

Bergbau an der Silberleithe
Geschichte, Mineralisation und Entstehung
der Blei-Zink-Vorkommen
im westlichen Mieminger Gebirge

Christian Wolkersdorfer 2000

Bergbau an der Silberleithe

Geschichte, Mineralisation und Entstehung der Blei-Zink-Vorkommen im westlichen Mieminger Gebirge



Christian Wolkersdorfer 2000

Die Ströme und Meere, die die Felsen gebaren, sie sind vergangen; im Beben der Erde spüren wir, daß die Gewalten der Tiefe, die über die Wasser siegten und die Länder zerknitterten, noch leben. Still und erhaben glänzen die Gletscher an den Stirnen der Alpen; wir wissen nicht, was ihnen einstens Kraft und Wachstum gegeben, bis in die Ebenen hinunterzugelangen.

Dunkler blauer Schein verwebt Tal und Wälder, einer trunknen Flut gleich treibt er die Wogen in Schluchten und Runsen gegen die hohen Zinnen, die fremd und schöner über der Bläue stehn, wie die Rosenbrandung vergehender Lichtermeere. Da ist's dem sinnenden Geist, als vermöchte er über den Zeiten zu stehen; fliehend rauschen die Jahrtausende vorüber, die Berge versinken, von fern her ziehen in schimmernden Bögen die alten, die uralten Meere, still hält das Glück des Erkennens Einkehr in die Seele.

UNTERRICHTER, AMPFERER & BEYRER 1902

Vorwort – und Dank

Rund um die Silberleithe haben Männer, Frauen, Kinder und Jugendliche Jahrhunderte lang Bergbau betrieben und nach Blei-, Zink- und Silbererzen gegraben. Sie bescherten der einheimischen Bevölkerung im Ehrwalder Becken ein erträgliches Einkommen, sei es als Arbeiter in den Biberwierer Bergwerken, als Zulieferer, Fuhrmann zur Lermooser Bahnstation oder als Warenhändler in Ehrwald. Seit vielen Jahrzehnten schon liegen die Bergwerke auf der Silberleithe still, und obgleich die Reste des historischen Bergbaus noch immer zu sehen sind, ist die Erinnerung an den Bergbau nur noch undeutlich vorhanden.

Wir schreiben das Jahr 1921, als sich die Silberleitner Bergleute auf Ihre letzte Grubenfahrt begeben. Noch haben sie die Hoffnung, dass der Bergbau eines Tages neu belebt würde – doch diese Hoffnung wird zerschlagen, als mehr und mehr Erz preiswert aus dem Ausland zu bekommen ist und die Eigentümer der Gewerkschaft Silberleithen keine Geldmittel mehr für den Bergbau zur Verfügung stellen. So kommt es den Bergleuten gelegen, dass sie bereits Jahre zuvor damit angefangen hatten, für eigene Zwecke ein kleines Elektrokraftwerk an der Loisach zu erbauen. Der Strom wird bald schon nach Biberwier, Ehrwald und Lermoos verkauft und damit ist die Gewerkschaft Silberleithen der Kristallisationspunkt einer Entwicklung zum modernen Industriezeitalter. Heute gehören die ehemaligen Betriebsanlagen dem Reuttener Elektrizitätswerk, das damit eine lange außerferner Tradition fortsetzt.

Eine kleine Gruppe von Einheimischen und wenige Wissenschaftler aus dem deutschsprachigen Raum haben sich stetig mit den hiesigen Bergwerken befasst und sich Gedanken zu deren Geschichte und Entstehung gemacht. Aus diesen Gedanken, Diskussionen und wissenschaftlichen Arbeiten heraus entstand die Idee, die Silberleithner Bergwerksgeschichte und die geologischen Verhältnisse aufzuarbeiten.

Zwölf Jahre sind vergangen, seit die vorliegende Arbeit in Form einer Diplomarbeit an der Technischen Universität Clausthal erschien. Zwei Jahre sind vergangen, seit die Gemeinde Biberwier die Idee hatte, diese Diplomarbeit in komprimierter und verständlicher Form einem breiten Publikum vorzustellen. Nicht alle der damaligen Ideen konnten in den zwei Jahren verwirklicht werden, und so bleibt für die kommenden Jahre noch vieles aufzuarbeiten.

An dieser Stelle sei vor allem dem E-Werk Reutte gedankt. Direktor Dr. Franz Reisecker ermöglichte durch seine ideelle und großzügige finanzielle Unterstützung diesen Band über die Silberleitner Erzvorkommen. Gleichzeitig muss der Dank an Isidor Kerber, Franz Schönherr und dem Biberwierer Bürgermeister, Helmut Schreyer, gehen. Sie gaben den Anlass und ermutigten, diesen Band zu schreiben.

Schließlich sei hier allen Ungenannten gedankt, die bei den Recherchen, der Arbeit im Gelände oder im Archiv jederzeit hilfreiche Unterstützung anboten.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	9
1.1	Lage der Bergbaue und bisherige Bearbeitungen	9
1.2	Regionalgeologische Situation, Deckenbildung und Tektonik	11
1.3	Geomorphologie	12
2	Geschichte des Bergbaues	15
2.1	Historischer Abriss des Bergbaues in der Mieminger Hochfläche	15
2.2	Einzelbeschreibung der alten Abbaue	17
2.2.1	Silberleithe	18
2.2.2	Marienbergjoch	22
2.2.3	Biberwierer Scharte	23
2.2.4	Schwärzkar	24
2.2.5	Drachenkar und Grünsteinsee	24
2.2.6	Grießspitze	26
2.2.7	Tajakopf (Toyakopf)	27
2.2.8	Brendlkar (Brandlkar, Mursee)	28
2.2.9	Igelskar (Negelseekar, Egelseekar, Siglseekar)	29
2.2.10	Schwarzbachkar (Wildes Kar)	31
2.2.11	Ehrwalder Alm	31
2.2.12	Immaplatte (Immensee-Stollen)	31
2.2.13	Seeben	32
2.3	Möglichkeiten für ein Besucherbergwerk	32
3	Mineralisation und Entstehung der Erzvorkommen	35
3.1	Einleitung	35
3.2	Geologisch-Mineralogische Beschreibung der Einzelvorkommen	35
3.2.1	Silberleithe	35
3.2.2	Marienbergjoch	39
3.2.3	Biberwierer Scharte	39
3.2.4	Schwärzkar	41
3.2.5	Drachenkar und Grünsteinsee	43
3.2.6	Grießspitze	45
3.2.7	Tajakopf (Toyakopf)	47
3.2.8	Brendlkar (Brandlkar, Mursee)	50
3.2.9	Igelskar (Negelseekar, Egelseekar, Siglseekar)	50
3.2.10	Schwarzbachkar (Wildes Kar)	52

3.2.11	Ehrwalder Alm	52
3.2.12	Immaplatte (Immensee-Stollen).....	52
3.2.13	Seeben	53
3.3	Die Entstehung der Erzvorkommen.....	54
3.3.1	Die Vererzung im westlichen Mieminger Gebirge – ein Vorkommen des Typs Mississippi-Tal	54
3.3.2	Entstehung durch erzreiche Salinare	56
4	Geologische Verhältnisse.....	59
4.1	Geomorphologie der Mieminger Hochfläche.....	59
4.2	Petrographie und Stratigraphie	60
4.2.1	Begriffserläuterung	60
4.2.2	Quartär.....	60
4.2.3	Alpine Trias.....	65
4.3	Tektonik.....	77
5	Literaturverzeichnis.....	83

Einleitung



1 Einleitung

1.1 Lage der Bergbaue und bisherige Bearbeitungen

Etwa 40 km nordwestlich der Landeshauptstadt Innsbruck, 5 km südlich der Grenze zum Freistaat Bayern und in den Nördlichen Kalkalpen Tirols befinden sich zahlreiche ehemalige Blei-Zink- und Silberbergbaue. Einstmals bescherten Sie der einheimischen Bevölkerung Wohlstand und Arbeit, doch heute liegen sie großteils verlassen und vergessen. Ein Teil davon gehörte zur Gewerkschaft Silberleithen und folglich dem Elektrizitätswerk Reutte als deren Rechtsnachfolgerin. Die hier besprochenen Erzabbau befinden sich in der Mieminger-Kette, einem Gebirge, das im Norden vom Wettersteinmassiv, im Osten vom Karwendel, im Süden vom Inntal und den Öztaler Alpen sowie im Westen von den Lechtaler Alpen umgeben ist. Den Schwerpunkt dieser Beschreibung bilden Erzvorkommen, die vom 13. bis 20. Jahrhundert mehrfach abgebaut wurden.

Ehrwald, Lermoos und Biberwier liegen im Ehrwalder Becken und sind die östlichsten Ansiedlungen im Außerfern, wie das Gebiet zwischen Reutte im Westen und dem Fernpass im Südosten genannt wird. Das Mieminger-Gebirge wird in den 20 km langen, Ost—West verlaufenden Mieminger-Hauptkamm, das flach

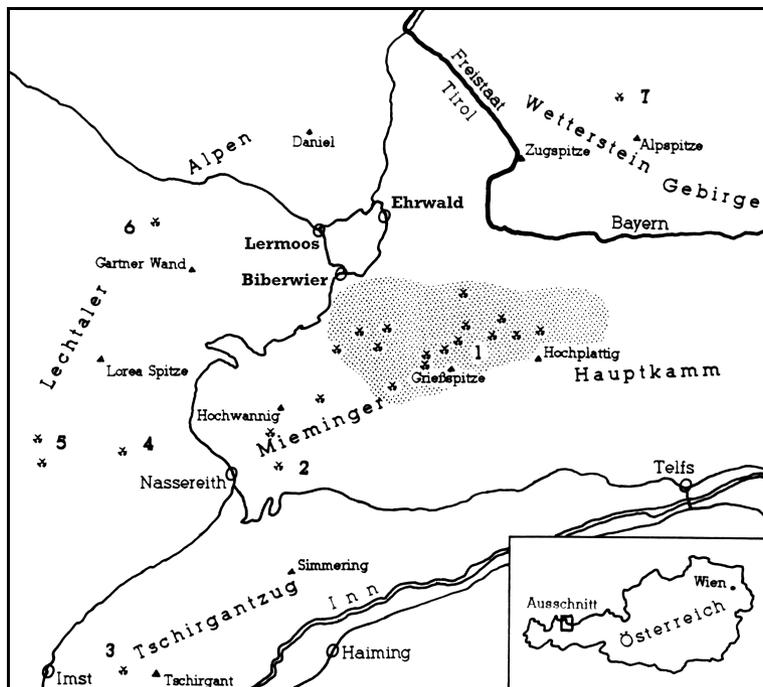


Abb. 1 Geographische Lage des westlichen Mieminger-Gebirges und bekannte Bergbauregionen. 1 Mieminger-Gebirge, 2 Feigenstein, 3 Tschirgant, 4 Dirstentritt, 5 Heiterwand (St. Veit), 6 „Imster Ochsen Alpe“, 7 Höllental.

nach Osten einfallende, südlich des Hauptkammes liegende, sich fast 300 m über das Gurgtal erhebende, Mieminger-Plateau (Mieminger-Terrasse), sowie die Nordost-Südwest streichende, gleichfalls 20 km lange Mieminger-Hochfläche geteilt (s. Abb. 1).

Als höchste Erhebung der Hochfläche gilt der Tschirgant (2372 m), des Hauptkammes der Hochplattig (2768 m), während das Plateau mit einer Höhe von 800—1000 m zwischen beiden liegt. Im Gegensatz zur Hochfläche, die einen weniger stark morphologisch gegliederten Komplex darstellt, der fast bis zu den Gipfeln von Wald und Latschen bewachsen ist, besteht der Hauptkamm aus senkrecht aufragenden, zerklüfteten und zackigen Felswänden, die durch steilstehende Störungen und Nord—Süd verlaufende Kare

hervorgerufen werden. Im gesamten Bereich herrscht eine starke Verkarstung vor. Die Baumgrenze befindet sich auf etwa 1800 m.

Im Tschirgantzug (Hochfläche) und im Hauptkamm kommen Vererzungen vor, die sowohl Gemeinsamkeiten mit denen der Südlichen Kalkalpen als auch denen des Mississippi-Tals (USA) aufweisen. Schwerpunktmäßig sollen im Weiteren die Vererzungen des Hauptkammes, die östlich des Marienbergjochs liegen beschrieben werden. Dazu gehören die Abbaue der Silberleithe, des Schwärz-, Seeben-, Drachen-, Brendl-, Igels- und Schwarzbachkares sowie des Gamsangers, der südlich des Gipfelkammes liegt.

Mit der detaillierten geologisch-tektonischen Bearbeitung der Mieminger-Berge begann im Jahre 1902 Otto AMPFERER, dessen unermüdliche Begeisterung für die Berge seiner tirolischen Heimat in die Veröffentlichung der geologischen Spezialkarte der Österreichisch-Ungarischen Monarchie 1:75.000, Blatt Zirl-Nassereit, mündete. Die Gliederung der Nördlichen Kalkalpen in Allgäu-, Lechtal- und Inntaldecke sowie die Entdeckung des Baues des Mieminger-Gebirges ist auf ihn zurückzuführen. Er verfolgte konsequent weiter, was PICHLER am Ende des 19. Jahrhunderts mit seinen „Geognostischen Beschreibungen“ begonnen hatte. Erst in den sechziger Jahren fingen MILLER sowie GERMANN neuerlich an, sich mit dem Mieminger-Gebirge auseinander zu setzen. BECHSTÄDT und MOSTLER bearbeiteten das Gebiet in den siebziger Jahren im Hinblick auf die Paläogeographie. BECKE schließlich führte 1980 paläomagnetische Untersuchungen durch.

Um die Entstehung der Vererzungen in der Mieminger-Kette zu klären, haben TAUPITZ, SCHNEIDER und GERMANN Pionierarbeit geleistet. Die vorerst letzten Untersuchungen führte SIDIROPULUS in Anlehnung an TAUPITZ durch. Insgesamt sind heute durch vergleichende Beobachtungen MOSTLERS oder SCHULZ' die Gemeinsamkeiten der Vererzungen in den Südlichen und Nördlichen Kalkalpen hinreichend bekannt, wenngleich über die Genese (Entstehung der Erzlagerstätten) noch keine endgültigen Ergebnisse vorgebracht werden können. Dennoch steht zumindest die Zuordnung zum Typus der Mississippi-Tal Lagerstätten (Mississippi-Valley-Type, „MVT“-Lagerstätten) fest, wodurch es möglich ist, dort gewonnene Ergebnisse nach Überprüfung auf die Erzvorkommen im Mieminger Gebirge zu übertragen (s. Kapitel 3.3).



Abb. 2 Westrand des Mieminger Gebirges mit flachwelligen Hügeln des Fernpaßbergsturzes im Vordergrund. Von Links nach rechts: Zunterkopfplateau, Sonnenspitze, Biberwierer Scharte, Silberleithe (bewaldeter Rücken in Bildmitte), Schartenkopf, Wamperter-Schrofen Schwärzscharte, Marienbergspitzen, Grünstein (unter Wolken).

1.2 Regionalgeologische Situation, Deckenbildung und Tektonik

Der Ost—West verlaufenden Mieminger-Hauptkamm liegt in seiner gesamten Ausdehnung in der oberostalpinen Inntaldecke. Im Norden schließt sich die zwischen Wettersteinmassiv und Mieminger-Gebirge gelegene Jungschichtenzone (Puitentalzone) an, die der Inntaldecke zugestellt wird, aber eine von zwei Seiten zugeschobene Mulde der Lechtaldecke ist. Im Westen grenzt die Mieminger-Kette an die Fernpaßfurche, die zum Großteil durch die Reste des Fernpaßbergsturzes gefüllt ist (HANTKE 1983; ABELE 1964). Dort bildet die steilstehende Überschiebung auf die jüngeren Einheiten der Lechtaldecke eine deutliche Abgrenzung zur Heiterwand, während die Seefeld-Leutascher Einsenkung im Osten den Übergang zum Karwendelgebirge darstellt. Eine scharfe Grenze findet das Mieminger-Gebirge im Süden, wo die Abfolgen des Erdmittelalters (Mesozoikum) durch die Inntalstörung vom Öztalkristallin getrennt sind.

Die nach Norden gerichtete Überschiebung der Kalkalpen beginnt in der Kreidezeit. Durch die als

Bezeichnung	Beschreibung
Südlicher Teilsattel	Gestörter Sattel im Gebiet des Marienbergjochs
Südliche Teilmulde	Mulde am Schartenkopf
Mittlerer Teilsattel	Sattelfragment an der Biberwierer Scharte
Mittlere Teilmulde	Mulde am Südgrat der Sonnenspitze
Nördlicher Teilsattel	Sattel im Bereich der Sonnenspitze
Nördliche Teilmulde	Mulde (?) im Zunterkopfplateau

Tab. 1 Die dreifache Sattel-Mulden-Folge innerhalb des Scheitels des Mieminger Großgewölbes (nach MILLER 1963).

Antriebskraft wirkende Subduktion der Sockelgesteine wurde die passive Bewegung der Schubmasse ausgelöst. Erst danach trennen sich die einzelnen Decken durch Abgleitung voneinander und bilden die kalkalpine Allgäu-, Lechtal- und Inntaldecke (Tiefbajuvarikum, Hochbajuvarikum, Tirolikum). Damit ist die Deckenbildung jedoch nicht abgeschlossen. Vielmehr finden im

Laufe der alpinen Gebirgsbildung an den alten Überschiebungsbahnen immer wieder neue Bewegungen statt, wie zum Beispiel im Oligozän, als sich die Decken über den Flysch und das Helvetikum hinwegbewegen. Während solcher neuerlicher Mobilisierungen kommt es zu weiterer Schuppung und Faltung innerhalb der Deckenstapel (PLÖCHINGER 1980).

Insgesamt stellt das Mieminger-Gebirge einen weitgespannten Sattel dar, die Mieminger Antiklinale, dessen Kern im Westen eingesunken ist. Die Sattellachse taucht nach Osten, zur Seefelder Senke hin, ab. Sowohl die Flanken im Norden als auch die im Süden des „Mieminger Gewölbes“ (AMPFERER 1902) fallen steil mit 75—90° ein. Des weiteren ist das Gewölbe aus jeweils drei Teilmulden und -sätteln zusammengesetzt, deren Untersuchung und Beschreibung MILLER (1963) durchführte (s. Tab. 1).

Ost—West verlaufende Aufschiebungen bilden Schuppen, die zur Gliederung des Mieminger-Gebirges herangezogen wurden. MILLER (1963) benannte die Hauptüberschiebungen von Süd nach Nord als „A“, „B“ und „C“, wodurch er eine Aufteilung des Mieminger-Gebirges in eine Nord-, Zentral-, und Südscholle erhielt (s. Abb. 69). Zum Schluss wurde das Gebirge von Nord-nordost—Südsüdwest verlaufenden Querstörungen durchsetzt, welche jeweils die Ostscholle um maximal 200 m nach Norden bewegten.

1.3 Geomorphologie

Die Geländeoberfläche (Morphologie) des Mieminger Gebirges wird durch Nord—Süd verlaufende Kare (e-Kare nach HAASE 1968) bestimmt, die in ihrer Anlage durch Nordnordost—Südsüdwest verlaufende Blattverschiebungen vorgegeben sind. Deren bedeutendste ist die auch im Satellitenbild erkennbare Loisachstörung (BODECHTEL & LAMMERER 1973; BECKEL et al. 1976). Mehr oder weniger Ost—West verlaufen die Breitenkopf- sowie Südrandstörung (BECKE 1980) mit ihren Nebenstörungen, an denen die Gesteine tiefgründiger verwitterten, was zur Bildung weit eingeschnittener Scharten und Törlen führte. Einige der Scharten werden zusätzlich durch die Verwitterung weicherer Gesteine gebildet, was an der Schwärz-Scharte (Partnach-Schichten, 2380 m) und dem Hinteren Tajatörl (Reichenhall Schichten, 2259 m) beobachtet werden kann. Das Marienbergjoch hingegen ist eiszeitlich gebildet worden, was Funde kristallinreicher Moränen am Bremsstadlkopf (1641 m) beweisen (PENCK 1882). Die steilen Seebenwände und die Abfälle in die Fernpaßfurche sind durch die Aufschubung der Inntaldecke, Flankenschliff der Gletscher (KLEBELSBERG 1935), sowie einige kleinräumige Bergstürze (ABELE 1964) hervorgerufen.

Besondere Prägung erhalten die Kare durch die Endmoränen, die sich als leicht gekrümmte Rücken darstellen und verschiedene Lokalgletscherstände nachzeichnen. Der unterschiedliche Bewuchs sowie das räumliche Nebeneinander lassen die verschiedenen Stadien der Gletschervorstöße erkennen, welche von SENARCLENS-GRANCY (1938) sowie PENCK & BRÜCKNER (1901—1909) bearbeitet wurden. Die in den Karen gelegenen Seen (Seeben-See, Drachen-See, Brendl-See) sind eiszeitliche Felsbeckenseen (KLEBELSBERG 1935).

Bis in Höhen von über 2000 m kommen kleinere kristalline Findlinge vor, die von einem Inntalgletscherarm stammen, der sich über den zu dieser Zeit noch nicht aufgeschütteten Fernpass (Haupteisstrom), das Marienbergjoch (1789 m) und die Grünsteinscharte (2272 m) nach Norden vorschob und bei Garmisch mit dem Loisachgletscher vereinte (KLEBELSBERG 1935). Aus dem Gletscherhöchststand, der nach KLEBELSBERG (1935) bei etwa 2300 m lag, ergibt sich, dass der nur teilweise eisbedeckte Hauptkamm zerklüftete Formen aufweist, als der Tschirgantzug, der wie der Wannig als Inselberg aus dem Eis herausragte.

Im Norden bilden die stark tektonisch beanspruchten Gesteine der Puitentalzone (Jungschichtenzone) die flach nach Osten abfallende (1550—1100 m), in ihrer Anlage ein jungtertiäres Talsystem darstellende Talung des Gaistal-Baches (KLEBELSBERG 1935). Im Gegensatz dazu ragen die aus Wettersteinkalk gebildeten Karrückwände 700—850 m über den Karboden auf. Das Mieminger-Plateau hingegen stellt eine Verebnung dar, die aus unverfestigten Inntal-Terrassensedimenten, Seetonen, sowie überlagernder Inntalgletscher-Grundmoräne aufgebaut ist (AMPFERER & OHNESORGE 1924; HANTKE 1983; KLEBELSBERG 1935; MACHATSCHKE 1934).

Der Fernpaßbergsturz, und die damit verbundene Verschüttung der Fernpaßfurche, nimmt in der jüngsten geologischen sowie historischen Geschichte der Region um die Mieminger eine besondere Rolle ein. Blind-, Weißen-, Mitter- und Fernstein-See sind als typische Bergsturzseen aus diesem Ereignis hervorgegangen (KLEBELSBERG 1935).

Gegen Ende der letzten eiszeit stürzte aus dem Afregallkar an der Ostseite der Loreagruppe (Lechtaler-Alpen) eine etwa 1 km³ große Gesteinsmasse auf die zum Inn hin entwässernde Loisach (ABELE 1964). Diese staute sich in der Folge auf und bildete einen See, der schließlich durch die

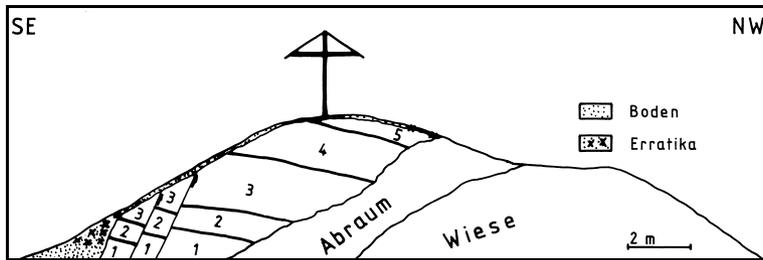


Abb. 3 Tommahügel mit Grundmoräne und kleinen kristallinen Findlingen 300 m westlich der Schmitte. 1—5: verschiedene, gebankte, durch dünne Mergelpartien voneinander getrennte, stark zerrüttete Kalksteinpakete.

Bergsturzlandschaft nördlich Ehrwald (Auf den Törten) ins Werdenfelser Becken abfluss. Erst im ausgehenden 19. Jahrhundert gelang es, das sich nach der Verlandung gebildete Moor vollständig zu entwässern. Dieser erste Fernpaßbergsturz mit seinen typischen Tommahügeln (z.B. Tumme Bühel im Lermooser Moos) wurde kurzfristig nochmals vom Inntalgletscher überfahren, was durch Moränenfunde belegt ist (ABELE 1964; HANTKE

1983; WOLKERSDORFER 1991, Abb. 3). Ein zweiter Bergsturz, der auf den ersten niederging, wurde nicht mehr eiszeitlich überprägt. Die zeitliche Abfolge der Ereignisse in der Fernpaßfurche ist bei ABELE (1964) diskutiert, der die morphologischen Probleme ausführlich untersuchte.

Eine Sonderstellung nimmt der vom Wamperten Schrofen abgerutschte Schachtkopf ein, dessen Versatz 700 m beträgt (HÄUSING 1898) und in dem ein Großteil der Blei-Zink-Vererzungen liegt (Abb. 2). Zwei spitzwinklig aufeinander zulaufende Gleitflächen, die sich etwa im Niveau des Max-Braun-Stollen vereinen, begrenzen die Wasserkluft, eine maximal 100 m breite, erzfreie Zone mit Störungsgestein, deren Name von den Bergleuten aufgrund der starken Wasserführung in Frühjahr und Sommer gegeben wurde.

Nach wie vor ist eine zeitliche Einordnung des Rutschungsprozesses umstritten. GERMANN (1963) nimmt ein vor-würmeiszeitliches, BECKE (1980) ein nach-würmeiszeitliches Alter an. Bisher wurden am Schachtkopf keine kristallinen Findlinge gefunden, die für ein vor-würmeiszeitliches Alter sprechen. MUTSCHLECHNER (1955) zweifelt sogar die Tatsache einer Absitzung an und erklärt die Entstehung des Schachtkopfs durch die gemeinsame Norddrift mit der Inntaldecke. Nachdem die Gesteine des Schachtkopf einen größeren Zerstörungsgrad als die des Wamperten Schrofen aufweisen, worauf schon AMPFERER (1905) hinwies, kann der Ansicht MUTSCHLECHNERS nicht zugestimmt werden. Bei einer gemeinsamen Norddrift müssten die Gesteine im Liegenden und Hangenden der Wasserkluft gleich stark zerstört sein. Die Durchörterung der Wasserkluft durch den Max-Braun-Stollen zeigte jedoch das Gegenteil.

Geschichte des Bergbaues



2 Geschichte des Bergbaues

2.1 Historischer Abriss des Bergbaues in der Mieminger Hochfläche

Archäologische Funde belegen, dass Menschen schon früh in die unwirtliche Gegend des Außerferns vorgedrungen sind. In der Nähe des Weißensees an der Fernpaßbundesstraße, wurden drei in die La-Tène-Zeit (ca. 400 v. Chr.) datierte Eisenbarren gefunden und in Ehrwald wurden zwei römische Gräber entdeckt. Erwähnt sei hier, dass die Eisenlagerstätten östlich des Lechs, bei Reutte, angeblich schon 629 n. Chr. genannt werden. Schließlich werden in einer Übereignungs-urkunde des Jahres 1120 n. Chr. für ein Gut südwestlich Reutte auch die Rechte an den Eisenvorkommen („scilicet in venis ferri et lignis et alpinis“) übertragen (MUTSCHLECHNER 1955, FRANZ 1955).

Die Fernpaßstraße war nicht nur die wichtigste Salzstraße der Saline Hall in den südbayerischen Raum, sondern diente schon den Römern als bedeutender Handels- und Verteidigungsweg (Via Claudia Augusta, von Kaiser Claudius 46/47 n. Chr. ausgebaut, unter dessen Vater Drusus im Jahre 15 n. Chr. angelegt; PERKTOLD 1984). Man kann folglich davon ausgehen, dass entlang dieser von Menschen erschlossenen Landschaft bereits früh nach Erzen gesucht wurde. Die erste Erwähnung eines Ortes in der Nähe dieser Abbaue, nämlich Lermoos, fällt ins Jahr 1060 n. Chr., als der Ort in einer Beschreibung des Bistums Freising erscheint: „... a Geizzital vadit usque ad fontem, qui vocatur Dripach, et a Dripach usque ad Larinmos ...“ (MOSER 1979). Diese Nennung bedeutet, dass Lermoos zu dieser Zeit bereits ein Begriff im „silva inter Oenum et Licum“ (Wald zwischen Inn und Lech) war, da es sonst nicht als Eckpunkt dieser Bistumsbeschreibung auftauchen würde.

Erste gesicherte Unterlagen über einen Bergbau in der Mieminger Hochfläche gibt es für das Jahr 1483, als am Schachtkopf bei Biberwier (Abb. 4) der Tagebau beginnt (SRBIK 1929). ISSER (1881a) hingegen stellt dort den Anfang des Bergbaus ins 16. Jahrhundert. Demnach hätten am Schachtkopf hütende Hirten glänzende Steine beobachtet, die von Schafen losgetreten geworden seien. An diesen Stellen fand sich das Ausbeißen der Lagerstätten. Am Inhalt der Darstellungen ISSERS bestehen jedoch Zweifel. MUTSCHLECHNER zufolge (pers. Mitt. 1988) hat ISSER häufig falsche Zahlenangaben geliefert, worauf HÄUSING bereits 1890 aufmerksam machte (HÄUSING 1890). Eine weitere Kritik der ungenauen Arbeitsweise ISSERS findet sich bei STOLZ, der dies an Beispielen belegt (STOLZ 1928, Anm. 1, S. 214; Anm. 1, S. 246).

Das 15. Jahrhundert ist für den Tiroler Erzbergbau von Bedeutung, als zu diesem Zeitpunkt eine intensive Suche nach neuen Silberlagerstätten einsetzte (STOLZ 1928), denn wegen des Silbers wurden die Bergwerke Tirols in dieser Zeit betrieben. Die Gründe dafür sind in der „Bevölkerungszunahme und besseren Produktionsinstrumenten durch den Aufschwung der Handwerksbetriebe, besonders der Metallverarbeitung“ sowie eines erhöhten Bedarfs an Silber zu suchen (BAUMGÄRTEL 1965). Welche grundlegenden Ursachen sich dafür verantwortlich zeigten, beschreibt BAUMGÄRTEL (1965).

Für die nähere Umgebung der Vorkommen im westlichen Mieminger Gebirge gibt es die folgenden historischen Daten: bereits im 12. Jahrhundert soll nach GASSER (1913) das Bergwerk Dirstentritt (Dirschentrit) im Gaflein-Tal östlich Nassereith in Abbau gestanden haben. Schließlich sind aus den Jahren 1352 eine Bergwerksverleihung bei Landeck, sowie 1431 eine bei Scharnitz



Abb. 4 Die Silberleithe mit den Halden des Aloisia-, Crescentia-, Michaeli-, und Jacobi- Stollens von Nordosten aus gesehen. Der Schachtkopf liegt links oberhalb der Bildmitte. Im Hintergrund, an der Fernpaßbundesstraße, der Weißen-See mit seinen Inseln.

bekannt (STOLZ 1928), also entlang der bedeutenden Handelswege. In einer Stiftungsurkunde des Jahres 1423 schließlich sind die Berwanger als „Perglew“ bezeichnet, was auf einen Bergbau bei Berwang hinweist (MADER 1955).

Im Drachenkar wird der Drachen-See bereits 1500 als „Wildsee im Perchwerch“ erwähnt. Im Brendlkar erscheint 1661 die erste Bergbauverleihung (MUTSCHLECHNER 1955). GERMANN (1963) vermutet den Beginn des Bergbaues Igelskar im 16. Jahrhundert. Das Schwarzbachkar erscheint erstmals 1660 in einer Verleihung (MUTSCHLECHNER 1955).

Über einen kleinen Abbau im Igelskar, der bei den Einheimischen als „Welsches Loch“ bekannt ist, erzählt die Legende, dass möglicherweise römische Bergleute nach Gold gesucht hätten (GERMANN 1963, mdl. Mitteilung E. STEINER †, Ehrwald 1987). Das mittelhochdeutsche Wort „welsch“ bedeutet tatsächlich „romänisch“ (KÖSTER 1969). Da die Römer aufgrund des Vordringens keltischer Stämme aus dem Norden gezwungen waren, im Gaistal eine Verteidigungsstraße von Mittenwald ins Ehrwalder Becken zu bauen (Via Decia, unter Kaiser Decius 249—251 n. Chr. errichtet; PERKTOLD 1984), ist diese Vermutung nicht von der Hand zu weisen. Ein sicherer Beweis lässt sich derzeit nicht erbringen. Aus dem Drachenkar gibt es eine Sage über Goldabbau (siehe Kapitel 2.2.5). Erzanalysen aus dem Schachtkopf weisen Goldgehalte bis 8 g/t auf (MUTSCHLECHNER 1955) und TAUPITZ (1954) berichtet von einem angeblichen Goldvorkommen im Igelskar (vermutlich bezieht sich auch TAUPITZ auf die Legende um das Welsche Loch).

Interessanterweise existieren in der Umgebung des Ehrwalder Talkessels außer der Drachenkar-sage weitere Hinweise und Sagen auf einen Goldabbau. Im 13. Jahrhundert wurde bei Bichlbach Waschgold gewonnen (FUCHS 1984), und 1566 soll der Alchimist Leonard TURNEISSER Gold am Sperchen bei Imst entdeckt haben (WOLFSTRIGL-WOLFSKRON 1903). Auf der Nassereiter Alm hätte ein Jäger einen Hirsch geschossen, dessen Zähne vergoldet gewesen seien, was darauf zurückgeführt wurde, dass dieser aus einer goldhaltigen Quelle getrunken habe und bei Laieregg habe einmal ein Wanderer einen Ast abgerissen, der sich in Gold verwandelte. Ebenfalls bei Nassereith gab es einen Arbeiter, der aus einem Brunnen schöpfte, dessen Wasser sich in Gold verwandelt hätte (KRANEWITTER & RAPPOLD 1987). Im Lechtal schließlich gibt es eine Sage, nach der Kinder in der Nähe Elmens Kohlen gefunden hätten, die zu Gold wurden (SCHIFFER 1985).

-
- Transportprobleme aufgrund der Höhenlage
 - Kosten des Transports von der Grube zur Hütte
 - Erschöpfung der Vorräte wegen unzureichender Geldmittel und Techniken
 - Raubbau, da aufgrund unentwickelter Aufbereitungsverfahren nur ergiebige Lagerstätten abgebaut wurden
 - starke Wasserführung
 - Absinken der Rohstoffpreise bei gleichzeitigem Ansteigen der Arbeitslöhne
 - Klimaverschlechterung Anfang des 17. Jahrhunderts und damit verbundene Probleme bei der Beschaffung von Grubenholz (Hantke 1983)
-

Tab. 2 Gründe für den Rückgang des Bergbaues in Tirol

Diese Fakten und Legenden, einschließlich der Angabe GASSERS, weisen darauf hin, dass der Abbau im westlichen Mieminger Gebirge nicht erst im 15. Jahrhundert begann, sondern möglicherweise schon früher. Unter Umständen gab es schon einen unbedeutenden römischen Bergbau im Mieminger-Gebirge, wofür die alten Flurbezeichnungen einen Anhaltspunkt geben.

