

79.1733/84

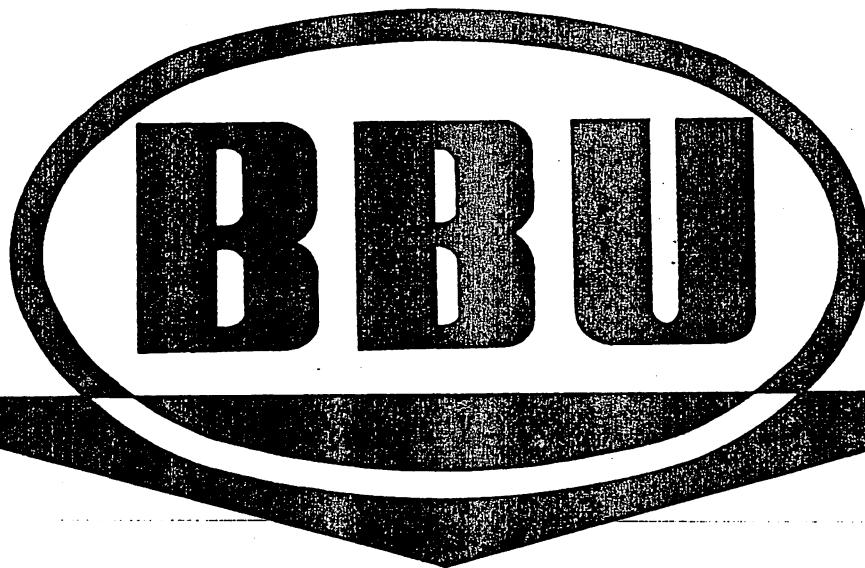
**BLEIBERGER BERGWERKS UNION
GEOLOGISCHE ABTEILUNG**

ENDBERICHT

ZUM FORSCHUNGSTHEMA

Ergänzender Abschlussbericht zu TA 8/81

"Pb-Zn-VERERZUNGEN IN DEN
NORDTIROLER KALKALPEN"



Bad Bleiberg, Sept. 1984

PROJEKT: BLEI-ZINKLAGERSTÄTTEN IN DEN NORDTIROLER KALKALPEN

ZUSAMMENSCHAU

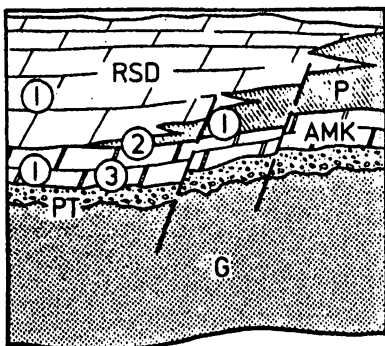
Ziel der Untersuchungen war es, die an Karbonatgesteine der Trias gebundenen Pb-Zn-Vererzungen in drei ausgewählten Gebieten (Trias südlich des Inn, Brixlegg-Rattenberg; Trias im Karwendelgebirge, Scharnitz-Vomp und Trias im Raum Imst-Nassereith) einer eingehenden lagerstättenkundlichen Analyse zu unterziehen.

Im Vordergrund standen Untersuchungen, die die Zusammenhänge zwischen Sedimentation und Vererzung in den verschiedenen Faziesräumen der Mittel- und höheren Obertrias ergründen sollten. Aus diesem Grund wurde eine Reihe von Profilen im Umkreis bekannter Vererzungen aufgenommen und sedimentologisch-mikrofaziell untersucht. In engem Konnex damit wurden geochemische Arbeiten vorgenommen, um eine fundierte Basis für paläogeographische Zusammenhänge der erzführenden Gebiete zu schaffen.

Im Zuge der Untersuchungen ergab sich jedoch, daß die Vererzungen nicht unmittelbar mit der Sedimentationsgeschichte der Wirtsgesteine in Verbindung gebracht werden können, sondern eine Reihe weiterer wichtiger Parameter für die Vererzung verantwortlich zeichnet. Es handelt sich hierbei vorwiegend um tektogenetisch gesteuerte Ereignisse, z.T. in Verbindung mit magmatischem Geschehen, wobei nicht die Förderung magmatischer Gesteine, sondern der dabei entstehende hohe Wärmegradient eine bedeutende Rolle spielt. Als wichtig hat sich auch die Verfügbarkeit von vorgegebenen Porenräumen herausgestellt, wobei im Anschluß an tektogenetische Ereignisse eine örtlich auftretende Verkarstung (intratriassischer Paläokarst) und das tektonische Gefüge (Störungen, Kluftkörper, z.T. durch Verkarstung überprägt) eine nicht unbedeutende Rolle spielen dürften. Die Bereitstellung kommunizierender Porenräume (z.T. aus dem Sedimentgefüge ablesbar) sowie die Porenraumschaffung durch mehrere Diageneseprozesse stellen unseres Erachtens einen weiteren wichtigen Parameter für die Erzgenese.

~S

TRIAS SÜDL. INN

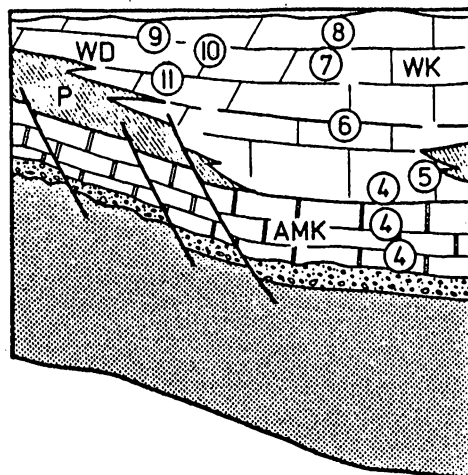


RSD Ramsaudolomit
WD Wettersteindolomit
WK Wettersteinkalk
P Partnachsichten

Bergbaureviere (Auswahl)

- 1 Silberberg N, S
- 2 Geyer N
- 3 Maukenötz

IMST – NASSEREITH

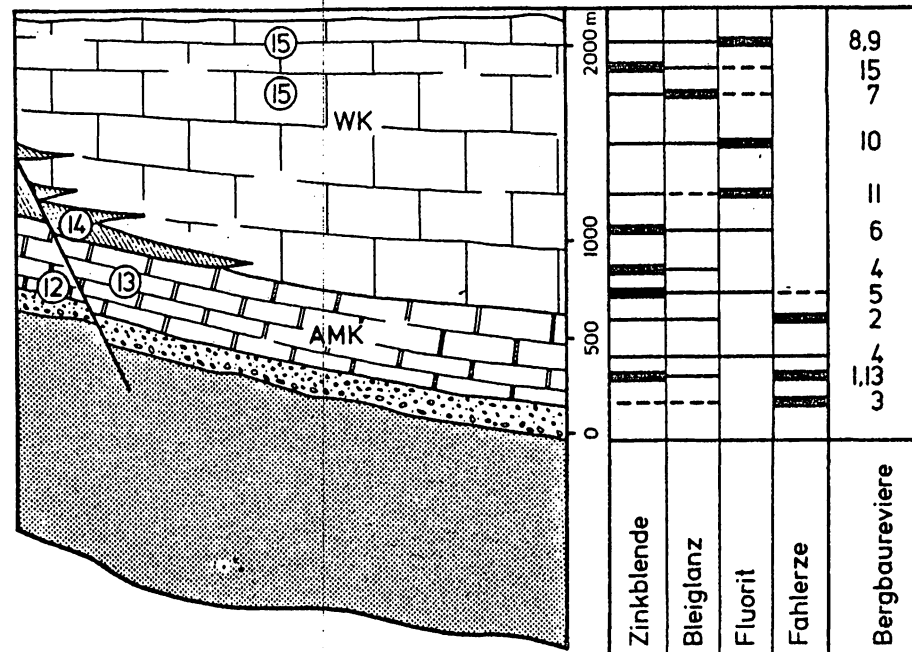


AMK Alpiner Muschelkalk (inkl. Reichenhaller Sch.)
PT Postvariszische Transgressionsserie
G Grundgebirge

- 4 Hochwart, Haverstock
- 5 St. Veit
- 6 Blasiental, Lorenzi
- 7 Feigenstein
- 8 Matthiasgrube
- 9 Frauenbrunnen
- 10 Silberstuben
- 11 Tschirgant (Plateau, Gipfel)

~N

KARWENDEL



Mineralhäufigkeit

— sehr viel
— viel
--- wenig

- 12 Kerschbuchhof
- 13 Hötting, Thaur
- 14 Thaur
- 15 Lafatsch-Reps

Generell soll festgehalten werden, daß sich im Laufe der Untersuchungsfortschritte immer wieder neue Denkanstöße hinsichtlich der Genese der Pb-Zn-Erze in den Nordtiroler Kalkalpen ergaben, die naturgemäß zu einer Modifizierung der Untersuchungsmethodik führten.

Die folgenden Ausführungen sollen kurz den Untersuchungsstand vor Projektbeginn, insbesondere aber die Neuergebnisse zusammenfassend beleuchten. Darüber hinaus war es ein Anliegen, jene Gesichtspunkte herauszuarbeiten, die noch einer gezielten Untersuchung bedürfen.

Abbildungserläuterung:

Vereinfachtes stratigraphisches Schema und Verteilung der Erzkörper zu Beginn der Ablagerung der Raibler Schichten. Die drei heute tektonisch separierten Untersuchungsgebiete wurden entsprechend paläogeographischen Rekonstruktionen auf eine Schnittebene projiziert, wobei der Raum Imst-Nassereith seitlich versetzt am Westende der Karwendelplattform zu denken ist. Rechts ist eine Kurzcharakteristik der Erzvorkommen mit Verteilung der wichtigsten Minerale und der stratigraphischen Position angegeben.

Pb-Zn-(Cu-) Erze der Trias südlich des Inn

Bisherige Untersuchungen: Geologische Untersuchungen wurden von H. PIRKL, 1961 (geologische Karte) und K. KUCKELKORN, 1964 (vor allem tektonische Analyse), durchgeführt. Sedimentologische Untersuchungen fehlen, mit Ausnahme des Permoskyths durch H. BARNICK, 1962. Lagerstättenkundliche Untersuchungen wurden von PIRKL, 1961, VOHRZYKA, 1968, HADITSCH & MOSTLER, 1970, durchgeführt.

Neuergebnisse: Im Rahmen des Projekts wurde eine Neukartierung 1:10 000 durch C. SCHÖBER (Dissertation, 1984) geschaffen (geologisch-tektonische Analyse).

Sedimentologische Untersuchungen wurden ebenfalls von SCHÖBER durchgeführt. Aufgrund seiner Daten muß die Vorstellung einer Großfaziesaufgliederung in Hohenegg- und Berchtesgadener Fazies und eine damit abgeleitete Ferndeckenüberschiebung fallengelassen werden; vielmehr handelt es sich in diesem Gebiet um eine intensive Schuppentektonik innerhalb eines geschlossenen Faziesbereiches (Südfazies).

Lagerstättenkundliche Aufnahmen: Zum Großteil von GSTREIN & HEISSEL, z.T. aber auch von SCHOBER durchgeführt. Insgesamt wurden 16 Bergreviere untersucht, alle befahrenen Stollen neu aufgenommen, alle Halden bemustert und erzmikroskopisch untersucht. Insbesondere wurde der Silberbergstollen sehr detailliert neu aufgenommen und durch aufwendige geochemische Untersuchungen ergänzt. Gerade dieses Gebiet und somit der gesamte Raum des Silberberg-Geyer-Reviere ist unter den insgesamt 16 Bergrevieren der Trias südlich des Inn das einzige, das für weitere Untersuchungen in Frage käme.

Die auf den Halden aufgesammelten Erzproben wurden erzmikroskopisch, röntgenographisch und z.T. mit Hilfe der Mikrosonde (insbesondere Fahlerze) untersucht.

Die zuletzt angezogenen Fahlerze sind z.T. sehr wahrscheinlich Mobilisate, aus den vererzten devonischen Dolomiten stammend, die nach MOSTLER & WEISER, 1984, den jüngstalpidschen Schuppenbau in Gangform durchschlagen, z.T. dürfte es sich auch um Fahlerze handeln, die mit der Pb-Zn-Vererzung auch im Karwendel häufig aus dem Anis bekanntgemacht wurden. Im Zuge der Neubearbeitung des Silberberg-Geyer-Reviere wäre auch die Abklärung der Fahlerzgenese sehr erstrebenswert!

Pb-Zn-(F-) Erze der Trias im Karwendelgebirge

Bisherige Untersuchungen: Geologische Karte von AMPFERER, tektonische Analyse von SCHULZ, lagerstättenkundliche Arbeiten von WERTHMANN, 1962, SCHULZ, KRANZ und SCHNEIDER. Sedimentologische Untersuchungen aus diesem Raum fehlen.

Neuergebnisse: Neukartierung der Gebiete um den Solstein, Hohen Gleirsch, Kastenalm-Hallerangerspitz und das Gebiet um die Brantlspitze (geologisch-tektonische Analyse durch G. HEISSEL). Tektonische Detailuntersuchungen im Bergbau Lafatsch durch O. SCHULZ.

Sedimentologische Untersuchungen: Eine Reihe von Profilen im Umfeld der Lagerstätte Lafatsch wurde sehr detailliert sedimentologisch-mikrofaziell untersucht und durch eine sehr detaillierte geochemische Analyse ergänzt.

Es wurden sowohl der Wettersteinkalk (BRANDNER) als auch bewußt die erzfreien Raibler Schichten (KRAINER) genauer studiert. Aufgrund der Untersuchungsergebnisse scheiden letztere für eine wirtschaftlich interessante Vererzung aus.

Lagerstättenkundliche Aufnahmen: Neben den Untersuchungen von SCHULZ (Lafatsch) wurden vor allem durch GSTREIN & HEISSEL die Reviere Solstein, Brunnstein, Hoher Gleirsch lagerstättenkundlich aufgenommen und von KRAINER wurde das Vomper Revier detailliert untersucht.

Aufgrund des gegenwärtigen Untersuchungsstandes ergibt sich nun zwingend die Notwendigkeit für die Erstellung eines Modells der Lagerstätte Lafatsch. Es sollten hier vor allem die im Zuge der intratriassischen, tektonogenetisch gesteuerten Ereignisse entstandenen tektonischen Gefüge erfaßt werden.

Pb-Zn-(F-)Erze der Trias im Gebiet Imst-Nassereith

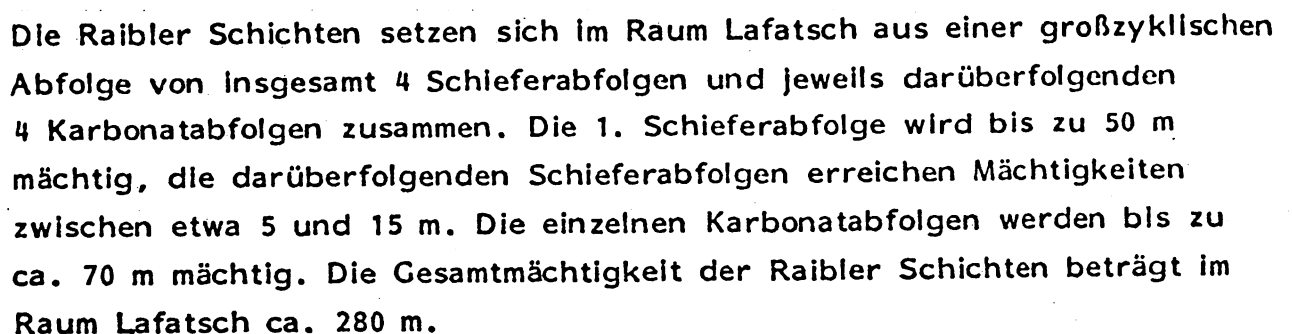
Bisherige Untersuchungen: Geologische Kartierung (KRAUS, KROLL, RENATUS, GROTTENTHALER); lagerstättenkundliche Arbeiten (TAUPITZ, 1954; WETZENSTEIN, 1972; SIDIROPOULOS, 1980); sedimentologische Arbeiten (MILLER, KRAUS etc. (Sedimentologie vorwiegend der Raibler Schichten), BECHSTÄDT & MOSTLER, 1974 (aniso-ladinische Karbonatgesteine).

Neuergebnisse: Geologische Neukartierung durch BECKE, 1980, und NIEDERBACHER, 1981 (beides Dissertationen). Kleine Teilbereiche durch HEISSEL kartiert. Sedimentologie: vor allem Bearbeitung der Profile im Wendelinstollen und Tschirgant durch BRANDNER, gepaart mit sehr detaillierter geochemischer Untersuchung. NIEDERBACHER: sedimentologische Untersuchung der Partnachschichten.

Lagerstättenkundliche Aufnahmen: Untersucht wurden insgesamt 28 Bergbau-reviere, wobei sich herausstellte, daß die Vererzung hauptsächlich diskordant von den Reichenhaller Rauhwacken bis zur Basis der Raibler Schichten verläuft. Wirtschaftlich interessant dürften neben der Pb-Zn-Vererzung des Wannig die Fluoritvorkommen an der Westabtauchung des Tschirgant, Gaflein, Matthiasgrube und Blauen Grotte sein.

Auch hier ergibt sich als weiteres Untersuchungsziel eine Modellerstellung des Wannig mit der Gesamtproblematik der Dolomitisierung bzw. davon ableitbarer Fragenkomplex. Wichtig erscheint es noch, darauf hinzuweisen, daß demnächst der Nassereither Tunnel aufgefahren wird, und damit auch weitere Erkenntnisse über die Nassereither Pb-Zn-(F-)Vererzung zu erwarten sind.

(K. Krainer)



Die Raibler Karbonate aus Lafatsch weisen deutlich geringere Werte an Zn, Fe, Mn und u.R. und höhere Werte an Sr auf als jene aus dem Raum Bleiberg-Rubland. Das Sr ist wieder deutlich vom Ca/Mg-Verhältnis abhängig (Kalke mit Ca/Mg über 105: 730 ppm Sr, Dolomite mit Ca/Mg unter 2: 78 ppm Sr). Bei den Gehalten an Zn, Fe, Mn und u.R. bestehen kaum Unterschiede zwischen Kalken und Dolomiten. Die Pb-Gehalte liegen bis auf die 4. Karbonatabfolge größtenteils unter 50 ppm. Fe- und Mn-Gehalte sind besonders in Tonschiefer-nähe stark erhöht (Fe bis 1.85% und Mn bis 660 ppm).

Die Schieferabfolgen zeigen gegenüber den Karbonaten wesentlich höhere Durchschnittswerte an Zn, Fe, Mn, und geringere Werte an Sr. Innerhalb der Schieferabfolgen führen Tonschiefer, Silt- und Sandsteine durchschnittlich um 100 ppm Zn, was gut mit den in der Literatur angegebenen Werten für diese Sedimente übereinstimmt.

Zwischen den 4 Schieferhorizonten treten im Profil "Großer Gschnierkopf" und im Profil "Poppen" in Abhängigkeit von der lithologischen Ausbildung (mergelig oder tonig-sandig) deutliche Unterschiede in den Elementgehalten auf (Tabelle 2).

Aus den Schieferabfolgen wurden insgesamt 10 Proben auch auf die Elemente Ni, Co und Cr analysiert. Die durchschnittlichen Werte betragen für Ni 36 (29-50) ppm, für Co 18 (11-31) ppm und für Cr 236 (145-350) ppm.

Das Profil "Poppen" weist in allen 4 Karbonatabfolgen, z.T. auch in den Schieferabfolgen, wesentlich geringere Gehalte an Pb und an Zn auf als das Profil "Großer Gschnierkopf", das unmittelbar südlich der Lagerstätte Lafatsch liegt (zur Lage der beiden Profile siehe Abb. 1). Über die Durchschnittswerte der einzelnen Karbonatabfolgen dieser beiden Profile gibt Tabelle 3 Auskunft.

Aufgrund der vorliegenden geochemischen Ergebnisse scheiden die Raibler Schichten im Raum Lafatsch als erzhöflicher Gesteinskomplex weitgehend aus.

Die Schieferabfolgen sind aus grauen Tonschiefern, feinkörnigen Sandsteinen und untergeordnet aus Mergeln aufgebaut. Eingeschaltet sind fossilreiche Lagen (Lumachellen), Konkretionen und Onkolithe. Die einzelnen Schieferhorizonte unterscheiden sich hinsichtlich ihrer lithologischen Ausbildung und Mächtigkeit.

Die Karbonatabfolgen bestehen aus meist gut gebankten, meist dunkelgrauen Kalken. Innerhalb der 1. Karbonatabfolge sind häufig bis zu mehrere Meter mächtige Rauhwackenlagen eingeschaltet.

