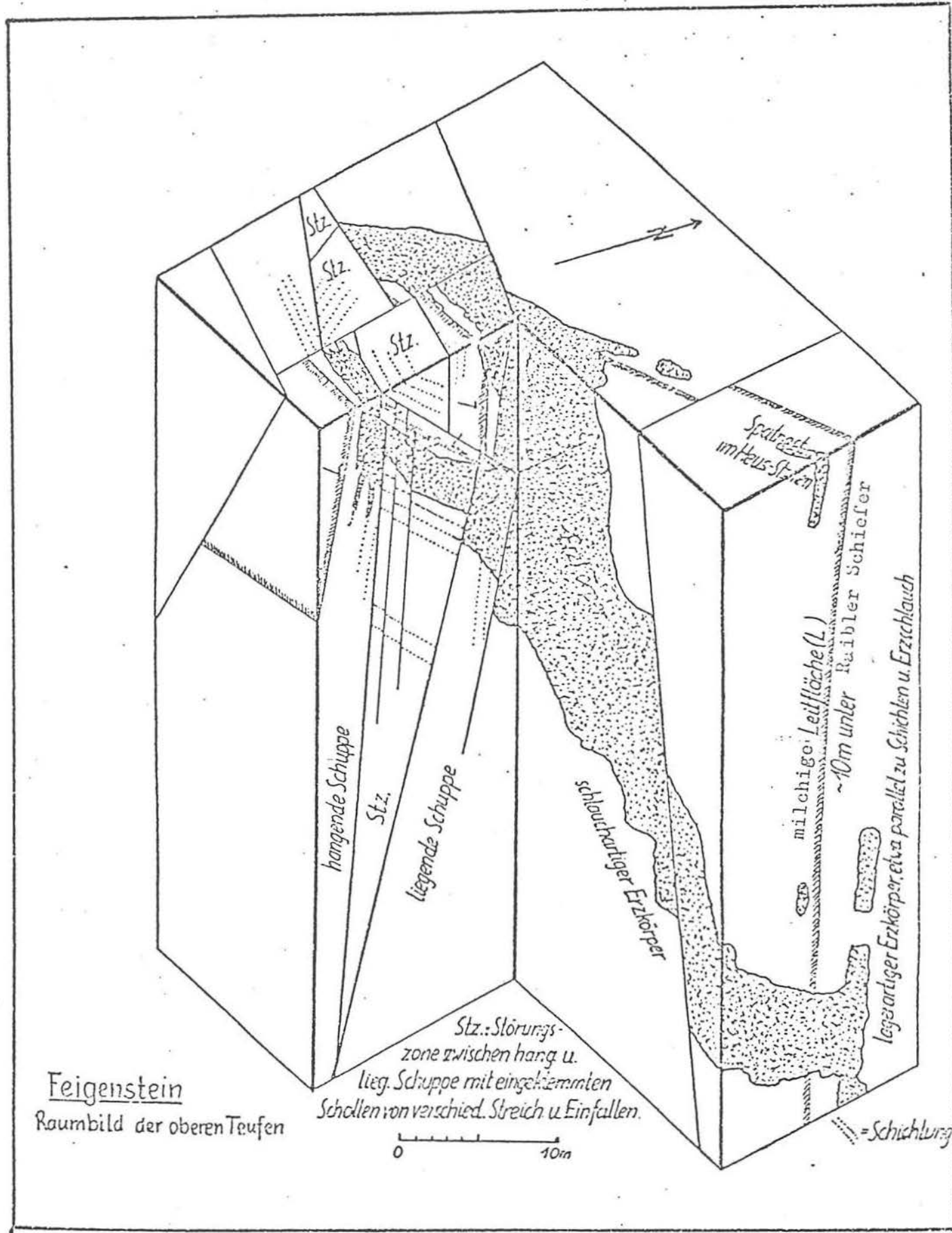


Abb. 10: Nach TAUPITZ, K. C., 1954 (Abb. 39)

Mineralparagenese:

- a) Erzminerale: Bleiglanz, Zinkblende, Wurtzit, Pyrit, Markasit. Nach VOHRYZKA (1968) konnten Kupferkies und Bournonit unter dem Mikroskop beobachtet werden.
- b) Begleitminerale: Calcit, Flußspat, Dolomit, Quarz und Baryt (MUTSCHLECHNER, 1954).
- c) Oxydationsminerale: Zinkspat, Hydrozinkit, Cerussit, Brauneisenerze. Nach MUTSCHLECHNER (1954) auch Wulfenit.

Erzgefüge:

- a) Erzkörper: Die Lagerstätte ist durch die unten erwähnten Fundbaue angefahren und aufgeschlossen.

Der tiefste und längste Stollen von etwa 760 m Länge ist der Anna-Stollen (1020 m). Er hat erst nach 700 m die Lagerstätte erreicht.

Etwa 200 m oberhalb des Anna-Stollen befindet sich der Maria-Hilf-Stollen (1220 m). Er ist der zweitlängste Stollen mit 240 m Länge, der das Haupterzvorkommen erreicht hat.

Der kürzeste Stollen ist der Barbara-Stollen in etwa 1270 m Höhe, und in 1315 m liegt der Jochen-Baptist-Stollen, wo man Erzausbisse über Tag fand (Abb. 8).

Nach älteren Literaturzitaten wie ISSER (1881), MUTSCHLECHNER (1954), TAUPITZ (1954) konnten in diesen Bergbaurevieren sowohl diskordant schlauchförmige Erzkörper als auch konkordante Vererzung beobachtet werden (Abb. 8, 9, 10). Der Wettersteinkalk streicht generell von Osten nach Westen und fällt mit $35 - 60^{\circ}$ nach Süden ein. Ein Teil der Erzführung läßt sich parallel zum Streichen des Nebengesteins etwa 50 m weit nachweisen. Die Vererzung wurde auch in der Nähe der Raibler Schichten festgestellt, aber nicht verfolgt. Die Haupterzführung besteht aus einem unregelmäßig begrenzten, schlauchförmigen Körper und aus drei Nord-Süd-parallel verlaufenden Kluftfüllungen (Dukaten-, Salvator- und Ferdinand-Kluft). Der Haupterzkörper, seine längste Achse mißt etwa 32 m, ist in die Tiefe gestreckt und schneidet spitzwinkelig die Schichtflächen. Nach den Abbildungen von TAUFITZ

(1954) läßt sich die Mächtigkeit der Gesamt-Bauhöhe mit etwa 350 m abschätzen.

ISSER (1881) stellte fest, daß die Vererzung metallreicher wird, wenn der Flußspatgehalt im Gang zunimmt und wenn die Calcitgangart die Skalenoederform zeigt. Das Gegenteil sei der Fall, wenn in der Calcitgangart die Calcit-Grundrhomboeder vorherrschen.

b) Vererzungstyp:

- Derbe, grobkörnige, grobspätige Bleiglanz-, Zinkblende-, Flußspataggregate, mit mehr oder weniger geschlossenem Korngefüge.
- Die Zinkblende ist oft mit kolloformen Strukturen als Schalenblende vertreten.
- Feinkörnige, mehr oder weniger geschlossene Korngefüge von Bleiglanz.
- Verdrängung des Wettersteinkalkes durch feinkörnige helle Zinkblende mit vorangegangenen Lösungserscheinungen und diffuse Mineralisation von Zinkblende durch Metasomatose.

Breccientyp: Handstücke und Blöcke zeigen das reichliche Vorhandensein von Deformationsbreccien, einschließlich Lösungsbreccien, sowie polymikte, resedimentäre Breccien in Hohlräumen.

7.11. Bergbau Hochwarte (am Osthang des Hochwannig).

F u n d o r t : Rund 1 km Luftlinie SSE der Mittenauer Alm (1718 m), am steilen Weg, der von Nassereith auf den Hochwannig (2493 m) führt, in einer Höhe zwischen 1990 m und 2200 m ü. d. M.

T e k t o n i s c h e P o s i t i o n : Das Vorkommen liegt in der Inntaldecke, etwa 250 m südlich der Überschiebung auf Juraschichten der Lechtaldecke.

S t r a t i g r a p h i e : Anhaltspunkte über die Mineralführung gibt einerseits das Haldenmaterial, andererseits sind beim anstehenden Gestein sammelkristallisierte Bleiglanze mit dunkelgrauen bis grünlichen massigen Flußspataggregaten im dunkelgrauen, mikritischen Wettersteinkalk zu finden.

Das Nebengestein besteht aus grobspätigen, arenomikritischem Wettersteinkalk, in welchem spätige Internanlagerung von Calcit und Fluß-

spataggregaten oft entwickelt sind. Feine arenomikritische Breccien und Tonmineraleinschaltungen sind keine Seltenheit im Nebengestein.

Mineralparagenese:

- a) Erzminerale: Bleiglanz, Pyrit. MUTSCHLECHNER (1954) erwähnt in diesem Vorkommen noch Fahlerz.
- b) Begleitminerale: Calcit, Flußspat, Dolomit, Quarz.
- c) Oxydationsminerale: Zinkspat, Malachit, Limonit, Manganminerale, und nach ISSER (1881) Azurit.

Erzgefüge:

- a) Erzkörper: Nach TAUPITZ (1954) handelt es sich hier sowohl um schichtgebundene als auch um diskordante Vererzung. Nachdem es sich aber hier um alte Einbaue handelt, die verbrochen sind, war es nicht möglich, eine Stollenbefahrung zu unternehmen und konnten keine genaueren Angaben gemacht werden.

Die Mächtigkeit des Erzkörpers ist unbekannt.

b) Vererzungstyp:

-Derbe, grobkristalline, massige, dunkelgraue bis grünliche faustgroße Flußspataggregate mit sammelkristallisiertem Bleiglanz.

-
Breccientyp: Vererzte Breccien konnten hier nicht gefunden werden.

7.12. Bergbau Haverstock (am Südhang des Roten-Kopfes)

F u n d o r t : Etwa 1.8 km Luftlinie nördlich von Nassereith bzw. 1.2 km südlich der Mittenauer Alm (1781 m), zwischen 1580 m und 1780 um ü. d. M., beidseitig des Steiges Nassereith - Mittenauer Alm.

T e k t o n i s c h e P o s i t i o n : Die Lagerstätte liegt am Nordrand der Inntaldecke, rund 500 m südlich der Überschiebung auf Jura-Schichten der Lechtaldecke.

S t r a t i g r a p h i e : Unmittelbarer Erzträger ist dunkelgrauer, leicht kieseliger Wettersteinkalk und nicht Partnachkalk bzw. Muschelkalk, wie ISSER (1881), TAUPITZ (1954), MUTSCHLECHNER (1954) und VOHRYZKA (1968) annahmen.

Es sei hier Herrn Univ.-Doz. Dr. W. RESCH gedankt, der bereit war, die im Zuge meiner Geländearbeit gesammelten Probenstücke aus dem Nebengestein des oben genannten Vorkommens auf Fossilien zu untersuchen.

Aus palökologischen Gründen ist nun die zeitliche Einstufung in das Cordevol sichergestellt. In der untersuchten Probe waren: Thecosmilien-Solenoporaceen-Biozönose mit Tubiphytes Obscurus, Ladinella porata, Kalkschwämmen, Girvanella, Spirorbis und verschiedene Foraminiferen (u. a. Duostominidae, Endothyranella wirzi).

Das Nebengestein besteht aus feinkörnigem, hell- bis dunkelgrauem Wettersteinkalk, in welchem spätige Internanlagerung von Calcit und Dolomit und Spatisation durch sammelkristallisierte Calcitaggregate, sowie Verdrängungen des kalkigen Nebengesteins durch Dolomitrhomboeder entwickelt sind.

Feinschichtungen mit mm-Wechselagerungen von Ton und Erz, feine arenitische Breccien, Pellets, Korallen (Thecosmilien-Solenoporaceen-Biozönose) konnten hier identifiziert werden.

M i n e r a l p a r a g e n e s e :

- a) Erzminerale: Zinkblende, Bleiglanz, Pyrit, Markasit. VOHRZYKA (1968) berichtet auch von Kupfer- und Silberfahlerz.
- b) Begleitminerale: Calcit, Dolomit, Flußspat, Quarz, und nach VOHRZYKA (1968) auch Baryt.
- c) Oxydationsminerale: Zinkspat, Hydrozinkit, Brauneisenerze; Malachit und Azurit nach ISSER (1881).

E r z g e f ü g e :

- a) Erzkörper: In diesem Bergbaurevier kommen sowohl diskordante, als auch konkordante Vererzungen vor (TAUPITZ, 1954). Der Wettersteinkalk streicht generell etwa $55 - 70^{\circ}$ ENE-WSW und fällt mit $60 - 70^{\circ}$ nach Süden ein. Manche Einbaue sind parallel zur Schichtung angelegt. Echte schichtige Erzgefüge wurden im Haldenmaterial gefunden.

Erzführende Klüfte streichen etwa E-W ($170 - 285^{\circ}$) und fallen mit 80° nach Süden ein. Sie schneiden etwa mit einem Winkel von 40° die Schichtflächen.

b) Vererzungstyp:

- Sedimentäres Erz mit mm-Feinschichtung; Wechsellagerung von Zinkblendelutit mit Calcitlutit und s-parallelen Bleiglanzaggregaten.
- Die Zinkblende ist oft mit kolloformen Strukturen als Schalenblende vertreten.
- Derbe, grobspätige, massige Zinkblende und Bleiglanzaggregate.
- Verdrängungen des Nebengesteins durch Zinkblende einerseits, nach vorangegangenen Lösungserscheinungen andererseits, durch Metasomatose (Diffuse Verteilung von Zinkblende).

Breccientyp: Rupturell deformierter Wettersteinkalk mit belteroporer Internanlagerung von feinkörniger Zinkblende in den freien Fugenhohlräumen im Kalklutit. Vererzte resedimentäre Breccien konnten als Einschlüsse in Tonlagen festgestellt werden.

7.13. Bergbau Geierkopf (am Osthang von Unt. Geierkopf)

F u n d o r t : Etwa 1.2 km Luftlinie von Nassereith bzw. 2 km Luftlinie südlich der Mittenauer-Alm (1718 m) im sogenannten "Riffl-Tal", zwischen 1440 m und 1550 m ü. d. M., zur Rechten des Steiges Nassereith - Mittenauer Alm, am Osthang des Unteren Geierkopfes.

T e k t o n i s c h e P o s i t i o n : Dieses Vorkommen liegt in der Inntaldecke, rund 1.2 km südlich ihres nördlichen Randes.

S t r a t i g r a p h i e : Als Erzträger kommt einerseits dunkelgrauer, kavernöser, spätiger Wettersteindolomit mit vorwiegend disseminierter Bleiglanzvererzung, andererseits hellgrauer, mikritischer Wettersteinkalk mit vorwiegender Zinkblendevererzung vor.

Metasomatische Verdrängungen des Calcitlutit durch Dolomitrhomboeder und spätige sammelkristallisierte Calcitaggregate sind im Nebengestein häufig entwickelt.

Mineralparagenesen:

- a) Erzminerale: Bleiglanz, Zinkblende, Pyrit.
- b) Begleitminerale: Calcit, Dolomit, Flußspat. Eine Calcitanalyse, die in der BVFA-ARSENAL durchgeführt wurde, ergab, Mn 0.0081 ppm, Mg 0.156 ppm, Sr 0.0133 ppm, Fe 0.0691 ppm, Zn 0.0085 ppm, Pb 0.006
- c) Oxydationsminerale: Hydrozinkit, Zinkspat, Hemimorphit, Brauneisenerze.

Erzgefüge:

- a) Erzkörper: Nach Angaben von TAUPITZ (1954) treten hier sowohl konkordante, als auch diskordante Vererzungen auf. Die Schichtflächen des Wettersteinkalkes bzw. -dolomites streichen mit 110° und fallen mit etwa 70° nach Süden ein. Die Einbaue haben eine parallele Anordnung zur Schichtung.

Über die Mächtigkeit der vererzten Zonen liegen keine Angaben vor.

b) Vererzungstyp:

- Derbe, massige, grobspätige Bleiglanz- und Zinkblendeaggregate.
- Durch rezente Auslaugung entstandener poröser Wettersteinkalk mit primärer Zinkblende-Bleiglanz-Vererzung.

Breccientyp: Vererzte Breccien konnten in diesem Bergbaurevier nicht nachgewiesen werden.

7.14. Bergbau Lorenzi-Grube (am Südhang des Unteren Geierkopfes)

Fundort: Rund 1 km Luftlinie nordöstlich von Nassereith etwa 700 m südöstlich des Bergbaues Geierkopf. In einer Höhe zwischen 1320 und 1460 m ü. d. M.

Tektonische Position: Das Vorkommen liegt in der Inntaldecke, etwa 1.4 km südlich der Überschiebungsfläche auf die Lechtaldecke.

Stratigraphie: Als Erzträger kommt ein hellgrauer, spätiger arenitischer Wettersteindolomit vor.

Das Nebengestein besteht aus hellgrauem, arenomikritischem bis mikritischem Wettersteinkalk bzw. -dolomit, in welchem spätige sammelkristallisierte Calcitaggregate und metasomatische Verdrängungen des Calcits durch Dolomitspat entwickelt sind.

Pellets, Resedimente, Bioklaste, arenitische Breccien sind im Nebengestein gelegentlich zu finden.

Mineralparagenese: wie Nummer 13.

Erzgefüge:

a) Erzkörper: Nach TAUPITZ (1954) treten in diesem Bergbaurevier sowohl konkordante als auch diskordante Vererzungen auf.

Über die Mächtigkeit der vererzten Zonen liegt keine Angabe vor. Nachdem alle Stollen verbrochen sind, konnten keine Grubenuntersuchungen unternommen werden.

b) Vererzungstyp:

- Derbe, grobkristalline Bleiglanz- und Zinkblendeaggregate.

Breccientyp: Vererzte Breccien konnten nicht gefunden werden.

7.15. Bergbau Matthias (am Osthang des Rauchegg)

Fundort: Etwa 0.5 km Luftlinie östlich vom Nassereither See (837 m), am sogenannten "Tieftal"; in einer Höhe zwischen 880 m und 920 m ü. d. M.

Tektonische Position: Dieses Vorkommen liegt in der Inntaldecke, rund 2 km südlich ihres nördlichen, erosiven Randes.

Stratigraphie: Als unmittelbarer Erzträger kommt der hellgraue, mikritische Wettersteinkalk mit spätig sammelkristallisierten Flußspataggregaten in Betracht.

Im Nebengestein sind häufig metasomatische Verdrängungen des Calcit durch Dolomit festzustellen. Tonminerale, Pellets und feine arenitische Breccien kommen auch vor.

Mineralparagenese:

a) Erzminerale: Bleiglanz, Pyrit, Gelbe Zinkblende, wurden nach MUTSCHLECHNER (1954) auch hier abgebaut.

b) Begleitminerale: Flußspat, Calcit, Dolomit.

c) Oxydationsminerale: Zinkspat, Hydrozinkit.

E r z g e f ü g e :

- a) Erzkörper: TAUPITZ (1954) erwähnt, daß hier konkordante und diskordante Vererzung auftritt.
- b) Vererzungstyp:
 - Sammelkristallisierte bis 0.5 cm große Bleiglanzwürfel, die Pyrit einschließen.

Breccientyp: Es waren keine vererzten Breccien zu finden.

7.16. Bergbau Sigmund-Grube (am Südhang des Söld-Berges)

F u n d o r t : Etwa 0.3 km nördlich des Nassereither Sees (837 m) am Steilbruch des Söld-Berges zwischen 850 m und 950 m ü. d. M. Er umfaßte 5 Stollen (MUTSCHLECHNER, 1954).

Der tiefere ist der Sigmund-Stollen (860 m) mit 250 m Länge. Darüber der Fancisci-Stollen (896 m) mit 150 m Länge, weit nach oben kommen der Abraham-Stollen (919 m) und der St. Catharina-Stollen (950 m). Diese vier Stollen stehen in Verbindung und haben reiche Erzlinsen geliefert. Der fünfte und höchste ist der Drei-König-Stollen (898 m), er hat die schlechteste Ausbeute geliefert. Zur Zeit ist keiner davon mehr begehbar.

T e k t o n i s c h e P o s i t i o n : Dieses Vorkommen liegt in der Inntaldecke, etwa 1.3 km südlich der Überschiebungsfläche auf die Lechtaldecke.

S t r a t i g r a p h i e : Auf den Halden, die noch die einzigen Anhaltspunkte über die Mineralführung geben, fand ich Bleiglanz mit Zinkspat und Hydrozinkit in einem hellgrauen, mikritischen Wettersteinkalk.

Das Nebengestein besteht aus Calcilutit mit spätig sammelkristallisierten Calcitaggregaten, wobei gelegentlich metasomatische Verdrängungen des Calcilutits durch Dolomit zu beobachten ist.

M i n e r a l p a r a g e n e s e :

- a) Erzminerale: Bleiglanz und Zinkblende.
- b) Begleitminerale: Calcit, Dolomit, Flußspat.

c) Oxydationsminerale: Zinkspat, Hydrozinkit. Greenockit, Cerussit wurden nach MUTSCHLECHNER (1954) auch gefunden.

E r z g e f ü g e :

a) Erzkörper: Diskordante und konkordante Vererzungen treten nach TAUPITZ (1954) hier auf. Über die Mächtigkeit der erzführenden Zonen liegen keine Angaben vor.

b) Vererzungstyp:

- Derbe, grobkristalline Bleiglanzmassen.

Breccientyp: Es konnten keine vererzten Breccien beobachtet werden.

7.17. - 7.18. Bergbau Dirstentritt und Unteres Gaflein-Tal
(an der östlichen Abdachung des Alples-Kopfes und an den Südhängen des Brunnwald-Kopfes).

F u n d o r t : Etwa 1.5 km bis 3 km Luftlinie westlich von Nasse-reith, vom Eingang des Gaflein-Tales bis zur östlichen Abdachung des Alples-Kopfes (2256 m). Es handelt sich um eine Reihe von Erz-vorkommen zwischen 920 m und 1885 m ü. d. M. Hier liegt ein Gru-benkomplex mit acht wichtigen Stollen vor (MUTSCHLECHNER, 1954).

Der jüngste, tiefste und längste Einbau ist der Wendelin-Stollen in 920 m Höhe. Man hat mit ihm eine Unterfahrung des gesamten Bergbaureviers versucht. Er führt vom Ausgang des Gaflein-Tales nach Westen hinein. Rund 200 m hinter dem Mundloch, wurden die Raibler Schiefer nahe der Vererzung angetroffen und nach etwa 2 km Länge das Haupterzvorkommen im Wettersteinkalk erreicht (Abb. 11, 12).

In 1145 m Höhe, im Gaflein-Tal, ist der Carl-Eduard-Stollen auf-geschlossen. Er hat nach ca. 1200 m die Lagerstätte erreicht.

In 1320 m Höhe ist der sogenannte Maria zum guten Rath-Stollen mit 95 m Länge aufgeschlossen.

Ein wichtiger Hauptförderstollen für lange Zeit war der Maria-Heimsuchung-Stollen in 1480 m Höhe, er hat nach 515 m Länge die Lagerstätte erreicht.

Etwa 180 m darüber befinden sich der Anna-Stollen mit 185 m Länge und der Antoni-Stollen im gleichen Niveau.

Die ältesten Abbaue sind die sogenannten Fundbaue (1885 m). Hier sind noch Spuren von alter Bergbautätigkeit erhalten.

T e k t o n i s c h e P o s i t i o n : Die Lagerstätte befindet sich in der Inntaldecke, ungefähr zwischen 0.8 km bis 1.5 km südlich ihres nördlichen erosiven Randes.

S t r a t i g r a p h i e : Als unmittelbarer Erzträger tritt der dunkelgraue mikritische bis arenomikritische Wettersteinkalk auf.

Häufig kommt-Wechselagerung von Zinkblendelutit mit Calcilutit und s-parallelen Bleiglanzaggregaten in grobspätigen Flußspatmassen und im Nebengestein, sowie als Hohlraumfüllung im Wettersteinkalk mit mm-Feinschichtung vor. Das Nebengestein besteht aus grobkörnigen Kalkareniten, in welchen Spatisation durch Sammelkristallisation von Calcitaggregaten, metasomatische Dolomitrhomboederchen und spätige Internanlagerung von Calcit, Dolomit und Flußspat entwickelt sind.

Calcitisierung, metasomatische Verdrängung des Dolomitspats durch Calcit, ist als jüngste Verdrängung identifizierbar. Algenstromatolithe, feine arenitische Breccien, Mergelkalke, Ton- und Bitumenlagen, Hohlraumfüllungen, sowie Kreuz- und Schrägschichtungen sind im Muttergestein häufig zu finden.

M i n e r a l p a r a g e n e s e :

a) Erzminerale: Bleiglanz, Zinkblende, Pyrit, Markasit.

Eine Bleiglanzanalyse von diesem Revier, die im Geotechnischen Institut der BVFA-ARSENAL von Prof. E. SCHROLL auf Spurenelemente untersucht wurde, ergab folgendes: Ag 300 - 1000 ppm, As 10 ppm, Bi 0.03 ppm, Cd 16 ppm, Cu 26 ppm, Co 0.1 ppm, In 0.1 ppm, Mn 0.1 ppm, Mo 1.5 ppm, Sb 920 ppm, Sn 0.1 ppm, Tl 5.4 ppm, V 0.1 ppm und Zn 57 ppm.

b) Begleitminerale: Calcit, Flußspat, Dolomit.

c) Oxydationsminerale: Zinkspat, Hydrozinkit, Cerussit, Anglesit, Wulfenit, Baryt, ged. Schwefel, Pyromorphit, Hemimorphit, Green-

ockit (TAUPITZ, 1954), Realgar und Auripigment (ISSER, 1881), Descloizit (SCHNEIDER & WOLF, 1968) und Brauneisenerze.

E r z g e f ü g e :

a) Erzkörper: Es treten diskordante Erzkörper, vorwiegend in den höheren Einbauen, und konkordante Erzlager mit Linsenformen, vorwiegend im unteren Gaflein-Tal, auf.

Die konkordante Erzführung, die im oberen Wettersteinkalk vorkommt, und zwar in der Nähe der Raibler Schiefer, streicht generell E-W, wie das Nebengestein, und fällt mit 45° - 60° nach Süden ein. Sie ist an bestimmte sedimentäre Leitflächen, "Milchige Flächen", gebunden (Abb. 11, 12).

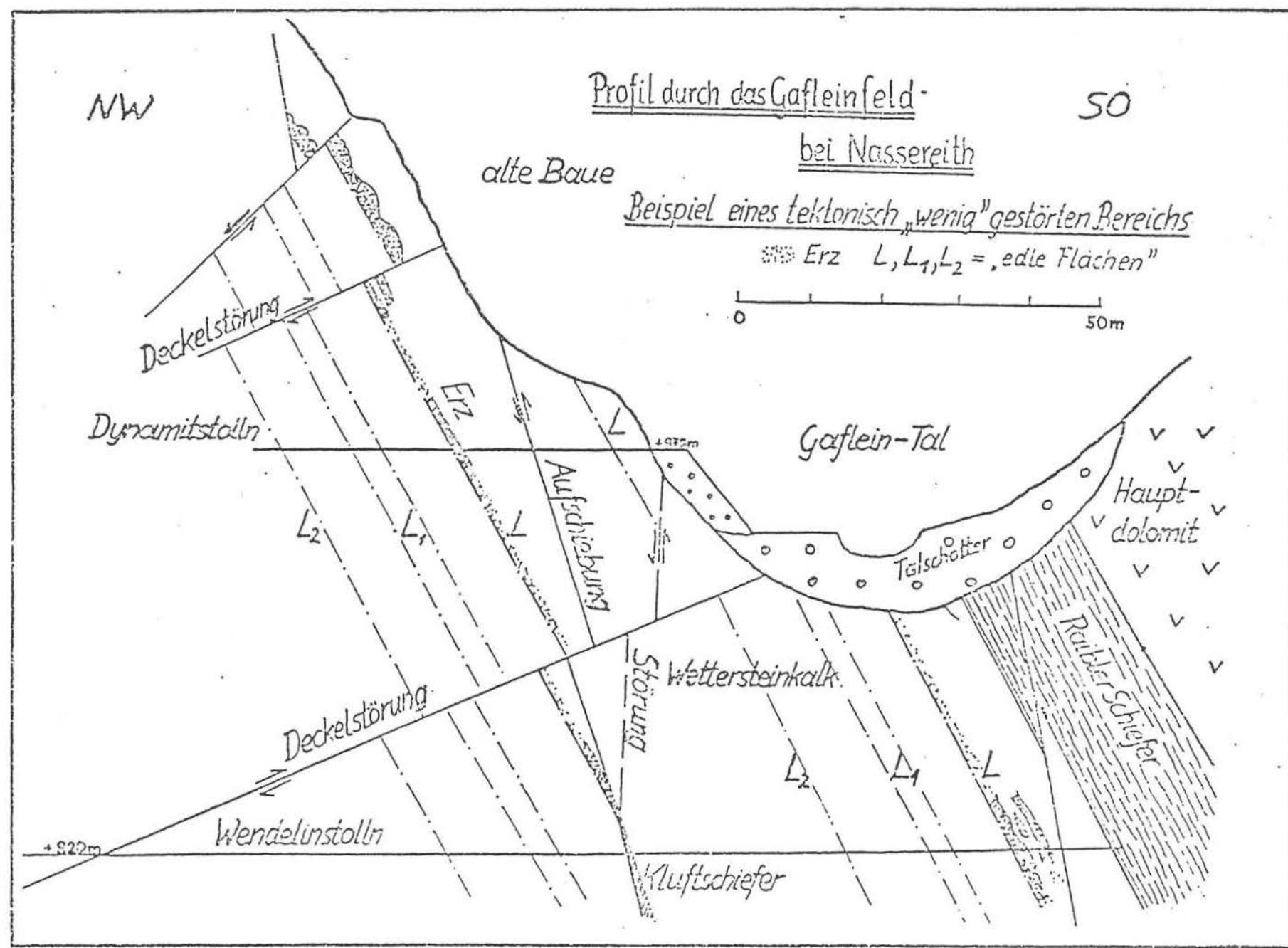
Die Vererzung an der Grenze zu den Raibler Schiefern ist durch sammelkristallisierten Bleiglanz und durch hellgelbe bis bräunliche Zinkblende charakterisiert. Als Begleiter kommen hauptsächlich weißer bis bläulicher Flußspat und Calcit vor.

Die diskordante Vererzung (Abb. 13, 14) verläuft WNW-ESE und fällt mit etwa 70° nach NE ein. Die WSW-streichenden Schichtflächen des Wettersteinkalkes werden demnach fast genau bankrecht von ihr geschnitten.

Nach TAUPITZ (1954) tritt die Vererzung in Form von Erznestern und -schläuchen (Rinnenausfüllungen) im Oberen Wettersteinkalk, nahe am Kontakt zu den stratigraphisch darüberliegenden Raibler Schiefern auf (Abb. 10, 11, 13). Als Rinnenausfüllungen kommen Erze und Karbonatgesteine vor - von subquatischen Rutschungen werden Erze und Gestein gemeinsam erfaßt.

Bei der "geopetalen Spaltfüllung", die Abb. 15 zeigt, handelt es sich nach eigener Auffassung um eine syndiagenetisch-triadische Spalte von der Sedimentationsoberfläche aus, die mit Erz gefüllt wurde, und keine alpidisch-orogen angelegte Spalte, die von jüngeren Erzen (Jura bis Tertiär) und Gesteinsschichten überlagert wird, wie TAUPITZ (1954) annimmt.

Nach MUTSCHLECHNER (1954) handelt es sich im gesamten Bergbaurevier um drei Erzgänge, welche parallel zueinander streichen und die Gesteinsbankung spitzwinkelig schneiden.