Nach dem ersten Höhepunkt des Bergbaues in der Mieminger-Kette, der zeitgleich mit dem gesamten Tirol vom 15.

bis 16. Jht. andauerte, gab es im 17. Jht. einen neuerlichen Höhepunkt, der Mitte des 19. Jhts. sein Ende hatte (Tab. 2). Nur an der Silberleithe und im Igelskar konnte sich ein Abbau bis zum Anfang des 20. Jhts. erhalten. Einen Grund für das Wiederbeleben des Bergbaues im 17. Jht. kann im Einführen der Sprengarbeit gesehen werden, die von Pretttau im Ahrntal aus nach Tirol kam.

AGRICOLA (1556; 1974) beschreibt in seinem Werk „De re metallica“ die für einen Bergbau notwendigen geographischen Voraussetzungen. Sind diese nicht mehr erfüllt, musste ein Betrieb zur damaligen Zeit zum Erliegen kommen. Wörtlich heißt es dort:

„Was aber die Beschaffenheit der Oberfläche anlangt, so beobachtet der Bergmann, ehe er einschlägt, ob die Stelle von Bäumen bestanden ist oder nicht. Wenn sie bewaldet ist, so gräbt er dort, wenn sie nur die sonstigen Voraussetzungen erfüllt, weil sie ihm eine Menge Holz zur Verfügung stellt, das für Bauten, Künste, Gebäude, Schmelzen und anderes notwendig ist. ... Der Bergmann stellt auch fest, ob die Gegend immer fließendes Wasser hat oder ohne Wasser ist, wenn nicht vom Gipfel der Berge ein von starken Regengüssen gespeister Wildbach herabfließt. Daher ist ein Ort, den die Natur mit einem Fluss oder Bach beschenkt hat, in vieler Hinsicht geeignet. ... Wenn dagegen ständig fließendes Wasser der Stelle, an der geschürft wird, von der Natur versagt ist, so erhöht das die Kosten, und um so mehr, je weiter von den Gruben Fluss und Bach entfernt sind, zu denen die Erze zu befördern sind. Ja auch den Weg, auf dem man aus der Umgegend oder Nachbarschaft zu den Gruben geht, beachtet der Bergmann, ob er gut oder schlecht, kurz oder lang ist.“

Die meisten Erzvorkommen in den westlichen Mieminger Bergen befinden sich heute über der Waldgrenze (1800 m). Größere Schlackenhalde, wie ISSER berichtet, sind nicht mehr zu finden. Lediglich 150 m östlich der Coburger Hütte befindet sich ein Gelände, das die Bedingungen für eine Aufbereitung erfüllt haben könnte. Funde von Bleiglanz (Galenit, Ø 0,5 cm) belegen dies.

2.2 Einzelbeschreibung der alten Abbaue

Im folgenden werden Lage, Geschichte und derzeitige Situation der einzelnen Abbaue behandelt. Der Schwerpunkt liegt dabei auf dem aktuellen Aussehen der alten Gruben.

Bei den Namen wurden die Bezeichnungen aus der Arbeitskarte AK 2025-20 des Landesvermessungsamtes Tirol, sowie der Alpenvereinskarte Wetterstein- und Mieminger Gebirge übernommen.

men, wenngleich diese nicht immer mit den Bezeichnungen der einheimischen Bevölkerung übereinstimmen. FUCHS (1984) bemerkt zu den Unstimmigkeiten:

„Die Misere an der Sache ist weniger die Fehldeutung oder falsche Schreibweise als vielmehr der Umstand, dass sie in manchen Fällen bis heute weiterlebt, von Land- und Wanderkarten übernommen worden ist und kaum ausrottbar zu sein scheint. Wie konnte es zu solchen sprachlichen Fehldeutungen kommen? Die Geometer, Adjunkten und Militärgehilfen, die bei den Vermessungsarbeiten eingesetzt waren, stammten aus allen Kronländern der Vielvölkermonarchie, am allerweitesten aus Tirol selbst. Den Vermessungspartien waren wohl ortskundige Gemeindevertreter beige stellt, die sich mit dem Vermessungspersonal zum allergrößten Teil natürlich in der bodenständigen Mundart verständigten. Das Vermessungspersonal war aber mit der heimischen Mundart zu wenig oder gar nicht vertraut (und konnte es auch nicht sein). Es wurden daher viele der Namen für die Eintragungen in die Mappe falsch verstanden oder nicht zu deuten gewusst. Die Folge war eine unrichtige Namenseintragung, die in manchen Fällen bis heute weiterexistiert“.

Der „Bergbau Seeben“ (MUTSCHLECHNER 1955) sollte nicht mehr als zusammenfassender Begriff verwendet werden, da sich das früher „Seeben“ genannte Gebiet auf die Bergbaue Immenplatte, Schwärzkar, Drachenkar und Tajakopf bezieht. Unter den Einheimischen wird heute unter „Seeben“ der Bereich zwischen Seebenalm und dem morphologischen Anstieg zum Drachen- und Schwärzkar verstanden. In diesem Sinne findet das Wort im Folgenden seine Verwendung.

Weitergehende geschichtliche Beschreibungen finden sich bei ISSER (1881a, 1881b), MUTSCHLECHNER (1955, in Anlehnung an ISSER), HÄUSING (1898, 1900 a) und GERMANN (1963).

2.2.1 Silberleithe

Der früher größte und bedeutendste Außerferner Bergbau auf der Silberleithe liegt östlich von Biberwier. Er umfasst die Gruben am Schachtkopf (höchster Einbau 1630 m, tiefster Stollen

Name	Höhe	Baubeginn	Bemerkung
Hoffnungs-Stollen II	2000 m	1898	☺
Hoffnungs-Stollen I	1968 m	1898	☺
Friedrich-Hammacher-Stollen	1870 m	1896	☺
Eduard-Stollen	1630 m	1524	
Schurfbau	1585 m		
Barbara-Stollen	1545 m	1721	☺
Ularich-Stollen	1560 m		
Jacobi-Stollen	1470 m	1698	☺
Aloisia-Stollen	1430 m	1748	☺
Michaeli-Stollen	1400 m	1782?	☺
Crescentia-Stollen	1330 m	1820?	☺
Max-Braun-Stollen	1210 m	1887	☺
Wasserpriell-Stollen	1640 m		☺
Fundbau	1635 m		☺
Rosaliabau	1620 m		
Severin-Stollen	1620 m		☺
Udalrich-Stollen	1610 m		
Mathias-Stollen	1605 m		
Dreikönig-Stollen	1590 m		
Mariahilf-Stollen	1560 m	1736	☺
Lazarus-Stollen		1807	unter Mariahilf
Anna-Stollen	1550 m		☺
Ulrich-Stollen	1540 m		☺
Kajetan-Stollen	1520 m		☺
St. Johannes-Stollen		1705	
Königin-Stollen			
Theresia-Stollen			
Johanni-Stollen		1732	

Tab. 3 Die Stollen der Silberleithe. ☺: Stollen noch lokalisierbar.

1220 m) sowie das Friedrich Hammacher Feld (1880 m) westlich des Wamperten Schrofens (Tab. 3).

Die Antwort auf ein Ansuchen der Marktgemeinde Reutte durch die Berghauptmannschaft Innsbruck (Zl. 2004/75) zeigt, dass der Bergbau „seit mehr als 30 Jahren gefristet“ ist. Im Friedrich-Hammacher Feld erfolgte die Fristung erstmals 1924 und im Grubenfeld Silberleithe 1926 (Berghauptmannschaft Innsbruck, Zl. 1794/72; Besitzstandsbuch, Band I, Einlage 49 und Zl. 1794/72). Aufgrund eines Bescheids der Berghauptmannschaft Innsbruck erfolgte am 13.7.1977 die Entziehung

der Bergwerksberechtigung des Bleierz- und Galmeibergbaues Silberleithe (Berghauptmannschaft Innsbruck, Zl. 590/77). Am 13.12.1984 wurde der Bergbau, der zuletzt der Marktgemeinde Reutte/Tirol gehörte, rechtskräftig für erloschen erklärt. Eingeschlossen in diesen Bescheid waren sämtliche 6 Grubenmaße des Grubenfeldes Silberleithe sowie der Hilfsstollenkonzession für den Max-Braun-Stollen und die 4 Grubenmaße des Grubenfeldes Friedrich-Hammacher. Bezüglich des Max-Braun-Stollens, welcher der Wasserversorgung für das E-Werk Biberwier dient, erfolgten besondere Maßnahmen, die auf einem geologischen Gutachten von Univ. Prof. Dr. H. MOSTLER gründeten (Berghauptmannschaft Innsbruck, Zl. 1833/84).

2.2.1.1 Schachtkopf

Über den Beginn des Bergbaus auf der Silberleithe wurde bereits oben diskutiert. Nach anfänglichem Tagebau ging bald ein untertägiger Abbau um, wobei die Verschmelzung der Erze direkt an den Stollenmundlöchern geschehen sein soll (ISSER 1881a). Heute lassen sich allerdings keine Schlackenhalde mehr an den Mundlöchern auffinden. Der erste Schmelzofen am Fuß des Schachtkopfs, wo sich heute das Elektrizitätswerk befindet, wurde



Abb. 5 Gebäuderest der ehemaligen Aufbereitung am Fuß des Schachtkopfs.

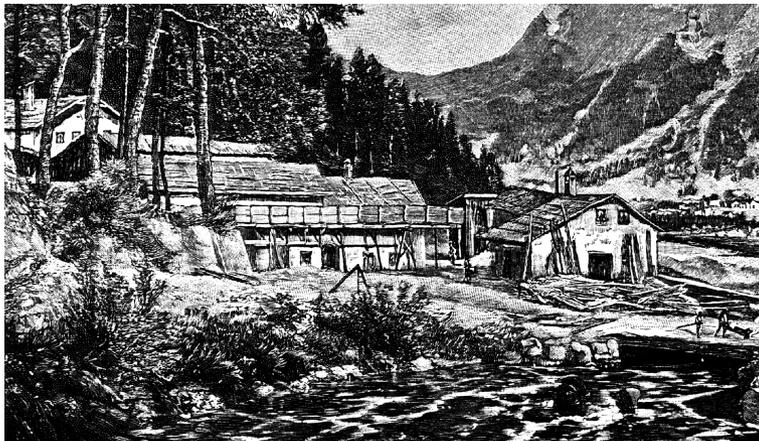


Abb. 6 Historischer Stich der Silberleitner Erzaufbereitung. Jahr nicht bekannt.



Abb. 7 Der Fundbau östlich des Schachtkopfs.

1645 angelegt. Vermutlich gingen die Holzvorräte in der Umgebung der alten Öfen zur Neige (Tab. 2), weshalb es notwendig wurde, die Verarbeitung ins Tal zu verlegen. Dort gab es große Holzmen gen, die aus den nahen landesfürstlichen Wäldern bei Ler moos unentgeltlich verwendet werden konnte. Bereits 1719 ist ein Silberbrennofen vorhanden.

Anfangs gewannen die Bergleute ausschließlich das Blei und Silber der Lagerstätte. Eine Verwendung des Zinks beginnt auf der Silberleithe 1775 mit dem Verkauf von 25 t Erz nach Achenrain (Unterinntal). Erst nach dem Bau einer Zinkhütte im Jahre 1826 können die Erze im Tal selbst verhüttet werden (Abb. 6). 1880 wird die Erzs melze im Ort aufgelöst, da die Holzpreise und der weite Transport zu hohe Kosten verursachen (die Holzmen gen der fürstlichen Wälder langten nicht mehr zum Betreiben der Schmelze). Aus diesem Grund wurden die Erze zur Verhüttung nach Lethmathe im Ruhrgebiet, Stollberg im Rheinland und Braubach am Rhein verkauft. Weiterhin am Ort bleibt die Aufbereitung, die jedoch bis 1881 so schlecht arbeitete, dass sich in der Loisach eine bis zu 1 m mächtige Schicht erzführenden Schlammes absetzte, die 7 % Blei und 11 % Zink enthielt (ISSER 1881a).

Zur Durchörterung der Wasserkluft (s. Kapitel 1.3), die von den Bergleuten wegen der starken Wasserführung stets gemieden wurde, beschloss die Gewerkschaft 1887 die Auffahrung des Max-Braun-Stollens, der die Lagerstätte auf 1210 m NN unterfahren sollte. Man wollte damit zum einen die Fortsetzung der Lagerstätte im Liegenden der Wasserkluft untersuchen, als auch eine Trockenlegung der über dem Stollen liegenden Baue erreichen (HÄUSING 1890). Die Grubenwässer des am 3. November 1887 begonnene Stollens, der 1894 seine endgültige Länge von 1370 m erreicht hatte, dienen dem Elektrizitätswerk Biberwier als Wasser zum Betreiben der Turbine. Wegen der stark ausziehenden Wetter vermutet MERNIK, dass der Stollen mit dem übrigen Teil des Gruben gebäudes in Verbindung steht (Berghauptmannschaft Innsbruck, Zl. 2495/1969).

Aufgrund des Raubbaues, der an der Silberleithe vorherrschte, gingen die Förderungen zum Beginn des 20. Jahrhunderts zurück. Selbst die Hoffnungsbaue, die von Bergdirektor Max BRAUN unter Regie des Bergverwalters Adolf HÄUSING im Friedrich-Hammacher Grubenfeld vorangetrieben wurden, konnten nicht verhindern, dass der Abbau 1921 eingestellt werden musste. Insgesamt wurde während der 400—500-jährigen Abbauperiode eine horizontale Erstreckung des Gruben gebäudes von 60 km (bei ISSER 1881a: 58750 m), eine vertikale von 11 km aufgefahren.

In der Literatur finden sich 28 Stollen, die in der Tabelle (Tab. 3) wiedergegeben sind. Sämtliche mit © gekennzeichneten Stollen können noch heute lokalisiert werden.

Die wenigsten der auffindbaren Stollen sind jedoch zugänglich. Auf der Abb. 7 ist das Aussehen der meisten Stollen im Schachtkopf-Gebiet erkennbar. Lediglich ein größerer Stollen nordnordwestlich und ein weiterer südöstlich des Schachtkopfs sind noch nicht verbrochen. Außerdem sind die einige Meter vorgetriebenen Schürfe an der Ostflanke des Schachtkopfs offen.

MERNIK beschreibt den Max-Braun-Stollen am 25.9.1972 (MERNIK 1972) folgendermaßen:

„Das Stollenmundloch ist mit einer stählernen Türe verschlossen. Der Stollen ist im Bereich der Moräne mit Holzzimmerung ausgebaut. ... Die Zimmer sind in geringen Abständen voneinander aufgestellt, z.T. stehen sie auch Mann an Mann. Dies ist jedoch erforderlich, da die z.T. schon sehr morschen Stempel des Ende vorigen Jahrhunderts aufgefahrenen Stollens ihre Tragkraft schon stark eingebüßt haben. Im Wettersteinkalk ist kein Ausbau eingebracht. Im Bereich von Störungen wurden an verschiedenen Stellen laute Gesteinspartien festgestellt, so dass eine Gefahr für hier fahrende Personen gegeben ist. Auch liegt auf der Sohle Gestein, der auf Steinfall schließen lässt. Etwa bei Stollenmeter 350 wurden in den ursprünglich 1160 m langen Stollen Sperren eingebaut, um Verbruchsmaterial im rückwärtigen Teil des Stollens zurückzuhalten und um die Erhaltungsarbeiten zu verringern. Da Absicherungsarbeiten für die ungeübten Arbeiter eine zu große Gefahr dar stellen würden, der Stollen auch nicht befahren werden muss, erscheint es vom sicherheitlichen Standpunkt notwendig, Sperren im Übergangsbereich von Wettersteinkalk zur Moräne zu errichten. Die Bauhafthaltung des Stollens im Bereich der Moräne erscheint erforderlich, da bei Verbrüchen in diesem Teil das Wasser einen anderen Weg als durch den Stollen nach Obertage nehmen könnte. Im Wettersteinkalk ist diese Gefahr nicht gegeben.“

In der Berghauptmannschaft Innsbruck liegen umfassende Grubenpläne des Aloisia-, Creszentia-, und Michaeli-Stollens auf, aus denen die Weitläufigkeit des Streckennetzes im Schachtkopf hervorgeht. Zudem lassen die Pläne erkennen, dass die genannten Gruben miteinander in Verbindung standen. Eine Befahrung ist derzeit nicht möglich.

2.2.1.2 Friedrich-Hammacher-Feld

Das Friedrich-Hammacher Feld bildet die östliche Fortsetzung der Lagerstätte Silberleithen, die durch die Wasserkluft verworfen wird. Im Januar 1896 wurde mit dem Bau des Friedrich-Hammacher-Stollens begonnen, der die Lagerstätte erschließen sollte (HÄUSING 1898). Er steht über mehrere Aufbrüche in Verbindung mit dem Hoffnungs-Stollen II, der zum Abbaubezirk Biberwierer Scharte gehört.



Abb. 8 Abkipfstelle 20 m südlich des Friedrich-Hammacher-Stollens.

Seinen Namen hat der Stollen

nach einem damaligen Gewerken bekommen, Dr. jur. Friedrich Hammacher, Bergwerksbesitzer in Berlin, der von 1883 bis 1922 mehrere Anteilscheine (Kuxe) der Gewerkschaft Silberleithen inne hatte (Berghauptmannschaft Innsbruck, Verleihungsbuch Bd. I, S. 206ff).

Am 14.10.1904 ereignete sich im Friedrich-Hammacher-Stollen bei den Auffahrarbeiten ein schweres Explosionsunglück, bei dem ein Bergmann erblindete und einen Arm verlor, sowie ein weiterer an Armen und Beinen schwer verletzt wurde (SCHÖNHERR 1988).

Der Stollen ist heute entsprechend dem Bescheid vom 13.12.1984 (Berghauptmannschaft Innsbruck, Zl. 1833/84) mit einer Natursteinmauer verschlossen. 1972 war der Stollen „auf seiner gesamten Länge von 300 m gut befahrbar. Etwa 40 m vom Mundloch entfernt zweigt eine Strecke nach Nordosten ab. In dieser Strecke ist noch das Gestänge eingebaut. Die Strecke endet bei einem Verbruch nach etwa 250 m. Etwa 30 m von der Abzweigung entfernt ist ein Aufbruch angesetzt“ (Berghauptmannschaft Innsbruck, Zl. 1794/72). Der Aufbruch kommt nach 85 m über Tage heraus (HÄUSING 1900a) und geht dort in einen weiteren Aufbruch über.

Wenige Meter unterhalb des Friedrich-Hammacher-Stollens sind die Reste der ehemaligen Bergstation der Drahtseilbahn vorhanden, welche den Friedrich-Hammacher-Stollen und die Aufbereitung mit Anschluss an den Michaeli-Stollen verband. Luftbilder des Schachtkopfs zeigen den früheren Verlauf der Seilbahn, deren Stützen noch in den Wäldern der Silberleithe stehen. In einem Artikel, der in der Österreichischen Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen erschien, diskutiert HÄUSING (1900b) ausführlich die Vorteile einer Drahtseilbahn gegenüber denen eines Bremsberges. Mit dem Bau der 2600 m langen Drahtseilbahn begann die Firma Roessemann & Kühnemann, Arthur Koppels Eisenbahnen, Budapest, im Sommer 1900 (Abb. 9).



Abb. 9 Historische Aufnahme der Drahtseilbahn von der Aufbereitung in Biberwier zum Friedrich-Hammacher Grubenfeld.

2.2.2 Marienbergjoch

Vollständigkeitshalber seien die Abbaue am Marienbergjoch (1788 m) angeführt, die zwar nur randlich am westlichen Mieminger-Gebirge liegen, allerdings durch ihre ehemalige Zugehörigkeit zur Gewerkschaft Silberleithen eng mit denen der Silberleithe verbunden sind. Etwa 1 km südsüdwestlich des Joches, in der Wäsch, einem Ostabhang der Handschuh Spitzen (2319 m) befinden sich zwischen 1680 m und 1950 m Höhe die alten Gruben und Halden dieses Bergbaues.

WOLFSTRIGL-WOLFSKRON (1903) beschreibt eine Verleihung des Jahres 1549 „zum heiligen drey künigen in Mariaperg im Oberlandt“. Am 9. Dezember 1636 wird drei Tarrenzern (Ort bei Nasse-reith) ein Neuschurf „enhalbs Mariaperg yber das Joch Nederseit im Waldt“ verliehen, den sie St. Johannes nennen (MUTSCHLECHNER 1955). SRBIK (1929) weiß von „großen Halden aus dem 16. und 17. Jahrhundert“ sowie dem Erliegen des Bergbaues um 1675, während ISSER (1888) bemerkt, dass „1876—78 ein bäuerlicher Schürfer die Wiedergewältigung dieser Gruben versuchte“. Die Arbeiten wurden jedoch „wegen Mangel an nöthigem Fond“ eingestellt.

Eine genaue Beschreibung des Bergbaues am Marienbergjoch geben SANDERS & BRANDNER (1989).

2.2.3 Biberwierer Scharte

Zum Abbau Biberwierer Scharte (2000 m), der 1 km nordwestlich der Coburger Hütte liegt, gehören die Gruben zwischen der Sonnenspitze (2417 m) und dem Schartenkopf (2332 m). Zwischen 2015 m und 2300 m befinden sich noch 6 Stollen, die alle befahrbar sind. Des weiteren können noch etliche Schürfe aufgefunden werden.

HÄUSING (1898) beschreibt „überall Spuren früheren Bergbaues ... an der Scharte, der wohl der älteste Bergbau sein dürfte, da sich daselbst noch Keilsetzarbeit und Bohrer mit Convexer Bohrschneide vorfanden“. In den Stollen lassen sich drei unterschiedlich breite Keilsorten beobachten. Am häufigsten wurden 5 cm breite Keile benutzt, gefolgt von 3 cm und 10 cm breiten. Daneben fanden Spitzkeile sowie die von HÄUSING genannten Bohrer mit einem Querschnitt von 2 cm Verwendung. Am besten zu sehen sind diese Zeichen des mittelalterlichen Bergbaus in dem etwa 20 m langen Stollen, der sich am westlichsten Rand der schmalen Verflachung westsüdwestlich oberhalb der Biberwierer Scharte befindet (Abb. 10).

1585 wollten die Gewerken den Bergbau „Unser lieben Frawen unnd Sannct Johannsen in der Schwerz“ verbessern (MUTSCHLECHNER 1955). Sie baten um Erlass des Fron und Wechsels, da die Arbeiten groß und gefährlich würden. Der Kaiser entschloss sich zu einem Erlass für drei Jahre. Ein Abbau, der ergiebig genug war, den Kaiser zu einer solchen Maßnahme zu veranlassen, konnte im heutigen Schwärzkar nicht aufgefunden werden. Die einzigen Stollen, die mit diesem Antrag gemeint gewesen sein konnten, und den Einbau von Haspeln und Rollen gerechtfertigt hätten, liegen westlich der Biberwierer Scharte 2040 m hoch. Man kann daraus schließen, dass die heutige Scharte früher zum Schwärzkar gezählt wurde. Da der Bau zum Zeitpunkt der Bewilligung schon bestanden und wirtschaftlich gearbeitet haben muss, wurde an der Biberwierer Scharte vermutlich bereits vor 1585 nach Erz gesucht.

Auf 2060 m wurde im Zuge der Arbeiten im Friedrich-Hammacher Feld der 363 m lange Schartenstollen aufgefahren. Die Bohrlöcher zur Sprengarbeit verlaufen von Südwesten nach Nordosten, was bedeutet, dass Stollen und Schacht nicht von der Biberwierer Scharte aus vorgetrieben wurden, sondern viel mehr vom Hammacher-Feld aus. Die Bohrlochanordnung ist aus der Abb. 11 ersichtlich. Am Südwestende des Schartenstollen beginnt ein Personen- und Materialschacht, dessen Teufenerstreckung unbekannt ist. Sie muss jedoch größer als 40 m sein, da er bis dahin, wo sich ein Verbruch befindet, befahrbar ist. Der ungefähr 300 * 200 cm große Schacht ist durch eine Holzwand zweigeteilt. Während der größere, 200 * 200 cm messende, südöstliche Teilschacht der Personenfahrgänge diente, ist der 150 * 90 cm große Nordwest-Schacht als Erzrolle ausgelegt. In der

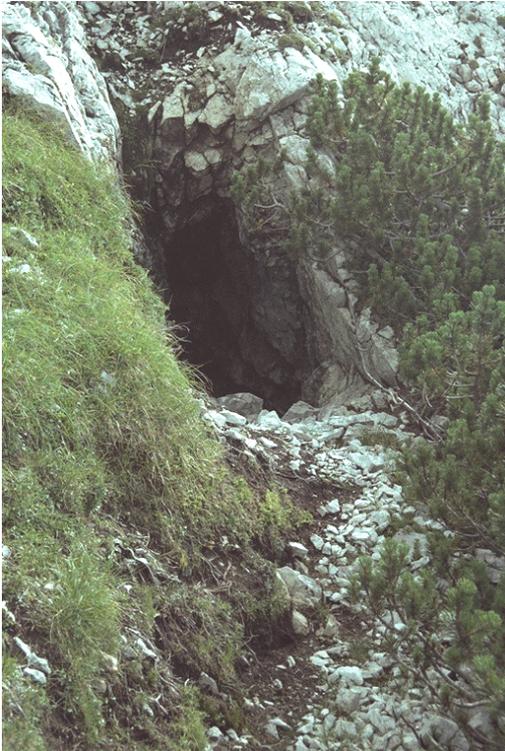


Abb. 10 Unbenannter Stollen westlich der Biberwierer Scharte. Westen ist rechts.

Nordöstlich des Wamperten-Schrofens befindet sich ein 3 m langer Stollen (2160 m, Abb. 13) und am Grat von der Biberwierer Scharte zum Schartenkopf ein 5 m tiefer, 150 cm hoher und ebenso breiter Schrägschacht (2200 m). Halden mit Taubenkropf Leimkraut sowie Fallstücke mit Bleiglanz (Galenit) belegen das Vorhandensein von weiteren Erzausbissen im ausgesetzten Fels. Zwischen dem Wamperten-Schrofen und dem Schartenkopf liegen auf 2350 m und 2250 m Erzausbisse (Abb. 30).

2.2.5 Drachenkar und Grünsteinsee

An das Schwärzkar schließt im Osten das Drachenkar mit dem danach benannten Drachensee (1874 m) an. Dort sind etliche aufgelassene Gruben mit deren Hal-

Strecke am oberen Ende des Schachts sind im Abstand von 160 cm Schwellen vorhanden, auf denen früher Eisengleise lagen, die von Hunden befahren wurden. Einer dieser Hunde befindet sich in einem kleinen Raum 20 m vor dem Schachtanfang.

Die Stollen der früheren Abbauperioden erreichen nicht die Ausdehnung des Schartenstollens. Sie sind stets kurz und niedrig, wie man der Abb. 12 und Abb. 27 entnehmen kann.

2.2.4 Schwärzkar

Im Schwärzkar, das zwischen Wampertem-Schrofens (2520 m) und Drachenkopf (2410 m und 2302 m) 1 km westlich der Coburger Hütte liegt, kennt GERMANN (1963) einen Schurf auf 2085 m. TAUPITZ bezeichnet in seiner Abb. 42 einen alten Bau. Abgesehen von den historischen Daten, die unter 2.2.3 angegeben sind, weiß man nichts über die Geschichte des Bergbaus im Schwärzkar.

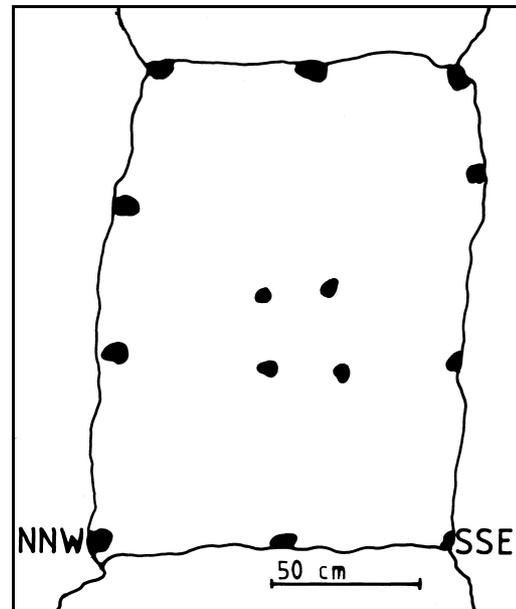


Abb. 11 Bohrlochanordnung des Querschlages im Schartenstollen bei Stollenmeter 151.

den erkennbar, die nahe des Weges zum Hinteren Tajatörl (2257 m), zwischen 2000 m und 2100 m, sowie südöstlich des Grünsteinsees gelegen sind. Weiterer Abbau fand nordöstlich der Coburger Hütte auf 1850 m und 1950 m statt.

Vom Drachensee handelt eine Sage, die bei FUCHS wiedergegeben ist (FUCHS 1984 nach H. KLEMENT; s.a. LINSER 1988):

„Auf der Suche nach Erz stießen einst in der Nähe der heutigen Coburger Hütte Bergleute auf eine Goldader, die sie sogleich abzubauen begannen. Sie wurden reich und fingen an, dem Wohlleben nachzujagen. Ihr Dörflein kannte keine Armut mehr. Eines Tages stieg ein alter Mann zum Dörflein empor. Wo immer er im Bergwerksdorf um eine kleine Labung und einen bescheidenen Schlafplatz für die Nacht bat, wurde er barsch abgewiesen. Da sprach er zum Dorfältesten, ehe er sich vom Dorf abwandte: „Du hattest für mich nichts zu trinken. Du und deine Leute werden aber einmal soviel trinken, dass sie gar nicht aufhören werden können.“ Die Dorfbewohner verstanden den Sinn seiner Worte aber nicht und gingen lachend davon. Einige wollten den Greis noch etwas fragen, doch er war nirgends mehr zu sehen. Bald aber zog sich ein drohendes Unwetter über den Bergen zusammen. Der Donner grollte unheilverkündend durch die Schluchten. Regen prasselte nieder und wurde immer stärker. Bäche stürzten von den Gipfeln, und das Dörflein versank im Erdboden. An seiner Stelle glänzte nach Stunden ein See. Im See haust seit dieser Zeit ein schrecklicher Drache, der die Dorfbewohner bewacht. In der Christnacht hört man manchmal das kleine Glöcklein der Dorfkapelle läuten. Die hartherzigen Dörfler aber müssen Wasser trinken, bis zu dem Tag, an dem das Glöcklein nicht mehr läutet. Dann endlich sind sie erlöst“.

Das Wort Drachen leitet sich in diesem Zusammenhang nicht vom Hochdeutschen Wort

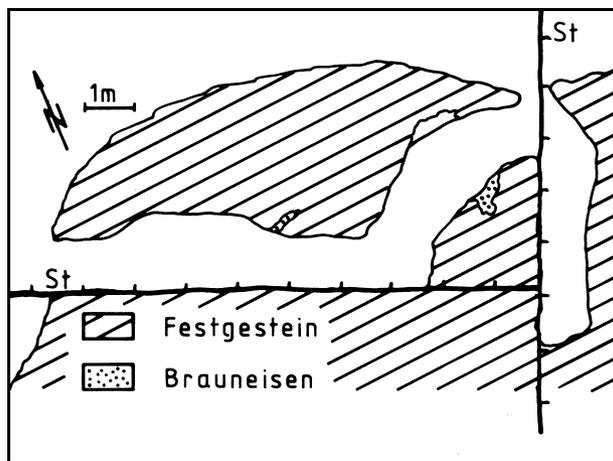


Abb. 12 Grundriss eines Stollens südwestlich der Biberwierer Scharte.

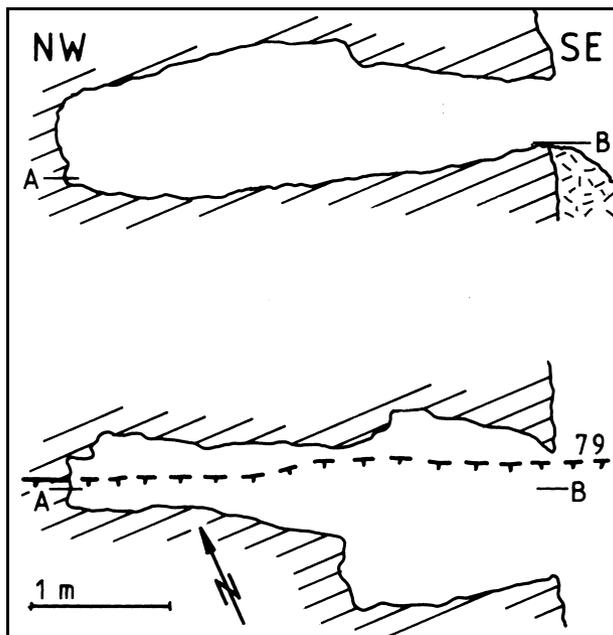


Abb. 13 Saigerriß (oben) und Grundriss (unten) des Stollens im Schwärzkar auf 2160 m.

‚Drachen‘ ab, „einem echsenartigen, feuerspuckenden Fabelungeheuer“ (KÖSTER 1969), sondern vom slawischen ‚draga‘, was „eine durch Abrutschung entstandene Mulde am Hang“ bezeichnet (FINSTERWALDER 1951).

Der Bergbau im Drachenkar begann laut MUTSCHLECHNER (1955) spätestens 1561 und hatte den Namen „bey der Gotsgab und Sannt Geörgen“. Einem Bericht des Bergrichters Hans ERLACHER aus dem Jahre 1561 zufolge müssen sowohl die Verhältnisse im Winter, als auch die Erzvorräte sehr schlecht gewesen sein. Da der Bergbau im 16. Jahrhundert allerdings in erster Linie wegen des Silbers stattfand, muss der Bericht ERLACHERS dahin gedeutet werden, dass der Silbergehalt gering war.

Heute können noch sechs Stellen aufgefunden werden, an denen Erz gewonnen wurde. Drei kleinere Stollen sind noch befahrbar. Südöstlich des Grünsteinsees, nordöstlich der Coburger Hütte und westlich des Hinteren Tajatörl gibt es Erzausbisse, die dort auch bearbeitet wurden. Auf 1950 m befindet sich etwa 400 m nordöstlich der Coburger Hütte ein verbrochener Schacht und ein ca. 3 m langer, abgesoffener Stollen.

2.2.6 Grießspitze

Historische Daten sind nur für die Abbaue im Gamsanger bekannt. BURMESTER & PLANCK (1920, zitiert nach GERMANN 1963) geben jedoch an, beim Aufstieg zu den Grießspitzen alte Werkholztrümmer gefunden zu haben. Neben solchen Werkholztrümmern lassen sich immer wieder Metallgegenstände finden, die dem Bergbau gedient haben (Aufbewahrt im Ehrwalder Heimatmuseum).

2.2.6.1 Grießspitze Nordwand

Mit 500 m Höhenunterschied erhebt sich die schwer zugängliche Nordwand der Grießspitzen vom hinteren Drachenkar zur Westlichen (2741 m) und Östlichen Grießspitze (2747 m).

Geschichtsdaten sind keine bekannt. Weder Stollen noch Schächte konnten gefunden werden. Auf 2340 m befindet sich jedoch ein dolomitisierter Störungsbereich mit Kupfer- und Blei-Erzen, auf den möglicherweise ein Abbau stattgefunden hat.

2.2.6.2 Hölltörl

Von der Grünsteinscharte (2272 m) 1 km südsüdöstlich der Coburger Hütte zieht nach Südwesten eine Reiße hinunter zur Mieminger Hochfläche (Höllreiße), an deren östlicher Steiflanke sich möglicherweise Fundstellen von Erzen befanden.

