

DIE KUPFER-NICKEL-KOBALT-VERERZUNG IM BEREICH LEOGANG
(INSCHLAGALM, SCHWARZLEO, NÖCKELBERG)

Von

J.G.HADITSCH (Leoben) und H.MOSTLER (Innsbruck)

Inhalt:

	Seite
Einleitung	162
Kurzer Abriß der Geschichte der Bergbaue	168
Stratigraphie	173
Lithologisch-fazielle Betrachtung	176
Faziesgebundenheit der Vererzung	177
Tektonik	180
Vererzung und Einbaue	184
Halt der Geschieke	202
Schrifttum	206
Erläuterung der Abbildungen	206

Einleitung

In den Sommermonaten 1970 wurden über Auftrag der Kupferbergbau Mitterberg Ges.m.b.H. die Vererzungen der Bereiche Inschlagalm, Schwarzleo und Nöckelberg untersucht. Grundlage der Untersuchungen war eine geologische Aufnahme des oben genannten Gebietes im Maßstab 1 : 10.000 (siehe Tafel I), die in dem an sich sehr schlecht erschlossenen Gebiete sehr viel Zeit in Anspruch nahm.

Bei den Obertagsaufnahmen wurde weit über die eigentliche Vererzungszone hinausgegangen, durch den Nachweis zweier bisher unbekannter Vererzungen erscheint dies auch gerechtfertigt. Da die Vererzung überwiegend in Karbonatgesteinen auftritt, war eine zeitliche Einstufung dieser mit Hilfe von Conodonten unbedingt erforderlich. Es wurden insgesamt 146 Proben untersucht. Obwohl Faunen in diesem Raum sehr spärlich auftreten, konnten sehr zufriedenstellende stratigraphische Ergebnisse gewonnen werden.

Die Obertagsaufnahmen wurden durch untertägige Befahrungen kontrolliert und ergänzt, soweit dies angesichts der schon stark verbrochenen Baue überhaupt noch möglich war. Eine systematische Bemusterung der Erze aller Halden und Einbaue sollte eine Abrundung über das Vererzungsbild bringen.

Selbstverständlich wurde für diese Untersuchungen das, übrigens sehr umfangreiche, ältere veröffentlichte und nicht publizierte Schrifttum, soweit es irgendwie greifbar war, herangezogen.

Die wichtigsten Arbeiten sind folgende:

AIGNER, F. - E.SPORN: Nickel- und Kobalterzvorkommen am

- Nöckelberg bei Leogang. - 6.7.1938, Abschrift im Archiv O.M.FRIEDRICH, Leoben, 15 p.
- BUCHRUCKER, L.: Die Mineralien der Erzlagerstätten von Leogang in Salzburg. - Zs. Kryst., 19, 1891: 113-166.
- FRIEDRICH, O.M.: Nöckelberg. - 16.10.1950, Archiv O.M.FRIEDRICH, Leoben, 1 p.
- " - : Bergbau Vogelhalt bei Leogang. - 17.10.1950, Archiv O.M.FRIEDRICH, Leoben, 1 p.
- " - : Bergbau Schwarzleo. - 17.10.1950, Archiv O.M.FRIEDRICH, Leoben, 1 p.
- FUGGER, E.: Die Mineralien des Herzogthumes Salzburg. - 11. Jahresbericht d. k.k. Ober-Realschule in Salzburg, 1878, 124 p.
- " - : Die Bergbaue des Herzogthumes Salzburg. - 1881: 1-24.
- " - : Bericht über den Bergbau Nöckelberg bei Leogang. - 18.10.1915, Abschrift im Archiv O.M.FRIEDRICH, Leoben, 3 p.
- " - : Gutachten über den Bergbau Nöckelberg. - 12.3.1916, Abschrift im Archiv O.M.FRIEDRICH, Leoben, 4 p.
- " - : Gutachten über die im Nöckelberg bei Leogang in dem gegenwärtig im Betriebe stehenden Teile sicher vorhandenen Erzmengen. - 28.8.1916, Abschrift im Archiv O.M.FRIEDRICH, Leoben, 3 p.
- " - : Bericht über die Befahrung des Bergbaues Nöckelberg bei Leogang am 18. Juni 1917. - Juli 1917, Druckschrift, 2 p.
- IWAN, A.: Bericht und Gutachten ueber die Reviere von Leogang und Schwarzleo. - 22.8.1885, Abschrift im Archiv O.M.FRIEDRICH, Leoben, 27 p.
- KALSS, F.: Nickel-, Kobalt- und Kupfer Bergbau Nöckelberg in Leogang, Salzburg. - Grundriß, Aufriß 1 : 1000, 18.9.1918.
- KRAUS, M.: Bericht über die Erzvorkommen bei Leogang. - 25.9.1915, Abschrift im Archiv O.M.FRIEDRICH, Leoben, 11 p.
- LEITMEIER, H.-W. SIEGL: Untersuchungen an Magnesiten am Nordrande der Grauwackenzone Salzburgs und ihre Bedeutung für die Entstehung der Spatmagnesite der Ostalpen. - BHM, 99, 1954: 201-208, 221-235.
- LIPOLD, M.V.: Der Nickelbergbau Nöckelberg im Leogangthale, nebst geologischer Skizze des letzteren. - Jb.

k.-k.RA., V, 1854, 1: 148-160.

LIPOLD, M.V.: Die Grauwackenformation und die Eisensteinvorkommen im Kronlande Salzburg. - Jb. k.-k. Geol. RA., V, 1854, 2: 369-386.

MOSTLER, H.: Bemerkungen zur Geologie der Ni-Co-Lagerstätte Nöckelberg bei Leogang (Salzburg). - Archiv für Lagerstättenforschung in den Ostalpen, 5, 1967: 32-45.

NAZMY, A.I.: Beitrag zur Kenntnis ostalpiner Fahlerze. - Tschermaks MPM, 3.F., VI, 1957, 3: 226-245.

N.N.: Grund und Seiger Riß Über dem hochfürstlich-salzburgischen Silber-Kupfer- und Bleierz Bergbau in der Schwarzleo in der Leoganger Pfleggerichts Saalfelden. - 1788 (?), mit Nachträgen aus den Jahren 1789 und 1790. Kopie im Archiv O.M.FRIEDRICH, Leoben.

N.N.: Zusammenstellung der bei dem k.k. General-Probir- amte in neuerer Zeit bis zum Schluß des Jahres 1862 ausgeführten Analysen von Mineralien und Hüttenprodukten. - BH.Jb., XIII, 1864: 22-88.

N.N.: Bericht über Versuch Nr.2975 an die Kriegsmetall-Aktien-Gesellschaft Abteilung Bergbau, Berlin, über 1390 kg Kupfer-Nickel- und Kobalt-Erze vom Bergbaue Nöckelberg. - Abschrift im Archiv O.M. FRIEDRICH, Leoben, 6 p.

N.N.: Notiz im Archiv der Österreichischen Alpine Montan-Gesellschaft, Leoben, 3 p.

OHNESORGE, Th.: Das Hauptresultat meiner Detailaufnahme des Bergbaurevier's Nöckelberg. - Februar 1920, Archiv O.M.FRIEDRICH, Leoben, 4 p.

- " - : In: G.GEYER: Jahresbericht der Geologischen Staatsanstalt für 1919. - Verh. Geol. StA., 1920, 1: 1-40 (18-19).

POSEPNY, F.: Die Erzlagerstätten von Kitzbühel in Tirol und den angrenzenden Theilen Salzburgs.- Archiv f. prakt. Geol., 1, 1880: 257-440.

PROEDROU, P.: Die Grenze Grauwackenzone-Kalkalpen in der Umgebung von Leogang (Salzburg). - Univ.Diss. Univ. Innsbruck, 1968, 95 p.

REDLICH, K.A.: Das Bergrevier des Schwarzleotales bei Leogang. (Nöckelberg, Vogelhalten, Schwarzleo.) - Zeitschrift f.prakt.Geol., 25, 1917, 3: 41-49.

- " - : Über einige wenig bekannte kristalline Magnesitlagerstätten Österreichs.- Jb.Geol.BA., 85,

1935, 1-4: 101-133.

SCHROLL, E.-AZER IBRAHIM, N.: Beitrag zur Kenntnis ostalpi-
ner Fahlerze. - Tschermaks MPM, 7, 1959, 1/2: 70-
105.

SCHROLL, K.M.: Grundriß einer Salzburgerischen Mineralogie,
oder kurzgefasste systematische Anzeige der bis
itzt bekannten Mineralien des Fürstenthums und
Erzstifts Salzburg. - Jb.Bg.- Hüttenkunde (K.E.F.
v.Moll), 1, 1797: 95-196.

SCHWARZ, F.: Die Erzlagerstätte Leogang unter besonderer
Rücksichtnahme auf ihre metallographische Eigen-
art. - Unv.Diss. Univ.Wien, 1928, 54 p.

- " - : Beitrag zur mineralogischen und geologischen
Charakteristik der Lagerstätte Leogang. - BH.Jb.,
78, 1930: 60-69.

- " - -E.PREUSCHEN-E.GASTINGER: Bericht über den Berg-
bau von Leogang, Salzburg. - September 1938, Archiv
O.M.FRIEDRICH, Leoben, 11 p.

SIEGL, W.: Zur Vererzung einiger Magnesite. - Karinthn,
1953, 22: 238-240.

- " - : Die Magnesite der Werfener Schichten im Raume
Leogang bei Hochfilzen sowie bei Ellmau in Tirol.-
Radex-Rundschau, 1964, 3: 178-191.

SPORN, E.: Erze der Grube Nöckelberg.-Salzburg 1918, Druck-
schrift, 1 p.

Die nachstehend angeführten Arbeiten streifen die
in Rede stehenden Lagerstätten, wiederholen das schon in
älteren Arbeiten Niedergelegte, ergänzen es auch, oder
sind - dies trifft vor allem für die Arbeiten O.M.FRIED-
RICHS zu - für die Einordnung der Lagerstätten in die Ge-
samtvererzung der Ostalpen bedeutungsvoll.

BECKE, F.: Ein Beitrag zur Kenntnis der Krystallformen
des Dolomit. - Tschermaks MPM, N.F., 10, 1889: 93-
152.

CZERMAK, F.-J.SCHADLER: Vorkommen des Elementes Arsen in
den Ostalpen. - Tschermaks MPM, 44, 1933: 1-67.

DOELTER, C.: Handbuch der Mineralchemie. - I, 1912.

EHRlich, C.: Ueber die nordöstlichen Alpen. Ein Beitrag

zur näheren Kenntnis des Gebietes von Oesterreich ob der Enns und Salzburg in geognostisch-mineralogisch-montanistischer Beziehung. - Linz 1850.

FRIEDRICH, O.M.: Zur Erzlagerstättenkarte der Ostalpen.- Radex-Rundschau, 1953, 7/8: 371-407.

- " - : Die Vererzung der Ostalpen, gesehen als Glied des Gebirgsbaues. - Archiv für Lagerstättenforschung i.d. Ostalpen, 8, 1968: 1-136.

FUGGER, E.: Die Mineralien des Landes Salzburg. - Gedenkbuch an die 54. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte, 1881: 47-56.

- " - : Vorbericht über die Ergebnisse der Befahrung des Nöckelberges am 27. und 28. Juli 1916. - 30.7. 1916, Abschrift im Archiv O.M.FRIEDRICH, Leoben, 1 p.

GROSSPIETSCH, O.: Dolomit von St. Leogang in Salzburg.- Tschermaks MPM, N.F., 34, 1917, 1/2: 68-70.

GROTH, P.: Ueber neuere Untersuchungen ostalpiner Erzlagerstätten. - Zeitschr.f.prakt.Geol., 1893: 20-24.

HAUER, C.v.-M.V.LIPOLD: Fünf Ankerite aus den Salzburger Alpen. Dolomite aus den Salzburg'schen Alpen.- In: Arbeiten in dem chemischen Laboratorium der k.k. geologischen Reichsanstalt. - Jb.k.-k.Geol.RA. IV. 1853, 4: 826-832.

HEISSEL, W.: Bericht (1949) von Dr.W.HEISSEL über die Aufnahmestätigkeit des Jahres.-Verh.Geol.BA., 1950/51, 1: 76-77.

HIESLEITNER, G.: Sulfidisch-arsenidisches Ni-Co auf alpinen Erzlagerstätten.- Zeitschr.f.prakt.Geol., 27. 1929, 8.

HOLZER, H.: Aufgaben und Arbeiten der Geologischen Bundesanstalt auf dem Gebiet des Stein- und Erdenbergbaus. - Montan-Rundschau, 1961, Sh. Steine und Erden: 223-225.

JOHN, C.v.-C.F.EICHLER: Arbeiten aus dem chemischen Laboratorium der k.k. geologischen Reichsanstalt, ausgeführt in den Jahren 1898-1900.- Jb. k.k.Geol. RA., 50, 1900, 4: 663-694.

MARSIK, W.: Bericht über die Befahrung des Bergbaues Nöckelberg am 26. Februar 1917. - Februar 1917, Abschrift im Archiv O.M.FRIEDRICH, Leoben, 1 p.

MAYR, C.: Über eine nickelreiche Ausblühung im Kiesbergbau Nöckelberg bei Saalfelden, Salzburg. - Zeitschr. f.prakt.Geol., 1917: 163-164.