Bezüglich der mikrofaziellen Ausbildung handelt es sich überwiegend mikritische Kalke (Mikrite, biogenführende Mikrite, Biomikrite, Pelmikrite, Onkomikrite), besonders in den hangenden Karbonatabfolgen. Innerhalb der 1. Karbonatabfolge sind Sparite (Pelsparite, Biosparite) häufiger anzutreffen. Zur mikrofaziellen Untersuchung der Raibler Karbonate standen insgesamt 30 Dünnschliffe von ausgewählten Proben zur Verfügung. Generell bestehen keine wesentlichen Unterschiede zur Ausbildung der Raibler Schichten in den östlichen Gailtaler Alpen.

3. Geochemie

Aus den Raibler Schichten wurden insgesamt 389 Proben (298 Karbonatproben und 91 Schieferproben) mittels AAS auf die Elemente Ca, Mg, Pb, Zn, Fe, Mn, Cu und Sr analysiert, außerdem wurde der unlösliche Rückstand (Quarz, Tonminerale usw.) bestimmt. Über die Durchschnittswerte gibt Tabelle 1 Auskunft.

Im geochemischen Verhalten der einzelnen Elemente unterscheiden sich die Raibler Karbonate aus dem Raum Lafatsch deutlich von jenen aus dem Raum Bleiberg. Der Grund liegt darin, daß im Raum Lafatsch die Raibler Karbonate durchwegs kalkig ausgebildet sind (Ca/Mg durchschnittlich 16.2) und im Gegensatz zum Raum Bleiberg (Ca/Mg durchschnittlich 3.7) ausgedehnte Dolomitierungsprozesse hier nicht stattgefunden haben.

Daneben dürfte auch das Angebot an Pb und Zn innerhalb der Raibler Karbonate im Karwendel geringer gewesen sein als in den östlichen Gailtaler Alpen (besonders Bleiberg). Bisher sind zumindest keine Pb-Zn-Vererzungen innerhalb der Raibler Schichten der Nördlichen Kalkalpen bekannt.

	Pb	Zn	Fe	Mn	Sr	Cu	Ca	Mg
<u>1. Schiefer</u>								
Gr. Gschn. (31)	bis 200	89 (10-365)	4% 1.54-15.8	2490 (1200-17600)	72 (10-450)	25 (10-40)	6.6%	0.7%
Poppen (17)	bis 110	79 (20-180)	2.95% (1.3-5.8%)	1514 (120-4100)	121 (10-610)	21 (10-60)	8.9%	0.6%
<u>2. Schiefer</u>								
Gr. Gschn. (7)	< 50	47 (10-145)	1.6% (0.8-3.4%)	800 (450-1300)	213 (70-320)	14 (10-25)	23.3%	0.8%
Poppen (4)	< 50	bis 20	0.4% (0.25-0.63%)	145 (90-180)	315 (210-380)	< 10	34.7%	2.8%
<u>3. Schiefer</u>								
Gr. Gschn. (11)	bis 360	118 (30-335)	1.3% (0.41-1.82%)	630 (200-2400)	425 (340-540)	< 10	28.1%	0.8%
Poppen (5)	bis 100	152 (10-460)	1.04% (0.66-1.92%)	368 (320-460)	298 (240-400)	bis 15	33.0%	0.9%
<u>4. Schiefer</u>								
Gr. Gschn.	< 50	80 (70-95)	2.5% (2.0-2.8%)	190 (90-320)	23 (10-40)	< 10	2.3%	0.5%
Poppen (3)	< 50	< 10	2.13% (2.02-2.3%)	97 (90-100)	10 (10)	bis 15	2.1%	0.3%

Tabelle 2: Durchschnittswerte der einzelnen Schieferabfolgen der Profile "Großer Gschnierkopf" und "Poppen".
Werte in ppm, in Klammer Streubereich

	Ca	Mg	Zn	Fe	Mn	Sr	u.R.
Karbonate Rublandstollen (als Vergl., 352 Proben)	26.3%	7.1%	68 (10-4000)	3518 (30-5.9%)	144 (10-8000)	428 (20-10300)	8.4%
Karbonate Lafatsch (298 Proben)	35.7%	2.2%	35 (5-760)	1508 (10-1.84%)	74 (5-680)	626 (50-15800)	3.3%
Schiefer Lafatsch (91 Proben)	12.9%	0.8%	82 (bis 460)	2.67% (0.25-15.8%)	1352 (90-13600)	149 (bis 610)	

Tabelle 1: Durchschnittswerte der Raibler Schichten aus dem Raum Lafatsch (Werte in ppm, in Klammer Streubereich)

	Pb	Zn	Fe	Mn	Sr
<u>1. Karbonatabfolge</u>					
Gr. Gschnierkopf (20)	< 50	46 (bis 95)	1323 (120-13200)	83 (10-660)	388 (100-870)
Poppen (33)	< 50	20 (bis 100)	950 (110-6400)	57 (10-320)	300 (65-1050)
<u>2. Karbonatabfolge</u>					
Gr. Gschnierkopf (17)	< 50	53 (25-95)	1860 (250-9000)	88 (10-310)	698 (280-2000)
Poppen (19)	< 50	15 (bis 140)	2044 (150-8200)	91 (10-330)	378 (160-1200)
<u>3. Karbonatabfolge</u>					
Gr. Gschnierkopf (6)	79 (bis 120)	96 (20-220)	4480 (1300-7000)	263 (110-430)	1265 (450-3600)
Poppen (6)	< 50	< 10	2600 (1400-4400)	148 (105-200)	882 (300-3400)
<u>4. Karbonatabfolge</u>					
Gr. Gschnierkopf (30)	90 (bis 330)	52 (bis 150)	888 (60-2700)	47 (10-280)	676 (190-1400)
Poppen (11)	67 (bis 130)	< 10	810 (340-1800)	35 (10-120)	759 (190-1500)

Tabelle 3: Durchschnittswerte der einzelnen Karbonatabfolgen der Profile "Großer Gschnierkopf" und "Poppen".
Werte in ppm, in Klammer Streubereich

	Zn	Fe	Mn	Sr	Ca	Mg	Ca/Mg
<u>Profil Schneeriese</u>							
Laminite (16)	53 (20-100)	478 (90-3500)	14 (bis 40)	106 (30-210)	33.5 (23.4-39.2)	4 (0.4-11.4)	26.8
Subtidal (44)	45 (20-130)	180 (50-620)	< 10 (bis 40)	127 (50-220)	37.3 (25.4-39.4)	1.4 (0.3-10.6)	64
<u>Profil Lochhüttl</u>							
Laminite (28)	15 (bis 75)	155 (40-1800)	14 (bis 30)	60 (30-140)	27.6 (22-38)	7.8 (0.7-12.1)	8.3
Messerstichkalke (31)	11 (bis 25)	69 (30-130)	10 (bis 25)	70 (30-130)	31.7 (22-38.4)	5 (0.3-12.2)	15.6
Subtidal (72)	26 (bis 155)	132 (40-770)	10 (bis 20)	130 (40-1200)	34.4 (22.4-39.2)	3.2 (0.2-12.1)	48.9

Tabelle 5: Durchschnittsgehalte der einzelnen Faziestypen (Werte in ppm, in Klammer Streubereich)

Tabelle 6: Durchschnittsgehalte in Abhängigkeit vom Ca/Mg-Verhältnis (Werte in ppm, in Klammer Streubereich)

Ca/Mg	Probenanzahl	Zn	Fe	Mn	Sr
< 2	11	13 (bis 45)	100 (60-190)	21 (10-30)	39 (30-50)
2-4.74	37	26 (bis 100)	298 (40-3500)	16 (bis 40)	65 (30-210)
4.74-16	53	27 (bis 155)	172 (40-770)	10 (bis 20)	87 (60-150)
16-60	36	30 (bis 130)	131 (30-500)	< 10 (bis 20)	116 (70-170)
60-105	30	38 (10-105)	111 (50-410)	< 10 (bis 10)	147 (90-190)
> 105	23	30 (bis 75)	90 (40-330)	< 10 (bis 15)	180 (80-1200)
Gesamt	191	29 (bis 155)	164 (30-3500)	10 (bis 40)	107 (30-1200)

(Ca/Mg < 2: reine Dolomite, Ca/Mg > 105: reine Kalke)

HANGENDER WETTERSTEINKALK - VOMPER LOCH (BRANDLRINNE)

(K. Krainer)

1. Einleitung

Im Bereich Vomper Loch - Brandlrinne wurden beim alten Pb-Zn-Bergbau (Erzparagenese: PbS, ZnS, Flußspat) zwei Profile durch den Oberen Wettersteinkalk aufgenommen (Profil 6 "Schneeriese" und Profil 7 "Lochhüttl" - siehe Abb. 1). Vom Profil "Lochhüttl", das mit insgesamt 300 m aufgenommen wurde, wurden die hangenden 200 m (Proben V 111-V 187) anhand von 78 Karbonatdünnschliffen mikrofaziell untersucht.

2. Lithologie und Mikrofazies

Die liegenden 160 m vom Profil "Lochhüttl" zeigen eine z.T. zyklische Abfolge zwischen sub-, inter- und supratidalen Mikrofaziestypen. Das Subtidal ist makroskopisch charakterisiert durch mächtigere Grainstones und Wackestones, wobei massige, ungeschichtete Bereiche auf tieferes und geschichtete, gebankte Bereiche auf höheres Subtidal hinweisen. Charakteristisch für diese Abfolge ist auch das häufige Auftreten von sog. "Messerstichkalken" in den subtidalen Sedimenten. Inter-supratidale Sedimente finden sich in Form geringermächtiger, dünn gebankter und gut geschichteter bis laminierter "Zwischenschichten".

Der zyklische Aufbau des Oberen Wettersteinkalkes wurde von BRANDNER (Bericht an die BBU, 1980/81) an den Profilen "Lafatscher Joch" und "Poppen" eingehend untersucht und beschrieben. Im Profil "Lochhüttl" zeigen die unteren 160 m ebenfalls eine zyklische Abfolge von meist regressiven Zyklomen bzw. "shoaling-upward-Zyklotheme" (massiger Wackestone bis Packstone, darüber geschichteter Grainstone und z.T. Rudstone, und abschließend die inter-supratidalen "Laminite" mit Algenstromatolithen, flat-pebble-Breccien usw.), die durch Diageneseprozesse häufig zu "Messerstichkalkzyklomen" verändert wurden.

Diese Zyklizität ist in den Profilen im Vomper Loch jedoch nicht mehr so stark ausgeprägt wie weiter im SW (Poppen, Lafatscher Joch). Inter-supratidale Sedimente sind im Vomper Loch nicht mehr so häufig, Schwarze Breccien

fehlen anscheinend vollkommen. Dagegen weisen die subtidalen Bänke meist größere Mächtigkeiten auf als in den Profilen weiter südwestlich.

Die hangenden 140 m vom Profil "Lochhüttl" werden überraschenderweise fast ausschließlich von subtidalen Grainstones, Rudstones und Wackestones aufgebaut, die häufig außerordentlich reich an Dasycladaceen und auch an Foraminiferen sind. In diesem Profilabschnitt konnten insgesamt nur zwei Einschaltungen von inter-supratidalen Sedimenten beobachtet werden.

Die Profile "Lochhüttl" und "Schneeriese" liegen im Nordflügel der Lafatscher Mulde, also im selben Zug, in dem auch die Lagerstätte Lafatsch-Reps liegt. Die Entfernung vom 1. Raibler Tonschiefer ist ungewiß, beträgt beim Profil "Schneeriese" rund 50-60 m, beim Profil "Lochhüttl" aber sicherlich mehr.

Der Ablagerungsraum des Wettersteinkalkes im Vomper Loch ist bei Rückformung der Tektonik nordöstlich des Ablagerungsraumes der im Südflügel der Lafatscher Mulde gelegenen Profile "Poppen" und "Lafatscher Joch" zu suchen. Das Fehlen von inter- bis supratidalen Sedimenten im Vomper Loch weist auf etwas tiefere Ablagerungsbedingungen gegen NE hin (distaler Schelfbereich?). Dieser leichte Fazieswechsel kann besonders hinsichtlich der Vererzung von Bedeutung sein. Das Zurücktreten der sog. "Zwischenschichten" (Schwarze Breccien und Grüne Mergel fehlen vollkommen), an die häufig die Pb-Zn-Vererzungen gebunden sind bzw. dem Erz als Lösungsweg dienten, könnte eine Ursache für fehlende Pb-Zn-Vererzungen E und NE des Vomper Lochs sein. Dies würde heißen, daß Pb-Zn-Vererzungen am östlichen Ende der Pb-Zn-Vorkommen im Vomper Loch ("Brandlrinne") faziell und nicht tektonisch auskeilen. Zu dieser Vorstellung fehlen jedoch noch eindeutige Beweise, die nur durch weitere gezielte Untersuchungen zu erbringen sind.

3. Geochemie

Insgesamt wurden aus den beiden aufgenommenen Profilen 191 Proben auf die Elemente Pb, Zn, Fe, Mn, Cu, Sr, Ca und Mg analysiert.

Das Profil "Schneeriese", das inmitten des Lagerstättenbereiches Vomper Loch - Brandlrinne aufgenommen wurde, weist wesentlich höhere Durchschnitts-

werte an Zn (47 ppm) und Fe (255 ppm) auf als das am östlichen Ende dieser Lagerstätte aufgenommene Profil "Lochhüttl" (20 ppm Zn und 122 ppm Fe, siehe Tabelle 4).

Tabelle 4: Durchschnittswerte der beiden Profile "Schneeriese" und "Lochhüttl"

	Pb	Zn	Fe	Cu	Mn	Sr
Lochhüttl (131)	< 50	20	122	< 10	10	100
Schneeriese (60)	< 50	47	255	< 10	10	122

Die Pb-Gehalte liegen bis auf 17 Proben (max. bis 100 ppm) durchwegs unter 50 ppm. Die Cu-Gehalte liegen immer unter der Nachweisgrenze von 10 ppm.

In ihrem geochemischen Verhalten zeigen die Elemente Zn, Fe, Mn und Sr eine z.T. deutliche Abhängigkeit von der faziellen Ausbildung bzw. vom Ca/Mg-Verhältnis: Laminite und Messerstichkalke, die überwiegend dolomitisch sind, weisen höhere Gehalte an Fe, Mn, und geringere Gehalte an Sr, z.T. auch an Zn auf als die massigen, kalkigen Bänke des Subtidals (Tabelle 5)

Die Messerstichkalke sind charakterisiert durch extrem niedrige Gehalte an Zn und Fe sowie sehr niedrige Gehalte an Mn und Sr.

Deutlich kommt auch die Abhängigkeit der einzelnen Elemente vom Ca/Mg-Verhältnis zum Ausdruck (Tabelle 6): Zn und Sr sind deutlich an Kalke gebunden, während Fe und Mn höhere Werte in den Dolomiten aufweisen – ein Effekt, der wohl weitgehend auf diagenetische Prozesse zurückzuführen ist.

Auffallend sind besonders die für Karbonate extrem niedrigen Fe- und Sr-Gehalte. Die Dolomitisierung, die hier selektiv erfolgte, d.h. im wesentlichen nur die Bänke mit einer besseren Wegsamkeit für Lösungen, nämlich die Laminite, erfaßte, hat hier zu keiner Pb-Zn-Anreicherung geführt (im Gegensatz zur Dolomitisierung, die größere Bereiche erfaßte, quer über verschiedene Faziestypen hinweggreift und zu einer Pb-Zn-Anreicherung geführt hat).

Bezüglich der Ausweisung von Hoffungsgebieten im Bereich Vomper Loch bzw. in der östlichen Fortsetzung können derzeit noch keine klaren Aussagen gemacht werden, vor allem deshalb, weil in diesem Bereich über die Art der Vererzung innerhalb des hangenden Wettersteinkalkes noch viel zu wenig bekannt ist.

**PROJEKT: BLEI-ZINK-LAGERSTÄTTEN
IN DEN NORDTIROLER KALKALPEN**

Endbericht für den Zeitraum von 1979 bis 1982

vorgelegt von

**Dr. Peter GSTREIN, Institut für Mineralogie
und Petrographie der Universität Innsbruck**

und

**Dr. Gunther HEISSEL, Institut für Geologie
und Paläontologie der Universität Innsbruck**

1. Einleitung

Das von uns in den Jahren 1979 bis 1982 bearbeitete Gebiet ist in drei getrennte Bereiche gliederbar:

- 1) Bereich Trias südlich des Inn
- 2) Bereich Karwendelgebirge
- 3) Bereich Nassereith-Imst

Da diese Gebiete sowohl von den Lagerstätten her als auch (z.T.) vom stratigraphisch-tektonischen Gesichtspunkt aus betrachtet recht unterschiedlich sind, sollen sie auch in diesem Endbericht vorerst getrennt behandelt werden.

Dieser Bericht soll die Vielzahl der gewonnenen Daten und Ergebnisse in geraffter Form präsentieren.

Sollten detailliertere Fragen bestehen, so mögen die jeweiligen Tätigkeits- und Zwischenberichte herangezogen werden.

Allgemeine Bemerkungen zur geologischen Aufnahme

In den einzelnen Arbeitsbereichen, nämlich Trias südlich des Inn, Karwendelgebirge und Großraum Imst-Nassereith, wurden die geologisch-tektonischen Verhältnisse durch detailliertere Geländebegehungen einerseits und durch die Auswertung von Luftbildern (falls vorhanden bzw. zugänglich) andererseits gewonnen.

2. Bereich der Trias südlich des Inn

2.1. Geschichtliche Einführung und allgemeine Bemerkungen

Wann diese Vielzahl von Lagerstätten entdeckt wurde, ist unsicher. Vieles spricht dafür, daß sie bereits in vorgeschichtlicher Zeit bekannt waren und auch beschürft wurden.

Der erste "aktenkundige" Hinweis findet sich in einem Saalbuch von Rattenberg, wo im Jahre 1416 z.B. die Bergbaue am Silberberg Erwähnung finden. Der Beginn ist also vor diesem Jahr festzulegen.

GEOGRAPHISCHE ÜBERSICHT:

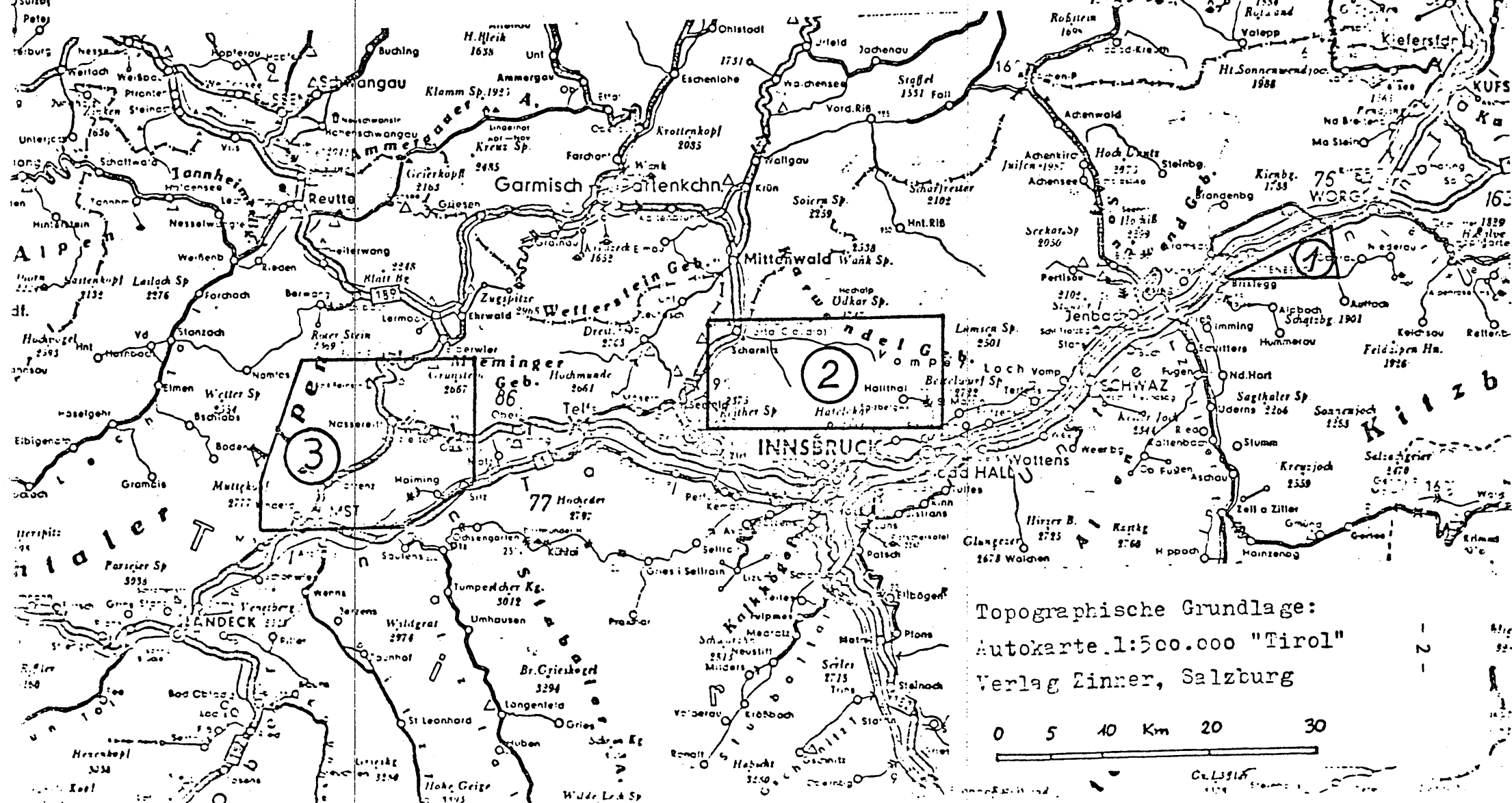
LAGE DER ARBEITSGEBIETE

=====

1 : Trias südlich des Inn

2 : Karwendelgebirge

3 : Raum Lassereith - Imst



Topographische Grundlage:
Autokarte 1:500.000 "Tirol"
Verlag Zinner, Salzburg



Aus diesen frühen Zeiten fehlen uns jegliche bergbauliche Unterlagen (wie etwa Kartenmaterial).