Am Hölltörl konnten allerdings keine aufgelassenen Gruben nachgewiesen werden. Fallstücke von Ankerit, Limonit und Azurit lassen jedoch den Abbau von Erz vermuten.

2.2.6.3 Gamsanger (Gamswannig, Gamswannele)

Der Bergbau am Gamsanger liegt 2 km südöstlich der Coburger Hütte auf Höhen zwischen 2145 m und 2175 m am Südabhang der Westlichen Grießspitze.

SRBIK (1928) gibt an, dass der „kleine Schurf am Gammswannele ... wenig Erfolg“ gebracht hätte. Wann die Gruben erstmalig in Betrieb standen, ist nicht überliefert. Sie wurde zwischen 1876 und 1878 nochmals belegt (ISSER 1888), in Ermangelung „an nöthigem Fond“ jedoch eingestellt. Vermutlich wurde hier, wie im Wamperten-Schrofen, schon von den „Alten“ nach Silber, Bleiglanz und Galmei gesucht.

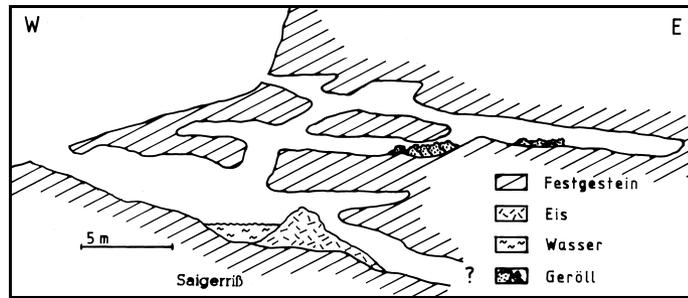


Abb. 14 Saigerriß (Skizze) der Stollen nordwestlich des Hinteren Tajakopfs.

2.2.7 Tajakopf (Toyakopf)

Der Bergbau Tajakopf liegt am den Abhängen des Hinteren Tajakopfs 1 km ost-südöstlich der Coburger Hütte zwischen 2180 m und 2340 m.

Das Wort ‚Taja‘ stammt aus dem keltisch-romanischen (thaje) und bedeutet Hütte (MADER 1955; TOLLMANN 1986). Dies ist ein weiterer Hinweis darauf, dass sich die Römer nicht nur auf der Via Decia aufhielten, sondern auch ins Mieminger-Gebirge vordrangen (siehe Kapitel 2.1).

Genaue historische Daten über den recht umfangreichen Bergbau sind nicht bekannt. GERMANN (1963) vermutet, dass der Beginn im 16. Jahrhundert anzusiedeln ist, was durch die bei MUTSCHLECHNER angeführten Daten aus Archiven bestätigt wird. ISSER gibt zum Bergbau am Tajakopf keine Hinweise.

Neben Stollen, die mit Handarbeit aufgeschlagen wurden (Tajakopf West) finden sich immer wieder Stollen, in denen Bohrvortrieb erkennbar ist. Die Bohrlöcher weisen eine Länge bis zu 32 cm und Durchmesser von 2 cm auf. Ihr Aussehen ähnelt den Bohrlöcher der Biberwierer Scharte. Somit gibt es am Tajakopf eine ältere und jüngere Betriebsperiode.

2.2.7.1 Tajakopf West

Am Übergang vom Hinteren zum Vorderen Tajakopf, wie er im Kletterführer Wetterstein- und Mieminger Gebirge (Rother Verlag) beschrieben ist, liegen zwei weitere Vorkommen. Das südliche, auf der Verflachung unterhalb des Hinteren Tajakopfs (2350 m), war vermutlich nur ein Schurfbau. Etwa 200 m nördlich davon liegen zwei miteinander verbundene Stollen, von denen der obere 22 m, der untere mindestens 24 m entlang einer Ost—West streichenden Störung vorgegraben wurde. Abb. 14 zeigt einen Querschnitt durch das Grubengebäude. Die Störung ist stark verkarstet, ähnlich der des großen Abbauraumes im Oberbaustollen (Kap. 2.2.9).

2.2.7.2 Tajakopf Süd

Auf dem Weg vom Hinteren Tajatörl zum Hinteren Tajakopf befinden sich fünf Stollen und Schächte mit Längen bis zu 5 m, die noch befahrbar sind. Schrämmspuren deuten auf einen frühen Beginn dieser Baue hin. Der Grundriss eines dieser Baue ist in Abb. 15 wiedergegeben. Etwa 100 m nördlich des Hinteren Tajatörl, beißt außerdem unabgebautes Erz aus.

2.2.7.3 Tajakopf Ost

Zwischen 2200 m und 2300 m liegen etwa 20 Baue, die zum Teil befahrbar sind und eine gesamte aufgefahrene Stollenlänge von 1000 m haben dürften. Der längste, rund 10 m hohe Abbau, folgt 40 m einer vererzten Zone. Erhalten ist weiterhin ein Knapensteig, der vom oberen Brendlkar ausgehend an der Südwestflanke des Hinteren Tajakopfs entlang verläuft. In einem etwa 5 m langen Stollen fand sich ein 30 * 20 * 10 cm großer Sandsteinquader, der unter anderem zum Schleifen der Werkzeuge benutzt wurde (Pochstein). Die Spuren lassen auf die Verwendung von Bohrern und einem spitzen Gegenstand schließen. Weitere Arbeitsgeräte wurden nicht gefunden. Neben den Stollen sind immer wieder Schürfe in dolomitisierten Störungen zu beobachten. In vielen Fällen war das Auffinden der Stollen durch die Zeigerpflanze *Silene vulgaris* (Taubenkropf Leimkraut, s. Abb. 16) möglich.

2.2.8 Brendlkar (Brandlkar, Mursee)

Das Brendlkar liegt 4,5 km südöstlich von Ehrwald. Auf 1915 m und 1970 m Höhe sind die Reste der Bergbautätigkeit erkennbar. Die Stollen im hinteren Brendlkar, in den Hängen des Hinteren Tajakopfs, sind im Kapitel 0 beschrieben.

Eine Bergwerksverleihung an Georg KRÄNBITHER sowie dessen Söhne Dominik und Thomas vom 22. August 1661 im „Ney älbl in Prändl“ belegt die Anfänge dieses Abbaues (MUTSCHLECHNER 1955). Der von GERMANN (1963) erwähnte „gezimmerte Schacht“ wurde Mitte der 1970er Jahre nachdem ein Mädchen hineingestürzt war, durch den Fremdenverkehrsverband Ehrwald verschüttet (Mdl. Mitt. E. STEINER †).

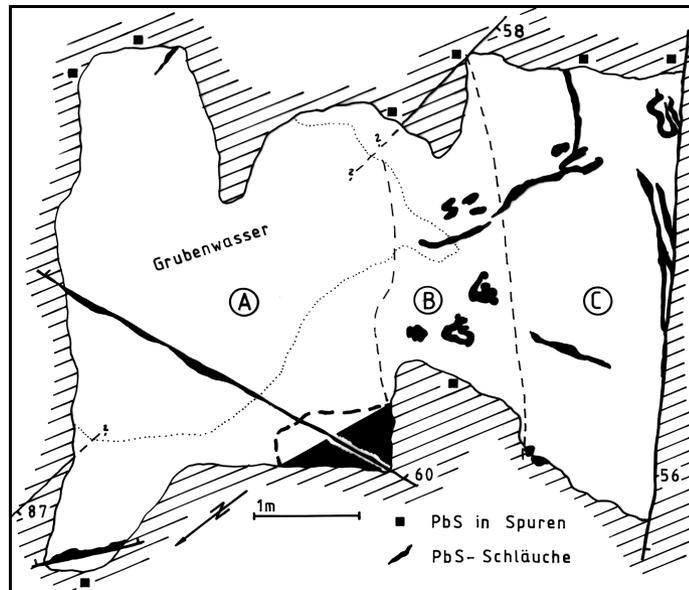


Abb. 15 Grundriss des südlichsten Abbaues am Grat vom Hinteren Tajatörl zum Hinteren Tajakopf. A: dolomitisierter, nahezu ungestörter Kalkstein; B: hellbrauner, wenig breccierter Kalkstein mit Calcitgängen; C: rötliche Breccie mit fein verteiltem Bleiglanz.



Abb. 16 *Silene vulgaris* vor einem Stollenmundloch.

2.2.9 Igelskar (Negelseekar, Egelseekar, Siglseekar)

Das Igelskar liegt 3,5 km südöstlich von Ehrwald. Stollen und Schächte (vgl. Abb. 41) befinden sich auf 1745 m („Hermann-Stollen“), 1650 m („Welsches Loch“), 2040 m („Oberbaustollen“) und 2060 m am Weg vom Igelsee (1545 m) zur Breitenkopfhütte (2040 m).

Über die alten Baue (Welsches Loch und Stollen auf 2060 m, östlich oberhalb der Breitenkopfhütte) sind keine geschichtlichen Daten bekannt. Es ist jedoch anzunehmen, dass der Abbau gleichzeitig zu den Schürfen im Brendlkar und Schwärzkar im 16. Jahrhundert stattfand. Über das Welsche Loch wurde bereits oben diskutiert.

Ende des 18. Jahrhunderts begann eine erneute systematischen Suche nach Blei-Zink-Lagerstätten. Dabei fand man im Breitenkopf ansehnliche Erzvorräte, die jedoch wegen des langen Anwe-



Abb. 17 Der Hermann-Stollen im Jahre 1910. Man beachte vor allem die Werkzeuge der Bergleute! Die von Josef Schennach (Sepilis Seppl, 1986) angegebenen Namen (Hausnamen) der Bergleute von links nach rechts stehend: Elias Neuner (s' alte Tal), Hiasl Spielmann (Moch), Jakob Schennach (Sepilis Seppl), Eduard Hosp (Lehers), Josef Spielmann (Knechtler), Ing. Seifert, Max Hosp (Lehrers), Franz Spielmann (Knechtler, sitzend), Adalbert Hosp (Peter Adalbert), Jacob Hosp (Gugerler Jackl, ein Vorfahre des Verfassers), Luis Fasser (Loiserler, sitzend), Rudl Schennach (Megers Rudl), Seppl Somweber (Hofers), Hermann Spielmann (Uliger), Alois Wilhelm (Leirlerler), Unbekannt (vermutlich Nicolaus Bader aus Lermoos Garten). Am Dach: Josef Posch (s' Merteli), Miliam Schennach (Söpel), Bendikt Kerber (Mulschers), Alois Kerber (Schneider).

ges vom Tal aus schwer zu fördern waren. Am 15. September 1900 begann die Firma Josef Hermann Dudek Söhne aus Bernsdorf/Oberlausitz deshalb mit der Unterfahrung der Lagerstätte durch den Hermann-Stollen (Abb. 19), der 1909 die Verbindung mit dem Oberbau-Stollen herstellte. Aufgrund finanzieller Probleme wurde der Abbau auf dem 18,05 ha großen Feld im Jahre 1913 eingestellt. Der Aufbruch am Ende des Hermann-Stollens ist verbrochen, eine Durchfahrung zum Oberbaustollen nicht mehr möglich. Im verbrochenen Schacht ist ein Hund eingeklemmt, der dem im Schartenstollen ähnlich sieht. Zwei weitere, stark vermoderte Hunde liegen am Beginn des Bremsberges. Eine Durchfahrung des Aufbruches vom Oberbaustollen aus musste nach 10 m abgebrochen werden, da leicht verklemmte Holzstücke einen Abstieg gefährden.

Die Behausungen der Bergarbeiter für den Oberbaustollen lagen nicht an der Stelle der Breitenkopfhütte, sondern vielmehr auf 2000 m östlich des Weges zur Hütte. Die Grundmauern stehen noch an der ursprünglichen Stelle. Weit mehr von den ehemaligen Anlagen befinden sich am Hermann-Stollen, wenngleich die auf Abb. 17 zu sehenden Gebäude längst abgetragen sind. Nordnordwestlich des Haldenfußes sind die Reste eines Generators erhalten, der für die Stromversorgung im Hermann-Stollen sorgte.

Auch am Welschen Loch weist eine 4 * 4 m große Verflachung mit dem Rest eines Ofens darauf hin, dass dort in neuerer Zeit auf Erz geschürft wurde.



Abb. 18 Gleicher Bildausschnitt wie Abb. 17, 78 Jahre später. Von den Gebäuden stehen nur noch die Grundmauern. Die Namen von links nach rechts: Erich Müller, Christian Wolkersdorfer.



Abb. 19 Vermoderte Wettertüre im Hermann-Stollen.

2.2.10 Schwarzbachkar (Wildes Kar)

7 km ost-südöstlich von Ehrwald befindet sich das Schwarzbachkar. Dort sind keine Reste eines Bergbaues mehr auffindbar.

Salomon HASSLWANTER erhält im „Gaißthall in Wilden Khar“ am 13. Oktober 1660 einen Neuschurf, den er St. Jacob nennt (MUTSCHLECHNER 1955). Weitere historische Daten sind nicht bekannt.

2.2.11 Ehrwalder Alm

SRBIK (1928) berichtet vom Bergbau „Ehrwalder Alm“, dass 1576 im Südteil der Zugspitze oberhalb Ehrwald Gruben auf Bleiglanz, Zinkblende und Galmei bestanden hätten. Vermutlich befand sich der Bergbau in der Gegend der Holzer-Wies oder dem Koppenboden, da diese oberhalb der ersten Ansiedlung in Ehrwald, dem ‚Hof auf der Holzleiten‘ (bei KECHT 1955, auch Trueferhof), gelegen sind.

Für dieses Gebiet gibt es heute noch den Flurnamen pouenig, der laut PERKTOLD (1984, Anm. 7, S. 26) sehr alten Ursprungs ist. Hier liegt ein weiterer Hinweis auf eine frühe Nutzung vor, wie dies beim Tajakopf der Fall ist. Inwieweit sich diese auch auf einen Bergbau bezog, konnte nicht nachgewiesen werden.

2.2.12 Immaplatte (Immensee-Stollen)

Der Bergbau Immaplatte (bei den Einheimischen Immenplatte) ist ein alter Abbau, der von keinem der bisherigen Bearbeiter erwähnt wird. Die Einbaue befinden sich 200 m nördlich des Fahrweges von der Ehrwalder Alm zur Seeben Alm, nahe des Immensteigs, in 1525 m Höhe.

1978 machten E. MÜLLER und F. HÖRING (†) auf den Immensee-Stollen (pers. Mitt. MÜLLER 1978) aufmerksam. Im Juni 1979 erfolgte ein erster Besuch der Halden und Stollen. Zu diesem Zeitpunkt war der nördlich gelegene Schacht bereits vollständig und der etwa 5 m südlich gelegene Schrägschacht bei 3 m verbrochen.

Vermutlich handelt es sich bei den Stollen am Immensee um einige der nicht mehr wieder entdeckbaren Baue, die MUTSCHLECHNER (1955) beschreibt. Der Beginn des Bergbaues am Immensee kann an den Anfang des 17. Jahrhunderts gestellt werden. Möglicherweise ist der Immensee-Stollen identisch mit dem Neuschurf St. Anna, der am 4. August 1645 an Simon PERNLOCHER von Schwaz „in der Wandt Nedseiten“ (Seebenwände?) verliehen wurde (MUTSCHLECHNER 1955). Dies wäre möglich, weil PERNLOCHER gleichzeitig eine andere Grube erhält, die zwischen St. Anna und „des Prandt“ (Brendlkar, mündl. Mitt. E. BADER † 1988) liegt.

Nicht auszuschließen ist, dass es sich um die Abbaue des Melcher Joss handelte die nicht im Felsen, sondern „im Poden“ lagen. 1561 erfolgte mit oben erwähntem Berg-richter ERLACHER eine Befahrung des Hoffnungsfeldes. Dieser Abbau wurde 1572 an Nürnberger Gewerken, darunter Dr. Georg KANDLER, verkauft.

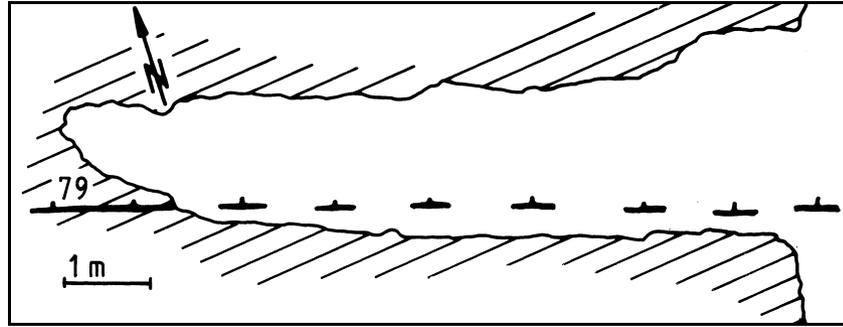


Abb. 20 Grundriss des Stollens nordöstlich der Biberwierer Scharte.

2.2.13 Seeben

Westlich des Seebensees, auf 1760 m, nordöstlich der Biberwierer Scharte auf 2000 m (s. Abb. 20), sowie am Nordgrat Aufstieg zur Sonnenspitze, auf 2200 m gibt es drei kleine, zwischen 2 m und 8 m lange, etwa 100 cm hohe Stollen, die jeweils einer Störung folgen. Über die Geschichte dieser Stollen ist nichts bekannt. Im Zuge der systematischen Durchforstung des Mieminger Gebirges während des Mittelalters ist davon auszugehen, dass auch diese Stollen zu dieser Zeit angelegt wurden.

2.3 Möglichkeiten für ein Besucherbergwerk

Der Erhalt von Kulturdenkmälern spielt in unserer schnelllebigen Zeit eine große Rolle, da gerade dadurch ein Bewusstsein geschaffen werden kann, dass es erlaubt, sich mit unserer Vergangenheit auseinander zu setzen. Vor allem das Verständnis für die Vorfahren und die Auseinandersetzung mit der eigenen Geschichte kann dort stärker stattfinden, wo es „Geschichte zum Anfassen“ gibt. Der Bergbau im westlichen Mieminger Gebirge scheint geeignet, „erlebte Geschichte“ vorzuzeigen, da die Geschichte vielerorts noch sichtbar, man könnte sagen „greifbar“ ist. Zeugnisse des Bergbaues gibt es nicht nur in



Abb. 21 Bergstation der Materialseilbahn vom Friedrich-Hammacher-Stollen zur Aufbereitung.

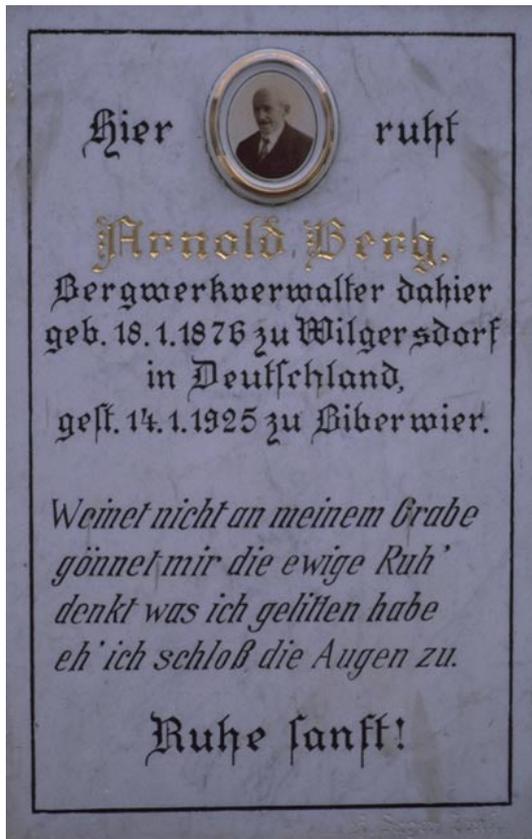


Abb. 22 Grabstein des ehemaligen Bergverwalters Berg an der von Bergleuten gestifteten Kirche in Biberwier.

unseren Friedhöfen (s. Abb. 22), sondern auch bei jeder Wanderung im Mieminger Gebirge stößt der aufmerksame Beobachter auf die Überreste längst vergangener Tage (s. Abb. 6, Abb. 18, Abb. 21).

Aus dem eingehenden Studium der meisten alten Stollen und Schächte ergibt sich, dass für die Eröffnung eines Besucherbergwerkes im westlichen Mieminger Gebirge aus heutiger Sicht vier Stollen in Frage kämen: Hermann-Stollen, Friedrich-Hammacher-Stollen, Schartenstollen und Creszentia-Stollen, wofür es drei Gründe gibt.

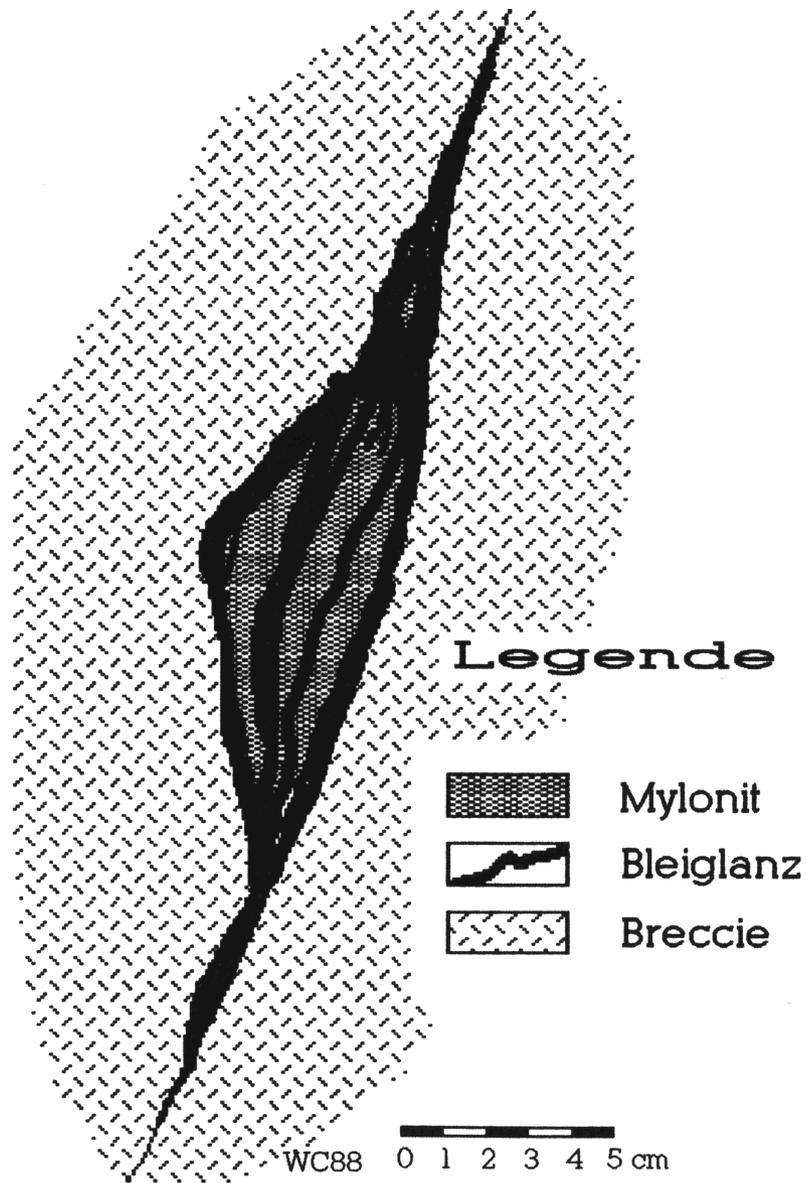
Zum einen ist der jetzige Erhaltungszustand von Bedeutung. Die ersten drei Stollen sind sehr gut erhalten und leicht befahrbar. In einem Amtsbericht der Berghauptmannschaft Innsbruck über den Bergbau Silberleithen heißt es: „Der Scharten-Stollen wurde nicht ausgebaut und befindet sich in einem sehr guten Zustand“ (Berghauptmannschaft Innsbruck, Zl. 1794/72). Lediglich eine Stelle im Friedrich-Hammacher und im Schartenstollen, sowie drei Stellen im Hermann-Stollen müssten bergmännisch abgesichert werden. Und zuletzt ist der touristische Wert eines Besucherstollens zu berücksichtigen. Ein Besucherbergwerk soll möglichst leicht erreichbar und für den Besucher auszubauen sein, ohne großen Schaden an der Umwelt anzurichten.

Nachdem die Wege vom Schachtkopf zum Marienbergjoch und vom Panoramaweg zur Coburger Hütte zwei häufig begangene Wege sind, wäre es sinnvoll, den Scharten- oder Friedrich-Hammacher-

Stollen näher auf die Möglichkeit für ein Besucherbergwerk zu untersuchen. Die Wiederaufwältigung der sicherlich interessanten Michaeli-, Aloisia-, Jacobi-, oder Creszentia-Stollen ist nur sinnvoll, wenn die Kosten und die Organisation dafür langfristig sichergestellt werden können. Zur Erhaltung des künftigen Grubengebäudes und zur Errichtung eines Besucherbergwerkes sowie Bergbaumuseums ist es darüber hinaus notwendig, eine historische Vereinigung zu gründen.

Abschließend seien GSTREIN & HEISSEL (1984) zitiert, die in ihrem Endbericht folgendes schreiben: „Es liegt nicht im Sinn einer expandierenden Lagerstättenforschung ..., 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 Abauräumen für auch später noch erfolgende Untersuchungen wissenschaftlicher Natur fahrbar zu erhalten.“

Mineralisation und Entstehung der Erzkommenen



3 Mineralisation und Entstehung der Erzkommen

3.1 Einleitung

Schon früh waren die alpinen Erzkommen für die Geologen von großem Interesse und kaum einer der großen Lagerstättenkundler beschäftigte sich nicht mit deren Entstehung. Namen wie W. PETRASCHKEK, SCHNEIDERHÖHN, FRIEDRICH oder CLAR, um nur einige zu nennen, sind mehr oder weniger stark mit bestimmten Hydrothermal-Theorien verknüpft. In neuerer Zeit folgten SCHNEIDER und TAUPITZ, die eine synsedimentäre Entstehung der Lagerstätten erkannten, oder BECHSTÄDT, BERNARD und SASS-GUSTKIEWICZ mit der Vorstellung einer exogen-sedimentären Entstehung der alpinen Blei-Zink-Lagerstätten. Diese Aufzählung kann nicht vollständig sein, da immer wieder Wissenschaftler an die Frage herangingen, wie die Lagerstätten in den Alpen entstanden seien. Eine ausführliche Betrachtung der bis 1962 erfolgten Diskussionen liefert FRIEDRICH (1962).

Im Laufe der Zeit wurden sieben Theorien herangezogen, um die Entstehung zu erklären (GUILBERT & PARK 1986 nach OHLE 1970). Heute werden die kalkalpinen Blei-Zink-Lagerstätten, und demzufolge auch die des Mieminger Gebirges (WOLKERSDORFER 1989), üblicherweise dem Typus Mississippi-Tal zugeordnet. Auf eine Erörterung der einzelnen Theorien sei hier verzichtet. Vielmehr sollen die Erzkommen im Mieminger Gebirge näher beschrieben werden.

Aufgrund der Aufschlussverhältnisse ist es nicht möglich, alle Vorkommen mit der gleichen Sorgfalt zu beschreiben. Viele Stollen sind verbrochen, Ausbisse überwachsen oder Halden nach Erzen durchsucht worden. In etlichen Fällen musste auf ältere Autoren zurückgegriffen werden, die bessere Aufschlussverhältnisse hatten, als die heute vorliegenden. Besonders die Arbeiten von TAUPITZ und GERMANN sind sehr zuverlässig bezüglich der Beobachtungen im Gelände. HÄUSINGS Beobachtungen (veröffentlicht während der aktiven Abbauphase) dienen bei den Untertageaufschlüssen als Grundlage.

3.2 Geologisch-Mineralogische Beschreibung der Einzelvorkommen

3.2.1 Silberleithe

3.2.1.1 Schachtkopf

P. R. ([Reisigl, Peter Johann] 1798, auch in BEUST 1871) beschreibt 1776, dass die „Bleierzgruben zu Silberleiten“ aus einem höheren, galmeireicheren und einem tieferen, bleireicheren Grubenrevier bestehen. Die Abbildungen bei SCHMITZ (1839), ISSER (1881a) und HÄUSING (1890) zeigen deutlich eine räumliche Zweiteilung der Lagerstätte in ein Bleierz- und Zinkerz-Vorkommen, wobei die stratigraphisch tiefer liegende, Bleiglanz führende Zone von der höher gelegenen, hauptsächlich Zinkblende führenden durch einen etwa 20 m mächtigen Bereich getrennt ist, der kaum eine Erzführung aufweist. HÄUSING (1898) führt diesen Umstand der geringeren Erzführung darauf zurück, dass „die Spaltenbildung in dieser Zone ganz gering ist, wodurch sich der Erzangel erklärt“. Innerhalb des Schachtkopfs erstreckt sich die Lagerstätte in der Horizontalen über 300—400 m bei einer Mächtigkeit von etwa 100 m, wobei „die Mächtigkeit und Zahl der einzelnen Lagen nach der

Teufe stetig zunahm; beim Verwurfe durch die Wasserkluft erreichte die Lagerstätte ihre größte Erzführung“ (HÄUSING 1898). Im Liegenden dieser 100 m mächtigen, nach unten spitz zusammenlaufenden Störungszone, die vom Max-Braun-Stollen durchörtert wurde, sind keine Erze mehr nachgewiesen. Die Fortsetzung der Vorkommen am Schachtkopf liegt einige hundert Meter höher und ist vom Friedrich-Hammacher-Feld aufgeschlossen.

Die Erze sind zum einen lagerförmig mit 5—10° in die steil nach Süden und Südosten einfallenden Kalke eingeschaltet, zum anderen treten sie in Spalten und Klüften auf. Daneben kommen schichtgebundene (stratiforme) Erzkörper, sowie butzen-, nester- und schlauchförmige vor. Ihnen ist gemeinsam, dass sie gegeneinander durch eine Unzahl von Störungen verworfen sind, was Probleme beim Ausrichten der Strecken mit sich brachte. HÄUSING (1898) beschreibt als Besonderheit das Auftreten von „einzelnen erzführenden Spalten die sich vor dem Eindringen der erzführenden Flüssigkeiten bereits wieder mit Gesteinsstücken gefüllt hatten, denn hier treten Galmei, sowie Bleierze als Bindemittel zwischen den einzelnen Stücken auf und bilden damit feste Breccien“. Im allgemeinen streichen die Lager Nord—Süd bis Nordost—Südwest bei einem Einfallen von 40—70° nach Osten. Die Angaben über Mächtigkeiten der Erze schwanken zwischen 1 cm und 3 m, wobei der Durchschnitt bei 20—30 cm gelegen haben dürfte. Mächtige Stöcke mit Teufenerstreckungen von 40—50 m und einer streichenden Länge von 20—30 m hingegen bildete der Galmei. ISSER (1881a) bemerkt als Regelmäßigkeit, dass an Störungsschaarungen die Erzmächtigkeit regelmäßig zunimmt, bei einer größeren Änderung der Streichrichtung von Klüften hingegen machte sich eine Abnahme der Erzführung bemerkbar.

Haldenfunde zeigen, dass das Nebengestein ein weißer bis grauer Wettersteinkalk ist, der wegen der Abrutschung des Schachtkopfs häufig einen größeren Zerstörungsgrad aufweist als der des Wamperten Schrofens. Eine Dolomitisierung konnte im Haldenmaterial seltener nachgewiesen werden. In Hohlräumen vererzter Breccien finden sich weiße Dolomitkristalle bis 5 mm Größe mit Calcit vergesellschaftet (Abb. 23). Aus den Analysen des Bergverwalters BERG (Tab. 4) ergibt sich, dass der Dolomitgehalt an den erzführenden Klüften im Durchschnitt bei 2,1 % liegt (wiedergegeben in CANAVAL 1914). Sowohl in den Partnachmergeln, als auch in Gesteinen des Jura, die im Schachtkopf angefahren wurden (WÖRZ 1878; MUTSCHLECHNER 1955), treten keine Erze auf.

Als Gangmittel tritt, soweit überhaupt ein Gangmittel vorhanden ist, weißer Calcit auf, mitunter als Kluftbelag und Kristalle bis 2 cm Größe ausbildend. Diese Aggregate weisen eine Verwachsung mit Bleiglanz auf, der unregelmäßig geformt im Calcit erscheint. Sehr häufig ist in den Erzklüften ein gelb- bis dunkelbrauner Ton (Letten) vorhanden, in den die Bleierze eingebettet sind. Eine

Vererzung	Hangendes	Liegendes
Blei	1,1 %	1,2 %
Galmei	3,0 %	3,2 %

Tab. 4 Dolomit (MgCO₃)-Gehalte vererzter Klüfte von Silberleithen.

solcher Bereich wurde im Süd-Querschlag des Severin-Stollens auf der Stollensohle abgebaut (Befahrung August 1983, Probe K 067 im Heimatmuseum Ehrwald). Daneben kommt zelliger Smithonit vor, in dessen Hohlräumen Kristalle aufgewachsen waren (ISSER 1881a). Es scheint sich dabei um ein häufigeres Phänomen gehandelt zu haben, da auf mehreren Halden zelliger Smithonit auffindbar ist.



Abb. 23 Vererzte Breccie aus Wettersteinkalk. Die Zwischenräume der Komponenten sind durch Bleiglanz und Zinkblende ausgefüllt. Ein verbliebener Hohlraum enthält weiße, sattelförmige Dolomithkristalle sowie Calcit. Um die Zinkblende bilden sich braune Ränder aus Limonit sowie gelbe, erdige Anflüge von Greenockit (CdS). Aus der Privatsammlung Wolkersdorfer, Probe Nr. 19088101. Maßstab: 1,5 cm.

1000 mal größer als die in Bleiberg waren. Zum Teil wurden die Erze des Schachtkopfs bis 1719 (Bau eines Silberbrennofens, ISSER 1881a) den silberarmen Schwazer Erzen beigegeben (CANAVAL 1914).

Abschließend sei ein Bericht über die Silberleithner Blei-Zink-Lagerstätte in seinem Wortlaut wiedergegeben, der von SCHMITZ im Jahre 1839 abgefasst wurde:

Silberleithen

Der gewerkschaftliche Blei- und Galmeibergbau Silberleithen liegt westlich von dem hohen Kalkgebirge „der Wampete Schrofen“ genannt an einem Vorgebirgsrücken, dessen Oberfläche man die Alzenböden nennt, eine starke Stunde südlich von dem Dorfe Biberwier entfernt.

Die Erze kommen teils mit einem zerreiblichen sandigen Letten, teils im Kalkstein eingesprengt vor, und gehören einem Gange an, welcher durch oftmalige Gabelung, ausgehend in mehrere Trümmer und durch sehr viele Vertrübungen und Verwerfungen ein außerordentlich zerrüttetes Aussehen hat.

Das Hauptstreichen des Ganges ist Stunde 13 und das Haupterzflächen östlich 45°. Einzelne Trümmer auf den St Jacob, Michael und Jacob Alois Stollen schießen unter einem Winkel von 5—10° ein. Verschiebungen finden sowohl nach dem Streichen durch die stärkeren zweyer Klüfte als auch nach dem Verflächen durch die Elfer Klüfte statt. Durch die letztere wird der Gang stufenweise auf 1—10 Klaffer gekürzt.