- MEIXNER, H.: Zur Landesmineralogie von Salzburg, 1878-1962.
- In: Die naturwissenschaftliche Erforschung des Landes Salzburg Stand 1963: hrsg. von der Naturw. Arbeitsgemeinschaft am Haus der Natur, Salzburg, 1963: 24-41.
- " - : Die Stellung des Landes Salzburg in der Mineralogie. - In: Zur Mineralogie und Geologie des Landes Salzburg und der Tauern; Aufschluß, Sh.15: 5-13, Heidelberg 1966.
- N.N.: Schreiben des k.k.Revierbergamtes Wels an das k.k. Ministerium für öffentliche Arbeiten in Wien.- 18. 3.1916, Abschrift im Archiv O.M.FRIEDRICH, Leoben, 3 p.
- N.N.: Analyse Nr. 407 Viehofen Nöckelberg k.u.k.Mil.Bergbau. - Abschrift im Archiv O.M.FRIEDRICH, Leoben, 1 p.
- N.N.: Alpine Apatitvorkommen. - Mitt.d.Wr.Min.Ges., 1932, 96. In: Tschermaks MPM., N.F., 43, 1933: 75-76.
- PETRASCHECK, W.: Die österreichischen Magnesite als Glied der alpinen Metallogenese. - BHM., 98, 1953, 10:207-211.
- PREUSCHEN, E.-F.SCHWARZ: Schurfplan für den Bergbau Nöckelberg bei Leogang (Salzburg). - 1.8.1938, Archiv O.M.FRIEDRICH, Leoben, 2 p.
- REDLICH, K.A.: Bericht über die im Auftrage der k.u.k. Bergwerksinspektion der Alpen des k.u.k. Kriegsministeriums unternommene Bereisung (vom 10. April bis 3. Mai). - 10.5.1916, Abschrift im Archiv O.M.FRIEDRICH, Leoben, 2 p.
- " - : Schreiben an F.G.PETZOLD.- 5.11.1916, Abschrift im Archiv O.M.FRIEDRICH, Leoben, 1 p.
- SCHWARZ, F.: Bericht über die Aussichten der bergmännischen Schürfungen im alten (verbrochenen) Bergbau Leogang (Salzburg) und im Manganerzgebiet Blaa-Alm bei Alt-Aussee.- 1.7.1938, Abschrift im Archiv O.M.FRIEDRICH, Leoben, 3 p.
- " - : Brief an J.WEILGUNY. - 1.7.1938, Archiv O.M.FRIEDRICH, Leoben, 1 p.
- SPORN, E.: Brief an A.DADIEU, 29.7.1938. - Archiv O. M. FRIEDRICH, Leoben, 2 p.
- " - : Schreiben an F.SCHWARZ. - 5.10.1938, Archiv O.M.FRIEDRICH, Leoben.
- SREBIK, R.R.v.: Überblick des Bergbaues von Tirol und Vorarlberg in Vergangenheit und Gegenwart.-Ber.Naturw

-med.Ver. Innsbruck, 41, 1929.

STELZNER, A.W.-A.BERGEAT: Die Erzlagerstätten.- II, 1905-1906.

STRASSER, A.: Systematisches Verzeichnis der Mineralien Salzburgs. - In: E.STÜBER: Salzburger Naturführer: 263-279. MM-Verlag, Salzburg 1967.

STÜBER, E.: Die Bodenschätze. - In: E.STÜBER: Salzburger Naturführer: 36-45. MM-Verlag, Salzburg 1967.

- " - : Mineralien. - In: E.STÜBER: Salzburger Naturführer: 46-56. MM-Verlag, Salzburg 1967.

STURM, H.: In: M.v.LILL: Analysen, ausgeführt im Laboratorium des k.k. General-Probiramtes in Wien in den Jahren 1874 und 1875. - BH.Jb., XXIII. 1875: 352-367 (354).

THURNER, A.: Gebirgsbildung und Erzführung in der Grauwackenzone. - Verh.Geol.BA., 1947, 4-6: 83-94.

TSCHERMAK, G.: Ueber die Isomorphie der rhomboedrischen Carbonate und des Natriumsalpers. - Tschermaks MPM., N.F., 4, 1882: 99-121.

TSCHERNIG, E.: Die Antimonerzbergbaue Österreichs.- 14.2. 1950, Klagenfurt, 39 p.

WENINGER, H.: Die österreichischen Flußspatvorkommen-Übersicht und genetische Stellung.- Car.II, 79 (159) : 73-97.

ZEPHAROVICH, V.R.v.: Mineralogisches Lexicon für das Kaiserthum Österreich; 1. - Wien, 1859, 628 p.

Darüber hinaus sollen noch von folgenden Verfassern unser Thema berührende Arbeiten bestehen:

AUERBACH, BEUDANT, DÜCKLER v.HASSLOW, E.FUGGER (20.9. 1916), GOSLICH, H.HABERFELLNER, HAIDINGER, HUGARD, v. KÖCHEL, KRIEGER, LEVY, W.SCHÖPPE, E.SPORN (Oktober 1934). Diese waren wohl auch wegen der Kürze der Zeit nicht greifbar; daher konnten sie für die nachstehenden Erörterungen nicht berücksichtigt werden.

Kurzer Abriß der Geschichte der Bergbaue

Schon in vorgeschichtlicher Zeit gab es, wie die Bronze- und Steinschlägel-Funde beweisen, einen Bergbau im Leoganger Raum. Aber erst für die Zeit um 1550 ist

dieser auch belegbar. Die erste Karte (von Schwarzleo) stammt von P. SEER und aus dem Jahre 1671. Um 1700 wurde die Nöckelberger Vererzung aufgeschlossen. Im gleichen (18.) Jahrhundert wurden (bis 1775) auch die Erze der Vogelhalte vom Thomas- und Johannesstollen aus abgebaut. Aus dieser Betriebsperiode stammen auch drei Karten (eine aus dem Jahre 1761 mit der Vogelhalte, eine aus dem Jahre 1790 und eine weitere aus dem Jahre 1794 von A. STEINLECHNER und A. HARL von Schwarzleo).

Ende des 16. Jahrhunderts war Leogang wegen seines Reichtums an Kobalt- und Nickelerzen in ganz Europa berühmt. Das Kobalt wurde damals vor allem für die Herstellung von Blaufarben herangezogen, später dienten die Erze der Erzeugung der Co-Ni-Speise. Eine Zeit lang besaß eine Wiener Kobalt-Gesellschaft die Leoganger Bergbaue zusammen mit jenen von Schladming und Fügen (Zillertal) und dem Blaufarbenwerk bei der Reichsprobstei Gungenbach. Die Schmelzbetriebe standen zwischen 1790 und 1810 in der nach ihnen benannten Ortschaft Hütten. Neben dem Nickel und dem Kobalt fielen natürlich weiter für die damalige Zeit ansehnliche Kupfermengen an (z. B.: im Jahre 1794: 316,7 Zentner Cu).

Auf diese Blüte in der 2. Hälfte des 18. Jahrhunderts (belegt auch durch die Grubenkarten von 1799 und um 1810) folgte mit den Absatzschwierigkeiten von Blaufarben nach den napoleonischen Kriegen der Niedergang: 1812 wird der Hergbau Nöckelberg aufgelassen, 1828, nachdem er auch während des Wiener Kongresses zeitweise stillstand, der Tiefbau von Schwarzleo (der noch 1804 182,5 Zentner Kupfer, 448,5 Zentner Blei und 105 Mark Silber geliefert hatte), weil es nicht gelang, die zusitzenden Wässer zu gewältigen. Die Baue der Vogelhalte standen von 1775 bis heute still. 1854 waren sie noch teilweise befahrbar; doch bald verbrach der obere Stollen (Thomas), etwas später auch der untere (Johannes).

Um 1850 wurde der Nöckelberg abermals aufgeschlossen. Die Baue wurden von einer Gewerkschaft gewältigt, und 1852 konnte man schon 8000 Zentner Scheide- und Pocherze hereingewinnen. Mit einer kleinen Belegschaft (1854: 10 Mann) ging der Abbau bis 1860 natürlich nur schleppend und mit häufigen Unterbrechungen voran. Um die gleiche Zeit belegte man auch die Baue von Schwarzleo wieder; allerdings auch hier nur sehr schwach. Der Erasmusstollen war damals noch befahrbar, daher versuchte man 1854, dort einen Schacht niederzubringen. Auch diese Arbeiten waren nur von kurzer Dauer.

1871 setzte ein neuerlicher Aufschwung ein. Bis 1885 wurde hauptsächlich im Ostfeld des Nöckelberges, d. h. in der Umgebung des Unterbaustollens, gearbeitet. Eine Zeit lang gehörten der Nöckelberg und Schwarzleo der "Leoganger Nickel- und Kobalt-Gewerkschaft", d. h. zur Hälfte wahrscheinlich der Metallwarenfabrik Berndorf bei Wiener Neustadt, zur anderen Hälfte dem Herrn N. TSCHURTSCHENTHALER in Bozen.

Zwischen 1872 und 1877 wurden mit 2 bis 12 Mann Belegschaft im Erasmusstollen insgesamt nur 180 metrische Zentner schmelzwürdige Erze und 1000 metrische Zentner Pochzeuge hereingewonnen. Diese Erze wurden gemeinsam mit den Nöckelbergern verschmolzen und lieferten eine Speise mit 22,2 % Ni, 11,0 % Co, 3 % Cu, 28,0 % Fe, 16 % As, außerdem S und etwas Sb. Der Nöckelberg erbrachte zwischen 1871 und 1880 insgesamt 6380 metrische Zentner an Ni-Co-Erzen und Schlichen und 1032 metrische Zentner an Kupfererzen. Die höchste Produktion wurde 1873 mit 1090 mC. an Ni-Co-Erzen und Schlichen und 112 mC. Kupfererzen erreicht, die größte Belegschaft im selben Jahr mit 62 Arbeitern im Berg und in der Hütte. Einer anderen Quelle zufolge eroberte man zwischen 1871 und 1873 14.846 Zentner Derberze mit einem Ni-Co-Gehalt von 3-6 % und Poch-

gänge, entsprechend 585 Zentner Ni-Co-Speise (mit 28,1 % Ni und 14,9 % Co), d.h. 251,5 Zentner Metall. 1880 war trotz der schönen und reichlichen Fahlerz- und Bleiglanzstände im Erasmusstollen der Bau auf Fahlerz, Bleiglanz und Kupferkies schon sistiert; man baute damals neben etwas Kupfererz nur mehr auf Kobalt- und Nickelerze. Jährlich wurden 140 Zentner (= 7,84 t) Speise mit nur 20 % Co und 10 % Ni gewonnen. Die Speise wurde nach England verkauft. Der abermalige Niedergang hängt eng mit der Entdeckung der billigen neukaledonischen Erze zusammen. Die Nickelpreise sanken damals um mehr als 50 %, weshalb auch seit 1886 der Betrieb stark eingeschränkt wurde, bis er einige Jahre später überhaupt eingestellt wurde.

Erwähnenswert ist aus der damaligen Periode noch, daß 1875 die "Salzburg-Tiroler Montanwerks-Gesellschaft" auf der Rastbodenözt nach Brauneisenerz schürfte.

Die Pillerseer Gewerkschaft baute damals auch vorübergehend auf Eisenerze.

Die Leoganger Baue wurden daraufhin durch den damaligen Besitzer, einen Herrn KRUPP aus Salzburg, zwar noch einige Jahre bauhaft gehalten, doch erzwang die primäre Absätzigkeit, verschärft durch die Tektonik, 1905 - 1906 die völlige Einstellung des Bergbaubetriebes auf dem Nöckelberg. Die Freischürfe gingen an den Bergverwalter A. EGGER aus Fieberbrunn und an die Kupfergewerkschaft Viehhofen über. Von dieser Gewerkschaft gingen 1915 neuerliche Schurfarbeiten am Nöckelberg aus. Es wurde damals ein Stollen 10 m weit aufgefahren, brachte aber keinen Erfolg. Mit dem Beginn des 1. Weltkrieges waren die Leoganger Erze, besonders auch nach der Kartierung Th. OHNE-SORGEs (1905-1912), wieder interessant geworden.

Daher meldete Ende 1915 auch das k. k. Montan-Verkaufsamt Freischürfe an. Inzwischen hatten A. EGGER und die Gewerkschaft Viehhofen der Erz- und Metallhandlung

F.G.PETZOLD in Charlottenburg eine Option über sämtliche Freischürfe eingeräumt. Der Bergingenieur A.REITSCH gewältigte daraufhin in den Jahren 1917 bis 1919 70 m des Neuschurfstollens und 200 m des Ottenthaler Stollens auf dem Nöckelberg, die Fahrten wurden erneuert, 8790 t Mittelerze zum Abbau vorgerichtet, zwischen Mitte Feber 1917 und dem Juni des gleichen Jahres mit 10 Mann über und 10 Mann unter Tage mehr als 400 t hüttenreife Erze (zur Hälfte überwiegend Cu-, zur anderen Hälfte vorwiegend Co- und Ni-Erze) hereingewonnen. Der Metallgehalt dieser Erze betrug zwischen 5 und 6 %. Im Juni 1917 lagen auf der Halde vor dem Berghaus noch 70 t sortiertes Erz (mit einem Metallgehalt von 3 %) und etwa 100 t ungeschiedenes Erz. 1918 konnte eine Freifahrung erfolgen. Die Derberze enthielten damals allerdings nur 11,6 % Cu und 3,2 % Ni, die (häufigeren) ärmeren Erze bei 2 % Cu und 1 % Ni. Obwohl der Aufschluß seit 1916 nach Aussage des "k.u.k. militärischen Leiters des Kupfererzbergbaues Nöckelberg-Leogang", des Bergingenieurs W.MARSIK, beträchtliche Fortschritte machte, scheint er, insgesamt gesehen, wenig zielstrebig gewesen zu sein (K.A.REDLICH, 10.5.1916: ".....das Herumwühlen, wie es derzeit von einigen Leuten durchgeführt wird, ist recht zwecklos."). Man plante zwar nach 1918 auch die Schwarzleo-Baue wieder zu gewältigen, doch wurde schon 1919 der Betrieb auf dem Nöckelberg wieder eingestellt. Über den letzten Stand der Aufahrungen gibt ein markscheiderischer Plan aus dem gleichen Jahre Auskunft. Seither verfielen die Baue. Seit 1938 ist nur mehr der älteste der Stollen in Schwarzleo, der mit Schlägel und Eisen getriebene Danielstollen, befahrbar.

In den Jahren 1919 bis 1923 setzte Th. OHNESORGE seine Kartierungsarbeiten im Schwarzleoal fort. Dabei fand er auch das Magnesitvorkommen der Inschlagalm, aus dem seit 1936 Magnesit gefördert wird. Der Abbau litt

dort allerdings anfänglich unter schweren finanziellen Nöten.

Der eine Eigentümer des Magnesitbergbaues, J. WEILGUNY aus Bischofshofen (der andere hieß H. BRABEC und war aus Leogang), versuchte abermals sein Glück auf dem Nöckelberg, konnte aber die Vertragsbestimmungen nicht einhalten, sodaß der Nöckelberg an einen Herrn VOSS aus Charlottenburg zurückfiel. BRABEC und WEILGUNY standen knapp vor dem 2. Weltkrieg vor dem Konkurs (worunter natürlich auch der Magnesitbergbau litt), als sich die damalige Reichsstelle für Bodenforschung für den Wiederaufschluß der Leoganger Lagerstätten interessierte. Leider kam man damals über wenige Begehungen nicht hinaus.