Auch aus dem 18. und 19. Jhd. sind die Mitteilungen noch recht spärlich. Als im frühen 20. Jhd. mehrere Bergbaue wiedergewältigt wurden, kam es auch zu einer teilweisen Neuvermessung und geologischen Aufnahme der entsprechenden Einbaue.

Dies betrifft jedoch nur den Bereich Geyer und die südlichen Abschnitte des Silberberges.

Inzwischen ist der größte Teil der Mundlöcher wieder verbrochen und damit die untertägige Kartierung wie auch das Erfassen der Lagerstättenbereiche nahezu unmöglich.

Diese Bergbaue standen stets im "Schatten" der viel reicheren benachbarten Fahlerzlagerstätten im devonischen Schwazer Dolomit.

2.2. Geologie und Tektonik

2.2.1. Bisherige Arbeiten

An nennenswerter geologischer Literatur dieses Gebietes sind nur die äußerst präzise Arbeit von H. PIRKL (1961) sowie die kaum fundierten Darstellungen durch K. KUCKELKORN (1964) zu erwähnen.

Nachdem wir mit den Ansichten PIRKLs nahezu gänzlich übereinstimmen, sei auf eine kurze Darstellung seiner Arbeit hier verzichtet und auf die nachfolgenden Ausführungen verwiesen.

2.2.2. Die Ergebnisse unserer Arbeiten

2.2.2.1. Die Faziesräume (Hoheneggfazies und Berchtesgadener Fazies)

Die Hoheneggfazies wird nach unseren Untersuchungen unter Berücksichtigung der Ergebnisse von H. PIRKL (1961) durch eine Gesteinsabfolge charakterisiert, wie sie für einzelne tektonische Einheiten der Trias nördlich des Inn typisch ist. Die Gesteine unterscheiden sich also nicht oder nur gering von den Gesteinen, wie sie auch Teile der Lechtaldecke, Karwendelschuppenzone oder Inntaldecke aufbauen.

Generell kann festgestellt werden, daß im Bereich der Hohenegg-Trias an der Wende Skyth/Anis eine Entwicklung einer Fazies tieferen Wassers eingesetzt hat, die in der Mitteltrias ihren Höhepunkt erreichte und erst mit dem Karn beendet war.

Die Berchtesgadener Fazies ist charakterisiert durch eine im Skyth begonnene Herausbildung einer sogenannten Hochzone größeren Ausmaßes. Die Berchtesgadener Fazies ist also vom Skyth bis ins Nor gekennzeichnet durch die Ablagerung von Flachwassersedimenten. Sedimente etwas tieferer Gewässer kommen nur ganz untergeordnet vor. Wenn man annimmt, daß mit dem Beginn der Sedimentation der Raibler Schichten durch synsedimentäre Tektonik die Niveauunterschiede zwischen den Partnachbecken und den Wettersteinkalk/-dolomitplattformen weitgehend ausgeglichen waren, so ist zu fordern, daß sich im Bereich der ständigen Hochzone der Berchtesgadener Fazies im Gebiet der Trias südlich des Inn die Absenkungsrate und die Sedimentationsrate stets etwa die Waage gehalten haben. Betrachtet man allein die Mindestgesamtmächtigkeit des Wettersteinkalks/-dolomits (bzw. nicht ganz richtig Ramsaudolomit genannt – siehe nachfolgende Bemerkungen) von 650 m, so kann man schließen, daß sowohl die Absenkungsrate als auch die Sedimentationsrate beträchtlich und auf alle Fälle höher waren als in der Hoheneggfazies. Dies fordert das Vorhandensein einer mehr oder minder intensiven synsedimentären Tektonik.

Es ist zwar sehr schwierig, Spuren einer solchen synsedimentären Tektonik in der Schwazer und Brixlegger Trias mit ihrem komplizierten Decken- bzw. Schuppenbau einerseits, mit ihrer dichten Vegetation andererseits zu finden, jedoch lassen sich vor allem in den Reichenhaller Schichten und ihren Äquivalenten Hinweise dafür feststellen.

Im Gegensatz zur normalen Wettersteinkalksubfazies der Nordtiroler Kalkalpen (A. TOLLMANN, 1976), aber auch im Gegensatz zur Hoheneggfazies muß es sich im Bereich der von uns bearbeiteten Berchtesgadener Fazies um ein Gebiet handeln, das durch relativ deutliche Festlandsnähe charakterisiert ist. Nicht zuletzt finden sich hiefür Hinweise vor allem in den Reichenhaller Schichten bzw. ihren Äquivalenten, und im Wettersteinkalk/-dolomit (= Ramsaudolomit).

2.2.2.2. Tektonik

Ähnlich wie bei H. PIRKL (1961) konnten wir im Gebiet der Trias südlich des Inn vorwiegend nordvergente Decken- und Schuppentektonik nachweisen. Der Raum der Berchtesgadener Fazies hat demnach das Gebiet der Hoheneggfazies von Süden nach Norden deckenförmig überfahren. Die Faltung innerhalb der einzelnen tektonischen Einheiten ist ebenfalls nordvergent. Anschließend ist es zu gemeinsamer Faltung der überschobenen und der überlagernden Einheit gekommen. In der Folge wurden die beiden Einheiten zum Teil intensiv miteinander verschuppt. Dieser spätere tektonische Akt bedingt natürlich auch das Auftreten multivergenter Strukturen, die jedoch die älteren, nordvergenten Strukturen lediglich teilweise überprägen können. Dies ist jedoch in den Nordtiroler Kalkalpen nicht - wie man bisher immer geglaubt hat - ein Sonderfall, sondern tritt (wie wir feststellen konnten) sehr häufig auf.

2.2.2.3. Paläogeographie

Daraus ergibt sich für die paläogeographische Rekonstruktion folgendes: Die Berchtesgadener Fazies entstammt einem Herkunftsgebiet, das südlicher und festlandsnäher als der Sedimentationsraum der Hoheneggfazies gelegen haben muß. Es ist zwar wahrscheinlich aber keineswegs gesichert, daß diese beiden Sedimentationsgebiete ursprünglich nebeneinander gelegen sind. Es bieten sich aber auch Gedankenmodelle an, die die Hoheneggfazies wesentlich weiter im Norden beheimaten würden als die Trias der Berchtesgadener Fazies. Verfolgt man jedoch die Annahme weiter, daß die beiden Sedimentationsräume ursprünglich benachbart angeordnet waren, so muß doch betont werden, daß trotz intensiver Geländebegehungen durch uns keine Stelle gefunden werden konnte, wo beide Faziesräume eindeutig miteinander verzahnen und ohne tektonische Linie ineinander übergehen. Dies, obwohl durchaus in der Berchtesgadener Fazies Anklänge an Beckenfazies gefunden werden konnten. Eine palinspastische Rekonstruktion, basierend auf tektonischem Gedankengut autochthoner Natur, ist im Gebiet der Trias südlich des Inn ebenso zum Scheitern verurteilt wie anderswo in den von uns bearbeiteten Gebieten der Nordtiroler Kalkalpen!

Abschließend konnte durch unsere Untersuchungen herausgestrichen werden, daß die Begriffe "Ramsaudolomit" und "Berchtesgadener Fazies" in diesem Gebiet nicht zutreffend sind, und eigentlich durch neue Begriffe ersetzt werden sollten.

2.2.2.4. Aufnahmen im Silberbergstollen

In mühevollen Stollenbefahrungen gelang es uns, die Geologie des Silberbergstollens – soweit heute noch aufgeschlossen bzw. zugänglich – zu kartieren. Es bot sich uns ein Bild ausgeprägter Schuppentektonik, gekennzeichnet u.a. durch eingespießte und eingeschuppte Wildschönauer Schiefer innerhalb der Trias. Obwohl es sich hierbei um die bisher bei weitem detaillierteste Stollendokumentation handelt, ist eine exakte Entschlüsselung der tektonischen Verhältnisse nicht möglich gewesen. Jedoch paßt das tektonische Bild des Silberbergstollens im großen gesehen sehr gut in die Gesamttektonik des Raumes der Trias südlich des Inn.

2.3. Lagerstättenkundliche Bemerkungen

2.3.1. Bisherige Arbeiten

1957 bis 1959 erfolgte in diesem Raum eine grundlegende und sehr genaue geologisch-tektonische Aufnahme durch H. PIRKL (1961). Weniger umfangreiche Untersuchungen lagerstättenkundlicher bzw. geochemischer Art wurden von einer ausländischen Firma (Schlitzprobenprofil im Silberbergstollen) sowie von HADITSCH & MOSTLER (1970) durchgeführt. Außerdem sei noch auf die Dissertation von Herrn SCHÖBER (1983, Univ. Salzburg/Innsbruck) hingewiesen, in deren Inhalt wir jedoch noch keinen Einblick nehmen konnten.

VOHRYZKA (1968) beleuchtet die Lagerstätten rein aus der Sicht der alpidischen Metallogenese. Die Angaben der entsprechenden Lokalitäten sind manchmal fehlerhaft.

Lagerstättenmäßig kann man sich ansonsten nur noch auf die älteren, "klassischen" Autoren wie SRBIK (1929) und WOLFSTRIGL-WOLFSKRON (1903) beziehen.

2.3.2. Unsere Arbeit

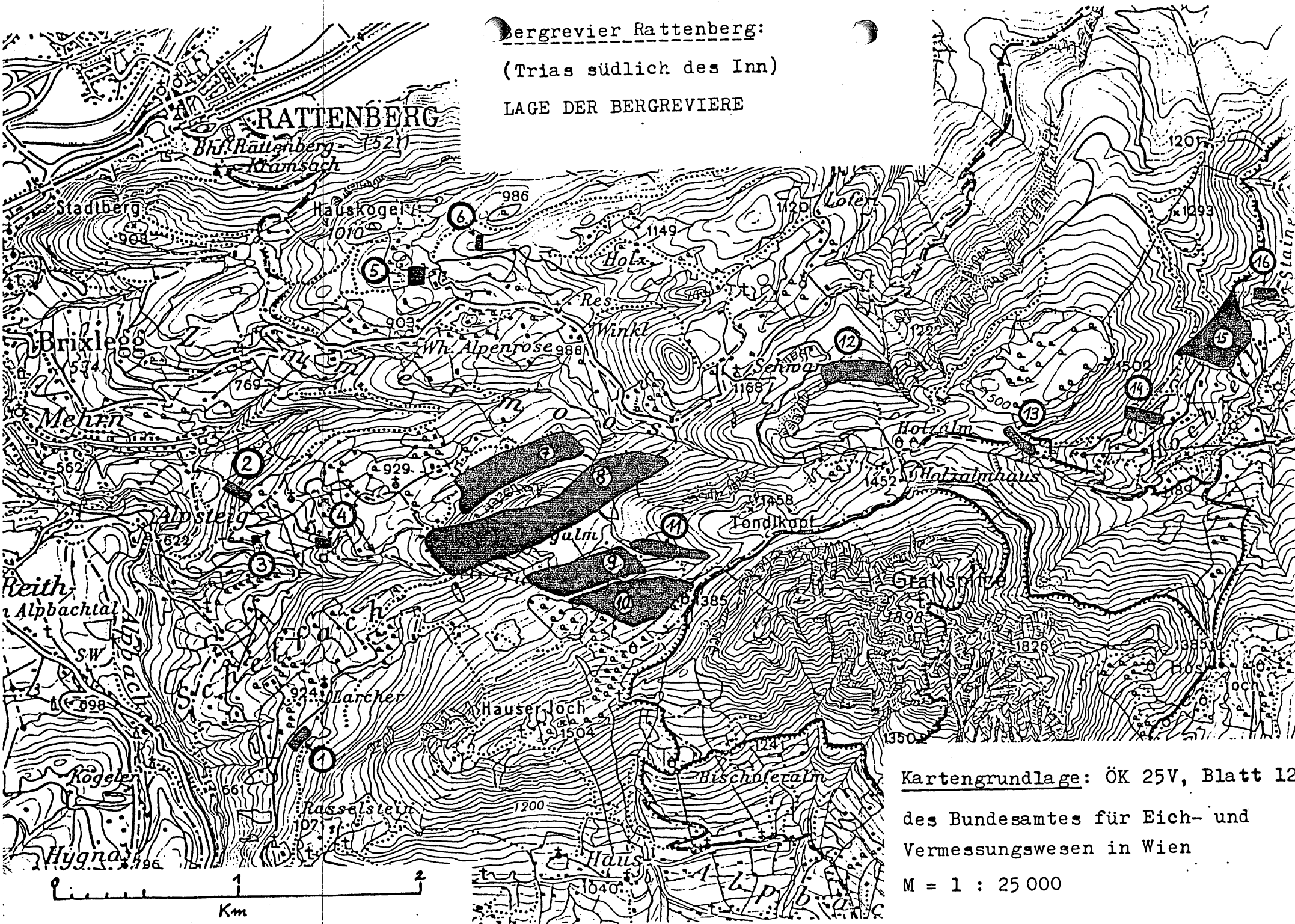
Während des Projekts wurden im Bereich der von uns besuchten Bergreviere die noch zugänglichen Stollen befahren und - so notwendig - vermessen und kartiert wie auch entsprechendes Probenmaterial aus dem Anstehenden und ggf. den vorhandenen Halden entnommen und der Analytik zugeführt, so daß sich ein möglichst klares Bild über die ehemalige Mineralverteilung wie auch die Art der Lagerstätten ergab.

Im Silberbergstollen wurde ein geochemisches Detailprofil aufgenommen, welches durch das Zeichnen eines vollständigen Stollenbandes eine Ergänzung fand.

Der Bereich der Trias südlich des Inn erwies sich als vorwiegend mit Fahlerzen mineralisiert, wobei eine Regelmäßigkeit in der Variation der Elemente As und Sb gefunden werden konnte. Im Devondolomit liegen nur schwächer As-hältige Tetraedrite vor, während mit dem Erreichen stratigraphisch bzw. tektonisch höherer Einheiten ein \pm steter Übergang zu Sb-armen Tennantiten erfolgt. Das könnte für eine aufsteigend erfolgte Remobilisation von Fahlerzen aus tiefer liegenden Bereichen (Schwazer Dolomit) sprechen.

Zn- und Pb-Erze finden sich in größeren Mengen eigentlich nur im Bereich Silberberg sowie Geyer-Nord (vgl. Tabelle der Minerale am Ende des Berichts).

Bergrevier Rattenberg:
(Trias südlich des Inn)
LAGE DER BERGREVIERE



Kartengrundlage: ÖK 25V, Blatt 12
des Bundesamtes für Eich- und
Vermessungswesen in Wien
M = 1 : 25 000

2.3.3. Tabellarische Zusammenstellung der Bergreviere

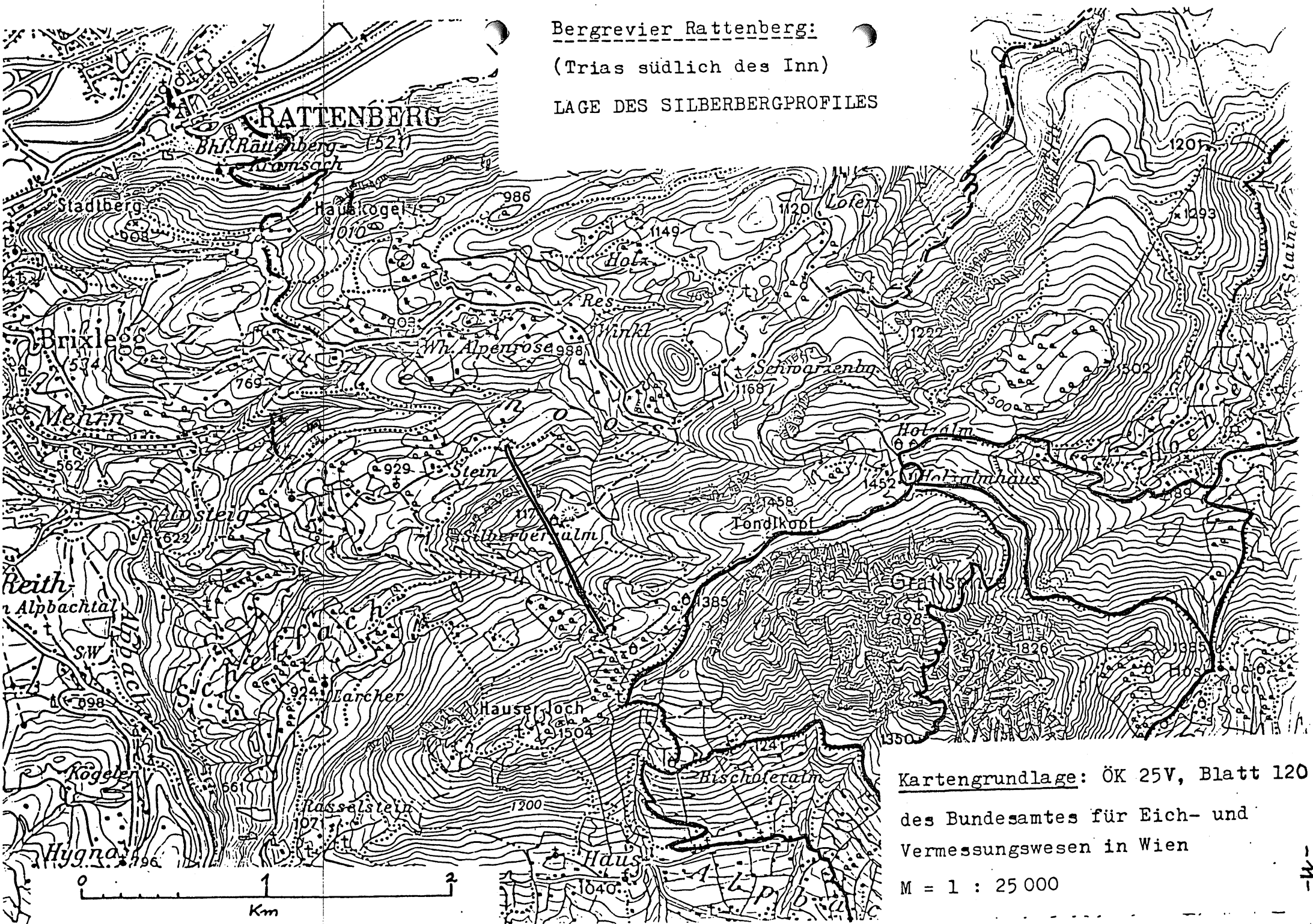
Nr.	Gebiet/Revier	Paragenese	Lgst.-Form	Strat.Niv.	Faz.	Bed.	Vorr.
1	Ramsberg	FA (M,A)	?	BS	HF	+	?
2	Hasla	? Zn	?	PS	HF	+	?
3	Einberg-West	Fe, ? Zn	N	RHS	HF	+	+
4	Einberg-Ost	? Zn,Pb	? sk-Sch	AMK (m/o) PS	HF	+	?
5	Hofer Bau	FA, ? Zn	Sch-? sk	RD (u)	BF	++	?
6	Hofer Tratte	FA,Zn,Pb	sd-Lin, ? N	RD (? u)	BF	+	?
7	Silberberg-Nord	Zn,Pb,FA	sk, sd	PS	HF	+	++
8	Silberberg-Süd	FA,Pb,Zn	Lin, N	OAK-RD	BF	+++	++ (? +++)
9	Geyer-Nord	FA,Pb,Zn Co,Ni,Ba	Sch-Lin	PS	HF	+++	+++
10	Geyer-Süd	FA	N-Sch	OAK	BF	++	++ (? +++)
11	Silberbergeck	FA?	?	BS,OAK,?RD	BF	+	?
12	Maukenötz	FA (Zn,Pb, ? W)	?	OAK, ? RS	BF&HF?	+++	+ (? ++)
13	Unt. Holzalpe- West	FA	?	OAK, ? SD	BF,?HF	+	?
14	Unt. Holzalpe- Ost	FA?	?	OAK,BS(o)	BF	+	?
15	Lehenlahn	FA (M), ? Pb,Zn	?	BS(o),OAK ? RD (u)	BF	++	? (ev. +++?)
16	Lehenlahn NE	FA, ?Zn, Pb	? sk, N	OAK	BF	+	+ (? ++)