Der Gang ist dem Streichen nach an mehreren Horizonten auf einer Strecke von 40, 50 bis 60 Klaffer edel verhauet. Weiter gegen Mitternacht schneidet sich der Gang aus und liegt das Hauptteil vor; gegen Mittag ist derselbe in verschiedenen Teufen mit weitschichtigen Gebäuden untersucht, aber

Erzminerale sind Bleiglanz, Zinkblende, Galmei, Cerussit und Pyrit. An Sekundärmineralen konnten Greenockit, Smithonit, Hydrozinkit, Descloizit, Hemimorphit, Wulfenit, Mennige, Chalkopyrit und Pyromorphit gefunden werden. In der Literatur werden des weiteren Bournonit, Argentit, Stibioenargit, Fahlerz, Realgar, Flourit, Ilsemannit, Strontianit, Linarit, Anglesit, Krokoit und Baryt genannt. Das Vorkommen von Pyrit ist im Bergbau Silberleithen nicht bekannt (CANAVAL 1914).

Verschiedene Autoren beschreiben, dass der Silbergehalt am Schachtkopf auffallend hoch war. Entgegen den nahezu silberfreien Lagerstätten der südlichen Kalkalpen führten die Erze des Schachtkopfs erhebliche Silbermengen, deren Gehalte zwischen 234 und 938 g Silber pro Tonne Blei lagen, und somit

nirgends anhaltend abbauwürdig, sondern statt dessen nur Nester und Spuren meistens ein Galmei mit wenig Bleierz gefunden worden. In der Richtung des Verflächens ist der Gang von seinem Ausbeißen an der Schneide des westlichen Gehänges bei 300 Klafter bis auf den neuen Crescenza Lauf zu der sogenannten Wasserwand, welche dem Erzgange entgegenfällt und mit demselben völlig parallel streicht, in Erzen verhauet. An dieser Wasserwand schwingt sich der Erzgang mit verkehrtem Verflachen und unter allmählicher Vertaubung bei 17 Klafter sich auf, von wo aus über sich nach der Wand noch bei 30 Klafter ausgeschlagen, jedoch der Gang nicht mehr getroffen worden ist.

Östlich von der Wasserwand und zugleich unmittelbar unter derselben kommt ein sandiges Kalkgebirg vor, welches auf dem Horizont des Crescenza Stollens 5°, am ersten -7° ober diesem Stollen liegenden Laufe 10°, und im Jacob Alois Stollen 30° höher als Crescenza, 20 Klafter mächtig durchbrechen, und dann der graue, feste, bituminöse unedle Kalk des Wampeten Schrofens, in welchem die Blei und Galmeierze nur putzenförmig vorkommen, angefahren und auch eine bedeutende Stärke untersucht worden ist.

Notiert bei der Besichtigung der Silberleithen im Jahre 1839, A. Schmitz

Handschrift in der Bibliothek des Museum Ferdinandeum Innsbruck abgelegt unter K II/114 e, Übertragen von G. WOLKERSDORFER.

3.2.1.2 Friedrich-Hammacher-Feld

Der Friedrich-Hammacher-Stollen ist verschlossen, Hoffnungs-Stollen I und II sind nicht zugänglich, da die ehemals vorhandene Seilsicherung zwischenzeitlich entfernt wurde. Am Friedrich-Hammacher-Stollen sind keine Halden vorhanden, da die Bergleute das taube Material über den Hang in die ‚Schwärze‘ abkippten (s. Abb. 8).

HÄUSING (1900a) berichtet am Friedrich-Hammacher-Feld über Galmei, Zinkblende- und Bleierz-Vorkommen im Hoffnungsstollen I. Man fand häufig bis 10 cm mächtige Erzlagen in Letten. Daneben traten eine derbe, maximal 40 cm mächtige Galmeilage mit einer Horizontalerstreckung von 30 m, die sich zu einem größeren Nest weitete, sowie ein Galmei-„Stock“ von etwa 11 m in der Breite und 30 m Teufe auf. Über die Lagerungsverhältnisse ist nichts ausgesagt.

TAUPITZ (1954) berichtet, dass die Blei-Zink-Erze als schmale, bis 10 cm breite Schläuche und Nester in rötlichen Störungsbreccien sowie Fiederklüften vorkommen. Dabei ist der Bleiglanz (mit Cerussit vergesellschaftet) in den Breccien fein verteilt, während er innerhalb breiterer Störungsschaaren gangartig ausgeschieden wurde. Die Ähnlichkeit mit den Vorkommen westlich der Biberwierer Scharte ist unübersehbar. Auch dort kommt der Bleiglanz stets zusammen mit Störungsbreccien vor, die rötlich gefärbt sind. Da das Friedrich-Hammacher-Feld die östliche Fortsetzung der Vorkommen des Schachtkopfs darstellt, entsprechen die Lagerungsverhältnisse denen des Schachtkopfs.

Die Vorkommen im Hammacher-Feld und dem Schachtkopf können somit als teilweise schichtparallel auftretende, zumeist jedoch an Störungen und Störungsbreccien gebundene Vererzungen aufgefasst werden. Dolomitisierung spielte bei diesen Vorkommen eine untergeordnete Rolle.

3.2.2 Marienbergjoch

Am Marienbergjoch sind keine Beobachtungen möglich gewesen, da das Vorkommen recht großflächig ist und außerhalb des engeren Bearbeitungsraumes liegt. D. SANDERS behandelt diese Vorkommen ausführlich in Bezug auf ihre Entstehung und untersucht die Zusammenhänge zwischen Dolomitisierung und Vererzung (SANDERS & BRANDNER 1989).

3.2.3 Biberwierer Scharte

Südwestlich oberhalb der Biberwierer Scharte, in einem Tagebau, kommen innerhalb einer Störungszone Zinkblende und Limonit vor. Da diese Stelle zum Teil von Hangschutt bedeckt ist, können keine Aussagen über Lagerungsverhältnisse gemacht werden. In dem kleinen Einbau darüber kommen im gleichen Störungsbereich Limonitbänder vor. Die Zinkblende-Erze vor dem Stollenmundloch stammen allerdings nicht aus diesem Stollen, sondern aus einem der Stollen, die sich weiter westlich befinden.

Im Scharstenollen konnten ausschließlich bei Stollenmeter 152,7 (vom Stollenmundloch aus gemessen) und 166,1 (dort an eine mittelsteile Aufschiebung gebunden) im Südoststoß eine geringe Blei-Vererzung nachgewiesen werden. Der Bleiglanz umgibt etwa 2–3 mm dick ein Calcit-Aggregat im Wettersteinkalk (s. Abb. 38). Bei Stollenmeter 258,0 quert eine etwa 3–5 m breite, sehr steil stehende Störungszone mit Spiegelharnisch, die möglicherweise Erz führte, da sie auf 2–2,50 m an der Firste abgebaut wurde. Bei Stollenmeter 306,7 beginnt ein geschichteter, dolomitischer hellweißer peloide Mudstone mit Kleinhöhlen (\varnothing 5 mm), in denen Dolomit und Calcitkristalle auftreten. Der Schacht bei Stollenmeter 363,5 wird von zwei parallel verlaufenden, steil einfallenden Störungen begrenzt, die spitzwinklig aufeinander zulaufen und zwischen denen das Gestein stark brecciert ist. Am Stollenmundloch ist der Wettersteinkalk feingeschichtet, aber wenig dolomitisiert. Eine etwa 3 m breite, 100 m lange Dolomitsteinbank verläuft südöstlich des Stollens.

In westlicher Richtung folgen weitere Stollen, die bis auf drei keine anstehenden Erze mehr führen. Primärerz waren Bleiglanz und Zinkblende. Des weiteren treten Spuren von Pyrit auf, der zu Limonit verwittert ist. Die Zinkblende ist mitunter als Schalenblende ausgebildet, wobei die einzelnen Lagen durch verschiedene Brauntöne voneinander zu unterscheiden sind.

Begleitminerale sind Calcit und wenig Dolomit, Ankerit sowie



Abb. 24

Vererzte Breccie. Zu erkennen ist braune Zinkblende in einer feinkörnigen Karbonatmatrix sowie schwarzbrauner Limonit. Maßstab: 5 cm.



Abb. 25 Rudstone mit Aufarbeitungshorizont und schichtigem Sediment innerhalb einer Rinnenfüllung. (s. Text) Maßstab: 5 cm.

TAUPITZ' (1954) ist ein Profil im „großen Abbau“ gezeigt, das sowohl die Breccierung als auch Rhythmierung darstellt. Das Vorkommen besteht aus Ausscheidungen von Zinkblende mit Bitumen „als Füllung meist flacher Mulden“ (Abb. 25). Über einem Rudstone folgt ein Aufarbeitungshorizont, in dem sich Limonit sowie organisches Material ansammelten. Darüber schließlich folgen

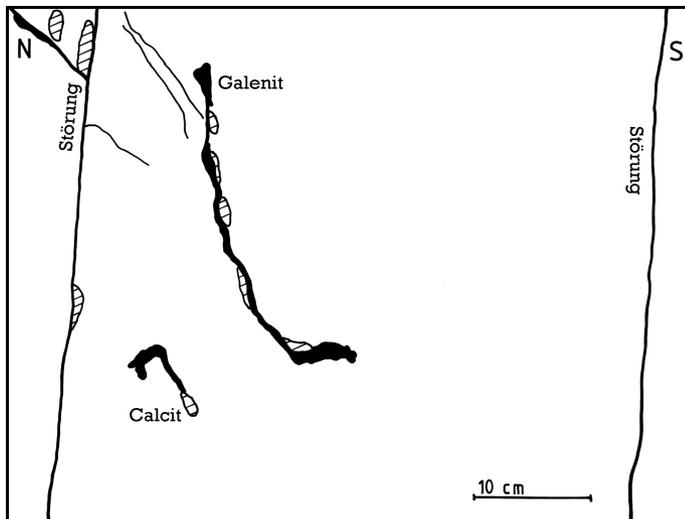


Abb. 26 Mit Bleiglanz (Galenit) vererzter, dolomitierter und breccierter Störungsbereich. Eng an die Vererzung ist das Vorkommen kleiner Calcitaggregate (cct) geknüpft. St: Störung.

Fluorit. Am „großen Abbau“ kommt das Erz innerhalb einer Breccie vor, deren Komponentenzwischenräume mit Erz gefüllt sind. Einige Komponenten bestehen aus schichtigen Blei-Zink-Erzen, die wie die Kalkkomponenten von weiterem Bleiglanz und Zinkblende umgeben sind. Die Reihenfolge der Entstehung und Ausscheidung war: Absatz und Diagenese des Gesteins – Breccierung im Störungsbereich – Ausscheiden der Zinkblende – Ausscheiden des Bleiglanz – Bildung eines Pyritüberzugs in den noch nicht gefüllten Hohlräumen – Restfüllung durch Karbonat – Verwitterung. Als Verwitterungsprodukt tritt Greenockit auf.

Auf der Abbildung 18 der Arbeit „großen Abbau“ gezeig, das sowohl die Breccierung als auch Rhythmierung darstellt. Das Vorkommen besteht aus Ausscheidungen von Zinkblende mit Bitumen „als Füllung meist flacher Mulden“ (Abb. 25). Über einem Rudstone folgt ein Aufarbeitungshorizont, in dem sich Limonit sowie organisches Material ansammelten. Darüber schließlich folgen geschichtete Mudstones, sowie oberhalb der braunen Lage eine synsedimentäre Breccie aus biogenen Resten. Erze fehlen. Diese kommen dagegen in Breccien vor (Abb. 24), in denen sie die Hohlräume füllen, wobei die Zinkblende häufig als mehr oder weniger rundes, 1–3 mm im Ø messendes Korn erscheint („vererzte Bakterien“). Im Erzanschliff ist die Vererzung ebenfalls auf Spalten beschränkt und bestätigt somit das makroskopische Ergebnis. Längs feiner Frakturen sind Bleiglanz und Zinkblende miteinander verwachsen, wobei die Zinkblende mengenmäßig überwiegt (ca. 9:1).

Unterhalb des „großen Abbaus“ streicht eine Störungszone Nordnordost–Südsüdwest. Diese ist stark dolomitisiert und wurde von den mittelalterlichen Bergleuten beschürft. Die Bleivererzung ist innerhalb des dolo-

mitisierten Bereichs an Frakturen, sowie die nördlich gelegene Störung gebunden (Abb. 26). Das Vorkommen ist bei einer Mächtigkeit von 1–3 cm schlauchförmig ausgebildet und mit Calcit vergesellschaftet.

Die Untertageaufnahme des ‚unbenannten Stollens westlich der Biberwierer Scharte‘ zeigt eine ähnliche Situation (Abb. 27, Abb. 10). Im Bereich der Störungen kommt es zur Anreicherung von Bleiglanz, während in einer größeren Entfernung von den Störungsflächen keine sichtbare Erzführung mehr vorhanden ist. Etwa 40 cm östlich der rechten Störung auf Abb. 27 ist diese etwa 2 cm mächtig vererzt. Das Nebengestein ist dort ohne sichtbare Erzführung, aber wie das innerhalb des gesamten Bereichs Biberwierer Scharte rhythmisiert. Die Zinkblende ist in diesem Stollen meist an Breccien und der Bleiglanz an Störungen gebunden, sie kommen jedoch auch gemeinsam vor, wobei die Erzführung zu den Störungen hin zunimmt. Auf der Abb. 10 ist zu erkennen, dass der Stollen in eine Störung eingetrieben wurde, die bis auf eine Länge von 30 m vererzt war.

Der auf Abb. 12 dargestellte Abbau ist völlig ausgebeutet. Im Stollen kommen nur noch Eisenoxid-Vererzungen vor, die mit brecciertem Gestein verwachsen sind (Abb. 28).

Die Vorkommen der Biberwierer Scharte sind also hauptsächlich an Störungen gebunden, die meistens dolomitisiert, zumindest jedoch brecciert sind. Lediglich an einer Stelle konnte Erz in einer flachen Rinne nachgewiesen werden, wo es schichtig abgelagert wurde.

3.2.4 Schwärzkar

Der Schurf am Nordfuß des Drachenkopfs folgt einer dolomitisierten, 5–10 m breiten, steil stehenden Störungszone im Wettersteinkalk, wobei der Dolomitstein bis 4 m tief abgebaut wurde.

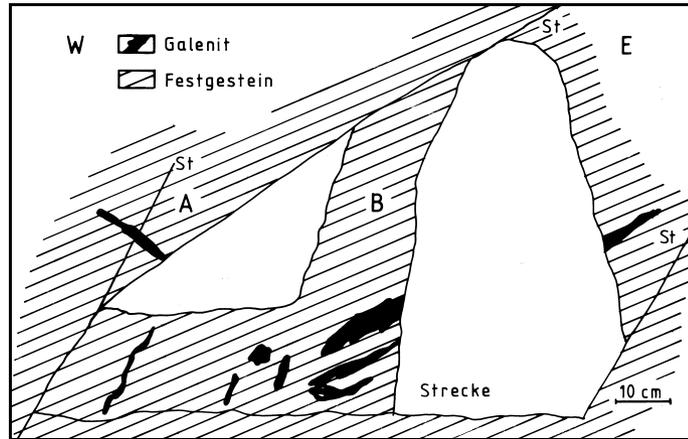


Abb. 27 Querschnitt im ‚unbenannten Stollen westlich der Biberwierer Scharte‘. Erläuterungen im Text. Bereich A: Störungsbreccie mit Limonit; Bereich B: Breccie mit Bleiglanz. St: Störung.



Abb. 28 Störungsbreccie mit Limonitvererzung aus einem Stollen westlich der Biberwierer Scharte. Die Komponenten sind teilweise durch Calcit miteinander verkittet. Limonit durchsetzt auch jüngere Frakturen. Maßstab: 5 cm.

Am Aufschluss selbst konnte kein Erz nachgewiesen werden, da 100 m südwestlich im Geröll ein Fallstück mit Bleiglanz gefunden wurde, kann mit Sicherheit davon ausgegangen werden, dass sich auch innerhalb des jetzt abgebauten Bereichs Bleierz befanden.

Nördlich des Hinteren Drachenkopfs, wurde ebenfalls ein Schurf im Wettersteinkalk angelegt. Die Störungszone, welcher der 5 m lange Stollen folgt, ist schwach dolomitisiert. Auf welches Erz der Abbau erfolgte, konnte nicht festgestellt werden, da die Halde von jungem Hangschutt überdeckt ist. Das Nebengestein ist ein bioklastischer Rudstone mit Riffresten.

Etwa 400 m südöstlich des Schartenkopfs konnten im Geröll Proben mit Bleiglanz und Zinkblende gefunden werden, die im Dolomitstein vorkommen. Dabei war das Anstehende nicht aufzufinden. In diesem Zusammenhang sei auf die Funktion von *Silene vulgaris* und *Thlaspi alpestre* als Erzanzeiger hingewiesen, von denen *Silene vulgaris* bei diesem Vorkommen ausschlaggebend für das systematische Absuchen der Geröllhalde war.

Ein weiteres Vorkommen liegt 150 m weiter nordnordöstlich, im Hangschutt der Felsenase, die das Schartenkar im Südosten begrenzt. Der Stollen (s. Abb. 13) folgt einer sehr steil stehenden West-nordwest—Ostsüdost streichenden Störungszone im Wettersteinkalk. Im Gegensatz zu den anderen Vorkommen des Schwärzkar handelt es sich jedoch um keine brecciierte Störungszone, sondern um ein Störungssystem. Erze, sowie eine Dolomitisierung konnten nicht gefunden werden. In Richtung Nordosten befinden sich allerdings mehrere Schürfe innerhalb des gebankten Wettersteindolomits, wobei die Dolomitisierung hauptsächlich Störungs-zonen folgt.

Direkt an der Steilwand, die in das Schartenkar hinaufführt, ist der Wettersteinkalk deutlich rhythmisiert (s. Abb. 64). Die jeweils 10—20 cm mächtigen, rhythmisierten Gesteinsbereiche wiederholen sich dort vier mal hintereinander in einem Abstand von 50—130 cm. Bei den nur in ihren Hauptbereichen dargestellten Rhythmiten der Abb. 29 handelt es sich um die mittleren beiden, die 90 cm nördlich und 130 cm südlich von zwei weiteren, mit Dolomitlinsen vergesellschafteten, begleitet werden. Innerhalb dieser Rhythmite befindet sich eine nesterförmige Bleiglanz-Vererzung (\varnothing 1 und 3 cm), die streng an die Rhythmierung gebunden ist. Begleitet wird die Vererzung von Calcitaggregaten, die

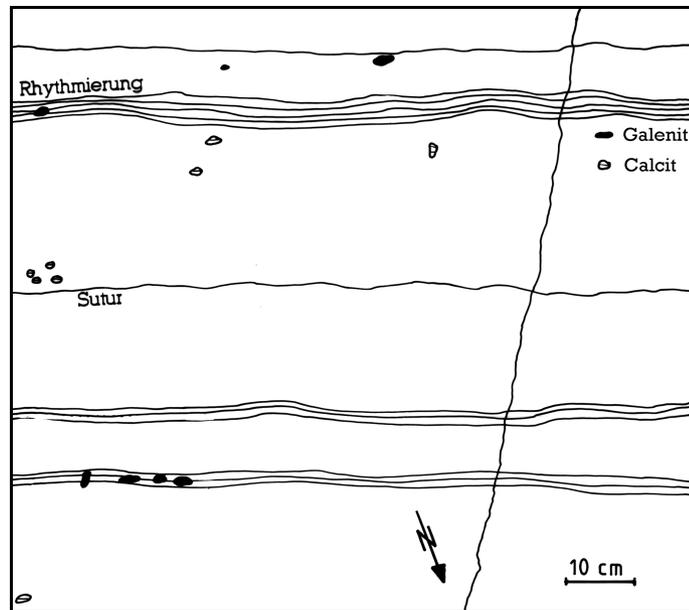


Abb. 29 Feinrhythmierter und dolomitierter oberer Wettersteinkalk mit an die Rhythmite gebundener Vererzung. Die Rhythmierung wird erosiv herauspräpariert, da die Gesteine unterschiedlich widerstandsfähig sind. Westlich der im Bild zu sehenden Fraktur durchzieht außerhalb des Bildausschnittes eine stark dolomitisierte Störung das Gestein.

in einem bestimmten Abstand von den Erznestern ebenfalls der Rhythmierung parallel laufen.

Erzanzeiger (Feinrhythmierung, Dolomitisierung und *Silene vulgaris*) führten zu einem Erzausbiss im Schartenkar (Abb. 30). Dort ist ein Nordwest—Südost-streichendes Störungssystem mit Störungsbreccie aufgeschlossen, das dolomitisiert ist und eine schlauch- bis gangförmige Vererzung aufweist. Erzminerale sind Bleiglanz und Zinkblende (als Galmei), die zu Hydrozinkit (in weißen, traubig-nierigen Aggregaten), Cerussit und Hemimorphit verwittern, sowie wenig Eisenoxid. Dabei erkennt man im Großanschliff (vgl. Abb. 31), dass die Zinkblende gelartig ausgeschieden ist, während sich der Bleiglanz im Inneren von gelartigen Rinden anlagerte. An der Fraktur, die das Gestein von links unten zur rechten Bildmitte durchzieht, zeigt sich, dass nach der Abscheidung der Erze eine erneute Bewegung stattgefunden hat. Unter dem Mikroskop ist erkennbar, dass sich zwei Calcit-Generationen bildeten. Die erste besteht aus kurzprismatischen, rhomboedrischen, weißen Kristallen bis 0,5 mm Größe, Generation II hingegen aus langgestreckten, grauen, ditrigonal-skalenoedrischen Kristallen, mit Längen bis zu 1 mm und Durchmesser um die 0,1 mm, die jünger als die Hydrozinkit-Gelbildungen sind.

Am Nordgrat des Schartenkopfs folgt ein Stollen einer dolomitierten, Westnordwest—Ostsüdost-streichenden Störung im Wettersteindolomit. Das Gestein ist dort in Millimeter- bis Zentimeterabständen rhythmisiert und besteht zum Teil völlig aus Dolomitstein, der an der breitesten Stelle 260 cm mächtig wird. Im Nordosten schließt an die Störung eine 5 cm mächtige Breccie aus Wettersteinkalk an, danach, 60 cm mächtig, ein breccierter Dolomitstein.

Für die Erzvorkommen im Schwärzkar gilt zusammenfassend, dass sie an einfache Störungen, an breccierte und dolomitierte Störungen, sowie an Rhythmite gebunden sind.

3.2.5 Drachenkar und Grünsteinsee

Die beiden Einbaue nordöstlich der Coburger Hütte, auf 1970 m führen viel Zinkblende und wenig Bleiglanz in einer dolomitierten Breccie aus hellem Wettersteinkalk, die an einer sehr steil stehenden Störungsvone vorkommt. Gangminerale sind Calcit und Dolomit, letzterer zum Teil als Dolomitsteinlinsen wenig unterhalb der Einbaue. Die Vererzung beschränkt sich auf die Zwischenräume der Breccie, in der auch Komponenten mit lagigem Bleiglanz auftreten. Am Ausbeiben des Vorkommens sind die Erze schlauchförmig und als Nester mit Größen bis 10 cm erkennbar. Im Erzanschliff ist zu erkennen, dass die Räume zwischen den Komponenten der Breccie von



Abb. 30 Erzausbiss im oberen Schartenkar. Die vererzte Störungszone verläuft etwa parallel des Zollstockes unter das Geröll.

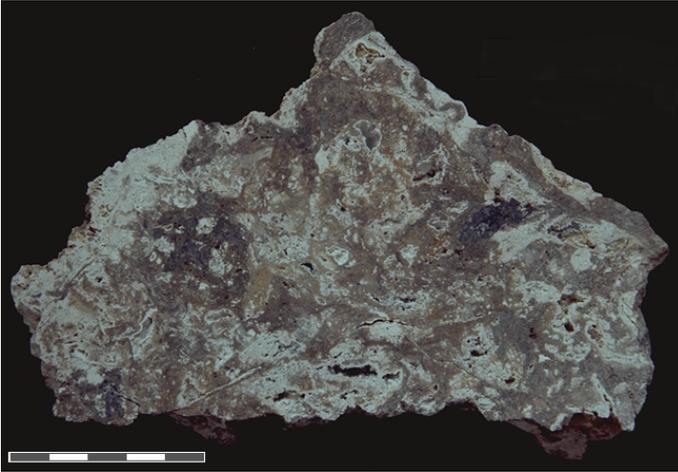


Abb. 31 Galmei und Bleierz vom Erzausbiß im oberen Schartenkar.

Zinkblende, seltener von Bleiglanz ausgefüllt werden. Die Komponenten sind im allgemeinen völlig erzfrei (Komponenten mit geschichtetem Erz kamen im Schlift nicht vor), lediglich an den Korngrenzen kommt es gelegentlich zur Verdrängung des Kalks durch Zinkblende.

Die Fortsetzung dieser Vererzung befindet sich 130 Höhenmeter unterhalb, in den Latschen, wo das Erz in einer vermutlich abgebauten Rinne als Nester mit Durchmessern zwischen 1 cm und 5 cm ausbeißt. Die Rhythmierung des oberen Wettersteinkalks wird durch eine reliefartig herausgewitterte Dolomitstein-Kalkstein Wechsellagerung nachgezeichnet. Diskordant dazu

ist der mit 150 streichende Bleiglanz in das rhythmierete Gestein eingeschaltet.

Auf den Halden dieser Vorkommen wächst wieder *Silene vulgaris* in größeren Beständen. Auffällig ist, dass der Raublättrige Almrausch (*Rhododendron hirsutum*) dort größere Blütenblätter hat und die gewimperten Blätter rostbraune Punkte besitzen. Dies ist vermutlich auf die erhöhte Schwermetallkonzentration im Gestein zurückzuführen.

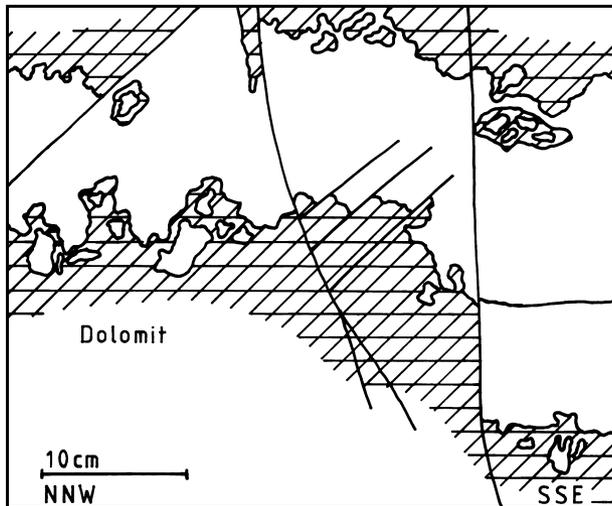


Abb. 32 Beginnende Dolomitisierung im Bereich von Störungen. Die Dolomitisierung schreitet als Dolomitfront voran, wobei sie sich durch Porenvergrößerung neue Wegsamkeiten schafft.

zwei weitere Abbaue liegen auf 2080 m, nordöstlich der Coburger Hütte. Eine Ost—West streichende Störung zwischen Wettersteinkalk und Alpinem Muschelkalk scheint Erze geführt zu haben. Außer Hydrozinkit sind keine Erzminerale mehr auffindbar. *Thlaspi alpestre ssp. calaminare* (Alpen-Hellerkraut) zeigt allerdings einen Erzgehalt in den Halden an (Zeigerfunktion von *Th. alpestre* aus TOLLMANN 1986). 100 m westlich ist ein kurzer Stollen in der Störungsbreccie aufgeföhren, die dort dolomitisiert ist. Limonit kommt in schlierenartigen Aggregaten innerhalb der Breccie vor. Das Nebengestein ist rhythmisiert und weist eine Großoolithstruktur auf (zum Begriff vgl. Seite 73).

Etwa 150 m westsüdwestlich des letztgenannten Vorkommens befinden sich zwei weitere, vollständig verbrochene Stollen, auf

deren Halden nur Limonit gefunden wurde. Sie scheinen in einen Störungsbereich vorgetrieben zu sein, da 20 m westlich eine dolomitisierte und ankeritisierte Störungszone im unteren Wettersteinkalk auftritt. Über die Lageverhältnisse kann also genauso wenig, wie bei den vorangegangenen Abbauen Auskunft gegeben werden. Das Haldenmaterial scheint bereits mehrmals nach Erzen durchsucht worden zu sein, so dass Primärerze längst verschwunden sind.

Ein westnordwest streichender Erzausbiss 300 m südlich des Grünsteinsees, auf den Abbau stattgefunden hat, führt Bleiglanz im rhythmisierten und dolomitisierten, teilweise brecciertem Wettersteinkalk, der in Großoolithausbildung vorliegt. Auf den Halden konnte Malachit, Azurit, Hydrozinkit, Limonit und Dolomit nachgewiesen werden. Der Bleiglanz kommt in zentimetergroßen Schlieren vor, seltener sind Nester in der gleichen Größenordnung.

Weitere, nicht abgebaute Erzausbisse findet man in der Rinne, die vom „Fußballplatz“ aus nach Osten verläuft. Das Nebengestein ist wiederum rhythmierter und dolomitisierter Wettersteinkalk, an dessen Druck-Lösungs-Suturen (Stylolithen) es zur Anreicherung von Eisenoxiden kam, die als Limonitkrusten herauswittern (Abb. 67). Daneben kommen an Störungen gebundene Bleiglanznester vor, die bis zu 4 cm groß werden (Abb. 33). In einiger Entfernung zu der Störung lässt die Vererzung bis zum völligen Aufhören nach. Insgesamt hat der vererzte Bereich jedoch eine Mächtigkeit bis zu 10 m und streicht in Nordwest-Richtung.

Den Vorkommen im Drachenkar ist gemeinsam, dass sie an dolomitisierte Rhythmite gebunden sind, sowie an Störungsbreccien, die eine Dolomitisierung aufweisen. Die Erze selbst kommen als Nester und schlauch- bis schlierenförmig vor.

3.2.6 Grießspitze

3.2.6.1 Grießspitze Nordwand

Am Einstieg zur östlichen Grießspitze, die über diesen Weg erstmals von AMPFERER, BEYRER & OHNESORGE begangen wurde, befindet sich auf 2350 m ein Kupfer-Blei-Vorkommen in einem rötlichen, brecciertem Gestein. Unter dem Mikroskop ist erkennbar, dass Fahlerz und Kupferkieschlieren durch einen derben Calcit ziehen, der mit Quarz vergesellschaftet sein kann. Das Fahlerz und der Kupferkies verwittern zu Malachit, der als charakteristisches Zeichen dieser Vererzung auffällt. In einem weiteren, wenig nördlich gelegenen Vorkommen gibt es gut ausgebildete

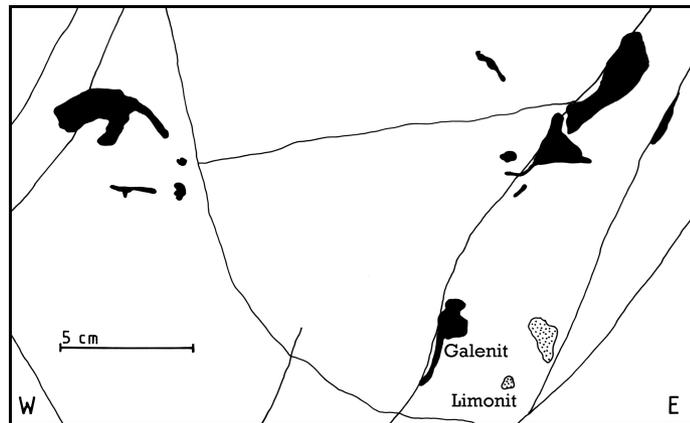


Abb. 33 Galenit, an Störungen im dolomitisierten Wettersteinkalk gebunden.

Hemimorphit- und Calcitkristalle in einer Störungsbreccie, die ankeritisiert und dolomitisiert ist. Desweiteren werden die Gesteinsproben von Manganausscheidungen überkrustet (Dendriten).

Westlich des Einstiegs zur östlichen Griebßspitze verläuft eine sehr steil stehende, Nordost—Südwest streichende Störung mit Kupfer-Blei-Zink-Erzen. Im Bereich dieser Störung ist der untere Wettersteinkalk stark dolomitisiert. Das ans Brendlkar erinnernde Vorkommen führt neben Spuren von Bleiglanz und Zinkblende auch Hemimorphit, Hydrozinkit, Malachit, Limonit, Ankerit, Calcit und Dolomit.

Weiter westlich setzt sich die Kupfer-Vererzung im unteren Wettersteinkalk fort, wobei festzustellen ist, dass keine Blei-Zink-Erze mehr vorkommen. Des weiteren sind die Oxidationsminerale der Kupfer-Vererzung nach Westen zu nicht mehr an Dolomitisierung geknüpft. Vielmehr sind sie unregelmäßig in einer größeren Zahl von Einzelvorkommen im Kalksein verteilt, wo sie durch die Oxidationsminerale Malachit und Azurit auffallen.

In der Geröllhalde unterhalb des Nordwandfußes können drei verschiedene Mineralisationen erkannt werden. Es gibt Gerölle, die deutlich die Kupfer-Vererzung zeigen, wie sie auch im Anstehenden auftritt. Daneben gibt es Fallstücke, die ausschließlich aus Bleiglanz und Wettersteinkalk bestehen und zuletzt Limonitknollen. Abb. 34 zeigt den Ausschnitt eines größeren Geröllblockes mit Kupfer-Blei-Eisen-Vererzung, dessen dazugehörige Zeichnung Abb. 35 zeigt.

Auffälligstes Merkmal dieses Geröllblockes, und auch der Aufschlüsse im Anstehenden ist, dass die Kupfer-(Blei)-Vererzung von der Blei-Zink-Vererzung räumlich getrennt ist. Diese Situation stellt auch Abb. 35 dar. Direkt an der Rhythmierung endet die Kupfer-Erzführung und es beginnt die Blei-Vererzung. Lediglich die Oxidationsminerale des Eisen (Limonit) sowie Dolomit und Calcit erweisen sich als Durchläufer. Aus der Abbildung kann das Auftreten des Bleiglanzes in kleinen Schläuchen und Nestern entnommen werden.

Zusammenfassend gilt, dass die Kupfer-(Blei)-Vererzung gemeinsam mit einer leichten Dolomitisierung eingesprengt im Gestein vorkommt, ohne, abgesehen von einem Vorkommen, Beziehungen zu Störungen aufzuweisen. Die Blei-Zink-Vererzung ist an Rhythmite sowie an Dolomitisierung geknüpft.

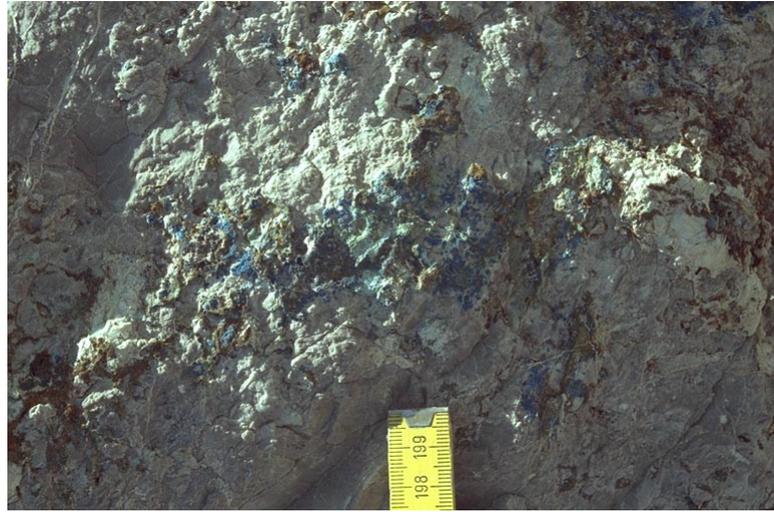


Abb. 34 Azurit, Malachit und Limonit auf einem Geröllblock des Wettersteinkalk.