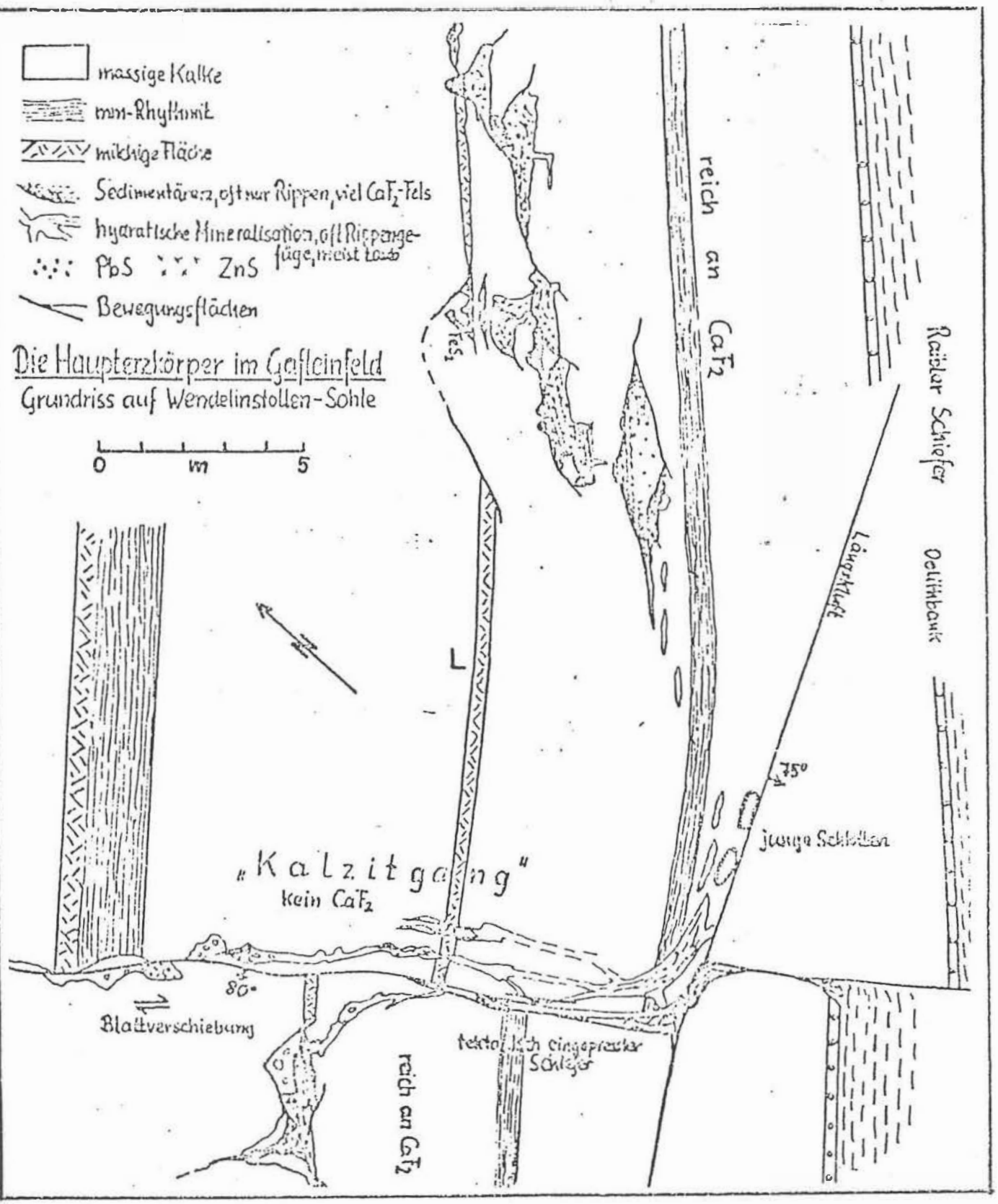


Abb. 12: Nach TAUPITZ, *

Abb. 30)

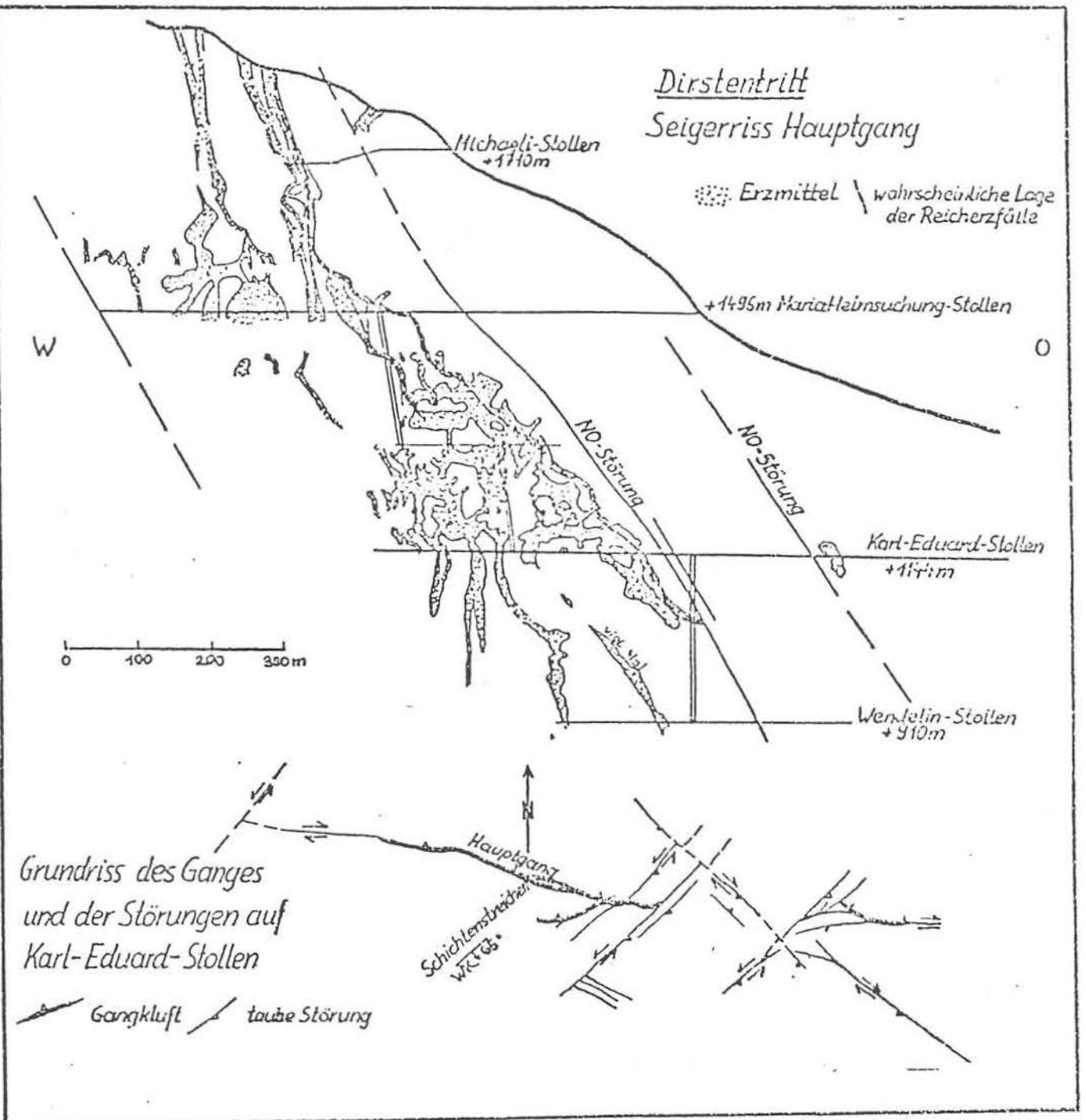


Abb. 13: Nach TAUPITZ, K. C., 1954 (Abb. 37)

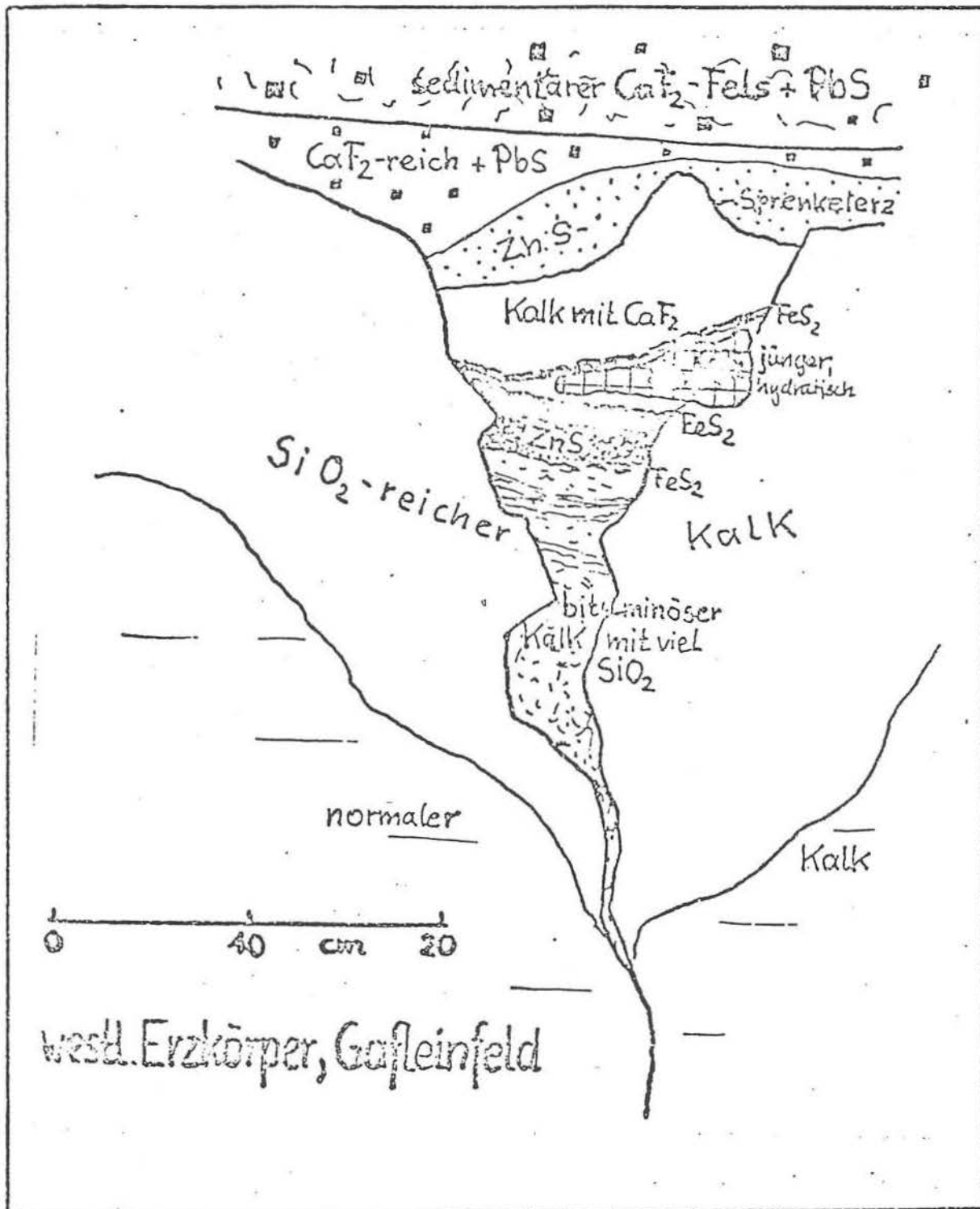


Abb. 15: Nach TAUPITZ, K. C., 1954 (Abb. 20)

Die Erzführung der Gänge (Abb. 13) ist durch das Auftreten großer Bleiglanz-Knollen, vererzter polymikter Hohlraumbreccien, tektonischer Breccien und durch die große Anreicherung von Oxydationsprodukten gekennzeichnet. Entlang dieser Störungszonen ist der Wettersteinkalk stark zertrümmert und hat eine sandige oder lehmige Ausbildung rötlicher Farbe.

b) Vererzungstyp:

- Wechsellagerung von Zinkblende mit Flußspat und s-parallelen sammelkristallisierten Bleiglanzaggregaten.
- Sedimentäres Erz als Hohlraumfüllung mit mm-Feinschichtung; Wechsellagerung von Zinkblendelutit mit Calcilutit und s-parallelen Bleiglanz- und Pyritkriställchen.
- Sammelkristallisation von sedimentärem Erz zu geschlossenen Feinlagen.
- Polymikte Breccienbildung aus allothigenem kataklastischen Material des Wettersteinkalkes.
- Metasomatische Verdrängung des Wettersteinkalkes durch Zinkblende und Bleiglanz, mit vorangegangenen Lösungserscheinungen.

Breccientyp: Handstücke und Abbildungen (TAUPITZ, 1954) zeigen vererzte Deformationsbreccien einschließlich Lösungsbreccien sowie polymikte, resedimentierte Breccien in Hohlräumen.

Diese wirtschaftlich und wissenschaftlich interessanten Bergbaue werden in Kapitel 8 ausführlicher behandelt.

7.19. Bergbau Reißenschuh (am Westabfall des Alples-Kopfes).

F u n d o r t : Rund 5.7 km Luftlinie westlich von Nassereith an den südwestlichen Hängen des Alples-Kopfes (2256 m), am Weg, der von der vorderen Tarrenton Alpe (1600 m) über den Reißenschuh-Bach zum Reißenschuh-Joch (2052 m) führt, zwischen 1880 m und 2040 m ü. d. M.

T e k t o n i s c h e P o s i t i o n : Dieses Vorkommen liegt in der Inntaldecke, etwa 0.7 km südlich ihres nördlichen erosiven Randes.

S t r a t i g r a p h i e : Als Erzträger kommen einerseits mikritischer, hellgrauer, quarzreicher Wettersteindolomit, andererseits mikritischer bis arenomikritischer hellgrauer, quarzärmer Wettersteinkalk vor.

Wie aus dem Haldenmaterial zu schließen ist, sind auch die stratigraphisch darüberliegenden Raibler Schiefer mit grobkristallinem Bleiglanz und feinen metasomatischen Zinkblendekriställchen vererzt; doch konnte ich anstehendes Erz dieses Horizontes übertags nicht finden.

Das Nebengestein besteht aus fein- bis mittelkristallinen Kalken und Dolomiten.

Calcitisierung, nämlich metasomatische Verdrängung des Dolomitspats durch Calcit, ist als jüngste Verdrängung identifizierbar. Spatisation durch sammelkristallisierte Calcitaggregate, metasomatische Dolomitrhomboeder und spätige Internanlagerung von Calcit und Dolomit sind im Nebengestein häufig entwickelt. Authigene Quarze sind im gesamten karbonatischen Bereich verteilt und häufen sich in den Vererzungszonen.

Zwischenschichten, Camgit-Rhythmite, Schwarze Breccien, feine arenitische Breccien, sowie Stylolithen, Tonminerale, Luma-chellen und Ooide sind in diesen Lokalitäten häufig vertreten.

M i n e r a l p a r a g e n e s e :

a) Erzminerale: Bleiglanz, Zinkblende, Pyrit, Markasit.

b) Begleitminerale: Calcit, Dolomit, Quarz.

c) Oxydationsminerale: Zinkspat, Hydrozinkit, Limonit.

zu a): Eine Bleiglanz-Analyse, die im Geotechnischen Institut der BVFA-ARSENAL durchgeführt wurde, ergab: Ag 300 - 1000 ppm, As 3 ppm, Cd 43 ppm, Cu 7.5 ppm, Co 0.50 ppm, In 0.1 ppm, Mn 1.6 ppm, Mo 2.0 ppm, Sb 2000 ppm, Sn 0.1 ppm, Tl 2.4 ppm, V 0.5 ppm und Zn 1%.

E r z g e f ü g e :

a) Erzkörper: In diesem Bergbaurevier tritt vorwiegend eine konkordante Vererzung auf.

Erznester und Rinnenfüllungen sind an die Schichtflächen und an Klüfte gebunden. Die Lagerstätte streicht NE-SW und fällt mit etwa 50° - 60° nach SE ein (Abb. 16).

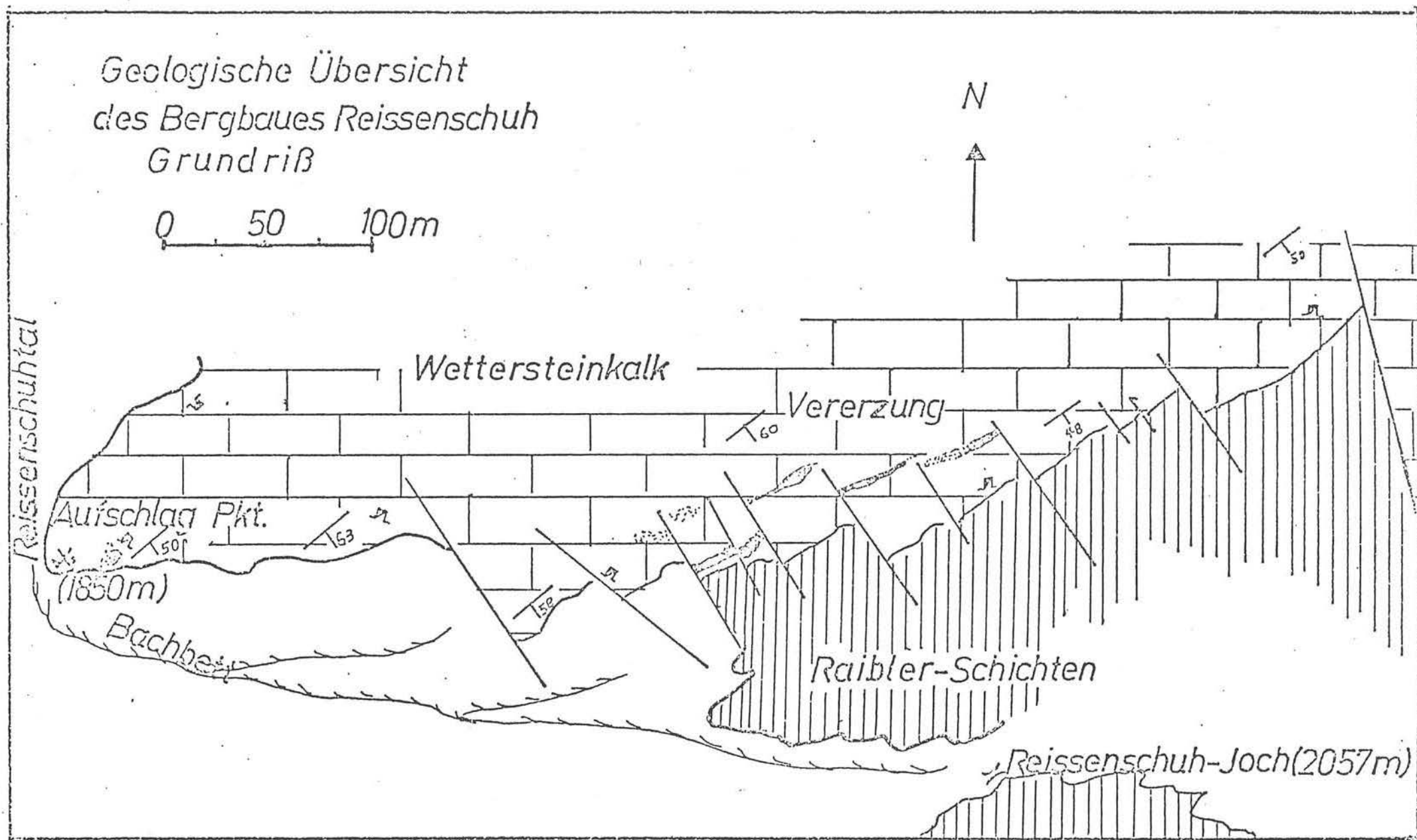
Nach TAUPITZ (1954) ist die Vererzung an bestimmte sedimentäre Leitflächen des Oberen Wettersteinkalkes bzw. -dolomites gebunden, insbesondere an die "Schwarzen Breccien", die Leithorizonte innerhalb der "Sonderfazies" darstellen (vgl. SCHNEIDER, 1953 b) und an Camgit-Rhythmite mit mm-Dimensionen - "Zwischenschichten" nach SANDER, 1936 (Abb. 17).

Nach eigener Auffassung handelt es sich um eine Netzwerkmineralisation entlang der Wegsamkeit im Gestein, um eine zwar schichtgebundene, aber nicht streng schichtparallele Vererzung, wie sie von TAUPITZ (1954) beschrieben wurde. Das Verhältnis Bleiglanz zu Zinkblende ist mit 1 : 6, im Haldenmaterial, abzuschätzen.

b) Vererzungstyp:

- Sedimentäres Erz mit Wechsellagerung von Zinkblendelutit mit Calcilutit und s-parallelen Bleiglanzaggregaten.
- Sammelkristallisation von sedimentärem Erz zu geschlossenen Feinlagen.
- Derbe, grobkristalline Bleiglanz- und Zinkblendeaggregate.
- Bleiglanz in Form idiomorpher Kristalle, bis zu 2 cm Größe, entstanden durch Sammelkristallisation, verbunden auch mit metasomatischen Vorgängen.
- Die hellgelbe bis rote Zinkblende ist oft mit kolloformen Strukturen als Schalenblende ausgebildet.
- Verdrängung des Wettersteinkalkes bzw. -dolomites durch Zinkblende und Bleiglanz einerseits mit vorangegangenen Lösungserscheinungen, andererseits durch Metasomatose (diffuse Verteilung von Zinkblende und Bleiglanz).
- Disseminierter Pyrit im Wettersteinkalk an der Grenze zu Raibler Schiefer.

Breccientyp: Rupturell deformierter Wettersteinkalk bzw. -dolomit mit Internanlagerung von hellgrauer Schalenblende als Saum und Metasomatose von feinkörniger Zinkblende im Kalklutit.



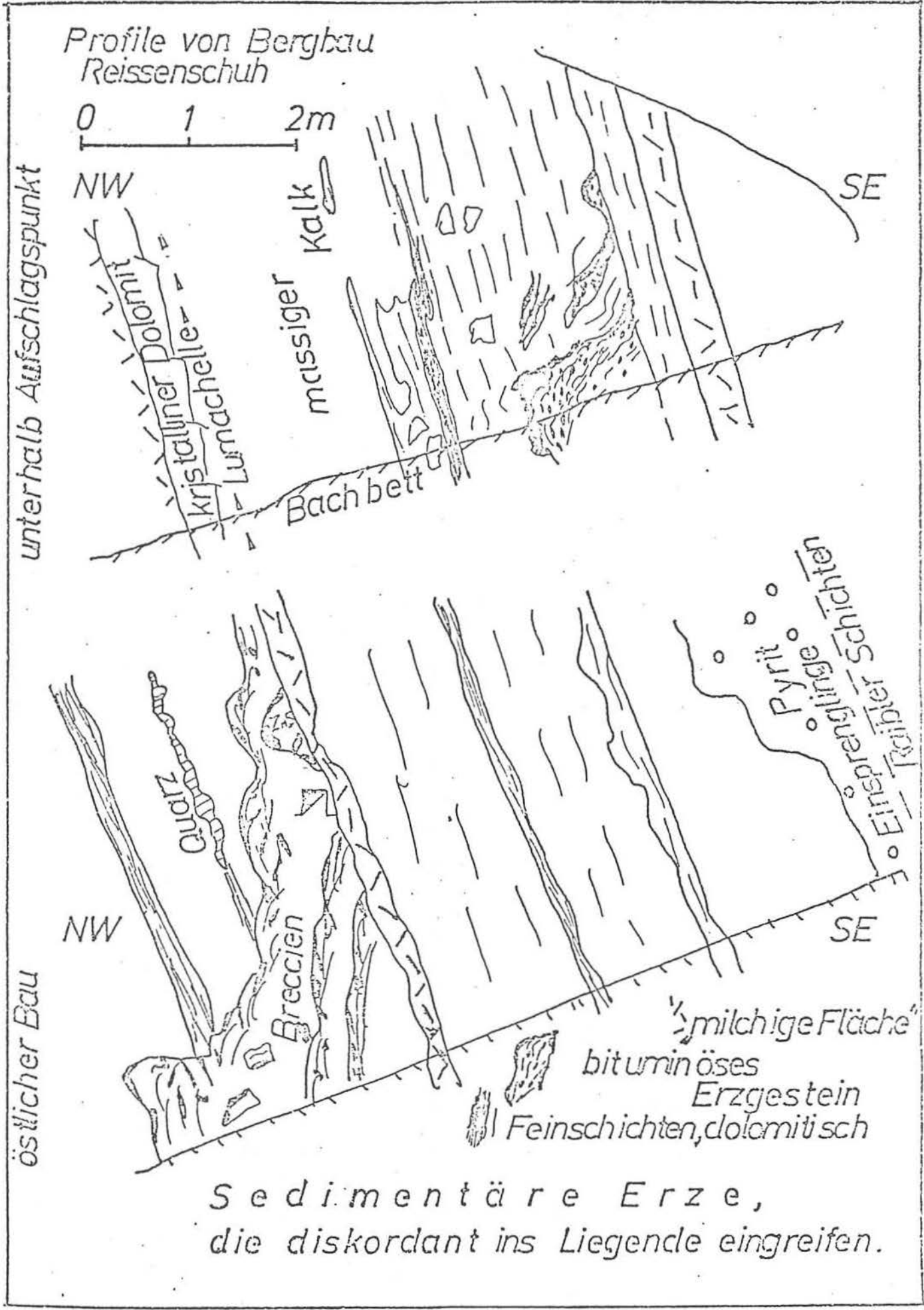


Abb. 17: Nach TAUPITZ, K. C., 1954 (Abb. 19) und eigenen Ergänzungen

Polymikte resedimentäre Breccien konnten auch im Handstück festgestellt werden.

7.20. Bergbau Heiterwand-Ost (am Ostabfall des Heiterwand-Ostgipfels).

F u n d o r t : Etwa 6 km Luftlinie westlich von Nassereith, ca. 0.3 km westlich des Reißenschuh-Baches, am Ostabfall des Heiterwand-Ostgipfels (2471 m), in 1220 m Höhe.

T e k t o n i s c h e P o s i t i o n : Dieses Vorkommen liegt in der Inntaldecke, rund 1 km südlich ihres erosiven Nordrandes.

S t r a t i g r a p h i e : Als Erzträger tritt der hellgraue mikritische Wettersteinkalk auf.

Das Nebengestein besteht aus mittel- bis grobspätigen Kalkareniten, in welchen Spatisation durch Sammelkristallisation von Calcitaggregaten und spätige Internanlagerung von Calcit und Dolomit entwickelt sind.

Metasomatische Verdrängung des Wettersteinkalkes durch Dolomit konnte häufig beobachtet werden.

Feine arenitische Breccien, Mergellagen, Tonminerallagen sowie Onkoide sind im Nebengestein häufig eingeschaltet.

M i n e r a l p a r a g e n e s e :

- a) Erzminerale: Bleiglanz, Zinkblende, Pyrit.
- b) Begleitminerale: Calcit, Dolomit, Quarz, Flußspat.
- c) Oxydationsminerale: Zinkspat, Brauneisenerze.

E r z g e f ü g e :

- a) Erzkörper: Nach TAUPITZ (1954) tritt in diesem Vorkommen eine schichtgebundene Vererzung auf. Die Gesteinsflächen streichen NE-SW und fallen mit etwa 40° - 50° nach SE ein.

Über die Mächtigkeit des Erzkörpers liegen keine Angaben vor.

b) Vererzungstyp:

- Sammelkristallisation von sedimentärem Erz zu geschlossenen Feinlagen.
- Disseminierte Bleiglanzkriställchen im hellgrauen Wettersteinkalk.

Breccientyp: Vererzte Breccien konnten hier nicht nachgewiesen werden.

7.21. Bergbau St. Veit (am Vorderen Pfeit-Kopf)

F u n d o r t : Die Lagerstätte befindet sich im Teges-Tal, ca. 7.5 km Luftlinie WNW von Nassereith bzw. SW des Schweinstein-Joches (1569 m), am sogenannten Vorderen Pfeit-Kopf (1880 m), zwischen 1600 m und 1920 m ü. d. M.

Die Aufschließung und Verfolgung der Lagerstätte begann zuerst bei den Erzausbissen, die sich in 1900 m Höhe am Pfeit-Kopf befinden.

Die Stollen-Einbaue hießen (MUTSCHLECHNER, 1954) Mariahilf, Winniser, St. Jörgen, Johann und Jakobi.

In etwa 1890 m Höhe ist der St. Veit - Stollen eingetrieben; er erreichte die Lagerstätte nach 450 m.

In 1840 m Höhe ist der Bismark-Stollen, der nach 220 m Länge die Vererzung erreichte, vorgetrieben.

Ungefähr 250 m tiefer ist der Anton-Unterbaustollen in 1600 m Höhe eingetrieben; dieser traf nach 970 m Länge das Erzvorkommen.

T e k t o n i s c h e P o s i t i o n : Die Lagerstätte liegt in der Inntaldecke, und zwar nahe der Deckengrenze zur Lechtaldecke.

S t r a t i g r a p h i e : Als unmittelbarer Erzträger kommt ausschließlich der massige grobgebauerte Alpine Muschelkalk vor. Seine Mächtigkeit schwankt zwischen 70 m und 90 m.

Mikrofaziell kann man zwei unterschiedliche Ausbildungsarten innerhalb des Muschelkalkes unterscheiden (WETZSTEIN, 1972). Es tritt einerseits mikritischer, fossilärmer, dunkelgrauer Kalkstein auf, andererseits dunkelgrauer, arenitischer Muschelkalk, der reich an organogenem Detritus ist.

Als organogene Reste kommen Crinoidenbruchstücke, Intraklaste, Algenreste, Mikromolluskendetritus und vereinzelt pseudoooidische Rundkörperchen vor.

Im massigen bis grobgebankten Muschelkalk sind häufig metasomatische Verdrängungen des Calcit durch Dolomitrhomboeder sowie Spatisation durch Sammelkristallisation von Calcit und Dolomitaggregaten und spätige Internanlagerung von Calcit, Dolomit und Flußspat beobachtbar.

Als Einschaltungen treten Schiefertonlinsen (bis zu 10 m mächtig), schichtkonkordant eingelagerte Dolomite (bis 8 m mächtig), Hornsteinfreie Bankkalke (2 m - 10 m) und Knollenkalke (5 cm - 20 cm) häufig auf.

Wichtig für dieses Bergbaurevier sind auch die sogenannten "Spatzonen" (diese sind nach CLAR, 1929, wegen der in ihnen vorherrschenden Dolomitspatisation so benannt worden) und die Grünen Mergel.

Die Spatzonen kommen im Unteren Muschelkalk vor und weisen eine unregelmäßige Verteilung der einzelnen Späte (Kalkspat, Dolomitspat, Flußspat) auf (WETZENSTEIN, 1972).

In den Zentralpartien der Spatzone läßt sich eine Anreicherung von Dolomit und Flußspat, mit einer Korngröße von 1 - 3 mm und bläulicher bis blaßgrünlicher Farbe und violetter Flußspat (5 mm) erkennen. Die randlichen Partien zeigen eine Abnahme des Flußspats und Zunahme des Dolomits (1 - 3 mm Korngröße) und sind von braungelber, hellgrauer bis bläulicher Farbe.

Die Grünen Mergel kommen in den Knollenkalken und Spatzonen in Form von Putzen und Nestern vor, mit einer Mächtigkeit von ca. 1 dm.

Mineralparagenese:

- a) Erzminerale: Zinkblende, Bleiglanz, Pyrit, Markasit, Fahlerz, Kupferglanz, Buornonit.

Nach WETZENSTEIN (1972) kommen noch Enargit, Stibioluzonit, Luzonit und Schapbachit vor.

Eine Bleiglanzprobe, nach WETZENSTEIN (1972) aus der Spatzzone, ergab: Pb 81 %, Ca 0.1%, Sb. 0.04 %, Zn 1.3%, As 0.05 %, Ag 270 - 275 ppm, Bi- und Au--Spuren, Sn-frei.

Eine weitere Bleiglanzprobe, die im Zuge der eigenen Geländebegehung gesammelt und im Geotechnischen Institut der BVFA-ARSENAL untersucht wurde, ergab folgendes: Ag 100 - 300 ppm, As 4000 ppm, Bi 1.7 ppm, Cd 1000 ppm, Cu 500 - 700 ppm, Co 50 ppm, In 2.6 ppm, Mn 140 ppm, Mo 1.7 ppm, Sb 400 ppm, Sn 50 ppm, Tl 50 ppm, V 0.1 ppm, Zn % ppm.

- b) Begleitminerale: Calcit, Dolomit, Flußspat, Quarz.

- c) Oxydationsminerale: Zinkspat, Hydrozinkit, Hemimorphit, Cerussit, Limonit, Greenockit. Von ISSER (1888) wurden noch Realgar, Auripigment und Lanarkit erwähnt. Nach GASSER (1913) wird hier auch noch Willemmit genannt.

Erzgefüge:

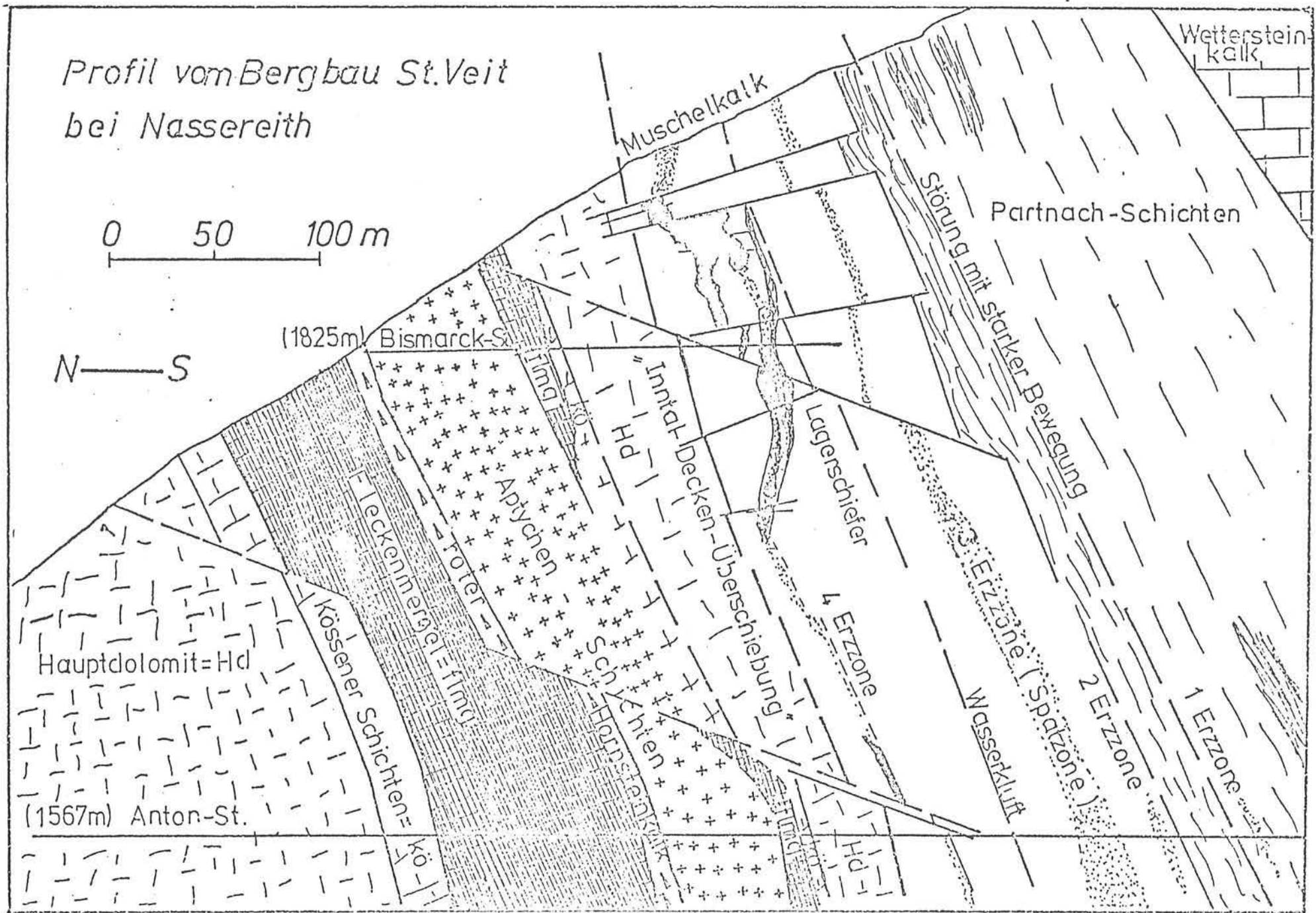
- a) Erkörper: Nach dem schematischen Profil durch die Lagerstätte St. Veit (Abb. 18) von AMPFERER (1924), CLAR (1929), TAUPITZ (1954) und KROLL (1968) ist hinsichtlich der geologischen Situation folgendes zu erörtern:

Der Wettersteinkalk der Nordseite der Heiterwand wird zunächst von den stratigraphisch darüber liegenden Partnach-Schichten und Muschelkalk überlagert.

Vererzt mit abbauwürdigen Blei-Zink-Lagerstätten ist der Alpine Muschelkalk, in welchem eine schichtgebundene Vererzung mit Erzlinsen auftritt. Die Erzführung liegt mit der Streichrichtung parallel zu jener des Nebengesteins. Der Muschelkalk streicht generell NW-SE und fällt steil mit 60° - 80° nach Westen ein.

Hier sind 4 Erzlager vorhanden. Die ersten zwei befinden sich in der Nähe der Partnach-Schichten, die dritte liegt in der

Abb. 18: Nach TAUPITZ, K. C., 1954 (Abb. 46) und eigenen Ergänzungen



"Spatzone" und die vierte und wichtigste an der Grenze zum Hauptdolomit (Inntal-Lechtal-Deckenüberschiebung). Unter den mächtigen Gesteinsserien der Heiterwand liegt eine eng zusammengepreßte Jungschichtenzone, Sie ist hier als eine Mulde ausgebildet.

Den Südflügel dieser Mulde bildet der stark zertrümmerte Hauptdolomit. Die Grenzzone zum Muschelkalk, in den oberen Bereichen (Bismark-Stollen), streicht $145^{\circ} / 70^{\circ}$ W. Die Grenze ist durch eine scharfe Störung, die durch horizontale Harnischrillen charakterisiert ist, gekennzeichnet. Blattverschiebungen dieser Richtung spielen im gesamten Bergbaurevier eine große Rolle, weil sie den Erzkörper versetzen.

Die Grenze im unteren Bereich (St. Anton-Stollen) ist unscharf.

Weiter im Norden liegt über dem Hauptdolomit ein schmaler Streifen von Kössener Schichten, darüber folgen Fleckenmergel, Aptychenschichten und Jura-Hornsteinkalke und wiederum Fleckenmergel mit Manganschieferzone und Kössener Schichten.

Der Nordflügel der Mulde besteht wieder aus zertrümmertem Hauptdolomit; die B-Achsen (KROLL 1968) streichen $60^{\circ} - 90^{\circ}$ und tauchen mit $30^{\circ} - 45^{\circ}$ nach Westen ein.

b) Vererzungstyp:

- Sedimentäres Erz als Hohlraumfüllung mit mm-Feinschichtung von Zinkblendelutit wechsellagernd mit Calcilutit und s-parallelem Bleiglanz, Pyrit, Markasit, Quarz und Flußspatkriställchen.
- Sammelkristallisation von sedimentärem Erz zu geschlossenen Feinlagen.
- Zinkblende ist oft mit kolloformen Strukturen als Schalenblende ausgebildet.
- Derbe, grobkristalline Bleiglanz- und Zinkblendeaggregate.
- Zinkblende, seltener Bleiglanz - beide als Sprenkelerze in der sogenannten "Spatzone".

- Derbe Bleiglanzaggregate mit kleinen calciterfüllten Hohlräumen.
- Verdrängung des Muschelkalks durch Zinkblende und Bleiglanz, einerseits mit vorangegangenen Lösungserscheinungen entlang den Haarrissen, andererseits durch Metasomatose.