Die Reviernummern beziehen sich auf die beiliegende Übersichtskarte

Abkürzungsschlüssel

- Paragenesen:**
- FA = Fahlerz (unabh. v. Chemismus)
 - Zn = Zinkerze, vorw. Blende, z.T. auch Zinkspat etc.
 - Pb = Bleierze, vorw. Galenit, z.T. auch Cerussit etc.
 - Ba = Schwerspat
 - Co = Kobalterze
 - Ni = Nickelerze
 - Fe = Eisenerze, fast nur limonitisch
 - W = Wulfenit
 - M = Malachit
 - A = Azurit
- Lagerstättenform:**
- sk = schichtungskonkordant
 - sd = schichtungsdiskordant
 - N = nestförmig, keine bevorzugte Richtung
 - Sch = schlauchförmig
 - Lin = linealartig - flächig (gangartig z.T.)
- Stratigraphisches Niveau:**
- RS = Raibler Schichten
 - RD = Ramsaudolomit
 - OAK = "ockerig anwitternde Kalke" (i.S. v. PIRKL, 1961)
 - PS = Partnachsichten
 - AMK = Alpiner Muschelkalk
 - RHS = Reichenhaller Schichten
 - BS = Buntsandstein
 - SD = Schwazer Dolomit
 - o = oberer
 - m = mittlerer
 - u = unterer
- Fazies:**
- BF = Berchtesgadener Fazies
 - HF = Hoheneggfazies
- Einstige Bedeutung der Lagerstätte (Reichtum):**
- + = unbedeutend
 - ++ = bedeutend
 - +++ = sehr bedeutend, wichtig
- Noch vorhandene Vorräte:**
- ? = Wegen Unzugänglichkeit etc. keine Aussage möglich
 - + = unwahrscheinlich bzw. unbedeutend
 - ++ = Vorräte sicher noch vorhanden, Mengen nicht sehr bedeutend
 - +++ = Vorräte sicher noch vorhanden, Mengen möglicherweise bedeutender

LAGE DES SILBERBERGPROFILES



Kartengrundlage: ÖK 25V, Blatt 120
des Bundesamtes für Eich- und
Vermessungswesen in Wien
M = 1 : 25 000

2.3.4. Zusammenfassende lagerstättenkundliche Überlegungen

Die räumliche und stratigraphische Position der auftretenden Erzkörper

A) Berchtesgadener Fazies

Permsandsteine: Kupfermineralisationen – primär Fahlerze und wahrscheinlich Kupferkiese – sowie selten Pb- und Zn-Mineralen im Bereich der Lehenlahn. Die Erze scheinen vorwiegend disseminiert, stellenweise auch in Form kleiner Putzen und Schnürchen aufzutreten. Vorzugsrichtungen waren nicht beobachtbar.

Ockerig anwitternde Kalke (Skyth, Anis): Vorwiegend Fahlerze in netzwerkartiger Ausbildung; stellenweise (z.B. Geyer-Süd) auch schlauch- bis linealförmige Erzkörper, die immer wieder an Scherflächen gebunden aufzutreten scheinen, aber auch im ss liegen können. Die häufig beobachteten deutlichen Zinkanomalien dürften auf schichtige Anreicherungen mit feinst verteilten Zinkmineralen zurückzuführen sein.

Ramsaudolomit: Östlich an das Arbeitsgebiet anschließend finden sich zwei kleinere Bergbaubereiche auf Pb-Zn-Erze im stratigraphisch oberen Ramsaudolomit. Gegen Westen scheint der Cu-Gehalt zuzunehmen (Fahlerze) sowie die Mineralisationen auch in stratigraphisch tieferem Ramsaudolomit aufzutreten. Pb- und Zn-Erze treten mit ihnen vergesellschaftet auf. Die Erzkörper liegen in Form \pm schichtungskonkordant angeordneter Erznester und netzwerkartiger Mineralisationen vor, können aber auch im Nahbereich junger Scherflächen auftreten.

Raibler Schichten: Über die räumliche Lage der Maukenötzer Erze ist derzeit keine genauere Auskunft zu erhalten. Wie Haldenstücke zeigen, liegen Auflockerungszonen vor, in die Fahlerze eingedrungen sind (Breccienerzkörper). Auch kleinere durch Schnürchen verbundene Putzenerze konnten beobachtet werden.

B) Hoheneggfazies

Die Blei-Zinkerze des oberen Alpinen Muschelkalks scheinen vorwiegend schichtungskonkordant aufzutreten.

Dies gilt anscheinend auch für die wichtigeren PbS-ZnS-Vorkommen in den Partnachschieben des Reviers Silberberg-Nord. Fahlerze treten im Gegensatz dazu scheinbar nur schichtungsdiskordant auf.

Die Cu-Pb-Zn-Co-Ni-Mineralisationen im Bereich der "schwarzen Dolomite" (Partnachschieben) liegen möglicherweise stratiform vor, wobei neben den steil einfallenden, linealförmigen Reicherzonen bemerkenswerte unverhaute Zwischenmittel bestehen, die im Dolomitgestein feiner verteilt vorkommen. Wegen der mangelnden Aufschlüsse ist die Entwicklung eines räumlichen Modells noch nicht möglich.

Das Auftreten von Baryt wie auch Co-Ni-Mineralen stellt ein auffallendes Merkmal dieses Lagerstättenbereiches (Geyer-Nord) dar.

2.4. Kurzcharakterisierung der wichtigeren Bergbaureviere

Wie aus der Übersichtstabelle zu ersehen ist, zeigen sich viele der hier vorhandenen Bergreviere als einst eher unbedeutend und wirtschaftlich weniger interessant.

Dies soll jedoch in keiner Weise die entsprechenden Mineralisationen als wissenschaftlich (Genesefragen etc.) uninteressant erscheinen lassen.

Die Beantwortung der Frage nach noch vorhandenen Vorräten zeigt sich prinzipiell schwierig, da Grubenpläne meist fehlen und die Einbaue fast ausnahmslos verbraucht sind. Der komplizierte tektonische Bau dieses Gebietes schließt Großlagerstätten fast schon von vornherein aus.

Aus diesem Grund mögen auch die Reviere Nr. 1, 2, 3, 4, 6, 11, 13 und 14 unbeachtet bleiben.

Völlig unbedeutende Schurfspuren (z.B. jene am Hauskogel/Zimmermoos) werden in diesem Endbericht nicht mehr erwähnt.

ad 5: Hofer Bau

Ein schlauchförmiger vererzter Bereich (verm. Fahlerz) von 2-6 m Durchmesser und 100 m Länge wurde schon vor langer Zeit abgebaut. Eine weitere Fortsetzung dieser Lagerstätte nach der Teufe konnte damals scheinbar nicht gefunden werden. Daß noch weitere Erzmittel (tektonisch verworfen) in der Tiefe liegen, erscheint gut möglich.

ad 7: Silberberg-Nord

Hier bestanden zwar über 20 Einbaue, sie waren aber durchwegs nur kurz. Auch der Silberbergstollen hat in diesem Abschnitt mehrfach mineralisierte Bereiche durchörtert (vgl. die entsprechenden Jahresberichte). Ob jedoch diese Lagerstätte, die einen bedeutenden Hoffnungsraum im Streichen und Einfallen aufweist, noch größere Erzanreicherungen hält, konnte nicht ermittelt werden.

ad 8: Silberberg-Süd

Dieser Bereich war einst reich gebaut, z.T. auch im Ramsaudolomit selbst. die Pb-Zn-Anomalien zwischen m 360 und m 410 im Silberbergstollen (Profil) können wahrscheinlich als die tieferen Teile der höher droben verhauten Erzkörper gedeutet werden. Der bei m 557 durchfahrene "Erzgang" wurde in völlig unzureichendem Ausmaß untersucht. Er reicht sicher noch weiter nach der Teufe und auch gegen Westen.

Ein Auftreten reicherer Erze unterhalb des Silberbergstollenniveaus, sowohl im Streichen als auch im Einfallen, ist noch gut möglich (sowohl im Ramsaudolomit als auch in den "ockerig anwitternden Kalken").

ad 9: Geyer-Nord

Vom Silberbergstollen erhoffte man sich, in diesem Bereich unverritztes (und vererztes) Gebirge durchhörtern zu können. Im Bereich der flächenmäßig viel zu kleinräumig durchgeführten Auffahrungen konnten jedoch nur alte Baue gelöchert werden. Da man hier bereits frühneuzeitlich mit "Tiefbauen" begonnen hatte, mußte die Erzführung doch recht reich gewesen sein. Es ist also als wahrscheinlich anzusehen, daß diese "Erzzone der dunklen Dolomite" nach der Teufe noch weitere bedeutende Erze beinhaltet (vgl. dazu Profil Silberbergstollen im Jahresbericht 1980/81). Eine tektonische

Amputation des erzführenden Gesteins scheint im näheren Umkreis nicht gegeben. Untersuchungen müßten auch noch weiter im "Streichen" der Lagerstätten durchgeführt werden, um zu sehen, ob noch mehrere dieser schlauchförmig-linealartigen Erzkörper bestehen.

Wie die Untersuchungen zeigten, finden sich in den Bereichen zwischen den einzelnen Erzkörpern noch nicht abgebaute Erzanreicherungen.

ad 10: Geyer-Süd

Vorwiegende Fahlerzmineralisation in den "ockerig anwitternden Kalken". Sie wurde auch noch im Silberbergstollen festgestellt (sein Ort liegt in "erzhaltiger Breccie", er ist derzeit nicht mehr zugänglich) und reicht demnach zumindest bis in dieses Niveau herab. Eine Fortsetzung nach der Teufe und dem Streichen erscheint aufgrund der Untersuchungen als sehr wahrscheinlich.

Vom Silberbergstollen aus wurden keine weiteren Untersuchungen angestellt.

ad 12: Maukenötz

Dieser Bergbau war einst ziemlich bedeutend und lieferte reiche Erze. Der mineralisierte Bereich ist aus tektonischen Gründen jedoch beschränkt. Erzvorräte sind deshalb nur in geringem Ausmaß zu erwarten.

ad 15, 16: Lehenlahn

Bergbaubereich mit vielen Einbauen (z.T. mächtige Halden). Die Vererzung dürfte nicht unbedeutend gewesen sein. Eine Fortsetzung der Vererzung unter den Rücken des Brandachjoches (Graschberg) hinein (vgl. PIRKL, Tafel 2 und Tafel 5, Profil 14) erscheint möglich. In diesem Fall läge ein bedeutender Hoffnungsraum vor.

Nicht näher bearbeitete Vererzungsbereiche innerhalb des Arbeitsgebietes:

a) Erze in devonischem Schwazer Dolomit

Im Arbeitsbereich treten zahlreiche kleine Schollen von Devondolomit auf, die z.T. mit Fahlerzen mineralisiert sind. Pb-Zn-Erze konnten bisher noch

nicht gefunden werden. Die Erze waren einst z.T. gut gebaut worden, die räumliche Ausdehnung der mineralisierten Bereiche ist aber meist wenig bedeutend. Bergbaue bei Mehrnstein (Brixlegg), Ramsbach, Birgl/Moosschrofen, Mockleiten (alle Bereich Zimmermoos), Gelber Schrofen, Vordersommerau, Hintersommerau (höherer Teil des Maukental).

b) Bergbau im Bereich der Gesteine der Permotrias

Sie waren durchwegs unbedeutend und liegen z.T. eher entlegen: Mühlweg (im Maukental), Leitereck (Maukental), Hochwiese (W Saulueg), St. Leonhard-Saulueg (NW Saulueg). Eingang der Kundler Klamm, Gschieß (NW Oberau, Wildschönau).

Lediglich der Bergbau am Matzenköpfl bei Brixlegg, der einstens durch die Funde von ged. Silber berühmt war, konnte einige Bedeutung erlangen.

2.5. Zusammenfassung: Hoffnungsgebiete

Von den bearbeiteten Revieren sind nur noch in jenen am Geyer-Silberberg sichere Vorräte (zwar fraglicher Menge) vorhanden. Auf diese Bereiche sollten sich dementsprechend auch die weiteren Untersuchungen konzentrieren. Hofer Bau und Lehenlahn sollten in diese Untersuchungen nach Möglichkeit mit eingebunden werden.

2.6. Zusammenfassung: weitere Untersuchungsarbeiten

Bereich Geyer-Silberberg: weiterreichende untertägige Beprobung (Profile) und Detailkartierung alter Einbaue (dazu sind allerdings das Herrichten einiger Fahrten wie auch Gewältigungsarbeiten notwendig), um die räumliche Lage der Erzkörper besser in den Griff zu bekommen. Weiterreichende spezielle genetische Untersuchungen in den Lagerstättenbereichen wären ebenso notwendig.

3. Der Bereich des Karwendelgebirges

3.1. Geschichtliches und Allgemeines

Wann der spätmittelalterliche bzw. frühneuzeitliche Pb-Zn-Bergbau im Karwendelgebirge seinen Anfang genommen hat, ist wahrscheinlich nicht mehr exakt feststellbar.

Er dürfte, wie vielerorts in Tirol, mit dem Aufblühen des Schwazer Bergbaus etwa zeitgleich liegen, da man für die Gewinnung des Silbers aus den Fahlerzen größere Mengen Blei benötigte. Zudem war ja auch der Bleiglanz der Nördlichen Kalkalpen silberhaltig (Ag war damals - wie heute noch - ein sehr begehrtes Edelmetall!) und schon deshalb wirtschaftlich interessant. Die Ag-Gehalte der Bleiglanze schwankten zwischen 100 und 700 g/t, wobei der Mittelwert bei 290 g/t gelegen sein dürfte.

Da die überwiegende Zahl der Stollen - abgesehen von neueren Unternehmungen - ausnahmslos die alte Schrämmarbeit zeigt, ist eine Anlage vor 1700 sicher. Der Betrieb dürfte also etwa um die Mitte des 15. Jhd. begonnen worden sein und zwischen 1500 und 1650 am reichsten betrieben worden sein.

Die Pb-Zn-Lagerstätten des Karwendelgebirges liegen nahezu alle in hochalpinem oder nur mühsam erreichbarbarem Gelände (Abbaue bis 2500 m.ü.d.M.). Aus diesen Gründen und auch wegen des weiten, beschwerlichen Transports mittels Saumtieren durch das Vomper Loch nach Schwaz wurden die Lagerstätten von Lafatsch trotz noch reichlich vorhandener Erzmittel nicht mehr weiter gebaut.

Als geschichtliche Grundlage dienen noch immer die guten, alten "Standardwerke", wie etwa DALLA TORRE (1913), ISSER (1888) (mit Vorsicht zu handhaben), SENGEL (1806), SPERGES (1765), SRBIK (1929), WOLFSTRIGL-WOLFSKRON (1903). Alte Risse sind nur noch selten aufzufinden.

~~Über die neueren Aufschlußarbeiten im 20. Jhd. (Stephaniestollen, Bergbau Lafatsch, BBU) liegen jedoch reichlich gute Beschreibungen und Gruben-~~
karten vor.

3.2. Geologische Bemerkungen

3.2.1. Einleitende Bemerkungen

Wie schon in unseren Jahresberichten geschildert wurde, konnte durch die Geländearbeiten von G. HEISSEL, die außerhalb und z.T. schon vor dem Projekt geleistet wurden, eine reiche Fülle neuer Erkenntnisse über den tektonischen Bau des Gebirges, im (das Pb-Zn-Projekt betreffend) speziellen Fall der Inntaldecke, gewonnen werden. Im Rahmen des Projekts gelang es, da und dort dieses Bild noch zu verfeinern.

3.2.2. Kenntnisstand vor obengenannten Arbeiten bzw. vor Projektsbeginn

A. TOLLMANN (1976) gliederte die Inntaldecke, die er als allseits tektonisch begrenzte allochthone Einheit sah, in sechs nordvergente Großfalten. Demgegenüber gibt es eine nicht unbeträchtliche Zahl von wissenschaftlichen Arbeiten aus fernerer und jüngerer bis jüngster Vergangenheit, die z.T. recht phantasievoll (siehe wiedergegebene Darstellungen in G. HEISSEL, 1978) die Inntaldecke autochthon, also in situ "einzuwurzeln" versuchen. Es soll hier auf diese Meinungen nur noch so weit eingegangen werden, als daß ruhigen Gewissens gesagt werden kann, daß sich solche Erklärungsversuche an keiner Stelle im Gelände nachweisen lassen!

3.2.3. Neue Erkenntnisse

Die Inntaldecke ist eine tatsächlich allseits tektonisch begrenzte und fernverfrachtete tektonische Einheit über fremdem Untergrund. Abgesehen von allerletzten tektonischen Bewegungen, die auch im Karwendel - ähnlich wie an vielen anderen Stellen in den Nordtiroler Kalkalpen - in geringem Ausmaß multivergente Strukturen hervorgerufen haben, sind alle tektonischen Prozesse nordvergent verlaufen. Es konnten weit mehr Großfalten innerhalb der Inntaldecke auskartiert werden, als noch bei A. TOLLMANN angegeben. Gerade diese Erkenntnisse sind besonders wichtig bei der tektonischen Rückformung der Lafatscher Lagerstätte, nachdem hier sich das tektonische Bild in wesentlichen Punkten erneuert hat. Aufgrund des neuen tektonischen Bildes zeigte sich u.a. auch, daß die heutige oberflächliche Erstreckung von

Position der Bergreviere im

Westteil des Karwendelgebirges

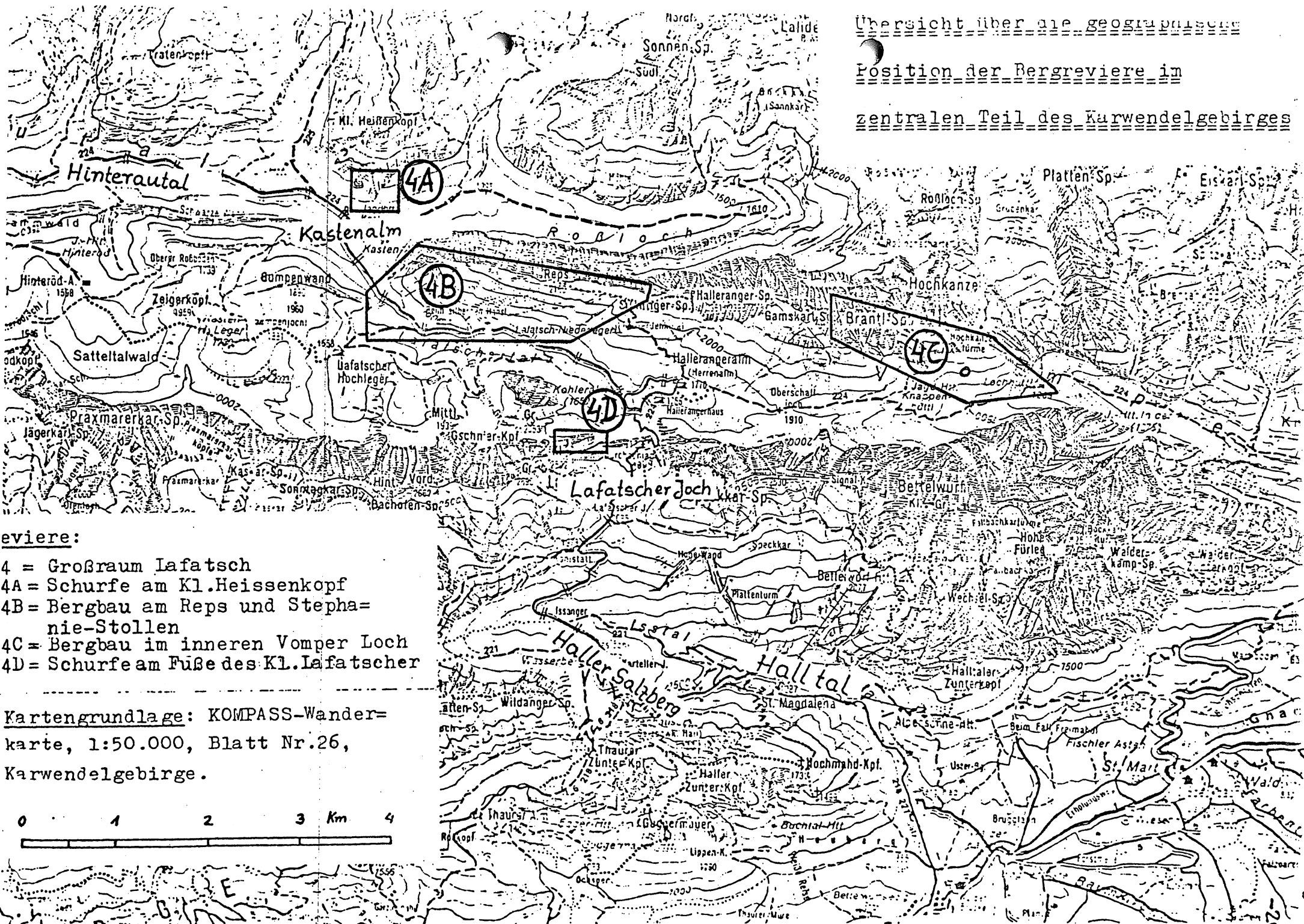
1 = Revier Solstein

2 = Bergbau Brunnstein

3 = Bergbau am Hohen Gleirsch
(ohne Bergbau a. Katzenkopf)



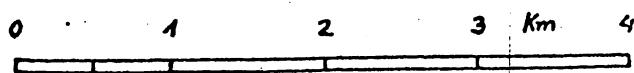
Übersicht über die geographische
Position der Bergreviere im
zentralen Teil des Karwendelgebirges



eviere:

- 4 = Großraum Lafatsch
- 4A = Schurfe am Kl. Heissenkopf
- 4B = Bergbau am Reps und Stephanie-Stollen
- 4C = Bergbau im inneren Vomper Loch
- 4D = Schurfe am Fuße des Kl. Lafatscher

Kartengrundlage: KOMPASS-Wanderkarte, 1:50.000, Blatt Nr.26, Karwendelgebirge.