3.2.6.2 Hölltörl

Am Hölltörl konnten lediglich Fallstücke von Malachit, Azurit und Limonit mit Dolomitkristallen im stark beccierten und dolomitisierten Wettersteinkalk gefunden werden. Das Primärvorkommen muss oberhalb, in der Steilwand des Grates von der westlichen Grießspitze zur Grünsteinscharte liegen. Die Erze treten zudem in einem rötlichen, wabenartigem Gestein auf. Über die Lagerungsverhältnisse kann nichts ausgesagt werden. Die Mineralgesellschaft (Paragenese) lässt den Schluss zu, dass die Vorkommen Hölltörl und Grießspitzen Nordwände praktisch identisch sind.

3.2.6.3 Gamsanger (Gamswannig, Gamswannele)

Verlässliche Angaben über Lagerungsverhältnisse sind derzeit nicht bekannt. SIDIROPOULUS (1980) gibt als Erzminerale Zinkblende, Bleiglanz und Pyrit an. Kupfer-Minerale wurden von SIDIROPOULUS nicht gefunden.

Demnach handelt es sich um eine Blei-Zink-Eisen-Paragenese.

3.2.7 Tajakopf (Toyakopf)

3.2.7.1 Tajakopf West

Am südlichen der zwei Vorkommen des Tajakopfs West sind auf den Halden Bleiglanz, Zinkblende, Cerussit, Hydrozinkit, Hemimorphitkristalle, Calcit und Dolomit in einem weißen Dolomitstein des Oberen Wettersteinkalks auffindbar. Daneben sind im anstehenden Fels rotbraune Breccien erkennbar, in denen Eisenoxide und Limonitknollen vorkommen. Da die Stollen verbrochen sind, kann über Lagerungsverhältnisse dieses Abbaues nichts ausgesagt werden.

Anders ist die Situation bei den nördlich gelegenen Stollen, die im oberen Wettersteinkalk längs einer Ost—West streichenden, mindestens 23 m langen, stark verkarsteten, steil stehenden Störung aufgefahren sind. Besonders im unteren Stollenniveau und den Verbindungen zur Zwischensohle gibt es Verkarstungserscheinungen. Die durchschnittlich 50 cm breite Kluft war mit einer feinkörnigen, teilweise mit

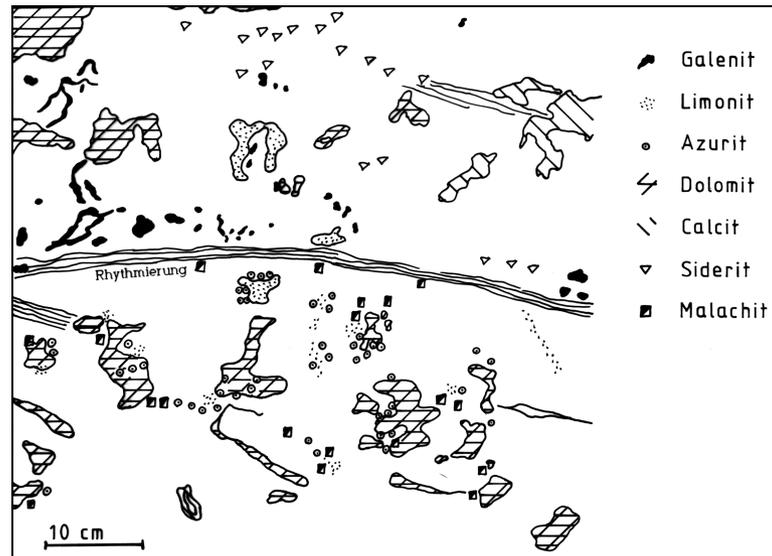


Abb. 35 Deutliche räumliche Trennung der Kupfer-Eisen-Paragenese unterhalb der Rhythmierung und der Blei-Zink-Eisen-Paragenese oberhalb der Rhythmierung. Dolomit und Calcit kommen als Durchläufer in beiden Paragenesen vor. Ausschnittszeichnung eines Geröllblockes am Weg von der Coburger Hütte zur Grünsteinscharte.

schwarzen Tonen und Mergeln vermengten Breccie gefüllt („schwarze Breccie“ oder „edle Fläche“ der Bergleute, vgl. TAUPITZ 1954). In einem 4 * 2 * 2 m großen Hohlraum des oberen Niveaus sind Reste eines leicht zerreibbaren, gelblichbraunen, hauptsächlich aus Hydrozinkit bestehenden Gesteins vorhanden, das dem der Spaltenfüllungen im Oberbau-Stollen des Igelskars entspricht. An Störungen sind die Erze schlauchförmig ausgebildet und 1—5 cm mächtig (s. Abb. 36).

Ergebnis der Betrachtungen ist, dass die Erze innerhalb einer durch Verkarstung erweiterten Störung an Kluffüllungen gebunden vorkommen, sowie abseits dieser verkarsteten Störung wiederum als Erz-Mylonit in Störungen auftreten („ausgewalztes Erz“).

3.2.7.2 Tajakopf Süd

Auf den kleinen Halden des Tajakopfs Süd sowie in den Stollen kommen Blei- und Zink-Erze vor, die stets an Störungen oder Breccien gebunden sind. An Sekundärmineralen konnten Limonit und Hydrozinkit bestimmt werden, während Gangmittel ausschließlich Calcit zu sein scheint. Das Nebengestein, oberer Wettersteinkalk, ist in der Umgebung der Vorkommen rhythmisiert und dolomitisiert, teilweise kommen Dolomitsteinbänke vor. Einige Vorkommen beißen über Tage aus.

Beim Vergleich der Ergebnisse des gesamten Vorkommens Tajakopf Süd ergibt sich ein Generalstreichen der Vererzung von Nordosten nach Südwesten, wobei allerdings auch in anderen Hauptrichtungen Vererzungen auftreten (Abb. 15). Dies soll jedoch nicht bedeuten, dass die Störungen der Richtung 125°—140° als „Erzbringer“ angesehen werden können! Die Erze sind an Störungen sowie Störungsbreccien gebunden und kommen als Schläuche und Nester vor.

3.2.7.3 Tajakopf Ost

An primären Erzen wurden Bleiglanz, Zinkblende (z.T. als Schalenblende) und Galmei gefunden, deren Lagerungsverhältnisse unten geschildert werden. Sekundärminerale sind Hemimorphit, Hydrozinkit, Cerussit, Descloizit (letzteres nach GERMANN 1963) und Limonit. Das Gangmittel wird gebildet aus Dolomit und Calcit mit gelegentlich eingewachsenen Quarzkristallen. Das Nebengestein ist Wettersteinkalk, der stark dolomitisiert und im Bereich von Störungen brecciert ist. Beim Auftreten von Dolomitstein ist der Wettersteinkalk häufig rhythmisiert, was zusammen mit *Silene vulgaris* (s. Abb. 16) ein Erzvorkommen anzeigen kann.

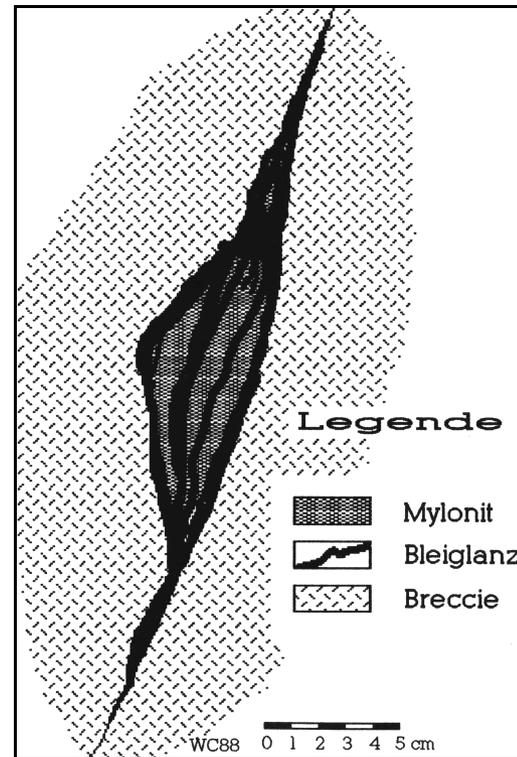


Abb. 36 Mylonitisierte und vererzte Störung.

Die Erze kommen in Schläuchen und Nestern vor, die bis zu 10 cm mächtig werden. Die Schläuche beginnen oft an Störungen, verlaufen horizontal von ihnen weg und verlauben im Gestein. Auffallend ist wiederum, wie eng das Erz an die Störungen gebunden ist. Diese Situation verdeutlicht die Abb. 37. Der teilweise ausgewalzte, mit Mylonit vorkommende Bleiglanz ist streng an eine etwa Ost—West streichende Störung gebunden, die durch jüngere Störungen versetzt wird. Ganz ähnliche Situationen finden sich auch in den anderen Abbauen des Tajakopf Ost. Des weiteren gibt es Vorkommen, die an Karsterscheinungen geknüpft sind. Das Erz kommt dort in einem weißen, leicht zerreibbaren, tonigen, zwischen 1 und 5 m mächtigen Material (Letten) vor, wo es Nester und Schläuche ausbildet.

Auf der Abb. 15 ist die Lagerung der Vererzung, sowie das Auftreten vier verschiedenen Formen zu erkennen. Längs der Störungen hat sich Erz entsprechend der Abb. 36 gebildet, das im Durchschnitt 2 cm mächtig wird. Davon ausgehend ziehen Erzschnäuche in das brecciierte Gestein, die ebenfalls Mächtigkeiten um die 2 cm haben. Eine dritte Erscheinung sind Erze, die Calcitaggregate umschließen, zum Teil im Calcit selbst vorkommen (Abb. 38). Schließlich gibt es unregelmäßig verteilt Bleiglanz in Spuren (Nester), der im Gestein auftritt. Die Größen dieser Nester liegen meist unter 1 cm.

Abb. 39 zeigt eine fein zerriebene Breccie (\emptyset der Komponenten 0,3 und 0,5 mm) mit unregelmäßig eingelagertem Bleiglanz, der von braunem Limonit und Pyrit umgeben ist.

Im Erzanschliff ist zu erkennen, dass die Vererzung auf die Zwickelfüllungen der Komponenten beschränkt bleibt. Die Zinkblende weist verschieden starke Reflexionen auf, was auf unterschiedliche Eisen-Gehalte hinweist. Randlich ist der Bleiglanz verwittert.

Die Vorkommen des Tajakopfs Ost zeigen somit Anzeichen der beiden anderen Vererzungen des Tajakopfs, nämlich an Störungen und Breccien gebundene Vererzung mit Auftreten von Karsthohlräumen, die mit tonigem Material gefüllt sind, in dem schlauchförmige Erze auftreten. Die Erze stehen außerdem in engem Kontakt mit einer Dolomitisierung des Wettersteinkalks.

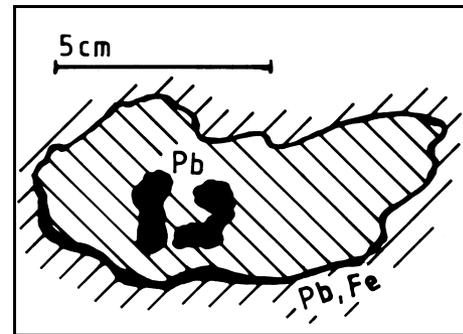


Abb. 38 Bleiglanz und Limonit umgeben ein Calcit-Aggregat, das wiederum Bleiglanz einschließt. Rechtsschraffur: Calcit; Linksschraffur: Wettersteinkalk; Pb: Bleiglanz; Fe: Limonit.

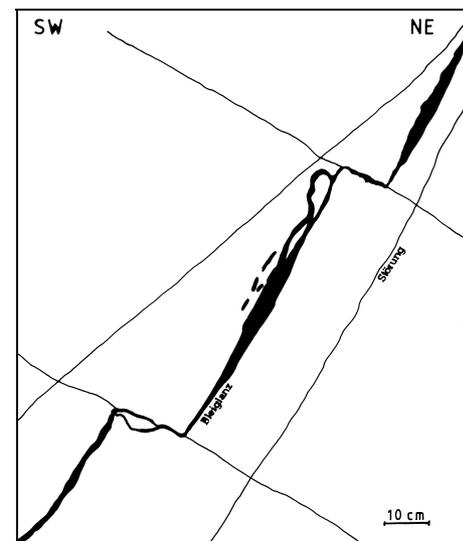


Abb. 37 An Störung gebundene Vererzung südöstlich des Hinteren Tajakopfs.

3.2.8 Brendlkar (Brandlkar, Mursee)

Innerhalb eines stark dolomitisierten und ankeritisierten unteren Wettersteinkalk kommen in einer schwachen Vererzung hauptsächlich Kupfer-Mineralen vor. Charakteristisch sind Malachit und wenig Azurit sowie in einigen Hohlräumen (bis 20 cm Länge) Hemimorphit und Smithonit mit satelförmigem Dolomit II und Dolomit III-Rhomboedern (Tab. 5). Daneben kommen Calcit, bis zu 15 cm große Limonitaggregate und Quarzkristalle vor. Da der Schacht verschüttet und der Stollen verbrochen sind, ist es nicht möglich, Aussagen über die Lagerungsverhältnisse der dolomitisch-ankeritischen Erzkörper zu machen. Die Verwitterung hat den gesamten Gesteinskomplex so stark zerstört, dass auch durch Haldenmaterial über Lagerung nichts gesagt werden kann. Ein Großteil der Handstücke ist allerdings brecciiert, was darauf schließen lässt, dass der Erzkörper in einer dolomitisierten Breccie des Wettersteinkalk vorkam. GERMANN (1963) konnte erzmikroskopisch Neodigenit, Kupferglanz, Covellin, Tenorit, Cuprit, gediegen Kupfer und Spuren von Enargit und Fahlerz nachweisen.

Somit handelt es sich bei dem Vorkommen um eine Kupfer-Eisen-Vererzung in einer dolomitierten und brecciierten Zone.

3.2.9 Igelskar (Negelseekar, Egelseekar, Siglseeke)

Die drei Vorkommen im Igelskar (Hermann-Stollen, Welsches Loch und Oberbau-Stollen) liegen zwar alle im Wettersteinkalk, dennoch unterscheiden sie sich grundsätzlich. Im gesamten Verlauf des Hermann-Stollens wurden keine Erze angefahren. Dieser Stollen diente lediglich der Unterfahrung der hochgelegenen, erzführenden Baue (Oberbau-Stollen, Abb. 41).

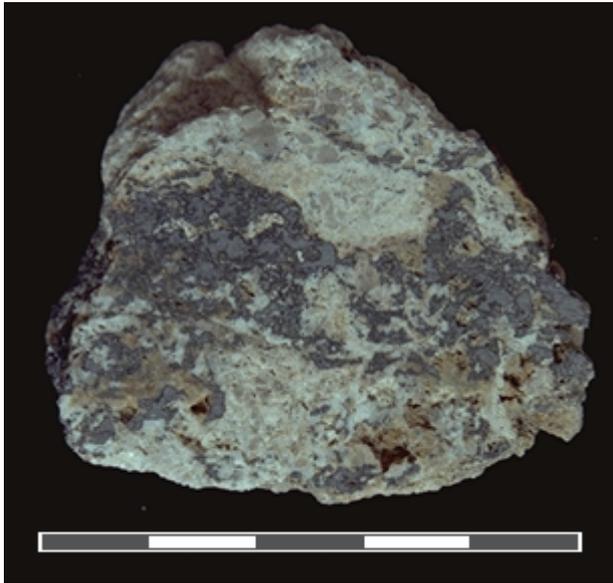


Abb. 39 Bleiglanz und Limonit in einer stark zerriebenen Störungsbreccie aus Wettersteinkalk. Maßstab: 5 cm.

Im Oberbau-Stollen hingegen wurden zwei „Klüfte“ abgebaut, die Galmei und wenig Bleiglanz enthielten. Sekundär kommen Hydrozinkit, Hemimorphit, Cerussit und Calcit vor. LANDGRAEBER (1927) führt außerdem Boulangerit, Bournonit und gediegen Silber auf, die jedoch „kaum oder fast gar nicht angetroffen sind“.

Die „Klüfte“ sind Karstbildungen, da die Begrenzungen Zeichen von Verkarstung aufweisen. Bei Stollenmeter 39,6 beginnt die erste verkarstete Kluft, die bereits im Mittelalter abgebaut wurde (Abb. 40). Sie ist im Durchschnitt 5–6 m breit und etwa 30–40 m hoch, wobei sie sich von unten nach oben weitet. Das Erz kam in einem weichen, weißen, hauptsächlich aus Hydrozinkit und Hemimorphit bestehenden Gestein vor. An der mit

50° nach Nordwesten einfallenden Störung ist das Gestein stark brecciiert und rötlich gefärbt. Die gleiche Situation findet sich im Südost-Querschlag, der bei Stollenmeter 53,0 abzweigt. In der Hauptstrecke, die weiter nach Osten und Südosten aufgefahren wurde, ist kein Erz mehr vorhanden. Der Querschlag folgt zuerst 11 m zwei nach Südwesten einfallenden Störungen mit Spiegelharnischen, um dann eine vollständig abgebaute, verkarstete Kluft zu erreichen, die etwa 5 m hoch, 10 m breit und ebenso lang ist.

Von dort geht ein Schacht, der kein Erz aufgefahren hat, über eine Richtstrecke 150 m tiefer. Nach 40 m zweigt vom Schacht eine Strecke nach Westen ab, die in einem mergeligen Tonstein aufgefahren wurde, der auch kurz vor dem Verbruch im Hermann-Stollen, am oberen Ende des Bremsbergs, ansteht. Diese, den Partnachmergeln ähnelnden, mergeligen Tonsteine scheinen in die südliche Aufschiebung eingespant zu sein und streichen parallel der 2000 m Hauptstrecke. Nach 70 m knickt die Hauptstrecke der 2000 m Sohle in Richtung Nordosten ab und verläuft wieder im Wettersteinkalk. Bei 23, 41 und 83 m wird die Strecke von 10–50 cm breiten Klüften gekreuzt, an denen während großer Wasserzufuhr gelblicher Ton in die Strecke eindringt. Dies zeigt, wie tiefgründig die Verkarstungen reichen, da die Oberfläche an dieser Stelle etwa 200–300 m höher liegt! Nach 96 m geht die 2000 m Strecke in einen 15–25° steilen, 63 m langen Aufbruch über. 13 m vor dessen Ende zweigen im Wettersteinkalk der 2017 m Sohle zwei Querschläge nach Osten und Westen ab, ohne sichtbare Erzmengen aufgeschlossen zu haben. Erstmals finden sich wieder auf der 2020 m Sohle Erze. In einem 2 * 5 * 3 m großen Abbauraum tritt ein braunrotes, leicht zerreibbares Gestein auf, das Bleiglanz-Schnüre und -Schläuche sowie vereinzelt kleine Nester bis 1 cm Größe aufweist. Zwei kurze Richtstrecken in der Nähe dieser Kammer stehen ebenfalls in diesem erzführenden Gestein. Ein bergmännisch geschaffener Hohlraum mit 6 m Höhe auf der 2020 m Sohle zeigt an den Wänden Verkarstungserscheinungen an. Da dieser im Streichen der vorgenannten Abbaukammer liegt, scheinen auch diese tiefer liegenden Vererzungen an Karsthohlräume gebunden zu sein.

Allerdings gibt es auf der 1030 m Sohle, die aus einem 5–15 m hohen und 6 m breiten Abbauraum besteht, Hinweise darauf, dass auch Störungen und Störungsbreccien Erz enthielten, da die Bergleute an dieser Stelle 15 m hoch einer Störung folgten. Erz konnte keines gefunden werden.

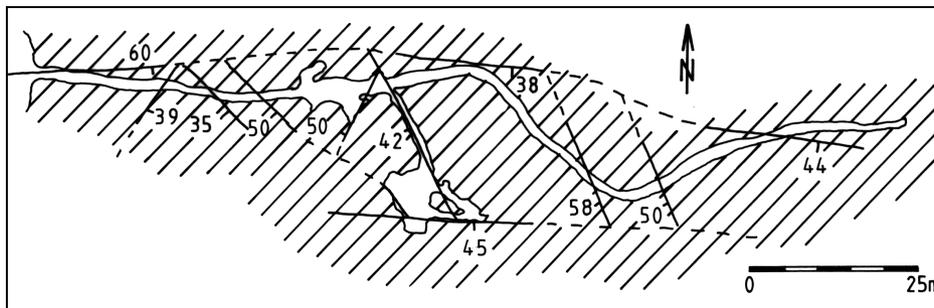


Abb. 40 Grundriss der 2040 m Sohle des Oberbau-Stollens im Igelskar mit vereinfachter strukturgeologischer Karte. (Grubenaufnahme: B. KIEGELE, E. MÜLLER, Ch. WOLKERSDORFER; 1987/88).

Anders sind die Verhältnisse am Welschen Loch, wo das Erz an der Oberfläche ausbeißt. Dort existieren vererzte, dolomitisierte Breccien, sowie ein dunkler, geschichteter Mudstone, in denen die Blei- und Zinkerze auftreten. Das Nebengestein ist rhyth-

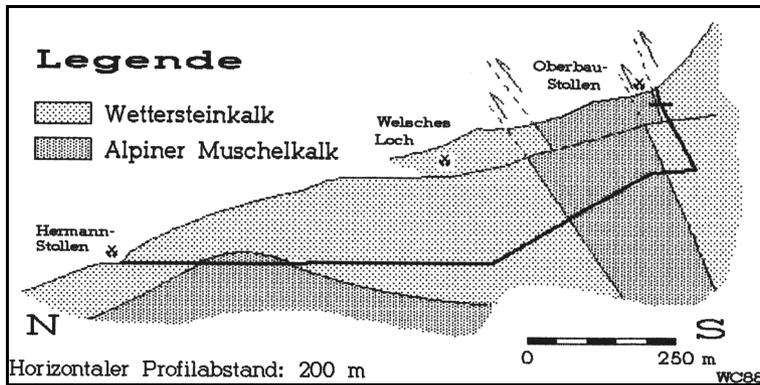


Abb. 41 Saigerriß durch den Bergbau im Igelskar. Der Hermann-Stollen (1745 m) und der Oberbau-Stollen (2040 m) verlaufen zum Großteil im Wettersteinkalk. Eingezeichnet sind nur wichtige Aufschübnungen.

ponenten hineingreift. Vielmehr bleibt die Erzführung auf die permeableren Zwischenräume begrenzt (Abb. 42). Daneben existieren Blei- und Zinkerze auch in Schläuchen und Nestern bis 5 cm Durchmesser.

Die Zinkblende hat dunkelbraune und rötliche bis gelbe Farben und zeigt mitunter Ausbildung als Schalenblende. Der Bleiglanz ist häufig gut ausgebildet. Während die häufigere Zinkblende meist in den dunklen Gesteinen auftritt, ist der Bleiglanz meist in den hellen Kalken vorhanden. Beide gemeinsam kommen in den hellen Breccien vor. Sekundärminerale sind Dolomit, Calcit, Hydrozinkit, Hemimorphit und Greenockit. Auf den Halden wächst *Silene vulgaris* als Erzanzeiger.

3.2.10 Schwarzbachkar (Wildes Kar)

Da der Abbau derzeit nicht lokalisierbar ist, sind keine Beobachtungen mehr möglich.

3.2.11 Ehrwalder Alm

Da der Abbau derzeit nicht lokalisierbar ist, sind keine Beobachtungen mehr möglich.

3.2.12 Immaplatte (Immensee-Stollen)

Da der Schacht und der Stollen verbrochen sind, kann über die Lagerungsverhältnisse des Vorkommens nichts gesagt werden. Auf den Halden finden sich Ankerit, Malachit und selten Azurit. Bleiglanz ist bisher nur aus einem Einzelfund bekannt, Zinkblende konnte nicht gefunden werden. Daneben kommen Quarz, Calcit und

mierter Wettersteinkalk mit Großoolithstruktur.

In dem etwa 2 m nach Norden abzweigenden Stollen des 4 m tiefen Schachts kommt in einer Störungszone Bleiglanz vor, der bis zu 5 cm mächtig wird. Auf den Halden erkennt man vor allem vererzte Breccien in denen die Erzlösungen bevorzugt an den Grenzbereichen der Komponenten wanderten. Sowohl der Bleiglanz als auch die Zinkblende kommen in den Breccien ausschließlich an den Trennflächen vor. In keinem Anschliff konnte beobachtet werden, dass die Vererzung auch in die Kom-

Phase	Farbe	Ausbildung
I	Braun	Gestein
II	Gelb	sattelförmige Kristalle
III	Weiß	Rhomboeder

Tab. 5 Wichtige Kennzeichen der Dolomitgenerationen I—III des Immensee-Stollens.

Limonit vor. Die Einbaue befinden sich in einer Störungszone aus stark dolomitisiertem und ankeritisiertem Wettersteinkalk (Dolomitisierung I), in dessen Kleinhöhlen (\varnothing 1–2 cm) frei ausgebildete Dolomitkristalle der Generationen II und III vorkommen, über deren typischste Kennzeichen Tab. 5 einen Überblick gibt. Die starke Verwitterung des Haldenkörpers lässt Aussagen über primäre Erzgefüge leider nicht zu. Im allgemeinen fallen die Ähnlichkeiten mit dem Vorkommen Brendlkar (Kapitel 3.2.8) auf, das die gleiche Mineralgesellschaft besitzt.

Am Immensteig, dem Weg durch die Seebewände zur Immenplatte, gibt es einige „Löcher“ im Bereich einer Westnordwest–Ostsüdost-streichenden Störung, bei denen es sich möglicherweise um Schürfe handelte. Erz konnte keines gefunden werden.

Das Vorkommen der Immenplatte kann abschließend als eine an einen dolomitisierten Störungsbereich gebundene Eisen-Kupfer-(Blei)-Vererzung beschrieben werden.

3.2.13 Seeben

Zu den Erzen waren keine Beobachtungen möglich, da in den drei Stollen des Bereichs Seeben kein Erz nachgewiesen werden konnte.

Einer der Stollen (vgl. Abb. 20) verläuft längs einer sehr steil stehenden, Westnordwest–Ostsüdost-streichenden Störung in stark brecciertem Wettersteinkalk, der innerhalb des Störungsbereichs rötliche Schlieren aufweist und dolomitisiert ist. Der Wettersteinkalk ist ein gleichkörniger (\varnothing 0,05 mm) Seelilien Mudstone mit Druck-Lösungs-Suturen, an denen es zur Anlösung von Seelilien (Crinoiden) kam. Daneben kommen Schalenreste mit Fasercalcit vor. Ideal ausgebildete Dolomitkristalle (\varnothing 0,2 mm) zeigen auch im Dünnschliff die Dolomitisierung des Gesteins. Der Wettersteinkalk ist nördlich und südlich der Störung undeutlich gebankt und ist dort von vielen Calcitklüften durchzogen. Etwa 100 m nordöstlich des Stollens sind rötliche Dolomitsteinlinsen mit Mächtigkeiten bis zu einem Meter aufgeschlossen.

Der Einbau nördlich des Seebensees folgt ebenfalls einer Westnordwest–Ostsüdost-laufenden, nahezu senkrechten Störung in einem dolomitisierten Wettersteinkalk mit rötlichen Schlieren. Eine Horizontalstörung im Stollen selbst ist etwa 2 cm mächtig mit Lehm gefüllt.

Ein dritter Stollen befindet sich am Nordanstieg zur Sonnenspitze. Auch dort fand der Abbau innerhalb einer breccierten Störungszone des Wettersteinkalk statt. Zusammenfassend gilt für die drei genannten Stollen im Seeben, dass sie alle auf dolomitisierten Störungszonen mit brecciertem Wettersteinkalk umgingen.

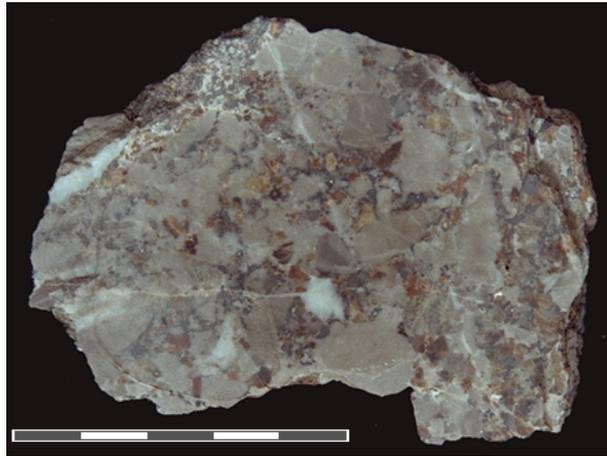


Abb. 42 Längs Korngrenzen vererzte Breccie aus Wettersteinkalk. Zinkblende: dunkelbraun bis gelb, Bleiglanz grau. Maßstab: 5 cm.

3.3 Die Entstehung der Erzvorkommen

3.3.1 Die Vererzung im westlichen Mieminger Gebirge – ein Vorkommen des Typs Mississippi-Tal

Aufgrund der Ähnlichkeiten zwischen den Erzvorkommen des Mieminger Gebirges und der klassischen Mississippi-Tal-Lagerstätten, darf für beide eine gleichgeartete Entstehung angenommen werden. Lagerstätten des Typs Mississippi-Tal haben eine große ökonomische Bedeutung und treten nahezu weltweiten auf. Obwohl diese Vorkommen in der Vergangenheit das Ziel umfangreicher Forschungen waren, gibt es keine anderen Vorkommen, deren Entstehung gleichzeitig so umstritten war. Hinsichtlich der verschiedenartigen Entstehungstheorien bemerkt OHLE schon 1959 (zitiert aus GUILBERT & PARK 1986):

„... grundsätzlich darf angenommen werden, dass die vielen Ähnlichkeiten dieser Lagerstätten es notwendig machen, von einer ähnlichen Entstehung auszugehen, was immer das sein mag. Unterschiede in der Ausbildung, der Größe und der Mineralogie der Erzkörper geben jedem Distrikt eine eigene persönliche Note. In allen Fällen gibt es jedoch genügend ‚typische‘ Eigenschaften, um bei vielen Geologen eine Zustimmung zur Eingruppierung in den Typus Mississippi-Tal zu erlangen“.

Im Folgenden werden die Gemeinsamkeiten der Lagerstätten des Typs Mississippi-Tal beschrieben. Aus der Abb. 43 ist das weltweite Auftreten von Erzvorkommen des Mississippi-Tal-Typs ersichtlich. Größte Bedeutung fällt heute den Lagerstätten im Südosten der Vereinigten Staaten zu, namentlich dem Tri-State District, dem Lead Belt Südost Missouri und dem Gebiet im Südwesten Wisconsins. Ob die von australischen Geologen bearbeiteten Vorkommen der arktischen Inseln und Grönlands in Zukunft an Bedeutung gewinnen können, hängt von der Entwicklung des Weltmarktes ab (De GEOFFROY & WIGNALL 1987). Die europäischen Lagerstätten des Mississippi-Tal-Typs haben zwar eine regionale bis nationale Bedeutung, für den Weltmarkt spielen sie jedoch nur eine geringe Rolle.

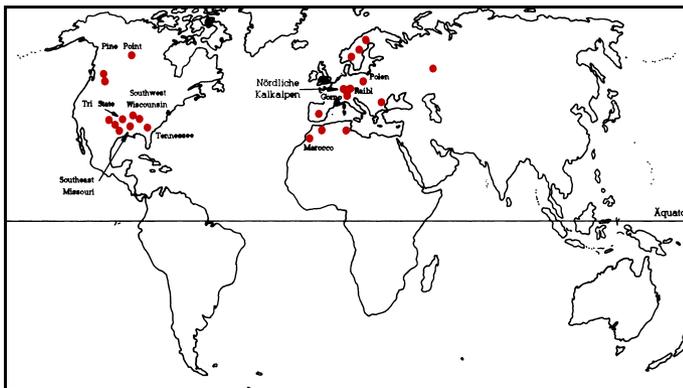


Abb. 43 Weltweites Vorkommen der bisher bekannten Lagerstätten des Mississippi-Tal-Typs.

In der Arbeit von COX & SINGER (1986) über Modelle von Minerallagerstätten ist die kompakteste Definition einer Lagerstätte des Typs Mississippi-Tal wiedergegeben:

„Beschreibendes Modell von Südost Missouri Blei-Zink (Modell 32a)

Schichtgebundene, an Karbonate gebundene Vorkommen von Galenit, Sphalerit und Chalkopyrit in Gesteinen mit primärer und sekundärer Porosität, häufig in Beziehung zu Riffen an paläotopographischen Höhenlagen. Gestein ist Dolomit, lokal erscheinen die Erzkörper in Sandsteinen, Konglomeraten oder kalkhaltigen Tonsteinen. Kalkarenite

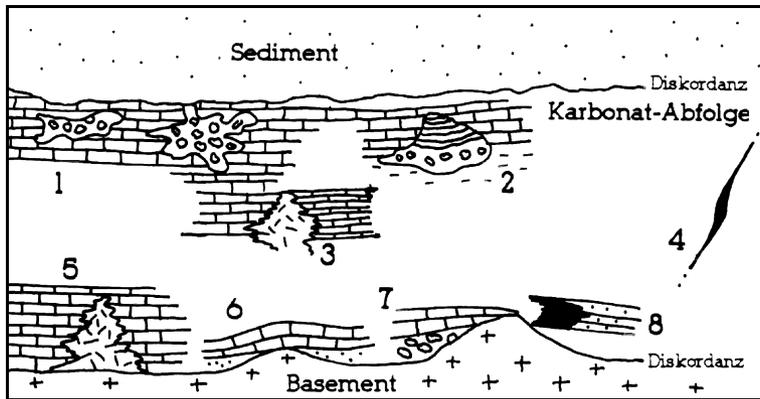


Abb. 44 Darstellung der verschiedenen geologischen Stellungen, in denen an Karbonate gebundene Blei-Zink-Lagerstätten des Typs Mississippi-Tal vorkommen (verändert nach SAWKINS 1984 und CALLAHAN 1967). 1: Lösungs-Einsturz-Breccie in Verbindung mit Karsterscheinungen an der Oberfläche; 2: Einsturzstrukturen; 3: Fazieswechsel mit und ohne Riff an der Grenze; 4: Weitungszonen an Störungen; 5: Riffkörper; 6: Kuppe mit Sandsteinauskeilung; 7: Hangschutt oder Auskeilen von Schichten; 8: Vorkommen in Tonsteinsfolgen.

stellen die häufigsten Gesteine dar. Tidalite, Stromatolitenriffe, Riffbreccien, Einsturzbreccien, Oolithe, Kreuzschichtung, Mikrite sind die Texturen.

Die Gemeinsamkeiten aller weltweiten Vorkommen des Typs Mississippi-Tal wurden bereits von COX & SINGER (s.o.) charakterisiert. Deren typischen Merkmale treffen auch für die der Westlichen Mieminger Berge zu. Besonders auffällig sind das Auftreten der Erze im Zusammenhang mit der Dolomitisierung, der Breccierung, den Hohraumfüllungen sowie dem nahen Sedimentbecken. Die Betrachtung sämtlicher europäischer Blei-Zink-Vorkommen des Typs Mississippi-Tal

ergibt außerdem eine große Flächenerstreckung, der eine geringe Teufenerstreckung gegenüber steht. Auch das schichtgebundene Auftreten der Erzhorizonte ist hinreichend bekannt.