Breccientyp: Rupturell deformierter Muschelkalk mit belteroporer Internanlagerung von Schalenblende als Saum und mit Metasomatose von feinkörniger Zinkblende im Kalklutit.

7.22. Bergbau Alpeil (am Südhang des Heiterwand-Hauptgipfels)

F u n d o r t : Etwa 1.7 km Luftlinie westlich der Heiterwand-Hütte (2020 m), an den Südhängen des Heiterwand-Hauptgipfels (2642 m), in einer Höhe zwischen 1990 m und 2200 m ü. d. M.

T e k t o n i s c h e P o s i t i o n : Die Lagerstätte liegt in der Inntaldecke, etwa 1.2 km südlich ihres erosiven Nordrandes.

S t r a t i g r a p h i e : Als Erzträger kommt der dunkelgraue mikritische Wettersteinkalk vor.

Im Nebengestein sind oft sammelkristallisierte Calcitaggregate und unregelmäßig spätige Internanlagerung von Calcit, Flußspat, Dolomit, sowie Tonminerallagen, Bitumenlagen, Algenstromatolithe, Pellets, Bioklastika beobachtbar.

Metasomatische Verdrängungen des Calcilutits durch Dolomitrhomboeder sind gelegentlich nachweisbar.

M i n e r a l p a r a g e n e s e :

- Erzminerale: Zinkblende, Bleiglanz, Pyrit, Markasit.
- Begleitminerale: Calcit, Flußspat, Dolomit, Quarz.
- Oxydationsminerale: Zinkspat, Limonit, Greenockit.

E r z g e f ü g e :

- Erzkörper: In diesem Bergbaurevier handelt es sich um eine schichtgebundene Vererzung, reich an Flußspat (schmutzig-trüb

bis schwarzbraun), die einen hohen Tonerde- und Bitumengehalt aufweist.

Die Vererzung verläuft parallel zu der Gesteinsschichtung, die generell NE-SW streicht und mit etwa 35° - 50° nach SE einfällt.

Der Erzkörper tritt nahe den stratigraphisch darüber liegenden Raibler Schichten auf und ist an bestimmte sedimentäre Leitflächen, wie TAUPITZ (1954) erwähnt, gebunden. Die Mächtigkeit der Vererzung liegt im mm- bis cm-Bereich.

b) Vererzungstyp:

- Auftreten von echten Erz-Flußspat-Karbonat-Rhythmiten mit Tonmineral- und Bitumenlagen.
- Sammelkristallisation von sedimentärem Erz zu geschlossenen Feinlagen.
- Derbe Bleiglanz- und Zinkblendemassen.
- Bleiglanz mit grob- bis mittelkristallinen Zinkblende-Bruchstücken, eingeschlossen in einer kalkigen Matrix (Erzbreccien), wobei die Zinkblende teils eine intensive rotbraune, teils eine hellgelbe Färbung zeigt.
- Verdrängung des Nebengesteins, entweder durch Metasomatose (diffuse Verteilung von roter Zinkblende) oder mit vorangegangenen Lösungserscheinungen.

Breccientyp: Deformationsbreccien mit Erzführung und resedimentäre Breccien sind im Handstückbereich zu beobachten. Auf diese interessanten Breccientypen wird in Kapitel 8 näher eingegangen.

7.23. Bergbau Kratzer (am Kratzer-Kar)

F u n d o r t : Etwa 4 km Luftlinie westlich der Heiterwand-Hütte (2020 m), oberhalb des Kratzer-Sattels (2100 m), in einer Höhe zwischen 2100 m und 2300 m ü. d. M.

T e k t o n i s c h e P o s i t i o n : Dieses Vorkommen liegt in der Inntaldecke, etwa 0.7 km südlich ihres nördlichen Randes.

S t r a t i g r a p h i e : Wie sie unter Nr. 22 beschrieben worden ist (siehe dort).

M i n e r a l p a r a g e n e s e :

- a) Erzminerale: Bleiglanz, Zinkblende, Pyrit.
- b) Begleitminerale: Calcit, Dolomit, Flußspat, Quarz.
- c) Oxydationsminerale: Zinkspat, Hydrozinkit, Limonit.

E r z g e f ü g e :

- a) Erzkörper: Nach TAUPITZ (1954) tritt hier schichtgebundene Vererzung auf, die an bestimmte sedimentäre Leitflächen des Oberen Wettersteinkalkes gebunden ist. Die Erzführung liegt nahe der Grenze zu den stratigraphisch darüber folgenden Raibler Schichten, mit einer Streichrichtung parallel zu jener des Nebengesteins. Der Wettersteinkalk streicht durchschnittlich NW-SE und fällt mit 35° - 45° nach SW ein.
- b) Vererzungstyp:
 - Wechsellagerung in mm-Feinlagen von Zinkblendelutit, Calcilutit, und Flußspat mit s-parallelen Bleiglanzaggregaten.
 - Metasomatische Verdrängung des Nebengesteins durch Zinkblende.

Breccientyp: Vererzte Breccien konnten hier nicht gefunden werden.

7.24. Bergbau Kuchelzeche und Krom (Östlich der Anhalter-Hütte)

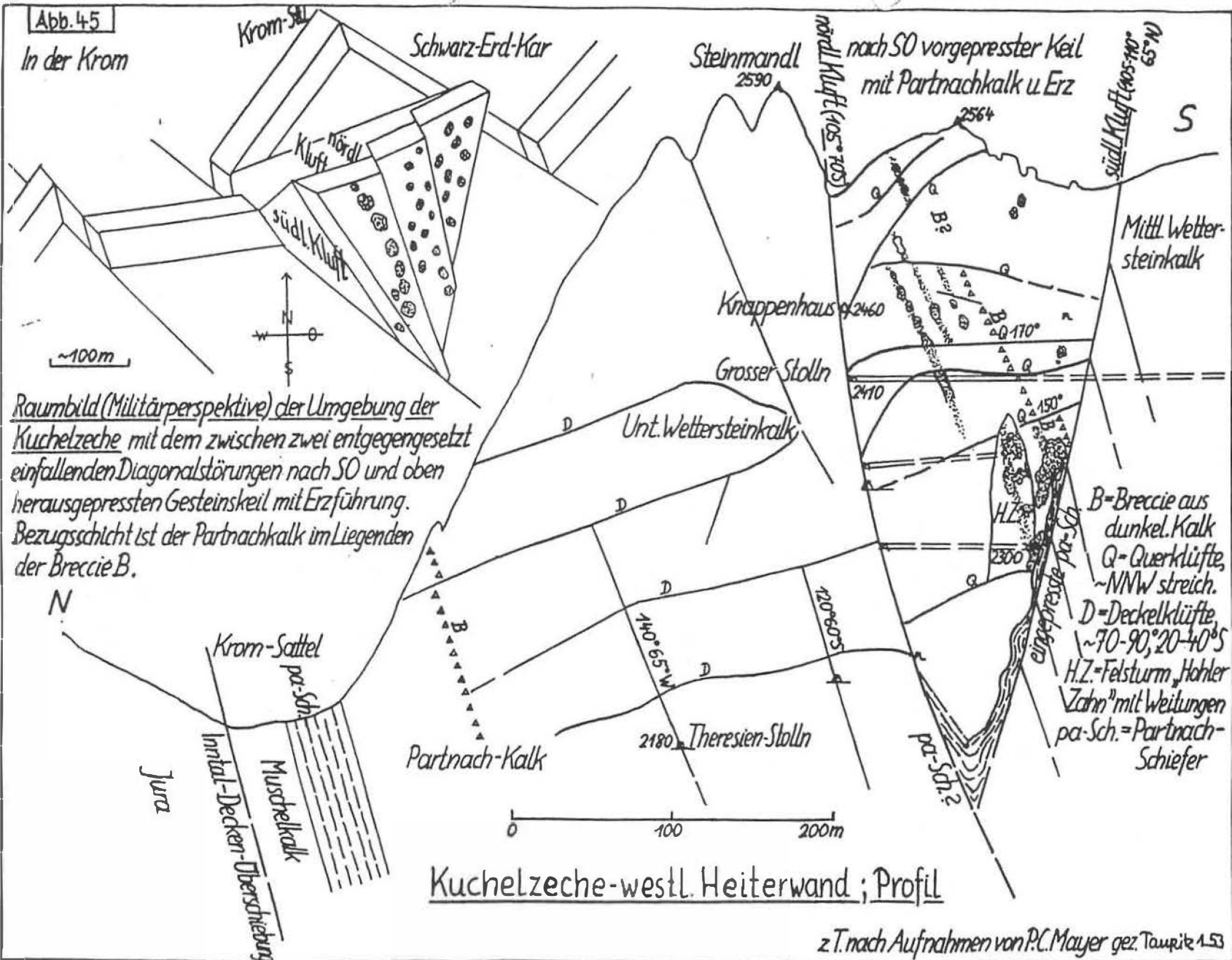
F u n d o r t : Der Bergbau Kuchelzeche befindet sich in den Nordabstürzen des Heiterwandzuges, östlich der Anhalter Hütte (2040 m), im Abschnitt zwischen dem Maldon Grat (2558 m) und dem Steinmandl (2590 m), in einer Höhe von 2300 m bis 2500 m ü. d. M.

Der Bergbau Krom liegt etwa 1 km östlich der Anhalter-Hütte, südlich vom Krom-Sattel, am Westabfall des Steinmandls (Gabelspitz, 2540 m), in einer Höhe zwischen 2060 m und 2220 m ü. d. M.

T e k t o n i s c h e P o s i t i o n : Die Lagerstätten liegen in der Inntaldecke, etwa 0.5 km südlich ihres erosiven nördlichen Randes.

Abb. 45

In der Krom



S t r a t i g r a p h i e : Unmittelbarer Erzträger ist der hellgraue, arenomikritische bis mikritische Wettersteinkalk bzw. -dolomit.

Im Nebengestein ist Spatisation durch Sammelkristallisation von Calcitaggregaten beobachtbar, außerdem sind metasomatische Dolomitrhomboeder und spätige Internanlagerung von Calcit und Dolomit entwickelt.

Calcitisierung in kleinen Hohlräumen und metasomatische Verdrängung des Dolospatits durch Calcit sind als jüngste Verdrängung identifizierbar. Feine arenitische Breccien, Bioklaste, Biogene, Pellets, Resedimente und Mergelkalke sind in der arenosilitischen Grundmasse gelegentlich zu beobachten.

M i n e r a l p a r a g e n e s e :

a) Erzminerale: Bleiglanz, Zinkblende, Pyrit.

b) Begleitminerale: Calcit, Dolomit, Quarz, Flußspat.

Eine Analyse des Calcits aus dem Erzkörper, die im Geotechnischen Institut der BVFA-ARSENAL durchgeführt wurde, ergab: Mn 0.0197 ppm, Mg 0.149 ppm, Sr 0.0104 ppm, Fe 0.0383 ppm, Zn 0.0088 ppm und Pb 0.018 ppm.

c) Oxydationsminerale: Zinkspat, Hydrozinkit, Brauneisenerze.

E r z g e f ü g e :

a) Erzkörper: Nach TAUPITZ (1954) treten hier sowohl konkordante als auch diskordante Erzkörper auf. Nach VOHRZYKA (1968) liegen die Einbaue an mehreren Klüften, die NW-SE streichen und mit 30° - 60° nach NE einfallen.

Im Haldenmaterial konnten keine schichtigen Erzgefüge beobachtet werden.

b) Vererzungstyp:

- Derbe Bleiglanzaggregate mit Zinkspat und Limonit, die von grobspätigem Calcit umkrustet werden.
- Die Zinkblende ist oft mit kolloformen Strukturen als Schalenblende vertreten.
- Verdrängung des Nebengesteins durch Metasomatose (diffuse Verteilung von Zinkblende und Bleiglanz).

Breccientyp: Deformationsbreccien einschließlich Lösungsbreccien.

7.25. - 7.29. Bergbau Tschirgant (östlich von Imst)

F u n d o r t : Die Bergbaue befinden sich rund 1 km Luftlinie östlich von Imst (828 m). Es handelt sich um einen Grubenkomplex mit großen, aber relativ erzarmen Halden.

Das jüngste und größte Abbaugebiet ist das am tiefsten gelegene; es befindet sich etwa 50 m vom Bigerbach entfernt, am Fuße des Tschirgant-Westabhanges, zwischen 770 m und 1000 m Höhe. Es handelt sich um das sogenannte Frauenbrunnen-Revier.

Dieses umfaßte mehrere Stollen: den Frauenbrunnen-Stollen in 770 m Höhe mit einer Länge von 400 m, den Franzl-Stollen in 960 m Höhe (180 m lang) und den Klamm-Stollen in einer Höhe von 1000 m ü. d. M.

Weiter östlich, am Weg zur Karröstener Alm (1468 m) befinden sich der Emma-Stollen (1150 m), der Heinrich-Stollen (1180 m) und mehrere kleinere Einbaue in Höhen bis zu 1400 m.

Darüber folgen die Plateaubau, zwischen 1900 m und 2100 m ü. d. M., und schließlich die Gipfelbau, die in etwa 2320 m Höhe liegen.

Ein weiteres wichtiges Bergbaurevier befindet sich südlich des Tschirgant-Hauptgipfels (2372 m) im Bereich der Karrer-Alm (1560 m), zwischen 1400 m und 1850 m Höhe.

Dieses Bergbaurevier umfaßte nach MUTSCHLECHNER (1954) mehrere Einbaue: In 1400 m Höhe sind der Elisabeth- und der Katharina-Stollen angeschlagen. Nordwestlich davon, in 1530 m Höhe, liegen der Edeltraud-, der Kogler- und der Vincenzi-Stollen. Etwas weiter westlich, zwischen 1450 m und 1570 m, befinden sich der Königin- und der Adelheid-Stollen; weiter oben waren der Anna-, Franzi-, der Mariahilf- und der Möller-Stollen aufgeschlossen.

Die meisten Stollen sind verbrochen und nicht mehr befahrbar.

T e k t o n i s c h e P o s i t i o n : Die Bergbaue liegen in der Inntaldecke, zwischen 0.3 km und 1.3 km nördlich ihres südlichen Randes bzw. nördlich der Tschirgant-Störung.

S t r a t i g r a p h i e : Als unmittelbarer Erzträger kommt der helle bis dunkelgraue, mikritische bis arenomikritische Wettersteinkalk bzw. der metasomatische, zuckerkörnige Wettersteindolomit vor.

Das Nebengestein besteht aus grob- bis feinkristallinen Dolo- bzw. Calcitareniten, in welchen Spatisation durch Sammelkristallisation von Dolomit- und Calcitaggregaten, metasomatische Dolomitrhomboeder und spätige Internanlagerung von Calcit, Dolomit und Flußspat entwickelt sind.

Dolomitisierung des Calcits ist als jüngste Verdrängung identifizierbar. Feine, arenitische Breccien, tektonische Breccien, Oolithe, Biogene, Bioklaste, Pellets, Resedimente, Tonmineral- und Bitumenlagen treten im Nebengestein häufig auf.

M i n e r a l p a r a g e n e s e :

a) Erzminerale: Bleiglanz, Zinkblende, Pyrit, Markasit.

Nach MUTSCHLECHNER (1954) kommt auch Fahlerz vor.

Eine Zinkblende-Probe, die in der BVFA-ARSENAL analysiert wurde, ergab: Ag 300 - 1000 ppm, As 500 ppm, Bi 0.38 ppm, Cd 30 ppm, Cu 1.9 ppm, Ce 0.30 ppm, In 0.1, Mn 0.1, Mo 0.1, Sb 600 ppm, Sn 0.12, Tl 19 ppm, V 0.1 ppm, Zn 2400 ppm.

b) Begleitminerale: Dolomit, Calcit, Flußspat, Quarz. Bei MUTSCHLECHNER (1954) ist auch noch Baryt angegeben.

c) Oxydationsminerale: Zinkspat, Hydrozinkit, Greenockit, Wulfenit, Brauneisenerze, Manganminerale.

E r z g e f ü g e :

a) Erzkörper: Nach TAUPITZ (1954) tritt hier ausschließlich eine schichtgebundene Vererzung auf, und zwar im oberen Wettersteindolomit, in der Nähe der Raibler Schichten.

Nach MUTSCHLECHNER (1954) kommt vorwiegend eine metasomatische Vererzung vor, die an NNE-SSW streichende Klüfte gebunden ist und zwar in Form von rundlichen Erzkörpern, die oft mit schmalen Erzschnüren verbunden sind.

Nach VOHRYZKA (1968), der sich hier an ein Gutachten von SEIDEL (1932) gehalten hat, sind es vorwiegend steile NE-streichende Klüfte, welche Bleiglanzvererzung führen und eine NNW-Kluft, die Antimonfahlerz führt.

Es war mir nicht möglich, eine Befahrung der wichtigsten Einbaue zu unternehmen, da diese längst verbrochen sind, und somit müssen die Überlegungen im Hinblick auf den Verlauf des Erzkörpers widersprüchlich bleiben.

Viele Mundlöcher sind entlang der Gesteinsschichtung angelegt.

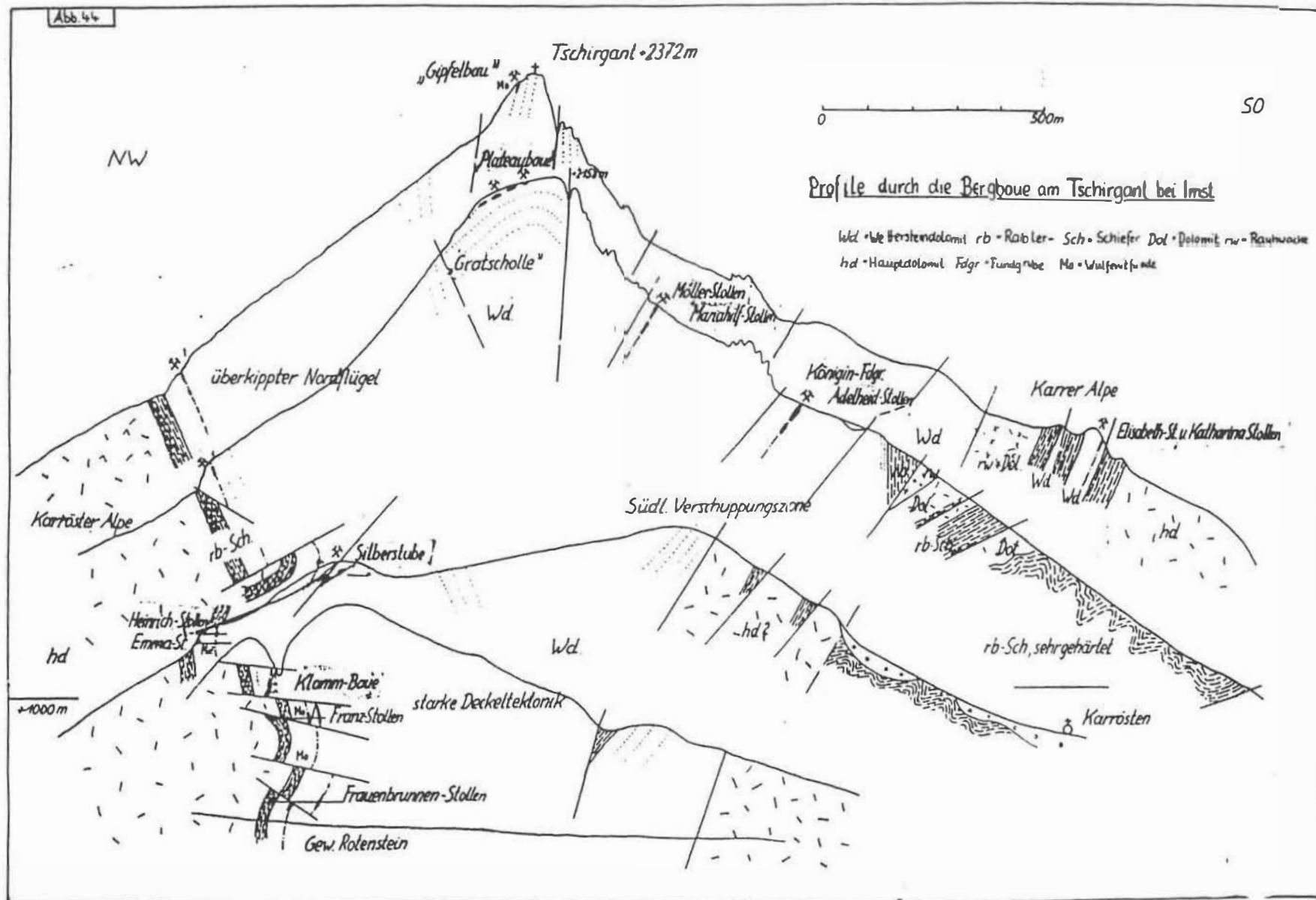
In einem Flußspat-Tagbau (Abb. 21) konnten sedimentäre Erzgefüge mit Tonmineral- und Bitumenlagen beobachtet werden.

Eigenen Beobachtungen zufolge ist anzunehmen, daß sowohl konkordante, als auch diskordante Erzkörper in diesem Bergbaurevier auftreten.

b) Vererzungstyp:

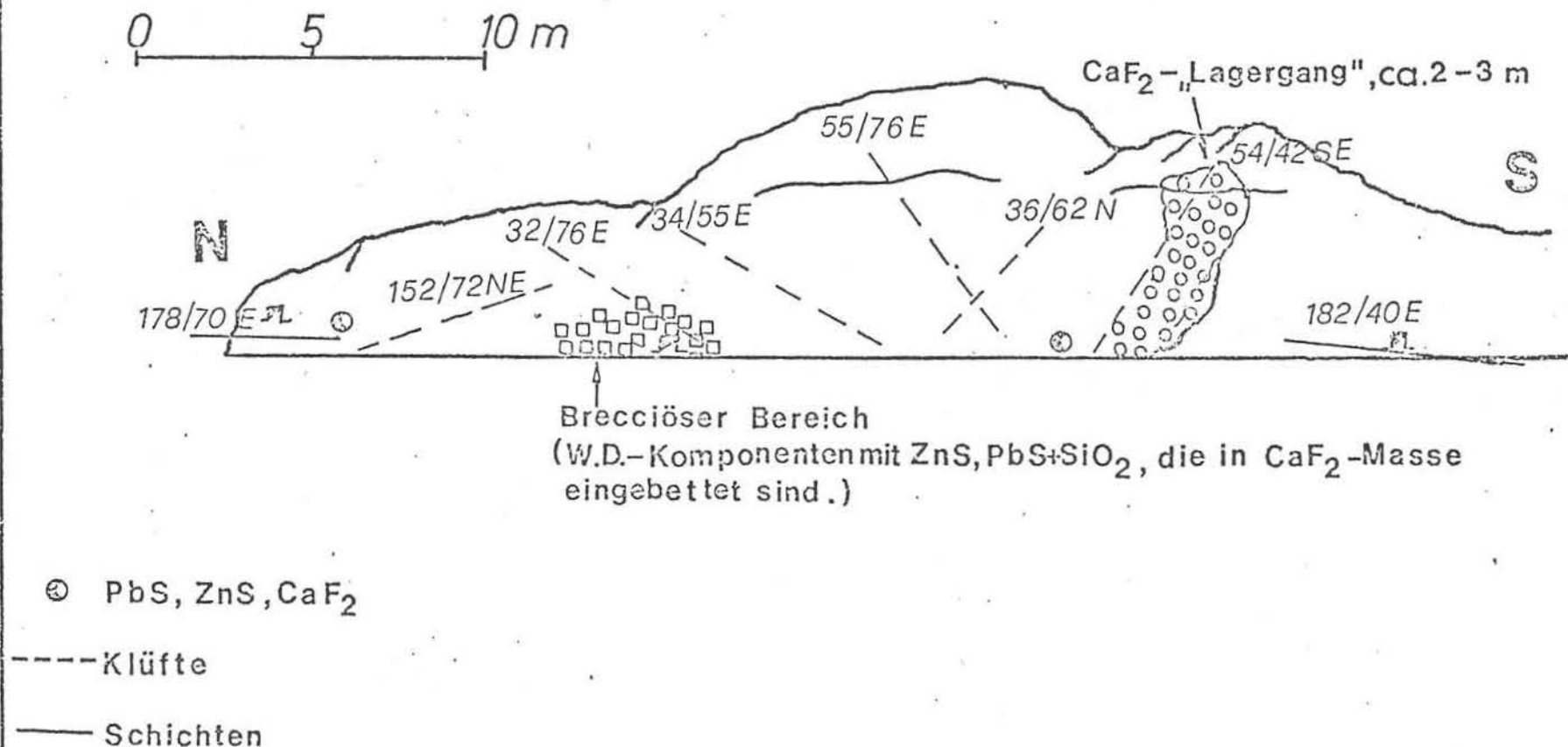
- Sedimentäres Erz mit Wechsellagerung von Zinkblende, Bleiglanz, Pyrit und Flußspat.
- Sammelkristallisation von sedimentärem Erz zu geschlossenen Feinlagen.
- Derbe Bleiglanz- und Zinkblendeaggregate im Wettersteindolomit.
- Kataklastisches Erz mit Flußspatverheilung.
- Verdrängung des Wettersteinkalkes bzw. -dolomits durch belteropore Lösungserscheinungen entlang der Spaltrisse und nachfolgend interne chemische Erzanlagerung, auch Metasomatose.

Breccientyp: Deformationsbreccien einschließlich Lösungsbreccien und Resedimentbreccien.



- 1) Elisabeth-St.
- 2) Karl-St.
- 3) Elisabeth-St.
- 4) König-St.
- 5) König-St.
- 6) König-St.
- 7) König-St.
- 8) König-St.
- 9) König-St.
- 10) König-St.
- 11) König-St.
- 12) König-St.
- 13) König-St.
- 14) König-St.
- 15) König-St.
- 16) König-St.
- 17) König-St.
- 18) König-St.
- 19) König-St.
- 20) König-St.

Profilschnitt schräg zum Streichen der Flächen
Flußpat-Tagbau (1260 m) am Tschirgant



7.30. Bergbau Blaue Grotte (westlich von Imst)

F u n d o r t : Das Vorkommen befindet sich bei der Ortschaft Hoch-Imst (1030 m), etwa 1.2 km Luftlinie westlich von Imst, in der sogenannten Rosengarten-Schlucht, in 1033 m Höhe.

T e k t o n i s c h e P o s i t i o n : Die Lagerstätte liegt in der Inntaldecke, etwa 1.3 km nördlich deren Südrand.

S t r a t i g r a p h i e : Als unmittelbarer Erzträger kommt ein dunkelgrauer bis schwarzer mikritischer Wettersteindolomit vor. Das Nebengestein besteht aus arenitischem bis arenomikritischem, hellgrauem Wettersteindolomit, in welchem metasomatische Verdrängungen des Dolomitspats durch Flußspat feststellbar sind. Spätige Internanlagerung von Dolomit, Flußspat und Calcit, Kleinhöhlen, sowie Spatisation durch Sammelkristallisation von Flußspat- und Dolomitaggregaten sind recht häufig im Nebengestein entwickelt.

Gelegentlich sind Resedimente, Pellets, feine arenitische Breccien und Tonminerallagen im Wettersteindolomit zu finden.

M i n e r a l p a r a g e n e s e :

- a) Erzminerale: Bleiglanz, Zinkblende, Pyrit.
- b) Begleitminerale: Dolomit, Flußspat, Quarz, Calcit.
- c) Oxydationsminerale: Zinkspat und Brauneisenerze.

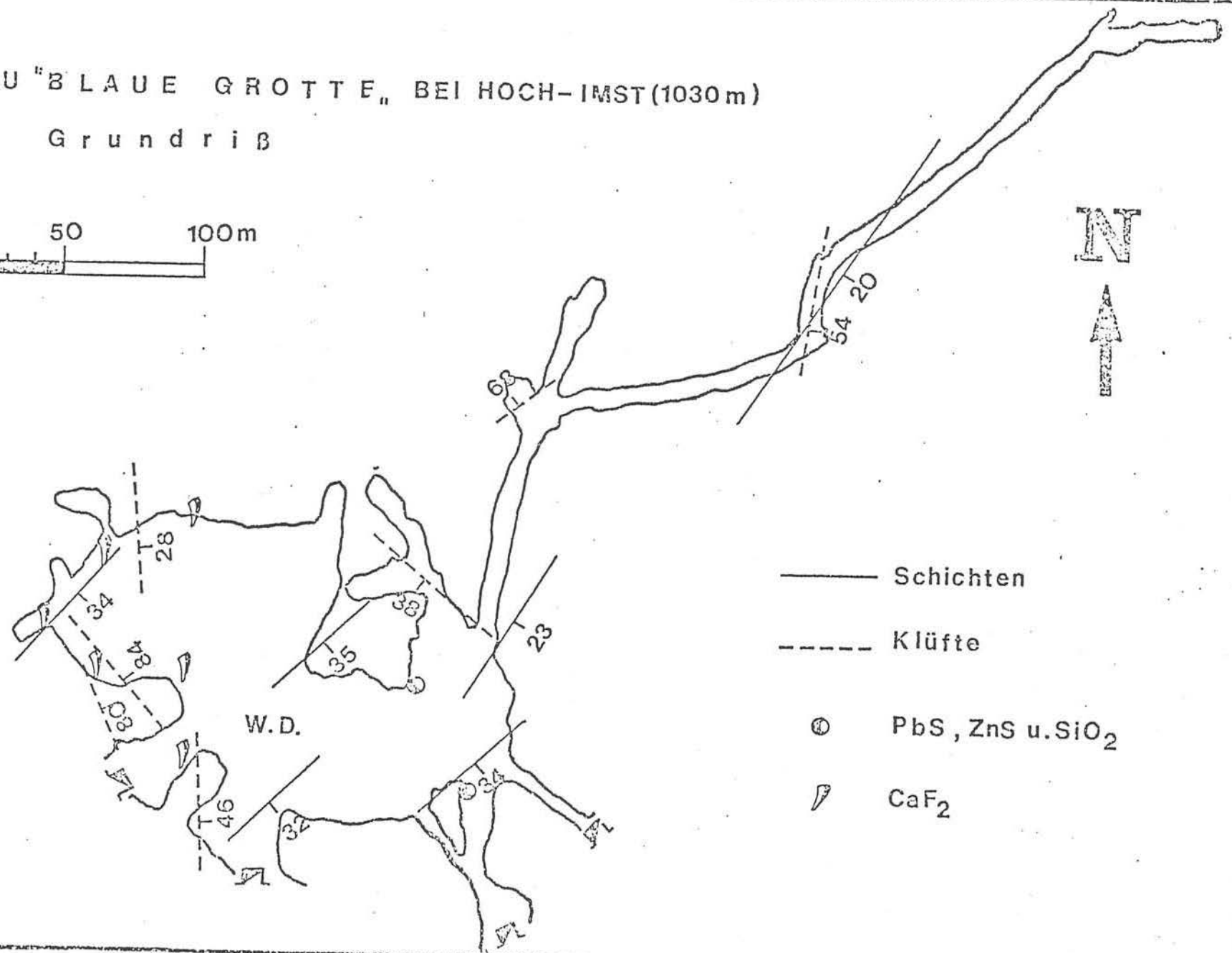
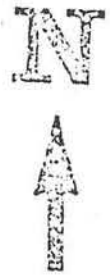
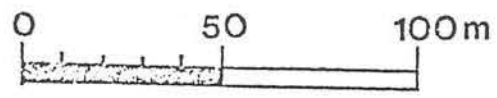
E r z g e f ü g e :

a) Erzkörper: Wie TAUPITZ (1954) beschreibt, tritt hier eine konkordante Vererzung auf. Trotz metasomatischer Dolomitisierung und Umlagerung des Erzgefüges ist der sedimentäre Lagerungsverband erhalten.

b) Vererzungstyp:

- Sedimentäres Erz mit mm- bis cm-Feinschichtung; Wechsellagerung von schwarzem Dolomit mit Bleiglanz, Zinkblende und Flußspat.
- Sammelkristallisation von sedimentärem Erz zu geschlossenen Feinlagen.

BERGBAU "BLAUE GROTTE" BEI HOCH-IMST (1030 m) Grundriß



- Schichten
- - - Klüfte
- ⊙ PbS, ZnS u. SiO₂
- ☞ CaF₂

Breccientyp: Vererzte Breccien konnten hier nicht beobachtet werden.

7.31. Bergbau Eibental (westlich von Imst)

F u n d o r t : Ungefähr 1.5 km Luftlinie nordwestlich von Gungglgrün (946 m) bzw. 4.2 km WSW von Imst (828 m), an der östlichen Abdachung des Laagers-Berges (2330 m), zwischen 1120 m und 1800 m ü. d. M.

T e k t o n i s c h e P o s i t i o n : Die Lagerstätte liegt in der Inntaldecke, etwa 0.2 bis 1.6 km östlich der Larsenn-Deckscholle.

S t r a t i g r a p h i e : Als Erzträger tritt der hellgraue mikritische Wettersteindolomit auf.

Im Nebengestein sind oft spätige Internanlagerungen von Dolomit und Calcit, metasomatische Verdrängung des Calcit durch Dolomit, sowie Spatisation von Dolomitaggregaten entwickelt.

Oft sind Mergelkalke, feine arenitische Breccien, Resedimente und Pellets im Wettersteindolomit zu beobachten.

M i n e r a l p a r a g e n e s e :

- a) Erzminerale: Zinkblende, Bleiglanz, Pyrit, Fahlerz, Kupferkies.
- b) Begleitminerale: Dolomit, Flußspat, Calcit, Quarz.
- c) Oxydationsminerale: Zinkspat, Limonit, Manganminerale.

E r z g e f ü g e :

- a) Erzkörper: Über den Verlauf des Erzkörpers können keine präzisen Aussagen gemacht werden.

Die Einbaue sind schon lange verbrochen und daher nicht mehr begehbar; sie sind hauptsächlich parallel zur Streichrichtung des Wettersteindolomits angelegt. Die Gesteinsschichtung streicht mit 110° - 125° und fällt mit 55° - 65° nach SW ein.

Auf Grund der parallelen Anordnung der Stollen zur Gesteinsschichtung könnte es sich um eine konkordante Vererzung handeln.

Echte, schichtige Erzgefüge konnten jedoch im Haldenmaterial nicht identifiziert werden.

b) Vererzungstyp:

- Sammelkristallisierte Zinkblende- und Bleiglanzaggregate im hellgrauen Wettersteindolomit.
- Verdrängung des Nebengesteins vorwiegend durch Bleiglanz, weniger durch Zinkblende, mit vorangegangenen Lösungserscheinungen entlang der Spaltrisse.

Breccientyp: Deformationsbreccien einschließlich Lösungsbreccien.

7.32. Bergbau Laagers-Gipfelbaue (am Südhang des Laagers-Berges)

F u n d o r t : Etwa 4.5 km Luftlinie westlich von Imst, an den Südhängen des Laagers-Berges (2330 m), in einer Höhe von 2200 m ü. d. M.

T e k t o n i s c h e P o s i t i o n : Die Lagerstätte liegt in der Inntaldecke bzw. in der Larsenn-Deckscholle, etwa 0.5 km nördlich des Deckenrandes der Inntaldecke.

S t r a t i g r a p h i e : Wie sie unter Nr. 31 beschrieben worden ist (siehe dort).

M i n e r a l p a r a g e n e s e :

- a) Erzminerale: Bleiglanz, Zinkblende, Pyrit.
- b) Begleitminerale: Dolomit, Calcit, Quarz.
- c) Oxydationsminerale: Zinkspat, Brauneisenerze, Manganminerale.

E r z g e f ü g e :

- a) Erzkörper: Nach TAUPITZ (1954) tritt hier eine schichtgebundene Vererzung auf.

Die vererzten Zonen liegen parallel zur Streichrichtung des Nebengesteins; sie streichen generell E-W (70° - 90°) und fallen mit 45° - 60° nach N ein.