Heuer, d.h. 1970, wurde der Magnesitabbau auf der Inschlagalm durch die Österreichisch-Amerikanische Magnesit AG., in deren Hände die Lagerstätte inzwischen übergegangen ist, eingestellt. Gleichzeitig untersucht nun die Mitterberger Kupferbergbau Ges.m.b.H. (Mühlbach/Hochkönig) abermals die Cu-Ni-Co-Lagerstätten des Schwarzleotales, also den Nöckelberg, die Vogelhalt und Schwarzleo, auf ihre Bauwürdigkeit.

Stratigraphie

Die Schichtfolge im Bereich zwischen Blechwand im W und Hütten im E umfaßt einen Zeitabschnitt vom Ordovizium bis in das Permo-Skyth. Das Ordovizium wird durch die sogenannten tieferen Wildschönauer Schiefer vertreten, die in dem von uns bearbeiteten Raum maximal 1/3 der Gesamtfläche einnehmen. Diesen, aus Subgrauwacken und Tonschiefern aufgebauten Sedimenten, sind basische Eruptiva (Diabase, Diabas-Spilitite, Proterobase und Keratophyr-Spilitite) sowie deren tuffogenes Gefolge zwischengeschaltet.

Während die Laven hier stark zurücktreten, sind Tuffe und Tuffite südlich und südwestlich der Inschlagalm stark vertreten. Auf der N-Seite fehlen Eruptiva, während sie im S, schon außerhalb des Kartierungsbereichs, zum vorherrschendsten Element werden.

Die Ordoviz/Silur-Grenze ist durch das Aufdringen saurer Magmen (ignimbritische Quarzporphyre) gekennzeichnet. In dem von uns bearbeiteten Gebiet treten die sogenannten "Porphyroide" nicht mehr auf, es fehlt aber nicht an deren Tuffen, die gerade beim Nöckelberg des öfteren anstehend gefunden wurden. Eine Entscheidung, ob es sich um primäre Tuffe oder um umgelagertes Material von Quarzporphyr handelt, läßt sich infolge starker Schieferung nicht treffen; selbst wenn es sich um umgelagertes Material handelt, ist ein tiefsilurisches Alter hierfür gesichert (siehe H.MOSTLER 1968: 138). Über den Porphyroiden bzw. deren Tuffen folgt gewöhnlich eine tiefsilurische Schichtfolge (höhere Wildschönauer Schiefer bzw. Dientner Schiefer) oder eine tiefsilurische Karbonatgesteinsfolge. Da in unserem Kartierungsgebiet nur an einer Stelle die sogenannte "Dientner Fazies" entwickelt ist (es handelt sich um schwarze Tonschiefer, die von der typischen Dientner Entwicklung durch grobklastische Einschaltungen etwas abweichen), auch die karbonatische Entwicklung tiefsilurischen Alters fehlt, ist man gezwungen, deren Fehlen tektonisch zu erklären (Näheres im Kapitel über die Tektonik).

Bedingt durch eine tektonische Lücke in der Schichtfolge mit der einen Ausnahme, wo über Dientner Schiefer schwarze Dolomite des unteren Ludlow folgen (der sedimentäre Verband wurde von H.MOSTLER 1967: 35 belegt), greift eine höchstsilurische bis unterdevonische Schichtfolge, bestehend aus 100 - 150 m mächtigen Karbonatgesteinen, über die ordovizischen Sedimente.

Das höchste Silur ist durch dunkelgraue Dolomite, denen linsenförmig Kalklagen zwischengeschaltet sind, verkörpert; diese führen Conodonten der steinhornensis-Stufe. Diese Dolomite treten nur an der orographisch linken Seite des Schwarzleobaches auf; sonst folgen durchwegs unterdevonische, recht homogene, hellgraue bis braungraue Dolomite. Die Homogenisierung erfolgte im Zuge einer Dolomitisierung der ehemals als Kalke abgelagerten Sedimente. Das Alter dieser Dolomitisierung ist sicher prämittelpermisch (siehe: Perm).

Die unterdevonischen Dolomite werden von roten Flaserdolomiten und dunkelgrauen grobspätigen Dolomiten abgelagert. Auf Grund der Conodontenfaunen sind diese in das Siegen-Eifel zu stellen. Ihr Auftreten beschränkt sich auf das Gebiet der Inschlagalm (d.h. auf den aufgelassenen Magnesitbergbau); die ehemals als Kalke vorgelegenen Gesteine wurden nicht nur von einer Dolomitisierung erfaßt, sondern auch von einer Umbildung in Magnesit.

Den flächenmäßig größten, aber auch mächtigsten Anteil der Karbonatgesteine stellt der unter- bis mitteldevonische Spielbergdolomit (Ems-Eifel), der sowohl eine fazielle wie auch eine tektonische Sonderstellung einnimmt (siehe unten). Die Flaserdolomite werden in vertikaler Richtung von oberdevonischen Kalken abgelöst (unmittelbar oberhalb der Inschlagalm). Dabei handelt es sich nach den Conodontenfaunen um ein toII α -toII β -Alter; höheres Oberdevon fehlt. Es scheint so, als ob im westlichen Abschnitt der Grauwackenzone jüngere Sedimente des Devons, des Unter-, z.T. auch Oberkarbons primär fehlen. Erst mit dem höheren Unterperm tritt wieder eine mehr oder minder durchlaufende Sedimentation auf.

Im höchsten Unterperm war der Spielbergdolomit Hauptschuttlieferant; untergeordnet schütteten auch die silurisch-devonischen Gesteine der Südfazies.

Im Gebiet um Leogang waren es ausschließlich die Spielbergdolomite, mit deren Schutt die flachen permischen Wannen ausgefüllt wurden; dies geschah ohne Beteiligung von Meerwasser. Der Schutt glich das Relief mehr oder weniger gut aus. Über den sogenannten Basalbreccien (Schutt, aus Spielberg-Dolomit bestehend) folgen rote Tonschiefer, die in vertikaler Richtung von sandig-roten Sedimenten des Oberperms abgelöst werden.

Ganz im N (Leoganger Ache) sind dann nur noch die schräg geschichteten Sandsteine des Skyths zu erwähnen.

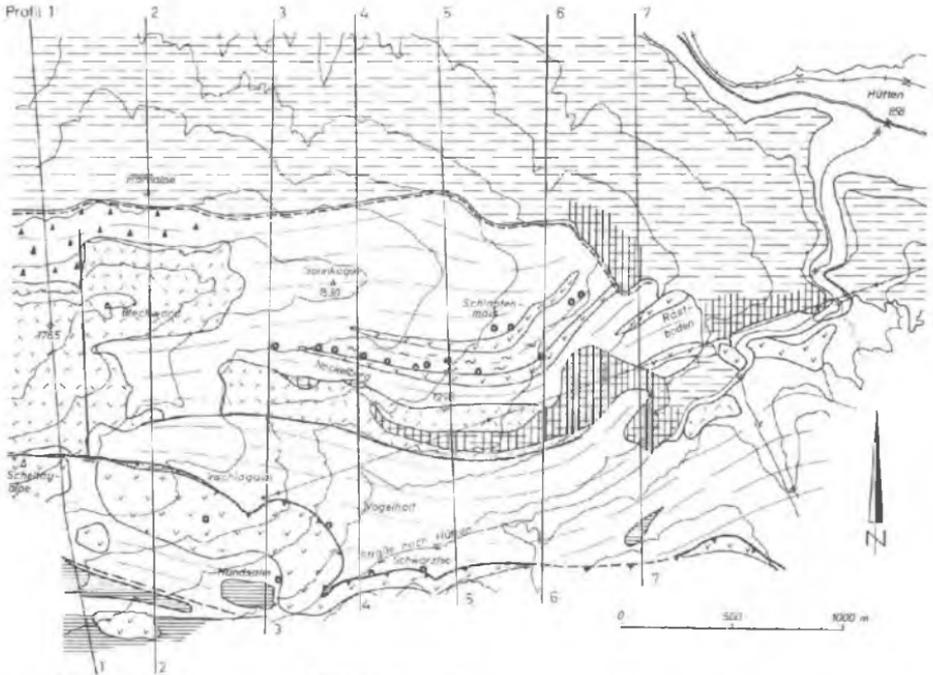
Lithologisch-fazielle Betrachtung

Die ordovizischen Anteile sind recht gleichmäßig und eintönig entwickelt. Nur bezüglich des eugeosynklinalen Vulkanismus sind Unterschiede beobachtbar. Der Leoganger Raum liegt gerade in einem Übergangsbereich von mehr explosiver vulkanischer Tätigkeit (Kitzbühler Raum) zu effusiver Tätigkeit (Saalfeldner Raum).

Mit Beginn des Silurs tritt infolge synsedimentärer Tektonik (nach dem Ignimbritstadium) eine starke fazielle Zersplitterung auf (Tektogenese).

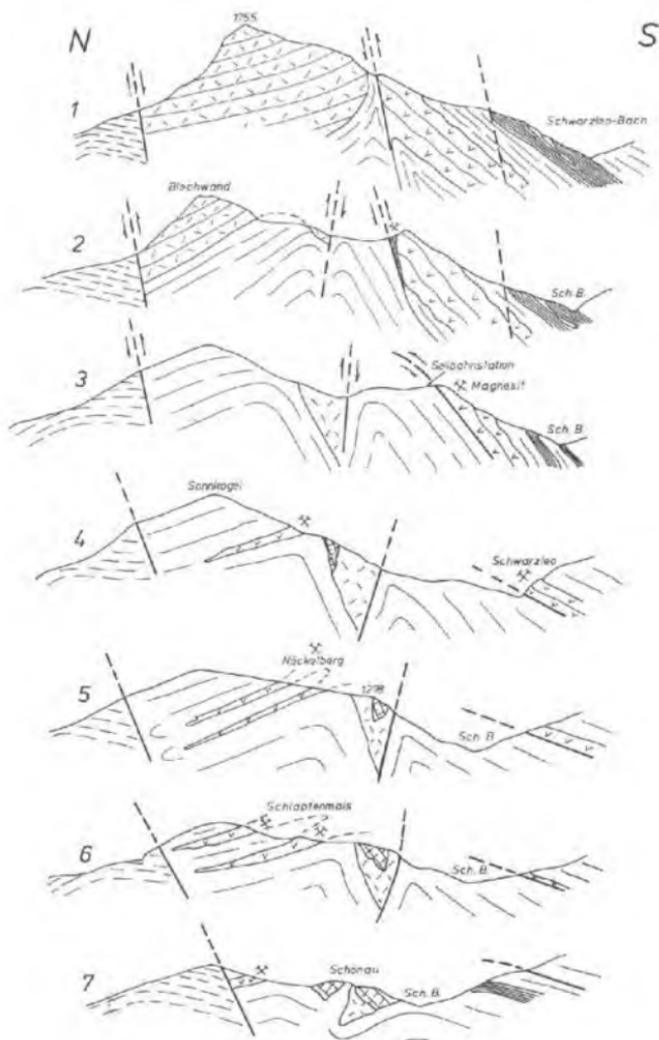
Diese Aufsplitterung ist besonders stark im Untersilur, wobei in dem von uns betrachteten Bereich nur die tonige Entwicklung vorhanden ist. Das obere Silur ist recht einheitlich entwickelt, die Wirksamkeit der tektonischen Phase ist längst erloschen; die Reliefunterschiede sind durch die synsedimentäre Tektonik voll ausgeglichen.

Großräumig gesehen, haben wir zwischen Wörgl im W und Bischofshofen im E zwei Faziesentwicklungen; und zwar eine Entwicklung, die vom Silur bis in das Oberdevon reicht, die wir "Südfazies" nennen wollen, und eine Entwicklung, die sich aus Dolomiten des Unter- und Mittel-



- | | | |
|--|--|--|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

Geologische Profile Tafel II



Wildschönauer Schiefer
(Ordovizium)

Grünschiefer
(Ordovizium)

Spießbergamit
(Unter- / Mittel- Devon)

Kalk bzw. Dolomit der Sudfazies
(Ober- / Mittel- Devon)

Fieserkalke bzw. -Dolomite
(Oberdevon)

Permische Tonschiefer und
Permiskyth- Sandstein

Permische Basalbreccie

devons aufbaut, "Spielbergdolomit" genannt. Der Anteil des sogenannten Spielbergdolomites beträgt rund $3/4$ aller Karbonatgesteine zwischen Kitzbühel und Saalfelden. Weitere lithologische Untersuchungen sollen die Frage klären, inwieweit der Spielbergdolomit dem Schwazer Dolomit analog ist.

Jedenfalls sticht der Spielbergdolomit stark von den gleichartigen Karbonatgesteinen der "Südfazies" ab. Letztere sind vorherrschend Beckensedimente (SiO_2 - führende Dolomite, Kieselschieferlagen, Netzkalke und rote Flaserdolomite, stets feinbankig und reich an Conodonten und Ostracoden), während der Spielbergdolomit ein riffogenes Sediment im weiteren Sinne darstellt (helle, grobgebankte Dolomite, reich an Korallen-, Bryozoen- und Hydrozoenschutt).

Der "Spielbergdolomit" zieht vom Spielberghorn (Locus typicus) über die Blechwand zum Nöckelberg (aber südlich der Nickelvererzung) und keilt kurz vor der Ortschaft Hütten aus; ganz im N (nördlich bis nordöstlich vom Sonnkogel) tauchen noch einzelne Relikte von "Spielbergdolomit" unter den Basalbreccien heraus. Der "Spielbergdolomit" ist stets tektonisch von der "Südfazies" getrennt.

Die Dolomite der "Südfazies" dagegen treten konstant südlich der Linie Scheltaualm-Inschlagalm auf; nur im Bereich von Nöckelberg gelangt sie, bedingt durch intensive Schuppung, in eine so weit im N liegende Position (siehe: Tafel I). Details über die Lithologie, sowie mikrofazielle Merkmale sind in H. MOSTLER (1968) nachzulesen.

Faziesgebundenheit der Vererzung

Wenn hier primär nur der Raum um Leogang Gegenstand unserer Bearbeitung war, so ist es, um die Fazies-

gebundenheit der Vererzung einigermaßen verstehen zu können, notwendig, auf den Raum zwischen Kitzbühel im W und Leogang im E auszugreifen. Darüber hinaus ist es zweckmäßig, nicht nur die Ni-Cu-Co-Vererzung isoliert zu betrachten, sondern auch die anderen in diesem Raume auftretenden Vererzungen mit einzubeziehen.