Wettersteinkalkarealen mit Sonderfazies wesentlich kleiner, die untertägige Erstreckung jedoch größer ist. Aufgrund der tektonischen Analyse konnten somit vermeintliche Gebiete mit Sonderfazies (für eine Fazieskartierung des Wettersteinkalks) von vornherein ausgeschieden werden. Insgesamt wurden im Rahmen des Projekts folgende Gebiete einer tektonischen Untersuchung unterzogen: Lafatsch-Vomper Loch, Heißenkopf, Roßloch, Plseisengebiet, Brunnstein, Riedbodeneck, Hoher Gleirsch, Lafatscher-Bettwlrufkamm, Solstein-Nordkette.

3.3. Übersichtstabelle: Bergbaue im Karwendelgebirge

Nr.	Revier	Paragenese	Lgst.-Form	Strat.Niv.	Faz.	Bed.	Vorr.	Lage
1	Solstein	Zn, Pb	Lin, ? sk	WK (oo)	L	++	?+++	h
2	Brunnstein	F, ? Pb	sk	WK (oo)	L	+	+	t
	(Pleisen)	Pb	?	WK (oo)	L	-	?	h
3	Hoher Gleirsch	Pb, Zn, V	sk/sd, N-fl	WK (oo)	L	++	++(?+++)	h-(w)
4	Lafatsch	Zn,Pb,F	sk,sd Lin, fl	WK (o-oo)	L	++++	++++	t

Die Nummern der Reviere beziehen sich auf die beiliegende Übersichtskarte

Abkürzungsschlüssel

Paragenese: Pb = Bleierze
Zn = Zinkerze
F = Flußspat
V = Vanadiumerze (Descloizite)

Die Reihenfolge der Mineralangaben entspricht der von uns beobachteten abnehmenden Wichtigkeit

Lagerstättenform: sk = schichtungskonkordant
sd = schichtungsdiskordant
Lin = linealförmig
N = nestförmig, putzenartig
fl = flächig

Stratigraphisches Niveau:

WK = Wettersteinkalk
oo = oberster
o = oberer

Fazies:

L = lagunäre Sedimente

Einstige Bedeutung der Lagerstätte:

- = nicht abgebaute Mineralisationen
+ = unbedeutend
++ = etwas bedeutender
+++ = bedeutend
++++ = reich gebaute Lagerstätte

Noch vorhandene Vorräte:

? = wegen Unzugänglichkeit etc. keine sichere Aussage möglich
+ = unwahrscheinlich bis unbedeutend
++ = Vorräte vorhanden, aber nicht sehr bedeutend
+++ = bedeutend, wichtig
++++ = größere Vorratsmengen sicherlich noch vorhanden

Topograph. Lage:

t = Talnähe
m = Mittelgebirgslage
w = Hochwaldzone
h = hochalpine Lage oberhalb der Baumgrenze

3.4. Die Mineralisationen und die Lage der Erzkörper im Bereich des Karwendelgebirges

Die Erze der Reichenhaller Schichten sind von ihrer räumlichen Lage her nur schwer einordenbar. Es scheinen jedoch schichtgebundene Erze (vorwiegend Zn) vorzuwiegen.

Die Fahlerze wie auch die Blei- und Zinkerze des Alpinen Muschelkalks wie auch der Partnachschichten (hier fast nur Pb) liegen am Südabhang der Nordkette (bei Innsbruck) in der Karwendelschuppenzone (HEISSEL, 1978). Vererzt sind vorwiegend mittlerer und oberer Alpiner Muschelkalk, wobei die Erzkörper vielfach im ss zu liegen kommen. Es können aber, besonders bei den Fahlerzen, schichtungsdiskordante Mittel bestehen, wie auch räumlich nicht zuordenbare feine Erzschnüre und Netzwerkvererzungen.

In Dolomitgesteinen der Partnachschichten sind fallweise fein verteilt Bleiglanz Körnchen beobachtbar, die eine Schichtgebundenheit vermuten lassen.

Im Bereich der Inntaldecke sind die Alpinen Muschelkalke nur an ganz wenigen Stellen mineralisiert.

In die räumliche Lage der Erze konnte kein Einblick gewonnen werden.

Der Hauptanteil der Pb-Zn-Mineralisationen konzentriert sich im Karwendelgebirge auf die Sedimente des Wettersteinkalkes. Die von uns bisher bearbeiteten Lagerstätten liegen ausnahmslos im oberen bis obersten Wettersteinkalk.

Die Vererzung am Fuß des Brunnstens bei Scharnitz liegt nur wenige Meter unterhalb der Raibler Schichten. Die Fluoritkörper treten vorzugsweise schichtgebunden auf.

Die Vererzungen am Hohen Gleirsch: Die Lagerstätte findet sich zumindest im SW-Gehänge des Gipfels und gegen den oberen Sagkopf (2132 m) hin im aller-obersten Wettersteinkalk. Auffallend ist das häufige Auftreten des Vanadiumminerals Descloizit. Die zahlreichen Zinkspäte und Cerussite sind im Gelände wegen ihres unscheinbaren Aussehens leicht zu übersehen.

Die Erzkörper treten zwar stellenweise schichtungskonkordant auf. Im Gegensatz zur Ansicht WERTHMANNs (1966) konnten von uns auch zahlreiche ss-diskordante Abbaue lokalisiert werden. Es liegt eine Vielzahl an Erzkörpern vor; sie halten jedoch nur auf kurze Strecke (etwa 10-20 m) gut bauwürdig an.

Der Bergbau am Solstein: Die vorgefundenen Erzkörper, sie liegen an einer Stelle noch unverritz vor, lassen auf ein bevorzugtes Auftreten von Zinkblende schließen.

Die Erze liegen im obersten Wettersteinkalk, teilweise sehr nahe der Raibler Grenze. Die von uns beobachteten Körper liegen nur teilweise schichtungskonkordant, wobei linealförmige Typen scheinbar vorwiegen. Ihre Längsachse fällt fast mit der Raumlage der sedimentären Gefüge zusammen.

Der Bergbau Lafatsch: Es liegt eine weitreichende und gut mineralisierte Lagerstätte vor, wobei die Erze noch 200 m unterhalb der Grenze zu den Raibler Schichten angetroffen wurden.

Die Erzkörper können verschiedenste Ausbildung zeigen. Auffallend zeigen sich, abgesehen von den horizontgebundenen, schichtigen Anreicherungen wie auch Breccienerkörpern, die z.T. bedeutenden ss-diskordanten Erzmittel, wie sie mehrfach entlang etwa N-S-streichenden Scherflächen beobachtet werden können. Die Mineralisationen können bis ganz an die Grenze zu den Raibler Schichten hinaufreichen.

3.5. Bisherige lagerstättenkundliche Untersuchungen im Raum Karwendelgebirge

Die lagerstättenkundlichen Untersuchungen der vergangenen Jahrzehnte konzentrierten sich fast ausnahmslos auf den Bergbau Lafatsch-Vomper Loch, schon durch die Schurftätigkeit der Bleiberger Bergwerks-Union bedingt.

Von den verschiedenen Bearbeitern wurden so ziemlich alle möglichen genetischen Modelle durchgespielt.

Auch zahlreiche Gutachten, Planungen und Prospektionsvorschläge sind damals (wie auch schon in den Zwanziger- und Dreißigerjahren) entstanden.

Genetisch scheint uns, soweit dies im Rahmen der wenigen Grubenbefahrungen möglich war, eine Zufuhr von erzhaltigen Lösungen aus der Tiefe am wahrscheinlichsten; besonders, seit wir die Nassereither Lagerstätten bearbeitet haben, wobei es - abgesehen von Anreicherungen entlang den schichtungs-diskordanten Aufstiegswegen - auch zu Erzausfällungen in der Sedimentbauzone als auch in vorhandenen Hohlformen (Karst etc.) des Wettersteinkalkes gekommen sein dürfte.

Vom Bergbau am Solstein war nur bekannt, daß im Knappenkar geschürft wurde.

Von uns konnte einerseits die Lage des Bergbaus ausfindig gemacht werden (das Knappenkar diente nur als Zugang zu den Ausbissen!), andererseits auch ein erster Einblick in die Art der Mineralführung gewonnen werden. Zudem konnte weiter östlich ein nicht unbedeutendes unverritztes Vorkommen von ZnS lokalisiert werden.

Daß diese Vererzung den ehemaligen Erzsuchern "entgangen" sei, ist sehr unwahrscheinlich.

Viel eher dürfte ein Fehlen bergbaulicher Spuren darauf zurückzuführen sein, daß die Zinkblende zur damaligen Zeit nicht verhüttbar war. Erste gute Ergebnisse erbrachte erst 1926 die Hütte des Bergbaus Silberleiten/Biberwier. Deshalb wurden reine ZnS-Ausbisse nicht angetastet, es sei denn, daß Galmeiminerale in entsprechender Häufigkeit mit auftraten. So wurden in den Bergbaugebieten oft die reichsten der ZnS-haltigen "Berge" auf die Halde geworfen.

Dieser Umstand ist, besonders bei hochalpin gelegenen Betrieben, stets zu beachten, da man so bei der Haldenkuttung ein völlig falsches Bild von

der primären Verteilung Pb:Zn in der Lagerstätte erhalten würde!

Der Bergbau am Solstein schien möglicherweise nie Bedeutung erlangt zu haben, da eben der geringere Anteil des Lagerstätteninhalts auf Pb-Mineralen bzw. auf Galmei entfiel.

Vom Bergbau Brunnstein findet man in der Literatur nur ganz seltene und ungenaue Angaben.

Die noch vorhandenen Mundlöcher wurden uns freundlicherweise von einem Herrn aus Scharnitz gezeigt.

Die nur kleinräumig auftretenden bergbaulichen Spuren wurden von uns dokumentiert.

3.6. Zusammenfassung: die Wichtigkeit der Lagerstätten und entsprechende Prospektionsvorschläge

Gebiet Solstein

Eine genaue Untersuchung und Aufnahme der alten Einbaue wäre Grundvoraussetzung. Diese sind jedoch nicht leicht erreichbar (lt. Kletterführer Schwierigkeitsgrad IV).

Wie noch zu erkennen war, waren einstmals versicherte "Klettersteige" und Leiterreihen vorhanden, um die Mundlöcher zu erreichen.

Sollte die Lagerstätte schichtgebunden auftreten, so könnte durch am Fuß der Steilwände angesetzte Horizontalbohrungen gegen SW-S (Erzrichtung steil, NW-SE-streichend) die Lagerstätte in spätestens 100 m zu erreichen sein.

Brunnstein

Die obertägigen Aufschlüsse wie auch die kurzen Einbaue lassen vorerst keine allzu große Hoffnung auf sehr reiche Erze aufkommen.

Eine noch detailliertere Aufnahme der Umgebung der Lagerstätte erscheint günstig. Ggf. sollte zumindest eine etwa 150 m lange Kernbohrung (Sedimentologie!) ev. im Bereich der neuen Brücke über die Isar - ca. in Fallinie unterhalb der Erzausbisse - Erkenntnisse über die Verhältnisse im Einfallen der Lagerstätte erbringen.

Hoher Gleirsch

Der Hauptvererzungsbereich in der SW-Abdachung des Hohen Gleirsch kann als ausgeerzt gelten.

Es scheint jedoch wahrscheinlich, daß die Erze auch noch südwestlich des Verwerfers, der eine vorzeitige Überdeckung des Wettersteinkalkes durch Raibler Schichten (vgl. Profil im Tätigkeitsbericht 1980/81, Abb. 2.3, S. 39) bedingt, auftreten. Über den Reichtum und die Erstreckung könnten nur entsprechende Bohrungen (150-250 m tief) bzw. Streckenvortriebe (von Samertal, NW der Amtssäge, aus) Einblick geben.

In die mineralisierten Bereiche der Lettenreihe (S-Abhang des Katzenkopfes, nördlich zwischen Amtssäge und Möslalm) konnte von uns nur ungenügend Einblick erhalten werden. Eine objektive Detailkartierung müßte als erste Grundlage erfolgen.

Bergbaubereich Lafatsch-Reps-Vomper Loch

Die Grubenaufnahme ergibt bereits eine große Zahl anstehender bauwürdiger Erzkörper (im Vergleich zu den meisten anderen Revieren unseres Arbeitsgebietes). Außerdem erwiesen sich die im Bereich W der Raibler-Kluft niedergebrachten Tiefbohrungen - soweit die entsprechenden Notizen in den Kartenblättern und die Aussagen ehemaliger Bergleute stimmen - als durchwegs gut fündig, so daß ein Anhalten der Erzkörper bis 200 m unter die Ebensohle des Stephaniestollens gegeben erscheint.

Eine Unterfahrung der Erze des Vomper Loches (Brandlrinne) erschiene günstig, da tiefere Aufschlüsse in westlicher Richtung fehlen.

Zudem möge hier nochmals an das schon vor vielen Jahren propagierte Modell erinnert sein, welches ein Auffahren der Lagerstätten vom Inntal aus vorsieht (etwa von Thaur weg, wo der bereits über 700 m lange Thaurer Stollen besteht), womit man gleichzeitig "viele Fliegen mit einem Schlag erwischen" könnte.

Das Karwendelgebirge ist ein auch vom Jagdpersonal peinlich behütetes Naturschutzgebiet und der Transport der Erze nach Scharnitz ist kostenintensiv: Förderung der Erze nach oben zur Sohle Stephanie, Wasserhaltung, LKW-Transport auf schlechter Straße nur während der Sommer- und Herbstmonate möglich. Ein Anfahren der Lagerstätte vom Inntal aus würde das Naturschutzgebiet in keiner Weise beeinträchtigen, Wetterführung und

Wasserhaltung wären überhaupt nicht kosten- bzw. energieintensiv, die Förderung könnte zumindest bis weit herab auf "Newton'scher Schwerkraftbasis" erfolgen.

Die günstige Lage zur nahegelegenen Linie der ÖBB durch das Inntal wäre als vorteilhaft zu bezeichnen.

Außerdem könnte beim Vortrieb dieses etwa 6 km langen Unterbaustollens auch der Haller Salzstock gelöchert werden, so daß noch eine zweite Lagerstätte in die Abbautätigkeit mit eingebunden werden könnte.

Die sicherlich in reichem Maß erfaßten Grubenwässer könnten, so es sich um salzfreie, direkte Quellaustritte handelt, zur Trinkwasserversorgung des mittleren Inntals mitverwertet werden.

Dem Bergbau Lafatsch gebührt, da er wissenschaftlich am besten bearbeitet wurde und auch in bedeutendem Maß sichere Erzvorräte bekannt sind, besonderes Interesse aus wirtschaftlicher Sicht. Diese Begeisterung soll jedoch nicht vergessen lassen, daß in unserem Arbeitsgebiet auch noch andere interessante Lagerstätten bestehen.

4. Der Bereich Nassereith-Imst

4.1. Geschichtliches und Allgemeines

Hier mögen die einleitenden Bemerkungen, wie sie beim Bergbau im Karwendelgebirge niedergeschrieben wurden, gelten. Ein Unterschied ergab sich jedoch in der längeren Betriebsdauer: So wurde etwa am Dirstentritter Hauptgang von vor 1565 mit nur kurzen Unterbrechungen bis 1952 abgebaut; im Revier Silberleiten erfolgte der Abbau von vor 1520 bis 1921 \pm durchgehend. Außerdem wurden die neuen Aufschlußtätigkeiten zwischen 1850 und 1920 hier viel weiträumiger betrieben (vorw. Unterfahren alter Lagerstätten), was dann auch das Auffinden guter Erzkörper bewirkte, z.B.: Frauenbrunnen, St. Veit, Dirstentritt, Feigenstein und Silberleiten (SE Biberwier). Aus dieser jüngeren Bergbauepoche liegen noch gute Berichte und Risse vor.

Alte Produktionsdaten aus diesem Bereich:

Aus TAUPITZ (1954) mögen folgende Gesamtfördermengen (ungeklaut) entommen werden. Sie sind jedoch, da sie auch die spätmittelalterliche Betriebsphase einschließen, eher mit Vorsicht zu gebrauchen.

Tschirgant gesamt:	über 100 000 t
Bereich Heiterwand:	über 60 000 t
Bb. St. Veit:	50 000 t
Reißenschuh:	über 10 000 t
Dirstentritt	etwa 250 000 t
Haverstock + Hohe Warte:	über 20 000 t
Feigenstein:	etwa 100 000 t
Silberleiten:	200 000- 400 000 t

Zusammengerechnet wären insgesamt aus den ca. 1 Mio t Gesamtaushieb 20 000-60 000 t Pb, 6-20 t Ag und 10 000-15 000 t Zn gewinnbar gewesen. Der Grad der Ausbringung wird, je nach Zeit, zwischen 30% und 85% betragen haben.

4.2. Der geologisch-tektonische Aufbau

4.2.1. Einführende Bemerkungen

Der Großraum Imst-Nassereith beinhaltet folgende Arbeitsgebiete: Tschirgant-Hochimst-Laggers-Larsenn, Wanneckgebiet-Marienbergjoch-westliche Mieminger Berge, Heiterwandgebiet von Nassereith bis etwa Boden. Wie sich sehr rasch herausstellte, war der Arbeitsbereich des Großraumes Imst-Nassereith weit schlechter geologisch bearbeitet als die Gebiete der Trias südlich des Inn oder das Karwendel, wo durch die Arbeiten von H. PIRKL bzw.

G. HEISSEL dem Projekt bereits eine Fülle genauer Untersuchungen als Basis zur Verfügung stand. Daß wir trotzdem in einem flächenmäßig so großen Gebiet eine derart reiche Ausbeute neuer Erkenntnisse, nicht zuletzt auch den Gebirgsbau betreffend, für den wir ein großteils neues Bild erarbeiten konnten, im Arbeitszeitraum von nur einem Jahr erbringen konnten, verdient hervorgehoben zu werden.

4.2.2. Bisherige Ansichten

Nachdem in den Nordtiroler Kalkalpen im großen die Deckentektonik festzustehen schien, setzte um 1960 herum eine Phase der Umdeutung zur sogenannten gebundenen Tektonik ein, von der auch der Großraum Imst-Nassereith nicht verschont blieb. Auch noch in allerjüngster Vergangenheit wurden immer wieder autochthonistische Vorstellungen publiziert. Hervorzuheben ist jedoch, daß die einzigen detaillierten geologischen Arbeiten in diesem Gebiet seit 1960 die Diplomarbeiten von KRAUS, KROLL, RENATUS und GROTTENTHALER waren. Obwohl es ihr erklärtes Ziel war, die ortsgebundene Pilzfaltentheorie zu untermauern, erklärten sie, keine Beweise dafür gefunden zu haben. Der bisherige geologische Kenntnisstand vor Projektbeginn (s.a. A. TOLLMANN, 1976) stellt sich wie folgt dar:

Der Tschirgant ist nach Ansicht (fast) aller Bearbeiter eine Sattelstruktur, wobei ihr genaues Aussehen unklar ist. Der Anteil südlich der Tschirgant-Störung wurde ab 1976 von TOLLMANN von der Inntaldecke abgetrennt und der Lechtaldecke zugeordnet (wohl nur aus theoretischen Überlegungen heraus). Im Larsennggebiet handelt es sich demnach um eine Deckscholle. Den Arbeiten KOCKELs und auch jüngsten Publikationen ist zu entnehmen, daß es sich im Raum Tschirgant-Larsenn um südvergente Pilzfaltenstrukturen im Sinn gebundener Tektonik handeln sollte. Das Gebiet des Wannecks und der westlichen Mieminger Berge ist zuletzt nach BECKE (1980) mehrfach verschuppt, wobei ein faziell bedingter Mächtigkeitsschwund des Wettersteinkalkes charakteristisch sei. Die Heiterwand ist zuletzt nach P. NIEDERBACHER (1981) ebenfalls teilweise verschuppt, ihre Gesteine fallen gegen Süden in eine großräumige Muldenstruktur ein.