Typische schichtige Erzgefüge konnten im Haldenmaterial nicht gefunden werden.

b) Vererzungstyp: Wie unter Nr. 31 beschrieben (siehe dort).

Breccientyp: Wie unter Nr. 31 beschreiben (siehe dort).

7.33. Bergbau Laagers - E (an den ENE-Hängen des Laagers-Berges)

F u n d o r t : Etwa 4.5 km Luftlinie westlich von Imst, am ENE-Abfall des Laagers-Berges (2330 m), zwischen 1570 m und 1750 m ü. d. M.

T e k t o n i s c h e P o s i t i o n : Die Lagerstätte liegt in der Larsenn-Deckscholle, etwa 0.5 km westlich des Inntaldecken-Randes.

S t r a t i g r a p h i e : Wie Nr. 31.

M i n e r a l p a r a g e n e s e : Wie Nr. 32.

E r z g e f ü g e : Wie Nr. 32.

7.34. Bergbau Larsenn (südlich des Öd-Karle-Kopfes)

F u n d o r t : Ungefähr 7 km westlich von Imst (828 m), an den Südhängen des Öd-Karle-Kopfes (2537 m) bzw. am südwestlichen Abfall des Larsenn-Grates, in 2200 m ü. d. M.

T e k t o n i s c h e P o s i t i o n : Das Vorkommen liegt in der Larsenn-Scholle, etwa 0.2 km südlich ihres nordwestlichen Überschiebungsrandes.

S t r a t i g r a p h i e : Wie Nr. 31.

M i n e r a l p a r a g e n e s e : Wie Nr. 32.

E r z g e f ü g e : Wie Nr. 32.

7.35. Bergbau Malchbach (NW von Imst)

F u n d o r t : Etwa 2 km NW von Imst (828 m), am sogenannten Malchbach, in einer Höhe von 1250 m ü. d. M.

T e k t o n i s c h e P o s i t i o n : Das Vorkommen liegt in der Inntaldecke, etwa 2 km in südöstlicher Richtung von der Larsenn-Deckscholle entfernt.

S t r a t i g r a p h i e : Vererzt ist der hellgraue arenomikritische Wettersteindolomit.

Spatisation durch Sammelkristallisation von Dolomitaggregaten, spätiige Internanlagerung von Calcit und Dolomit sind im arenomikritischen Wettersteindolomit häufig entwickelt.

Mergelkalke, feine arenitische Breccie, Resedimente und Pellets konnten im Nebengestein beobachtet werden.

M i n e r a l p a r a g e n e s e :

- a) Erzminerale: Bleiglanz, Zinkblende. Nach TAUPITZ (1954) soll hier auch Realgar und Auripigment vorkommen.
- b) Begleitminerale: Dolomit, Calcit, Quarz.
- c) Oxydationsminerale: Zinkspat, Limonit, Manganminerale.

Anhaltspunkte über die Mineralführung gab nur ein Haldenstück, das ich am Bach in der Nähe eines Schurf-Stollens gefunden habe.

Das Nebengestein bei dem Schurf-Stollen streicht mit 48° NE-SW und fällt mit 70° nach SE ein.

E r z g e f ü g e :

- a) Erzkörper: Über den Verlauf des Erzkörpers kann keine Aussage gemacht werden.

Literaturangaben bzw. anstehendes Erz sind nicht vorhanden.

b) Vererzungstyp:

- Sammelkristallisierter Bleiglanz mit etwas Zinkblende und deren Oxydationsprodukte im Wettersteindolomit.

Breccientyp: Vererzte Breccien konnten hier nicht gefunden werden.

8. Die vererzten Breccien im Arbeitsgebiet

Vererzte Breccien sind vor allem im Oberen Wettersteinkalk bzw. -dolomit (Igelsee, Taja-Kopf, Griesenspitze, Grünstein, Biberwierer-Scharte, Silberleiten, Marienberg, Handschuhspitze, Feigenstein, Haverstock, Dirstentritt, Reißenschuh, Alpeil, Kuchelzeche und Krom, Tschirgant, Eibental, Laagers) und nur bei der Lokalität St. Veit im Muschelkalk zu finden.

Auf Grund des Studiums von Haldenmaterial, Erzausbissen, alten Grubenplänen und mit Hilfe von im Zuge der Grubenbefahrungen gesammelten Ergebnissen läßt sich erkennen, daß neben typischen Sedimentärgefügen auch vererzte Breccien, und zwar sedimentäre Breccien und Deformationsbreccien im untersuchten Bereich sehr häufig auftreten.

Während die sedimentären Breccien und resedimentären Breccien in vielen Fällen eine flächige Erstreckung mit linearer Vorzugsrichtung erkennen oder vermuten lassen, scheinen bei den Deformationsbreccien, einschließlich Lösungsbreccien, gang- und schlauchförmige Erzkörper vorzuherrschen.

Aus Gefügemerkmalen in Komponenten und Bindemittel geht hervor, daß der Typ Deformationsbreccie im untersuchten, vererzten Wettersteinkalk bzw. -dolomit und im Muschelkalk vorherrscht.

Von großer Bedeutung für die Beurteilung dieser Breccien ist der Übergang von unbeschädigtem zu rupturrell beschädigtem Karbonat. Vom unbeschädigten Sediment bestehen alle Übergänge über Bereiche mit schwach oder stark hervortretendem Fugennetzwerk bis zu solchen, in welchen der Zusammenhang der Fragmente vollkommen zerstört ist und ein polymiktes Trümmerwerk vorliegt (St. Veit, Reißenschuh, Dirstentritt, Feigenstein etc.). Die Komponenten weisen oft auch noch korrespondierende Fragmentgrenzen auf. Ihre Größe variiert von Millimetern bis Zentimetern, seltener

im Dezimeterbereich. Als Bindemittel tritt Zerreibsel auf, jedoch waren für die Ausgestaltung des Fugennetzwerkes zirkulierende, metallhaltige Lösungen und ihre Kristallisation von großer Bedeutung.

Nach Gefügebefunden aus verschiedenen Bereichsgrößen liegt in keinem der bekannt gewordenen Fälle eine postdiagenetisch-tektonische Deformationsbreccie vor, die etwa durch tektonische Einflüsse im Zusammenhang mit orogenetischen Vorgängen entstanden wäre. Bei der Untersuchung von Probenstücken gewinnt man den Eindruck, daß ganz unterschiedliche Sedimente, also genetisch verschiedener Herkunft und verschiedener Primärgefüge mit rupturer Deformation vorliegen.

Die Entstehung solcher Breccien infolge, in letzter Zeit oft diskutierter, Volumensverminderung im Zuge von Dolomitierungen in manchen Lokalisationen (Laagers, Tschirgant), halte ich für sehr unwahrscheinlich. Es gibt hier nämlich einerseits Dolomitsedimente gleichen Typs mit und ohne Breccienbildung, andererseits Breccienzonen, die auch durch Kalkgesteinsareale hindurchsetzen.

Im Rahmen der Mineralisation von Erzkörpern zeichnet sich im allgemeinen eine Hofbildung ab in der Weise, daß um die Bereiche intensivster Vererzung (am deutlichsten hauptsächlich in Zinkblende) eine mehr oder weniger allmähliche Abnahme der Fremdminerale bis zum tauben Breccienbereich repräsentiert wird. Es würde sich lohnen, derartige anscheinend schwach und diffus vererzte Randbereiche von Erzkörpern durch Analysen im großen auf ihren durchschnittlichen Metallgehalt zu überprüfen. Hohe Zinkblendegehalte im Fugennetzwerk der Kalk-Dolomitbreccien sind schon mit freiem Auge in Grubenaufschlüssen und im Haldenmaterial wahrnehmbar. Es sind vorwiegend kolloforme Gefüge des Zinksulfids in Form von Schalenblendekrusten mit feinem Lagenbau entwickelt. In spärlicher Beteiligung kommen immer auch dessimierte Erze vor. Sie waren bisher unter der Bezeichnung Sprenkelerze bekannt.

Bezüglich einzelner Mineral Komponenten im fugenfüllenden Bindemittel dieser Breccien sind folgende Einzelheiten zu erwähnen.

Calcit tritt vorwiegend in spätiger Ausbildung, seltener in einer mikritischen Kornfraktion auf. Dabei fällt häufig die Feinkörnigkeit (0.010 - 0.05 mm) des Spatits der Fugenfüllung gegenüber den grobspätigen Spatitarealen des diesfalls umkristallisierten Nebengesteins auf. Dieser feinkörnige Spatit füllt auch als jüngste Kristallisation Restlumina und kommt als Haarissfüllung vor.

Dolomit findet sich meistens in einer spätigen Kornfraktion mit etwa 0.1 bis 0.5 mm großen Körnern und es läßt sich häufig ein metasomatisches Auftreten von Dolomitrhoederchen in Kalkstein bzw. spätigen Calcitaggregaten erkennen.

Flußspat kommt einerseits in Form von zwickelfüllenden spätigen Kristallen, andererseits in geschlossenen hypidiomorph-körnigen Gefügen vor.

Quarz bildet häufig einzelne idiomorphe Kriställchen in typischer Säulchenform mit durchschnittlichen Kornlängen von 0.5 mm - 0.3 mm sowie auch Aggregate von 1 mm bis Zentimetergröße.

Zinkblende tritt als Einzelkorn, in Kornaggregaten auch mit derben Formen und am häufigsten in Form von dünnen bis dicken Schalenblendekrusten auf. Häufig auffallend sind gezackte Korn- und Aggregatumrisse zu Calcit, Dolomit, Quarz, Flußspat, was teils auf Wachstumsbehinderung, teils aber auf mobil konurierte Kristallisation zurückzuführen ist. Ganz analoge Befunde sind von SCHULZ (1973) in den Bleiberger Lagerstätten beschrieben worden. Das metasomatische Auftreten von Zinkblende durch Verdrängung von Karbonatsedimenten spielt eine große Rolle in stark vererzten Bereichen.

Pyrit findet sich in Form kleiner isometrischer Körner, am häufigsten in Würfelform (0.005 - 0.01 mm). Daneben sind noch sehr kleine Pyrit-Framboide fast immer vertreten. In den von mir untersuchten Gebieten überwiegt immer Pyrit, gegenüber Markasit, womit ein genereller paragenetischer Unterschied zwischen den Lagerstätten der Nordtiroler Kalkalpen und den Bleiberger Lagerstätten auffällt.

M a r k a s i t kommt in stark vererzten Bereichen in Form von tafeligen, langnadeligen und speerspitzförmigen Zwillingen vor.

B l e i g l a n z zeigt sich in einer einheitlicheren Ausbildung als die Zinkblende über den ganzen Lagerstättenbereich hin. Wenn Bleiglanz und Zinkblende zusammen auftreten, dann zeigt sich allgemein eine reichhaltigere Begleitparagenese (Pyrit, Markasit, Fahlerz, Flußspat, Quarz, Karbonate). Bleiglanzaggregate erhalten häufig Einschlüsse von Zinkblende, Pyrit, Quarz und Karbonat. Die metasomatisch auftretenden Bleiglanze sind vorwiegend frei von sulfidischen Begleitmineralen. Beim Bleiglanz fehlen sichere Relikte primärer Strukturen.

Einzeln auftretend bilden Zinkblende, Dolomit oder Flußspat, abgesehen von noch jüngerer Kalkspatisation, häufig die jüngsten Haarrissfüllungen. Bei der Internanlagerung im Fugennetz handelt es sich um chemisch angelagerte Zinkblendekriställchen mit Zonarbau, Calcit- und Dolomikrit, Calcit- und Dolomitspatisation, seltener um Bleiglanz. Mit Annäherung an vererzte Bereiche tritt gelegentlich Quarz auf.

Mit der quantitativen Zunahme der Erzmineralisation scheint eine Zunahme der metasomatischen Vorgänge verbunden zu sein. Das Fugennetz ermöglichte bzw. förderte die Lösungszirkulation entlang bevorzugter Wegsamkeiten. Die Zirkulation von Erzlösungen ermöglichte eine Platznahme von Mineralen durch Internkristallisation sowie auch metasomatische Platztauschvorgänge. Bei den belteroporen Lösungsvorgängen erfolgte von den Haarrissen ausgehend eine Verdrängung des Karbonatsediments, wodurch es zu umfassenden Konturenveränderungen kam und das brecciöse Aussehen des Gesteins durch die Zunahme des zementierten Bindemittels noch verstärkt wurde. Neben der belteroporen Erzanlagerung tritt in der Deformationsbreccie auch wolzig diffuse metasomatische Internanlagerung von feinkristalliner Zinkblende im Kalk-Dolomitgestein auf.

Zunehmende Metasomatose verursachte starke Vererzung, auffallenderweise vor allem mit Zinkblende. Dadurch wurde ebenfalls das ursprünglich angelegte Brecciengefüge entstellt und wird somit

die genetische Deutung manchmal erschwert. Denn intensive Verdrängungen jeder Art zerstören die Primärgefüge, unter Umständen auch vollständig.

S e d i m e n t ä r e bzw. r e s e d i m e n t ä r e Breccien konnten in manchen Lokalitäten des Arbeitsgebietes, wie eingangs erwähnt (St. Veit, Dirstentritt, Feigenstein, Silberleiten etc.), nachgewiesen werden. Der Anteil an Komponenten bzw. Bindemittel der erzführenden Breccien in den sedimentären bzw. resedimentären Breccien ist unterschiedlich. Häufig aber ist die Beteiligung des Bindemittels so gering, daß es nur unauffällig in Erscheinung tritt. In diesem Fall berühren sich vielfach die Fragmente und es häufen sich die durch gegenseitiges Eindringen und Eindrücken verursachten Formveränderungen. Die Umrisse der, je nach Ausgangsmaterial isometrischen oder heterometrischen Körner treten durch deutliche Konturierung hervor. Sie sind scharfkantig bis kantengerundet. Je nach Ausgangsmaterial sind die Komponenten der Breccien monomikt (Kalkstein bzw. Dolomit) oder polymikt (Kalkstein, Dolomit, Zinkblende-, Bleiglanz-, Pyrit-Aggregate, Ton) zusammengesetzt; dies hängt bestimmt von der Art der mehr oder weniger tiefgreifend, mechanisch (und chemisch!) abgetragenen Schichtabfolgen des Liefergebietes ab. Bei keinem der gefundenen Handstücke sind im Bindemittel Anzeichen für subquatische Gleitungen zu erkennen.

Zu allen, in den oben genannten Lokalitäten auftretenden sedimentären bzw. resedimentären Breccien ist zu bemerken, daß ihr Detritus (Blöcke, Schollen, Körner) aus derselben geologischen Zeitspanne stammt und die mechanisch abgetragenen Komponenten in derselben Schichtfolge wieder angelagert wurden.

In manchen Lokalitäten z. B. St. Veit, Reißenschuh, Alpeil, Dirstentritt, Feigenstein, Marienberg, Handschuhspitze finden sich Erzbreccien (Schalenblendebreccien, zerbrochene Sedimentärerze, zerbrochene Derberze) die meistens in einer Kalkpelitmasse, seltener in einer spatisierten Calcitmatrix eingebettet sind. Die erzführenden Breccienfragmente, die im Calcitspatit schwimmen (Abb. 31), bestehen aus dem gleichen Material wie das vererzte

kalklutitische Nebengestein, sodaß man bei genauer Betrachtung zu dem Schluß kommt, daß eine *R e s e d i m e n t a t i o n* des erhaltigen Gesteins in einem frühdiagenetischen Zeitabschnitt stattgefunden hat.

Es seien an dieser Stelle die Lokalitäten St. Veit, Reißenschuh, Alpeil, Dirstentritt, Feigenstein, Silberleiten, Biberwierer-Scharte, Haverstock, Handschuhspitze, Marienberg, Grünstein, Gries-Spitze, Tschirgant, Laagers und Eibental erwähnt, in denen neben syndiagenetischen Deformationsbreccien auch sedimentäre bzw. resedimentäre Breccien auftreten.

St. Veit

Im alten Bergbau St. Veit (Abb. 18, derzeit nicht befahrbar, Bismark-Stollen) sind auf Grund der alten Aufnahmen vier Erz-zonen vorhanden. Die ersten zwei befinden sich in der Nähe der Partnachschiefer und zeigen eine eher unbedeutende Erzanreicherung mit geringer Mächtigkeit. Die dritte, die sich in der sogenannten "Spatzone" befindet, zeigt eine Anreicherung von Sprenkelerzen, vor allem Zinkblende, welche untergeordnet weniger Bleiglanz und violetten Flußspat enthält. Die vierte Erzzone wird auch Haupterzzone genannt. Sie liegt an der tektonischen Grenze zum Hauptdolomit ("Inntal-Lechtal-Deckengrenze") und zeigt eine wirtschaftlich und wissenschaftlich interessante Erzansammlung mit einer Mächtigkeit von 2 m in tieferen Bereichen, bis 10 m in den höheren Horizonten. Diese Erzzone besitzt ein steileres Einfallen als die anderen Erz-zonen und wird als Gang angesehen.

Vererzt mit abbauwürdigen Blei-Zink-Lagerstätten ist der Alpine Muschelkalk, in welchem eine schichtgebundene Vererzung mit Erz-linsen auftritt. Die Streichrichtung der Erzführung liegt parallel zu jener des Nebengesteins. Der Muschelkalk streicht generell NW-SE und fällt steil mit $60 - 80^{\circ}$ nach Westen ein.

In der Haupterzzone konnten vererzte Breccien nachgewiesen werden. Aus Gefügemerkmalen geht hervor, daß der Typ Deformationsbreccie vorherrscht. Die Kalkbruchstücke zeigen häufig korrespondierende Fragmentgrenzen und es bestehen Übergänge von gesundem Sediment

über Bereiche mit schwach und stark entwickeltem Fugennetzwerk. Die Komponentengrößen des Fugennetzwerkes variieren im Millimeter- bis Zentimeterbereich.

Als Bindemittel der Breccien tritt Zerreibsel auf. Daneben waren für die Ausfüllung des Fugennetzwerkes zirkulierende Lösungen und ihre Kristallisate von Bedeutung.

In der Deformationsbreccie tritt neben der wegsamkeitsbegünstigten Erzanlagerung auch wolkg-diffuse, metasomatische interne Anlagerung von Zinkblende (Abb. 23) im Kalkgestein in Erscheinung. Gesteigerte Metasomatose bewirkte starke Vererzung, vor allem mit Zinkblende.

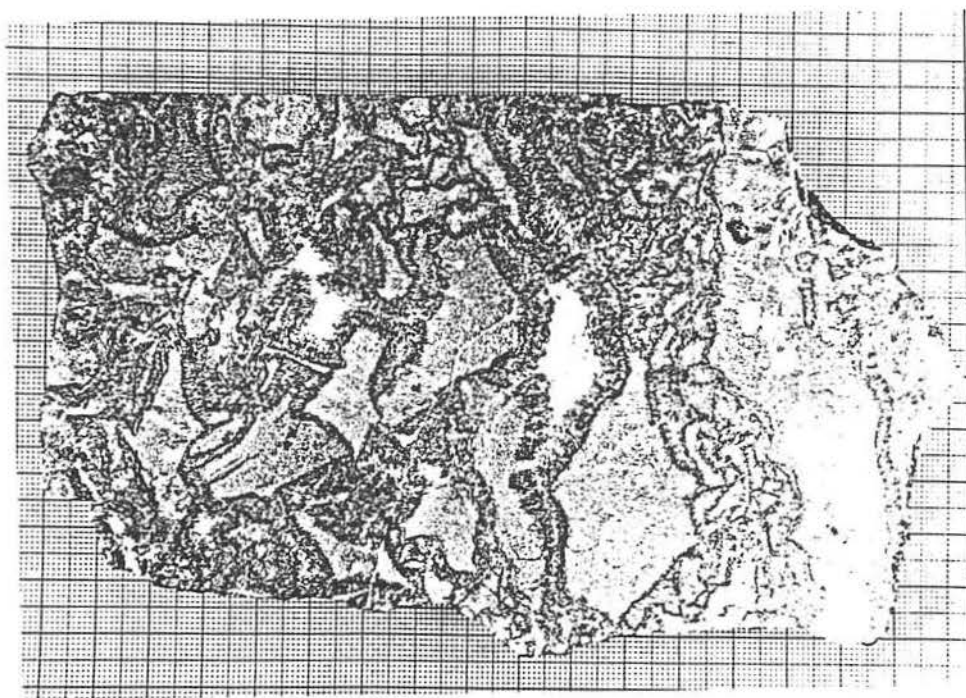


Abb. 23: Rupturell deformierter Muschelkalk mit belteroporer Internanlagerung von Schalenblende als Saum (dunkelgrau-schwarz) und Metasomatose von feinkörniger Zinkblende (hellgrau) im Kalklutit.
Bergbau St. Veit (Großanschliff: Untergrund mm-Papier).

Ein seltener Befund (Abb. 24) der für die genetische Klärung der Breccien von großer Bedeutung ist, ist die mechanische Internanlagerung von Erzfeinschichten als Bindemittel der erzführenden Breccien.

Anhaltspunkte für die zeitliche Einordnung der Breccien und Vererzung wären nämlich nach den bisherigen Beschreibungen nicht gegeben, wenn nicht zwei entscheidende Gefügebefunde, wie erstens die oben erwähnte mechanische Internanlagerung und zweitens die Resedimentation von bereits vererzten Karbonatstücken (Abb. 24) eine bessere Beurteilung des Geschehens erlaubten und dadurch der Zeitraum der Vererzung wesentlich präzisiert werden könnte.

Analoge Gefügebefunde wurden bereits von SCHULZ (1973, 1975) für die Dolomitdeformationsbreccien des Bleiberger Raumes beschrieben und gedeutet. Im Bergbau St. Veit ist, wie die Abbildungen 24 und 25 zeigen, das Zwischenmittel der Breccien als geopetale Erzfeinschichtung vom Typ des "Bodenerzes" SIEGL (1956) entwickelt. Die Orientierung dieser Erzfeinschichten entspricht der Schichtflächenlage des Nebengesteins. Dadurch ergibt sich einmal ein wesentlicher Anhaltspunkt dafür, daß während der Sedimentation des Erzsediments als Bindemittel keine orogen-tektonische Verstellung des Gesteinspaketes stattgefunden hat. Die geopetale Anordnung wird durch den Einfluß des Schwerfeldes bei der überwiegend mechanischen Anlagerung verursacht.

Der Raumrhythmus im Erzfeinschlamm wird durch millimeter-rhythmische Wechsellagerung von Calcimikrit, Calcispatit, Zinkblendelagen bzw. -kriställchen sowie Pyritpigment gegeben. Bevorzugt mit den Erzlagen treten polar angelagerte Flußspataggregate und Quarz mit Säulchenform auf. Das inhomogene Parallelgefüge wird durch den allgemeinen rhythmischen Korngrößenwechsel aller beteiligten Minerale noch unterstrichen. Zinblendereiche Feinlagen enthalten auch gröbere Pyritkriställchen, größere Calcitkriställchen und Quarzsäulchen.

In der mehr pelitischen Fraktion, in welcher Calcimikrit vorherrscht, sind manchmal auch Tonspuren, zum Teil suturenförmig erhalten.

In den Feinschichten zeichnen sich, vor allem durch den Zinkblendegehalt auffällig markiert, Rhythmen von 0.25 - 5 Zentimetern ab, teils überlagern sie sich. Besonders auffallend, wegen ihrer Häufigkeit und Konstanz, sind 0.5 Millimeterhythmen mineralisierter Feinlagen.

Die Umrisse der im Typ des "Bodenerzes" auftretenden Hohlräume zeigen im Liegenden ein Erosionsrelief mit welligen Grenzen. Gerade dieses Relief wird durch die geopetale Sedimentation besonders aufgefüllt. Darüber ist die Erzfeinschichtung durch Einstreuung von Breccientrümmern (vererzter Muschelkalk) beschädigt, woraus die Verformung des Erzpelits in noch plastischem Zustand deutlich wird. Die Anlage der Feinschichtung macht trotz der schönen Raumrhythmik einen unruhigen Eindruck. Die sedimentären Flächen sind nämlich häufig zerschert, gewellt und zum Teil schräggeschichtet. Die Hangendgrenze des Internsediments ist unscharf und es lassen sich Übergänge zu Dolomitdeformationsbreccien mit ihrer Netzwerkmineralisation erkennen. Alle in das Internsediment gestürzten Bruchstücke können aus der Decke des Hohlraumes hergeleitet werden. Es besteht somit eine auffallende Ähnlichkeit zu den Abbildungen von SIEGL (1956) die sich auf den Bleiberger Raum beziehen.

Die von mir beschriebenen Befunde des Kleinbereiches decken sich, abgesehen von Bleiberg, auch in auffälliger Weise mit veröffentlichten Bildern polnischer Forscher (DZULYNSKI und SASS-GUSTKIEWICZ, 1977).

Die vererzten Breccien sind in einem früh- bis syndiagenetischen Zeitraum angelegt, also zu einer Zeit, in der nach unseren heutigen Kenntnissen, Sedimentation und Mineralisation mehr oder weniger "geologisch einzeitig" stattgefunden haben.

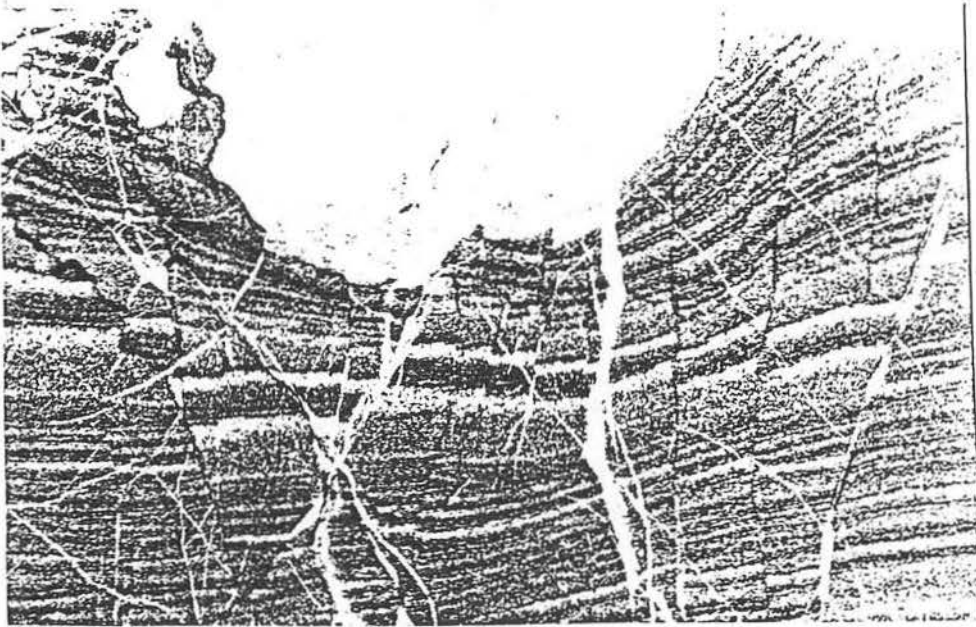


Abb. 24: Geopetale Anlagerung von Erzschlamm (dunkelgrau-feingeschichtet) im Lösungshohlraum des Alpinen Muschelkalkes. Interne Resedimentation von Kalkbruchstücken (hellgrau), die aus der Decke des Hohlraumes stammen. Syndiagenetische Verstellung der liegenden Feinschichten.

Bergbau St. Veit (Großanschliff; Marke 10 x 5 mm).



Abb. 25: Syndiagenetische Deformationsbreccie mit wegsamkeitsbevorzugter Mineralisation im Fugennetz. Weiße bis lichtgraue Fragmente: Alpiner Muschelkalk; dunkel- bis schwarzgraue Fugenfüllung: Schalenblende, Bleiglanz und Pyrit.

Das Verhältnis von Zinkblende zu Bleiglanz in den heute noch auffindbaren Haldenstücken ist mit 10 : 1 abzuschätzen.

Es wäre möglich, daß nur die Bleiglanzpartien wirtschaftlich verwendet wurden und daher in den Deponien zinkblendereiche Stücke liegen. Obige Aussagen basieren auf heute noch auffindbaren Haldenstücken.

Wirtschaftliche Aspekte

Obwohl die Grube nur zum Teil befahrbar ist, besteht die Vermutung, daß sich unter den nicht abgebauten Erzen im Bereich des diskordanten Erzkörpers noch interessant vererzte Partien vom Typ der Deformationsbreccien befinden. Rückschlüsse über die Ausdehnung können zur Zeit noch nicht gezogen werden.

Dieser Fall scheint mir erwähnenswert, weil die gesamten Erzkörper in der Tiefe noch nicht abgebaut sind. Es wären hier einige hundert Meter Teufenerstreckung der Erzkörper zu erwarten. Auch im Streichen besteht die Möglichkeit für die Fortsetzung dieses Erzkörpers.

Im Hinblick auf die wirtschaftliche Nutzung der Erze des Muschelkalkes wird in Erwägung gezogen, daß sowohl Erzlager als auch die diskutierten Breccien als Erzkörper entwickelt sein können.

Sich in die Tiefe erstreckende Erzzonen mit ihrem steilen Einfallen würden bestimmt einige tausend Tonnen Haufwerk enthalten, wobei noch grundsätzlich wirtschaftliches Interesse bestehen könnte.

8.2. Reißenschuh

Die Lokalität Reißenschuh (Abb. 16, 17) liefert wichtige Hinweise über die Breccienbildung und Mineralisation. In diesem Bergbaurevier ist der oberste Wettersteinkalk, wenige Meter unter den stratigraphisch darüberliegenden Raibler Schichten, vererzt. Es muß hier auch noch erwähnt werden, daß ein vererztes Handstück aus Raibler Schichten in kalk-sandiger Ausbildung gefunden wurde (Abb. 29).

Hier tritt eine konkordante Vererzung mit Erznestern und Rinnenfüllung auf; der Erzkörper liegt parallel zum Verband mit dem Nebengestein. Sie streicht NE-SW und fällt mit $50 - 60^\circ$ nach SE ein.

In diesen Lagerstätten konnten sowohl Deformationsbreccien als auch sedimentäre bzw. resedimentäre Breccien nachgewiesen werden.

Die Deformationsbreccien dieses Bergbaues konnten als syndiagenetische Wettersteinkalkbreccien interpretiert werden. Die Komponentengröße dieser Breccien variiert im Zentimeterbereich, häufig zwischen 2 - 4 cm. Als Bindemittel kommt offensichtlich Fraktionsdetritus vor, jedoch waren für die Verheilung des Fugennetzwerkes doch hauptsächlich Kristallisate aus zirkulierenden Erzlösungen von Bedeutung (Abb. 26). Auffallend ist, daß mit der quantitativen Zunahme der Mineralisation eine Zunahme der metasomatischen Platznahme verbunden ist.

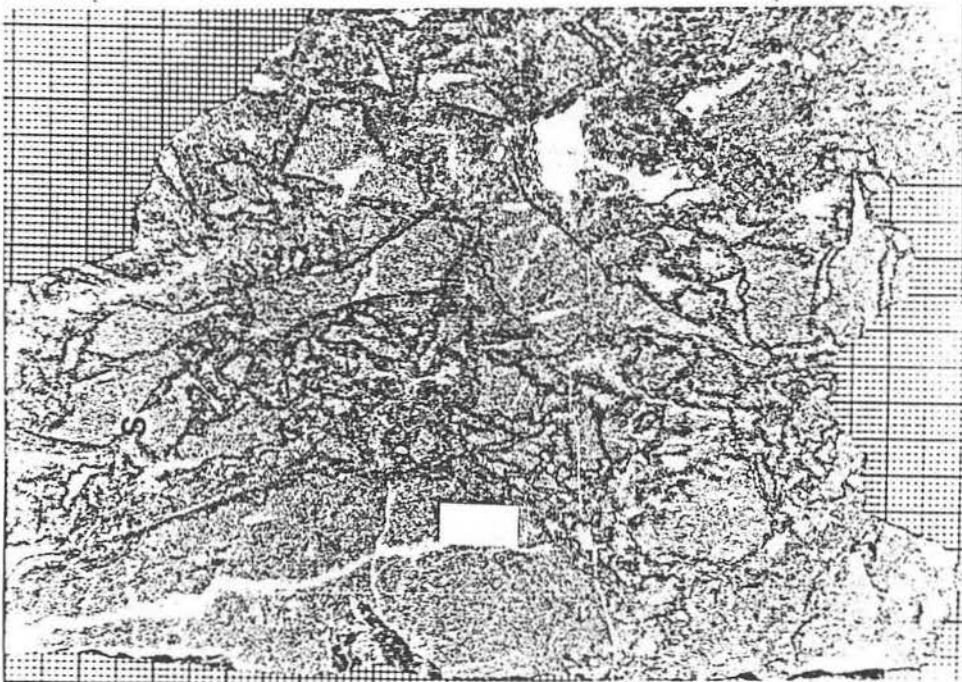


Abb. 26: Syndiagenetische Deformationsbreccie mit wegsamkeitsbevorzugter Mineralisation im Fugennetz. Graue Fugenfüllung: S = Schalenblende. Lichtgraue Anteile: Wettersteinkalk. Weiss: Calcit. Dunkelgraue Fugenfüllung: Calcimikrit, Dolomikrit, Quarz. Bergbau Reißenschuh (Großanschliff, Marke 10 x 5 mm).

Neben den syndiagenetischen Deformationsbreccien treten auch Erzbreccien (vorwiegend Schalenblendebreccien, weniger Derberzbreccien) auf, die in einem Kalk-Dolomitgestein schwimmen, und deren Fugennetzwerk mit Zerreibsel, untergeordnet mit Bleiglanz, Pyrit, Quarz verheilt wird (Abb. 27).

Für die Bildung der Erzbreccien ist damit zu rechnen, daß die submarine Verformung ein so gut wie fertiges Sediment angetroffen hat, wobei infolge schnellerer Erhärtung der Schalenblendekrusten diese zu Schollen zerbrachen und in ehemals weicheren Schlamm - in diesem Fall handelt es sich um Kalk-Dolomitpelit - eingebettet wurden.



Abb. 27: Schalenblendebreccien (lichtgrau = S) die in Schlamm (Kalk-Dolomitpelit = dunkelgrau) eingebettet sind. Bleiglanz (schwarz), Zinkblende (hellgrau), Calcit (weiß) und Wettersteinkalk (grau).

Bergbau Reißenschuh (Großanschliff, Marke: 10 x 5 mm).

Auffällig ist, daß die Erze (bis 5 Meter) tiefe, unregelmäßig in das Liegende eingeschnittene rinnen-, kalkartige Vertiefungen füllen (Abb. 16). Die Erze darin sind ungeschichtet. Die darin befindlichen Erz- und Nebengesteinsbruchstücke mit Algenstromatolithenbruchstücken, Fossilschalen (Gastropoden!) und Tonmineral-komponenten werden als resedimentäre Breccien gedeutet. Kleine Kolke können ganz mit Derberz ausgefüllt sein.

Die erzführenden Vertiefungen können durch Strömungserosionen oder Lösungsvorgänge am Meeresboden entstanden sein, oder es wäre noch denkbar, daß Vertiefungen bei einer kurzdauernden Hebung des Gebietes über den Meeresspiegel zustande gekommen sind.



Abb. 28: Sedimentäre Breccien, die (außerhalb des Bildes) erzführende Vertiefungen ausfüllen. Kalk-Dolomitfragmente (hellgrau), Zinkblende (weiß = z), Quarz, Calci-, Dolomikrit und Ton (grau bis schwarzgrau).

Bergbau Reißenschuh, (Großanschliff, Marke: 10 x 5 mm)



Abb. 29: Raumrhythmisch-feinschichtige Wechsellagerung mit Zinkblende (helle Feinlagen), Quarz, Flußspat, Calci-, Dolomikrit und -spatit (grau bis dunkelgrau), Ton (schwarzgraue Feinlagen). Mitte oben sammelkristallisierte Bleiglanz (dunkelgrau). Bergbau Reißenschuh (Großanschliff; Marke 10 x 5 mm).