Zunächst sei der Spielbergdolomit herausgegriffen bzw. seine Rolle als Träger von Vererzungen besprochen. Obwohl der Spielbergdolomit flächenmäßig den weitaus größten Anteil aller Karbonatgesteine im Abschnitt zwischen Kitzbühel und Leogang einnimmt (er bildet außerdem den mächtigsten Karbonatgesteinskörper), ist er arm an Vererzungen. Vor allem ist auffällig, daß die in diesem Raume weit verbreitete Magnesitvererzung den Spielbergdolomit, trotz des homogenen Aufbaues des Dolomits, ja trotz seiner "Metasomatosefreudigkeit" (der Spielbergdolomit verdankt seine Entstehung einer präpermischen Metasomatose), ausspart, während der wesentlich inhomogenere Dolomit der Südfazies eine intensive Magnesitvererzung, von der unten noch die Rede sein wird, erlitt.

Geradezu auffallend ist in diesem Zusammenhang aber die Barytvererzung, die ausschließlich an den Spielbergdolomit gebunden ist; wenn diese auch konzentriert in der Umgebung von Kitzbühel auftritt, konnte sie doch auf der gesamten E-W-Erstreckung (also in einem Bereich von rund 30 km) im Spielbergdolomit nachgewiesen werden. Die Barytvererzung führt spurenhafte Kiese, die aber nur mikroskopisch nachweisbar sind; diese Vererzung wurde von H. MOSTLER 1970 als sedimentär angelegt und im Zuge der Dolomitisierung des Spielbergdolomits mobilisiert und konzentriert betrachtet. Wir können also für die Barytvererzung konkret eine paläozoisch-sedimentäre Vererzung, die im Zuge der variszischen Gebirgsbildung eine Konzentrierung erfahren hat, annehmen.

Wie sieht es nun mit dem Magnesit, der streng Faziesgebunden - und zwar innerhalb der Südfazies - auftritt, aus?

Eine primäre Vorkonzentration des Magnesiums, das heißt eine frühe diagenetische Dolomitisierung, ist auf jeden Fall in den höchstsilurischen bis unterdevonischen Sedimenten gegeben (Echinodermen-reiche Sedimente). Daraus wird verständlich, warum der wesentlich heterogener aufgebaute Dolomit der Südfazies Magnesit führt und nicht der Spielbergdolomit.

Nun zeichnen sich nach unseren Untersuchungsergebnissen, zunächst nur auf den Leoganger Raum beschränkt, Ergebnisse ab, die zeigen, daß auch die Nickel-Kupfer-Kobalt-Vererzung an die Südfazies gebunden ist. Ja, auch für die Sideritvorkommen (Rastboden und Schwarzleo) trifft dieselbe Faziesgebundenheit zu. Dabei scheint es uns vor allem wichtig, darauf aufmerksam zu machen, daß die Nickel-Kupfer-Kobalt-Erze mit den Magnesiten der Inschlagalm vergesellschaftet vorkommen. Die Gründe für diese Faziesgebundenheit der Cu-Ni-Co-Erze sind noch völlig unbekannt; sie könnte in diesem verhältnismäßig kleinen Raum auf eine rein zufällige Konstellation zurückgehen, die Vererzung könnte aber auch in engstem Konnex mit der Überschiebungs- bzw. Aufschiebungstektonik stehen. In diesem Falle wäre sie also nur auf eine tektonische Trennfläche zurückzuführen, die zwei verschiedene Faziesbereiche trennt und längs der die Vererzung infolge bester Wegsamkeit aufdringen konnte bzw. Platz fand. Dieses Erkennen der Faziesgebundenheit hat die Prospektion auf die Cu-Ni-Co-Erze sehr befruchtet; so wurden mit dieser Erkenntnis immerhin die zwei (oben schon genannten) interessanten und bisher noch völlig unbekanntem Vererzungen entdeckt.

Tektonik

Der Westabschnitt der Nördlichen Grauwackenzone läßt sich in vier tektonische Einheiten gliedern. Hierbei handelt es sich um Decken mit Überschiebungsweiten, die 5 km kaum überschreiten. Die tiefste Decke der Grauwackenzone Tirols ist dem Quarzphyllit aufgeschoben und von diesem stets gut abtrennbar: sie wird wiederum von einer Einheit überfahren, die vorherrschend aus Porphyroid- und Spielbergdolomit-Material besteht und für unsere Betrachtungen gerade in Bezug auf die Vererzung große Bedeutung erlangt. Sie erstreckt sich von Brixen i.T. im Westen bis Hütten im Osten, also über 50 km EW-Erstreckung. Über diese teils überschobene, teils aufgeschobene Decke folgt Einheit 3 (siehe: H.MOSTLER 1971). Diese von Kitzbühel bis (nach dem derzeitigen Untersuchungsstand) Taxenbach verfolgte tektonische Einheit, die sich vorwiegend aus ordovizisch-tiefsilurischen Serien zusammensetzt, wird von inversen Deckschollen (bisher nur östlich der Zellerfurche nachgewiesen) überlagert.

Die Abgrenzung zu den Nördlichen Kalkalpen ist z.T. recht komplex. In die Decken 1 und 2 sind noch kalkalpine Anteile einbezogen, den höheren Einheiten fehlen allerdings permomesozoische Elemente. Der Rand der Nördlichen Kalkalpen, gemeint ist die Grenze, an der uns erstmals massiv die Nördlichen Kalkalpen entgegentreten, ist verschuppt, und nur an wenigen Stellen ist der primäre Kontakt mit der Grauwackenzone erhalten. Die Beobachtungen von A.TOLLMANN 1970 über den Kalkalpenrand fügen sich gut in unsere Untersuchungsergebnisse ein, die rein aus der Situation der Grauwackenzone erarbeitet wurden.

Hier aber soll nur auf die Tektonik der Einheiten 2 und 3 eingegangen werden: denn nur diese beiden Einhei-

ten bauen den von uns untersuchten Raum auf. Einheit 2 ist an der Stirn z.T. sehr stark aufgesplittert; Schürflinge, aus der tektonischen Unterlage stammend, wurden hochgeschleppt. Im Lagerstättenbereich selbst kommt es ortsweise zu einer Verschleppung mit permotriassischen Schichtfolgen. In der Fortsetzung der Lagerstätte Nöckelberg werden in einem letzten Akt der Überschiebung paläozoische Anteile überschoben, z.T. aufgeschoben.

Dies ist übrigens ein Phänomen, das an mehreren Stellen am Nordrand der Grauwackenzone beobachtbar ist (speziell im Raum zwischen Fieberbrunn im Westen und Hütten im Osten). Abscherungshorizonte für die lokale Schuppungszone im N sind vor allem die roten permischen Tonschiefer. Ganz anders verhalten sich die tieferpermischen Basalbreccien bzw. Konglomerate, die infolge ihrer Festigkeit und enger Verbindung mit den paläozoischen Dolomiten ihren Platz in der starren, nur durch Brüche differenzierten Platte der Einheit 2 einnehmen.

Ungleich komplizierter sind die tektonischen Verhältnisse innerhalb der Einheit 3, bzw. an der Grenze zwischen 2 und 3. Abgesehen vom Wechsel, bzw. allen Übergängen einer Aufschiebung zur Überschiebung, tritt im E-Abschnitt, besonders im Bereich der Lagerstätte Nöckelberg, eine eher nur schematisch erfaßbare Zerlegung in Schuppen und Späne auf.

Die Gleitbahn wird von Wildschönauer Schiefern gestellt, die z.T. mithochgeschürft wurden; innerhalb der massigen Karbonatgesteinsabfolgen sind es die oberdevonischen Tonschiefer und Kieselschiefer, die neben den Wildschönauer Schiefern als bevorzugte Abscherungshorizonte genutzt wurden.

Zwei Phänomene in der Tektonik zwischen Einheit 2 und 3 waren zu klären: einmal der Wechsel zwischen Aufschiebungs- und Überschiebungstektonik, zum anderen Mal

die Ursachen der Verschuppungen.

Für die erste der oben erwähnten Erscheinungen bietet sich auf Grund der im Folgenden beschriebenen Geländebeobachtungen die Deutung einer Zweiphasigkeit in der Bewegung entlang der Überschiebungsbahn an. Traf die Überschiebende Einheit 3 auf das starre Widerlager der Karbonatgesteinsplatte (Spielbergdolomit), so konnten wir durchwegs auf einer Breite von rund 20 km nur Aufschiebungen feststellen; sobald Widerlager fehlten, das heißt dort, wo uns Wildschönauer Schiefer oder stark teilbewegliche Gesteine entgegentreten, wurden die Aufschiebungen von Überschiebungen abgelöst. Dies wird dahingehend gedeutet, daß im ersten Akt der Bewegung eine Überschiebung stattfand, im zweiten Akt eine Ausgestaltung dieser, wobei die starren Blöcke richtige Widerlager stellten, sodaß es zu einer Stellstellung der ursprünglichen Überschiebungsbahn kam, während in den teilbeweglichen Abschnitten die ehemals einheitlich überschiebende Masse weiter vorprellte bzw. zerglitt.

Diese Deutung wird noch durch eine weitere Beobachtung im Abschnitt des Kitzbühler Horns bestärkt, wo einmal normale und inverse Schichtfolgen in hochgerissenen Schubspänen auftreten, zum anderen Mal im Zuge eines zweiten Bewegungsaktes überschobene Anteile, die sonst Widerlager stellen, an Schwächestellen abgesichert und weiter nach N verfrachtet wurden.

Die Schuppen gehen, wie bereits angedeutet, im wesentlichen auf eine spätere (2.Phase) Ausgestaltung der großangelegten Überschiebung zurück, wodurch gerade im Falle Nöckelberg Schubspäne der "Südfazies" weit nach N vorprellten, über den Spielbergdolomit der Einheit 2 hinweg.

Die von uns angenommene Zweiphasigkeit läßt sich bezüglich des Alters der Bewegung verschieden interpre-

tieren. Das eine Mal wäre eine variszische Überschiebung denkbar, die eine alpidische Ausgestaltung erfuhr und im Raume Nöckelberg die Miteinbeziehung von Perm erklären könnte. Die zweite denkbare Variante, der unserer Meinung nach, rein aus großtektonischer Sicht betrachtet, höhere Wahrscheinlichkeit zukommt, geht darauf hinaus, ein zweiphasiges alpidisches Geschehen anzunehmen. Erster Akt wäre dann ein vorgosauischer Deckenschub, der zweite ein postgosauischer Nachschub an alten Deckenbahnen im Sinne von A. TOLLMANN 1966.

Mit dieser letzten Deutung kommen wir allerdings in große Schwierigkeiten hinsichtlich der Einordnung der Vererzung gerade im Hinblick auf eine genetisch analoge Lagerstätte, nämlich Mitterberg, für die ein permisches Vererzungsalter angenommen wird (siehe: Alter der Vererzung).

Abschließend sei noch auf die Bruchtektonik des Lagerstättenbereiches eingegangen. Die starre Karbonatgesteinsplatte der Einheit 2 ist in sich z.T. stark zerbrochen. Auffallend sind zunächst N-S-verlaufende Brüche, wobei nahezu ausnahmslos die W-Flügel angehoben, die E-Flügel dementsprechend abgesenkt sind.

E-W-verlaufende Brüche treten zunächst nicht so auffällig in Erscheinung. Einmal sind es die ganz im N bei Fieberbrunn, dann südlich von Wildseeloder (beide außerhalb des Lagerstättenbereiches), weiters im N der Blechwand und nördlich des Magnesitbruches, wobei meist der S-Flügel der Störung angehoben wurde. Im N der Grauwakkenzone bzw. am S-Rand der Nördlichen Kalkalpen tritt eine Häufung von E-W-verlaufenden Brüchen auf, die aber selten mehr als 1 km verfolgt werden konnten. In der Detailtektonik scheinen die E-W-verlaufenden Brüche doch eine größere Bedeutung zu haben. Auf das gehäufte Auftreten dieser entlang der Grenze Nördliche Kalkalpen/Grauwak-

kenzone wurde bereits hingewiesen. Schwierig ist es allerdings abzuklären, inwieweit es sich in der Lagerstätte Nöckelberg um große E-W-Brüche handelt, die möglicherweise eine komplizierte Schuppentektonik vortäuschen. Auf jeden Fall konnten wir in den Karbonatgesteinsschollen am Schlapfenmais oberhalb Nöckelberg einen eindeutigen E-W-verlaufenden Bruch nachweisen.

Weitere Einzelheiten über die Tektonik werden im nachfolgenden Kapitel über die Vererzung und die Einbaue gebracht.

Vererzung und Einbaue

Die Vererzung tritt nahezu ausschließlich in den Karbonatgesteinen auf; sie ist, wie bereits erwähnt, faziesgebunden und hält sich z.T. an tektonische Kontakte. Im Zuge der Überschiebung wurden die Karbonatgesteine - es handelt sich ausschließlich um Dolomite, die auf Beanspruchungen rein rupturrell reagierten - zerbrochen, wobei die vererzenden Lösungen entlang der günstigen Wegsamkeit an der Überschiebungsbahn wandern bzw. mobilisiert werden konnten. Die Erze konnten sich auch in den vielen Rupturen des Dolomits absetzen (nach der Art der "typhonischen Lagerstätten" POSEPNYs), das Karbonat aber auch z.T. von den Klüften aus metasomatisch verdrängen.

Prinzipiell lassen sich drei Vererzungstypen unterscheiden:

1. eine intensive Vererzung, gebunden an die Überschiebungs- bzw. Aufschiebungstektonik;
2. eine schwache Vererzung an lokale Zerbrechungszonen, und
3. eine schwache Vererzung, an Klüfte bzw. ss- parallele Fugen gebunden.

Da die rupturelle Beanspruchung direkt im Kontaktbereich am stärksten war, fand dort auch infolge der starken Spalten- und Reißbildung eine Konzentration der Erze statt. Tiefere Teile der Dolomite wurden schwächer vererzt; nur an größeren Fugen gibt es noch eine schwache Vererzung, in noch größerer Entfernung bleiben selbst mächtige Fugen taub. Wir können somit, konkret gesprochen, feststellen, daß nur die hangendsten 2 m der überwältigten Dolomite eine starke Vererzung aufweisen; unterhalb dieser 2 m-Grenze tritt nur mehr eine spurenhafte Vererzung auf, es sei denn, daß lokal der Dolomit stärker zerbrochen wurde (Vererzungstyp 2). Derartige lokale Zerbrechungszone n im Dolomit konnten wir im Gelände feststellen. Ihre Position innerhalb des gesamten Dolomitmö rpers ist bisher noch ungeklärt. Vielleicht wäre diese Frage lösbar, wenn uns noch die untertägigen Aufschlüsse offenstünden; vielleicht könnten sie dann durch eine intensivere Untertageaufnahme geklärt werden.