4.2.3. Neue Erkenntnisse

4.2.3.1. Gebiet Tschirgant-Hochimst-Laggers-Larsenn

Der Tschirgant ist Teil der Inntaldecke, und zwar sowohl die Gesteine nördlich als auch südlich der Tschirgantstörung. Es handelt sich um einen deutlich nordvergenten Großfaltenbau mit einer nach Norden überkippten Mulde gegen das Gurgltal hin, weiters einem gegen Süden daran anschließenden überkippten und in der Tschirgant-Störung zerscherten Sattel mit teils überkippter,

teils liegender Schichtlagerung (gut erschlossen z.B. im Gipfelbereich), und mit einer südlich daran angrenzenden, vermutlich muldenförmigen Struktur. Abweichungen von der Nordvergenz sind auch in diesem Gebiet nur lokal und allerletzten tektonischen Ausklängen zuzuordnen. Die tektonischen Strukturen des Tschirgant lassen sich gegen Westen weit über das Gurgltal hinaus verfolgen. Für das Gebiet Larsenn bleibt somit nur die Identifizierung als Deckscholle, und zwar völlig allochthoner Natur, oder als parautochthones Gebilde (Fortsetzung des Scheitels des Tschirgantsattels). Gerade für paläogeographische Modellvorstellungen sei erwähnt, daß die von vielen Autoren beschriebenen Partnachvorkommen einerseits am Westhang des Tschirgant sich als Muschelkalk entpuppt haben, im Raum Hochimst andererseits als Raibler Schichten mit darüberlagerndem unteren Hauptdolomit. Es fehlen in diesem Raum also die für so manche Theorie benötigten Partnachschichten vollkommen!

4.2.3.2. Gebiet Wanneck-Marienbergjoch

Hier handelt es sich um einen in seinem Südflügel nordvergent überschuppten Sattel der Inntaldecke, dessen tektonisch reduzierter Nordflügel im Wanneck noch erhalten ist und dort der Lechtaldecke aufliegt.

Der Mächtigkeitsschwund des Wettersteinkalkes gegen Osten ist nicht fazieller, sondern rein tektonischer Natur, was für paläogeographische Deutungen wichtig ist. Gesteinsvorkommen, die bisher den Reichenhaller Schichten zugeordnet wurden, sind als eindeutiger Hauptdolomit anzusprechen.

4.2.3.3. Gebiet Heiterwand

Hiebei handelt es sich ebenfalls um einen in seinem Südflügel nordvergent verschuppten Sattel der Inntaldecke, dessen tektonisch reduzierter Nordflügel in Resten im Gebiet des Elendkars noch vorhanden ist. Es handelt sich also im Heiterwandsattel um die Fortsetzung des Wannecksattels nach Westen. Gerade mit dem Erkennen des Faltenbaus sind Modellvorstellungen, wie sie z.B. bei BRANDNER (1978) zur Darstellung gelangen, nicht möglich. Dies wirkt sich natürlich auch in der Frage bzw. Problemlösung der Entstehung der Lagerstätten im Heiterwandgebiet aus.

In diesem Zusammenhang sei noch zu erwähnen, daß von uns in allen drei Arbeitsbereichen des Projekts nirgends Anzeichen tiefgründigen Paläokarsts gefunden werden konnten. Jedoch sind Verkarstungserscheinungen an der Obergrenze des Wettersteinkalkes vielfach zu erkennen.

Nachdem der scheinbare Mächtigkeitsunterschied des Wettersteinkalkes von Wanneck und Brunnwaldkopf (östlich der Heiterwand), also beiderseits des Gurgltals, nur rein tektonischer und nicht fazieller Natur ist, ist auch die Forderung nach einem sogenannten Nassereither Grenzblatt (s. BECKE, 1980; NIEDERBACHER, 1981) nicht zu bestätigen.

Abschließend sei erwähnt, daß im Gebiet der Heiterwand von uns im Anstehenden Ammoniten in riffnahen Lagunensedimenten des Wettersteinkalkes gefunden werden konnten.

4.2.3.4. Mieminger Berge

Hier wurden Übersichtsbegehungen gemacht, deren Ergebnis darin besteht, daß auch dieser Teil der Inntaldecke vorwiegend nordvergente Tektonik aufweist. Multivergenzen - ebenfalls wieder Zeugen ausklingender Tektonik - sind selten, gerade für den Raum des Marienberger Joches auch charakteristisch. Trotz komplizierter Tektonik ist die Linie Wanneck-Hohe Munde-Solstein als durchziehender Großsattel erkennbar.

4.2.3.5. Zum Problem der Mächtigkeiten der Nordalpinen Raibler Schichten und zur Problematik ihrer Aussagekraft hinsichtlich der daraus fraglich ableitbaren Position von Pb-Zn-Lagerstätten in sogenannten "Hochzonen" Oberen Wettersteinkalkes

Zur Erörterung dieses wichtigen Fragenkomplexes wurden 26 Säulenprofile der Raibler Schichten einer näheren Betrachtung unterzogen. Die meisten dieser Profile wurden von anderen Bearbeitern untersucht, die Ergebnisse veröffentlicht. Einige dieser Profile wurden von uns einer Geländekontrolle unterzogen, so daß für einen Großteil der 26 Profile eigener Wissensstand zur Beurteilung herangezogen werden konnte.

Es hat sich gezeigt, daß die meisten der 26 Raibler-Profile zur Rekonstruktion paläogeographischer Verhältnisse nicht geeignet sind, weil von den Bearbeitern

sowohl die lokalen tektonischen Verhältnisse als auch die regionalen tektonischen Verhältnisse unberücksichtigt blieben. Wenn beispielsweise Raibler Schichten im Puitental durch eine Deckengrenze von Allgäuschichten getrennt sind (es liegt also eine nicht zu übersehende Schichtlücke vor), so ist es nicht verwunderlich, wenn die Raibler Schichten auf etwa 160 m Mächtigkeit reduziert sind. Dies hat also mit primären geringeren Mächtigkeiten nichts zu tun. Ein anderes Beispiel sind die (nahe der Inntalstörungszone) in einem tektonischen Starkwirkungsbereich liegenden und beträchtlich tektonisch reduzierten Raibler Schichten an der Tschirgantsüdseite (aber auch am Tschirgant insgesamt), die die ehemaligen primären Schichtmächtigkeiten heute nachweislich nicht mehr erkennen lassen.

So ist es uns gelungen, aufzuzeigen, daß in einem tektonisch derart beanspruchten Gebirge mit seiner komplizierten (aber bisher leider weitgehend unerkannten) Decken- und Schuppentektonik mit der Aufnahme von Schichtprofilen ohne detaillierte tektonische Kenntnis sich keine paläogeographischen Rekonstruktionen, keine palinspastischen Karten und auch keine Erklärungen, die Entstehung von Lagerstätten betreffend, machen lassen.

4.3. Lagerstätten im Raum Imst-Nassereith

4.3.1. Bisherige Meinungen über die Lagerstätten

Wie auch sonst wurde in früheren Arbeiten stets von Erzgängen in diesem Bereich gesprochen (ISSER, 1888, usw.). Als zusammenfassende Arbeit neuerer Zeit finden wir im Imster Buch eine Abhandlung von MUTSCHLECHNER (1954), die sich, soweit geschichtlich orientiert, vielfach auf die (leider meist falschen) Daten ISSERs (1888) stützt. Jedoch wird von diesem Autor bereits damals auf die Horizontgebundenheit einiger der Lagerstätten hingewiesen, wie auch auf die Möglichkeit einer teilweise syngenetischen Entstehung von Sediment und Erzführung hingewiesen!

Neuere Arbeiten lagerstättenkundlicher Art lieferten TAUPITZ (1954, sehr umfassende und genaue Arbeit), WETZENSTEIN (1972, mehr mineralogisch orientiert) und SIDIROPOULOS (1980). Generell wurde ein \pm syngenetisches Entstehen der Erzkörper zugrundegelegt, wobei SIDIROPOULOS die Meinung vertritt, daß sich alle Erzmittel im strat. obersten Wettersteinkalk (-dolomit)

im Nahbereich der Grenze zu den Raibler Schichten fänden. Dabei wird besonders auf die Wichtigkeit der Breccienerzkörper hingewiesen.

4.3.2. Eigene Erkenntnisse

Die von uns aufgesuchten Lagerstätten konnten faziell und stratigraphisch - oftmals von den bisherigen Ansichten gänzlich abweichend - eingestuft werden.

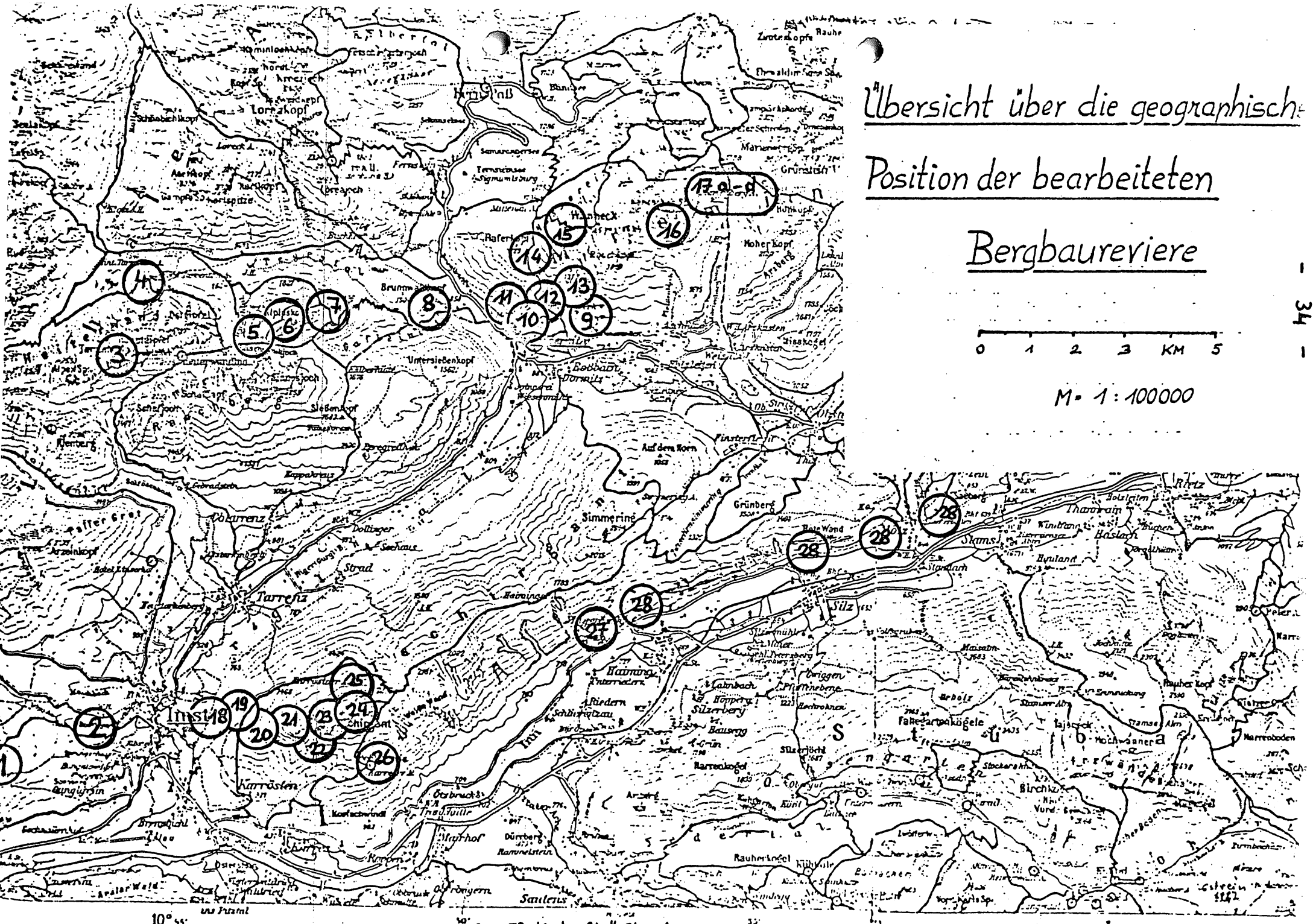
Nach der rein "syndimentären Welle" im obersten Wettersteinkalk muß nun doch wieder die Ansicht vertreten werden, daß überwiegend schichtungs- diskordante Erzkörper vorhanden sind, die sich zwischen der Grenze zu den Raibler Schichten (nach oben) und der zu den Reichenhaller Schichten (nach unten) befinden.

Das Modell der Gebundenheit der Erze an den obersten Wettersteinkalk ist im Raum Nassereith-Imst nicht anwendbar. Im Bereich des Gafleinfeldes (Rev. Brunnwald) konnte im Lagerstättenbereich ein ungestörter sedimentärer Übergang vom obersten Wetterstein in die Raibler Schichten aufgenommen werden, wobei sich keinerlei Zeichen einer Heraushebung, Trockenlegung etc. im Sinne einer Hochzone finden.

Übersicht über die geographische Position der bearbeiteten Bergbaureviere

0 1 2 3 4 5 KM

M = 1:100000



Zahlenerklärung zur Karte:

"Übersicht über die geographische Position der bearbeiteten Bergbaureviere"

1. Bergbau im Eibental und nördlich davon
2. Blaue Grotte und Rosengartlschlucht
3. Bergbau Pleisen
4. Bergbau St. Veit
5. Bergbau Reissenschuh
6. Bergbau im Gipfëlbereich des Alpleskopfes
7. Revier Dirstentritt (Dirstentritter hauptgang)
8. Revier Brunnwald
9. Revier Feigenstein
10. Matthiasgrube
11. Sigmundgrube
12. Bergbau Blasiental
13. Lorenzigrube
14. Bergbau Haverstock
15. Bergbau Hochwart
16. Bergbau am Südabhang der Handschuhspitzen
17. Bergbau im Bereich der Marienbergalm
18. Revier Frauenbrunnen
19. Revier Heinrich und Emma
20. Revier Silberstuben
21. Bergbau bei "Wasteles Hütte" und deren Umgebung
22. Bergbau im "Silbertal"
23. Die "Plateaubau"
24. Der Gipfelbau
25. Tschirgant-Nordrevier
26. Bergbau bei der Karrer Alm
27. Bergbau Magerbach
28. Im Bereich östlich des Tschirgant gelegene Schurfspuren

4.3.3. Tabellarische Zusammenstellung der Bergbaureviere

Nr.	Revier	Paragenese	Lagst.-Form	Strat.Niv.	Faz.	Bed.	Vorr.	Lage
1	Eibental	?, z.T. Pb	? Sch	? RS, WD	?	+	?	w
2	Blaue Grotte	F, Pb, Zn	N, fl, sd, ?sk	WD (m)	RRS/L	+	+	m
3	Pleisen	Pb, Zn, F	sk-Lin, sd	WK (oo)	L	+	?+++	h
4	St. Veit	Zn, F, Pb	sk-fl, z.T. sd, Sch	WK (o/oo), PS	RRS/L, TWK	++++	++++	w-h
5	Reissenschuh	Zn, Pb, F	sk-Lin, sd	WK (oo)	L	++	+(?+++)	h
6	Alpleskopf	Pb, Zn?	?	WK (m/oo)	RRS, L	+	?	h
7	Dirstentritter Hauptgang	Pb, Mo, Zn, F	sd, fl	WK (um)	RRS/L	++++	?++++	h-t
8	Gafleinfeld	F, Pb, Zn	sk-Lin>>sd-fl	WK (oo)	L	++	+++	m-t
9	Feigenstein	Pb, Zn, F	sd-Sch, sd-fl	WK (o)	L	++++	+++	m-w
10	Matthiasgrube	F, Pb, Zn	sk-Lin	WK (oo)	L	++	+++	t-m
11	Sigmundgrube	Pb, Zn, F	sd-fl/Lin, sk-fl/Lin	WK (m)	RRS/L	++	?	t-m
12	Blasiental	Zn, Pb, F	sk-fl, sd-Lin	WK (m)	RRS/L	++	?	w
13	Lorenzi	? Zn, Pb, F	?	?WK (m)	? RRS/L	++	?	w
14	Haverstock	Zn, Pb	sd-Lin/fl	WK (u)	RRS	+++	?	w-h
		Pb, Zn, F, FA	sk-fl/?Sch	AMK (o)	TWK			
15	Hochwart	F, Pb, Zn	sk, sd, n	AMK (u/m/o)		++	?	h
		FA		WK (u)				
16	Handschuhspitzen (Südabhang)	Zn, Pb, F(?)	sk-Lin	WK (o, oo)	L	++	+(?++)	h
17	Bereich Marienbergalm	Zn, Pb, F	sk-Lin/Sch sd-fl	WK (u, oo)	RRS, L	++	+(?++)	w-h
18	Frauenbrunnen	Zn, Pb, Mo, F	sk-fl, N, sd-fl	WD (oo)	L	+++	+(?+++)	t
19	Heinrich & Emma	Zn, Pb, Mo	sd-fl, N, ?sk-fl	WD (oo)	L	+	?	m
20	Silberstuben	F, Pb, Zn, Mo	sd-fl, Lin, N	WD (oo-o, ?m)	L	+++	+++	m
21	Wasteles Hütte	F, Pb, Zn sd-fl	sd-Lin, sk-Lin	WD (m)	RRS-L	++	+(?++)	w
22	Silbertal	?	?sd-Lin, N	WD (m, ?u)	RRS, L	?+++	?	w-h
23	Plateaubau	F, Pb, Zn	sd-Lin, sk-Lin	WD (m)	RRS, L	++	?	h
24	Gipfelbau	F, Pb, Zn, Mo?	sd-Lin	WD (m)	L	+	?	h
25	Tschirgant-Nord	?	?	?	?	?	?	w-h
26	Karrer Alm	Pb	?	RD		+	?	w
27	Magerbach	Pb, Mo	?sk-Lin, N	WD (m)	RRS/L	++	?	t
28	E Tschirgant	?Pb	?N, sd	WD(u, m) AMK(m, o)	RRS, TWK	+	?	t

Abkürzungsschlüssel:

Paragenesen: Pb = Bleierze
 Zn = Zinkerze
 F = Flußspat
 FA = Fahlerz (unabh. v. Chemismus)
 Mo = Molybdänerz (Wulfenit)

Die Reihenfolge der Mineralangaben entspricht der von uns beobachteten abnehmenden Wichtigkeit

Lagerstättenform: sk = schichtungskonkordant
 sd = schichtungsdiskordant
 N = nestförmig
 Sch = schlauchförmig
 Lin = linealartig
 fl = flächig