Bekanntlich treten die Vorkommen des Westlichen Mieminger Gebirges in enger Verbindung mit Riffstrukturen und Beckenbildungen auf. Der Arbeit BECHSTÄDT & MOSTLERS (1976) zufolge waren die drei postulierten Riffe des Mieminger-Wettersteingebirges von mehr oder weniger großen Becken umgeben. Außerdem zeigen die Erzproben sehr häufig eine Breccierung sowie ein gemeinsames Vorkommen mit Störungen an. Sowohl im Oberbau-Stollen und Vorkommen Tajakopf Nord, als auch im Schachtkopf (HÄUSING 1898) finden sich Karsthohlräume, die durch Erze gefüllt waren. Bereits bei der Beschreibung der Einzelvorkommen wurde deutlich, wie eng die Beziehungen zwischen Dolomitisierung und dem Auftreten der Mineralisation sind.

Aus den vorliegenden Gemeinsamkeiten kann geschlossen werden, dass die Erzvorkommen im westlichen Mieminger Gebirge den Vorkommen des Typs Mississippi-Tal zuzuordnen sind, worauf schon JICHA (1951) hinwies, der die Lagerstätten Bleiberg, Mieß (Mežica) und Raibl (Cave di Predil) vergleichend bearbeitete. Daher können Erkenntnisse, die dort gewonnen wurden, jederzeit auf die hiesigen Vorkommen übertragen werden, oder wie OHLE (1959) feststellt:

„Die Hinweise auf eine Verwandtschaft aller Erzlagerstätten des Typus‘ Mississippi-Tal sind so zahlreich und drängend, dass mit großer Sicherheit von einem grundsätzlich gleichen Entstehungsmodell ausgegangen werden kann“.

Art	2 Phasen (wässrige Lösung und Gasblase)
Dichte	immer 1,0 g/cm ³
Salinität	15...30 % Massenanteil NaCl äquivalent
Gelöste Salze	Hauptsächlich Ca- und Na-Chloride
T_h	Mittelwerte bei 100...150 C°
p_{Ac}	<< 1000 bar
Tochterminerale	selten
Organische Bestandteile	oft, in Form von Gasen oder Bitumen
Sieden	nie

T_h : Temperatur der Homogenisierung; p_{Ac} : Außendruck bei der Entstehung

Tab. 6 Merkmale von Flüssigkeitseinschlüssen aus Lagerstätten des Typs Mississippi-Tal und Kupferporphyr (Porphyry Copper; Verändert nach KLEMD 1988, Tab. 1).

Vorkommen des Typs Mississippi-Tal lange Zeit die Hypothese einer zeitgleichen Entstehung mit der Ablagerung der Karbonate (syngenetisch) gemäß TAUPITZ und SCHNEIDER.

Erste Überlegungen, die Quelle der erzreichen Lösungen nicht magmatogen abzuleiten, sondern sie auf rein sedimentogene Vorgänge zurückzuführen, stammen von WHITE (1958). Sein Modell wies bereits die wesentlichsten Punkte auf, die auch heute noch für die Entstehung der Lagerstätten des Typs Mississippi-Tal herangezogen werden.

KLEMD (1988) fasst die derzeit gültigen, zuletzt vor allem durch Studien an Flüssigkeitseinschlüssen bestätigten Ansichten zusammen (Tab. 6). Aufgrund der bestehenden Ähnlichkeiten zwischen „Flüssigkeiten von Ölfeldern und den Porenwässern von Sedimenten ... wird angenommen, dass es sich bei den Erzlösungen der MVT-Lagerstätten um erhitze modifizierte Beckenwässer (evolved connate) handelt Diese hochsalinaren Flüssigkeiten wanderten aus den Becken entlang von tektonischen Schwächezonen und nahmen durch die Wechselwirkung von Wasser und Gestein Metalle und Schwefel auf“ (KLEMD 1988).

Obgleich in Hinblick auf die „Salinartheorie“ noch nicht alle Fragen ausreichend geklärt sind, lieferten CATHLES & SMITH (1983), BETHKE (1986) und RAMBOZ & CHAREF (1988) Ergebnisse, mit denen sich alle in den Vorkommen des Typs Mississippi-Tal zu beobachtenden Merkmale klären lassen.

Grundlegende Vorausbedingungen zur Entstehung einer Lagerstätte des Typs Mississippi-Tal sind große, flachmarine Becken, an deren Rändern es bei der Diagenese zur Entstehung von Lagerstätten kommt. Des weiteren müssen tektonische Schwächezonen vorhanden sein, an denen die bei der Diagenese entstehenden erzreichen Salinare in die Speichergesteine eindringen können. Diese müssen eine gewisse Anfangsporosität aufweisen, damit im Gestein eine Fortbewegung der Lösungen stattfinden kann. Die Dolomitisierung schafft hinter der Dolomitisierungsfront neue Porosität, so dass weitere Lösungen nachdringen können. Durch die Reaktionen, die eine Dolomitisierung verursachen, kommt es zur Erhitzung des Gesteins, so dass sich die Temperaturen der Flüssigkeitseinschlüsse erklären (GUNATILAKA 1987)

Im Pine Point Gebiet (USA) trafen in den 60er Jahren Wasserbohrungen auf heiße (325 °C), sole- (30 %)- und erzreiche Thermen (SKINNER et al. 1967). Im Laufe der Zeit bildeten sich im Bohrge-

3.3.2 Entstehung durch erzreiche Salinare

Bereits mehrfach wurde angedeutet, dass es für die Entstehung der Blei-Zink-Lagerstätten des Typs Mississippi-Tal verschiedene Theorien gibt, die heute mehr oder weniger starke Akzeptanz erfahren. Während die Entstehung der amerikanischen Lagerstätten des Typs Mississippi-Tal im Zusammenhang mit erzangereicherte Salinarlösungen gesehen wird, galt für die alpinen

stänge geschichtete, sedimentäre Erze. Analysen bestätigten die Vermutung, dass diese Schichtung durch den Gehalt verschiedener Schwermetallverbindungen hervorgerufen wird. Dies bedeutet, dass noch heute Thermen vorhanden sind, die hochsalinare, lagerstättenbildende Erzlösungen fördern. Die Autoren bemerken dazu: „Das Volmen des geothermalen Solefeldes ist scheinbar so groß, dass sogar dieser kleine Teil eine große Lagerstätte bilden würde“. Die Quelle dieser Thermen wird jeweils in nahegelegenen (bis zu 200 km) Sedimentbecken vermutet, aus denen die Metalle herausgelöst werden. Innerhalb der drei Monate dauernden Pumpversuche wurden in den Rohren 5—8 t Erz abgelagert, die bei Temperaturen von 130—220 °C entstanden. Der Metallgehalt betrug 25 % Kupfer, 5 % Eisen, 3 % Silber und 0,012 % Blei. In den geschichteten Erzen wurden Digenit, Bornit, Stromeyerit, Arsenopyrit, Tetraedrit, Chalkopyrit und Pyrit nachgewiesen, also Minerale, die auch in Lagerstätten des Mississippi-Tals vorkommen. Durch diese Daten werden die theoretisch errechneten Modelle zu deren Entstehung bestätigt.

Geologische Verhältnisse



4 Geologische Verhältnisse

4.1 Geomorphologie der Mieminger Hochfläche

Die Morphologie (Oberflächenform) der westlichen Mieminger Berge wird durch Süd—Nord verlaufende Kare bestimmt, deren Anlage auf voreiszeitliche Täler zurückzuführen ist. Dabei mögen die steilstehende Störungen für die Eintiefung der Gebirgsbäche die bedeutendste Rolle gespielt haben. Sowohl das Drachen- als auch das Schwärzkar sind zum überwiegenden Teil von eiszeitlichen Ablagerungen bedeckt, die vor allem im Schwärzkar verfolgbare, sichelförmige Moränenwälle aufbauen.

Durch die erosive Tätigkeit der Lokalgletscher wurden die Kare an ihren Enden übertieft, was im Drachenkar zur Bildung des Drachensees führte. Eine Eintiefung im Schwärzkar ist wegen des Fehlens einer Felsbarriere nicht mit Wasser gefüllt. Die heute sichtbaren Tröge sind sicherlich schon vor dem Beginn der Eiszeiten angelegt worden, was die massive Felsbarriere, auf der die Coburger Hütte steht, beweist. Wenn der Lokalgletscher im Drachenkar die Mulde des Drachensees ausräumen konnte, warum sollte er dann nicht auch in der Lage gewesen sein, die Felsbarriere einzuebnen?

Die Gliederung der Gipfelkämme wird durch Störungen auf der einen, durch leichter verwitterbare Gesteine auf der anderen Seite hervorgerufen. Abgesehen von der Grünsteinscharte sind die Nord-Süd Rinnen primär durch Störungen angelegt, die Ost-West Scharten (Hinteres Tajatörl, Vorderes Tajatörl, Hintere Drachenscharte, Vordere Drachenscharte, Schwärzscharte, Biberwierer Scharte) zusätzlich durch leichter verwitterbare Dolomitsteine der Reichenhaller Schichten.

Der Seebensee ist wie der Drachen- und Grünsteinsee ein eiszeitlich überprägter Felsbecken-see mit Tiefen um die 30 m. Am westlich des Seebensees gelegenen See kann die Entstehung eines eiszeitlichen Moränen- und Felsbecken-sees studiert werden, dessen Endstadium der Brendl-See im östlich anschließenden Brendlkar darstellt.

Eine weitere morphologische Form stellen die Dolinen dar, die auf dem Zunterkopfplateau (Abb. 45) und auf dem Weg von der Coburger Hütte zur Biberwierer Scharte (2000 m) erkennbar sind. Durchschnittlich weisen sie eine Tiefe von 2 m und einen Durchmesser zwischen 1 und 10 m auf. Besonders auffällig ist, dass die Dolinen nahe der Biberwierer Scharte in Ost—West-Richtung aufgereiht sind. Dies stimmt mit der



Abb. 45

Verkarsteter Alpiner Muschelkalk im hinteren Drachenkar. Gipfel im Hintergrund Grünstein.

Richtung der Aufschiebung B überein. Verkarstungserscheinungen finden sich auch an anderen Stellen (Abb. 46).

4.2 Petrographie und Stratigraphie

4.2.1 Begriffserläuterung

In der vorliegenden petrographischen Beschreibung taucht immer wieder der Begriff Dolomitstein auf. Dabei handelt es sich um die Übersetzung des Begriffs „dolostone“, der in der angelsächsischen Literatur für das Gestein Dolomit verwendet wird. In der deutschen Sprache gibt es keine Unterscheidungsmöglichkeit zwischen Dolomit als Mineral und Dolomit als Gestein. Aufgrund dessen wird in Anlehnung an das englische „dolostone“ und die allgemeine Namensgebung für Gesteine (Sandstein, Kalkstein, Tonstein) der Begriff Dolomitstein verwendet.

4.2.2 Quartär

4.2.2.1 Quartäre Lockergesteine

„Blutschnee“

Gelegentlich, so im Sommer 1988, liegt in einigen Höhenlagen eine Schneedecke, auf der eine Millimeter dünne, rote Schneesicht erkennbar ist. Dabei handelt es sich um „Blutschnee“, ein mit Saharasand vermischter Schnee. Der Sand wird durch Windtransport (Deflation) in großen Höhen über das Mittelmeer hinweg bis in den Alpenraum transportiert, was beim Zusammentreffen mit Schnee- oder Regenfall zu rotem Niederschlag führt.

Glaziale Ablagerungen (Eiszeitliche Ablagerungen)

Geradezu beispielhaft sind im Schwärzkar die Endmoränen verschiedener Gletscherrückzugsstadien sowie deren Seitenmoränen studierbar. Morphologisch treten diese als sichelförmig gebogene Wälle hervor, während die Grundmoränen von rezentem Schutt überdeckt sind. Im Schwärzkar bilden zwei große Moränenwälle die Umgrenzung von durch Gletscher übertieften Mulden. SENARCLENS-GRANCY (1935) hat für diese Moränen ein Daun-Egessen Alter bestimmt. Auch im Drachenkar gibt es Moränen des Daun Vorstoßes, wenngleich sie dort kaum morpho-



Abb. 46 Eiszeitlich gebildeter, von Moränen umgebener Trog. Im Vordergrund eine Doline. (Schwärzkar).



Abb. 47 Seebensee und Vorderer Tajakopf von der Sonnenspitze aus gesehen. Südlich des Sees, rechts und links des Fahrweges, Seeablagerungen. Vom Vorderen Tajatörl, im Bild rechts, ziehen alluviale Fächer und rezente Geröllhalden hinab.

Fluviatile Ablagerungen (Ablagerungen von Fließgerinnen)

Die Ablagerungen von Fließgerinnen treten gegenüber den eiszeitlichen flächenmäßig stark zurück, da die Entwässerung stets in mehr oder weniger tief eingeschnittenen, steilen Rinnen stattfindet. Dadurch wird die Bildung großer Schwämmflächen oder -fächer unterbunden. Die Ablagerungen bilden sich hauptsächlich dort, wo bei Regenfällen Bergbäche in die flacheren

logisch hervortreten. Die Mittelmoräne der Lokalgletscher aus dem Drachen- und Schwärzkar ist als langgestreckter Wall erkennbar, der westlich der Coburger Hütte hinabzieht. Alle diese Wälle sind von Pflanzen bewachsen, was auf Abb. 46 für den Fall des Schwärzkares sichtbar ist.

Wesentlich jünger sind die Moränenwälle im oberen Drachen- und Schwärzkar. Die obersten Moränen sind rezent, da ihnen ein Flechtenbewuchs (Landkartenflechte, Schildkrötenflechte) völlig fehlt. Am Weg von der Coburger Hütte zur Biberwierer Scharte befindet sich im Wettersteinkalk eine Stelle mit Gletscherschliff der eine Nordnordost-Richtung aufweist (Abb. 48). Dies entspricht auch dem Verlauf des Gletschertrogs im Schwärzkar.

Die Gesteine der End- und Randmoränen sind von unterschiedlichster Rundung und Korngröße. Im oberen Schwärzkar treten in der Moräne Blöcke mit mehreren Metern Durchmesser auf, während am Weg vom Seebensee zur Coburger Hütte eine Moräne mit viel toniger Grundmasse angeschnitten ist. Etwa 60 % des an der Oberfläche sichtbaren Moränenmaterials ist Muschelkalk, 30 % Wettersteinkalk und 10 % nicht bestimmbar. Die Größe der Komponenten ist nicht vom Ausgangsgestein abhängig.



Abb. 48 Wettersteinkalk mit Gletscherschliff in Richtung Nordnordost.

Hangbereiche eintreten. Da das Wasser dort jedoch sehr schnell im Hangschutt versickern, findet deren Ablagerung nur in eng begrenzten Bereichen statt.

Gegenüber den anderen quartären Ablagerungen zeichnen sich die Fließgerinneablagerungen dadurch aus, dass sie stets an den Enden von Rinnen oder in Bachläufen auftreten und eine Abnahme der Korngröße von oben nach unten aufweisen. Auffallend ist die gute Rundung der Kalkgerölle, obwohl die Transportweiten selten größer als 2000 m sind.

Da diese Ablagerungen bei starken Wasserführung nach Regenfällen einer Umlagerung unterliegen, ist der Pflanzenbewuchs gering ausgebildet.

Limnische Ablagerungen (Seeablagerungen)

Sowohl am Drachensee, als auch am Seebensee (Abb. 47) treten Seeablagerungen auf, die sich auf der einen Seite durch die flache Oberfläche, auf der anderen Seite durch ihren Pflanzenbewuchs von den umgebenden Festgesteinen bzw. quartären Lockerablagerungen unterscheiden. Südlich des Seebensees sind die Seeablagerungen durch den Bewuchs von Gelbem Enzian (*Gentiana lutea*), auf der Verflachung östlich der Coburger Hütte („Fußballplatz“) durch die Kohlkrautdistel (*Cirsium oleraceum*) gekennzeichnet.

Der „Fußballplatz“ ist ein völlig verlandeter See, der sich in einem Moränenwall bildete, dessen westliche Begrenzung später erodierte. Nach starken Regenfällen ist diese Verflachung etwa 5 cm hoch mit Wasser gefüllt, das innerhalb weniger Stunden unterirdisch zum Drachensee abläuft. Die Vertiefung ist einige Dezimeter hoch mit tonigem Kalkschlamm bedeckt, der durch einen vom Hinteren Tajatörl hinunterziehenden Bachlauf transportiert wird.

Ebenfalls eine Verlandung stellen die Ablagerungen am Süden des Seebensees dar, die nach Norden hin vorwachsen. Da der Seebensee heute keinen Zulauf mehr hat, kann man sich deren Bildung wie die am „Fußballplatz“ vorstellen. Die derzeitige Verlandung des Seebensees entsteht durch die natürliche Anreicherung mit Nährstoffen und dem damit verbundenen Vorwachsen einer Sumpfpflanzengemeinschaft.

Die Seeablagerungen südlich des Drachensees bilden sich ausschließlich durch Hochstände des Sees nach der Schnee- und Eisschmelze, sowie bei Regenfällen. Der Wasserspiegel liegt dann

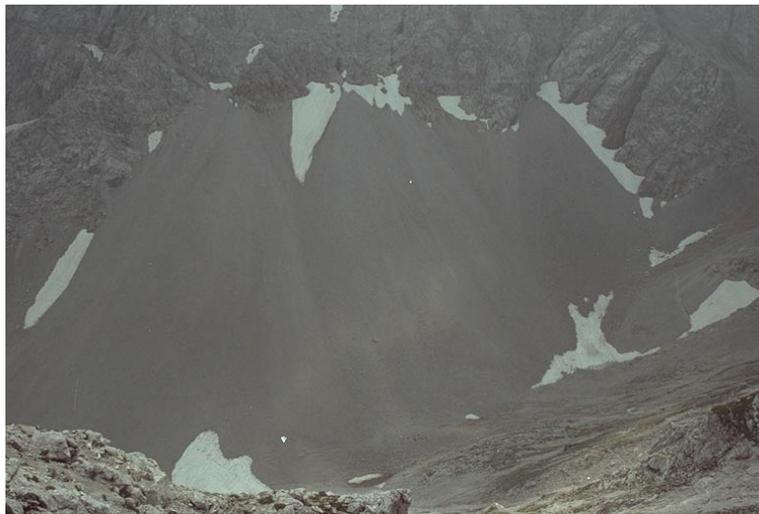


Abb. 49

Geröllhalden aus Wettersteinkalk im oberen Brendlkar, östlich des Hinteren Tajatörls. Die mittlere Breite der Geröllhalde beträgt 400 m.

über dem durchschnittlichen Wasserspiegel und sedimentiert die tonig-karbonatische Schwebfracht an dieser wenig steil nach Norden einfallenden Uferlinie. An dieser sind Seeablagerungen eng mit eiszeitlichen und fluviatilen verzahnt.

Gegenwärtige Schuttbildung, z.T. vegetationsbedeckt

Weite Bereiche der westlichen Mieminger Berge sind von Hangschutt und Pflanzenbewuchs bedeckt. Oftmals handelt es sich bei den pflanzenbewachsenen Teilen um ältere, inaktive Hangschuttmassen.

Im Gegensatz zu diesen inaktiven Schutthalden werden die Bergflanken von aktiven Schutthalden eingenommen, die sich noch in der Bildung befinden. Neben den bekannten Erosionsmechanismen lässt sich bei Gewittern beobachten, dass es beim Einschlagen von Blitzen zum Loslösen von Gestein kommt. Dabei kann das Loslösen sowohl an der Einschlagsstelle des Blitzes durch die plötzlich umgewandelte Energie, oder in einer größeren Entfernung davon durch die Druckwelle des Donners ausgelöst werden.

Die 40—50° geneigten Geröllhalden zeigen eine deutliche Schwerkraftsortierung. Vom Fuß einer Halde angefangen, nehmen die Größen der Gerölle nach oben hin stetig ab. Besonders schöne Schuttkegel bilden sich an den Nordhängen der Grießspitzen im obersten Brendlkar (Abb. 49) und am Ostabfall der Vorderen Tajascharte.

Auffallend an den Schuttbildungen ist, dass sich der Schutt des Alpenen Muschelkalks von dem des Wettersteinkalks durch den Bewuchs unterscheidet. Während der Wettersteinkalkschutt fast immer frei von Vegetation ist, findet auf dem Schutt des Alpenen Muschelkalks ein Bewuchs durch verschiedenste Pflanzenarten statt, darunter das seltene, geschützte Schwarze Kohlröschen (*Nigritella nigra*, ‚Braunelle‘), verschiedene Nelkenarten und im Schutz von Rinnen die ebenfalls unter Naturschutz stehende Türkenbund-Lilie (*Lilium martagon*) oder seltenere Enzianarten (z.B. *Gentiana asclepiadea*). Der Grund dafür liegt in der Zusammensetzung der Kalke. Die Gesteine des Alpenen Muschelkalks sind kein reiner Kalkstein, wie der Wettersteinkalk, sondern beinhalten stets Beimengungen von organischen Bestandteilen und anderen Verunreinigungen, die den Pflanzen eine leichtere Ansiedlung ermöglichen.

Kriechender Hangschutt

Eine interessante Oberflächenform tritt in der Mulde zwischen dem Hügel nordöstlich des Drachensees und dem Westfuß des Hinteren Tajakopfs auf. Dort sind leicht gekrümmte, etwa 1 m hohe, mehrere Zehnermeter lange Wälle vorhanden, die gelegentlich aufhören und neu beginnen. Deren konvexer Teil zeigt stets zum Hang hin, ist also morphologisch zu den Endmoränen, für die sie im ersten Moment gehalten werden könnte, genau umgekehrt. Wie auf Abb. 50 zu erkennen ist, sind die oberen Gesteinseinheiten gemeinsam mit der Vegetationsdecke zusammengesoben. Im linken Bildbereich ist der entblößte, teilweise wieder vegetationsbedeckte Untergrund sichtbar.

4.2.2.2 Festgesteine des Quartär („Breccie am Drachensee“)

Einziges Auftreten eines quartären Festgesteins ist eine Breccie am Ostufer des Drachensees („Breccie am Drachensee“). Die von der Breccie eingenommene Fläche umfasst etwa 40—50 m². Das Anstehende ist zum Großteil von jungen Ablagerungen der Fließgerinne überdeckt, so dass die Breccie nur an einem kleinen Abbruch nahe des Seeufers aufgeschlossen ist. Dort liegen einzelne bis zu 1 * 1 m große Blöcke der Breccie herum.



Abb. 50 Kriechender Hangschutt östlich der Coburger Hütte. Größenvergleich: Schafe im linken Bildbereich.

Die schlecht gerundeten Komponenten der Breccie am Drachensee bestehen aus hellgrauem Alpen Muschelkalk (75 %), ebenfalls hellgrauem Wettersteinkalk (14 %), dunkelbraungrauem Kalkstein der Reichenhall Schichten (7 %), sowie einigen unklassifizierbaren Fragmenten (4 %) die durch Karbonatausscheidungen (Kalksinter) fest miteinander verbacken sind. Im Durchschnitt sind die Komponenten 10 cm groß, bei Minimal- und Maximalwerten von 1 cm sowie 50 cm. Nur gelegentlich ist ein toniges Bindemittel vorhanden, in das feinere Partikel eingeschlossen sind und welches auf Verwitterung des Kalksinters zurückzuführen ist. Aufgrund dieser Hinweise lässt sich auf eine geringe Transportweite der Klasten schließen. Durch die systematische Auswertung der Gestalt von 31 Komponenten der Breccie am Drachensee ergibt sich, dass die meisten Komponenten flachkugelig im Sinne von ZINGG (1935) sind.

Die Entstehung der Breccie ist durch das Ausfällen von in Wasser gelöstem Karbonat zu erklären. Bei der Quelle des 50 m oberhalb entspringenden Rinnsales, das sich nach Regenfällen zum Sturzbach weiten kann, findet das Ausscheiden von Kalksinter statt, der dort liegende kleinere Gerölle miteinander verbindet. Der unterirdisch weiterfließende Teil der Quelle, der noch keinen Kalkstein ausscheiden konnte, kommt in dem locker gelagerten Geröll unterhalb der Quelle mit Luft sowie Organismen in Kontakt, wodurch es zu Eh- und pH-Änderungen kommt. Diese führen schließlich dazu, dass der chemisch im Wasser gelöste Kalk ausfällt und kristallisiert.

Da die Breccie von einer 1—5 m mächtigen, unverfestigten Geröllschicht bedeckt ist, kann davon ausgegangen werden, dass die Bildung der Breccie heute nicht mehr stattfindet. Das oben beschriebene Verbacken von Komponenten führt jedoch nicht zur Breccienbildung, da die Wasserenergie die neu gebildeten Kalksinter-Geröllaggregate fort transportiert und somit wieder zerstört.

Schichtfolge der Alpenen Trias im Mieminger Gebirge		
Rhät	Servat	Oberrhätkalk
		Kössener Schichten
Nor	Alaun	Plattenkalk
	Lac	Hauptdolomit
Karn	Tuval	Raibler Schichten
	Jul	
	Cordevol	
Ladin	Langobard	Partnach Schichten
	Fassan	
Anis	Ilyr	Alpiner Muschelkalk
	Pelson	
	Hydasp	
Skyth	Campil Seis	Buntsandstein

Tab. 7 Die Schichtenfolge der Alpenen Trias im Mieminger Gebirge. Grenzziehung entsprechend der stratigraphischen Tabelle PLOCHINGERS (1980) und dem Fazieschema von BECHSTÄDT & MOSTLERS (1976).

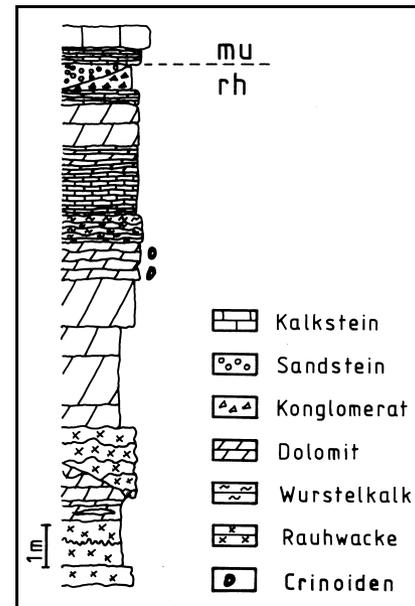


Abb. 51 Detailprofil der Grenze Reichenhaller Schichten-Alpiner Muschelkalk an der Westseite des Vorderen Tajatörls. Deutlich erkennbar ist, wie sich das Milieu des Alpenen Muschelkalks bereits am Top der Reichenhaller Schichten bemerkbar macht.

4.2.3 Alpine Trias

4.2.3.1 Einleitende Bemerkungen

Neben quartären Gesteinen kommen ausschließlich Gesteine des nordtirolisch-bayerischen Faziesraumes der Hauptdolomitfazies der Alpenen Trias vor. Eine vereinfachte Gliederung des Faziesraumes gibt die Tab. 7 wieder.

In der Alpenen Trias gibt es Namen, die einerseits lithologische Einheiten, andererseits paläontologische Einheiten bezeichnen. Besonders im Anis und Ladin gibt es Probleme, da zum Beispiel der Wettersteinkalk sowohl eine Gesteinseinheit, als auch eine stratigraphische Einheit darstellt. Auch die Grenzen lithologischer und fazieller Einheiten sind nicht immer gleichzusetzen. Die Raibler Schichten, früher dem Karn gleichgestellt, beginnen zum Beispiel erst im mittleren Cordevol, der Alpine Muschelkalk hat seine Basis zwischen Ilyr und Fassan – kann aber auch völlig fehlen.

4.2.3.2 Reichenhaller Schichten (Hydasp – mittleres Pelson) MOJSISOVICS 1869, AMPFERER & HAMMER 1898

Die Reichenhaller Schichten sind eine bunt gemischte Abfolge von Dolomitsteinen, zum Teil gebankten Kalken und Rauwacken sowie einer Sand- und Konglomeratpartie (Abb. 54) als Abschluß des Hangenden („Top“). Nirgends im westlichen Mieminger-Gebirge ist die Basis der Reichenhaller Schichten aufgeschlossen, da sie ausschließlich an Störungen gebunden vorkommen, wie zum Beispiel an der Biberwierer Scharte, dem Vorderen Tajatörl oder der Grünsteinscharte (Abb. 55). Im Top hingegen gehen die Schichten stets ungestört in den Alpenen Muschelkalk über (Abb.

51). Insgesamt scheint die Mächtigkeit der vollständigen Abfolge im westlichen Mieminger-Gebirge nicht viel größer als 200 m zu sein.

Dunkelgraue bis dunkelbraune, seltener ockerfarbene Verwitterung ist kennzeichnend für die im frischen Zustand bräunlich- bis dunkelgrauen Kalke der Reichenhaller Schichten. Beim Anschlagen macht sich immer ein bituminöser Geruch bemerkbar. Die Kalke werden von Calcitadern durchzogen (Abb. 52) die sich mitunter zu Zentimeter großen Hohlräumen mit Kristallen weiten. Die Schichtmächtigkeiten, soweit Schichtung vorhanden ist, bewegen sich im Dezimeterbereich. Im allgemeinen weisen die Kalke einen geringen Dolomitgehalt auf. Zum einen treten klastische, gleichkörnige Mudstones auf, deren Risse (0,1—0,2 mm) von Spatit ausgefüllt sind, zum anderen mikritische Biogen-Klastite, deren Hohlräume zwischen den Biogen-Klasten mit Zement B gefüllt sind.

Etwa gleich häufig wie die Kalke sind die dolomitreichen Rauwacken. Durch die Verwitterung kommt es zur Ausbildung bizarrer, zackiger Formen mit vielen Löchern und Höhlungen. Ein gutes Beispiel dafür bilden die Felszacken nordwestlich des Hinteren Tajatörls (Abb. 74). Die Rauwacken verwittern gelblichgrau und haben frisch eine ockergelbe bis hellgraue Farbe.

Weniger oft kommen reine Dolomitsteine vor, wie sie im Profil der Abb. 51 zu erkennen sind. Sie haben im frischen Zustand eine braungraue Farbe und verwittern ockergelb. Gelegentlich kann, wie an der Biberwierer Scharte, Feinrhythmierung beobachtet werden.

Die 20—100 cm mächtige Sandsteinlinse am Vorderen Tajatörl besteht aus einem gut geschichteten, rostbraun-grauen, orangen und ockerfarbenen, schluffigen bis feinsandigen Kalksandstein, der gelegentlich größere Fremdkomponenten aus Dolomitstein oder Kalkstein enthält. Die Schichtung wird teilweise durch Limonitlagen nachgezeichnet. Neben dem Limonit konnte Lepidokrokit in plattigen, durchscheinenden Aggregaten und Goethit in skelettartigen Formen beobachtet werden. Eine Sandsteinlinse ist westlich der Grünsteinscharte aufgeschlossen. Die Farbe des pyritreichen Sandsteines ist blaugrau mit gelbbrauner Verwitterungsfarbe (Abb. 53).

Das Profil auf Abb. 51 zeigt, wie sich das Milieu des Alpen Muschelkalks bereits in den obersten Metern der Reichenhaller Schichten andeutet. In jedem Fall wird die Obergrenze der Reichenhaller Schichten durch eine klastische Serie gebildet, die entweder aus Kalksandstein (Hinteres Tajatörl, Grünsteinscharte) oder einem bis zu 10 m mächtigen Konglomerat (Biberwierer Scharte) besteht. Das Konglomerat an der Biberwierer Scharte weist



Abb. 52 Bituminöser, tektonisch beanspruchter Mudstone mit Lösungssutur. Die Risse sind in der späten Bildungsphase mit Calcit gefüllt. Maßstab: 5 cm.

ein toniges Bindemittel auf, welches die 0,5—20 cm großen, schlecht gerundeten Komponenten miteinander verbindet. Gradierte Schichtung bildet eine Bankung aus, die zwischen 10 cm und 2 m mächtig ist. Die Komponenten bestehen aus Kalken und Dolomitsteinen des Hangenden.

An Versteinerungen können in den Reichenhaller Schichten Seelilienstilglieder gefunden werden. Fünf Meter unter der Grenze der Reichenhaller Schichten zum Alpenen Muschelkalk treten zudem die ersten, jeweils 10 cm mächtigen Schichten mit dem Spurenfossil *Rhizokorallium* auf.

4.2.3.3 Alpiner Muschelkalk (mittleres Pelson – mittleres Langobard) HAUER 1850, HABER 1934

Über die Namensgebung des Alpenen Muschelkalks wurde in der Vergangenheit viel diskutiert, da seine Umgrenzung wegen der Verschiedenheit seiner Schichtglieder nicht überall einfach vorzunehmen ist. Andere Gründe lagen darin, dass es bereits in der Germanischen Trias einen Muschelkalk gibt, der mit dem der Alpen zwar Gemeinsamkeiten hat, sich aber dennoch von ihm unterscheidet. Es gab sogar Bestrebungen, den Namen Muschelkalk in den Alpen völlig zu streichen. MILLER (1965) schlägt hingegen vor, das Problem durch die Einführung des Namens „Anisische Riff-Knollenkalk-Serie“ zu umgehen, was sich jedoch nicht durchsetzte, da der Alpine Muschelkalk weder auf das Anis beschränkt ist, noch eine Riffbildung darstellt. Über das Für und Wider der Namensgebung haben BECHSTÄDT & MOSTLER (1974) ausführlich diskutiert.



Abb. 53 Gebankte und gefaltete Kalksandsteinlinse westlich des Hinteren Tajatörls in den obersten Reichenhaller Schichten.

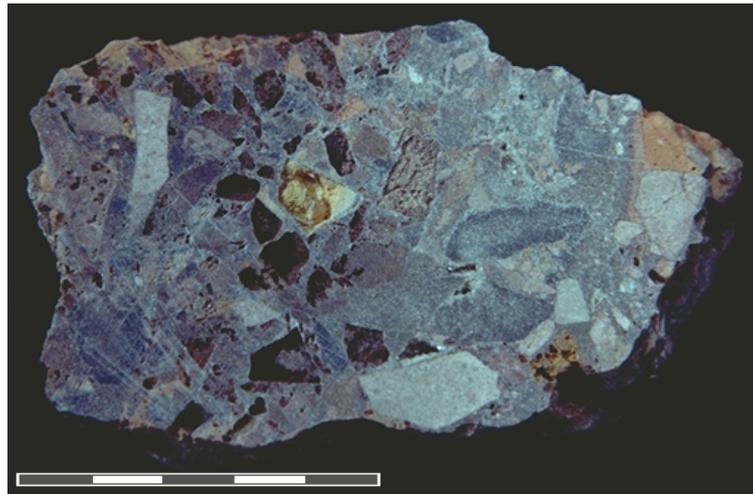


Abb. 54 Konglomerat von der Grießspitzen Nordwand mit rötlichen Dolomitsteinen, roten Sandsteinen, dunkelgrauem Mudstone und schwarzen Tonsteinen. Maßstab: 5 cm.

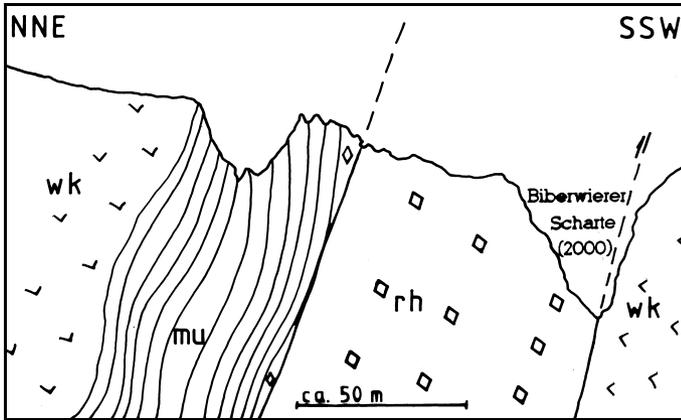


Abb. 55 Schuppe aus Reichenhaller Schichten nordnordöstlich der südvergente Aufschiebung ‚B‘. wk: Wettersteinkalk; mu: Alpiner Muschelkalk; rh: Reichenhaller Schichten; ▽: Bankung im Wettersteinkalk.