Daneben tritt uns noch das Vererzungsbild einer ausgedehnteren Kluftvererzung entgegen, wie es z.B. sehr gut im Daniel-Stollen zu beobachten ist. Durchgreifende, z.T. stark streuende Klüfte (vorherrschend Fugen parallel der Schichtung der Dolomite) werden auch gerne von der Vererzung erfaßt. Inwieweit diese doch eher als spärlich vererzt anzusehenden Vorkommen heute noch wirtschaftlich nutzbar sind, könnte nur eine systematische Probenahme (in Form von Schlitz-, Schuß- und Haufwerksproben) klären. Wegen der schlechten Aufschlußverhältnisse kann auch die Frage, ob die Klüfte (vor allem die ssp parallelen Fugen) ihre Erzzufuhr aus diskordant durchschlagenden Gängen bezogen haben oder ob diese im Zuge einer Mobilisierung während der Überschiebung abgesetzt wurden, noch nicht endgültig beantwortet werden.

Die Erze wurden in drei Revieren, die sich hinsichtlich der Mineralführung etwas unterscheiden, abgebaut:

- 1) in der sogenannten Vogelhalt, die dem Revier der Inschlagalm zugerechnet werden kann;
- 2) auf dem Nöckelberg, und
- 3) in den Bauen von Schwarzleo.

Daneben finden sich in älterem Schrifttum noch Angaben über weitere Erzvorkommen, die teilweise sogar bebaut worden sein sollen, die aber bisher noch nicht wiederaufgefunden werden konnten. So soll es Ausbisse geben:

- a) auf der Höhe des Sonnkogel-Kammes,
- b) 250 m westlich des Neuschurfgrabens in 1400 m SH. (wahrscheinlich in der streichenden Fortsetzung der Nöckelberg-Vererzung),
- c) bei der Scheltau-Alpe (am westlichen Rand des Aufnahmegebietes),
- d) bei der Hartl-Alpe (hier sollen seinerzeit sogar zwei Stollen aufgeföhren worden sein),
- e) auf dem Spielberg (schon 1504 wurde von hier ein Bergbau erwähnt), und
- f) in den Grießener Wänden nächst den Grießener Alpen. In der Bachsohle soll es dort Blöcke mit Kupfer- und Nickelerzen gegeben haben, die auch abgebaut worden sein sollen.

Die beiden zuletzt genannten Gebiete liegen knapp außerhalb des Aufnahmegebietes, sind daher in der geologischen Karte (Tafel I) nicht enthalten. Da - wie oben schon gesagt - diese Ausbisse bisher noch nicht wieder gefunden werden konnten, müssen wir uns bei den folgenden Erörterungen auf die drei Reviere beschränken.

1) Inschlagalm

Bisher war von uns hier nur der im 18. Jahrhundert seinem Umfang nach bescheidene Bergbau der Vogelhalt bekannt. Er lag, wie auch alle anderen Erzvorkommen der Inschlagalm, am orographisch linken Ufer des Schwarzleobaches westlich der Vogleralm. Alle Einbaue sind derzeit unzugänglich. Zwei Stollen, nämlich der in etwa 1100m SH. angesteckte Johannesstollen und der rund 30 m höher gelegene Thomasstollen, sind uns noch namentlich bekannt. Darüber soll es früher noch zwei Schurfstollen gegeben haben. Ruinen vor dem Mundloch des Johannesstollens könnten auf eine Bergschmiede zurückgehen.

Der Johannes- wie auch der Thomasstollen wurden an der (tektonischen) Grenze Dolomit der Südfazies (im SW)/ Wildschönauer Schiefer (im NE) eingetrieben und schlossen eine um die 1000 m² messende Gangfläche auf. Das Feldort des Thomasstollens stand zuletzt in einer Verwerfung. Die Erze wurden bis zu Tage abgebaut.

Die Erze der Vogelhalt waren wegen ihres Silber- und Quecksilberreichtums bemerkenswert. An Erzminerale und Gangarten sind bisher bekannt geworden: Quecksilberfahlerz, Zinnober, gediegen Quecksilber, Rotnickelkies, Kupferkies, Malachit, Azurit, Pyrit, Limonit, Silberamalgam, gediegen Silber (K.M.SCHROLL 1797, p.145: "ie doch nur als eine Seltenheit gebrochen"), Eisenspat, Ankerit und Aragonit.

Unter der Hundalm (1100 m) tritt am tektonischen Kontakt Tonschiefer/Dolomit eine von uns neu entdeckte 1 1/2 bis 2 m mächtige Vererzung auf. Sie hält sich streng an die oberen Meter des Dolomits, ist dort dem Augenschein nach als sehr reich zu bezeichnen und konnte - soweit Aufschlüsse vorhanden sind - längs der tektonischen Linie weiter verfolgt werden. Durch die Bindung an das Hangendglied der Dolomite wird eine schichtgebundene Vererzung vorgetäuscht.

Das Nebengestein wird hier (im Liegenden der Vererzung) von einem braunen, feinkörnigen Dolomit, der von feinstem Pyrit durchstäubt ist, gebildet. Der Dolomit ist in der Nähe der Vererzung rekristallisiert; er bildet bis zu 3 mm große Körner, enthält hier auch etwas Markasit und wird von einem weißen Spatgäader durchrissen. Dieser milchig-weiße Spat ist offenbar gleich alt wie das Fahlerz und der Kupferkies. Es konnten hier klar zwei Erztypen unterschieden werden:

a) Das Fahlerz schwimmt in Form 3-5 mm großer ausgefranster Butzen in der Grundmasse. Es enthält feinste Kupferkieströpfchen sowie Karbonatidioblasten und übernimmt aus dem Paläosom unter teilweiser Umkristallisation den s-konkordanten Pyrit. Der Kies kann aber auch örtlich, nach einer Art "Selbstreinigung", an die Korngrenzen des Karbonats abgedrängt werden oder in Klüften, die das jüngere Karbonat durchschlagen, abwandern.

Postkristallin wurde das Fahlerz leicht beansprucht, es wurde etwas zerbrochen, feine Risse und Fiederspaltentaten sich auf, diese wurden mit (z.T. wandständigem) Kupferkies und Karbonat ausgeheilt.

b) Bei der zweiten Erzart durchschlägt das Fahlerz entweder in Form eines feinen Gäders die Grundmasse oder es durchzieht in Form einer feinen, schleierartigen Durchstäubung die Gangart. Die einzelnen, etwa cm breiten Schleier folgen in ihrem Verlauf offensichtlich bestimmten Richtungen (wahrscheinlich der Schiefer/Dolomit-Grenze).

Beiden Erzarten ist gemein, daß sie etwas blaubleibenden und normalen Kupferindig enthalten und daß das Fahlerz, wenngleich sehr selten, kleine, braune, stark anisotrope Körnchen, die sehr stark an Enargit gemahnen, führt.

Eine weitere Vererzung von bis zu 1 m Mächtigkeit tritt im Tagbau des jüngst aufgelassenen Magnesit-Bergbaues auf. Es handelt sich hierbei um eine gangförmige (NS/75 E), stark absetzige Vererzung, bestehend aus Fahlerz mit undeutlich entmischtem Kupferkies, Pyrit und normalem und blaubleibendem Covellin. Das Fahlerz - die Einzelkörner haben einen Durchmesser von bis zu 3 mm - findet sich dabei vorzugsweise an den Korngrenzen oder in feinen Rissen eines hellbraunen Karbonatpflasters. Innerhalb des Reviers der Inschlagalm lassen sich demnach, was die Form der Platznahme der Vererzung betrifft, zwei Typen, nämlich eine an die Überschiebung gebundene Reicherzzone und eine nur spärliche an lokale Zerrüttungszone gebundene Vererzung, die manchmal in eine gangartige Vererzung übergehen kann, unterscheiden.

Zur Frage nach dem variszischen oder alpidischen Alter dieser Vererzungstypen wäre zuerst zu bemerken, daß beide Arten nach dem Feldbefund jünger als die Magnesitgenese sind. O.M.FRIEDRICH (1968: 32,45) brachte die Magnesitlagerstätte der Inschlagalm in Verbindung mit Scher- und Setzungsrisen; zuerst sei das Paläosom aufgelockert und sodann metasomatisch verdrängt worden. Da der Gang im Tagbau den Magnesit diskordant durchschlägt, muß er jünger als dieser sein. Nimmt man nun mit O.M.FRIEDRICH für den Magnesit ein alpidisch-geosynklinales und für den Erzgang im Tagbau billigerweise das gleiche Alter an wie für die an die örtliche Überschiebungstektonik gebundenen Vererzungen der Vogelhalt und der Hundalm, so ergibt sich für die Überschiebungen ein alpidisches und für die Kupfervererzung ein alpidisch-orogenes Alter. Es muß betont werden, daß dieser Schluß auf ein junges Alter nur für den Fall zutrifft, daß die Überschiebungstektonik tatsächlich alpidischen und nicht - was auch denkbar wäre - variszischen Alters ist. Die Beobachtung: h.

SIEGLs (1953), wonach der dritte Erztyp des Nöckelberges (mit Kupferkies, Bornit, Kupferglanz, Fahlerz usw.) auch im Basiskonglomerat des Nöckelberges (=Basalbreccie des Unterrotliegenden) auftritt, besagt lediglich, daß die Vererzung ein intra- oder postunterrotliegendes Alter hat.

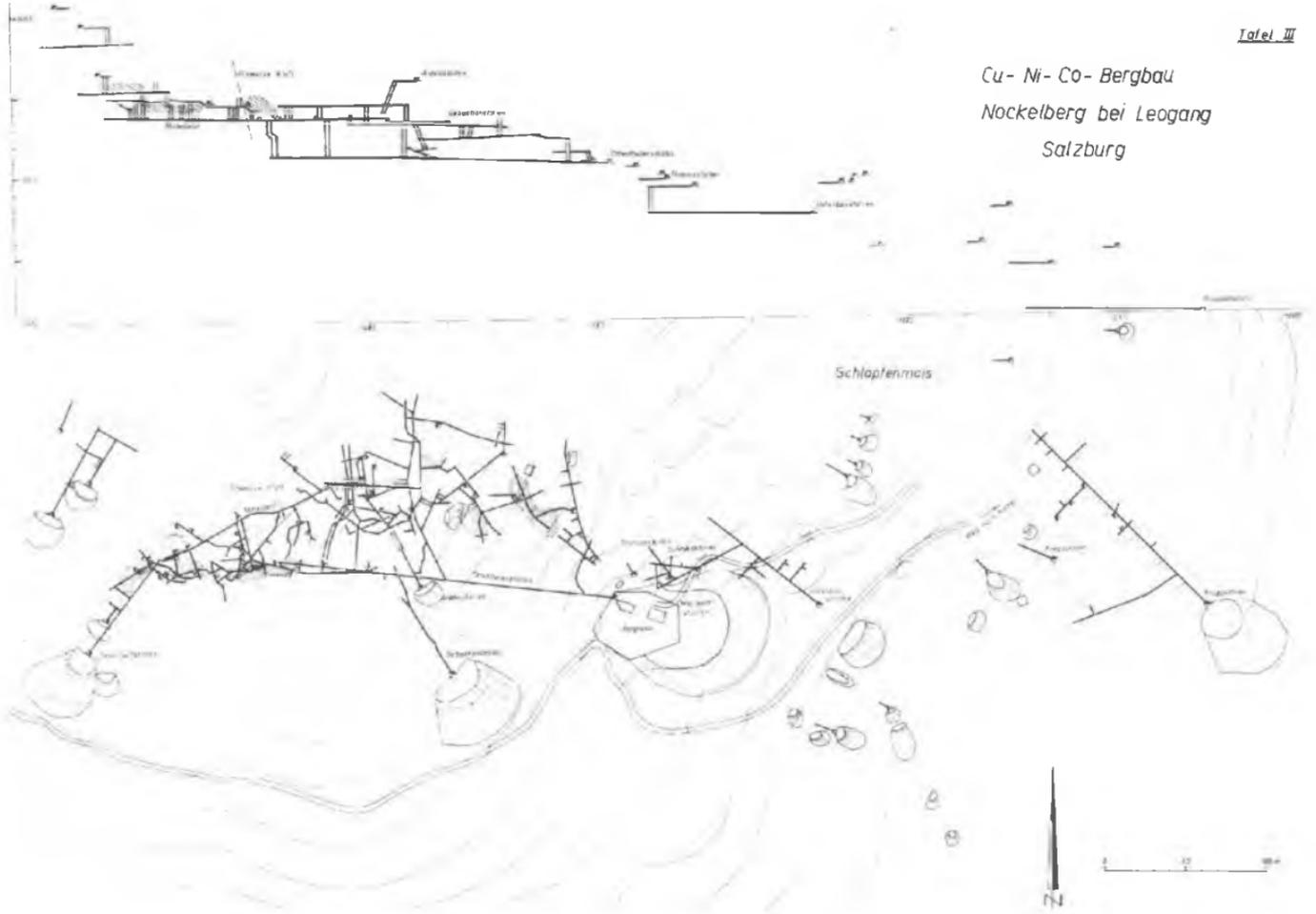
Wie die folgenden Ausführungen noch zeigen werden, ergaben auch die Untersuchungen der Lagerstätten Schwarzleo und Nöckelberg keine näheren Datierungsmöglichkeiten, wohl aber ist es möglich, die Kupfervererzung nach oben abzugrenzen, wenn man den von J.G. HADITSCH (1971) beschriebenen Kupferkiesfund im Steinsalz der mit den Leoganger Vorkommen eng verwandten Kupferlagerstätte Mitterberg in Betracht zieht. Für den grobkristallinen Kupferkies des Westreviers muß ein dem Bellerophon-Niveau entsprechendes Bildungsalter angenommen werden, d.h. daß in Mitterberg die Vererzung mit der Wende des Variszium-Alpidikum ausklang.

2) Nöckelberg

Vom Nöckelberg ist uns aus dem älteren Schrifttum eine Reihe von Einbauen auch namentlich bekannt; allerdings sind allgemein - wenn man von wenigen Verfassern (z.B. KALSS) absieht - die Höhenangaben falsch. So wurde beispielsweise bis in die jüngste Zeit die Höhe des tiefsten Stollens auf der Brandstattötzt, des sogenannten Kruppstollens, mit 1310 m angegeben, wogegen sie in Wirklichkeit um ziemlich genau 100 m weniger beträgt.