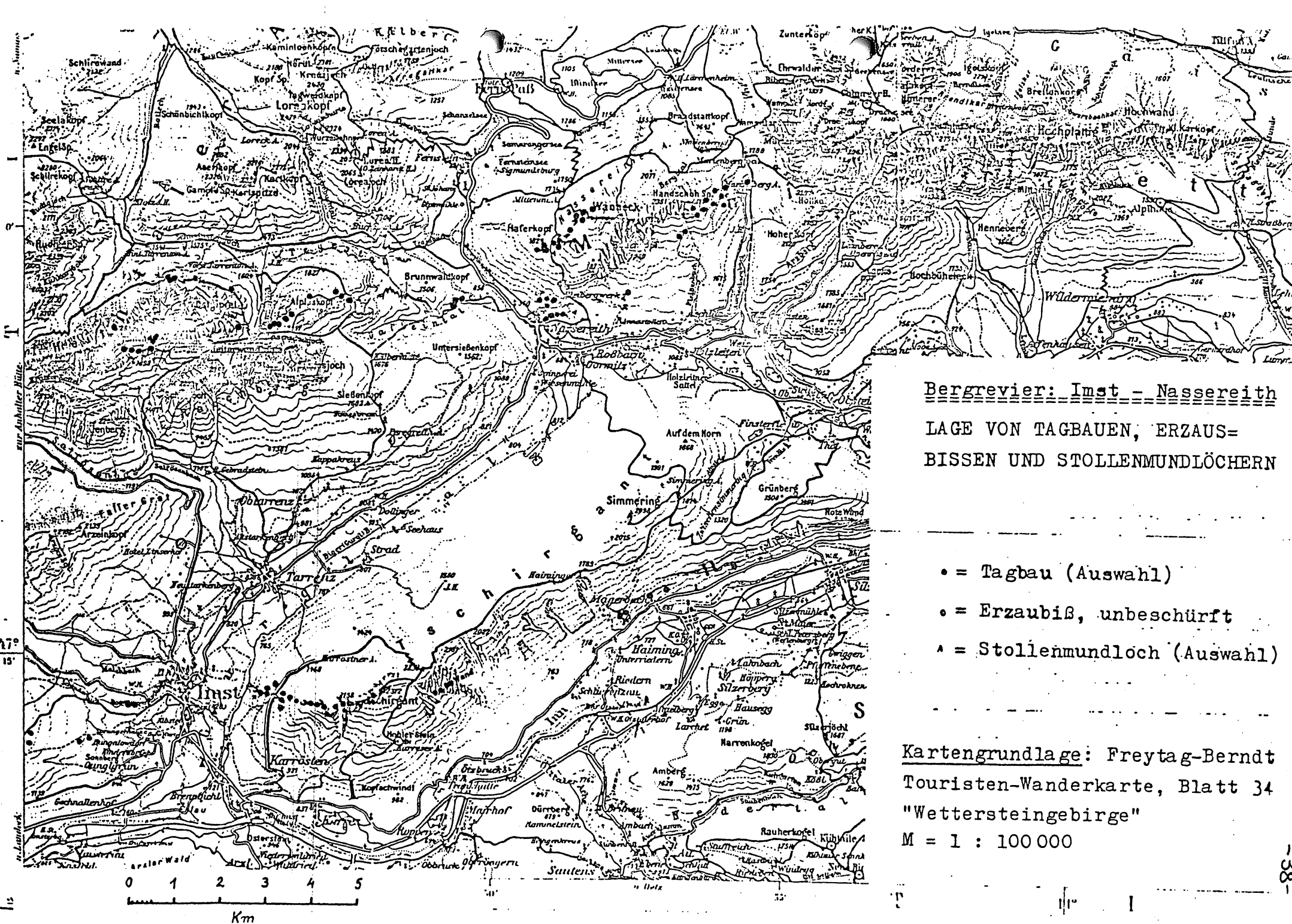
Stratigraphisches Niveau:
 RS = Raibler Schichten
 WK = Wettersteinkalk
 WD = Wettersteindolomit
 PS = Partner nachschichten
 AMK = Alpiner Muschelkalk
 oo = oberster
 o = oberer
 m = mittlerer
 u = unterer

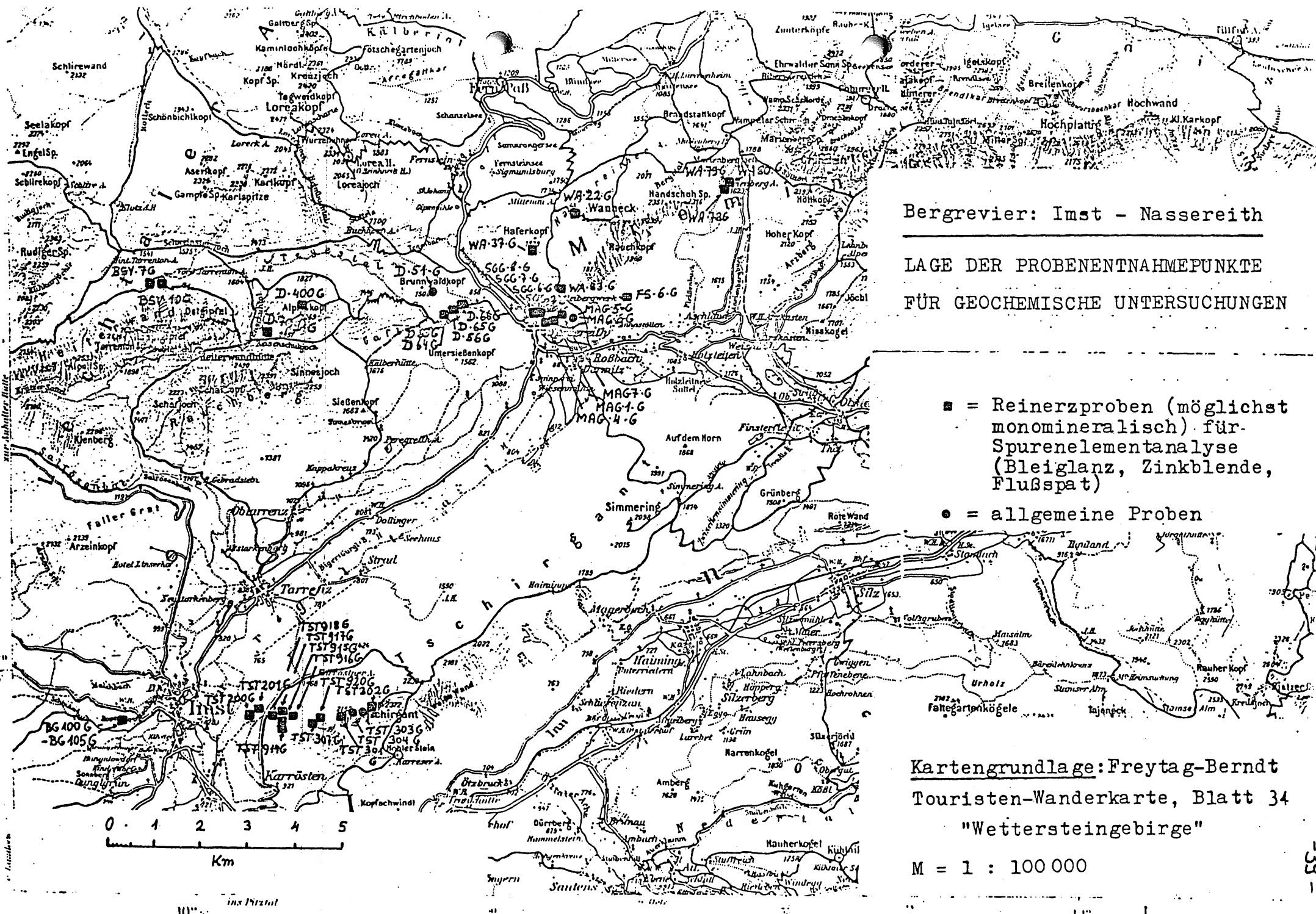
Fazies: L = lagunäre Sedimente
 RRS = Riff- bis Riffschuttgestein
 TWK = Tiefwasserkalk

Einstige Bedeutung der Lagerstätte:
 + = unbedeutend
 ++ = etwas bedeutender
 +++ = bedeutend, wichtig
 ++++ = reich gebaute, sehr bedeutende Lagerstätte

Noch vorhandene Vorräte:
 ? = wegen Unzugänglichkeit etc. keine Aussage möglich
 + = unwahrscheinlich bis unbedeutend
 ++ = Vorräte vorhanden, aber sicher nicht sehr bedeutend
 +++ = Vorräte sicher noch vorhanden, Mengen möglicherweise bedeutender
 ++++ = größere Vorratsmengen sicher noch vorhanden

Lage: t = Nähe Talboden
 m = Mittelgebirgslage
 w = Hochwaldzone
 h = hochalpine Lage, oberhalb der Baumgrenze





Bergrevier: Imst - Nassereith

LAGE DER PROBENENTNAHMEPUNKTE
FÜR GEOCHEMISCHE UNTERSUCHUNGEN

■ = Reinerzproben (möglichst monomineralisch) für Spurenelementanalyse (Bleiglanz, Zinkblende, Flußspat)

● = allgemeine Proben

Kartengrundlage: Freytag-Berndt
Touristen-Wanderkarte, Blatt 34
"Wettersteingebirge"

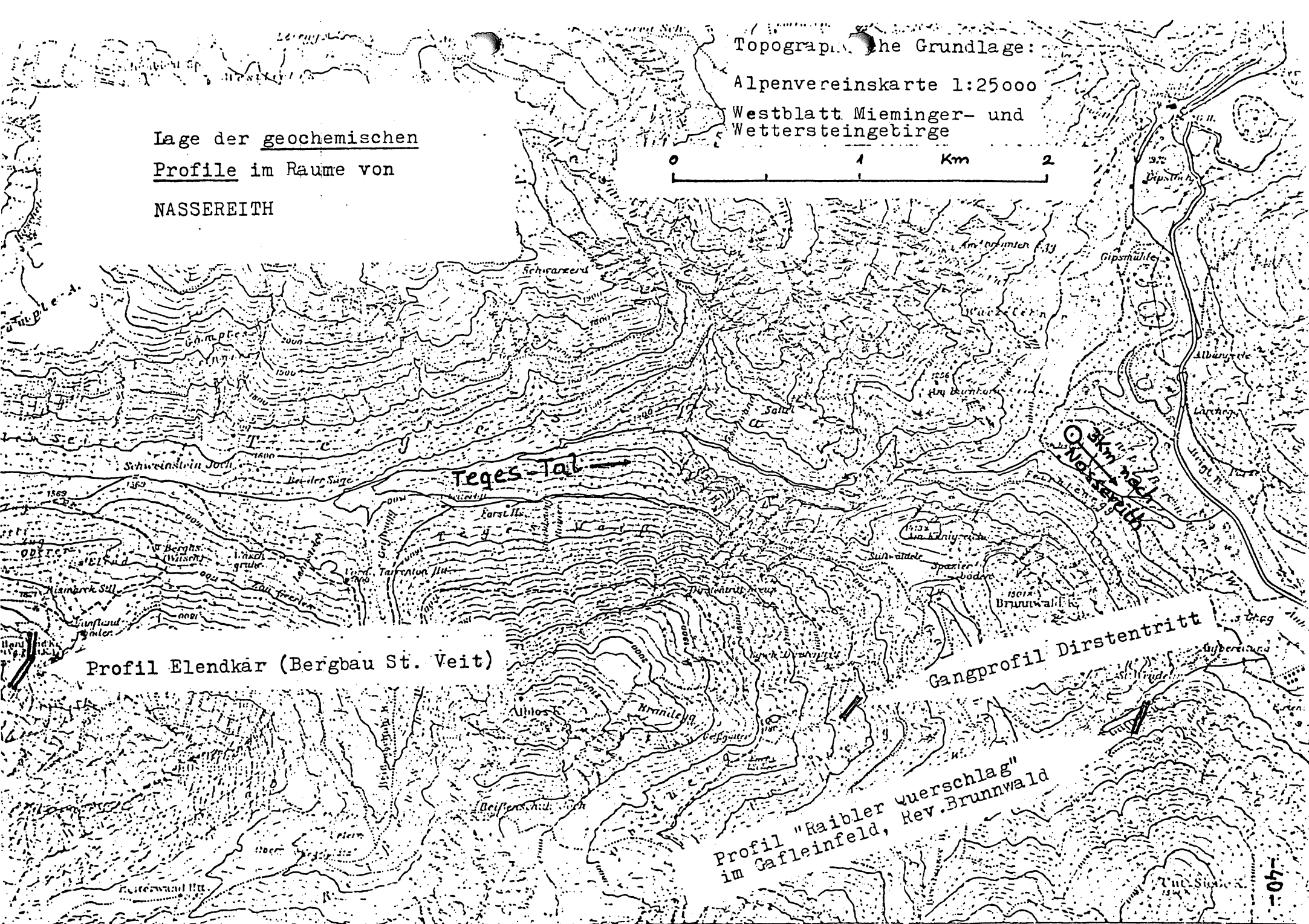
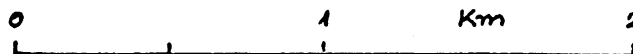
M = 1 : 100 000

Lage der geochemischen
Profile im Raume von
NASSEREITH

Topograph. Grundlage:

Alpenvereinskarte 1:25000

Westblatt Mieminger- und
Wettersteingebirge



Profil "Raibler Querschlag"
im Gafleinfeld, Rev. Brunnwald

4.3.4. Die Lage der Erzkörper

Da das entsprechende Kapitel im vergangenen Jahresbericht nicht mehr übersichtsmäßig gebracht werden konnte, möge es gestattet sein, an dieser Stelle etwas ausführlicher zu berichten.

Im Bereich der Inntaldecke sind die Alpinen Muschelkalke besonders ENE Nassereith mit abbauwürdigen Erzen mineralisiert. Es scheinen Kupfererze vorzuwiegen. Blei- und besonders Zinkminerale treten stärker zurück. Der stellenweise hohe Fluoritgehalt fällt auf. CaF_2 kommt sowohl in schichtungsparallelen, flächigen Anreicherungen als nest- und taschenförmig vor. Die Fahlerze (und ? Kupferkiese) durchsetzen das Dolomitgestein in Form feiner Körner, wie auch regelloser oder Schwächezonen ausnützender Schnüre und Bänder.

Vererzungen im Wettersteinkalk (-dolomit): Während wir im Bereich des Karwendelgebirges die Mineralisationen nur in den obersten Abschnitten des Wettersteinkalkes vorfinden, zeigt uns der Raum um Nassereith ein gänzlich anderes Bild.

Wohl finden wir auch hier Erze im obersten Wettersteinkalk (bzw. -dolomit), so etwa in den Revieren Pleisen, Heißenschuh, Brunnwald, Matthiasgrube, Marienbergalm (z.T.), Südabdachung der Handschuhspitze ("Wassergrube"), Frauenbrunnen, Heinrich & Emma und Silberstuben (z.T.). Sie sind jedoch vom Lagerstätteninhalt her gesehen nicht die bedeutendsten. Zudem gibt es an vielen der genannten Lokalitäten Erzmittel, die schichtungsdiskordant (entgegen vieler früherer Ansichten!) in stratigraphisch tieferen Wettersteinkalk hinabreichen und zudem auch reichere Erze führten.

So z.B. Pleisen: über 150 m tief

Brunnwald: bis 100 m tief (nicht weiter aufgeschlossen)

Matthiasgrube: 60 m tief, Erze unbedeutend

Marienbergalm: 40 m tief

Silberstuben: bis über 300 m tief

Die schichtigen Erzmittel sind nur selten flächig ausgebildet. Sie stellen vielmehr (tektonisch zerhackte) schlauch- bis linealförmige Mineralisationen mit oft bedeutender Flußspatführung dar. Sie schieben durchwegs steil ein - also \pm dem Einfallen der Schichtflächen entsprechend - und behalten ihre Raumlage untereinander auch über größere Entfernungen recht stabil bei.

So etwa in den Revieren Brunnwald und Matthiasgrube: 9 Erzschläuche auf eine Distanz von etwa 2 km (beiderseits des Gurgltales).

Daß es noch nirgends möglich war, eine solche schichtungskonkordante Anreicherung bis zum wirklichen Vertauben zu verfolgen, muß hier als wichtiger Fakt vermerkt werden. Nach oben hin sind sie alle erosiv begrenzt, nach der Teufe zu wurde nach dem ersten Auftreten technischer Probleme (Wasser, Wetter, Verwerfen der Lagerstätte) der Abbau eingestellt. Da der überwiegende Erzanteil auf Fluorit entfällt - er war zur damaligen Zeit wertlos - kann dieses Vorgehen ja verstanden werden.

Völlig abweichend vom Gebiet Karwendel finden wir hier auch zahlreiche Bergbaureviere, die sich im mittleren und z.T. auch unteren Wettersteinkalk (-dolomit) befinden. Dabei konnten z.T. ähnliche bzw. einheitliche Vererzungsbilder erkannt werden. Als wichtigster Bereich fällt hier die Grenze Riffschutt-Lagune auf!

Die Vererzungen setzen an dieser Grenze (fallweise auch schon etwas tiefer) ein und reichen als schichtungsdiskordante Erzmittel bis über 100 m weit in die lagunären Sedimente hinauf. Mehrfach können lateral schichtungskonkordante Erze ansetzen, die im Streichen bis über 50 m anhalten können. Ähnliche Werte gelten auch für die Richtung des Einfallens. Ein Auftreten von Breccienerzkörpern etwas bedeutenderen Ausmaßes, räumlich am ehesten als schichtungskonkordant einordenbar, kann möglich sein (z.B. in der Sigmundgrube).

Dieser Vererzungstyp gilt für die Reviere Sigmundgrube, Bergbau Blasiental und Lorenzgrube.

Der Gipfelbau an der östlichen Handschuhspitze ist ebenso in diesen stratigraphischen Horizont einzubinden.

An der Grenze Riff/Riffschutt zu den lagunären Sedimenten finden wir auch am Tschirgant zahlreiche Erzmittel, wobei hier die Erze vorwiegend in Riffschuttgesteinen auftreten, und nur ganz wenig weit in die überlagernden Lagunensedimente hinaufreichen. So z.B. bei: "Wasteles Hütte", Plateaubau, Gipfelbau, Silbertal und Bergbau Magerbach. Im Bergbau im Silbertal reichen die Erze möglicherweise bis in stratigraphisch tieferen Wettersteindolomit hinab.

Eine Sonderstellung nimmt der Dirstentritter Hauptgang ein. Er ist ein eindeutig schichtungsdiskordantes Erzmittel und reicht von mehr als 150 m oberhalb der Riffschutt-Lagunengrenze bis 350 m tief in die Riffschuttkalke hinab.

Er war der weitaus reichste Erzkörper des gesamten Aufnahmegebietes überhaupt.

Es treten aber auch noch an der Grenze Wettersteinkalk/Alpiner Muschelkalk in den "Übergangskalken" Pb-Zn-Erze auf. So z.B. in den Bergrevieren Haverstock (besonders Grube Hl. Kreuz und Grube Eduard) und Hochwart.

Eine Zwischenstellung nimmt das Revier Feigenstein ein. Die Lagerstätte befindet sich im oberen Wettersteinkalk, ca. 200 m unterhalb der Grenze zu den Raibler Schichten.

Sie besteht einerseits aus einem reich gebauten, schlauchförmigen Erzkörper (wahrscheinlich spitzwinkelig diskordant zu den sedimentären Gefügen), wie auch drei gangförmigen, schichtungsdiskordanten Erzmitteln etwas weiter östlich davon.

Einen weiteren Gegensatz zu den Lagerstätten des Karwendels finden wir hier in dem relativ häufigen Auftreten von Kupfermineralen. Sie finden sich bevorzugt in stratigraphisch tieferer Position, können aber auch bis in den Oberen Wettersteinkalk hinaufreichen. (Nach SIDIROPOULOS, 1980, in Feigenstein, Eibental, Lagers/Larsenn (W Imst); nach WETZENSTEIN, 1972, im Alpinen Muschelkalk des Bb. St. Veit; unserer Meinung nach liegt die Lagerstätte im Wettersteinkalk bzw. in Partnachschichten).

Aus den Sedimenten der Raibler Schichten ist nur ein Bergbau bekannt: jener bei der Karrer Alm (Pb). Andere in diesen Gesteinen betriebene Schurfdienten der Suche fossiler Brennstoffe bzw. Bitumina.

4.3.5. Zusammenfassung: Erzkörper im Raum Nassereith-Imst

Zusammenfassend kann bezüglich dieser Lagerstätten gesagt werden, daß einstmals wie wahrscheinlich auch heute noch bauwürdige Vererzungen im Bereich des Alpinen Muschelkalks, wie auch des gesamten Wettersteinkalk(-dolomit)komplexes bestehen. Der Hauptanteil der gebauten Erze entfällt auf schichtungsdiskordante (gang- oder linealförmige) Lagerstättentypen. Sie treten fast ausnahmslos in steilstehender, etwa NW-SE (im nördlichen Teil) oder N-S (Bereich Tschirgant) streichender Raumlage auf.

Bei den schichtungsdiskordanten Lagerstätten tritt - sowohl an den Tagausbissen als auch auf den alten Abraumhalden - fast immer eine typische bräunliche Anwitterungsfarbe des Gesteins auf. Diese fehlt bei den schichtgebundenen Erzkörpern fast ganz.

Außerdem finden wir im Nahbereich mineralisierter Zonen fast immer eine stärker "reliefierte Anwitterung" des Gesteins, was stets durch teilweise Dolomitisierung bzw. Verkieselung erklärt werden konnte.

Es scheint, daß sich bereits die mittelalterlichen Erzsucher u.a. von diesen Kriterien leiten ließen.