Der Alpine Muschelkalk weist in den Westlichen Miesinger Bergen eine deutliche Dreiteilung auf. Dabei beginnt über der klastischen Serie der Reichenhaller Schichten die Basis des Alpiner Muschelkalks, das Top hingegen am Beginn der grobgebankten, massigeren Kalkfolge (Abb. 58) des Wettersteinkalk oder der Partnach Schichten. Insgesamt beträgt die Mächtigkeit zwischen 120 m am Nordgrat der Grießspitzen und 160 m im Oberen Schwärzkar.

Unterer Alpiner Muschelkalk

Die Flaser- und Wurstelkalke des Unteren Alpiner Muschelkalks haben Mächtigkeiten zwischen wenigen Zentimetern und einem Dezimeter. Ihre Schichtoberflächen sind uneben gewellt, und von ungeordnet verlaufenden, 1–2 cm breiten Wülsten überzogen. Diese wurden von sedimentwühlenden Organismen geschaffen (*Rhizokorallium*). Die typische Schichtunterseite eine der Wurstelbänke zeigt Abb. 56. Neben der welligen Unterseite sind Spuren von Sedimentwühlern und ein Armfüßler



Abb. 56 Schichtunterseite im unteren Alpiner Muschelkalk mit Versteinerungen (s. Pfeil).

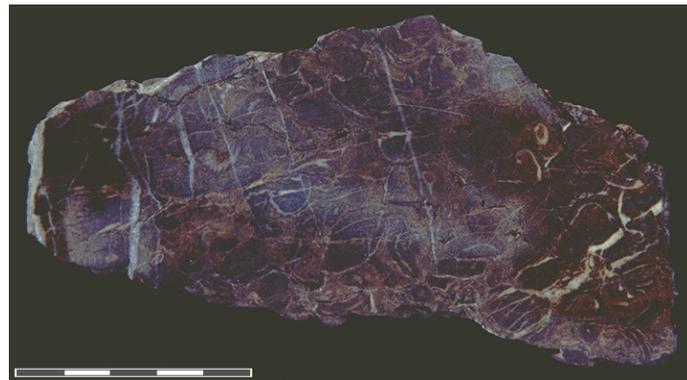


Abb. 57 Oncoide Rudstone aus umkrusteten Zweischalern des oberen Alpiner Muschelkalks. Maßstab: 5 cm.

(Brachiopode) oberhalb der Bildmitte zu erkennen.

Die untere, bituminöse Gesteinseinheit ist dunkelgrau bis braun und verwittert ockergelb bis hellgrau. Oft tritt Feinschichtung hinzu, die durch versteinerte Bakterien-Algen-Rasen (Stromatolith) hervorgerufen wird. Dolomitisierung ist, wie im oberen Drachenkar, ebenfalls recht häufig. Dort ist eine etwa 5 * 10 m große, hellbraun verwitternde Dolomitsteinlinse vorhanden, die Breccierung aufweist. Die meist zentimetermächtigen Bänke der Flaser- und Wurstelkalke weisen gelegentlich Kleinfalten auf, deren Wellenlängen und Amplituden ebenfalls im Zentimeterbereich liegen.

Mittlerer Alpiner Muschelkalk

Der mittlere Alpine Muschelkalk ist dicker gebankt, als die beiden anderen Einheiten, wobei Mächtigkeiten von mehreren Dezimetern bis Metern und insgesamt massigere Bereiche auftreten. Seine Farbe ist hellgrau bis braungrau mit hellen Verwitterungsfarben. Dolomitisierung, die mitunter parallel der Schichtung verläuft, ist im gesamten mittleren Alpen Muschelkalk vorhanden. Im Handstück ist es meistens nicht möglich, die Gesteine des Mittleren Alpen Muschelkalk von denen des Wettersteinkalk zu unterscheiden, da ihre Ausbildung sehr ähnlich ist. Erst der stratigraphische Zusammenhang im Gelände macht eine Zuordnung eindeutig möglich.

Gelegentliche Hohlräume enthalten Calcit und Dolomit in zentimetergrossen, zum Teil rosafarbenen Kristallen. Im Oberen Drachen- und Schwärzkar konnten gut ausgebildete, bis zu 1 cm lange, neu gebildete Rauchquarzkristalle gefunden werden, die mitunter Zonarbau aufweisen und aus dem Kalkstein herauswittern. Die Kristalle sind lagenweise angeordnet, ohne jedoch parallel der Schichtung zu verlaufen.

Im wesentlichen stellt das Gestein einen bioklastischer Rud-/Grainstone dar, dessen Palette von Versteinerungen weitgehend mit dem des Oberen Alpen Muschelkalks identisch ist. Herausgewitterte Seelilienstilglieder und kleine, bis 7 mm große Brachiopoden (*Rhynchionella sp.*) sind am Nordgrat der Östlichen Griezspitze, wenig südlich des Hinteren Tajatörls, vorhanden

Trockenrisse in einem Geröllstück nordwestlich des Drachensees weisen auf ein zeitweiliges Trockenfallen im unteren Alpen Muschelkalk hin.

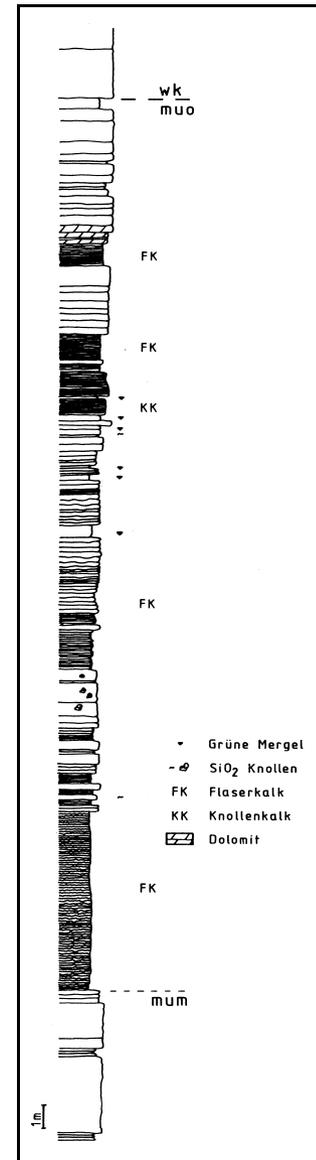


Abb. 58 Profil des Oberen Alpen Muschelkalks im oberen Drachenkar. wk: Wettersteinkalk; muo: Oberer Alpiner Muschelkalk; mum: Unterer Alpiner Muschelkalk.

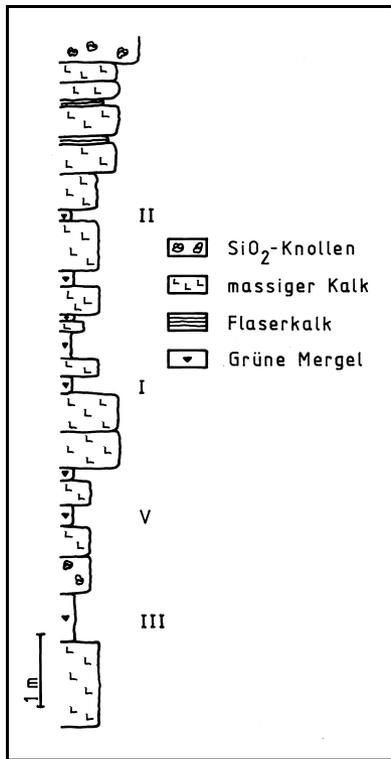


Abb. 59 Profil im oberen Alpenen Muschelkalk der Westrinne zum Vorderen Tajakopf. I, II, III, V: Grüne Mergel des jeweiligen Typs.

bildung auf das Überangebot an Kieselsäure im Meerwasser aufgrund des Vulkanismus zurückzuführen. Dies würde dann das gemeinsame Vorkommen von Grünen Mergeln und Knollenkalk erklären.

Durch die Faltung der Knollenkalke kommt es besonders an der Grünsteinscharte oder der Biberwierer Scharte (2000 m) zur wurstförmigen Zerstückelung (Boudinage) des Gesteins. Die einzelnen Gesteinskörper haben im Querschnitt eine Länge von etwa 30 cm und eine Breite von 10 cm. An der Hinteren Drachenscharte findet sich Kleinfaltung mit Amplituden und Wellenlängen im Meterbereich.

Oberer Alpiner Muschelkalk (Reiflinger Knollen- und Bankkalke)

Die durch ihre Kieselknollenführung gekennzeichneten Knollenkalke (Reiflinger Knollenkalk) verwittern ocker bis dunkelgrau und sind im frischen Zustand dunkelgrau (Abb. 57). Auf den im Zentimeter- bis Dezimeterbereich gebankten Schichtoberflächen findet sich häufig ein hellgrüner, tonig-mergeliger Überzug, der den Grünen Mergeln ähnlich sieht. Ursache für die uneben-wellige Oberfläche der Knollenkalke sind die schwarzen bis dunkelbraunen, gelblichweiß verwitternden, von Rissen durchzogenen Kieselknollen, die meist eine Größe zwischen 5 und 10 cm haben. In der Griesßpitzen Nordwand gibt es einen wenige Zehnermeter mächtigen Streifen deutlich rot gefärbter Knollenkalke.

Über die Herkunft der Kieselknollen wurden bereits umfangreiche Diskussionen geführt (ULRICH 1960), deren Ergebnis im wesentlichen darin besteht, dass keine allgemeingültige Theorie aufgestellt werden kann. Vielmehr muss von Fall zu Fall geklärt werden, was die Hornsteinbildung verursachte. Wenn davon ausgegangen wird, dass es sich bei den Grünen Mergeln um Tuffe handelt, ist



Abb. 60 Einschaltung Grüner Mergel im Oberen Alpenen Muschelkalk der Westrinne des Vorderen Tajakopfs. Liegendes: rechts. Bildbreite: 22 cm.

In die Kalke des oberen Alpenin Muschelkalk sind häufig Grüne Mergel eingeschaltet (Abb. 59, Abb. 60), die als Tuffe oder Tuffite gedeutet werden. Ihre Mächtigkeit schwankt zwischen einem Zentimeter und 20 Dezimetern. Die Schichtung in den Grünen Mergeln, die oft durch unterschiedliche Typen gebildet wird, ist besonders gut in der Nordwand der Griespitzen zu sehen.

An etlichen Stellen in der Rinne, die zum Vorderen Tajakopf hinaufzieht, sind die Grünen Mergel in die Kalke eingefaltet. Dort kommt auch eine 20 cm mächtige Kalkmergel-Grüne Mergel Bank vor (Abb. 60). Eine Einschaltung Grüner Mergel gleichen Aussehens und Mächtigkeit, die sich mit dem der obigen Rinne parallelisieren lässt, befindet sich nordnordöstlich der Biberwierer Scharte.

Neben diesen Grünen Mergeln kommen vereinzelt ockerfarbene und gelbliche Mergel vor, wie dies zum Beispiel südlich des Hinteren Tajatörl der Fall ist.

4.2.3.4 Partnachschichten (oberes Ilyr – mittleres Cordevol) GÜMBEL 1858

Der Aufschluss Schwärze südwestlich des Wamperten Schrofen ist der größte Aufschluss von Partnachschichten im Westlichen Mieminger Gebirge (Abb. 61, BECKE 1980). Weitere Vorkommen wurden während des Bergbaues im Inneren des Schachtkopf abgeschlossen.

Neben diesem Auftreten von Partnachschichten existieren weitere jeweils 10–100 m² große Vorkommen.

Zum einen handelt es sich dabei um das Vorkommen östlich der Coburger Hütte, welches auch BECKE (1980) erwähnt, zum anderen um kleinere Stellen am Nordabhang des Schartenkopfs, wo sie sich jeweils an Störungen versetzt aneinander reihen (Abb. 62).

Aus dem Faziesschema (Tab. 7) geht hervor, dass die Beckenbildung der Partnachschichten neben der Riffentwicklung des Wettersteinkalks vorkommt. Sie können sich also gegenseitig ersetzen. Das Profil Abb. 58 zeigt, wie der Alpine Muschelkalk direkt in die dickgebankten unteren Einheiten des Wettersteinkalk übergeht.

Partnachkalke

Die Partnachkalke kommen in drei verschiedenen Ausbildungen vor. Zum einen als 1–2 m mächtige Bankkalke, welche zum Beispiel beim Vorkommen Schwärze die Partnachmergel voneinander



Abb. 61 Das Vorkommen „Schwärze“ südwestlich des Wamperten Schrofen von Westen aus gesehen. Deutlich erkennt man die dunklen, durch Kalke voneinander getrennten Partnach-Bankkalke. Im Vordergrund Ablagerungen eines Fließgerinnes.

der trennen, zum anderen als Kalkknollen und schließlich als 5 cm mächtige Lagen in den Mergeln. Die mächtigeren Bankkalke können die Partnachmergel vollständig vertreten. Der Übergang von Mergeln in Kalke und das Auskeilen der Partnach-Bankkalke in Wettersteinkalk kann bei der Lokalität Schwärze beobachtet werden.

Beide Kalke verwittern ockerfarben oder hellgrau wobei ihre Verwitterungsrinde nicht dicker als einen halben Zentimeter ist. Im frischen, muschelartigen Bruch sind sie bläulichschwarz bis schwarzgrau und weisen eine große Härte auf. Während in den Partnach-Bankkalken Mikro- und Makrofossilien vorkommen, sind die Knollenkalke stets fossilfrei. Die Bankkalke sind außerdem von Calcit-Klüften durchzogen, die maximal 5 mm dick werden.

Ein völlig anderes Gestein sind die Kalkknollen in den Mergeln. Sie stellen reine Mudstones mit einem Komponentenanteil (Rindenkörper) $< 1\%$ dar. Die organische Substanz wird größtenteils von Erz (Eisenoxide) ersetzt, das sowohl diffus als auch in Haufen angesammelt auftritt. Insgesamt nimmt die Feinschichtung geringere Abstände ein (0,06 mm) und ist gleichmäßiger als in den Partnach-Bankkalken.

Partnachmergel

Im frischen Zustand haben die Mergel dunkel-schwarzgraue Farbe mit einem Stich ins bläuliche. Sie verwittern ockerfarben, seltener dunkelbraun, wobei die ausgehärteten Mergel polygonal auseinanderbrechen. Während die Partnachmergel am Vorkommen Schwärze in griffelartige, bis zu 3 cm lange Stücke zerfallen, ist dies bei den kleineren Vorkommen an der Biberwierer Scharte (Abb. 62) und südöstlich der Coburger Hütte nicht der Fall, da die Mergel dort weich sind. Sie führen neben den Kalkknollen auch Linsen mit härteren Tonen. Dies hat bei tektonischer Beanspruchung die Folge, dass die weichen Mergel plastisch gefaltet sind, während die härteren Mergel Staffelbruch aufweisen, der zusätzlich durch gelegentlich eingelagerte Schichtkalke nachgezeichnet wird.

Die Mächtigkeit der tektonisch angeschuppten Mergel an der Biberwierer Scharte beträgt 1–4 m. Sie überlagern stets einen hellgrauen bis weißen Kalkstein und sind selbst wiederum von 1–2 m mächtigem Geröll überlagert. Die Mächtigkeit der fünf durch Kalksteinbänke voneinander getrennten Mergelpakete in der Schwärze schwankt zwischen 10 und 12 m.



Abb. 62 Partnachmergel. Die weißen Gerölle sind Wettersteinkalk.

4.2.3.5 Wettersteinkalk (oberes Ilyr – mittleres Cordevol) GÜMBEL 1861

Beschreibung der Gesteinseinheiten

Der Hauptgipfelbildner, der Wettersteinkalk, nimmt flächenmäßig den größten Raum ein (Tab. 8). Seine Mächtigkeit beträgt am Wamperten Schrofen etwa 500 m und nimmt gegen Osten hin beständig zu. Bei den Mitterspitzen soll sie bereits 1500 m betragen (BECKE 1980).

Die untersten 50—100 m des Wettersteinkalk sind gelegentlich gebankt. Über die Zuordnung zu Wettersteinkalk oder Partnachkalk bestehen Unsicherheiten. MILLER (1965) hat diese gebankten Kalke, entsprechend AMPFERER & OHNESORGE (1924), den Partnachkalcken zugestellt.

Hellgraue bis weiße, seltener, vor allem in den unteren Einheiten, dunkelgraue Verwitterungsfarben zeichnen den meistens massigen Wettersteinkalk aus. Im frischen Zustand ist der gelegentlich kristalline Kalkstein mittelgrau bis weiß. Kleinhöhlen und Drusen mit Zentimeter- bis Dezimeterdurchmessern besitzen im Inneren sehr oft Calcit oder Dolomitkristalle, deren Größe kaum über 1 cm geht.

In der Rifffazies des Unteren Wettersteinkalks kommen häufig größere kugelförmige Karbonatkörper (Großoolithe) vor, die oftmals mehrere Meter mächtige Partien beherrschen (Abb. 65). Der Durchmesser der unregelmäßig geformten, stets gleichartig aufgebauten Ooide schwankt zwischen 1 und 10 cm. Auf eine Hülle feingeschichteten Kalks, der die Ooide umgibt, folgt ein radialstrahliger Calcit, der senkrecht von der Wandung aus in den Hohlraum wächst. Dabei fällt auf, dass an den engen Radien der Großooide kein Wachstum stattfindet. Der im Inneren der Strukturen vorhandene Hohlraum ist meistens mit teilweise rot pigmentierten Calcitkristallen ausgefüllt, die frei in den Raum wachsen. Daneben kommen in den Hohlräumen rosa gefärbte, mehrere Millimeter große Dolomite vor, die jünger als der Calcit sind. Beim Aneinanderwachsen mehrerer Großooide bildet sich ein polygonales Muster, das wiederum



Abb. 63 Herausgewitterte Dolomitsteinbänke des Oberen Wettersteinkalk am Nordgrat des Scharnenkopf. Bildbreite etwa 150 m. Norden ist rechts.

von Calcit- oder Dolomitkristallen ausgefüllt ist.

Im Oberen Wettersteinkalk tritt eine Feinschichtung im Millimeter bis Zentimeter Bereich auf, die durch eine Wechsellagerung von dolomi-

Einheit	Ausbildung	Faziesbereich
Oberer Wettersteinkalk	Feinschichtung	Lagunenfazies
Mittlerer Wettersteinkalk	Bankung im dm-m Bereich	Lagunenfazies
Unterer Wettersteinkalk	massig, z.T. gebankt	Rifffazies

Tab. 8 Gliederung des Wettersteinkalks im Mieminger Gebirge

tisierten Lagen und reinen Kalken hervorgerufen wird. Im Bereich dieser rhythmisierten Abfolgen, die jeweils eine Mächtigkeit von 10–20 cm haben (Abb. 29, Abb. 64), sind stets Blei-Zink-Erze vorhanden, die dort als Zentimeter, selten Dezimeter große Nester auftreten.

Der Wettersteindolomit kommt in den untersten und, gelegentlich verbunden mit Feinschichtung, in den obersten Partien des Wettersteinkalk vor. Zum einen besteht die Dolomitisierung aus gebankten, über größere Bereiche aushaltenden Dolomitsteinen mit Mächtigkeiten bis 2 m, wie sie am Grat zwischen der Biberwierer Scharte und dem Schartenkopf auftreten (Abb. 63), zum anderen aus bis mehrere Meter langen Linsen, die nördlich und östlich der Coburger Hütte zu beobachten sind. An Störungen und Bereichen mit brecciertem Gestein kann das Voranschreiten der Dolomitisierung längs permeablerer Zonen beobachtet werden. Dabei ergibt sich die erhöhte Permeabilität sowohl durch Störungen (Abb. 32), als auch durch Breccien, in denen gleichzeitig Calcit vorkommt.

Die Dolomitsteine verwittern ocker und sind im frischen Bruch gelblichweiß. Bei der Verwitterung kommt es zur Zerstörung des Korngefüges, was dazu führt, dass die Dolomitsteine absanden und der Erosion weniger Einhalt gebieten, als die sie umgebenden Kalke („zuckerkörnige“ Ausbildungen).

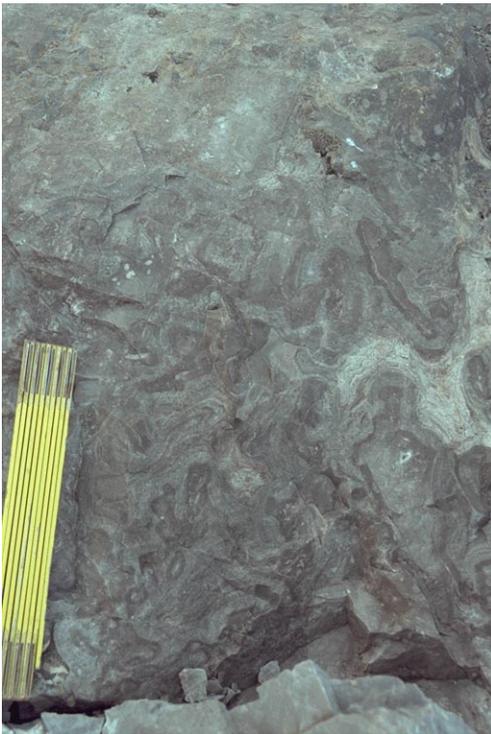


Abb. 65 Großoolith im Unteren Wettersteinkalk des oberen Drachenkars. Maßstab: 20 cm.

Ob die Dolomitisierung in direktem Zusammenhang mit der Erzbildung steht, kann noch nicht mit Sicherheit gesagt werden. GUNATILAKA (1987) hat für die Dolomitsteine der Lagerstätten des Typs Mississippi-Tal allerdings einen direkten Zusammenhang zwischen Migration der Erzlösungen und Fortschreiten der Dolomitisierung nachgewiesen. Es scheint deshalb durchaus angebracht (Kapitel 3), für die Dolomitsteine und Rhythmite des Wettersteinkalks die gleiche Ent-



Abb. 64 Feinrhythmierter Bereich aus Dolomitstein und Kalkstein im Oberen Wettersteinkalk östlich des Schartenkopfs. Maßstab: 7,5 cm.

stehung anzunehmen, wie für die von GUNATILAKA bearbeiteten.

Ein weiteres Merkmal des Wettersteinkalks sind versteinerte Bakterien-Algen-Rasen (Stromatolithe), die verbreitet im oberen Wettersteinkalk auftreten. Die Algenrasen sind nicht immer horizontal angeordnet, sondern bilden vielfach Gebilde aus, die kreisförmige Querschnitte aufweisen. Diese resultieren daraus, dass sich die Algenrasen der unebenen Oberfläche zur Zeit ihres Wachstums anpassten, was auf Abb. 66 zu sehen ist. Die Stromatolithe wachsen über den unebnen Untergrund hinweg und zeichnen so dessen Oberfläche nach.

An den recht häufig auftretenden Druck-Lösungs-Suturen (Stylolithen) kommt es zur Anreicherung unlöslicher Bestandteile. Sehr oft ist in Verbindung mit diesen Suturen das Auftreten von Limonithäutchen und Limonit-Knollen, die durch ihre braune bis rötlichbraune Farbe auffallen (Abb. 67), oder Blei-Zink-Erzen (Abb. 38). Die Eisen-Vererzung nimmt vom Liegenden des Wettersteinkalks zu seinen Hangendpartien immer weiter ab. Besonders reichlich sind die rötlichen und ockerfarbenen Knollen auf der Westseite der Hinteren Drachenscharte verbreitet, wo sie Durchmesser bis 5 cm erreichen.

Häufigstes Makrofossil sind Seelilienstilglieder. Innerhalb des Scharfen-Stollens, bei Stollenmeter 306,7, wurde eine 1 cm lange Turmschnecke, gefunden. Von den Ammoniten, die REIS (zitiert nach AMPFERER & OHNESORGE 1924) aus dem Wettersteingebirge beschrieb, sind im Mieminger Gebirge keine entdeckt worden. Daneben gibt es am Nordgrat des Hinteren Drachenskopfs Korallenreste (Abb. 68). Im Dünnschliff wurden Foraminiferen, Echinodermen, Schwebseelilien, Kalkalgen (*Diplopora sp.*), Bryozoen?, Fusulinen?, Bivalvien, Brachiopoden und Filamente bestimmt. Insgesamt ist der Wettersteinkalk innerhalb des bearbeiteten Gebietes jedoch sehr fossilarm.

An vielen Stellen im westlichen Mieminger Gebirge neigt der Wettersteinkalk zur Verkarstung. Dabei werden die Klufthänge bis zu 2 m tief und 50 cm breit. An den Flanken der maximal 1 m großen Spitzkarren treten Rillkarren auf, deren Breiten selten 1 cm übersteigen.



Abb. 66 Versteinerte Bakterien-Algen-Rasen überwachsen eine synsedimentäre Breccie aus biogenen Teilen. Maßstab: 5 cm.

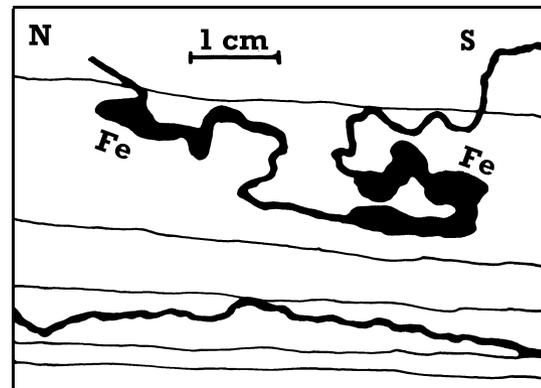


Abb. 67 Druck-Lösungs-Suturen mit Anreicherung von Limonit (Fe) in rhythmisiertem Wettersteinkalk.

Als Ausgang der Verkarstung können die Cocklings (kleine, runde Vertiefungen mit rauer Oberfläche) angesehen werden, die sich aufgrund des längeren Festsetzens von Wassertropfen auf dem Gestein bilden.

Vererzung im Wettersteinkalk

Da die Vererzung des Wettersteinkalks bereits in Kapitel 3 ausführlich abgehandelt wurde, soll hier nur noch eine kurze Übersicht und eine Tabelle gegeben werden (Tab. 9).

Innerhalb der Abfolge des Wettersteinkalks treten drei Erzhorizonte auf, die sich in ihrer Metallführung voneinander unterscheiden. Nur der mittlere Horizont erlangte wirtschaftliche Bedeutung, während die anderen, obgleich sie abgebaut wurden, eine untergeordnete Rolle spielten.

Der untere Horizont besteht aus einer Kupfer-Eisen-Paragenese mit gut ausgebildeten Quarzen und viel Ankerit. Bleiglanz und Zinkblende sind nur selten zu beobachten. Besonders gute Beispiele dieser Vererzung befinden sich 20—50 m oberhalb der Grenze zum Oberen Alpenen Muschelkalk in den Nordhängen der Grießspitzen, im Brendlkar und auf der Immenplatte. Besonders auffällig sind Malachit- und Limonit-Anflüge sowie braune Ankeritkristalle. Die Vererzung ist wie die des mittleren Horizonts an Breccien und Störungen gebunden.

Von hauptsächlichem ökonomischen Interesse war der mittlere Horizont, mit seiner reichen Blei-Zink-Vererzung des Typs Mississippi-Tal. Die Erze treten schichtgebunden, in Spalten, Karstschlotten, Breccienzonen und als Zentimeter bis Dezimeter große Nester auf. Stets sind sie an dolomitierte Bereiche gebunden, die als Hinweis für einen Erzausbiss zu sehen sind. Erzminerale sind silberhaltiger Bleiglanz, Zinkblende und Galmei. Daneben treten verschiedene Oxidationsminerale auf, darunter Molybdän- und Vanadiumverbindungen (Wulfenit, Descloizit).

Den obersten Horizont bilden Pyrite, die zu Limonit verwittern. Dabei kommt es zur Knollenbildung auf der einen Seite, zur Anreicherung an Suturen auf der anderen. Die verschiedenartigst

Horizont	Stratigraphische Position	Paragenese	Minerale
Oberer	Oberster Wettersteinkalk	Fe	Limonit
Mittlerer	Oberer Wettersteinkalk	Pb-Zn-(Cu-Mo-V)	Galenit, Sphalerit
Unterer	Untester Wettersteinkalk	Cu-Fe-(Pb-Zn)	Malachit, Azurit, Ankerit

Tab. 9 Die Vererzungen im Wettersteinkalk des Mieminger Gebirges.

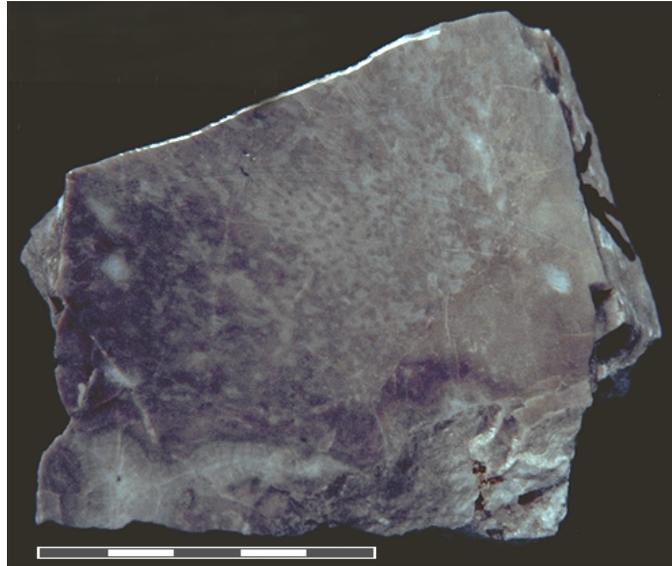


Abb. 68 Korallenreste im Wettersteinkalk. Maßstab: 5 cm.

geformten Limonitknollen erreichen mitunter Größen bis 10 cm (Geröllbrocken im Drachenkar). Im Durchschnitt

liegt die Größe der Knollen bei 2 cm. Außer Limonit und Pyrit konnten noch keine anderen Minerale nachgewiesen werden. Möglicherweise handelt es sich bei dem Pyrit des oberen Horizonts schon um erste Anzeichen der pyritreichen Schiefertone („Kiesschwarte“) des mittleren Cordevol.

4.2.3.6 Raibler Schichten (mittleres Cordevol – Tuval)

Das Vorkommen von Raibler Schichten ist auf ein kleines, etwa 50 m² großes Gebiet südwestlich des Hinteren Tajatörls beschränkt, welches zum Großteil aus kalkigem Dolomitstein besteht. Es fällt im hellgrauen Wettersteinkalk durch die ockerfarbene Verwitterung auf, die zum einen auf Dolomit- zum anderen auf Pyritverwitterung zurückzuführen ist. Dabei handelt es sich bei den schwarzen, pyritreichen Schiefertönen um Gesteine des Raibler Grenzlagers („Kiesschwarte“ nach SCHULZ 1970), das im Mieminger Gebirge nach JERZ (1966) eine Mächtigkeit von etwa 30 m aufweist. Teilweise bildet Pyrit ein dichtes Netzwerk, das Schrumpfrisse des Schiefertons durchsetzt.

Neben diesen Tonschiefern gibt es dunkle, griffelartig brechende Mergel, sowie wenig Sandstein mit kalkigem Bindemittel und einen dunkelgrau verwitternden Kalkstein. Sämtliche Gesteine dieses Gebietes sind stark tektonisch zerstört und ohne stratigraphischen Zusammenhang, was dessen Schuppencharakter belegt.

4.3 Tektonik

Die tektonische Entwicklung des westlichen Mieminger Gebirges nach der Deckenüberschiebung, die in Kapitel 1.2 behandelt wurde, lief im wesentlichen in drei Phasen ab (Abb. 69). Obwohl die Tektonik bei oberflächlicher Betrachtung kompliziert wirkt, vor allem im kleinräumigen Bereich, können die tektonischen Phasen relativ leicht voneinander getrennt und so die Entwicklung des Gebirges aufgezeichnet werden.

Zunächst kam es nach der Deckenüberschiebung zu weiterer Faltung des Mieminger Gebirges. Durch die Hauptaufschiebungen „A“ (nordvergent), „B“ (südvergent), und „C“ (nordvergent) wird das Gebirge in drei Schollen gegliedert, die nach MILLER (1963) Südscholle, Zentralscholle und Nordscholle genannt werden. Die Gliederung ist jedoch nur im Westen vollständig, da sich die Überschiebungen im Osten, etwa ab dem Brendlkar, gegenseitig tektonisch unterdrücken. Jede der einzelnen Schollen besteht aus einer Sattel-Mulden Folge, die besonders deutlich auf der Linie Marienbergspitzen-Rauher Kopf beobachtbar ist.

Der südliche Teilsattel, der von den Marienbergspitzen über den Drachensee und dem Hinteren Tajatörl verläuft, ist am besten südlich und westlich des Drachensees, dort als Drachensee-Antiklinale, aufgeschlossen (Abb. 70). Die Sattelachse streicht nahezu Ost—West und taucht mit 5° nach Ostsüdosten ab. An der Hinteren Drachenscharte wird der Sattel, dessen dazugehörige Mulde nirgends vollständig aufgeschlossen ist, durch eine nach Norden gerichtete Aufschiebung abgeschnitten (Abb. 72).

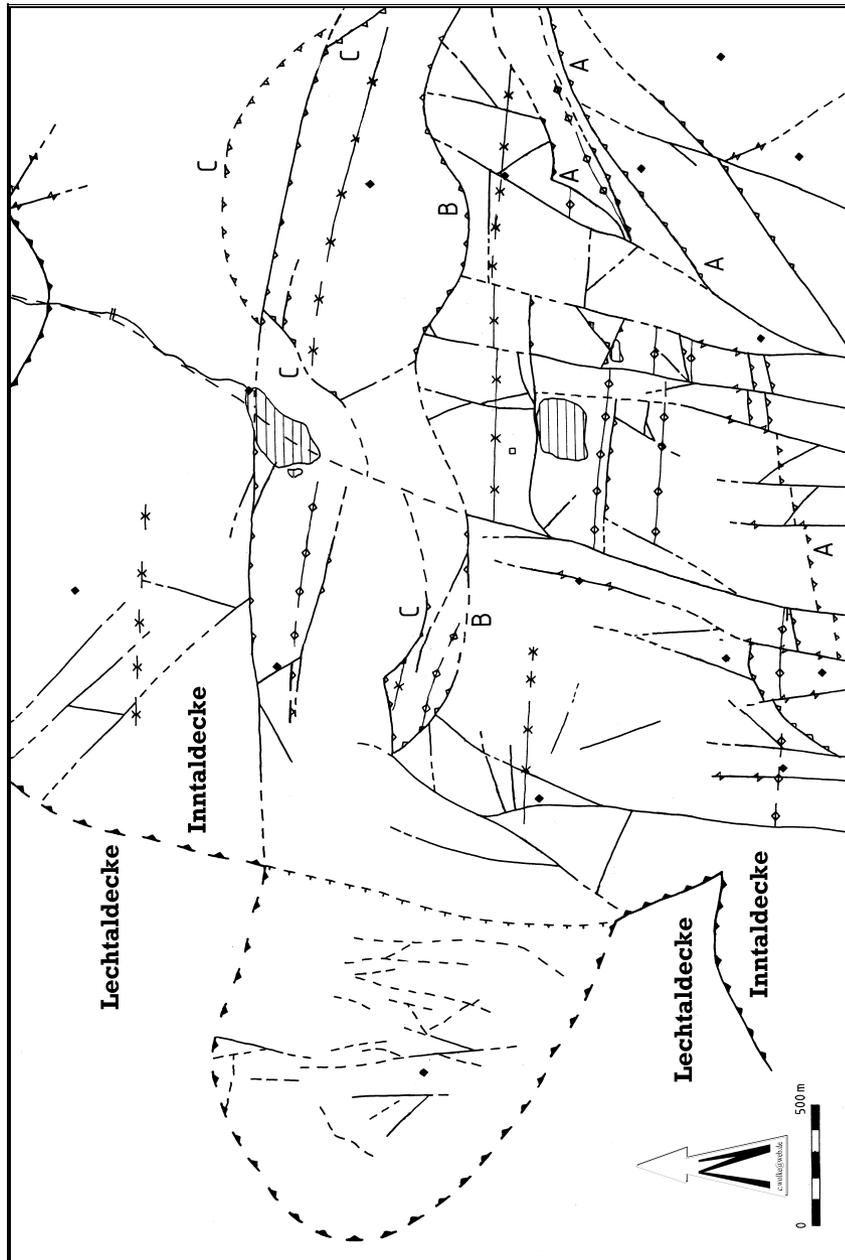


Abb. 69 Vereinfachte und ergänzte tektonische Karte des westlichen Mieminger Gebirges (Ergänzt nach TOLLMANN 1969, BECKE 1980 und Luftbildauswertungen; Erläuterungen im Text).