Die Alten gaben bergmännische Arbeiten bis zu einer Höhe von 1590 m SH., also auf einer saigeren Höhe von 280 m an. Heute können wir solche nur zwischen etwa 1210 und 1400 m, also auf 190 m saigerer Teufe feststellen (Tafel I). Da wir uns aus Zeitmangel außerstande sahen, eine markscheiderische Aufnahme der Halden, Pinggen und Ausbisse durchzuführen, sollen im Folgenden nur die

Cu-Ni-Co-Bergbau
Nockelberg bei Leogang
Salzburg



Namen der Stollen, nicht aber deren Höhenlage angeführt werden. Für den größten Teil der Einbaue bietet die Tafel III eine gute Vorstellung über die Höhe, Lage und Erstreckung.

Da heute kein Bau mehr offen steht, seien unten auch Angaben aus dem älteren Schrifttum über die untertägigen Aufschlüsse wiedergegeben.

Der höchste Bau war der Franzstollen. Er war nach Nordosten getrieben, stand im Dolomit der Südfazies, sein Feldort verritzte die Wildschönauer Schiefer. Die Vererzung lag an der Dolomit/Schiefer-Grenze.

Der nächsttiefere Einbau war der Peter-Paul-Stollen. Dieser ging anfänglich durch den Schiefer, dann durch Dolomit. Die Erzklüfte strichen EW, die Schiefer in ihrer Umgebung waren gebleicht ("Talkschiefer").

Der nach NE angesteckte Michaelstollen soll sieben N-S-streichende und steil gegen E einfallende Erzgänge aufgeschlossen haben.

Der Neuschurfstollen (Tafel III) soll nach manchen Quellen zuerst im Dolomit und dann im Schiefer verlaufen sein. An der Grenze dieser beiden Gesteine, besonders aber auch im Schiefer selbst, sollen reiche Erze aufgetreten sein. Nach A. IWAN (1885) soll dieser Stollen schon vom Mundloch weg in einem hellen Schiefer (dem sogenannten "Bleichen") aufgefahren worden sein.

Auch im Sebastianstollen (Sebastian-Michael-Stollen) soll es Erze im SE-fallenden Schiefer gegeben haben.

Im Antonistollen wurde wahrscheinlich der gleiche Gang wie im Neuschurfstollen bebaut.

Der wohl wichtigste und für lange Zeit auch tiefste Einbau des Nöckelberges war der Ottenthalerstollen. Seine Ulme sollen im Liegendschiefer gestanden und mit seiner Firste soll er gerade noch den Dolomit erreicht

haben. Im Otenthalerstollen wurden mit zwei nach Norden geführten Schlägen zwei Gänge verfolgt, die sodann mit Firstenläufen bis zum Mittellauf abgebaut wurden. Die auf dem Mittellauf angefahrne "Schwarze Kluft" soll ein in dem Dolomit eingeschalteter dunkler Schiefer gewesen sein. In seiner Nähe, d.h. südöstlich der "Kluft", soll die Vererzung besonders zugenommen haben. Offenbar bewirkte hier der Schiefer einen Stau der vererzenden Lösungen und damit eine örtlich verstärkte Erzabscheidung.

Die Mariahilf-, Thomas-, Schmied- und Auguststollen scheinen keine besondere Bedeutung gehabt zu haben.

Mit dem Unterbaustollen verritzte man vier NE-streichende, steil einfallende, reiche Gänge. Diese lagen möglicherweise (wie einige Autoren angaben) im Schiefer, mit größerer Wahrscheinlichkeit aber in geringmächtigen, eingewalzten Dolomitschollen. Mit einem (in älteren Karten leider nicht enthaltenen und daher seiner Lage nach unbestimmten) 30 m tiefen Gesenke soll man der Vererzung in die Teufe gefolgt sein. Interessant ist auch, daß eine taube Quarzkluft im Unterbau die Erzführung abgeschnürt haben soll.

Die tiefsten Stollen, über die uns Beschreibungen erhalten sind, sind der Kriegsstollen und der Kruppstollen auf der Brandstattözt. Jener, während des 1. Weltkrieges geschlagen, scheint keinen nennenswerten Erfolg gezeitigt zu haben, dieser war auf einem Eisenspatausbiß angesetzt, führte dann durch gebleichten Schiefer (in dem auch der gegen Westen führende Liegendschlag lag) und hatte sein Feldort im steil nordfallenden Dolomit. Die Erze waren hier arm und absätzig.

Neben den hier namentlich angeführten Bauen gibt es noch eine Reihe weiterer. Wir haben es unternommen, auf der Tafel III alle Einbaue nach älteren Unterlagen zusammenzuzeichnen. So sieht man nun auf dieser

Tafel weitere Stollen (im Westen) oberhalb des Neuschurfstollens oder auch (im Osten) unterhalb des Weges nach Hütten die wahrscheinlich ältesten dieses Reviers. Von besonderem Interesse sind aber hier nur die Baue am Schlapfenmais und die nordöstlich von ihnen gelegenen, weil mit ihnen (Tafel I; Tafel II, Profil 6) der nördliche Dolomitzug (offenbar erfolglos) untersucht wurde.

Die gesamte erzführende Zone hatte somit, beginnend vom äußersten Westen des Nöckelberges bis zu den Bauen oberhalb des Rastbodens, eine streichende Erstreckung von etwa 1,5 km, das eigentliche Revier des Nöckelberges allerdings nur eine solche von etwa 800 m.

Zusammenfassend läßt sich auch feststellen, daß die Vererzung am Nöckelberg

- a) an der Grenze Dolomit der Südfazies/Wildschönauer Schiefer oder in deren unmittelbarer Umgebung im Schiefer (d.h. in den "Aufscheibelerissen" OHNESORGE) und
- b) in verschiedenen Klüften innerhalb des Dolomits auftrat.

Der rupturrell stark deformierte Dolomit war für das Auftreten einer ausgedehnten Vererzung wesentlich. OHNESORGE (1920) konnte in diesem Zusammenhang feststellen, daß dort, wo durch die Tektonik der Dolomit ausgeschaltet wurde, also (im Westen, wie in der Teufe) Schiefer auf Schiefer traf, die Erzführung auf eine schmale, nur wenige Dezimeter mächtige Zone beschränkt war.

Die Bindung an die Überschiebungsbahn kommt auch im Aufriß auf der Tafel III, besonders im Westen im Bereich Neuschurfstollen-Mittellauf-Ottenthalerstollen gut zur Geltung. Im genannten Auf- wie auch im Grundriß erkennt man anhand der alten Abbaue sehr gut das flache Nordfallen der Überschiebungsbahn. Die Bindung an

die Überschiebungsfläche kommt im Nöckelberg auch dadurch zum Ausdruck, daß von dieser Fläche entferntere und gut im Schiefer eingeschlossene Dolomitmörper taub blieben, wogegen in die Bahn selbst eingewalzte und mit dem Schiefer verschuppte Dolomitschollen, -linsen und -platten gut vererzt waren. Der Schiefer wirkte also (mit Ausnahme des graphitreichen der "Schwarzen Kluft") für die Lösungen nicht als Impermeabilitätshorizont, sondern wurde, wenngleich schwächer, von der Vererzung miterfaßt.

Sämtliche Einbaue des Nöckelberges sind verbrochen. Daher ist man bei der Beurteilung der relativ artenreichen Vererzung auf Angaben im älteren Schrifttum und die Untersuchung von bis zu einem halben Kubikmeter messenden Haldenblöcken, die während der beiden Weltkriege ausgefördert wurden, angewiesen. Über die Mineralogie und teilweise auch über die Erzabfolge informieren hauptsächlich die Arbeiten von BUCHRUCKER (1891), PROEDROU (1968; eigentlich O.M.FRIEDRICH), SCHROLL-AZER IBRAHIM (1959) und SCHWARZ (1928, 1930).

Aus Platzmangel sehen wir uns außerstande, hier auf die in den zitierten Arbeiten niedergelegten Angaben einzugehen. Wir wollen uns im Folgenden nur auf neue Beobachtungen beschränken und auch auf solche, die für die Deutung der Lagerstättenbildung bedeutsam sind.

Auch auf dem Nöckelberg treten mehrere Erztypen auf:

- a) Auf den Halden findet man immer wieder hellbraune bis weiße spätige Gesteine, die von bis zu nahezu 1 cm (meist aber nur 1 bis 3 mm) mächtigen subparallelen, s-konkordanten Erzstreifen durchzogen sind. Unter dem Mikroskop sieht man, daß diese Streifen aus Kupferkies, Fahlerz, Kupferindig und Pyrit aufgebaut sind. Der Pyrit scheint zumindest teilweise aus dem Paläosom übernommen worden zu sein; denn er kommt in gleicher Form auch in ansonsten tauben

Hereichen vor; wie z.B. am Schlapfenmais, wo er zusammen mit dem Graphit das s markiert.

Mit der eigentlichen Vererzung ging eine Umkristallisation des Paläosoms (Dolomits) einher. Der Pyrit wurde dabei teilweise angelöst, verdrängt. Trotzdem erkennt man in der jüngeren Mineralgeneration (Fahlerz, Kupferkies) anhand seiner Relikte noch immer das ursprüngliche s.

Die auffallende Horizontbeständigkeit (s-Konkordanz) der Erzführung verleitete offenbar auch BUCHRUCKER (1891: 128) zur Annahme einer syngenetischen Erzbildung ("Mir ist die Annahme wahrscheinlich, dass sich während des Absatzes der silurischen Schiefer auch local dolomitische Sedimente gebildet haben, denen während ihres Absatzes wiederum die Erzlösungen zugingen").

Wie wir schon im Kapitel über die Faziesgebundenheit der Vererzung dargelegt haben, kann auch ein enger Zusammenhang der Vererzung mit der örtlichen Überschiebungs- bzw. Aufschiebungstektonik angenommen werden, etwa entsprechend der Auffassung OHNESORGEs. Dabei hätte die Tektonik zu einer Aufblätterung der Schiefer und zu einer weitgehenden Zerbrechung des Dolomits geführt und damit die Aufstiegswege für die vererzenden Lösungen geschaffen. Diese Beanspruchung des Dolomits und der Schiefer kann als Beweis für den oben angedeuteten zeitlichen Hiatus zwischen der ältesten Pyrit- und der Cu- (Ni-Co) Erzbildung dienen. Es sind nämlich oft die Trägergesteine der jüngeren Vererzung in kleine, nur wenige Zentimeter messende Flasern zerlegt. Diese kleinen Schuppen oder Schollen wurden posttektonisch durch ein eisenarmes Karbonat wieder miteinander verkittet. Nun blieb in den Flasern

selbst der Pyrit in der ursprünglichen Verteilung erhalten, wogegen er im hellen, jüngeren Karbonat zu größeren Körnchen umkristallisierte.

Damit erscheint uns eine in Bezug auf die Dolomit- und Schieferbildung syngenetische Pyritbildung bewiesen.

Die in den kiesfreien (und dabei den tektonischen Bahnen zunächst liegenden) Lagen besonders reiche Erzführung führen wir auf den fahlbandartigen Charakter der entsprechenden Gesteinspartien zurück. Es zeigt sich nämlich, daß die mm-dicken Pyritbänder - eine entsprechende Lage zur Überschiebungsbahn vorausgesetzt - bevorzugt von der nachfolgenden Vererzung erfaßt wurden. Dabei verdrängten der Kupferkies und das Fahlerz das Karbonat und teilweise auch den Pyrit in den kiesreichen Lagen und füllten sodann die Zwickel zwischen den verbleibenden Kiesrelikten. Nur ausnahmsweise kam es dabei auch zu einer Füllung von Klüften in benachbarten kiesfreien Gesteinspartien.

- b) War der eben besprochene Erztyp nur auf Kupferkies und Fahlerz beschränkt, also extrem artenarm, und dabei an konkordante, präexistente Kieslagen gebunden, so zeichnet sich die zweite Erzart durch die schon von altersher bekannte Fülle aus (BUCHRUCKER, SCHWARZ, PROEDROU). Der Form nach handelt es sich um eine Spaltenfüllung mit einer von den Rupturen ausgehenden, aber untergeordneten Verdrängung und Umkristallisation des Altbestandes. Die Umkristallisation ist dabei durch in den Sulfiden aufgesproßte Karbonatidioblasten belegt.

Die Breite der (später durch das Erz verheilten) Klüfte ist unterschiedlich:

Neben bis zu einigen Millimeter breiten kom-

men auch feinste, "stylolithenartige" Risse vor.

- c) Bei der dritten Art schwimmen die Erzminerale (vor allem der Kupferkies) entweder in Form bis zu 4 mm großer, rundlicher Butzen in der karbonatischen Grundmasse oder füllen die Zwickel zwischen den einzelnen Karbonatkörnern aus. Die Verteilung der Erzkörnchen in der Gangart ist dabei mehr oder weniger gleichmäßig.

Dieser Erztyp entspricht etwa dem früher unter "a" von der Hundalm besprochenen.

3) Schwarzleo

Geradeso wie für die Baue auf dem Nöckelberg fehlt uns auch für die Schwarzleogruben eine genaue Aufnahme der bergmännischen Arbeiten. Die jüngste Karte stammt aus der Zeit des Erzbischofes Hieronymus von Colloredo, d.h. vom ausgehenden 18. Jahrhundert. Auf ihr sind augenscheinlich alle wesentlichen Auffahrungen eingetragen. Wir haben sie daher umgezeichnet und als Tafel IV dieser Arbeit eingegeben.

Heute ist nur mehr der Danielstollen offen, d.h. das einstige Grubengebäude ist derzeit nur bis auf das Niveau des Barbarastollens herab befahrbar. Außerdem lassen sich nur mehr einige wenige der anderen Einbaue anhand von Pingen erahnen. Halden fehlen anscheinend überhaupt: Entweder glitten sie im steilen Gelände ab oder sie wurden von den Bächen verschleppt. So ist man bei der Beurteilung der Vererzung hauptsächlich auf die Rücklässe zwischen dem Daniel- und dem Barbarastollen angewiesen.