Entsprechend alten Grubenplänen und Abbildungen von TAUPITZ (1954), die zeigen, daß in der Schichtung liegende Erzkörper entwickelt sind, wage ich abzuleiten, daß die Breccientypen des Haldenmaterials vorwiegend aus den schichtig orientierten Erzrinnen stammen und diagenetischer Herkunft sind. Genetisch kommt hierfür auf Grund der petrographischen Befunde eine Resedimentation von Erzbruchstücken in Frage. Die selteneren Karbonatdeformationsbreccien mit Erzzement hingegen könnten ihre Herkunft im Nahbereich des Erzkörpers haben und üblicherweise genetisch in die syndiagenetische Zeitspanne zu stellen sein.

Wirtschaftliche Aspekte

Auf Grund der Tatsache, daß die Hauptmengen der auf den Halden zu begutachtenden erzführenden Breccien aus rinnenförmigen sedimentären Erzkörpern stammen, darf die Anwesenheit dieser Breccien

nicht überschätzt werden. Auf Grund der Unterlagen von TAUPITZ (1954) scheinen aber diese schichtigen Erzkörper nicht unbedingt zur Gänze abgebaut worden zu sein und könnten durchaus noch beträchtliche Erzvorräte im Streichen und Fallen der prädestinierten Schichten vorhanden sein.

Das spärliche Vorkommen der Deformationsbreccien im Haldenmaterial läßt vermuten, daß diese auch in der Grube nicht stark vertreten waren bzw. wegen ihres unauffälligen Aussehens in den damaligen Abbau nicht mit einbezogen wurden. So besteht also auf Grund dieser Tatsache und Vermutungen doch grundsätzlich noch Interesse, sowohl an den konventionellen schichtigen Erzlagern und Rinnen, als auch an dem möglicherweise vorhandenen rupturrell deformierten und mineralisierten Nahbereich dieser Erzkörper.

8.3. Alpeil

Diese Lokalität Alpeil liegt mit ihrem Blei-Zink-Vererzungen im obersten Wettersteinkalk, nahe den stratigraphisch darüber folgenden Raibler Schichten und ist an bestimmte Leitflächen gebunden.

Interessant für dieses Bergbaurevier ist einerseits das Auftreten von echten Erz-Flußspat-Karbonat-Rhythmiten mit Tonmineral- und Bitumenlagen (Abb. 30), andererseits das Auftreten von Erzbreccien (Abb. 31), nämlich Schalenblendebreccien und zerbrochenen Seditärerzen (Abb. 31).

Zum besseren Verständnis der Position der erzführenden Breccien wird die Schichtfolge im Erzkörper erläutert:

Der Raumrhythmus im Erzpelit (Abb. 30) ist durch die mm-rhythmische Wechsellagerung von Calcipelit, Calcispatit, Fluoritspatit gegeben, ferner durch Zinkblendefeinlagen, sowie durch angehäuften polar angelagerten Bleiglanz und Flußspatkristalle (bis 0.5 cm), Quarzsäulchen und Pyritkriställchen. In der pelitischen Fraktion, in welcher Calcimikrit vorherrscht, sind Tonspuren, zum Teil suturenförmig und Bitumen enthalten.

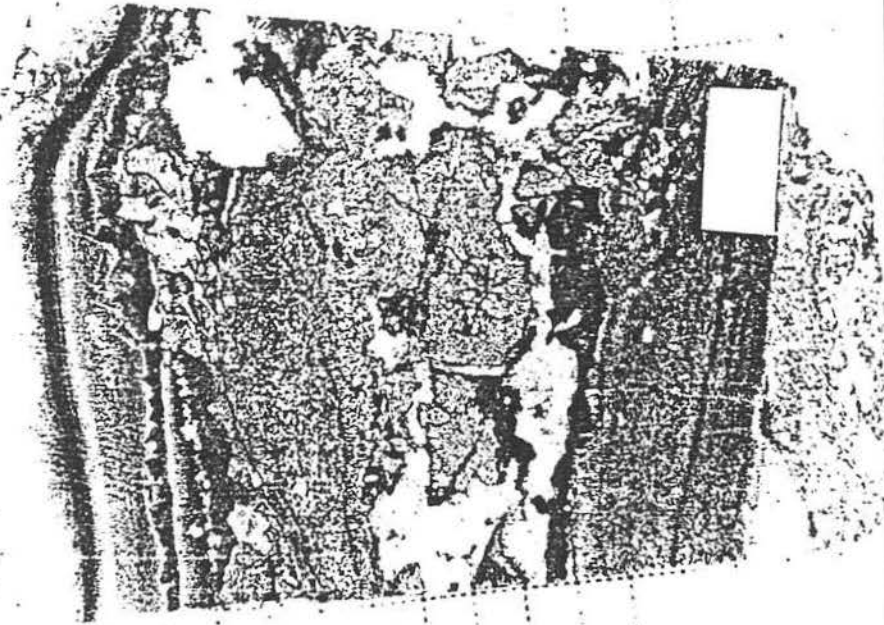


Abb. 30: Rhythmische mm-Wechselagerung von Fluoritspatit (dunkelgrau bis schwarz), Zinkblende-Feinlagen (hellgrau), rupturrell deformierte Schalenblende (hellgrau), Calcipelit, Bleiglanz, Ton und Bitumen (schwarz), Calcit (weiß);

Lokalität Alpeil (Großanschliff, Marke 10 x 5 mm).

Die Hangendgrenze des Calcimikrits ist unscharf und läßt Übergänge zu Zinkblendebreccien des Typs Deformationsbreccien erkennen. Die Zinkblende-Komponenten zeigen korrespondierende Fragmentgrenzen und ihre Größe variiert im cm-Bereich. Als Bindemittel tritt spätiger Calcit oder Flußspat auf oder in manchen Fällen auch Flußspat und Calcit gemeinsam. Die Mächtigkeit dieser Zone liegt nur im cm-Bereich.

Über dieser zerbrochenen Sedimentzone folgt wieder eine Wechselagerung in mm-Dimension von Calcipelit, Calcispatit, Flußspat, hellen Zinkblende-Feinschichten, Ton- und Bitumenlagen.

Aus Gefügemerkmalen konnte in einigen Probenstücken von der Halde nachgewiesen werden, daß hier auch resedimentäre Breccien auftreten. Es handelt sich um Derberz und Schalenblendebruchstücke (Abb. 31) hellgelber bis rötlicher Farbe. Die Zinkblendekomponenten zeigen einen polymikten Aufbau. Sie enthalten Bleiglanz, Tonkomponenten, Bitumen und Calcipelitbruchstücke in gleicher Ausbildung wie das Nebengestein. Als Bindemittel tritt grob-spätiger Calcit auf.

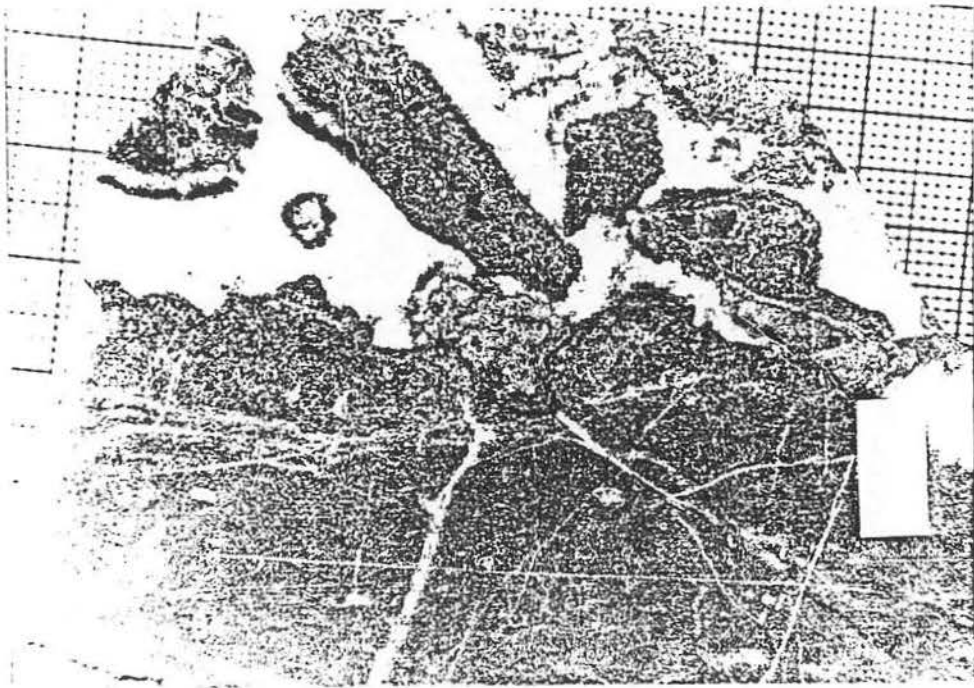


Abb. 31: Resedimentierte Erzbreccie. Zinkblendefragmente (oben, dunkel) in Calcit (weiß). Untere Bildhälfte Wettersteinkalk (lichtgrau) mit dessieminierter (roter) Zinkblende (fein gesprenkelt). Bergbau Alpeil (Großanschliff; Marke 10 x 5 mm).

Es ist nicht feststellbar, in welche Position der Wettersteinkalk-Abfolge diese Breccienminerale einzuordnen sind, weil weder Grubenpläne noch Skizzen über diesen Bergbau existieren und auch keine Befahrung möglich ist. Daher ist wegen fehlender Hinweise nicht zumutbar, eine Äußerung zu treffen, ob eine interne oder externe Abfolge der Breccien vorliegt.

Wirtschaftliche Aspekte

Daß grundsätzlich vererzte Breccien in diesen Erzvorkommen existieren, ist durch den Fund der Haldenstücke gesichert. Da aber keinerlei Unterlagen über diesen Bergbau vorliegen, sind nähere Aussagen von vorneherein ausgeschlossen. Durch die Lage der Stollenmundlöcher in einer steilen Schlucht ist offensichtlich der überwiegende Teil des Haldenmaterials der Erosion zum Opfer gefallen und sind heute Reststücke des vererzten Haufwerkes schwer zu finden. Wenn auch Stücke von Erz-Flußspat-Karbonat-Rhythmen zu finden sind, so läßt sich über dieses Erzvorkommen doch keine wesentliche Aussage machen.

8.4. Dirstentritt und Gafleintal

Die Lokalität Dirstentritt (Abb. 11, 12, 13, 14, 15) stellte auf Grund ihrer großen Ausdehnung und der wirtschaftlich bedeutenden Vererzung das wichtigste Bergbaurevier im untersuchten Gebiet dar.

Hier treten in den höheren Einbauen vorwiegend diskordante Erzkörper auf, während die unteren Einbaue im Gafleintal mehr oder weniger konkordante Erzlager mit Linsenformen aufweisen. Sowohl bei den diskordanten als auch konkordanten Erzkörpern sind Breccien nachweisbar.

Es treten einerseits syndiagenetische Wettersteinkalk-Deformationsbreccien einschließlich Lösungsbreccien, andererseits polymikte, resedimentierte Breccien in Hohlräumen auf.

Bei den unteren Einbauen kommt die Vererzung nahe den stratigraphisch darüber liegenden Raibler Schiefern vor und ist mehr oder weniger an bestimmte sedimentäre Leitflächen, "edle Flächen", gebunden. Sie sind auch durch das Auftreten von Flußspat gekennzeichnet.

Die Erzkörper sind meist Ausfüllungen von Vertiefungen, die diskordant in das Liegende der sedimentären Flächen eingreifen (Abb. 14). Auch linsenartige Einschaltungen im unmittelbaren Hangenden oder Liegenden der edlen Flächen kommen vor. Sind die Vertiefungen muldenartig und flach auf weiter Erstreckung, dann haben die Erzkörper eine linsenartige Gestalt.

Die Erze, die sich in den Vertiefungen befinden, sind selten geschichtet; doch in manchen Fällen konnte Wechsellagerung von Erzfeinschichten vorwiegend mit Calcipelit und -spatit, Zinkblendelutit, ferner mit Pyrit, Bleiglanz und Ton-Bitumenlagen nachgewiesen werden. Interne und externe Erzfeinschichtung konnte oft im Kleinbereich beobachtet werden (Abb. 33).

Die Vertiefungen enthalten häufig Aufarbeitungsbreccien, solche mit Erz und vererzten Nebengesteinsbruchstücken (Abb. 34) mit Bitumen, Ton und Mergellagen. Polymikter Aufbau der Breccie herrscht vor.

In einigen Fällen konnten Bruchstücke von vererztem, rupturrell

deformiertem Wettersteinkalk in diesen Vertiefungen beobachtet werden. Die Komponenten zeigen korrespondierende Fragmentgrenzen, ihre Größe variiert im cm-Bereich. Als Bindemittel tritt Zerreibsel auf.

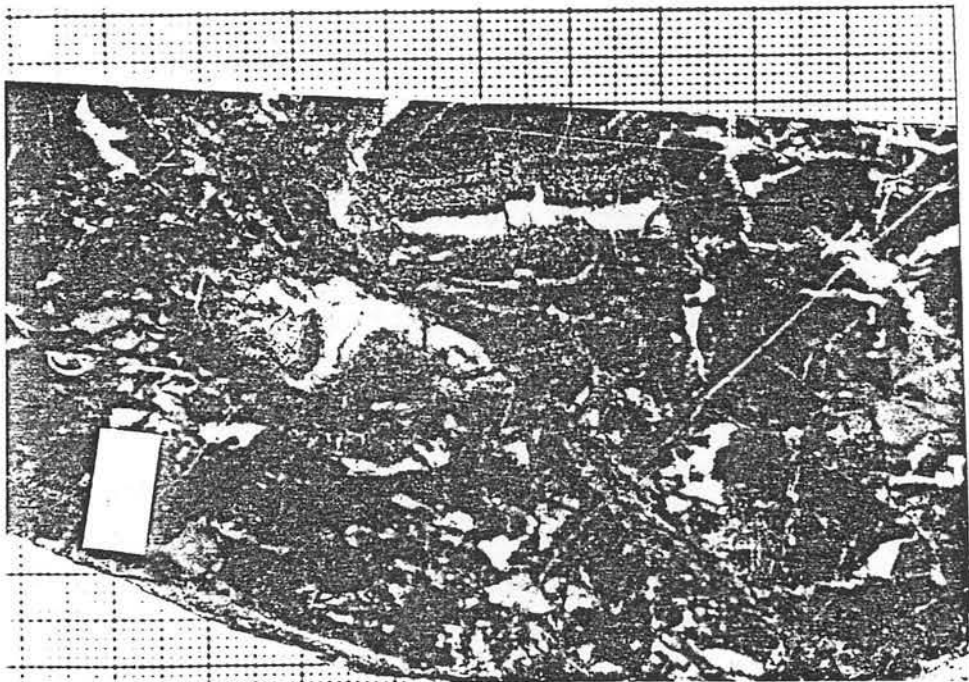


Abb. 32: Intern geopetale Hohlraumfüllung (= is) von Erzschlamm mit mm-Wechselagerung von Feinschichten mit Zinkblendepelit (weiß-grau), Calcipelit (dunkelgrau), Calcispatit (weiß), Tonminerale, Bitumen und Mergel (schwarz). Extern-s ($\hat{=}$ es) mit der gleichen Mineralparagenese.
Bergbau Dirstentritt (Großanschliff; Marke 10 x 5 mm).

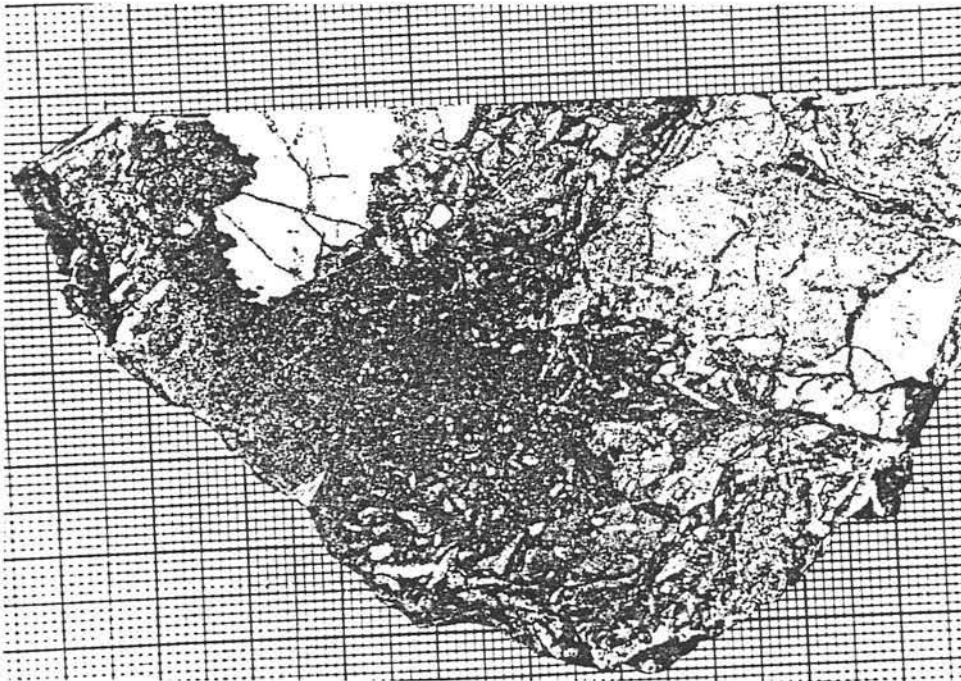


Abb. 33: Resedimentierte polymikte Breccien mit Komponenten von Zinkblendeaggregaten (hellgrau) und Wettersteinkalk (weiß bis weißgrau), zum Teil mit Zinkblende vererzt (rechts oben). Mergelig-tonige Matrix (schwarzgrau). Bergbau Dirstentritt (Großanschliff; Untergrund mm-Papier).

Die Vertiefungen können Zentimeter bis einige Meter Ausdehnung erreichen. Häufig treten mehrere Erzrinnen übereinander auf (Abb. 13).

Auffallend ist (Abb. 15), daß Erztrichter sich nach unten schmal fortsetzen, oft noch einige Meter ins Liegende zu verfolgen sind und mit Erz und bituminösem Karbonat oder Mergel gefüllt sind. Diese Spalten könnten durch tektonische Bewegungen während der Sedimentation entstanden sein.

Die erzführenden Vertiefungen erstrecken sich meistens nach einer NE-SW Richtung. Sie haben also die Form von Rinnen, Gräben oder Schluchten. Manche von ihnen sind oft eng benachbart, verlaufen parallel und stehen miteinander in Verbindung.

Die Richtungsgebundenheit der erzführenden Vertiefungen kann wohl als Hinweis für eine tektonische Anlage angenommen werden. Die

Senken mit der erzführenden Fazies wurden wahrscheinlich durch synsedimentäre, also intratriassische Tektonik angelegt. Nicht zu vergessen wäre auch, daß solche Formen von Erzkörpern zusätzlich durch Strömungserosionen und Auslaugung entstehen können.

Der sogenannte Dirstentritter Gang (Abb. 14), der von E nach W verläuft und mit 65° nach Süden einfällt, bildete überhaupt eine Ausnahme wegen seiner wirtschaftlichen Bedeutung innerhalb der gesamten Blei-Zink-Vererzungen der nördlichen Kalkalpen. Der Gang wurde nachkristallin zerschert.

Er ist durch das Auftreten großer, derber, grobkristalliner Bleiglanz-Aggregate, vererzter Hohlraumbreccien, "Einsturz- und tektonischer Breccien" und durch die große Anreicherung von Oxydationsprodukte gekennzeichnet. Entlang dieser Störungszone ist der Wettersteinkalk stark zertrümmert, mylonitisiert und ist diesfalls lokal sandig, lehmig mit rötlicher Farbe. Im Liegenden dieser Störungszone hat sich eine Mylonitzone entwickelt, die zum Teil Bleiglanz in Nestern und Bändern enthält und im Hangenden zu tektonischen- und "Einsturz-Breccien" übergeht. Darüber liegen tektonische- und Hohlraumbreccien von Wettersteinkalk mit Flußspat, Bleiglanz, Calcit, Ton und Bitumen. Gelegentlich sind in den Hohlraumbreccien zerbrochene Sedimentärerze mit gut entwickeltem Schichtgefüge zu finden. Bei dieser Breccienzone kommt es manchmal im ausgedehnten Oxydationsbereich zu lokaler Anreicherung von Wulfenit, der teilweise das Bindemittel der Wettersteinkalkfragmente bildet. Nach etwa 10 m folgt der Übergang von deformiertem Sediment zu weniger beanspruchten Bereichen.

Nach den letzten bergbaulichen Aufschlüssen der 50-er Jahre sind noch folgende Details vom Dirstentritter Revier bekannt:

Der Dirstentritter Hauptgang stellte durch seine Position und Größe räumliche Erstreckung für die Blei-Zink-Forschung ein außerordentlich wichtiges Studienobjekt dar. Es ist sehr bedauerlich, daß gerade dieses stillgelegte Revier nicht mehr befahrbar ist. Es kann daher nur größte Aufmerksamkeit auf die erhaltenen Grubenkarten und auf die Skizzen von Fachkollegen, wie TAUPITZ (1954),

gelegt werden. Das Dirstentritter Gangsystem scheint gerade in Hinblick auf die Existenz von Deformationsbreccien und internen sedimentären Breccien (Lösungsbreccien, Erzbreccien etc.) eine Bedeutung zu haben und mögen daher die gebotenen Vermutungen in Zukunft Beachtung finden.

Bemerkenswert ist allenfalls, daß die ausgedehnten Breccienareale des Dirstentritter Hauptganges einseitig sich aus dem unbeschädigten Karbonatgesteinen verschiedener stratigraphischer Lage zu einem Erzgang entwickelten, und daß die gegenüber liegende Ganggrenze durch eine tektonische Scherfläche ausgesprochen scharf ausgebildet ist (Abb. 14). Eine genetische Betrachtung, die dieses Gangsystem als syndiagenetisch oder postdiagenetisch durch Umlagerungen und Mobilisationen erklären will, stellt eine Möglichkeit dar, ist aber keineswegs nach allen Gesichtspunkten befriedigend. Die einseitige scharfe tektonische Gangbegrenzung macht zwar im Hinblick auf die normale Gangmineralisation eine postkristalline Deformation deutlich, doch wird damit die Existenz der ausgedehnten erzführenden Breccienzonen noch nicht erklärt.

Wegen der derzeitigen Unzugänglichkeit der wissenschaftlich wertvollen Objekte können jetzt nur Vermutungen über die genetische Anlage geäußert werden. Nach dem Stand der Kenntnisse über Blei-Zink-Vererzungen in Karbonatgesteinen müßte unbedingt die Möglichkeit in Betracht gezogen werden, daß das diskordante Gangsystem die Wegsamkeit für zirkulierende metallführende Lösungen darstellt.

Nachdem die Anlage der Gangvererzung als triassisch angenommen werden muß, könnte an Zufuhrwege im triassischen Meeresboden gedacht werden, wobei intern im Einzugsgebiet der mineralisierenden Lösungen durch die Reaktion mit dem Kalkgestein sogenannte Lösungsbreccien zustande kommen könnten. In diesem angenommenen Fall würde das Dirstentritter Gangsystem etwa dem triassischen diskordanten Gangsystem von Bleiberg im Sinne von SCHULZ (1967) entsprechen.

Es sollte aber auch an die Möglichkeit von Verkarstungseinflüssen und eine Mineralisation im Zusammenhang mit Trockenlegung und Landhebung sowie eine chemische und mechanische Resedimentation durch Karstphänomene gedacht werden. Nach den bisherigen Beschreibungen dieses unzugänglichen Lagerstätten-Erzkörpers ist zwar über charakteristische Anlagerungsgefüge, die eine mechanische detritische Re-

sedimentation in der Trias erkennen ließen, nichts bekannt, doch sollte zumindest eine Diskussion erst dann stattfinden, wenn die wertvollen untertägigen Lagerstättenkörper wieder einmal zugänglich sind. Rein hypothetisch möchte ich aber einer Erklärung mit thermaler Stoffzirkulation als Vererzungsursache den Vorzug geben.

Wirtschaftliche Aspekte

Um eine richtige Vorstellung über die Größe, räumliche Ausdehnung und Erschließung dieses wirtschaftlich und wissenschaftlich interessanten Bergbaugesbietes zu erhalten, muß man erst die beträchtliche Ausdehnung der Stollen mit ihren vielen Strecken, Verzweigungen, Schächten und Abbauräumen berücksichtigen.

Auf Grund der alten Grubenpläne, Skizzen, Abbildungen, Berichte von der letzten Bergbauperiode, sowie wichtiger mündlicher Mitteilungen von Bergleuten, die letztlich in diesem Bergbau tätig waren, läßt sich schließen, daß bei diesem Bergbaurevier ein sehr wichtiger Hoffnungsraum doch noch besteht.

In der letzten Bergbauperiode, den 50-er Jahren, wie mir berichtet wurde, hat man mit Baggern gearbeitet und nur die mit freiem Auge sichtbaren Erze gewonnen und nicht weiter auf spärliche Erzgehalte geachtet. Das Problem lag darin, daß reichliche Oxydationsprodukte und vor allem die Pb-Zn-Karbonate Unannehmlichkeiten für die Aufbereitung boten. Demnach müßte also noch eine Vererzung vorhanden, wenn auch nicht aufgeschlossen, sein.

Auf Grund dieser Aufbereitungsschwierigkeiten und wegen Rückgang der Metallpreise wurde im Jahre 1952 die Untersuchung des Dirstentritter Vorkommens durch die Bleiberger Bergwerks-Union eingestellt. Gleichzeitig aber konzentrierte sich die Tätigkeit der B.B.U. auf neue Unterfahrungsstollen des Pb-Zn-Bergbaues Lafatsch im Hinterautal.

Für eine zukünftige Aufschließung des Bergbaues Dirstentritt muß man zunächst neuere Untersuchungen im Liegenden des Haupterzganges vornehmen und die Erstreckung der gesamten Lagerstätte nach Westen bis in das Reißenschuh-Revier untersuchen.

Man muß auch im Grenzbereich der Raibler Schichten weitere lagerstättenkundliche Untersuchungen durchführen, sobald eine untertägige Befahrung wieder möglich ist.

Es wäre auch denkbar, daß entlang des Grenzbereiches Wettersteinkalk zu den stratigraphisch darüberliegenden Raibler Schichten ein Hoffungsgebiet zu suchen ist.

Die schichtige Verbreitung der Erze in diesem Gebiet läßt prinzipiell darauf schließen, daß ein Hoffungsbau in der flächigen Erstreckung der prädestinierten Abfolge des obersten Wettersteinkalkes sinnvoll wäre. Die Position des Schichtpaketes mit E-W-Richtung im Streichen und $45 - 60^{\circ}$ S-Fallen läßt eine Fortsetzung der Lagererzkörper für möglich erscheinen. Eine große Teufenerstreckung der Lagererze in diesem Bereich ist gegeben. Die untersten Einbaue (Wendelin-Stollen) befinden sich etwa 1000 m tiefer als die Fundbaue.

8.5. Feigenstein

In der Lokalität Feigenstein (Abb. 6, 7, 8) treten sowohl konkordante Vererzungen, die parallel zur Streichrichtung des Wettersteinkalkes verlaufen und sich etwa 50 m weit nachweisen lassen, als auch diskordant schlauchförmige Erzkörper auf.

Interessant für dieses Bergbaurevier ist das Erstrecken des unregelmäßig begrenzten und schlauchförmigen Haupterzkörpers (Abb. 8) mit seiner Längsachse 32 m in die Tiefe. Er setzt sich aus drei zueinander parallelen N-S verlaufenden Kluftfüllungen zusammen, wobei die Bauhöhe der Gesamtvererzung etwa 350 m beträgt und ihr unteres Ende nicht erreicht wurde.

Bemerkenswert sind die polymikten Hohlraumbreccien, deren vererzter Wettersteinkalk, seltener die Flußspat-Komponenten, vielfach Kopfgröße erreichen.

Die Kalkkomponenten zeigen Korrespondenzgrenzen, und es bestehen alle Übergänge von zerstörtem Sediment über Bereiche mit schwach und stark entwickeltem Fugennetzwerk bis zu Abschnitten, in welchen der Zusammenhang der Fragmente total zerstört ist, sodaß ein polymiktes Trümmerwerk vorliegt. Das Bindemittel dieser Breccien

besteht aus Fraktionsdetritus, aber für die Ausgestaltung des Fugennetzes waren die Zirkulation von Erzlösungen und ihre Mineralisation von großer Bedeutung.

In vielen Probenstücken konnte ich beobachten, daß der Anteil der Komponenten bzw. des Bindemittels unterschiedlich ist. Häufig ist die Beteiligung des Bindemittels so gering, daß es kaum in Erscheinung tritt und somit kommt es zu einem gegenseitigen Eindringen und Eindringen der Komponenten. Die Komponenten können scharfkantig bis kantengerundet sein. Gelegentlich ist in den Komponenten, die primäre Schichtung des Karbonatsediments, zu sehen. Es ist eine raumrhythmische mm-Wechsellagerung von Calcipelit, Calcispatit, Zinkblendelutit und Tonminerallagen. Nicht selten kann man beobachten, daß in den Komponenten feine arenitische Breccien, Pellets, Bioklaste und Tonmineralsuturen enthalten sind.

Vielfach ist der Typ Deformationsbreccie in Form von rupturrell deformiertem Wettersteinkalk mit belteroporer Internanlagerung von Schalenblende und mit von diesen Zirkulationsräumen ausgehenden metasomatische Vorgängen (feinkörniger Zinkblende im Kalklutitkomponenten) verbreitet.

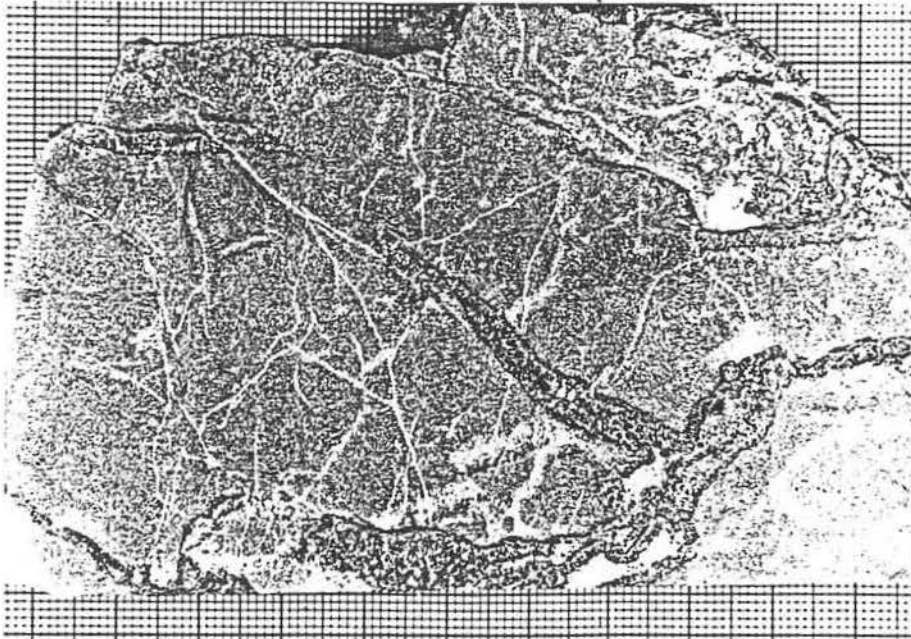


Abb. 34: Rupturrell-deformierter Wettersteinkalk (hellgrau) mit belteroporer Internanlagerung von Schalenblende (dunkelgrau) und Calcispatit (weiß).

Großanschliff: Bergbau Feigenstein, Untergrund: mm-Papier.

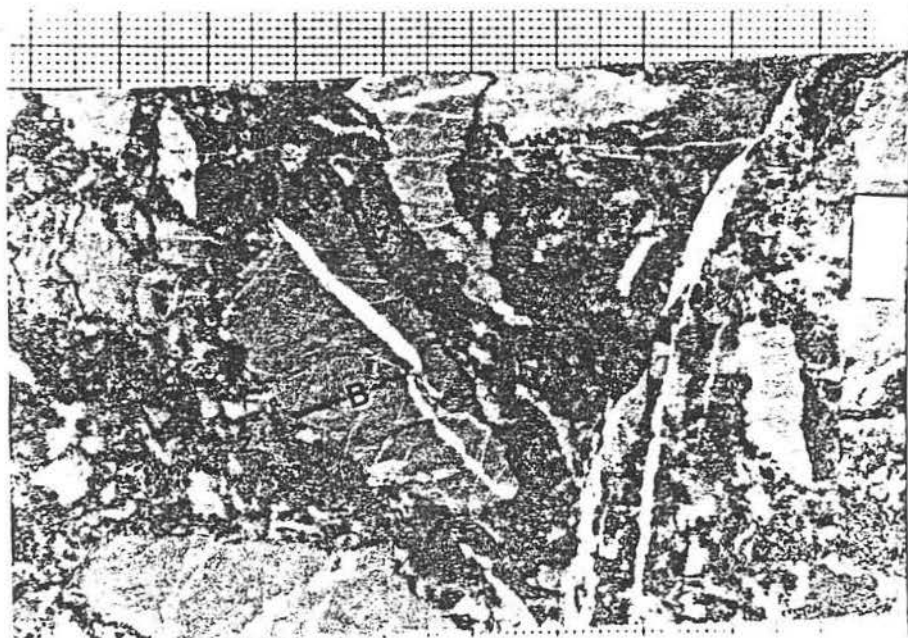


Abb. 35: Vererzte polymikte Hohlraumbreccie. Bleiglanz (schwarz), Zinkblende (dunkelgrau), Calcipelit, Flußspat, Ton (schwarzgrau), Calcit (weiß).

Großanschliff (Marke 10 x 5 mm). Bergbau Feigenstein.

Nach den überlieferten Plänen und den Aussagen von TAUPITZ (1954) liegt in Feigenstein eine sehr steil einfallende Schichtfolge des obersten Wettersteinkalkes vor. Ein schlauchförmiger post-mineralisch zerscherter Erzkörper verläuft offenbar beiläufig aber keineswegs konkordant innerhalb eines Schichtpakets.

Die Form dieses schlauchförmigen Körpers, des konkordanten aber doch schicht- und zeitgebundenen Erzkörpers erinnert bei genauer Betrachtung etwas an die Gegebenheiten in den italienischen Blei-Zink-Lagerstätten von Salafossa in den Dolomiten bei Sappada. Zu diesem Vergleich passen auch die überwiegend auftretenden Vererzungen vom Typ der mineralisierten Deformations- und Resedimentbreccien. Auch für diesen Fall ist außerordentlich bedauerlich, daß zur Zeit keine Studien in den Grubenaufschlüssen durchführbar sind.

Die Möglichkeit einer genetischen Erklärung könnte in einer mineralisierten Thermentätigkeit im triassischen Meeresboden liegen, doch kann auch an die für Salafossa umstrittenen Erklärungen von LAGNY (1971, 1973, 1974) gedacht werden, der die Vererzungen auf Erosion und Verkarstung der triassischen Sedimente zurückführt.

Wirtschaftliche Aspekte

Um in das Grubengebäude zu gelangen, müßte ein größeres Abseilmanöver durchgeführt werden. Ob anschließend eine weitere Begehung möglich wäre, ist völlig unbekannt.

Gerade im Fall der Lagerstätte Feigenstein scheint eine Erstreckung des schlauchförmigen Erzkörpers mit dem oberen Wettersteinkalk nach der Teufe zu gegeben sein.