4.3.6. Zusammenfassende Überlegungen, die Wirtschaftlichkeit der bearbeiteten Lagerstätten betreffend

Hauptproblem für die Wirtschaftlichkeit der meisten Lagerstätten um Nassereith dürften die vielfach hochalpine Lage wie auch die damit verbundenen komplizierten und entsprechend preisintensiven Aufschließungsarbeiten und Transporte (nächste Eisenbahnlinien durch das Inntal sowie das Lermooser Becken) sein.

Auch das manchmal nur in linsigen Körpern geringer räumlicher Reichweite auftretende Erz - eine nur zu oft erkennbare Eigenschaft der Erze im Raum Tirol - läßt einen länger andauernden reichen Betrieb eher nicht erwarten.

Blei- und Zinklagerstätten mit derartigen Kubaturen dürften erst dann wieder von Interesse sein, wenn die jeweiligen Metallpreise entsprechend ansteigen. Anders liegen die Verhältnisse beim Fluorit: Es liegen mehrere Anreicherungen vor, die bedeutendere Volumina vermuten lassen. Zudem wurde Flußspat selbst nie abgebaut, sondern stets auf die Halde geworfen (oder als Grubenversatz mitverwendet). Die entsprechenden Vorkommen (Gafleinfeld, Matthiasgrube, Westabdachung des Tschirgant, ev. auch Blaue Grotte) liegen verkehrstechnisch etwas günstiger (Talnähe), jene von Haverstock, Hohe Warte und Pleisen jedoch in entlegeneren Bereichen.

So wären auch unterhalb des Gurgltales zwischen den Ostteilen des Gafleinfeldes und den tiefsten Einbauen der Matthiasgrube in der Tiefe weitere Erzkörper des beiderseits vorhandenen Typs zu erwarten.

Eine der wichtigsten Fragen, die zu beantworten wären, ist jene, wie weit die horizontgebundenen, schlauchförmigen Fluorit/Bleiglanz/Zinkblende-Erzkörper in der Längsrichtung (hier etwa im Einfallen) bauwürdig anhalten. Sollte dies auf größere Entfernung der Fall sein, so ergäben sich besonders im Bereich der Heiterwand-Süd und Wanneck-Handschuhspitzenbereich (Südabdachung) interessante Hoffungsgebiete.

Daß nur ein verhältnismäßig kleiner Teil des im Arbeitsgebiet ausbeißenden Gesteins - etwa 28% der Grundrißfläche - aus Alpinem Muschelkalk und Wettersteinkalk (bzw. Wettersteindolomit) - ein nördlicher Zug (Heiterwand-Alpleskopf-Wannig-Marienberger Joch) und ein südlicher Zug (Laggers-Tschirgant) - aufgebaut ist, zeigt die geologische Karte deutlich.

Jene Raibler Schichten. Hauptdolomite und jüngeren Sedimente, die zwischen diesen beiden Gesteinszügen liegen, machen immerhin die übrigen fast 72% aus. Da wir, wie auch die entsprechenden Profile zeigen, den Wettersteinkalk als "wannenförmig" unter diesen Sedimenten hindurchziehend annehmen können, liegt noch ein gewaltiger - biser völlig unverritzter!! - Bereich dieses Gesteins in der Tiefe vor.

Da, wie wir gesehen haben, nahezu der gesamte Wettersteinkalk(-dolomit)bereich an zahlreichen Stellen ± reich vererzt ist, ist ein Anhalten der Mineralisationen auch in diesem ausgedehnten Zwischenbereich anzunehmen. Ein entsprechender Nachweis ist jedoch wahrscheinlich nur mittels Bohrungen möglich, wobei vorerst die für Untersuchungen günstiger gelegenen "Hochzonen" des im Untergrund verborgenen Wettersteinkalkes herausgearbeitet werden müssen.

Sollte das entwickelte Bewegungsbild des Dirstentritter Hauptganges richtig sein, so könnten hier noch entsprechende Hoffungsgebiete ausgeschieden werden.

Die Lagerstätten von St. Veit beherbergen noch sichere Erzreserven in nicht unbedeutender Quantität (vorwiegend Zn-Erze).

Das Revier Feigenstein könnte - vorwiegend nach der Teufe zu - noch interessante Vorkommen größeren Reichtums bieten. Viele Reviere, wie auch besonders am Tschirgant, weisen, so zu erkennen war, nur wenig tiefreichende Stollen auf. Ein Hinabreichen, besonders der Fluoriterzkörper, nach der Teufe scheint wahrscheinlich.

Außerdem ist nicht anzunehmen, daß die Erze - der rezenten Topographie entsprechend - immer nur im tagnahen Bereich auftreten, sondern auch in größeren Tiefen zu erwarten sind. Diesbezüglich erfolgten die jeweils durchgeführten Aufschließungsarbeiten (Hoffungsbaue) stets viel zu kleinräumig!!!

Um diesbezüglich noch sicherere Aussagen tätigen zu können, sind jedoch noch umfangreiche Geländeaufnahmen usw. notwendig.

Ein Abbau der günstig gelegenen Fluoritvorkommen erscheint nur im Kleinstbereich möglich, wobei auch die alten Haldenflächen z.T. miteinbezogen werden könnten.

Die Blei- und Zinkerze - und damit dann auch die Mo- und Cu-Mineralen - werden bergbauwirtschaftlich erst bei entsprechend hohen Metallpreisen lohnend abgebaut werden können, wobei die Menge der in der Tiefe noch zu erwartenden Erze u.U. als bedeutend zu bezeichnen ist.

5. Zusammenfassende Bemerkungen, das gesamte Arbeitsgebiet betreffend

5.1. Übersichtstabelle: Verteilung der Minerale in den drei Gebieten

Mineralgruppen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Ramsberg	---	---	---	---	---	++	+	---	---	---	---	---	---
Hasla	---	---	---	oo	?	---	---	---	---	---	---	---	---
Einberg W	---	---	---	o	---	---	---	---	---	---	---	---	+++
Einberg E	+	---	---	+	---	?	---	---	---	---	---	---	---
Hofer Bau	---	---	---	?	---	+++	+	---	---	---	---	---	---
Hofer Trätte	+	---	---	++	oo	+++	o	---	---	---	---	---	---
Silberberg N	++	---	---	+++	---	+	---	---	---	---	---	---	---
Silberberg S	++	+	---	+	---	+++	+	---	---	?	---	---	---
Geyer N	++	o	---	+	?	+++	++	---	?	+	+	---	---
Geyer S	---	---	---	o	---	+++	+	---	---	---	?	---	---
Silberbergeck	---	---	---	---	---	++	?	---	---	---	---	---	---
Maukenötz	oo	o	o	o	?	+++	+	---	---	?	---	---	---
Unt. Holzalm, W	---	---	---	---	---	++	oo	---	---	---	---	---	---
Unt. Holzalm, E	---	---	---	---	---	++	oo	---	---	---	---	---	---
Lehenlahn	?	---	---	o	---	++	+	---	---	---	---	---	---
Lehenlahn NE	oo	---	---	o	---	++	oo	---	---	---	---	---	---
Vomper Loch/Brandlr.	+++	o	---	+++	+	---	---	?	+	---	---	---	---
Lafatsch-Reps	++	oo	o	+++	+	---	---	---	oo	---	---	++	---
Solstein	oo	---	---	+++	+	---	---	---	?	---	---	---	---
Hoher Gleirsch	++	++	?	++	++	---	---	++	?	---	---	---	---
Brunnstein	o	---	---	---	---	---	---	---	++	---	---	---	---
Nassereith-Imst													
Blaue Grotte	++	oo	---	oo	o	---	---	---	+++	---	---	---	---
Pleisen	++	+	---	++	+	---	---	---	++	---	---	---	---
St. Veit	+	o	---	+++	+	oo	oo	---	+	---	---	---	---
Reißenschuh	++	oo	---	+++	+	---	---	---	---	---	---	---	---
Alpleskopf	++	+	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Dirstentritt	+++	+++	++	oo	oo	---	---	---	o	---	---	+	---
Brunnwald	+++	+	---	+	oo	---	---	---	+++	---	---	oo	---
Feigenstein	+++	+	---	++	++	o	o	---	oo	o	---	---	---
Matthiasgrube	++	oo	---	+	oo	---	---	---	+++	---	---	---	---
Sigmundgrube	++	+	oo	++	++	---	---	---	oo	---	---	---	---
Geierkopf	++	oo	---	++	oo	---	---	---	?	---	---	---	---
Haverstock	++	+	---	++	++	++	+	---	+	---	---	---	---
Hochwart	++	+	---	+	+	++	+	---	++	?	---	---	---
Handschuhspitzen	++	o	---	++	+	---	---	---	---	---	---	---	---
Marienbergaln	+	oo	---	++	+	---	---	---	?	---	---	---	---
Frauenbrunnen	+++	+	++	++	+	---	---	---	++	---	---	---	---
Heinrich & Emma	++	oo	oo	+	---	---	---	---	+	---	---	---	---
Silberstuben	++	o	oo	++	o	---	---	---	+++	oo	---	---	---
Wasteles Hütte	++	+	---	oo	o	---	---	---	+++	---	---	---	---
Plateaubau	++	+	---	---	---	---	---	---	+++	---	---	---	---
Gipfelbau	++	oo	+	o	---	---	---	---	+++	---	---	---	---
Karrer Alm	++	oo	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Magerbach	+++	+	++	---	---	---	---	---	?	---	---	---	---

Erläuterungen zur Tabelle der Mineralparagenesen

Zeichenschlüssel für:

Mineralart:

- 1 = Bleiglanz
- 2 = Cerussit, Schwarzbleierz
- 3 = Wulfenit
- 4 = Zinkblende
- 5 = Galmei (Zinkspat, Kieselzinkerz)
- 6 = Fahlerze (unabh. v. Chemismus)
- 7 = andere Cu-Erze
- 8 = Descloizite (unabh. v. Chemismus)
- 9 = Fluorit
- 10 = Baryt
- 11 = Co-Ni-Minerale
- 12 = Anhydrit
- 13 = Fe-Erze, limonitisch

Mineralhäufigkeit:

- +++ = sehr viel
- ++ = viel
- + = mäßig viel
- oo = wenig
- o = Spuren
- = fehlt
- ? = wahrscheinlich vorhanden, aber
nicht mit Sicherheit identifiziert

ad 2: Schwarzbleierz ist als ein Gemenge von Cerussit und Bleiglanz zu verstehen, das Mischungsverhältnis ist nicht definiert.

ad 7: z.B. Kupferkies, Enargite, Luzonite etc.

Die stellenweise häufig auftretenden Mineralien Malachit und Azurit wurden in der Tabelle mitberücksichtigt!

Diese Tabelle stellt prinzipiell das Ergebnis unserer eigenen Beobachtungen dar! Da wir aber nicht jede Lagerstätte detailliert bearbeiten konnten, ist eine gewisse Verschiebung im Bereich "Mineralhäufigkeit" als möglich anzusehen.

Von uns nicht aufgefundene Minerale wurden nur dann in die Tabelle mit eingebaut, wenn ihr Vorkommen als völlig gesichert angenommen werden kann. Bergreviere mit nicht festlegbarer Mineralführung scheinen in der Tabelle nicht auf.

5.2. Vorschläge für weitere Prospektionsarbeit im gesamten Arbeitsgebiet

Eine Weiterführung der Detailkartierung (besonders im Bereich Nassereith-Imst) als Grundlage für tektonische Rückformungen, weitere Profilnahmen und genetische Überlegungen, besonders in den von uns aus zeitlichen Gründen nicht mehr bearbeiteten Revieren (Bereich Biberwier/Silberleiten bis Brendlkar, Westteil der Heiterwand, Lagersberg bei Imst) ist erste Grundbedingung. Sodann müßte die Erarbeitung eines lagerstättengenetischen Modells erfolgen, das alle auftretenden Vererzungstypen umfassen kann und das gemeinsam mit der tektonischen Rückformung die Grundlage für die optimale Bestimmung der Ansatzpunkte von Tiefbohrungen oder Untersuchungsstollen bzw. -strecken bilden muß.

An besonders interessanten Punkten (z.B. tiefere Baue der Tschirgant-Westseite, Geyer-Nord, Lehenlahn) wäre es sehr wichtig, einen jeweils dafür günstig gelegenen Einbau zu gewältigen, um einen wahren Einblick in die Lagerstättenverhältnisse zu erhalten. Kürzere Strukturbohrungen, von diesen Stollen aus betrieben, könnten dann wichtige Aussagen über die Fortsetzung der Lagerstätte bzw. erste Vorratsberechnungen ermöglichen. Vorrangig wären natürlich jene Bereiche zu wählen, in denen mit dem geringsten Aufwand (z.B. noch offene Stollen, Talnähe oder Lage an einer Zufahrtsstraße) finanzieller und technischer Art Ergebnisse zu erzielen sind, und zudem berechtigte Hoffnung auf noch vorhandene Erzkörper besteht.

Beispiele dafür: Geyer, Bergbau Lafatsch/Stephanie-Stollen(!), Bergbau St. Veit, Brunnwald/Matthiasgrube.

Abschließend sei noch eine Bitte ausgesprochen:

Es liegt nicht im Sinne einer expandierenden Lagerstättenforschung (wenngleich aus gesetzlichen Gründen scheinbar notwendig?), noch offene Bergbaustollen "für immer" unzugänglich zu machen. Vielmehr sollte doch eher versucht werden, durch die Anbringung sicherer, versperrbarer Türen oder Gatter den Zugang zu den alten Orten und Abbauräumen für auch später noch erfolgende Untersuchungen wissenschaftlicher Natur fahrbar zu erhalten.

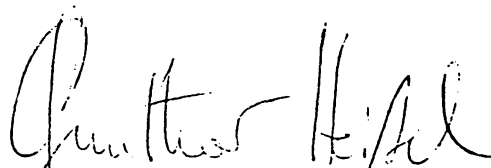
5.3. Schlußbemerkungen

Im Zuge dieses Projekts hat sich leider herausgestellt, daß im Bereich der Nordtiroler Kalkalpen z.T. der derzeitige geologische und in gewisser Hinsicht auch lagerstättenkundliche Wissensstand, bezogen auf fundiertes Basiswissen (= genaue geologische Karten einschließlich tektonischer Interpretation, genaue Lokitätskenntnis von Lagerstätten bzw. Schurfbauen sowie deren exakte geologisch-lagerstättenkundliche Aufnahme; etc.) überraschend gering ist. Eine derartige geologisch-lagerstättenkundliche Basiskenntnis wäre jedoch für ein Lagerstättenprojekt in diesem Gebiet Grundvoraussetzung!

Es wird noch vieler Jahre geologischer und lagerstättenkundlicher Aufnahmetätigkeiten in weiten Teilen der Tiroler Kalkalpen bedürfen, bevor man endlich ernsthaft darangehen kann, fundierte palinspastische Rekonstruktionen, lagerstättenogenetische Theorien etc. aufzustellen. In diesem Gebiet scheint eine Fortsetzung der Arbeiten ohne das geforderte Grundlagenwissen kaum zielführend!

Aus diesem Grund scheinen uns auch geologische und lagerstättenkundliche Aussagen, die über das von uns in unseren Berichten Beschriebene hinausreichen, derzeit nicht möglich.


(Dr. Peter Gstrein)


(Dr. Gunther Heißel)

Literaturverzeichnis

Dieses ist nur als Ergänzung zu diesem Endbericht anzusehen. Detaillierte Literaturverzeichnisse finden sich bei den jeweiligen Jahres- bzw. Tätigkeitsberichten.

BECKE, M. (1980): Geologisch-tektonische und paläomagnetische Untersuchungen im Mieminger Gebirge (Nördliche Kalkalpen, Tirol). - Unveröff. Diss., Natw. Fak. Univ. Innsbruck.

BRANDNER, R. (1978): Tektonisch kontrollierter Sedimentationsablauf im Ladin und Unterkarn der westlichen Nördlichen Kalkalpen. - Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck, Bd. 8, Festschrift W. HEISSEL, S. 317-354.

DALLA TORRE, W.K. (1913): Tirol, Vorarlberg und Liechtenstein. - Junk's Naturführer, Berlin.

GROTTENTHALER, W. (1968): Zur Geologie des Tschirgant zwischen Gurgltal im Norden und dem Kalkalpen-Südrand (Tirol). - Unveröff. Dipl.-Arb., Geol. Inst. TH München, 109 S., 43 Abb., 27 Taf., 3 Beil.-Taf., München.

HADITSCH, J.G. & H. MOSTLER (1970): Bemerkungen zu einem syngenetischen Bleiglanz-Zinkblendevorkommen in Nordtirol (Silberberg bei Brixlegg). - Anz. Akad. Wiss. Wien, math.-naturw. Kl.

ISSER, M.v. (1881): Die Blei- und Zinkbergwerke der Gewerkschaft "Silberleithen" zu Biberwier im Oberinnthale in Tirol. - Ztschr. des Ferdinandeum für Tirol und Vorarlberg, 3. Folge, 25. Heft, Innsbruck.

ISSER, M.v. (1888): Die Montanwerke und Schurfbaue Tirols der Vergangenheit und Gegenwart. - Berg- und Hüttenmännisches Jahrbuch, 36. Bd., Wien.

ISSER, M.v. (1888): Mittheilungen über einige alte Erzbergbaue im Nordtiroler Kalkalpenzuge. - Österr. Ztschr. f. Berg- und Hüttenwesen, 36. Jg., Wien.

KOCKEL, C.W. (1954): Die Larsennscholle bei Imst (Tirol). - N.Jb. Geol. Paläont. Mh. 1953, S. 520-533, Stuttgart.

KRAUS, O. (1965): Geologische Spezialuntersuchungen im westlichen Bereich des Heiterwandgebietes (Lechtaler Alpen). - Unveröff. Dipl.-Arb., TU München.

HEISSEL, G. (1978): Das Karwendelgebirge - Geologischer Bau und Versuch einer tektonischen Rückformung. - Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck, Bd. 8, Festschrift W. Heissel, S. 227-288, Innsbruck.

- KROLL, J.M. (1965): Geologische Spezialuntersuchungen im östlichen Bereich des Heiterwand-Gebietes (Lechtaler Alpen). - Unveröff. Dipl.-Arb., Geol. Inst. TH München, 76 S., 23 Taf., 3 Beil.-Taf., München.
- MUTSCHLECHNER, G. (1954): Die Erzbergbaue in der Umgebung von Imst. - Schlernschriften, Imster Buch, S. 29-59.
- NIEDERBACHER, P. (1981): Geologisch-tektonische Untersuchungen in den südöstlichen Lechtaler Alpen (Nördliche Kalkalpen, Tirol). - Unveröff. Diss., Natw. Fak. Univ. Innsbruck.
- PIRKL, H. (1961): Geologie des Triasstreifens und des Schwazer Dolomits südlich des Inn zwischen Schwaz und Wörgl (Tirol). - Jb. d. Geol. B.-A., Bd. 104.
- SENGER, W.v. (1821): Versuch einer Oryctographie der gefürsteten Grafschaft Tirol. - Innsbruck.
- SIDIROPOULOS, L. (1980): Blei-Zink-Vererzungen in Breccienzonen der Nordtiroler Kalkalpen (zwischen Telfs-Biberwier-Nassereith und Imst). - Unveröff. Diss., Natw. Fak. Univ. Innsbruck.
- SPERGES, J.v. (1765): Tirolische Bergwerksgesichte. - Wien.
- SRBIK, R. (1929): Überblick des Bergbaues von Tirol und Vorarlberg in Vergangenheit und Gegenwart. - Ber. d. Naturwiss.-med.Ver. Innsbruck, Bd. 41, S. 113-279.
- TAUPITZ, K.C. (1954): Die Blei-, Zink- und Schwefelkieslagerstätten der Nördlichen Kalkalpen westlich der Loisach. - Diss. d. Fak. f. Bergbau und Hüttenwesen der Bergakademie Clausthal.
- TOLLMANN, A. (1976): Der Bau der Nördlichen Kalkalpen. Orogene Stellung und regionale Tektonik. - 449 S., 130 Abb., 7 Taf., Amhang, Deuticke, Wien.
- VOHRZYKA, K. (1968): Die Erzlagerstätten von Nordtirol und ihr Verhältnis zur alpinen Tektonik. - Jb. Geol. B.-A., Bd. 111, Wien.
- WERTHMANN, E. (1966): Blei-Zink-Lagerstätten Hochgleirsch (Nördliche Kalkalpen) und Obernberg (Brennermesozoikum); ein Vergleich. - Diss., Phil. Fak. Univ. Innsbruck.
- WETZENSTEIN, W. (1972): Die Mineralparagenesen der Blei-Zinklagerstätte St. Veit (Heiterwand-Gebiet, östliche Lechtaler Alpen, Tirol). - Verh. Geol. B.-A., 1972, S. 288-298, Wien.
- WOLFSTRIGL-WOLFSKRON, M.R. v. (1903): Die Tiroler Erzbergbaue 1301-1665, Innsbruck.