Die wichtigsten Baue waren: der Erasmus-, der Johannes-, Barbara-, Mariahilf- und der Danielstollen. Daneben ist uns noch eine Reihe weiterer Stollennamen überliefert: so der Bergleit-, der Herren-, Christoph-, Neu-

schurf-, Maria Heimsuchung- und Antonistollen. *)

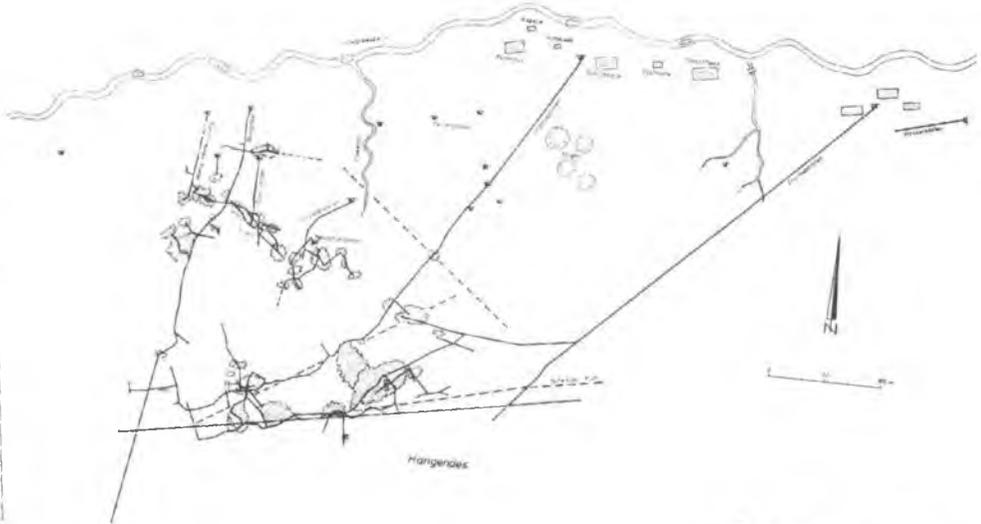
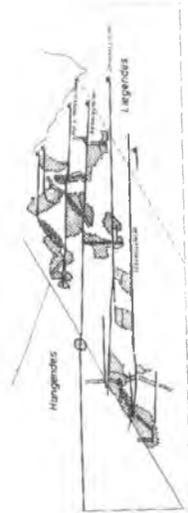
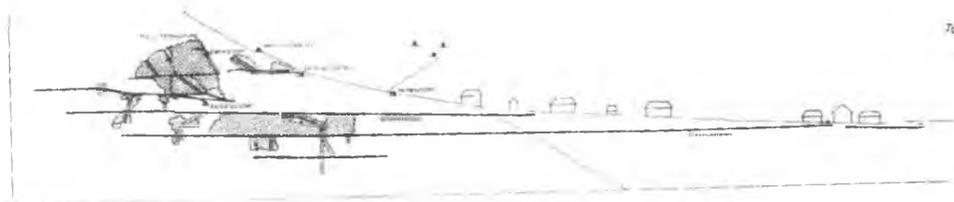
Über die Lage und Höhe dieser Baue gibt die Tafel IV Aufschluß. Hinsichtlich des Angefahrenen ist man (mit Ausnahme des vom Danielstollen) auf das Zeugnis des älteren Schrifttums angewiesen.

Eine gute Vorstellung über die Form des Erzkörpers bzw. des Trägergesteines gibt der auf der Tafel IV enthaltene Kreuzriß. Man entnimmt diesem, daß der Abbau ausschließlich in dem gegen Süden einfallenden Dolomit und an seiner Grenze gegen die hangenden Schiefer umging. Man kann auch mit Recht annehmen, daß der Dolomit und seine Erzführung im Bereich des einstigen Bergbaues zumindest bis zur Talsohle herab, örtlich bis 36 m unter den Erasmusstollen hinunter anhielt. Entsprechend den heute noch zugänglichen Grubenteilen kann man auch annehmen, daß alle seinerzeit bauwürdigen Erzmittel über dem Grundwasserspiegel abgebaut wurden.

Nun zu einer kurzen Beschreibung des Grubengebäudes:

Der tiefste Bau war der Erasmusstollen. Dieser führte zuerst 240 m querschlägig durch den schwarzen Liegend-schiefer, dann durch mit diesem "wechsellagernde", in Wirklichkeit wohl eingeschuppte, 1/2 bis 2 m mächtige Dolomitlagen. Mit diesem Schlag gegen Südwesten durchfuhr man mehrere geringmächtige N-S-streichende Klüfte mit Co- und Ni-Erzspuren, die aber nicht verfolgt wurden. Mit einem Ostschlag wurde ein bauwürdiger NE-SW-Gang in einem gebleichten Schiefer ("Talkschiefer") aufgeschlossen. Die sogenannte "Johanneskluft" brachte viel Fahlerz, dem auch

*) Es soll hier darauf hingewiesen werden, daß PROEDROU die Stollen ganz offensichtlich verwechselte. So ist nach ihm (p. 47) der Danielstollen verbrochen, wogegen der Harbarastollen noch befahrbar sei.



Cu- Ag- Pb- Bergbau
Schwarzleo bei Leogang
Salzburg

Ni- und Co-Erze beibrachen. Ihre Mächtigkeit soll bei 1,5 m betragen haben. Jedenfalls wurde sie nach oben und unten abgebaut.

Vom Erasmusstollen brachte man auch in einem Ni-Co-Erzgang einen Schacht (angeblich 60 m tief) nieder. In einem von diesem Schacht ausgehenden Hangenschlag wurde ein weiterer, reicher (und später auch abgebauter), diesmal aber NW-SE-streichender Erzgang angefahren.

Die Erze im Erasmus-Horizont traten hauptsächlich im Dolomit auf, sie waren allerdings auch in den Schiefer (an der Grenze zum Dolomit) eingesprengt^{*)}. Hier konnten besonders die Kobalterze wegen ihrer dunklen, erdigen Beschaffenheit leicht übersehen werden.

Der Johannesstollen durchfuhr zuerst ebenfalls den festen Liegendenschiefer, dann den Dolomit. Die "Johanneskluft" wurde 300 m weit aufgefahren und nach oben und unten abgebaut.

Auch die Gruben im Erzkendlgraben standen über Baue in Bleiglanz-Fahlerz-Gängen mit dem Johannesstollen in Verbindung.

Erwähnenswert sind von diesem Niveau auch die örtlichen Zinnerimprägnationen im Dolomit.

Das Hangende des Dolomits bildete ein milder Tonschiefer, der mit gebleichten Schieferen "wechsellagerte"; d.h. verschuppt war.

Auch der Barbarastollen verritzte anfänglich die Liegendenschiefer. Im Dolomit traf er auf einen 1 bis 1 1/2 m mächtigen Fahlerzgang, den er auch auf 200 m Länge im Streichen verfolgte. Dieser Gang wurde nach oben abgebaut.

^{*)} Auch in Schwarzleo gab es eine "Schwarze Klufft". Es scheint sich bei ihr um die Dolomit/Schiefer-Grenze gehandelt zu haben.

Ein 30 m langer Schlag folgte dem Hauptgang des Danielhorizontes.

Das Feldort des Barbarstollens lag wieder in einem hellen Schiefer.

Der Barbarastollen war wegen seiner Mineralführung bekannt (Aragonit-xx, Cölestin-xx usw.). Noch heute wird er häufig von Mineraliensammlern aufgesucht. Er ist vom Danielstollen über kleine Zechen und verkrüppelte Baue zugänglich.

Etwa auf halber Höhe zwischen dem Barbara- und dem Danielstollen lag der Mariahilfstollen (Maria Heimsuchung). Seine Erze wurden bis zum Danielstollen hinauf und sogar über ihn hinaus verhaut.

Der einzige noch zugängliche, wahrscheinlich auch zu den ältesten gehörende Stollen ist der Danielstollen.

Er wurde im Dolomit angesetzt und vollständig in Schnattelarbeit vorgetrieben. Er schloß mehrere cm-mächtige Fahlerzblätter auf, denen die Alten mit einigen Firstläufen bis zu Tage und mit einem Gesenke in die Teufe folgten.

Eine Reihe von durchwegs kleinen Zechen vermittelt einen guten Eindruck der Lagerstättenform: Der eisen-schüssige Dolomit ist hier stark zerbrochen, das heißt, daß das Karbonat, geradeso wie auf dem Nöckelberg, in mm-dicke und cm-große flache Linsen zerlegt wurde. Die Klüfte dieses "Flaserdolomites" haben voneinander einen Abstand von einigen mm bis wenigen cm. Da die Bankung oft stark in ihrer Lage wechselt, ist es dort, wo das ss nicht gut ausgebildet ist, nicht leicht festzustellen, ob es sich um eine bankungsparallele oder irgendwie schräg zur Bankung verlaufende Zerschering handelt.

Die Bankfugen und sonstigen Risse sind meist durch feine, mm-breite Fahlerznähte ausgeheilt. Nur ausnahmsweise - so z.B. am Kopf des Gesenkes - treten mächtigere

(cm-dicke) Fahlerzstreifen auf. Metasomatische Vorgänge haben hier offensichtlich keine wesentliche Rolle gespielt. POSEPNY hat seinerzeit diesen Vererzungstyp (Hohlraumfüllung ohne Verdrängungserscheinungen) "typhonisch" genannt. Dieser Typ entspricht einem Vererzungsverlauf in zwei zeitlich klar unterscheidbaren Akten: In der ersten Phase erfolgte die Zerbrechung der Trägergesteine und damit die Schaffung der Hohlräume (nach unserer Auffassung syntektonisch mit der Überschiebungstektonik), in der zweiten, die mit deutlichem Abstand der ersten folgt, der eigentliche Vererzungsvorgang.

Über den Halt der Erze sind wir durch ältere Angaben einigermaßen gut unterrichtet, der der ärmeren Erze läßt sich auch nicht annäherungsweise abschätzen. Er könnte nur über eine Schuß- oder Hauwerksprobe ermittelt werden.

Wir glauben auch in Schwarzleo einen weiteren Beweis für unsere Anschauung von der Faziesgebundenheit der Vererzung in diesem Raum gefunden zu haben: Durch eine gezielte Sucharbeit konnte in unmittelbarer Umgebung des Bergbaues Schwarzleo ein neuer Gang aufgefunden werden (Tafel I). Wichtig ist wiederum die Position dieser Vererzung unmittelbar unter den ordovizischen Tonschiefern, die den silurisch/unterdevonischen Dolomit überfahren haben. Der Erzkörper liegt analog zur Inschlagalm im hangendsten Dolomit und täuscht auch hier eine Schichtgebundenheit vor.

Der braune Dolomit wird am Gangausbiß von mm-dicken weißen Spatadern durchschlagen. Die Cu-Pb-Vererzung ist jünger als dieser Spat. Das Fahlerz bildet bis zu 1 cm mächtige Gängchen. Neben einer reinen Kluftfüllung tritt hier auch eine geringfügige Verdrängung der Salbänder auf. Gleichzeitig mit dem Fahlerz wurde ein weißes Karbonat gebildet. Aus dem Geschilderten

geht hervor, daß wir es hier - und das Gleiche dürfte wohl auch für den Nöckelberg, die Inschlagalm und Schwarzeleo zutreffen - nicht mit einer rein typhonischen Lagerstätte zu tun haben. Diese Ansicht wird auch durch den mikroskopischen Befund bestätigt:

Die Erzlösungen drangen ganz offensichtlich längs der Klüfte vor. Dabei kam es im mm-Bereich auch zu einer teilweisen Auflösung des Salbandes. Das Karbonatpflaster zerfiel nach seinen Korngrenzen, gangnähere Körner wurden verflößt, gangfernere randlich angelöst. Das dabei gelöste Karbonat fiel später im Fahlerz wieder idioblastisch aus. Längs der Korngrenzen drang Kupferkies ein und verkittete so wieder das aufgelockerte Karbonatpflaster. Die Hauptmenge der Gangmasse macht das Fahlerz aus. Manchmal führt es auch Kupferkies in Form der charakteristischen länglichen Entmischungströpfchen. Sonst ist der Kupferkies (neben den schon erwähnten feinen Intergranularen des Karbonates) auf feine Klüfte im Fahlerz beschränkt. In diesen Rissen, mit dem Fahlerz aber auch lappig verwachsen, kommt noch etwas Bleiglanz, der örtlich von einer Kruste zementativen Kupferglanzes umgeben ist, vor.

Halt der Geschiebe

1) Nöckelberg

	Co	Ni	Fe	Cu	Ag
1	3,90	1,55	20,05	2,19	0,0312 (1 Loth/Ct)
2	3,60	Spur	27,35	4,38	0,0156 (1/2 -" -)
3	1,95	2,35	22,90	3,59	0,0078 (1/4 -" -)
4	2,75	2,36	18,36	3,19	0,0585 (1/8 -" -)
5	4,65	3,14	21,45	12,70	0,0625 (2 -" -)

- 1 - 5 Eisenerze und Schlich von Leogang im Salzburgerischen, untersucht 1848 auf Kobalt, Nickel, Eisen, Kupfer und Silber (NN. 1864: 45)

	Kobalt	Nickel	Eisen	Kupfer	Schwefel	Arsenik	Silber	Rückstand
6	11,67	6,52	33,61	3,82	14,22	9,96	0,007	18,86
7	15,76	8,12	31,25	4,91	16,53	7,88	0,015	14,74

- 6, 7 Kobalt-Nickelerze von Leogang in Salzburg, untersucht 1850 (NN. 1864: 45)

	Cu	Ni	Co
8	0,87	0,25	0,33
9	2,54	0,30	0,26
10	1,82	0,62	
11	3,32	0,28	
12	0	7,07*)	
13	0	1,10	
14	1,22	0,91	
15	1,76	0,61	
16	1,60	1,08	
17	2,45	0,65	
18	1,60	0,60	