Von den oberen Aufschlüssen (Johann-Baptist-Stollen 1320 m) hinunter bis zum Anna-Stollen (1010 m) ergibt sich ein Höhenunterschied von 290 m. Grubenpläne lassen Hinweise zu, daß die Bauhöhe der Vererzung etwa 350 m beträgt, wobei das untere Ende des schlauchförmigen Erzkörpers noch nicht erreicht wurde. Demnach besteht unterhalb des 1010 m Horizontes noch Hoffungsgebiet in dieser Lagerstätte.

Hier sei auch in Erinnerung gebracht, daß weit oberhalb der höchsten Aufschlüsse spärliche Vererzungen in diesem Schichtpaket zu finden sind (Lorenzi-Grube, Geierkopf, Hohe-Warte etc.), Lokalisationen, in welchen früher einmal intensiv abgebaut wurde. In diesem Gebiet bestehen aber unterschiedliche Vererzungstypen. Der Gesamthöhenunterschied der Vererzung beträgt dann ca. 1200 m.

8.6. Silberleiten und Biberwierer Scharte

Die Lokalität Silberleiten und Biberwierer Scharte zeigen eine mehr oder weniger ähnliche Ausbildung bezüglich der Vererzungen und des Breccientyps und werden deshalb zusammengefaßt. Es treten hier sowohl Deformationsbreccien als auch sedimentäre bzw. resedimentäre Breccien auf.

Auf Grund des Haldenmaterials herrscht im Bergbau Silberleiten der Typ der Deformationsbreccien vor, während die sedimentären Breccien bei der Biberwierer-Scharte dominieren.

Vererzt sind die mikritischen Wettersteinkalk- bzw. -dolomit-Komponenten. Bei den Deformationsbreccien handelt es sich vorwiegend um Lösungsbreccien im rapturell deformierten Wettersteinkalk- bzw. -dolomit mit belteroporer Internanlagerung von Schalenblende und Bleiglanz in Kalkmikrit.

Bemerkenswert beim Bergbau Biberwierer-Scharte (Abb. 2) ist das Auftreten von erzführenden Vertiefungen, wie sie z. B. in den Lokalitäten Reißenschuh und Dirstentritt anzutreffen sind. Diese

Vertiefungen, die meistens eine kolk- bzw. rinnenartige Form haben und etwa 2 m tief sind, greifen in das Liegende hinein und werden vom ungestörten Hangenden ohne scharfe Grenze überdeckt. Zwischen diesen Vertiefungen und dem Hangenden besteht ein allmählicher Übergang. Die darin befindlichen Erze haben keine deutliche oder gar keine Schichtung und enthalten Aufarbeitungsprodukte, wie etwa Nebengesteins- und Erzbruchstücke.

Als Nebengesteinsbruchstücke kommen meist Wettersteinkalk- bzw. Dolomitkomponenten, die gelegentlich vererzt sind, vor; hin und wieder sind auch Algenstromatolithen und mergeliger bzw. bituminöser Kalk als Bruchstücke anzutreffen.

Als Erzbruchstücke kommen, in der mergelig-bituminösen Masse schwimmend, zerbrochene Schalenblenden, die Bleiglanzfragmente enthalten, vor.

Wirtschaftliche Aspekte

Obwohl die Bergbaue Silberleiten und Biberwierer-Scharte in den früheren Jahren eine sehr reiche Vererzung (vorwiegend Bleiglanz) ergaben, müssen zumindest in der Grube Silberleiten im Schachtkopf nach den Literaturangaben, Abbildungen und Skizzen die Hoffnungsbaue als erschöpft oder als größtenteils abgebaut angesehen werden. Das spärliche Auftreten der Blei-Zink-Erze und die tektonische Position dieses Schichtpaketes läßt vermuten, daß keine Chancen für einen Hoffnungsbau bestehen. Hier sind keine großen Teufen-erstreckungen des Erzkörpers zu erwarten, wenn man den Schachtkopf als abgeglittenen Teil der Inntaldecke betrachtet. Die letzten Bohrungen im Jahre 1909 am Schachtkopf blieben ohne Erfolg. Die Masse der erzhaltigen Rückstände dieses Reviers ist bereits verarbeitet und sind selbst die in den Schlackenhalden erhaltenen Metallreste gewonnen worden. Im Jahre 1921 wurde der Betrieb eingestellt. Seit 1922 ist der ganze Bergbau gefristet, nachdem er

länger als vier Jahrhunderte (seit 1511) in ununterbrochener Belegung gestanden hatte.

Während im Schachtkopf die Hoffnungsgebiete erschöpft erscheinen, kann der Bergbau Biberwierer-Scharte und die in den letzten Jahren ermittelte Fortsetzung der Vererzung im Wampater-Schrofen (Friedrich-Hammacher-Stollen, 1960 m) als Hoffnungsgebiet angesehen werden. Die große räumliche Ausdehnung dieses Gebietes und das reichliche Vorhandensein von Blei-Zink-Vererzung im Haldenmaterial, läßt vermuten, daß hier doch Erze zu finden sind. Ihre Abbauwürdigkeit bedarf jedoch zuerst einer gründlichen Überprüfung. Es müssen hier neue Bohrungen und genauere lagerstättenkundliche Gefügeuntersuchungen unternommen werden.

Über die Verteilung der Breccienkörper kann freilich zur Zeit keine Aussage gemacht werden. Die meisten Stollen sind unzugänglich. Auf Grund der bekannten Literaturangaben und der Abbildungen von TAUPITZ (1954) vermute ich, daß diese Breccien im Nahbereich des schichtigen Erzkörpers entwickelt sind.

Diese erwähnten Lokalitäten liegen aber geographisch sehr ungünstig, sodaß ihre wirtschaftliche Nutzung auch bei anhaltender Vererzung an den Abbau- und Transportkosten scheitern könnte.

8.7. Haverstock, Handschuhspitze und Marienberg

Die Lokalitäten Haverstock, Handschuhspitze und Marienberg werden hier zusammengefaßt, weil sie eng aneinander gereiht sind und den gleichen Erztypus aufweisen. Für diese drei Vorkommen ist zu erwähnen, daß bei allen vorwiegend eine schichtgebundene Vererzung auftritt. Eine Ausnahme macht die Lokalität Haverstock, die neben schichtgebundener auch eine diskordante Vererzung aufweist.

Bei diesen Lokalitäten konnten hauptsächlich Wettersteinkalk-Deformationsbreccien, seltener sedimentäre bzw. resedimentäre Breccien nachgewiesen werden.

Bemerkenswert ist, daß hier bei allen drei erwähnten Vorkommen die gleiche Breccienausbildung zu finden ist.

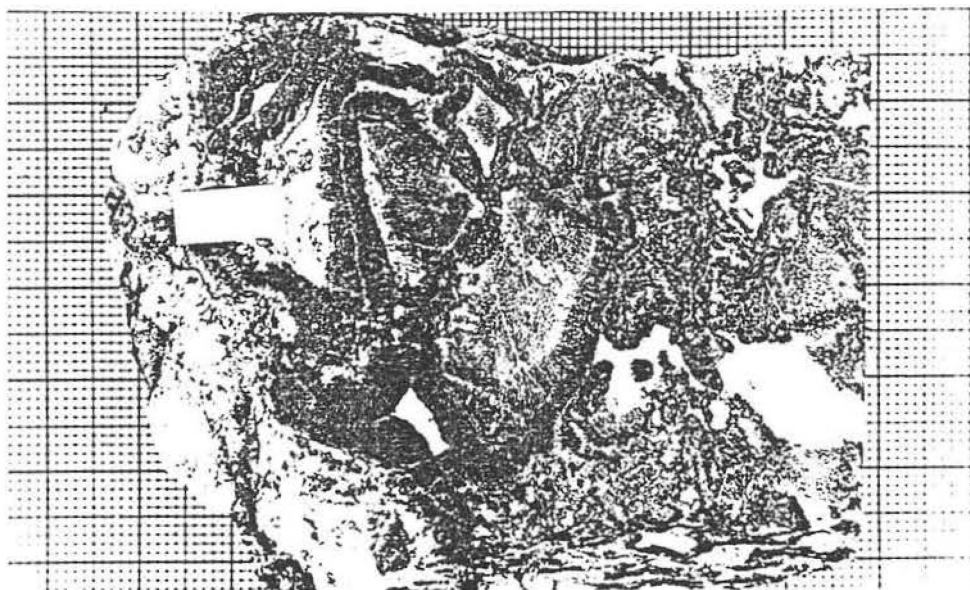
Es tritt vor allem rupturrell deformierter Wettersteinkalk mit belteroporer Internanlagerung von Schalenblende, untergeordnet mit Bleiglanz, in Kalklutit auf. In diesen Kalkbreccien tritt neben der wegsamkeitsbegünstigten Erzanlagerung auch wolzig-diffuse, metasomatische Internanlagerung von feinkristalliner Zinkblende im Calcilutit in Erscheinung.

Hier konnten auch echte schichtige sedimentäre Erzgefüge gefunden werden. Es handelt sich um mm-Wechselagerung von Calcipelit, Calcispatit, Zinkblendepelit, sowie s-parallelen Bleiglanzaggregaten und Tonminerallagen.

Wirtschaftliche Aspekte

Wenn auch über dieses Gebiet keine Unterlagen zugänglich waren, so möchte ich doch meine Vermutung bekanntgeben, daß in dem Gebiet noch Blei-Zink-Erze in reichlichem Maße vorhanden sein könnten.

Prinzipiell müßte ein Hoffungsgebiet schon wegen der generell schichtigen Verbreitung der Erze gegeben sein und sollte in der allseitigen flächigen Erstreckung der prädestinierten Abfolge des obersten Wettersteinkalkes zu suchen sein. Die Position des Schichtpakets ist mit $55 - 70^\circ$ ENE-WSW im Streichen und mit $60 - 70^\circ$ nach Süden im Fallen anzugeben und läßt prinzipiell auch eine Fortsetzung an Lagererzkörpern für möglich erscheinen.



36: Rupturrell deformierter Wettersteinkalk mit belteroporer Internanlagerung von Schalenblende als Saum (dunkelgrau-schwarz=s) und Metasomatose von feinkörniger Zinkblende (dunkelgrau) im Kalklutit (hellgrau), spätiger Calcit (weiß), Bleiglanz (schwarz). Bergbau Haverstock. Großanschliff (Marke 10 x 5 mm).

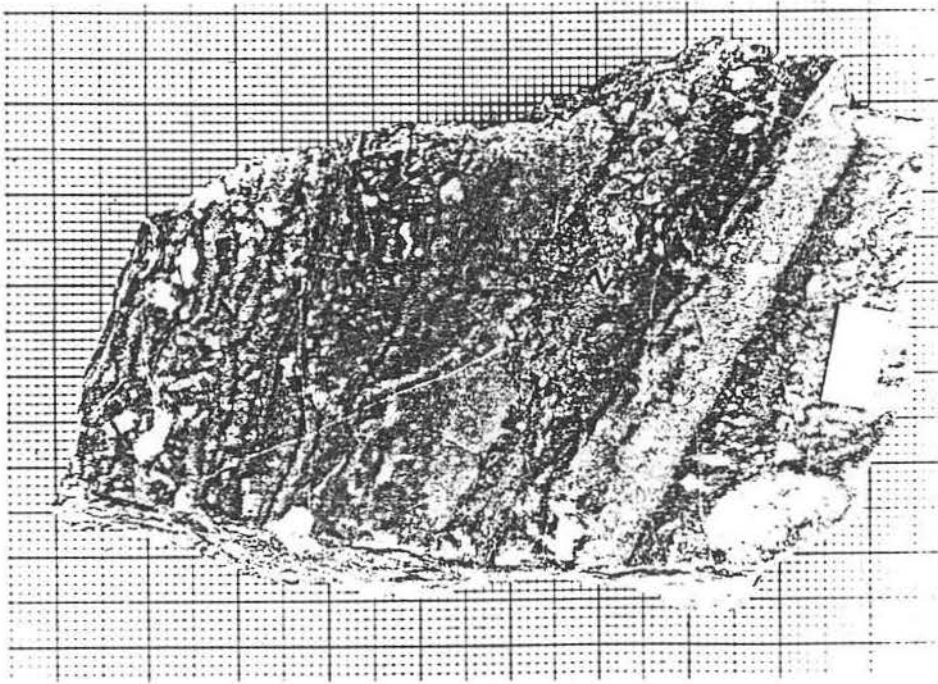


Abb. 37: Wechsellagerung mit mm-rhythmischer Abfolge von Calcipelit (dunkelgrau), Calcispatit (weiß), Tonmineral- und Bitumenlagen (schwarz) und Zinkblende (hellgrau=z).
Bergbau Haverstock, Großanschliff (Marke 10 x 5 mm).

Auf Grund der sehr reichlichen Beteiligung von Breccienerzen im Haldenmaterial darf der Schluß gezogen werden, daß derartige Vererzungstypen in den vermutlichen Erzkörpern des Gebietes noch erhalten sind.

Wegen der Unzugänglichkeit der Stollen kann die Ausdehnung und Lage der Erzkörper im Gesteinsverband nicht beobachtet werden. Es wird jedoch vermutet, daß im Nahbereich des schichtigen Erzkörpers solche Erzkörper entwickelt sind.

Diese Vermutung wird dadurch gestützt, daß in der Nähe der erwähnten Lagerstätten eine weitere Pb-Zn-Vererzung in der Lokalität Feigenstein vorliegt und somit eine Teufenfortsetzung der Erzkörper zu erwarten ist.

Diesen Hoffnungen auf geschätzte vererzte Breccien steht die ungünstig hohe Lage des Gebietes, zwischen 1800 - 2200 m ü. d. M. entgegen.

8.8. Grünstein, Grieß-Spitze und Tajakopf

Die Lokalitäten Grünstein, Grieß-Spitze und Tajakopf zeigen mehr oder weniger die gleichen Erzausbildungsformen. Hier treten vorwiegend schichtgebundene Vererzungen auf.

Die Gefügemerkmale ergaben, daß in diesen Vorkommen der Typ Deformationsbreccie dominiert. Es kommen hauptsächlich Lösungs-breccien im rupturrell-deformierten Wettersteinkalk mit belteroporer Internanlagerung vorwiegend von Bleiglanz und weniger von Zinkblende im Kalkmikrit vor. Der Typ der Breccien ist einwandfrei zu erkennen. Dafür sprechen folgende Merkmale: Die Komponenten zeigen korrespondierende Fragmentgrenzen; ihre Größe variiert im cm-Bereich. Als Bindemittel der Komponenten kommt Zerreibsel vor.

Es ist zu bemerken, daß mit der Zunahme der Mineralisation im Fugennetzwerk auch zusätzlich metasomatische Prozesse in Erscheinung treten. Das Netzwerk von Haarrissen bildet die bevorzugte Wegsamkeit für Lösungen. Von diesen Haarrissen aus erfolgte die Verdrängung des Karbonatsediments.

Das Verhältnis Bleiglanz zu Zinkblende im Haldenmaterial ist unterschiedlich. Im Bergbau Tajakopf ist es mit 10 : 1 anzugeben, während bei den Vorkommen Grünstein und Grieß-Spitze das Verhältnis etwa 1: 1 ist.

Wirtschaftliche Aspekte

Auf Grund des spärlichen Auftretens von Blei-Zink-Erzen im Haldenmaterial und wegen der ungünstigen geographischen Lage der Vorkommen, läßt sich vermuten, daß in diesen Lokalitäten keine oder nur sehr geringer Chancen für ein Hoffnungsgebiet bestehen.

Über die Verteilung der Breccienkörper kann freilich keine Aussage gemacht werden. Die Stollen sind unzugänglich, ich vermute jedoch, daß die Breccien im Nahbereich der schichtigen Erzkörper entwickelt sind. Über die angeführten Lokalitäten existieren keinerlei Literaturangaben und Skizzen (Pläne).

8.9. Tschirgant

Im Bergbaurevier Tschirgant (Abb. 21, 22) treten einerseits schichtgebundene Vererzungen, andererseits diskordante Erzkörper auf. Hier kommen sowohl bei den schichtgebundenen als auch in den diskordanten Erzkörpern vererzte Wettersteindolomitbreccien vor.

Im Lagerungsverband sind typische Verdrängungsprozesse zu erkennen. Die reaktionsfreudigen Karbonate reagieren mit dem aktivem Fluor, sodaß man nur Relikte von Karbonatsedimenten, als Lösungsbreccien in der grobkristallinen Flußspatmasse schwimmend, sehen kann. In solchen chemischen Anlagerungsprozessen waren auch die Erzminerale, in diesem Fall Bleiglanz, Zinkblende und Pyrit, beteiligt, sodaß sie nunmehr in grobkristalliner, derber Ausbildung zu sehen sind.

Bemerkenswert für dieses Revier ist also das Auftreten von bereits vererzten rupturell deformierten Wettersteindolomitbreccien, die vorwiegend in einer Flußspatmasse schwimmen.

Die Gefügeuntersuchungen ergaben, daß der Typ der Deformationsbreccien vorherrscht. Die Dolomitkomponenten weisen häufig Korrespondenzgrenzen und Rupturen auf. Vielfach bestehen Übergänge von unbeschädigtem Sediment in Bereiche mit schwach bis stark entwickeltem Fugennetzwerk. Die Größe der Komponenten variiert vom mm- bis cm-Bereich.

Das Bindemittel der Komponenten ist unterschiedlich. Es kommt wohl Friktionsdetritus in den zerbrochenen Karbonaten vor, jedoch waren für die Anlage und Verheilung des Fugennetzwerkes die Zirkulation von Lösungen von Bedeutung. Das Verhältnis von Zinkblende zu Bleiglanz ist mit 3 : 1 abzuschätzen.

Wirtschaftliche Aspekte

Sämtliche Baue vom Tschirgant sind nicht oder nur mehr ein kurzes Stück befahrbar, sodaß sich meine Ausführungen und Abbildungen auf das, in manchen Fällen reichlich vorhandene Haldenmaterial beziehen müssen. Bei diesem Bergbaurevier konnten reichliche Erzminerale mit über 1000 m³ nachgewiesen werden, die hauptsächlich eine Zinkblendeführung mit Flußspat zeigen.

Da man in früheren Jahrzehnten nur auf das Bleierz Wert gelegt hat, könnte auch in diesem Fall eine falsche Einschätzung der Vererzung vorliegen. Dies bisherigen Auffassungen über Form, Verbreitung und Entstehung der Erzkörper differieren. So äußerte sich seinerzeit MUTSCHLECHNER (1954), daß prinzipiell metasomatische Vererzungen in Klüften vorliegen. Hingegen sieht TAUPITZ (1954) eine echte schichtgebundene Vererzung und VOHRYZKA (1968) nach einem Gutachten von SEIDEL (1932), schließt sich der Meinung von MUTSCHLECHNER (1954) an.

Nach meiner Meinung dürfte vorwiegend eine schichtgebundene Mineralisation vorliegen, weil im Haldenmaterial doch viele Stücke mit lagigen Gefügen vorliegen, welche für eine schichtige Verbreitung der Erze und Minerale sprechen. In einem Flußspat-Tagbau (Abb. 21) konnten im Anstehenden auch schichtige Erzgefüge mit Ton- und Bitumenlagen nachgewiesen werden.

Die Beurteilung der Lagerstättenkörper des Tschirgantgebietes ist auf Grund der spärlich vorhandenen Skizzen, und kann wegen unzugänglicher Stollen und des komplizierten tektonischen Baues, außerordentlich vage.

Auf Grund vererzter flächiger Gefügeelemente, vermute ich, daß die Genese der Erze durch primäre Anlagerung erfolgt ist.

Auffallend ist die reichliche Vertretung von Breccien im Haldenmaterial. Dies sollte prinzipiell Anlaß für weitere Beobachtungen in diesem Revier sein. Es ist mir heute nicht möglich, über diese Vermutung hinausgehend Angaben zu liefern.

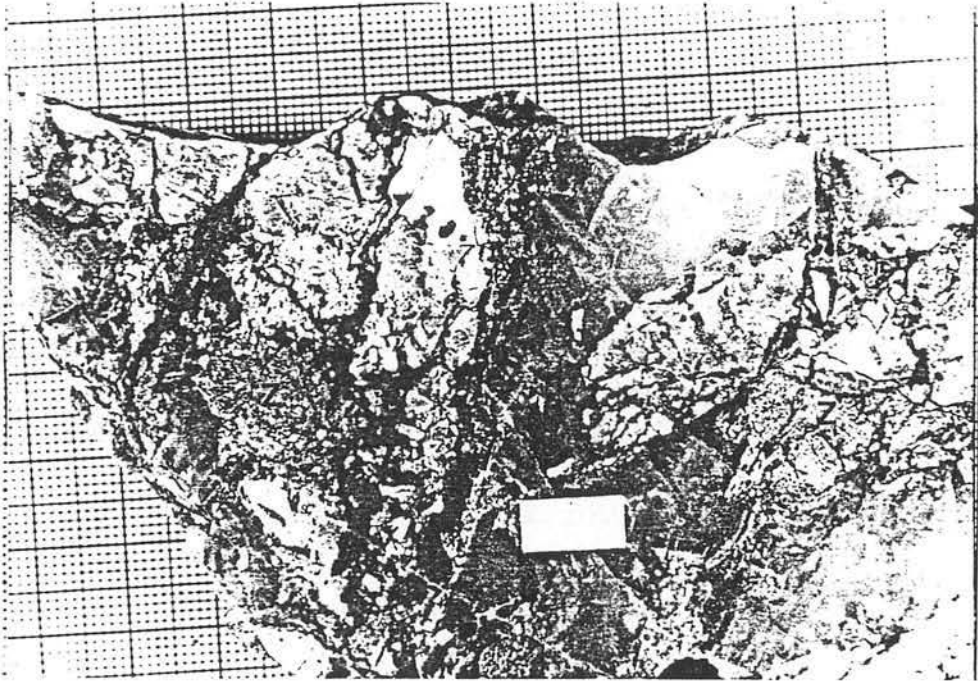


Abb. 38: Ausschnitt aus "Lösungsbreccien" mit vererzten Wettersteindolomitfragmenten (weiß - hellgrau), Zinkblende (grau=z), Bleiglanz, Bitumen und Ton (schwarz) die in einer Flußspatmasse (hellgrau bis dunkelgrau) eingebettet sind.

Bergbau Tschirgant. Großanschliff (Marke 10 x 5 mm).

8.10. Laagers und Eibental

Im Laagers-Revier (Eibental, Laagers-E, Laagers-Gipfelbaue) tritt vor allem eine schichtgebundene Vererzung auf. Vererzt ist der mikritische Wettersteindolomit. Es besteht eine große Ähnlichkeit unter den innerhalb dieses Reviers auftretenden Vererzungstypen.

Hier sind vor allem Deformationsbreccien einschließlich Lösungsbreccien zu finden.

Der Beweis, daß im hellgrauen mikritischen Wettersteindolomit des Laagers der Typ Deformationsbreccien dominiert, geht aus Gefügemerkmalen in Komponenten und Bindemittel hervor.

Die Komponenten weisen häufig korrespondierende Grenzen und Rupturen auf, und es bestehen Übergänge von gesundem Sediment über Bereiche mit schwach und stark entwickeltem Fugennetzwerk. Die Größe der Komponenten variiert im Zentimeterbereich.

Das Bindemittel der Dolomitbreccien besteht aus Zerreibsel. Die chemische Internanlagerung im Fugenraum setzt sich zusammen aus Dolomikrit und teilweise Dolomitapatit; diese Anlagerung bewirkt einen Farbenunterschied zwischen Bruchstücken und Fugenfüllung, wobei die Existenz der Deformationsbreccien auffällt. Gelegentlich wird bei Annäherung an vererzten Zonen der Dolospatit von Flußspat und Quarz begleitet. Makroskopisch läßt sich diese Mineralisation durch die dunkle Färbung erkennen. Mit fortschreitender Fremdmineralisation ist das Auftreten von Bleiglanz mit etwas Zinkblende verbunden. Stärkere Bleiglanzgehalte im Fugennetz der Dolomitbreccie sind auch makroskopisch zu sehen. Mit dieser Steigerung der Mineralisation treten auch metasomatische Vorgänge auf.

Nicht jeder deformierte Bereich muß vererzt sein. Man gewinnt den Eindruck, daß ausgedehnte rapturell beschädigte Sedimentzonen vorliegen, die gar keine Metallisation oder zumindest keine wesentliche erfahren haben.

Das Verhältnis von Bleiglanz zu Zinkblende in den abgebauten Erzen dürfte sich wie 5 : 1 verhalten haben.

Wirtschaftliche Aspekte

Wenn auch über dieses Gebiet keinerlei Unterlagen zugänglich waren, so möchte ich meine Vermutungen bekannt geben, daß in diesem Bergbaurevier, auf Grund des spärlichen Auftretens von Blei-Zink-Erzen und wegen der hohen, ungünstigen topographischen Lage eher nicht mit einem Hoffungsgebiet gerechnet werden sollte. Es wäre allerdings denkbar, daß die schichtige Verbreitung der Erze in der allseitigen flächigen Erstreckung der prädestinierten Abfolge des Wettersteindolomites zu suchen ist. Die Position des Schichtpaketes ist generell mit $70 - 90^\circ$ im Streichen und mit $45 - 60^\circ$ N im Fallen anzugeben und läßt prinzipiell auch eine Fortsetzung an Lagererzkörpern für möglich erscheinen.

Nachdem einerseits keine alten Arbeitsunterlagen vorhanden, andererseits keine Stollen zugänglich sind, kann über die Verbreitung des Breccienkörpers keine Aussage gemacht werden. Der Teufenunterschied ist jedoch beträchtlich und reicht von 2200 m bis 1300 m hinunter.

9 . Schwefelisotopenverhältnisse

Es liegen 113 Schwefelisotopenanalysen von 15 Lokalitäten des Arbeitsgebietes vor (Tafel II, Seite 142 - 145). Bei diesen handelt es sich größtenteils um unveröffentlichte Ergebnisse, die im Institut für Allgemeine und Angewandte Geologie und Mineralogie der Universität München durchgeführt wurden, teils um Analysen von, im Zuge der eigenen Geländebegehungen bzw. Grubenbefahrungen aufgesammelten Proben, die im Institut für Radiumforschung und Kernphysik in Wien gemacht wurden. Für die Bekanntgabe der in München erarbeiteten Daten wird Herrn Dr. I. Fruth gedankt. Die Untersuchungen in Wien führte Herr Dr. E. Pak aus.

Vor längerer Zeit versuchten RÖSLER & LANGE auf Grund der Untersuchungen der Isotopenverhältnisse, betreffend die leichten S^{32} und schweren S^{34} Schwefelisotopen, genetische Rückschlüsse zu ziehen. Die zusammenfassende Tabelle bei RÖSLER & LANGE (1976), S. 487 zeigt, daß das Verhältnis $^{32}S/^{34}S = 22.21$ (auch 22.220, Ault und Jensen, 1962) des Troilits des Eisenmeteorits Cñon Diablo (CD-Standard) unserem Verhältnis des Schwefels etwa vom Erdmantel ($\delta^{34}S \approx 0.0/00$) entspricht.

Der $\delta^{34}S$ -Wert wird als genetisches Kriterium herangezogen, ob die erzführenden Lösungen, von einer Intrusion aus größerer Tiefe, wie etwa aus dem Erdmantel ($\delta^{34}S = 0$, kleiner Streubereich), oder aus einem sedimentären Bereich ($\delta^{34}S$, starke Abweichung von Null, großer Streubereich), stammen. Im sedimentären Bereich ist die bakterielle Fraktionierung für die Sulfid- und Sulfatreduktion maßgeblich, während unter magmatischen bzw. hydrothermalen Bedingungen der Isotopenaustausch zwischen H_2S , SO_2 , SO_4^{-2} etc., von wesentlichem Einfluß ist.

Für die Auswertung von Schwefelisotopen und die Klärung der Herkunft des Schwefels in meinem Arbeitsgebiet, wurden einerseits die Arbeiten von FRUTH & MAUCHER (1966), SCHROLL & WEDEPOHL (1972), SCHROLL (1976), DROVENIK et al. (1970, 1976), BRIGO & OMENETTO (1979), SCHROLL & KÖPPEL (1979), DROVENIK, DUHOVNIK & PEZDIC (1979)

herangezogen, andererseits wurden Vergleiche mit $\delta^{34}\text{S}$ -Werten von Sulfiden bekannter Blei-Zink-Erzlagerstätten in triassischen Schichten (Anis-Ladin-Karn) beiderseits des periadriatischen Lineaments mit Schwerpunkten Topla, Mezica, Bleiberg-Kreuth, Raibl, Salafossa, Aurzono und Gorno angestellt.

Im Zusammenhang mit einer feinstratigraphischen Bearbeitung der schichtgebundenen oberladinisch-karnischen Blei-Zink-Lagerstätte von G o r n o haben FRUTH & MAUCHER (1966) auch gezielte Zinkblendeproben auf Schwefelisotopen untersucht. Die $\delta^{34}\text{S}$ -Werte der Zinkblenden dieser Lagerstätte zeigen eine breite Streuung von + 3.8 bis - 9.8 ‰ über den ganzen Lagerstättenbereich, wobei typische Häufungen für einzelne Lagerstättenteile zu bemerken sind. Hier lassen sich deutliche Abhängigkeiten von Schwellenfazies (Mittelwert + 2.4) und von Becken- oder Übergangsfazies (Mittelwert um - 4.5) erkennen.

Auf Grund dieser Faziesabhängigkeit der Schwefelisotopenzusammensetzung nehmen die genannten Autoren an, daß hier mit einer Gleichzeitigkeit des Absatzes von Erz und Nebengestein zu rechnen ist, wobei die Lösungszufuhr ins Meer und im frischen Sediment, die Erzfällung im faziesbedingten Milieu erfolgte. Die negativen $\delta^{34}\text{S}$ -Sulfidwerte sind in der reduzierenden, bituminösen Beckenfazies und die positiven in der bitumenfreien Fazies der Schwelle angehäuft.

Die Pb-Zn-Lagerstätte T o p l a bildet ein Musterbeispiel für eine synsedimentäre Erzanreicherung in der Trias. Erzführend sind anisische Dolomite. Die $\delta^{34}\text{S}$ -Werte des Schwefels erstrecken sich über einen Bereich von + 8.1 bis - 21.1 ‰. Diese stark variierenden Werte sprechen für bakterielle Prozesse während der Erzbildung (DROVENIK et al., 1970, 1976).

Die Blei-Zink-Lagerstätte M e ž i c a liegt zum Teil im Ladin, hauptsächlich aber im Wettersteinkalk des Cordevols und in den Raibler Schichten des Juls. Hier kommen diskordante und konkordante Erzkörper vor. Die konkordanten Pb-Zn-Anreicherungen werden heute als synsedimentäre Vererzungen gedeutet. Die $\delta^{34}\text{S}$ -Werte variieren zwischen - 1.70 bis - 20.93 ‰ und man nimmt auf

Grund der großen Variationsbreite auch hier eine bakterielle Beeinflussung der Sulfidbildung an (DROVENIK et al., 1976, SCHROLL & WEDEPOHL, 1972).

In den ladinischen und karnischen Pb-Zn-Lagerstätten Bleiberg - Kreuth erstrecken sich nach SCHROLL & WEDEPOHL (1972) die $\delta^{34}\text{S}$ -Werte von -4.4 ‰ bis -30.4 ‰ . Die genannten Autoren ziehen ebenfalls bakterielle Prozesse bei der Sulfidbildung in Betracht.

Nach SCHROLL (1976) fallen die $\delta^{34}\text{S}$ -Werte des Sulfatschwefels in den Bereich der Schwefelisotopenzusammensetzung des mesozoischen Meerwassers.

In diesen Lagerstätten lassen sich für den Sulfidschwefel nach den letzten ergänzenden Untersuchungen drei Maxima der $\delta^{34}\text{S}$ -Werte erkennen. Eines bei -7 ‰ , ein zweites bei -15 ‰ und ein drittes bei -25 ‰ .

In der sedimentären bis diagenetischen karnischen Pb-Zn-Lagerstätte Raibl sind wieder verschiedene Erzkörper entwickelt (stratiforme Erzanreicherungen, stockförmige Erzkörper und netzförmige Vererzung). Die $\delta^{34}\text{S}$ -Werte liegen zwischen -6.43 ‰ und -25.60 ‰ (BRIGO & OMENETTO, 1979, DROVENIK, DUHOVNIK & PEZDIC (1979).

Die Pb-Zn-Lagerstätten der Nordtiroler Kalkalpen sind zum Teil an anisische, hauptsächlich aber an die cordevolischen Karbonatgesteine gebunden. Sie zeigen große Ähnlichkeiten mit den oben angeführten Lagerstätten der Gailtaler und Julischen Alpen, der Karawanken und Bergmansker Alpen und sind vorwiegend als schichtgebundene Bildungen anzusehen (TAUPITZ, 1953, 1954, SCHNEIDER, 1954, SCHULZ, 1954).

Bisher vorliegende $\delta^{34}\text{S}$ -Werte vom Bergbau Lafatsch, Hinterautal (Karwendelgebirge) liegen zwischen -8.0 und -24.1 ‰

Von der Lokalität Igelsee liegen zwei $\delta^{34}\text{S}$ -Werte vor. Sie liegen bei -21.3 und -21.6 ‰ . Vom Drachenkar-Gebiet sind Werte um -5.7 ‰ bekannt. Acht Zinkblende-Analysen

aus dem Bereich des T a j a k o p f e s liefern Werte zwischen - 11.7 bis - 14.0 ‰. An Zinkblenden des G r ü n - s t e i n s wurden drei Untersuchungen (Mittelwert - 13.7 ‰) durchgeführt. Die $\delta^{34}\text{S}$ -Werte des Sulfidschwefels liegen zwischen - 11.7 und - 17.6 ‰ (Maximum bei - 16.8 ‰). Im Lagerstättenbereich S i l b e r l e i t e n wurden zehn Zinkblenden und drei Bleiglanzproben auf das $^{32}\text{S}/^{34}\text{S}$ -Verhältnis untersucht. Die Zinkblenden zeigen eine Streuung zwischen - 12.6 und - 14.0 ‰. Die Bleiglanz $\delta^{34}\text{S}$ -Werte liegen bei - 14.0 (Maximum) und - 16.6 ‰. Im M a r i e n b e r g - Gebiet ist eine breite Streuung gegeben. Die $\delta^{34}\text{S}$ -Werte des Sulfidschwefels erstrecken sich zwischen - 2.2 und - 21.3 ‰. Hier ist vor allem der sehr niedere Wert zu beachten. Eine Häufung der $\delta^{34}\text{S}$ -Werte ist hier nicht gegeben. Von der Lokalität H a n d s c h u h - S p i t z e liegen acht Schwefelisotopenergebnisse vor. Hier ist ebenfalls eine große Streuung zu erkennen. Die $\delta^{34}\text{S}$ -Werte erstrecken sich zwischen - 4.4 und - 20.4 ‰. Von den elf untersuchten Proben im H a v e r - s t o c k - Bereich ist eine Häufung bei etwa 10 ‰ festzustellen. Die $\delta^{34}\text{S}$ -Werte der fünf Analysen von F e i g e n - s t e i n liegen zwischen - 15.3 und 19.7 ‰. Im D i r - s t e n t r i t t - Bereich wurden sieben Proben analysiert. Die sechs Zinkblendeergebnisse variieren zwischen - 14.8 und - 15.8 ‰. Der Bleiglanz $\delta^{34}\text{S}$ -Wert liegt bei - 11.6 ‰. Vom R e i ß e n s c h u h - Joch wurden 13 Zinkblende- und drei Bleiglanz-Proben analysiert. Die Zinkblende $\delta^{34}\text{S}$ -Werte erstrecken sich von - 10.9 bis - 16.8 ‰. Die Bleiglanze liegen bei - 14.1, - 15.4 und - 16.4 ‰. Im Bereich von A n h a l t e r - Hütte (Kuchelzeche und Krom) wurden sieben Zinkblende- und eine Bleiglanzprobe auf $\delta^{34}\text{S}$ -Werte untersucht. Die Zinkblende-Schwefelisotopenergebnisse erstrecken sich von - 10.1 bis - 17.6 ‰, wobei eine Häufung bei - 15 ‰ zu erkennen ist. Der Bleiglanz liegt bei - 13.9 ‰. Vom A l p e i l - Gebiet wurden zwei Proben untersucht. Sie liegen bei - 18.3 und - 21.3 ‰. Die Muschelkalk-Vererzung von S t . V e i t zeigt relativ niedrige $\delta^{34}\text{S}$ -Werte des Sulfidschwefels. Die zehn untersuchten Zinkblendeproben ergaben Werte von - 3.2 bis 12.5 ‰. eine Häufigkeit ist etwa bei - 6 ‰ zu erkennen. Die Bleiglanz-werte liegen bei - 7.4 und - 10.8 (Tafel II, Abb. 41).