Abb. 70 Drachensee-Antiklinale südlich des Drachensees. Aufgrund des Schnitteffekts scheint die Achse Südost—Nordwest zu streichen!



Abb. 71 Vorderer und Hinterer Tajakopf von Westen gesehen. Die südgerichtete Aufschiebung B, die von rechts oben nach links unten durch die Bildmitte verläuft, trennt die Zentralscholle von der Südscholle. Zwischen linkem Bildrand und Aufschiebung B kann man die Mittlere Teilmulde erkennen. Von links nach rechts: Vorderer Tajakopf, Vorderes Taja-törl, Hinterer Tajakopf.

Nur das systematische Einmessen von Schichtflächen ermöglichte es, den Verlauf der südlichen Teilmulde zu rekonstruieren. Insgesamt fallen die Schichten der südlichen Teilmulde steil nach Norden oder Süden ein.

Zwischen der Aufschiebung B und der Aufschiebung A liegt die Zentralscholle MILLERS. Der jeweiligen Teilsattel und die Teilmulde sind tektonisch stark eingengt. Dies gilt vor allem für die mittlere Teilmulde an der Biberwierer Scharte, die erst nördlich des Vorderen Tajakopfs besser aufgeschlossen ist (vgl. Abb. 71). Der mittlere Teilsattel ist ausschließlich im Westen aufgeschlossen. Dort ist er jedoch tektonisch ebenfalls stark eingengt und durch Aufschiebung B abgeschnitten.

Auch die Nordscholle setzt sich aus einem Sattel und einer Mulde zusammen. Der Sattel ist am Ostfuß der Sonnenspitze zu erkennen, wo eine Scholle von Alpinem Muschelkalk gefalten ist. Östlich des Seebensees hingegen, ist dieser Sattel zwischen zwei Störungen stark eingengt. Die nördlichste Teilmulde schließlich verläuft durch das Zunterkopffplateau.

Auf die Faltung folgte eine weitere Einengung des Gebirges, die durch die Entstehung von Aufschiebungen gekennzeichnet ist (Abb. 72). Die meisten der mittelsteil bis steil stehenden Störungen fallen nach Süden ein (Abb. 71) streichen meist Ost—West und sind häufig vertreten. Dies ist umso verständlicher, wenn man bedenkt, wie stark diese Störungen das Gebirge verschuppten.

Die Einengung ging schließlich so weit, dass es zur Herausbildung des für das westliche Mieminger Gebirge so typi-

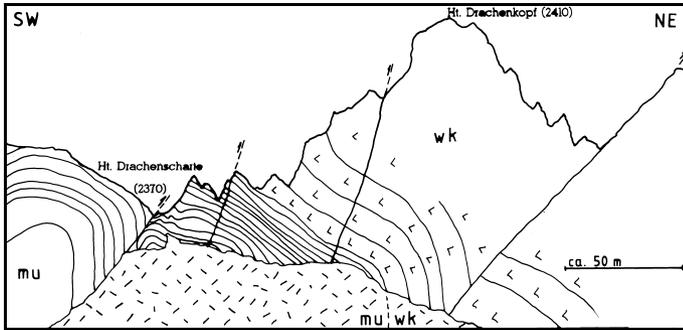


Abb. 72 Profil im oberen Drachenkar. mu: Alpiner Muschelkalk; wk: Wettersteinkalk; L: Lage der Bankung; Kreuz/Querstriche: Geröllhalde.

um 50–300 m nach Norden. Da die Zentralscholle wegen ihrer Lage in schwer zugänglichem Gelände und die Nordscholle wegen der schlechten Aufschlussverhältnisse keine ausreichenden tektonischen Beobachtungen zu lassen, scheint es, als würden die Blattverschiebungen nördlich Aufschiebung „B“ nicht mehr auftreten. Einzelbeobachtungen in der Nordscholle (nordöstlich des Wasserfalls, südwestlich des Rauhen Kopfs) sowie das Durchhalten der Loisachstörung sprechen jedoch gegen diesen Anschein.

Bei den Störungen muss es sich um die Durchpausung alter tektonischer Strukturen handeln. Das Satellitenbild zeigt nämlich, dass die Loisachstörung von nördlich München bis ins Engadin hinabzieht, ohne ihre Richtung wesentlich zu ändern, obwohl die Gebirgseinheiten sehr unterschiedlich sind. Möglicherweise wurden diese Störungen auch erst durch Prozesse am Ende der Gebirgsbildung ausgelöst, was dadurch zu begründen ist, dass sie mehrere verschiedene Gebirgseinheiten durchdringen.



Abb. 73 Aktive Störung im Hermann-Stollen. Weststoß, etwa Stollenmeter 100. Maßstab: ca. 3,5 cm.

schon Schuppenbaues kam. Die einzelnen Schuppen sind teilweise nicht mächtiger als 20 m. Eine genaue Übersicht über den Schuppenbau des Mieminger Gebirges gibt BECKE (1980). Besonders kompliziert ist die Situation nördlich des Hinteren Tajatörls, wo es zu mehrfacher Verschuppung gekommen ist (s. Abb. 74).

Am Ende dieser Einengung kam es zur Bildung von Nordnordost–Südsüdwest verlaufenden Störungen im Sinne der Loisachstörung (Abb. 69). Diese senkrecht stehenden Blattverschiebungen versetzen die östliche Scholle jeweils

Das Mieminger Gebirge ist auch heute noch tektonisch aktiv. Unter dem zentralen Mieminger Gebirge befanden sich in den vergangenen Jahren immer wieder die Epizentren verschiedener Erdbeben, die für den Menschen noch spürbar waren. Interessanterweise konnte im Hermann-Stollen des Brendlkars eine horizontale Störung gefunden werden, an der es innerhalb der vergangenen 87 Jahre zu einer Horizontalverschiebung von 4 cm in Richtung Norden gekommen ist. Dies entspricht immerhin einem Jahresmittel von einem

Das Mieminger Gebirge ist auch heute noch tektonisch aktiv. Unter dem zentralen Mieminger Gebirge befanden sich in den vergangenen Jahren immer wieder die Epizentren verschiedener Erdbeben, die für den Menschen noch spürbar waren. Interessanterweise konnte im Hermann-Stollen des Brendlkars eine horizontale Störung gefunden werden, an der es innerhalb der vergangenen 87 Jahre zu einer Horizontalverschiebung von 4 cm in Richtung Norden gekommen ist. Dies entspricht immerhin einem Jahresmittel von einem

halben Millimeter. Aus der Abb. 73 ist zu erkennen, dass die obere Gesteinspartie an einer horizontalen Fläche über die untere Gesteinspartie hinweggeschoben wurde, wobei es dort, wie an anderen Stellen, zu vorstehenden Kanten kam, die beim sprengtechnischen Vortrieb abgesprengt worden wären.

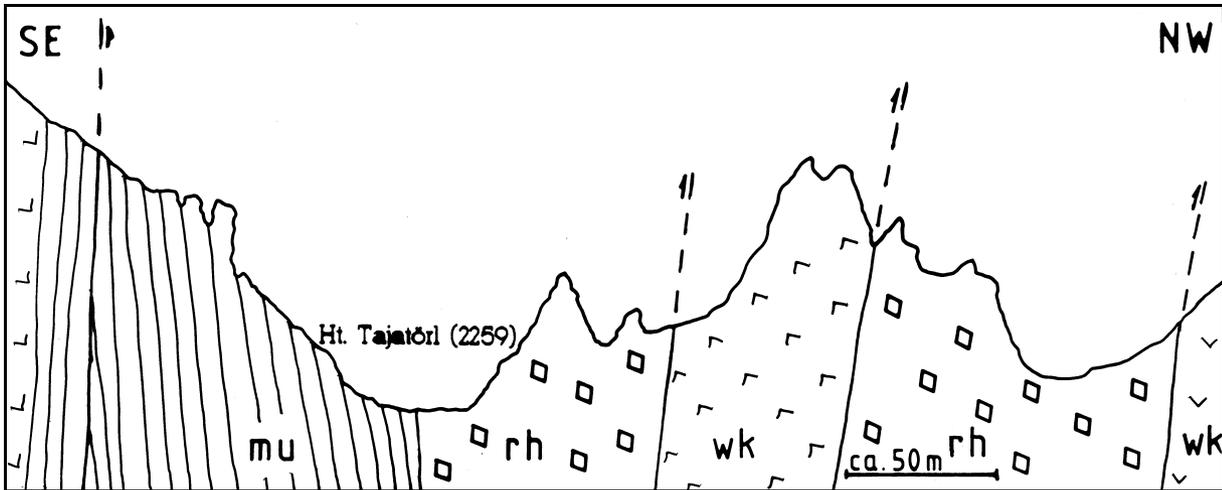


Abb. 74 Verschuppung durch nordgerichtete Störungen am Hinteren Tajatorl. Die Aufschiebung nordwestlich der hohen Felsspitze aus Wettersteinkalk ist Aufschiebung A. (Legende siehe Abb. 72).

Literaturverzeichnis



5 Literaturverzeichnis

- ABELE, G. (1964): Die Fernpaßtalung und ihre morphologischen Probleme. – Tübinger Geograph. Studien, **12**: 1–123, 7 Abb., 4 Bilder, 3 Tab., 1 Faltkarte; Tübingen.
- AGRICOLA, G. (1556): De re metallica libri XII. – 273 Holzschnitte; Basel.
- AMPFERER, O. (1902): Grundzüge der Geologie des Mieminger Gebirges. – Verh. k.-k. geol. R.-A.: 170–180, 4 Abb.; Wien.
- AMPFERER, O. (1905): Geologische Beschreibung des Seefelder, Mieminger und Südlichen Wettersteingebirges. – Jb. K.-k. geol. R.-A., **55**: 451–562, 16 Abb.; Wien.
- AMPFERER, O. & HAMMER, W. (1898): Geologische Beschreibung des südlichen Theiles des Karwendel-Gebirges. – Jb. Geol. R.-A., **48**: 290f; Wien.
- AMPFERER, O. & OHNESORGE, T. (1924): Erläuterungen zur Geologische Spezial-Karte der Republik Österreich Blatt Zirl-Nassereith (5046) (M 1:75.000). – 68 S., 1 Karte; Wien (Geol. R.-A.).
- AMSTUTZ, G. C. (1971): Introductory Talk. – Soc. Mining Geol. Japan, Spec. Issue, **3**: 251; Tokyo.
- AMSTUTZ, G. C. & BERNARD, A. J. (1973): Ores in Sediments. – In: INT. UNION OF GEOL. SCIENCES **A** (3). – 350 S.; Berlin, Heidelberg, New York (Springer).
- BAUMGÄRTEL, H. (1965): Vom Bergbüchlein zur Bergakademie – Zur Entstehung der Bergbauwissenschaften zwischen 1500 und 1765/1770. – Freiburger Forschungshefte, **D 50**: 5–162; Freiberg.
- BECHSTÄDT, T. (1975): Lead-Zinc Ores Dependent on Cyclic Sedimentation (Wetterstein Limestone of Bleiberg-Kreuth, Carinthia, Austria). – Mineral. Deposita, **10** (3): 234–248; Berlin.
- BECHSTÄDT, T. & MOSTLER, H. (1974): Mikrofazies und Mikrofauna mitteltriadischer Beckensedimente der Nördlichen Kalkalpen Tirols. – Geol. Paläontol. Mitt. Innsbruck, **4** (5/6): 1–74, 4 Abb., 4 Taf., 4 Tab.; Innsbruck.
- BECHSTÄDT, T. & MOSTLER, H. (1976): Riff-Becken-Entwicklung in der Mitteltrias der westlichen Nördlichen Kalkalpen. – Z. dt. geol. Ges., **127** (1): 271–289, 6 Abb.; Hannover.
- BECKE, M. (1980): Geologisch-Tektonische und paläomagnetische Untersuchungen im Miemingergebirge (Nördliche Kalkalpen/Tirol). – 106 S.; Innsbruck (Unveröff. Diss.).
- BECKEL, L., TOLLMANN, A., ZWITTKOVITS, F. & NORDBERG, W. (1976): Österreich im Satellitenbild. – In: NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION (NASA). – 27 Satellitenaufnahmen, 42 Flugbilder; Salzburg (Otto Müller).
- BERGHauptmannschaft INNSBRUCK: Zl. 2495/69, Zl. 1610/72, Zl. 1794/72, Zl. 2004/75, Zl. 590/77, Zl. 1833/84.
- BERNARD, A. J. (1973): Metallogenic Processes of Intra-karstic Sedimentation. – In: AMSTUTZ, G. C. & BERNARD, A. J.: Ores in Sediments. – S. 43–57; Berlin u.a. (Springer).

- BETHKE, C. M. (1986): Hydrologic Constraints on the Genesis of the Upper Mississippi Valley Mineral District from Illinois Basin Brines. – *Econ. Geol.*, **81** (2): 233—249; El Paso.
- BEUST, F. E. F. v. (1871): Ueber das Blei- und Zinkerzorkommen im Oberinntale. – *Österr. Z. f. Berg- u. Hüttenwesen*, **19** (15): 113—115; Wien.
- BODECHTEL, J. & LAMMERER, B. (1973): New Aspects on the Tectonic of the Alps and the Apennines revealed by ERTS-1 Data: 1st Symposium on significant Results obtained from the Earth Resources Technology Satellite **A I**. – 8 S.; Washington D.C. (National Aeronautics and Space Administration).
- BOGDANOV, J. W. & GOLUBTSCHINA, M. (1971): Die Zusammensetzung von Schwefelisotopen in der Lagerstätte Mirgalimsai. – *Geol. Rudn. Mestor*, **13** (3): 61—70; Moskau.
- BURMESTER, H. & PLANCK, K. (1920): Führer durch die Mieminger Berge mit Einschluß der Umrandung des Lermooser Beckens und einem Anhang über Schi-Touren. – 116 S., Abb., 1 Karte; München (Rother).
- CALLAHAN, W. H. (1967): Some spatial and temporal aspects of the localization of Mississippi Valley-Appalachian type ore deposits. – *Economic Geology Monographs*, **3**: 14—18, zahlr. Abb.; Lancaster.
- CANAVAL, R. (1914): Über den Silbergehalt der Bleierze in den triassischen Kalken der Ostalpen. – *Z. f. prakt. Geol.*, **22**: 157—163; Berlin.
- CATHLES, I. M. & SMITH, A. T. (1983): Thermal Constraints on the Formation of Mississippi Valley-Type Lead-Zinc Deposits and their Implications for Episodic Basin Dewatering. – *Econ. Geol.*, **78** (5): 983—1002; El Paso.
- CLAR, E. (1953): Über die Herkunft der ostalpinen Vererzung. – *Geol. Rdsch.*, **42**: 107—127, 1 Abb.; Berlin.
- COX, D. P. & SINGER, D. A. (1986): Mineral Deposit Models. – *U.S. Geological Survey Bulletin*, **1693**: 1—379; Washington.
- DE GEOFFROY, J. G. & WIGNALL, T. K. (1985): Designing optimal strategies for mineral exploration. – 364 S.; New York (Plenum).
- DZULYNSKI, S. & SASS-GUSTKIEWICZ, M. (1977): Comments on the Genesis of the Eastern-Alpine Zn-Pb-Deposits. – *Mineral. Deposita*, **12** (2): 219—233; Berlin.
- EHM, E. (1988): Abwasserreinigung auf AV-Schutzhütten. – *OEAV-Mitteilungen*, **43 (114)** (5): 17; Innsbruck.
- EHM, E. (1988): Energie auf Schutzhütten. – *OEAV-Mitteilungen*, **43 (114)** (5): 16; Innsbruck.
- FINSTERWALDER, K. (1951): Die Familiennamen in Tirol und Nachbargebieten und die Entwicklung des Personennamens im Mittelalter. – *Schlern-Schriften*, **81**: 1—418; Innsbruck.
- FRANZ, L. (1955): Der Fund von Biberwier. – *Schlern-Schriften*, **111**: 69—75, 20 Abb.; Innsbruck.

- FRIEDRICH, O. M. (1962): Neue Betrachtungen zur ostalpinen Vererzung. – *Der Karinthin* (45/46): 210—228; Klagenfurt.
- FRUTH, I. (1966): Spurengehalt der Zinkblenden verschiedener Pb-Zn-Vorkommen in den nördlichen Kalkalpen. – *Chemie der Erde*, **25**: 105—125; Jena.
- FUCHS, F. (1984): *Heimat Außerfern*. – 169 S.; Reutte (Außerferner Druck- und Verlagsgesellschaft).
- GASSER, G. (1913): *Die Mineralien Tirols einschließlich Vorarlbergs und der Hohen Tauern*. – 548 S.; Innsbruck (Wagner'sche Universitätsbuchhandlung).
- GERMANN, K. (1963): *Die Erzvorkommen des mittleren Mieminger Gebirges*. – 85 S., 19 Taf., 1 Karte; München (Unveröff. Dipl.-Arb.).
- GSTREIN, P. & HEISSEL, G. (1984): *Endbericht Projekt Blei-Zink-Lagerstätten in den Nordtiroler Kalkalpen 1979—1982*. – 52 S., 11 Bl.; 6 Tab., 1 Beil.; Bad Bleiberg (Bleiberger Bergwerksunion).
- GUILBERT, J. M. & PARK JR., C. F. (1986): *The Geology of Ore Deposits*. – 993 S.; New York (Freeman and Company).
- GÜMBEL, C. W. v. (1858): *Geognostische Karte des Königreichs Bayern und der angrenzenden Länder - 1:500.000*. – 1 Karte, 4 Blätter; München (Cotta).
- GÜMBEL, C. W. (1861): *Geognostische Beschreibung des bayrischen Alpengebirges und seines Vorlandes*. – 950 S., 25 Abb., 42 Taf., 6 Beil.; Gotha (Perthes).
- GUNATILAKA, A. (1987): *The Dolomite Problem in the Light of Recent Studies*. – *Modern Geology*, **11** (4): 311—324; New York u.a.
- HABER, G. (1934): *Bau und Entstehung der bayerischen Alpen*. – 206 S., 16 Abb.; München (Beck).
- HANTKE, R. (1983): *Eiszeitalter*. Band 3. – 730 S., 312 Abb.; Thun (Ott).
- HAASE, E. (1968): *Das Problem der Kardefinition und Kargliederung*. – *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, **131**: 33—45; Stuttgart.
- HÄUSING, A. (1890): *Ueber Leistungen beim Stollenbetrieb*. – *Österr. Z. f. Berg- u. Hüttenwesen*, **38** (2): 20—22, 1 Abb.; Wien.
- HÄUSING, A. (1898): *Die Grube Silberleithen und die neuen Aufschlussarbeiten im Liegenden der Wasserkluft*. – *Österr. Z. f. Berg- u. Hüttenwesen*, **46** (8): 101—106, 6 Fig.; Wien.
- HÄUSING, A. (1900a): *Resultate der neuen Aufschlussarbeiten der Grube Silberleithen im Liegenden der Wasserkluft*. – *Österr. Z. f. Berg- u. Hüttenwesen*, **48** (6): 67—68; Wien.
- HÄUSING, A. (1900b): *Bremsberg oder Drahtseilbahn*. – *Österr. Z. f. Berg- u. Hüttenwesen*, **48**: 442—443; Wien.
- HAUER, F. R. v. (1850): *Über die Gliederung des Alpen-Kalks in den Ost-Alpen*. – *N. Jb. Min. Geogn. Geol. Petr.*, **1850** (5): 584—591; Stuttgart.
- HEGEMANN, F. (1960): *Über extrusiv-sedimentäre Erzlagerstätten der Ostalpen*. – *Erzmetall*, **13** (2/3): 79—84, 122—127; Clausthal-Zellerfeld.

- ISSER, M. v. (1881a): Die Blei- und Zinkwerke der Gewerkschaft Silberleithen zu Biberwier im Oberinntale (Tirol). – Österr. Z. f. Berg- u. Hüttenwesen, **29** (7, 8, 10): 89—90, 104—110, 129—134, 3 Fig.; Wien.
- ISSER, M. v. (1881b): Die Blei- & Zinkwerke der Gewerkschaft „Silberleithen“ zu Biberwier im Oberinntale in Tirol. – Z. d. Ferdinandeums f. Tirol u. Vorarlberg, **25**: 137—188, 2 Tab.; Innsbruck.
- ISSER, M. v. (1888): Mittheilungen über einige alte Erzbergbaue im nordtiroler Kalkalpenzuge. – Österr. Z. f. Berg- u. Hüttenwesen, **36** (15—26): 187ff, 204ff, 218ff, 231f, 249ff, 261ff, 273ff, 285ff, 297ff, 312ff, 327f; Wien.
- JERZ, H. (1966): Untersuchungen über Stoffbestand, Bildungsbedingungen und Paläogeographie der Raibler Schichten zwischen Lech und Inn (Nördliche Kalkalpen). – Geol. Bavarica (56): 3—102, 32 Abb., 2 Tab., 1 Taf., 5 Beil.; München.
- JICHA, H. L. (1951): Alpine lead-zinc ores of Europe. – Econ. Geol., **46** (7): 707—730; Lancaster.
- KECHT, A. (1955): Aus der Geschichte von Ehrwald. – Schlern-Schriften, **111**: 177—185; Innsbruck.
- KLEBELSBERG, R. v. (1935): Geologie von Tirol. – 872 S., 1 Kar, 11 Beil.; Berlin (Borntraeger).
- KLEMD, R. (1988): Flüssigkeitseinschlüsse – Hinweise auf die Bildungsbedingungen von Lagerstätten. – Die Geowissenschaften, **6** (6): 182—186; Weinheim.
- KÖSTER, K. (1969): DBG Lexikon der deutschen Sprache. – 1024 S.; Berlin u.a. (Deutsche Buch-Gemeinschaft).
- KRANEWITTER, K. & RAPPOLD, W. (1987): Volkssagen und Geistergeschichten rings um Nassereith – Es war einmal. – S. 115—118; Nassereith (Selbstverlag Gemeinde Nassereith).
- LANDGRAEBER, W. (1927): Die Erzvorkommen in den Mieminger-Wetterstein-Alpen. – Kohle und Erz, **24** (17, 18): 385—390, 427—430; Berlin.
- LINSER, P. (1988): Sagenhaftes Außerfern 11 – Die Entstehung des Drachensees. – Außerferner Nachrichten – Die Heimatzeitung des Bezirkes Reutte, **41**: 4; Reutte.
- LIST, F. K. (1968): Zur Technik der photogeologischen Auswertung im kalkalpinen Bereich (Heiterwand-Gebiet, östliche Lechtaler Alpen, Tirol). – Geol. Rdsch., **58**: 196—219, 3 Abb., 1 Taf., 4 Tab.; Stuttgart.
- MACHATSCHKE, F. (1934): Beiträge zur Glazialgeologie des Oberinntales. – Mitt. d. Geogr. Ges. Wien, **77**: 217—244; Wien.
- MADER, I. (1955): Ortskunde von Lermoos. – Schlern-Schriften, **111**: 187—207; Innsbruck.
- MERNIK, J.-P. (1972): Amtsbericht des Dr. Peter Mernik über die am 25.9.1972 beim Blei- und Zink-erzbergbau Silberleithen der Marktgemeinde Reutte durchgeführten Werksnachschau. – Mappe Silberleithen in der Berghauptmannschaft Innsbruck, **Zl. 1610/72**: 2; Innsbruck.
- MILLER, H. (1963): Die tektonischen Beziehungen zwischen Wetterstein- und Mieminger Gebirge (Nördliche Kalkalpen). – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **118** (3): 291-320, 7 Abb., 3 Taf.; Stuttgart.

- MILLER, H. (1965): Die Mitteltrias der Mieminger Berge mit Vergleichen zum westlichen Wettersteingebirge. – Verh. Geol. B.-A., **1/2**: 187—212, 1 Tab., 7 Abb.; Wien.
- MOJSISOVICS, E. v. (1869): Über die Gliederung der oberen Triasbildungen der östlichen Alpen. – Jb. Geol. R.-A., **19**: 91—149, 3 Taf.; Wien.
- MOSER, H. (1979): Lermoos. – Ortschroniken, **40**: 108; Innsbruck.
- MUTSCHLECHNER, G. (1955): Der Erzbergbau in Außerfern. – Schlern-Schriften, **111**: 25—52, 1 Abb., 5 Tab.; Innsbruck.
- OHLE, E. L. (1959): Some Considerations in Determining the Origin of Ore Deposits of the Mississippi Valley-Type. – Econ. Geol., **54** (5): 769—789; El Paso.
- OHLE, E. L. (1970): Mississippi Valley-Type Ore Deposits, a General Review. – Washington Div. Mines Bull., **61**: 5—15; Washington.
- PENCK, A. (1882): Die Vergletscherung der deutschen Alpen. – 483 S.; Leipzig.
- PENCK, A. & BRÜCKNER, E. (1901—1909): Die Alpen im Eiszeitalter **3 Bde.** – Leipzig (Tauchnitz).
- PERKTOLD, D. (1984): Biberwier. – 102 S.; Biberwier (Unveröff. Diss.).
- PETRASCHEK, W. (1945): Die alpine Metallogene. – Jb. Geol. B.-A., **3., 4.** (1945): 129—149, 2 Taf.; Wien.
- PETRASCHEK, W. E. (1957): Die Gesichtspunkte für eine hydrothermale Entstehung der kalkalpinen Blei-Zinklagerstätten. – Berg- u. Hüttenm. Monatsh., **9** (102): 230—233; Wien.
- PLÖCHINGER, B. (1980): Die Nördlichen Kalkalpen. – In: GEOLOGISCHE BUNDESANSTALT WIEN: Der geologische Aufbau Österreichs. – S. 218—245; Wien New York (Springer).
- R., P. (1798): Briefe geschrieben während einer metallurgischen Reise durch Tyrol von P.R. [Reisigl, Peter Johann] - 2te Abtheilung – XI. Brief. Nachrichten vom gewerkschaftlichen Bley- und Galmey - Bergwerke zu Feigenstein, von dem gewerkschaftlichen Bley- und Silberbergwerke zu Tyrstentritt, und vom gewerkschaftlichen Bleybergwerke zu Silberleiten im Oberinntale in Tyrol. Innsbruck am 25. August 1776. – Jb. Berg- und Hüttenkunde, **2**: 156—178; Salzburg.
- RAMBOZ, C. & CHAREF, A. (1988): Temperatur, Pressure, Burial History, and Paleohydrology of the Les Malines Pb-Zn Deposit: Reconstruction from Aqueous Inclusions in Barite. – Econ. Geol., **83** (4): 784—800; El Paso.
- SANDERS, D. & BRANDNER, R. (1989): Bildungsmodell und Geschichte der Pb/Zn-Lagerstätten der westlichen Nördlichen Kalkalpen, Tirol. – Geol. Paläontol. Mitt. Innsbruck, **16**: 90—95; Innsbruck.
- SAWKINS, F. J. (1984): Metal Deposits in Relation to Plate Tectonics. – 325 S., 173 Abb.; Berlin u.a. (Springer).
- SCHIFFER, J. (1985): Aus der Geschichte des oberen Lechtales. – 29 S., 9 Abb.; Elbigenalp (Eigenverlag Schiffer).

- SCHMITZ, A. (1839): Silberleiten, Notiert bei der Besuchung der Silberleiten im Jahre 1839. – Handschrift, Tiroler Landes-Mus. Ferdinandeum: 2, 2 Zeichnungen; Innsbruck.
- SCHNEIDER, H.-J. (1964): Facies differentiation and controlling factors for the depositional lead-zinc concentration on the ladinian geosyncline of the Eastern Alps. – In: AMSTUTZ, G. C.: *Developments in Sedimentology* 2. – S. 29–45, 9 Abb.; Amsterdam (Elsevier).
- SCHNEIDERHÖHN, H. (1949): *Erzlagerstätten*. – 2. Aufl., 326 S.; Jena (Gustav Fischer).
- SCHÖNHERR, R. (1988): Biberwier im Spiegel der Chronik. – In: GEMEINDE BIBERWIER: 700 Jahre Biberwier 1. – S. 3–7; Biberwier (Eigenverlag Gemeinde Biberwier).
- SCHULZ, O. (1970): Vergleichende petrographische Untersuchungen an Karnischen Sedimenten der Julischen Alpen, Gailtaler Alpen und des Karwendels. – *Verh. Geol. B.-A.*, 2 (1970): 165–229, 9 Abb., 1 Taf.; Wien.
- SENARCLENS-GRANCY, W. v. (1938): Stadiale Moränen in der Miemingerkette und im Wetterstein. – *Jb. geol. B.-A.*, 88 (1–2): 1–12, 2 Ktn.; Wien.
- SIDIROPOULUS, L. (1980): Blei-Zink-Vererzungen in Breccienzonen der Nordtiroler Kalkalpen (zwischen Telfs-Biberwier-Nassereith und Imst). – 169 S., 49 Abb., 3 Taf., 1 Karte; Innsbruck (Unveröff. Diss.).
- SKINNER, B. J., WHITE, D. E., ROSE, H. J. & MAYS, R. E. (1967): Sulfides associated with the Salton Sea Geothermal Brine. – *Econ. Geol.*, 62: 316–330; El Paso.
- SRBIK, R. R. v. (1929): Überblick des Bergbaues von Tirol und Vorarlberg in Vergangenheit und Gegenwart. – *Ber. Naturw.-med. Ver. Innsbruck*, 41: 113–279, 20 Abb., 4 Tab.; Innsbruck.
- STOLZ, O. (1928): Die Anfänge des Bergbaues und Bergrechtes in Tirol. – Savigny – *Z. f. Rechtsgeschichte*, 48 (61): 207–263, 11 Anh.; Weimar.
- TAUPTZ, K.-C. (1954): Die Blei-, Zink- und Schwefelerzlagerstätten der nördlichen Kalkalpen westlich der Loisach. – 120 S., 48 Abb., 14 Tab., 5 Taf.; Clausthal (Unveröff. Diss. Bergakad. Clausthal).
- TOLLMANN, A. (1969): Tektonische Karte der Nördlichen Kalkalpen. 3. Teil: Der Westabschnitt. – *Mitt. Geol. Ges. Wien* 62: 78–170, 3 Taf.; Wien.
- TOLLMANN, A. (1986): *Geologie von Österreich* 3. – 718 S.; Wien (Deuticke).
- ULRICH, R. (1960): Die Entwicklung der ostalpinen Juraformation im Vorkarwendel zwischen Mittelwald und Achensee. – *Geol. Bavarica*, 41: 99–151, 17 Abb., 1 Beil.; München.
- UNTERRICHTER, O. v., AMPFERER, O. & BEYRER, G. (1902): Die Miemingerkette – Ein Beitrag zu ihrer eingehenderen Kenntnis. – *Z. D. u. Ö. A. V.*, 33: 209–240, 10 Abb.; München.
- WHITE, D. E. (1958): Liquid inclusions in sulfides from Tri-State (Missouri-Kansas-Oklahoma) is probably connate in origin abs. – *Bull. of the Geol. Soc. of Am.*, 69: 1660–1661; Baltimore.
- WÖRZ, E. (1878): Exposé über den Bergbau-Betrieb bei Silberleiten & Feigenstein Biberwier. – 19 S., 1 Abb., 3 Tab.; Innsbruck (Wagner).

WOLFSTRIGL-WOLFSKRON, M. R. v. (1903): Die Tiroler Erzbergbaue 1301—1665. – 473 S., 15 Tab.; Innsbruck (Wagner).

WOLKERSDORFER, C. (1989): Zur Geschichte, Mineralisation und Genese des ehemaligen Bergbaues auf die Blei-Zink Vorkommen SE des Ehrwalder Talkessels (Tirol) mit einer geologischen Kartierung (M 1:10.000) im westlichen Mieminger Gebirge. – 169 S., 85 Abb., 15 Tab., 3 Beil.; Clausthal (Unveröff. Dipl.-Arb. TU Clausthal).

WOLKERSDORFER, C. (1991): Aufschluß an einem Tomahügel des Fernpaßbergsturzes/Tirol. – Jb. Geol. B.-A., **Heft 2** (134): 439—441, 2 Abb.; Wien.

ZINGG, T. (1935): Beitrag zur Schotteranalyse - Die Schotteranalyse und ihre Anwendung auf die Glattalschotter. – Schweiz. Mineralog. Petrogr. Mitt., **15** (1): 39—140, 20 Abb., 16 Tab.; Zürich.

Erläuterungen zu den unnummerierten Abbildungen am Anfang der einzelnen Kapitel:

Titelblatt:

Das Miemienger Gebirge von Nordwesten. Von links nach rechts: Zunterkopfplateau; Sonnenspitze; Wamperter Schrofen; Im Vordergrund Moränen des Inntal-Loisach-Gletschers.

Kapitel 1:

Bildmitte: Drachensee; Vordergrund: Oberes Drachenkar; Rechts Mitte: Seeben-See; darüber: Sonnenspitze; links: Biberwierer Scharte. Zwischen Biberwierer Scharte und Drachensee: Drachenkopf. großer Gipfel links: Grünstein.

Kapitel 2:

Mundloch des Hermann-Stollens im Jahre 1900. In der Bildmitte mit Hut, Bart und Anzug der Firmenchef Hermann Dudek (Mit freundlicher Genehmigung der Gemeinde Ehrwald).

Kapitel 3:

Mylonitisierte und vererzte Störung im Abbaue Tajakopf West. Vgl. Abb. 36.

Kapitel 4:

Hinteres Drachenkar aus Osten. Von Links nach rechts: Grünstein Nordwände; Grünstein; östliche und westliche Marienbergspitze; Schwärzscharte; Wamperter Schrofen; Schartenkopf. Biberwierer Scharte rechts oberhalb der Bildmitte: Vordere Drachenscharte; rechts: Drachensee.

Kapitel 5:

Gebankte Reichenhall Schichten am Hinteren Tajatörl.

Kapitel 6:

Das Ehrwalder Becken von Südosten. Die Loisach zieht von links unten nach rechts oben durch Bild. Rechts: Ehrwald, links: Lermoos; unten links: Schmitte; im Vordergrund rechts der Westabbruch der Sonnenspitze; im Hintergrund der Daniel und Upsspitze aus Hauptdolomit und Plattenkalk.