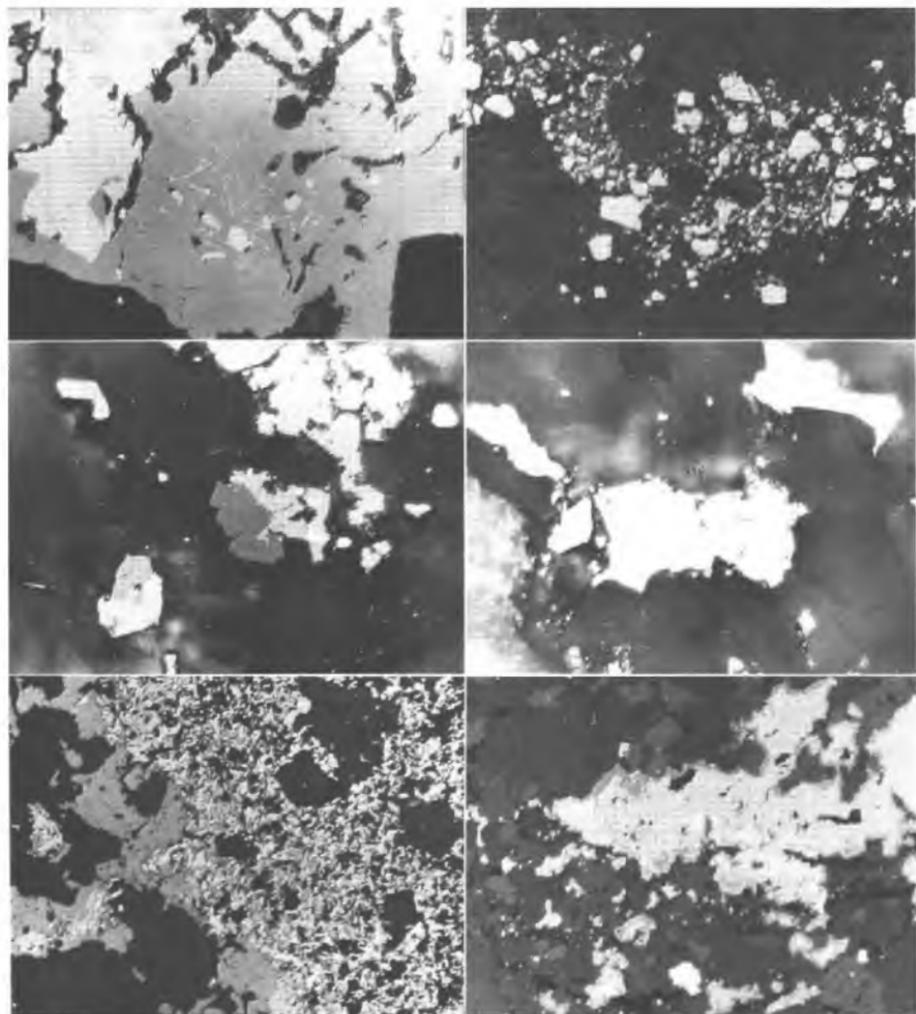
*) Co nur Spur

- 8 Sorte 130, Durchschnittsprobe (NN.: Bericht über Versuch Nr. 2975 ...)
- 9 Sorte 164, Durchschnittsprobe (NN.: Bericht über Versuch Nr. 2975 ...)
- 10 Erzprobe vom Punkt 122 (grob) (NN.: Analyse Nr. 407 ...)
- 11 Erzprobe vom Punkt 122 (fein) (NN.: Analyse Nr. 407 ...)
- 12 weiße Ausblüfung vom Punkt 97 (NN.: Analyse Nr. 407 ...)
- 13 Probe vom Scheiderz (NN.: Analyse Nr. 407...)

- 14 111 Analysen (E.FUGGER 1917)
 15 23 Analysen (E.FUGGER 1917)
 16 27 Schlitzproben (E.SPORN 1918)
 17 7 Hauwerksproben (E.SPORN 1918)
 18 12 Schlitzproben (E.SPORN 1918)

	Pb	Fe	As	Sb	S	Cu	Ni	Co
19	0,12	9,15	15,95		19,49	35,78		
20		4,94	0,45	15,08	10,80	19,10		
21		29,40	10,90		8,29	3,82	9,95	1,20
22						2,5	0,70	
23						3,6	1,11	
24							0,87	
25						1,20	0,90	
26						1,90	0,60	
27						2,40	0,80	
28						1,70	0,61	

- 19 Fahlerz aus Neuschurf (F.SCHWARZ 1930: 66)
 20 Belegstück zum Aufschlagspunkt eines Grubenfeldes im Bereich des Neuschurfstollens (F. SCHWARZ 1930: 67)
 21 Ni-Erz, Neuschurfstollen (F.SCHWARZ 1930: 67)
 22 Altes, in der Grube lagerndes Hauwerk (F.AIGNER-E.SPORN 1938)
 23 Altes, über Tag liegendes Hauwerk (F.AIGNER-E.SPORN 1938)
 24 Erz aus altem Versatz (Durchschnitt aus 7 Proben) (F.AIGNER-E.SPORN 1938)
 25 Schlitzprobe von noch bauwürdig angesehenen Erzen (F.AIGNER-E.SPORN 1938)
 26 Durchschnitt aus 20 Schlitzproben (F.AIGNER-E.SPORN 1938)
 27 Schußprobe (F.AIGNER-E.SPORN 1938)
 28 Verjüngte Hauwerksprobe nach Ausscheidung der Herberze (F.AIGNER-E.SPORN 1938)



	As	Sb	Bi	Ag	Zn	Hg	Fe	Pb	Au	Cd
29	20	0,5	-	<0,001	0,03	-	0,1	-	-	-
30	20	0,9	-	<0,001	0,04	-	3,0	-	-	-
31	10	>10	-	<0,001	0,3	-	0,3	0,008	-	-

	Ge	Sn	V	Ni	Co	Mn
29	0,007	-	-	0,002	0,0045	-
30	0,008	0,015	-	0,0045	0,005	0,03
31	-	0,002	-	0,0035	0,0075	-

29 Derbes Fahlerz mit Kupferkies und Bornit in Siderit (E.SCHROLL-N.AZER IBRAHIM 1959)

30, 31 Derbes Fahlerz (E.SCHROLL-N.AZER IBRAHIM 1959)

	Bleiglanz	Zinkblende	Fahlerz
Bi	0,0005		-
Sn	bis 0,001	0,01	bis 0,015
Ge		0,03	bis 0,008

(nach: E.SCHROLL-N.AZER IBRAHIM 1959)

2) Schwarzleo

	Ag	Cu
1	0,0625 - 0,1250 (2 - 4 Loth/Ct)	
2	0,0468 - 0,0625 (1 1/2 - 2 Loth/Ct)	
3		1,90

1 Fahlerz (F.POSEPNY 1880: 307)

2 Bleiglanz (F.POSEPNY 1880: 307)

3 Oxydisches Erz mit Dolomitgestein (F.SCHWARZ-E.PREUSCHEN-E.GASTINGER 1938)

Schrifttum

- HADITSCH, J.G.: Kupferkies im Steinsalz von Mitterberg (Mühlbach am Hochkönig). - Im Druck (1971).
- MOSTLER, H. : Bemerkungen zur Geologie der Ni-Co-Lagerstätte Nöckelberg bei Leogang (Salzburg). - Archiv f. Lagerstättenforschung i.d. Ostalpen, 5, 1967: 32-45.
- : Das Silur im Westabschnitt der Nördlichen Grauwackenzone (Tirol und Salzburg). - Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Wien, 18, 1967: 89-150.
- : Zur Baryt-Vererzung des Kitzbühler Horns und seiner Umgebung (Tirol). - Archiv f. Lagerstättenforschung i.d. Ostalpen, 11, 1970: 101-112.
- : Ein Beitrag zu den Magnesitvorkommen im Westabschnitt der Nördlichen Grauwackenzone (Tirol u. Salzburg). - Archiv f. Lagerstättenforschung i.d. Ostalpen, 11, 1970: 113-125.
- TOLLMANN, A. : Die alpidischen Gebirgsbildungsphasen in den Ostalpen und Westkarpaten. - Geotekt. Forsch., 21, Stuttgart 1966: 156 p.
- : Tektonische Karte der Nördlichen Kalkalpen. 2. Teil: Der Mittelabschnitt. - Mitt. Geol. Ges. Wien, 61, Wien 1968.

Erläuterung der Abbildungen

Tafel V

Abbildung 1	Abbildung 4
Abbildung 2	Abbildung 5
Abbildung 3	Abbildung 6

- Abbildung 1: Kupferkies, teilweise orientiert im Fahlerz entmischt. Daneben noch etwas Pyrit (weiß, Relief!).
Inschlagalm, Tagbau
256 x, 1 Pol., Ölimmersion

- Abbildung 2: Zinnober (dunkel, in der Bildmitte), Fahlerz, Pyrit.
Inschlagalm, Tagbau
256 x, 1 Pol., Ölimmersion
- Abbildung 3: Stark verwachsenes Erz: Pyrit (weiß, Relief), Kupferkies (hellgrau, z.B. in der Mitte des unteren Bildrandes), Fahlerz (grau, gleich hart wie der Kupferkies). Die dolomitische Gangart ist in der Abbildung dunkelgrau.
Nöckelberg
40 x, 1 Pol.
- Abbildung 4: Weißnickelkies in einer stark kataklastischen s-parallelen Lage. s \pm waagrecht.
Nöckelberg
40 x, 1 Pol.
- Abbildung 5: Weißnickelkies (Rammelsbergit), Gangart. Man erkennt in der Abbildung sehr deutlich die Bireflexion des Kieses.
Nöckelberg
256 x, 1 Pol., Ölimmersion
- Abbildung 6: Rotnickelkies (weiß), Kupferkies (hellgrau), Kupferindig (z.T. "blaubleibender"; grau), Karbonat (dunkelgrau).
Nöckelberg
100 x, 1 Pol.

Tafel VI

- | | |
|-------------|--------------|
| Abbildung 7 | Abbildung 10 |
| Abbildung 8 | Abbildung 11 |
| Abbildung 9 | Abbildung 12 |

- Abbildung 7: Fahlerz mit einigen Kupferkieseinschlüssen. An seiner Grenze gegen das Karbonat Rotnickelkies (weiß).
Nöckelberg
100 x, 1 Pol.
- Abbildung 8: Rotnickelkies (weiß) mit durch die beginnende Verwitterung gut kenntlicher Spaltbarkeit. Fahlerz (grau, glatt), Bornit (grau, eine Spur dunkler als das Fahlerz),

Karbonat(dunkelgrau bis schwarz,fleckig).
Nöckelberg
256 x, 1 Pol., Ölimmersion

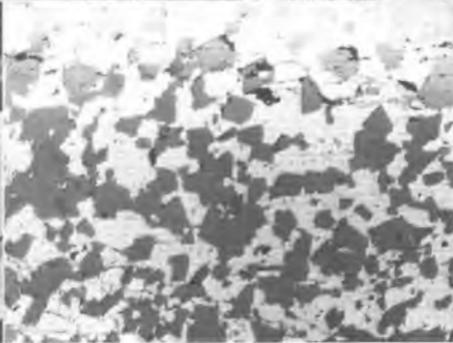
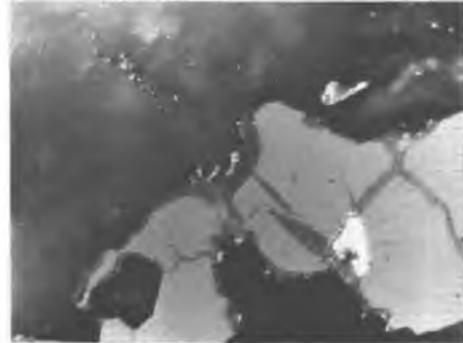
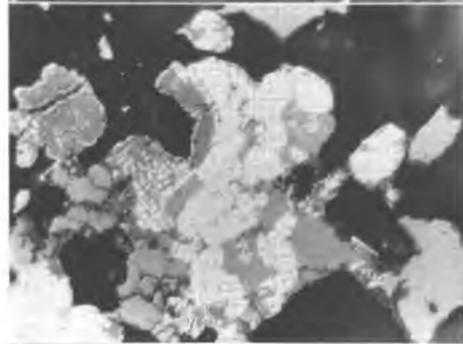
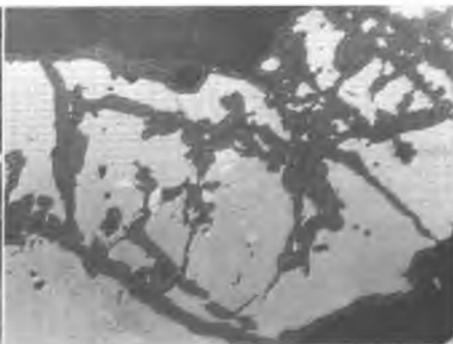
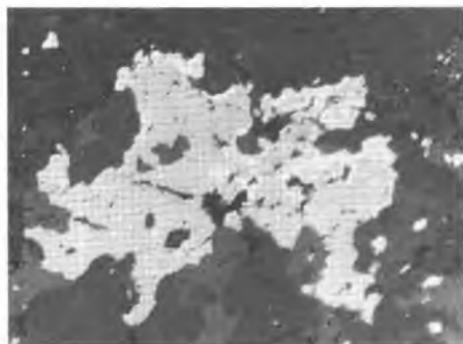
Abbildung 9: Kupferkies(weiß), Kupferglanz (grau), von Rissen aus und vom Rand her durch z. T. blaubleibenden Kupferindig verdrängt.
Nöckelberg
256 x, 1 Pol., Ölimmersion

Abbildung 10: Fahlerz mit einem wegen seiner geringen Korngröße unter dem Mikroskop nicht sicher bestimmaren, jedenfalls stark bireflektierenden (weiß mit schwachem rosarotem Stich bzw. hellgrau) Mineral.
Schwarzleo, Danielstollen
256 x, 1 Pol., Ölimmersion

Abbildung 11: Salband eines Gängchens.Im Fahlerz (hellgrau, in der Abbildung rechts) schwimmen Karbonatidioblasten.Sonst ist das Fahlerz rein.Das feine Geäder in der linken Bildhälfte führt ausschließlich Kupferkies.Gegen das unvererzte Karbonat zu besteht also eine "Kupferkiesfront".
Schwarzleo, Ausbiß
40 x, 1 Pol.

Abbildung 12: Typischer Bereich in der Mitte eines Erzgängchens:Fahlerz mit massenhaft Karbonatidioblasten.
Schwarzleo, Ausbiß
40 x, 1 Pol.

Die Verfasser fühlen sich verpflichtet, dem Kupferbergbau Mitterberg (Mühlbach/Hochkönig), besonders dessen Bergdirektor, Herrn Dipl.Ing.S.BIANGARDI, für die gebotene Möglichkeit, diese interessanten Lagerstätten bearbeiten zu können, herzlichst zu danken. In gleicher Weise gebührt dieser Dank dem Vorstand des Institutes für Mineralogie und Gesteinskunde der Montanistischen Hoch-



schule Leoben, Herrn Prof.Dr.Ing. O.M.FRIEDRICH, für die freundliche Bereitstellung seines reichen Archivmaterials und für rege Aussprachen. Die stratigraphischen Untersuchungen wurden durch die großzügige Unterstützung der Österreichischen Nationalbank (Jubiläumsfond) ermöglicht, wofür hier besonders gedankt sei.

Anschrift der Verfasser:

Doz.Dr.Johann Georg HADITSCH, Leoben, Montanistische Hochschule, Institut für Mineralogie und Gesteinskunde

Doz.Dr.Helfried MOSTLER, Innsbruck, Geologisches Institut der Universität, Universitätsstr.4/11.