Z u s a m m e n f a s s e n d ergibt sich somit eine breite Streuung der $\delta^{34}\text{S}$ -Werte des Sulfidschwefels und zwar von - 2.2 bis - 24.1 ‰, wobei ein deutliches Maximum bei - 14 ‰ zu erkennen ist. Daraus läßt sich auf eine syngenetisch-sedimentäre Erzanreicherung in der Trias schließen, (Vergleiche Abb. 98.87 bei RÖSLER & LANGE, 1976), womit die seit langem bekannten und für synsedimentäre Erzkonzentrationen sprechenden Gefügebefunde bestätigt werden. Die Stoffherkunft hingegen kann sowohl hydrothermal als auch sedimentär gedeutet werden. Wenn ich bei der Annahme bleibe, daß eine große Variationsbreite und eine Anreicherung mit ^{32}S die Beweise für biogenen Schwefel sind, dann muß ich bakterielle Prozesse bei der Sulfidbildung in Betracht ziehen. Es kann aber meines Erachtens nicht ausgeschlossen werden, daß nicht doch auch hydrothermaler Schwefel mitbeteiligt ist.

Eine große Streubreite der $\delta^{34}\text{S}$ -Werte muß nicht unbedingt auf rein biogene Einflüsse zurück geführt werden. Nach SCHROLL, (1976, S. 265) "können in gleicher Weise auch Veränderungen der Sauerstoff-Fugazität ($f\text{O}_2$) und des pH-Wertes wirksam werden".

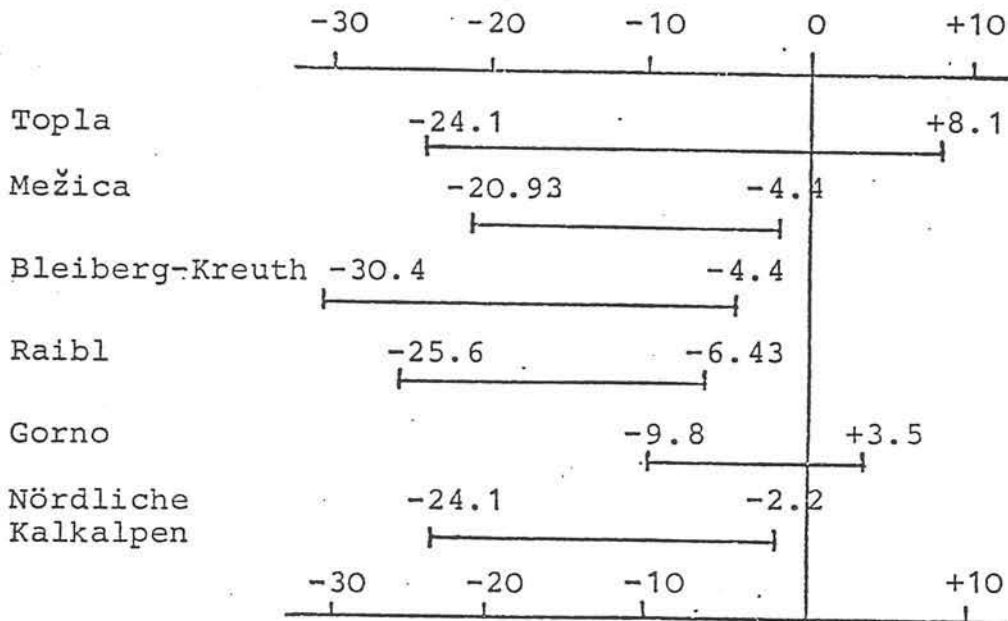
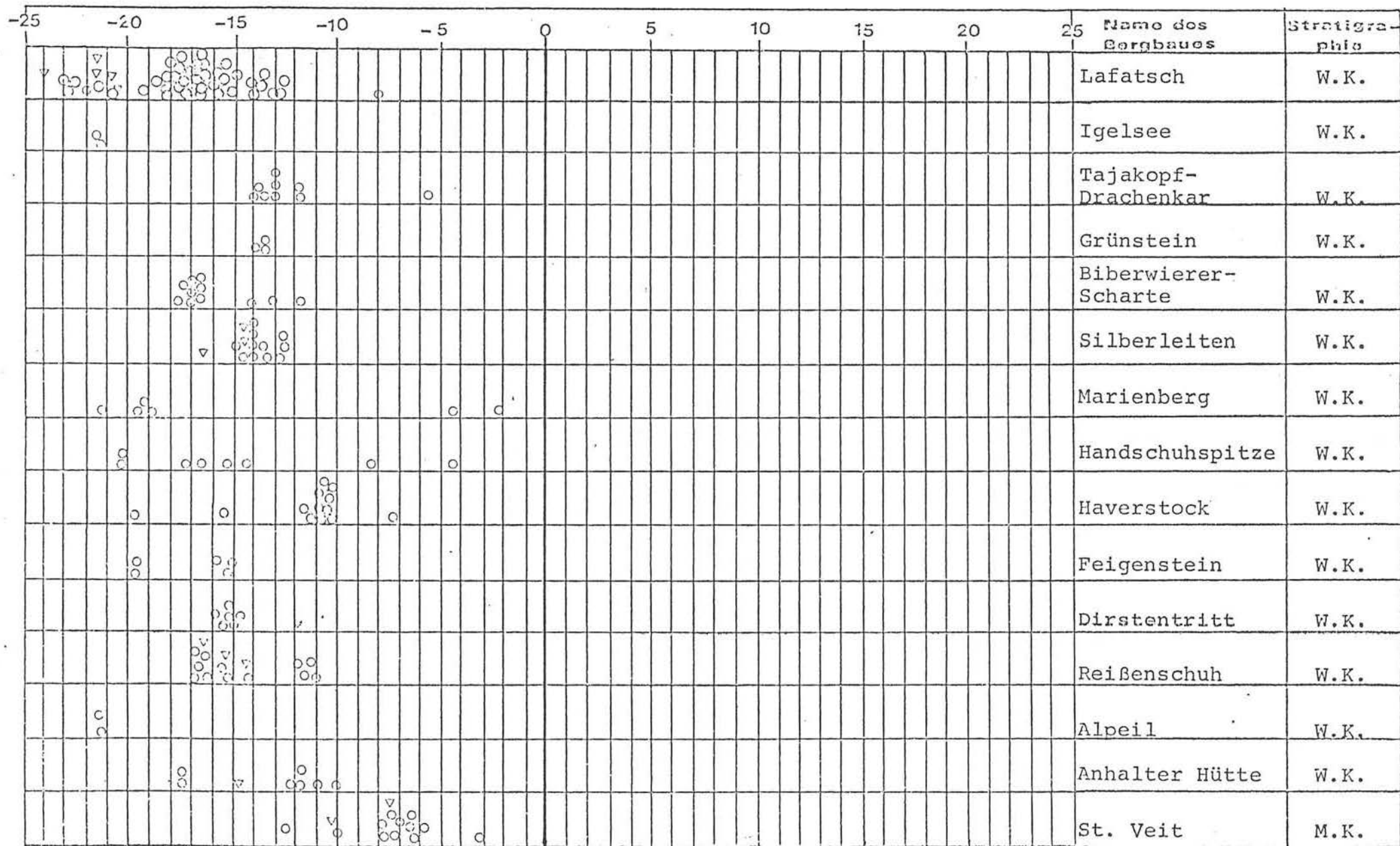


Abb. 39: Die Schwefelisotopenzusammensetzung in Sulfiden aus den Lagerstätten in triassischen Schichten, zusammengestellt von Sidiropoulos nach Abbildungen von DROVENIK, DUHOVNIK & PEZDIC (1979) und aus unveröffentlichten Ergebnissen.

Ein Vergleich der Schwefelisotopenzusammensetzung in den Sulfiden der Pb-Zn-Lagerstätten Mežica, Topla, Bleiberg-Kreuth, Raibl, Gorno und der Blei-Zink-Lagerstätten der Nördlichen Kalkalpen (Abb. 39) zeigten, daß in dieser Hinsicht zwischen den genannten Lagerstätten große Ähnlichkeit besteht.

Die Ergebnisse der Schwefelisotopenanalysen könnten als ein weiterer Hinweis auf ein triassisches Alter der ostalpinen Blei-Zink-Lagerstätten angesehen werden.



F A F E L: III

WK.: Wettersteinkalk

M/M • Miscellaneous

▽ Bleiglanz

- o Zinkblende

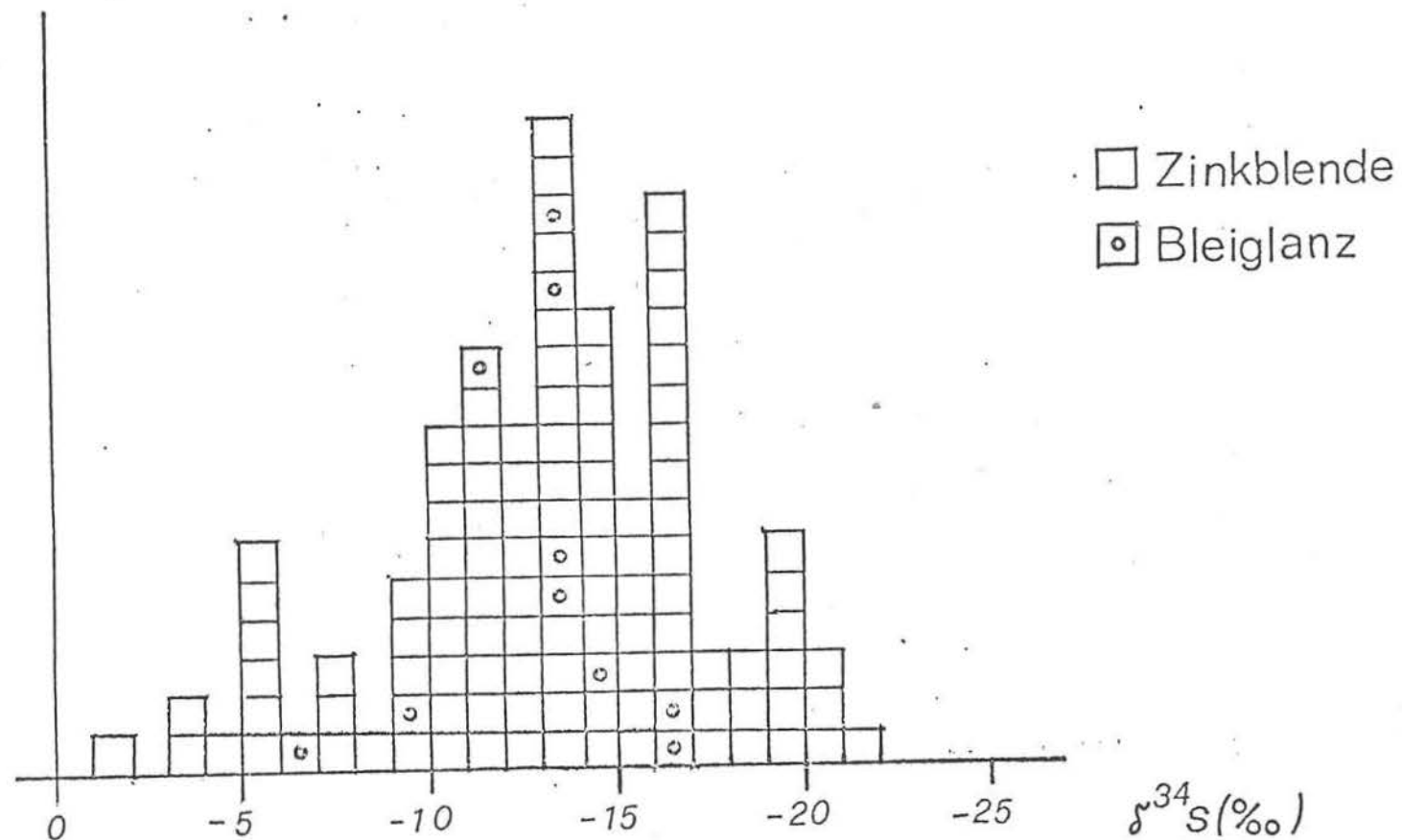


Abb. 40: Histogramm, das die Schwefelisotopenzusammensetzung von Erzmineralen der Blei-Zink-Lagerstätten der Nördlichen Kalkalpen (ohne Lafatsch) zeigt.

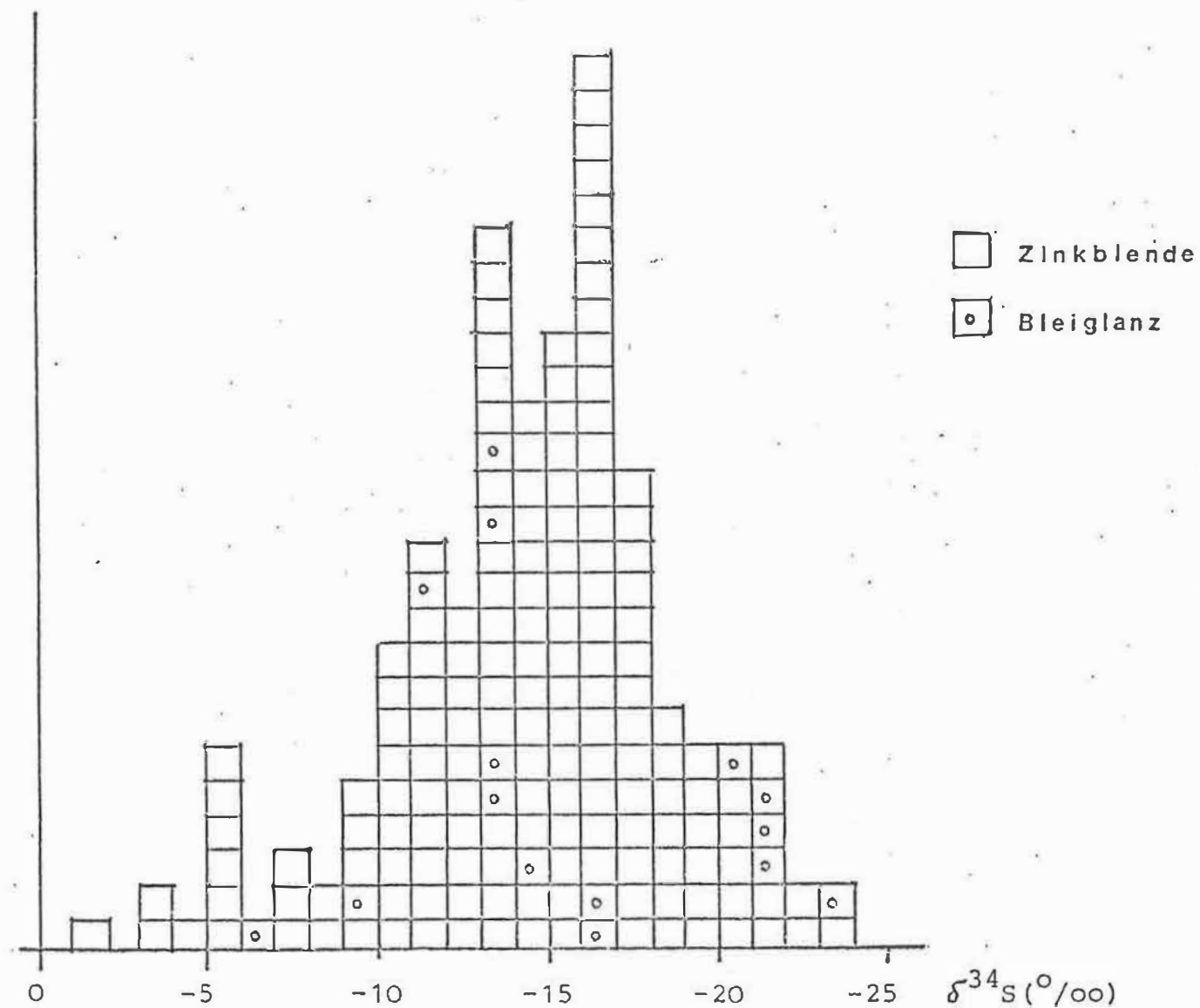


Abb. 41: Histogramm, das die Schwefelisotopenzusammensetzung von Erzmineralen der Blei-Zink-Lagerstätten der Nördlichen Kalkalpen (eingeschloßen Lafatsch) zeigt.

Schwefelisotopenverhältnisse

Lokalität	Reihung der Analysen	Zinkblende	Bleiglanz
Igelsee	1	- 21.3 +	
	2	- 21.6 +	
Tajakopf	1	- 11.8 +	
	2	- 13.0 +	
	3	- 13.0 "	
	4	- 13.0 +	
	5	- 13.8 +	
	6	- 13.5 "	
	7	- 14.0 +	
	8	- 11.7 "	
Drachenkar	1	- 5.7 +	
Grünstein	1	- 13.9 +	
	2	- 13.5 "	
	3	- 13.5 +	
Bieberwierer- Scharte	1	- 17.6 +	
	2	- 17.0 +	
	3	- 17.0 "	
	4	- 13.1 +	
	5	- 11.7 "	
	6	- 16.7 +	
	7	- 16.8 "	
	8	- 16.9 +	
	9	- 16.8 +	
	10	- 14.1 +	
	11	- 17.1 "	
Silberleiten	1	- 12.9 +	
	2	- 13.4 "	
	3	- 14.0 +	
	4	- 12.5 "	
	5	- 13.6 +	
	6	- 12.6 +	
	7	- 14.0 +	
	8	- 14.2 "	
	9	- 14.5 "	
	10	- 14.8 +	
	11		- 14.0 "
	12		- 14.2 "

Lokalität	Reihung der Analysen	Zinkblende	Bleiglanz
Marienberg	1	- 21.3 "	
	2	- 18.9 +	
	3	- 19.1 +	
	4	- 19.5 "	
	5	- 4.6 +	
	6	- 2.2 "	
Handschuhspitze (Wassergrube)	1	- 15.6 +	
	2	- 9.2 "	
	3	- 20.4 +	
	4	- 4.4 "	
	5	- 14.3 +	
	6	- 16.6 +	
	7	- 17.2 "	
	8	- 20.1 "	
Haverstock	1	- 10.6 +	
	2	- 10.4 "	
	3	- 10.6 +	
	4	- 10.8 "	
	5	- 10.8 +	
	6	- 10.9 "	
	7	- 19.7 +	
	8	- 7.3 "	
	9	- 15.5 +	
	10	- 11.6 +	
	11	- 11.1 "	
Feigenstein	1	- 15.1 +	
	2	- 19.7 +	
	3	- 19.6 +	
	4	- 15.8 "	
	5	- 15.3 "	
Dirstentritt	1	- 15.2 "	
	2	- 15.0 "	
	3	- 15.4 +	
	4	- 15.2 +	

Lokalität	Reihung der Analysen	Zinkblende	Bleiglanz
Dirstentritt	5	- 14.8 +	
	6	- 15.8 "	
	7		- 11.9 "
Reißenschuh	1	- 15.2 +	
	2	- 16.1 "	
	3	- 11.5 +	
	4	- 10.9 +	
	5	- 15.4 "	
	6	- 14.1 +	
	7	- 16.6 +	
	8	- 11.3 "	
	9	- 16.4 +	
	10	- 16.8 +	
	11	- 11.9 +	
	12	- 16.7 "	
	13		- 14.1 "
	14		- 15.4 "
	15		- 16.4 +
Alpeil	1	- 21.3 "	
	2	- 18.3 "	
Anhalter Hütte (Kuchelzeche- Kromsattel)	1	- 12.2 "	
	2	- 11.9 +	
	3	- 11.0 +	
	4	- 11.8 +	
	5	- 10.1 "	
	6	- 17.6 "	
	7	- 17.6 +	
	8		- 13.9 "
St. Veit	1	- 6.2 "	
	2	- 6.4 +	
	3	- 7.8 +	
	4	- 7.8 "	
	5	- 9.9 +	
	6	- 6.0 "	

Lokalität	Reihung der Analysen	Zinkblende	Bleiglanz
St. Veit	7	- 8.1 +	
	8	- 5.8 "	
	9	- 6.4 "	
	10	- 3.2 "	
	11	- 12.5 +	
	12		- 7.4 "
	13		- 10.2 "

+ 63 Analysen, die in München durchgeführt wurden.

" 50 Analysen, die in Wien durchgeführt wurden.

10. Genetische Deutung

Über die kalkalpinen Blei-Zink-Erzlagerstätten bestehen bis jetzt mehrere Ansichten.

1.) Nach TORNQUIST (1927), COLBERTALDO (1936), CLAR (1956), SIEGL (1947), FRIEDRICH (1962) und vor allem W. E. PETRASCHECK (1954, 1956, 1960, 1966) ist die Entstehung aller Blei-Zink-Lagerstätten in der alpinen Trias einheitlich hydrothermal, wobei die Lösungen, die zu einer einheitlichen mittel- bis jungtertiären Metallogenese gerechnet werden, von einem in der Tiefe verborgenen, langgestreckten Zentralpluton ausgehen sollen. Dies führt zu einer "zonaren" Anordnung der Lagerstätten.

Einwände gegen die tertiäre Metallogenese, wie z. B. daß einerseits unter der Achse der Zentralalpen nichts von einem postulierten Magmaherd zu sehen ist, andererseits die mineralparagenetischen Übergänge zwischen den Hauptzonen, seitlich ebenso wie in der Tiefe, fehlen, gelten nach wie vor, und somit scheint es, daß zumindest bei der obersten Blei-Zinketage diese Metallogenese nicht zur Geltung kommt.

Als weitere Einwände können die Beziehungen der Erzlagerstätten zum Trias-Vulkanismus und die Beweise über die sedimentäre Entstehung der Erzlagerstätten des untersuchten Gebietes verwendet werden.

Mit dieser Hypothese bleibt auch unerklärt, warum die angeblich tertiären Lösungen innerhalb der mächtigen triassischen Karbonatgesteine sich nur auf bestimmte Schichten (Anis-Ladin-Karn) beschränken.

2.) Eine weitere Gruppe von Wissenschaftlern wie HEGEMANN (1948, 1957, 1958, 1960) KÖPPEL & SCHROLL (1979), MAUCHER (1954, 1956), SCHNEIDER (1953, 1954, 1956), SCHULZ (1954, 1955, 1960, 1976, 1979), TAUPITZ (1953, 1954) nimmt eine syndimentäre Entstehung der Blei-Zink-Erzlagerstätten, sowohl der alpinen Trias als auch des Perms an, wobei deren Stoffbestand zeitlich

zum Teil den vorangegangenen magmatischen und vulkanischen Großereignissen angehöre, die im Zusammenhang mit einer Mobilisation von Elementen in der Kruste gesehen werden, so daß für die Anreicherung großer Metallmengen in erster Linie mit extrusiver Stoffzufuhr (HEGEMANN, 1960, SCHULZ 1979) zu rechnen ist.

- 3.) Weiters sei SCHNEIDERHÖHN'S (1952) allgemein sehr wertvolle Theorie von "regenerierten" Lagerstätten erwähnt.

Nach SCHNEIDERHÖHN (1952) charakteristisch für regenerierte Lagerstätten sind einerseits das Auftreten von ausgefallenen Metallkomponenten, andererseits die verarmten Mineralparagenesen. Diese Merkmale kommen nicht in den Blei-Zink-Erzlagerstätten des untersuchten Gebietes vor.

- 4.) In jüngster Zeit begannen Forschungen über Mineralanreicherungen in Verbindung mit Erosion und Verkarstung durch BENZ (1964), CALLAHAN (1965), TAMBURRINI, VIOLO (1965), LEULEU (1966) und einige Jahre später wurde diese Auffassung durch BERNARD, LAGNY, LEULEU (1972), BERNARD (1973), PADALINO et al. (1973), PERNA (1973) und ZUFFARDI (1976) unterstützt. Letzterer betont vor allem die Wirkung deszendenter Wässer auf Erzansammlungen und regt zu einer neuen Deutung sogenannter "telethormaler" und "kryptothermalen" Lagerstätten an.

Manche Autoren haben inzwischen schon versucht, sich den neueren Vorstellungen anzupassen. Somit ordneten sie einige Blei-Zink-Erzlagerstätten der Mitteltrias einem Emersions- bzw. Paläo-karstzyklus zu, wie LAGNY (1972, 1974) die Lagerstätten Salafossa, BECHSTÄDT (1975) die Lagerstätte Bleiberg-Kreuth und BRANDNER (1978) die Lagerstätte St. Veit (Nördliche Kalkalpen), während BONI (1979) sich mit den typischen Karsterscheinungen Sardinien und den damit zusammenhängenden Elementkonzentrationen weiter ausführlich befaßte.

Daß das "Karstmodell" im allgemeinen funktioniert, besteht kein Zweifel, doch lassen sich meines Erachtens dafür im untersuchten Nordtiroler Gebiet keine zwingenden Argumente finden. Als Ein-

wände gegen einen Emersions- bzw. Paläokarstzyklus können einerseits das Fehlen von deutlichen Verkarstungshorizonten und typischen Verwitterungshorizonten mit detritischen Sedimenten, Resedimenten, Erosionsdiskordanzen mit Fe-, Cu-, Pb-, Zn-Oxydationsmineralen an den Grenzflächen, andererseits der doch zeitlich annähernd mit der Erzführung zusammenfallende Trias-Vulkanismus erwähnt werden.

Es ist wohl kein Zufall, daß zeitlich gesehen stärkerer Vulkanismus auch mit Lagerstättenhäufungen irgendwie zusammenhängt. In diesem Sinne sind die Beobachtungen zu deuten, daß im oberen Wettersteinkalk (Cordevol) häufiger die Lagerstätten zu finden sind als im Alpinen Muschelkalk. Als Vergleich möchte ich aber auch den Vulkanismus in den Südalpen erwähnen. In den Südalpen war der Vulkanismus stärker als in den Nordalpen und sind daher auch die mitteltriadischen Pb-Zn-Lagerstätten in den Südalpen viel häufiger und großartiger entwickelt, als in den Nordalpen.

Die zeitliche Folge von Trias-Vulkanismus und anschließenden Vererzungsereignissen läßt doch extrusiv-hydrothermale Stoffzufuhren als sehr naheliegend erscheinen, wie dies in den Jahren nach 1953 im Rahmen der "neueren" Hypothesen vertreten wurde. Und diese Ansicht verdient nach meiner Auffassung auch heute noch den Vorrang gegenüber den unbewiesenen Pb-Zn-Metallanreicherungen durch Trockenlegung und Verkarstung.

Es ist wohl bekannt, daß im oberen Wettersteinkalk (Cordevol/Jul-Grenze, BRANDNER 1978) Emersionen und Trockenlegungen stattfanden. Aber warum fehlen wichtigste Hinweise wie Erosionsdiskordanzen mit Spaltenbildungen, Resedimente, allothigener Detritus, Oxydationsminerale etc.) die für Erzanreicherungen durch Verkarstung typisch sind?

An dieser Stelle möchte ich in Erwägung ziehen, daß es sich bei manchen Erzkörpern meines Arbeitsgebietes eher um einen "hydrothermalen Karst" im Sinne von DZULYNSKI und SASS-GUSTKIEWICZ (1977) handeln könnte. Demnach brächten hydrothermale Lösungen durch Verdrängungen intern Lösungshohlräume mit Lösungsbreccien und internfreie sowie metasomatische Vererzungen zustande.

Wenn auch bei vielen wissenschaftlichen Fragen oft nicht eine Erklärung allein zum Ziele führt, so trifft meines Erachtens auf Grund gefügekundlicher und geochemischer Untersuchungen für die Pb-Zn-Lagerstätten des Arbeitsgebietes doch die unter Punkt 2 angeführte Auffassung weitgehend zu.

Für die sedimentäre Entstehung (im weiteren Sinne) der Blei-Zink-Lagerstätten des Arbeitsgebietes können folgende Tatsachen herangezogen werden.

- a) Millimeter-Feinschichtung durch Wechsellagerung von Kalk-Dolomitpelit bzw. -spatit und Zinkblendepelit, die häufig rhythmisch auftritt (St. Veit, Alpeil, Reißenschuh, Dirstentritt, Haverstock, Igelsee etc.).
- b) Wellige Überlagerung durch Pelitfeinschichten, welche die Konturen kleiner und großer Zinkblende- und Flußspat-Kristalle polar nachzeichnen (Alpeil, Haverstock, St. Veit etc.).
- c) Verschieden große Zinkblende-Kristalle liegen auf einer Basisfläche auf, die einmal freie Sedimentationsoberfläche ar. Diese Erze sind demnach als extern-sedimentäre Bildungen anzusehen. Analoge Befunde wurden schon von SCHULZ (1959, 1960) in der Bleiberger Lagerstätte und in Erzlagern des Karwendel beschrieben.
- d) Resedimentierte Bruchstücke von Schalenblende und Erzfeinschichten sind häufig nachzuweisen, wobei diese Fragmente als sicherer Beweis für sedimentäre Erzanlagerung angenommen werden können. (Reißenschuh, Dirstentritt, Feigenstein, Biberwierer-Scharte etc.) In solchen Aufarbeitungsbreccien sind also ältere Erze erhalten.

Mehrere Autoren wie MAUCHER (1954), HEGEMANN (1960), SCHULZ (1973, 1979), TAUPITZ (1953, 1954), SCHNEIDER (1954, 1956) haben sich mit dem Problem einer zusätzlichen hydrothermalen Belieferung des Triasmeeres mit Fremdstoffen (Pb, Zn, Cd, Fe, Ba, F, Si) beschäftigt und versuchen diese zusätzliche Anreicherung des Meerwassers mit einem vulkanischen Ereignis (Aniso-ladinischer Vulkanismus) zum Teil direkt, zum Teil indirekt in Zusammenhang zu bringen.

Die Beziehungen des Trias-Vulkanismus und seiner hydrothermalen Abfolge zu den synsedimentären Blei-Zinkerzlagerstätten als extrusiv-sedimentäre Bildungen hat auch HEGEMANN (1960) auf Grund geochemischer Befunde und der allgemeinen geologischen Verhältnisse glaubhaft dargestellt.

Die Interpretierung sogenannter "Grüner Mergel" in der Abfolge des Alpenen Muschelkalkes und in selteneren Fällen auch des Wettersteinkalkes als Sedimente vulkanogener Herkunft würde als ein wichtiger Hinweis für die oben angeführte Auffassung dienen. Was den Alpenen Muschelkalk betrifft, so liegt für die grünen "Pietra verde"-Schichten die tuffitische Herkunft auf Grund des von mir festgestellten Mineralbestandes: z. B. Sericit, Chlorit, Quarz, Muskovit, Karbonat, Feldspat und vulkanisches Glas, außer Zweifel.

Doch sei von vornherein betont, daß - wie aus Lehrbüchern bekannt - nicht an eine Metallanreicherung in solchen Tuffen oder Tuffiten selbst gedacht werden darf, sondern an indirekte Zusammenhänge mit einem möglicherweise hybrid-magmatischen Herd, der durch Aufheizung vagabundierender hydatogener Thermen zu Stoffmobilisierungen beigetragen haben kann und auf diese Weise als extrusiver Lieferant wirksam geworden sein könnte.

Schon 1960 (S. 81) stellt HEGEMANN fest: "Weder das Vorhandensein noch das Fehlen triassischer Vulkanite in der Umgebung einer Blei-Zinklagerstätte kann als Beweis bzw. als Gegenbeweis für die magmatische Herkunft der Erze angeführt werden, lediglich als Hinweis. Erst die Aufdeckung der Zusammenhänge der betreffenden Lagerstätten mit dem Trias-Vulkanismus, liefert den Nachweis, daß diese Erze vom Trias-Vulkanismus mit hydrothermalen Abfolgen abstammen".

Es kommt also vermutlich auf tiefer gelegene Zusammenhänge, magmatische, vermutlich noch mehr pseudomagmatische, hydatogene Lösungen und Mobilisationen von Metallen in älteren Gesteins-horizonten an.

Auf Grund der Bleiisotopenverhältnisse $^{207}\text{Pb} / ^{204}\text{Pb}$ und $^{208}\text{Pb} / ^{204}\text{Pb}$ von Bleiglanzen aus dem Mesozoikum der Ostalpen gelangen KÖPPEL und SCHROLL (1979) zur Feststellung, daß für eine extrusiv hydrothermale Stoffzufuhr nicht ein basischer Magmatismus in Frage komme. Diese Ergebnisse sprechen für die Beteiligung von Krustenblei in den Lagerstätten.

Die vererzten **D e f o r m a t i o n s b r e c c i e n** die in der vorgelegten Studie vorrangig gesucht und untersucht wurden, waren im Rahmen älterer Bearbeitungen vor allem wegen der häufigen Mehrdeutigkeit ihrer Gefüge nicht in den Mittelpunkt der Diskussion gestellt bzw. überhaupt wenig beachtet worden. Für die damalige genetische Diskussion in den Jahren 1950 - 1970 mußte vor allem auf typische Erzsedimente und stratiforme Erzkörper geachtet werden. Zudem galten Breccienerzkörper an sich auch in wirtschaftlich-bergmännischer Sicht in früheren Jahrzehnten als uninteressant und es wurde hauptsächlich der Abbau von massiven Erzlagern und Erzgängen bevorzugt.

Für die Entstehung erzführender Breccien kommen grundsätzlich syn-diagenetische bis postdiagenetische Ereignisse in Frage. Die rupturelle Deformation, also der breccienbildende Vorgang, betraf einen bereits vorhandenen Sedimentverband verschiedenen Festigkeitsverhaltens. Die Breccierung muß mit der nachfolgenden Mineralisation nicht in unmittelbaren Zusammenhang gestanden sein.

Für die zeitliche Klärung solcher Netzwerkmineralisation bietet sich, wie in den Lagerstätten des untersuchten Gebietes nachgewiesen werden konnte, ein geopetales Internsediment (Abb. 25) an.

Der seltene, aber sehr wichtige Befund geopetaler mechanischer Internanlagerung in einem Lösungshohlraum der Deformationsbreccie erlaubt es, von einer frühdiagenetischen Netzwerkmineralisation zu sprechen. Die Aussage, daß infolge des Parallelismus des Intern-s mit der Schichtung des umgebenden Sedimentes in solchen Arealen vor der Hohlraumfüllung noch keine oder nur eine sehr geringe Schichtverkipfung stattfand, läßt allerdings immer noch eine weitere Zeitspanne für den Mineralisationsablauf offen.

Die Fugen sind fast ausnahmslos durch wandständig ausgeschiedene Schalenblende, begleitet von Karbonat, etwas Bleiglanz, Flußspat, Quarz und Pyrit verheilt. Somit dominiert im Normalfall die chemische Internanlagerung weitaus.

Diese Mineralisationen führen oft auch zu einer lösungsbedingten Erweiterung der Fugen; zudem muß man noch mit belteroporen vom Fugennetz ausgehenden metasomatischen Stoffverschiebungen rechnen.

Bruchstücke der Deformationsbreccien, also Fragmente von in sich bereits brecciösem Gestein, sind in seltenen Fällen als externes Resediment in einer normal stratigraphisch darüber folgenden polymikten Breccie wieder zu finden. Daher besteht also kein Zweifel mehr darüber, daß es sich ursprünglich bei den hier besprochenen Deformationsbreccien wohl allgemein um syndiagenetische Bruchdeformationen und Mineralisationen handelt.

Der weitere Befund, daß die internen Erzfeinschichten im erweiterten Fugennetz und die Erzfeinschichten des Extern-s die gleiche Paragenese und das gleiche Gefüge zeigen, spricht ebenfalls für eine frühdiagenetische Netzwerkmineralisation.

Was die Herkunft der metallhaltigen Lösungen betrifft, so kann man sich darüber, trotz genetischer Klärung der Breccien, noch nicht genauer äußern. Generell ist in allen Fällen syn- und postdiagenetischer Internmineralisation die Möglichkeit von Mobilisierungen des primären Stoffbestandes und von Umlagerungen aus den bereits existierenden synsedimentären Erzkörpern gegeben.

Derartige Ereignisse sind im vorliegenden Fall auf syndiagenetisch-rupturelle Vorgänge zurückzuführen.

Im Gegensatz zu den Deformationsbreccien sind die **S e d i m e n t ä r e n B r e c c i e n** für die genetische Interpretierung allenfalls von großer Bedeutung; vor allem bieten Fragmente der Resedimente so manche Möglichkeit für die Aufklärung frühdiagenetisch im frischen Sediment abgelaufener Ereignisse.

Aus der Tatsache, daß die meisten Breccienfragmente aus demselben bituminösen Ton-Kalk-Dolomit-Sediment bestehen, wie das einbettende Sediment, läßt sich schließen, daß die *R e s e d i - m e n t a t i o n* in einem Zeitabschnitt der Mitteltrias erfolgte (Reißenschuh, Alpeil, St. Veit, Biberwierer-Scharte, Marienberg etc.).

Abschließend kann gesagt werden: Durch die Befunde (siehe S. 103, 104) wie erstens geopetaler Internanlagerung, zweitens Resedimentbréccien mit vererzten Karbonatbruchstücken, kommt als *Z e i t - r a u m d e r V e r e r z u n g n u r e i n f r ü h - d i a g e n e t i s c h e r A b s c h n i t t* in Frage.

Für diese Ereignisse der Deformationen, Mineralisationen kann demnach nur ein intratriassisches Alter in Frage kommen, in welchem Zeitraum sowohl die Bildung schichtiger Erzlager in mehreren Zyklen und die Anlage der selteneren Erzgänge sowie der Breccienkörper im Sinne von TAUPITZ (1953, 1954), SCHNEIDER (1953, 1954), HEGEMANN (1960), MAUCHER (1953, 1954), SCHULZ (1955, 1973) stattgefunden haben müssen.

11. W i r t s c h a f t l i c h e A s p e k t e

Auf Grund des alten Bergbauhaldenmaterials und des gelegentlich anstehenden erzführenden Karbonatgesteins, sowie nach Grubenplänen und Skizzen von den alten Bergbauen, wurden im Kapitel 8 für die einzelnen Lokalitäten Vermutungen für die noch vorhandenen Erzvorräte geäußert.

Besonders das Auftreten von vererzten Breccien (Deformationsbreccien, Sedimentärer Breccien), wie sie in den vielen Bergbaurevieren (St. Veit, Reißenschuh, Alpeil, Dirstentritt, Feigenstein, Silberleiten, Biberwierer-Scharte, Haverstock, Handschuhspitze, Marienberg, Grünstein, Gries-Spitze, Taja-Kopf, Laagers und Tschirgant) zu finden waren und große räumliche Ausdehnung zeigten, könnten von wirtschaftlichem Interesse sein. Bei den verlassenen Bergbauen - sowohl bei konkordantem als auch diskordantem Auftreten der Erzkörper - wie im Kapitel 8, bei Betrachtung der Gesamtsituation auch für Vorkommen, die keine direkten Aufschlüsse mehr zeigen, festgestellt werden konnte.

Die vorher angeführten Lokalitäten scheinen mir auch erwähnenswert, weil die bekannten Erzkörper in die Tiefe zu noch nicht abgebaut sind. Es wären hier zum Teil einige hundert Meter Teufenerstreckung des Erzkörpers zu erwarten. Auch im Streichen besteht die Möglichkeit für entsprechende Fortsetzungen.

In den konkordanten Erzlagern (Alpeil, Reißenschuh, Biberwierer-Scharte, Handschuhspitze, Marienberg, Tajakopf) und schlauchförmigen bzw. pseudokonkordanten Erzkörpern (Feigenstein, Haverstock) läßt sich prinzipiell ein Hoffungsgebiet schon wegen der generell schichtigen Verbreitung der Erze vermuten und sollte in der allseitigen flächigen Erstreckung der prädestinierten Abfolge des oberen Wettersteinkalkes zu suchen sein.

Bei den diskordanten Erzkörpern z. B. beim "Dirstentritter-Gang" wird auf Grund der alten Grubenpläne, Skizzen, Abbildungen, Berichten der letzten Bergbauperiode und durch wichtige mündliche Mitteilungen von Bergleuten geschlossen, daß hier ein sehr wichtiger Hoffungsraum noch besteht.

Auch auf Grund der räumlichen Ausdehnung der Blei-Zink-Erzlagerstätten im untersuchten Gebiet, des reichlichen Vorhandenseins von Erzen im Haldenmaterial, weiters des Gesamthöhenunterschiedes der Vererzung, der bis 1200 m beträgt, läßt sich vermuten, daß hier doch Erze zu finden sind.

In die Tiefe zu sich erstreckende Erzzonen mit steilem Einfallen würden bestimmt einige Tausend Tonnen Haufwerk enthalten, wobei grundsätzlich wirtschaftliches Interesse bestehen könnte.

Weiters wirtschaftlich interessant wären einige der alten Gruben als Flußspat-Vorkommen, denn es dürfte sich um mögliche Vorräte von einigen Tausend Tonnen handeln. Diesbezüglich untersuchenswert scheinen mir Tschirgant, Blaue-Grotte, Hochwarte (Wanneck) und Matthias-Grube.

Die Feststellung einer zukünftigen Abbauwürdigkeit der verlassenen Blei-Zink-Erzlagerstätten im Arbeitsgebiet bedarf jedoch zuerst einer gründlichen Überprüfung durch Schurfttätigkeit und Hoffnungsbaue unterm Tage. Dabei müßten heute bzw. in Zukunft gültige Kriterien der Bauwürdigkeit beachtet und diese zu den allgemein wichtigen Voraussetzungen wie topographische Lage, Infrastruktur, Natur- und Umweltschutz, Aufbereitungsmöglichkeit in der Nähe der Bergbaue u.s.w. in Beziehung gesetzt werden.

12. Z u s a m m e n f a s s u n g

Erzführende Breccien sind im letzten Jahrzehnt in den großen Pb-Zn-Lagerstätten der Ostalpen zu wirtschaftlich geschätzten und wissenschaftlich genetisch interessanten Objekten geworden.

Die vorgelegte Arbeit beschäftigt sich mit dem Problem Pb-Zn-vererzter Breccien in Karbonatgesteinen der Nordtiroler Kalkalpen. Im Mittelpunkt der Untersuchungen standen die insbesondere im Raum zwischen Telfs-Biberwier-Nassereith und Imst auftretenden Breccienzonen dieser Lagerstätten. Sie sind sowohl in Kalk- als auch in Dolomitgesteinen dieser triassischen Seichtwasserbildungen entwickelt und sind genetisch zum Teil als *s e d i m e n - t ä r e B r e c c i e n*, zum überwiegenden Teil aber als *D e f o r m a t i o n s b r e c c i e n* definierbar. Derartige Breccienkörper sind an bestimmte stratigraphische Horizonte gebunden und zwar einerseits an den Alpenen Muschelkalk, hauptsächlich aber an offenbar mehrere Abschnitte des oberen Wettersteinkalkes.

Die Primärerzparagenese besteht hauptsächlich aus den Erzmineralen Zinkblende, Bleiglanz und Pyrit. Spurenhaft findet man auch Markasit, Fahlerz und Kupferkies. Stets vorhandene Begleitminerale ("Gangart") sind Calcit, Dolomit, Flußspat und Quarz.

Diese Paragenese tritt auch innerhalb der Breccienerzkörper beider Typen in Erscheinung. Dabei fällt allerdings die Vormachtstellung von Zinkblende und zwar überwiegend in der Gefügevariante Schalenblende, gegenüber Bleiglanz und Pyrit auf. In seltenen Fällen konnte Erzführung bereits in den Breccienkomponenten nachgewiesen werden, woraus ein Mineralisationsvorgang vor der Kataklase des Gesteins erkennbar ist. Damit bestätigt dieser Befund die der derzeit meist vertretenen Ansichten submariner triassischer Erzanlagerung.

Die Form brecciöser Erzzonen wird im Falle *s e d i m e n - t ä r e r B r e c c i e n* von sedimentären Erzlagern diktiert und steht daher weitgehend mit der sedimentären Schichtung im Zusammenhang.

Bei den weitverbreiteten erzführenden *D e f o r m a t i o n s - b r e c c i e n* ist die räumliche Ausdehnung der kataklastischen, mineralisierten Karbonatgesteine meistens ebenfalls mehr oder weniger an Lagererzkörper gebunden. Auch ein Fall eines zwar s-diskordanten, aber doch annähernd an eine Sedimentbank gebundenen schlauchförmigen Breccienerzkörpers liegt vor.

In den viel selteneren Fällen von schichtdiskordanten Gangmineralisation begleiten ebenfalls vererzte Breccienzonen den Erzkörper. Zunehmende Vererzungsintensität ist auf erweiterte und damit verbesserte Wegsamkeiten für Lösungen zurückzuführen, was in der Folge auch intern metasomatische Platznahme von Erz- und Begleitmineralen begünstigt. Die Aggressivität metallführender Lösungen und die Reaktionsbereitschaft der Karbonatgesteine kommt dabei immer wieder sichtbar zum Ausdruck.

In den wahrscheinlich häufigen Fällen von Mineralisationen in Lösungshohlräumen - ein exakter Nachweis ist wegen der selten möglichen Begehung alter Gruben nicht möglich - scheint auch der Typ "Lösungsbreccien" mit anschließend interner Resedimentation von Bruchstücken vorzuliegen.

Über die zeitliche Reihung von Breccierung und Mineralisation kann auf Grund des Nachweises interner, geopetaler, mechanischer Erzschlammfüllung eine wichtige Erkenntnis abgeleitet werden: diese rupturrellen Deformationen sowie die Kristallisationen und Schlammfüllungen müssen in einem syndiagenetischen Abschnitt stattgefunden haben.

Die große Anzahl von massenspektrometrischen Daten über die Isotopenzusammensetzung von Sulfidschwefel der Zinkblenden und Bleiglanze entspricht mit ihrer sehr großen Variationsbreite der S^{32}/S^{34} -Verhältnisse den von anderen Pb-Zn-Erzlagerstätten im kalkalpinen Gestein bekannten Werten. Sie sprechen für bakterielle Prozesse bei der Sulfidbildung, schließen aber thermale Stofftransporte nicht aus.

Auf Grund der, nach Untersuchungen des Haldenmaterials und des Anstehenden in Verbindung mit dem Studium alter Grubenpläne gewonnenen Erkenntnisse über erzführende Karbonat-(Kalk-Dolomit)-Gesteinsbreccien sind einige der zahlreichen alten Bergbauggebiete im Arbeitsgebiet wahrscheinlich auch von ge-

L i t e r a t u r n a c h w e i s

- AMPFERER, O., 1914: Über den Bau der Westlichen Lechtaler Alpen. Jb. Geol. B.-A., Wien.
- AMPFERER, O., 1931: Zur neuen Umgrenzung der Inntaldecke. Jb. Geol. B.-A. (81), 25 - 48, 10 Abb., Wien.
- AMPFERER, O., 1932: Geologische Karte der Lechtaler Alpen, 4 Blätter 1 : 25.000, Geol. B.-A., Wien.
- AMPFERER, O., 1932: Erläuterungen zu der geologischen Karte der Lechtaler Alpen, 125 S., 28 Abb., Geol. B.-A., Wien.
- AMPFERER, O., 1943: Über den Westrand der Inntaldecke und Krabachjochdecke in den Lechtaler Alpen. Jb. Geol. B.-A. (84), 41 - 54, 12 Abb., Wien.
- AMPFERER, O., 1914: Führer für die Umgebung Imst. Geol. B.-A., Wien.
- AMPFERER, O., & OHNESORGE, T., 1924: Geologische Spezialkarte der Österreichisch-Ungarischen Monarchie, Blatt Zirl-Nassereith, 1:75.000 (5045), Wien.
- AMPFERER, O., & OHNESORGE, T., 1932: Geologische Karte der Lechtaler Alpen, 1:25.000 (5045), Geol. B.-A., Wien.
- AULT, W.U., & JENSEN, M.L., 1962: Summary of sulfur isotopic standards in: Biochemistry of sulfur isotopes. Proceedings of the National Science Foundation Symposium, Yale University, 16.
- BECHSTÄDT, T., 1975: Lead-Zinc-Ores Dependent on Cyclic Sedimentation (Wetterstein-Limestone of Bleiberg-Kreuth, Carinthia, Austria). Miner. Deposita (Berl.), 10, 234-248.
- BECHSTÄDT, T., & MOSTLER, H., 1976: Riff-Becken-Entwicklung in der Mitteltrias der westlichen Nördlichen Kalkalpen. Z. dt. geol. Ges., 127, 271-289.
- BENZ, J.P., 1964: Les gisements plombo-zincifère d'Arennas (Sardaigne). Thèse de doctorat. Fac. Sciences de l'Université Nancy.
- BERNARD, A.J., 1973: Metallogenetic Processes of Intrakarstic Sedimentation. Ores in Sediments (Edited by G.C. Amstutz and A.J. Bernard), 43-57, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York.
- BERNARD, A.J., LAGNY, Ph., LELEU, Mg., 1972: A propos du rôle métallogénique du Karst. Int. Geol. Congress, 240 Session, Canada 1972, Sect. 4, (Gites minéraux), 411-423.
- BONI, M., 1979: Paläogeographie, Mineralogie und Lagerstättenkunde der Paläokarst-Erze in Süd-West Sardinien (Iglesiente-Sulcis). Diss. Univ. Heidelberg.

- BRANDNER, R., 1978: Tektonisch kontrollierter Sedimentationsablauf im Ladin und Unterkarn der westlichen Nördlichen Kalkalpen. Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck, Bd. 8, Festschr. Heissel, S. 317-354.
- BRIGO, L., & OMENETTO, P., 1976: Le mineralizzazioni piombozinifiche della zona di Raibl. Nuovi aspetti giacimentologici l'Industria Mineraria, 49-56, Stab. Grafico F. LLI Lega - Faenza.
- BRIGO, L., & DI COLBERATALDO, D., 1972: Unnuovo orizzonte metallifero nel Paleozoico delle Alpi Orientali. 2nd ISMIDA, Bled 1971, Geologija - Razprave in Porocila - 15, 109-124, Ljubljana.
- BRIGO, L., KOSTELKA, L., OMENETTO, P., SCHNEIDER, H.J., SCHROLL, E., SCHULZ, O., STRUCL, I., 1977: Comparative Reflections on four alpine Pb-Zn-Deposits. (Edited by D.D. Klemm and H.J. Schneider), 273-294, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York.
- BRIGO, L., & OMENETTO, O., 1978: The Lead and Zinc Ores of the Raibl (Cave del Predil-Northern Italy) Zone: New Metallogenic Data. Proceed 3rd ISMIDA (Leoben, Oct. 1977), 67-73, Wien.
- CALLAHAN, H.W., 1965: Paleophysiographic premises for prospecting for stratabound base metal mineral deposits in carbonate rocks. Symp. Mining Geol. base Metals (Ankara Sept. 1964). Cento Treaty Organiz, 191-248, Ankara.
- CANAVAL, R., 1914: Über die Silbergehalte der Bleierze in den Triaskalken der Alpen. Z. f. prakt. Geol., 22, 157-163.
- CLAR, E., 1929: Über die Blei-Zinklagerstätten St. Veit bei Imst. Jb. Geol. B.-A., 79, 333-356.
- CLAR, E., 1957: Bemerkungen zur Entstehungsfrage der kalkalpinen Pb-Zn-Lagerstätten. Mitt. geol. Ges. Wien, 48, 17-28, Wien.
- DI COLBERTALDO, D., 1948: Le mineralizzazioni piombo-zinifiche della zona di Raibl: nuovi aspetti giacimentologici. L'Industria Mineraria, 27, 40-56, Milano.
- DITTLER, E., 1916: Mennige aus Biberwier in Tirol. Cent. bl. f. Min., Geol., und Paläont., S. 521.
- DROVENIK, M., et al., 1970: Sulfur isotope composition in sulfides of some Yugoslav ore deposits. Mining and Metallurgy Quarterly, Ljubljana.
- DROVENIK, M., DUHOVNIK, J., PEZDIC, J., 1976: The sulfur isotope composition of sulfides from ore deposits in Slovenia. Mining and Metallurgy Quarterly, Ljubljana.
- DROVENIK, M., DUHOVNIK, J., und PEZDIC, J., 1979: Schwefelisotopenuntersuchungen in slowenischen Erzlagerstätten. Proceed. 3rd ISMIDA (Leoben, Oct. 1977), S. 127-135, Wien.
- DZULYNSKI, S., SASS-GUSTKIEWICZ, M., 1977: Comments on the Genesis of the Eastern-Alpine Zn-Pb-Deposits. Mineral. Deposita (Berl.), 12, 219-233.

- FRIEDRICH, O. M., 1968: Die Vererzung der Ostalpen, gesehen als Glied des Gebirgsbaues. Arch. Lagerstättenforsch. Ostalpen 8, S. 1-136, Leoben.
- FRUTH, I., & MAUCHER, A., 1966: Spurenelemente und Schwefel-Isotope in Zinkblenden der Blei-Zink-Lagerstätte von Gorno. Miner. Deposita, 1, 238-250.
- GASSER, G., 1913: Mineralien Tirols. Verlag Wagner'sche Universitätsbuchhandlung, 1-548, Innsbruck.
- GROTTENTHALER, W., 1968: Zur Geologie des Tschirgant zwischen Gurg-Tal im Norden und dem Kalkalpen-Südrand (Tirol). Dipl. Arbeit, TU München, 110 S., München.
- HAMMER, W., 1915: "Über Gelbbleierz im Oberinntal". Z. des Ferdinandeums f. Tirol u. Vorarlberg, 5. Folge, S. 59.
- HÄUSING, A., 1898: Grube Silberleiten und neue Aufschlußarbeiten im Liegenden der Wasserkluft. Öster. Z. f. Berg- u. Hüttenwesen, 46. Jg., 101-106.
- HEGEMANN, F., 1949: Die Herkunft des Mo, V, As und Cr im Wulfenit der alpinen Blei-Zinklagerstätten. Heidelberger Beitr. Miner. Petrogr., 1, 690-715, Heidelberg.
- HEGEMANN, F., 1948: Über sedimentäre Lagerstätten mit submariner vulkanischer Stoffzufuhr. Fortschr. Min. 27, 54-55.
- HEGEMANN, F., 1960: Die Entstehung der kalkalpinen Blei-Zinkerzlagerstätten. N. Jb. Min., Mh. 7/8, 170-185.
- HEGEMANN, F., 1957: Geochemische Untersuchungen zur Entstehung der alpinen Blei-Zink-Erzlagerstätten in triassischen Karbonatgesteinen. Berg- u. Hüttenm. Mh. 102, 233-234.
- ISSER, v. M., 1881: Die Blei-Zinkerze der Gewerkschaft Silberleiten. Z. f. Berg- u. Hüttenwesen, 29, 89-91, 104-110, 124-134.
- ISSER, v. M., 1888: Über einige alte Erzbergbaue im Nordtiroler Alpenzug. Z. f. Berg- u. Hüttenwesen, 36. Jg., 187-204, 218, 231-249, 261-273, 285, 297-312, 327, Wien.
- JERZ, H., 1966: Untersuchungen über Stoffbestand, Bildungsbedingungen und Paläogeographie der Raibler Schichten zwischen Lech und Inn (Nördliche Kalkalpen). Geologica Bavarica 56, S. 3-102, München.
- KLEBELSBERG, R., 1935: Geologie von Tirol. 852 S., 11 Beil., 1 geol. Karte, Verlag Bornträger, Berlin.
- KRANZ, J. R., 1976: Stratiforme und diskordante Zink-Blei-Anomalien im erzhöffigen Wettersteinkalk (alpine Mitteltrias). Miner. Deposita, FU Berlin, Springer-Verlag.
- KRAUS, O., 1965: Geologische Spezialuntersuchungen im westlichen Bereich des Heiterwand Gebietes (Lechtaler Alpen). Unveröff. Dipl. Arbeit TU München, 96 S., München.

- KOSTELKA, L., 1973: Beobachtungen über die Verteilung von Blei- und Zink in den triadischen Karbonatgesteinen der Ostalpen und im Bergbau Bleiberg-Kreuth. Mitt. Geol. Ges., Wien, 65, 117-122, Wien.
- LAGNY, Ph., 1971: Les minéralisations plombo-zincifères de la région d'Aurzonzo (province de Belluno, Italie); remplissage d'un paléo karst d'âge Anisien supérieur. A paraître dans. Compt. Rend. Acad. Sci., Paris, D 273, 1539-1542.
- LAGNY, Ph., 1974: Emersions médiotriasiques et minéralisations dans la région de Sappada (Alpes Orientales Italiennes): le gisement de Salafossa, un remplissage paléokarstique plombo-zincifère. Thèse Doct. Sci., Nat., Univ. Nancy, p. 366.
- LAGNY, Ph., 1975: Le gisement plombo-zincifère de Salafossa (Alpes Italiennes Orientales): Remplissage d'un paléokarst triasique par des sédiments sulfurés. Miner. Deposita 10, 345-361.
- LEULEU, M., 1966: Le karst et ses incidentes metallogéniques. Sci. Terre, vol. 11, n. 4, 385-413, Nancy.
- MAUCHER, A., 1954: Zur "alpinen Metallogenese" in den bayerischen Kalkalpen zwischen Loisach und Salzach. Tsch. min. u. petr. Mitt., 4, 454-463.
- MAUCHER, A., 1957: Die Deutung des primären Stoffbestandes der kalkalpinen Pb-Zn-Lagerstätten als syngenetisch-sedimentäre Bildung. Berg- u. Hüttenmänn. Monatsh., 102, 225-256.
- MAUCHER, A., & SCHNEIDER, H. J., 1967: The Alpine lead-zinc ores. Econ. Geol. Mon., 3, 71-89.
- MILLER, H., 1963: Gliederung und Altersstellung der jurassischen und unterkretazischen Gesteine am Südrand des Wettersteingebirges ("Jungschichtenzone") mit einem Beitrag zur geologischen Stellung der Ehrwaldite. Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol. 3, S. 51-72, München.
- MUTSCHLECHNER, G., 1954: Der Erzbergbau in der Umgebung Imst. Schlern-Schriften 110, 29-59.
- MUTSCHLECHNER, G., 1955: Vom Erzbergbau im Außerfern. Schlern-Schriften, 111, 25-52.
- PADALINO, G., PRETTI, S., TAMPURRINI, D., TOCCO, S., URAS, I., VIOLO, M., ZUFFARDI, P., 1973: Ore Deposition in Karst Formation with Examples from Sardinia. VIII International Sedimentological Congress Heidelberg 1972, Ores in Sediments (Edited by G. C. Amstutz and A. J. BERNARD), 209-220.
- PERNA, G., 1973: Fenomeni carsici e giacimenti minerari. Atti del Seminario di Speleogenesi, Varenna, 1972, Le grotte d'Italia, 4a, IV, Bologna.
- PETRASCHECK, W., 1945: Die alpine Metallogenese. Jb. Geol. B.-A., 90, 129-249.
- PETRASCHECK, W. E., 1961: Lagerstättenlehre. Springer Verlag, Wien.
- PETRASCHECK, W. E., 1966: Die zeitliche Gliederung der ostalpinen Metallogenese. Sitzungsber. Österr. Akad. Wiss., Mathem.-Naturwiss. Kl., 175, S. 57-74, Wien.

- PETRASCHECK, W. E., 1968: Die Entstehung der Erzlagerstätten.
In: Vom Erdkern bis zur Magnetosphäre (H. Murawski, Hrsg.),
191-204, Frankfurt a. M., Umschau-Verlag.
- POLESNIG, W., 1957: Diskussionsbemerkungen zum Thema "Entstehung
von Blei-Zink-Erzlagerstätten in Karbonatgesteinen". Berg-
u. Hüttenm. Mh., 1, Springer-Verlag, Wien.
- POLESNIG, W., 1964: Studien der Erzstrukturen in der Grube Blei-
berg-Kreuth (Blei-Zink-Vererzung). Diplomarbeit, Leoben.
- RAINER, H., 1957: Diskussionsbemerkung zu: "Zonare Anordnung,
Sonderfazies und Anlagerungsgefüge". Diskussionstagung 1956
München; "Entstehung von Blei-Zinklagerstätten in Karbonat-
gesteinen". Berg- u. Hüttenm. Mh., 102, 235-237.
- RAMDOHR, P., 1975: Die Erzminerale und ihre Verwachsungen.
Akademie-Verlag, Berlin.
- RENATUS, L., 1968: Geologische Spezialuntersuchungen am SO-Ende
der Lechtaler Alpen zwischen Imst und dem Larsenatal etc.
Unveröff. Dipl. Arbeit TU München, 83 S., München.
- RUPPRECHT, F., 1938: Die Blei- und Zinklagerstätten der Heiterwand.
Montanist. Rdsch., 30, Heft 1, 11-15, 2, 1-8, 3, 1-6.
- SANDER, B., 1936: Beiträge zur Kenntnis der Anlagerungsgefüge
(Rhythmische Kalke und Dolomite aus der Trias). Tscherma-
Min. Petr. Mitt., 48, 27-139.
- SANDER, B., 1948: Einführung in die Gefügekunde der geologischen
Körper I. Springer-Verlag, Wien.
- SANDER, B., 1950: Einführung in die Gefügekunde der geologischen
Körper II. Springer-Verlag, Wien.
- SCHNEIDER, H. J., 1953: Neu-Ergebnisse zur Stoffkonzentration und
Stoffwanderung in Blei-Zink-Lagerstätten der Nördlichen Kalk-
alpen. Fortschr. Min. 32, 26-30.
- SCHNEIDER, H. J., 1954: Die Sedimentäre Bildung von Flußspat im
Oberen Wettersteinkalk der nördlichen Kalkalpen. Abh. Bayer.
Akad. Wiss., Math.-naturwiss., Kl., N F. 65, 1-37.
- SCHNEIDER, H. J., 1957: Diskussionsbemerkung zu: "Zonare Anordnung,
Sonderfazies und Anlagerungsgefüge". Diskussionstagung 1956
München. "Entstehung von Blei-Zinklagerstätten in Karbonat-
gesteinen". Berg- u. Hüttenm. Mh., 9.
- SCHNEIDER, H. J., 1964: Facies Differentiation and controlling
factors for the depositional lead-zinc concentration in the
Ladinian geosyncline of the Eastern-Alps. In: Dev. in Sedi-
mentology, 2, 29-45, Amsterdam (Elsevier).
- SCHNEIDER, H. J., & WOLF, H., 1969: Descloizit in den Blei-Zink-
Lagerstätten den Bayerisch-Nordtiroler Kalkalpen. N. Jb. Min.,
H. 11, S. 481-499, Stuttgart.
- SCHNEIDERHÖHN, H., 1952: Genetische Lagerstättengliederung auf geo-
tektonischer Grundlage. Neues Jb. Min., Mh., 2 u. 3, 47-89.
- SCHNEIDERHÖHN, H., 1962: Erzlagerstätten, Kurzvorlesung. Gustav
Fischer-Verlag, Stuttgart.

- SCHROLL, E., 1948: Wulfenite von Nassereith/Dirstentritt (Tirol) Bleiberg (Kärnten). Tsch. min. u. petrog. Mitt., 1, H. 4, Springer-Verlag, Wien.
- SCHROLL, E., 1967: Über den Wert geochemischer Analysen bei stratigraphischen und lithologischen Untersuchungen von Sedimentgesteinen am Beispiel ausgewählter Profile der ostalpinen Trias. Acta Geol. Geogr. Univ. Comenian (Bratislava) 18, 315-330.
- SCHROLL, E., 1976: Analytische Geochemie. Band II: Grundlagen und Anwendungen. Ferdinand Enke-Verlag, Stuttgart.
- SCHROLL, E., & WEDEPOHL, K. H., 1972: Schwefelisotopenuntersuchungen an einigen Sulfid- und Sulfatmineralen der Blei-Zinkerzlagstätte Bleiberg-Kreuth, Kärnten. Tscherm. Min. Petrol. Mitt., 17, 286-290.
- SCHROLL, E., & KÖPPEL, V., 1979: Bleiisotopenzusammensetzung von Bleierzzen aus dem Mesozoikum der Ostalpen. Proceed. 3 rd ISMIDA (Leoben, Oct. 1977), S. 229-235, Wien.
- SCHULZ, O., 1955: Montangeologische Aufnahme des Pb-Zn-Grubenreviers Vomperloch, Karwendelgebirge, Tirol. Berg- u. Hüttenm. Mh., 9, 259-269.
- SCHULZ, O., 1960: Beispiele für synsedimentäre Vererzungen und paradiagenetische Formungen im älteren Wettersteindolomit von Bleiberg-Kreuth. Berg- u. Hüttenm. Mh., 100, 1-11, Wien.
- SCHULZ, O., 1957: Diskussionsbeitrag. In: Entstehung von Blei-Zinklagerstätten in Karbonatgesteinen. Tagung 1956, München, Berg- u. Hüttenm. Mh., 98, 241-242.
- SCHULZ, O., 1964: Lead-zinc deposits in the Calcareous Alps as an example of submarin-hydrothermal formation of mineral deposits. In: G. C. Amstutz (Editor), Sedimentology and Ore Genesis, Elsevier, Amsterdam, pp. 47-52.
- SCHULZ, O., 1966: Die diskordanten Erzgänge vom "Typus Bleiberg" syndiagenetische Bildungen. Symposium Internazionale sui Giacimenti Minerari delle Alpi. Vol. 1, S. 149-162, Arti grafiche "Saturnia", Trento.
- SCHULZ, O., 1968: Die synsedimentäre Mineralparagenese im oberen Wettersteinkalk der Pb-Zn-Lagerstätte Bleiberg-Kreuth (Kärnten). Tscherm. Min. Petrog. Mitt., 20, 130-157.
- SCHULZ, O., 1973: Wirtschaftlich bedeutende Zinkanreicherung in syndiagenetischer submariner Deformationsbreccie in Kreuth (Kärnten). Tscherm. Min. Petrog. Mitt., 20, 280-295.
- SCHULZ, O., 1975: Resedimentbreccien und ihre möglichen Zusammenhänge mit Zn-Pb-Konzentration in mitteltriadischen Sedimenten der Gailtaler Alpen (Kärnten). Tscherm. Min. Petrog. Mitt., 22, 130-157.
- SCHULZ, O., 1976: Typical and nontypical Sedimentary Ore Fabrics. Handbook of strata-bound and stratiform ore Deposits (Ed. K. H. Wolf), Vol. 3, Chapter 7, 295-338.

- SCHULZ, O., & SCHROLL, E., 1977: Die Pb-Zn-Lagerstätte Bleiberg-Kreuth. Verh. Geol. B.-A., Heft 3, S. 375-386, Wien.
- SCHULZ, O., 1979: Beiträge zur Metallogenese in den Ostalpen. Verh. Geol. B.-A., Heft 2, S. 237-264, Wien.
- SCHULZ, O., 1980: Karst or thermal mineralizations interpreted in the light ore sedimentary ore fabrics. Minerl. Deposita, Festbd. Ramdohr.
- SCHULZ, O., 1979: Metallogenese in den österreichischen Ostalpen. Proceed. 3 rd ISMIDA (Leoben Oct. 1977), S. 297-308, Wien.
- SIEGL, W., 1956: Zur Vererzung der Pb-Zn-Lagerstätten von Bleiberg. Berg- u. Hüttenm. Mh., Jg. 101, Hft. 5, Springer-Verlag, Wien.
- SIEGL, W., 1957: Diskussionsbemerkungen zum Thema: Entstehung von Blei-Zinkerzlagerstätten in Karbonatgesteinen. Berg- u. Hüttenm. Mh., Hft. 9, Jg. 102, Springer-Verlag, Wien.
- SRBIK, R. v., 1929: Bergbau in Tirol und Vorarlberg in Vergangenheit und Gegenwart. Innsbruck.
- STIER, R., 1943: Bericht über die Erzvorkommen von Dirstentritt bei Nassereith/Tirol.
- ŠTRUCL, I., 1970: Poseben tip mežiškega svinčeveo dinkovega orudenja v rudiscu Graben. Geologija-Razprave in Porocila, 13, 21-34, Ljubljana.
- ŠTRUCL, I., 1971: On the Geology of the Eastern Part of the Northern Karawankes with Special Regard to the Triassic Lead-Zinc-Deposits. Sedimentology of Parts of Central Europe. Guidebook VII, Intern Sediment Congr., 285-301.
- TAMBURRINI, D., & VIOLO, M., 1965: Il giacimento di Baritina di Monte Barega - Monte Arcau (Iglesiente, Sardegna). La Riccera Scientifica, 35, (II-A), 814-848, Roma.
- TAUPITZ, K. C., 1954: Die Blei-, Zink- und Schwefelerzlagerstätten der nördlichen Kalkalpen westlich der Loisach. Diss. Clausthal.
- TAUPITZ, K. C., 1954: Erze sedimentärer Entstehung auf alpinen Lagerstätten des Typs "Bleiberg". Zeitschr. f. Erzbergb. u. Metallh. VII, 8, Stuttgart.
- TAUPITZ, K. C., 1954: Über Sedimentation, Diagenese, Metamorphose, Magmatismus und die Entstehung der Erzlagerstätten. Chemie d. Erde, 17, 2, Jena.
- TOLLMANN, A., 1963: Ostalpensynthese - VIII. 256 S., 22 Abb., 11 Tafeln, Wien, Deuticke-Verlag, Wien.
- TOLLMANN, A., 1970: Der Deckenbau der westlichen Nord-Kalkalpen. N. Jb. Geol. Paläont., Abh., 136, 80-133, Stuttgart.
- TOLLMANN, A., 1976: Der Bau der Nördlichen Kalkalpen. Monographie der Nördlichen Kalkalpen, Bd. 3, IX, 449 + 7 S., 130 Abb., 7 Taf., Deuticke-Verlag, Wien.
- TRÖGER, E. W., 1971: Optische Bedeutung der gesteinsbildenden Minerale. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.

- VOHRYZKA, K., 1968: Die Erzlagerstätten von Nordtirol und ihr Verhältnis zur alpinen Tektonik. Jb. Geol. B.-A., 111, 3-88, Wien.
- WETZENSTEIN, W., 1972: Die Mineralparagenesen der Blei-Zink-lagerstätten St. Veit (Heiterwand-Gebiet, östlich Lechtaler Alpen, Tirol). Verh. Geol. B.-A., H. 2, S. 288-298.
- WEDEPOHL, K. H., 1953: Untersuchungen zur Geochemie des Zinks. Geochim. Cosmochim. Acta, 3, 93 - 142.
- WEDEPOHL, K. H., 1956: Untersuchungen zur Geochemie des Bleis. Geochim. Cosmochim. Acta, 10, 69-148.
- WOPFNER, H., 1954: Neue Beiträge zur Geologie der Gosauschichten des Muttekopf-Gebietes (Tirol). N. Jb. Geol. u. Paläont., Abh. 100, 1, 11-82, Stuttgart.
- ZUFFARDI, P., 1976: Karst and economic mineral deposits "Handbook of strata-bound and stratiform ore deposits, vol. 3: Supergene and sulfidic ore deposits; texture and fabrics". Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam 175-212.