

Untersuchung der Erzlagerstätten im Bereich von Stiwoll-Kher (Grazer Paläozoikum)

Von LEOPOLD WEBER*)

Mit 6 Abbildungen

Österreichische Karte 1 : 50.000
Blätter 163,164

Steiermark
Grazer Paläozoikum
Prospektion
Geochemie
Blei
Zink
Quecksilber

INHALT

Zusammenfassung, Summary	97
1. Lithologischer und tektonischer Rahmen der Vererzungen	98
1.1. Tertiär im allgemeinen	98
1.2. Gesteinsabfolgen der Rannachfazies des Grazer Paläozoikums	98
2. Geologisch-tektonischer Aufbau des Abschnittes zwischen Gratwein und Stiwoll	102
2.1. Bereich der „Aichkogelscholle“	102
2.2. „Khererwaldscholle“	102
2.3. „Brosyscholle“	102
2.4. „Aselbauerscholle“	103
2.5. „Raudnerscholle“	103
2.6. Bereich südlich von Stiwoll (Liebochgraben)	103
3. Geochemie	103
3.1. Bodenproben	103
3.2. Streamsediment - Analysen	108
4. Blei-Zinkerzlagerstätte von Stiwoll-Raudnerkogel	108
4.1. Vorbemerkungen	108
4.2. Grubenbaue	108
4.3. Räumliche Anordnung der Vererzung und deren Stellung in fazieller und tektonischer Sicht	110
4.4. Erzmikroskopie	110
4.5. Alter der Vererzung	111
Literatur	111

Zusammenfassung

Der Bereich zwischen Gratwein im Osten, Stiwoll im Westen, den Kalkschiefern des „Pleschdevons“ im Norden (sensu H. FLUGEL 1954) sowie den Dolomiten des Liebochgrabens im Süden wurde im Maßstab 1 : 10.000 geologisch neu aufgenommen, wobei auf die fazielle Stellung und Ausbildung der Kherer Schichten sowie die tektonische Position der überschobenen Dolomite besonders geachtet wurde. Die tektonische Beanspruchung der phyllitisch ausgebildeten Kherer Schichten ist komplizierter, als bisher angenommen wurde. Die tektonische, stratigrafische sowie die fazielle Stellung der Lagerstätten (Blei-Zinkerzlagerstätte von Stiwoll-Raudnerkogel, Zinnoberlagerstätte von Gratwein-Eisbach und die Roteisensteinlagerstätte von Stiwoll-Liebochgraben) wurde besonders un-

tersucht. Gleichzeitig mit der geologischen Detailaufnahme wurde der gleiche Bereich flächig geochemisch beprobt (ca. 1200 Bodenproben) und auf die Elemente Pb, Zn, Mn und Hg analysiert. Darüberhinaus wurden aus den aktiven Bachsedimenten Streamsedimentproben (ca. 3/km²) entnommen und auf die Elemente Pb, Zn, Mn, Cu, Ba, Cr, Co, Ni, Sn und Sb semiquantitativ untersucht. Als absolute Neuheit mag gelten, daß der mitteldevone, in Rannachfazies entwickelte Kanzelkalk flächige Hg-Anomalien über den bekannten Bereich der HgS-Lagerstätte von Gratwein hinaus beinhaltet, die Vererzung selbst wahrscheinlich schichtig ausgebildet, und gemeinsam mit dem Nebengestein entstanden ist. Zwischen der Quecksilbermineralisation und den Blei-Zinkvererzungen des Grazer Paläozoikums bestehen keinerlei genetische Zusammenhänge.

Als weitere Neuheit mag gelten, daß die ebenfalls in Gesteinen der Rannachfazies liegende Blei-Zinkerzlagerstätte von Stiwoll-Raudnerkogel nicht mit den übrigen Blei-Zinkerzlagerstätten des Grazer Paläozoikums vergleichbar ist. (Letztere sind, wie L. WEBER 1974-1979 zeigen konnte,

*) Anschrift des Verfassers: Dr. LEOPOLD WEBER,
Gentzgasse 129/II/45, A-1180 Wien.

sedimentär angelegt worden und an bestimmte Faziesbereiche im Grazer Paläozoikum gebunden). Diese Lagerstätte stellt einen eigenen, wesentlich jüngeren Faziestyp dar, dessen wirtschaftliche Bedeutung angezweifelt werden muß. Es konnte darüberhinaus gezeigt werden, daß der unterdevone Dolomitkomplex stark erhöhte Pb-, Co-, Ni- und Sn(!)gehalte aufweist, welche wahrscheinlich auf den besonderen, spezifischen Schwermineralinhalt zurückzuführen sind. Die Dolomite sind Sedimentationsprodukte eines peritidalen Ablagerungsbereiches, in welchem die Ausbildung von „Strandseifen“ durchaus wahrscheinlich ist. Der hohe Pb-Gehalt ist insofern äußerst überraschend, weil üblicherweise die Dolomitkomplexe der Rannachfazies des Grazer Paläozoikums ausgesprochen schwermetallarm sind, während die älteren phyllitischen Gesteinsserien der Tonschieferfazies (Passailer Schichten, Arzbergschichten) erhöhte bis anomal hohe Schwermetallgehalte aufweisen. Überraschenderweise sind im Bereich von Stiwill-Kher jedoch diese zeitlich äquivalenten, aber in Rannachfazies ausgebildeten Gesteinsserien (Kherer Schichten) arm an Pb und Zn.

Der tektonische Aufbau des Kartierungsbereiches ist wesentlich komplizierter als vorher angenommen. Die teilweise überschlagenen Gesteinsserien werden durch mehrere NW-SE orientierte Störungen disloziert.

Summary

The area between Gratkorn and Stiwill to the north of Graz (Grazer Paleocoic complex, Styria) has been investigated in detail by geological mapping and soil sampling. As a result the lead-zinc mineralisation of Stiwill-Raudnerkogel is an independent type and not comparable with the other lead-zinc mineralisations of the Grazer paleocoic complex. The high content of lead is connected to the lower devonian dolomite complex of the Rannachfazies and not to the phyllitic schists of Kher. The mineralisation is of alpidic age.

There is no connection between the mercury mineralisation of Dallakogel/Gratwein and the lead-zinc mineralisation. This type of mineralisation is stratabound and occurs in the Kanzelkalk, a limestone of middle devonian age. The occurrences of lead, zinc and mercury are not of economic significance at this time.

1. Lithologischer und tektonischer Rahmen der Vererzungen

(Siehe Abb. 1, 2)

Die im kartierten Bereich aufgeschlossenen Gesteinsserien sind – von der tertiären Überlagerung abgesehen – ausschließlich in Rannachfazies entwickelt. Für das weitere Verständnis der tektonischen und faziellen Eigenheiten ist die Kenntnis der lithologischen Ausbildung von besonderer Wichtigkeit. Aus diesem Grunde sollen die einzelnen, durch die Kartierung erfaßten Gesteine petrografisch näher beschrieben werden.

1.1. Tertiär im Allgemeinen

Im kartierten Bereich zwischen Stiwill im Westen und Gratwein im Osten ist an zahlreichen Stellen Tertiär aufgeschlossen. Obwohl die tertiäre Überlagerung für die Erzführung irrelevant ist, soll dennoch kurz auf die lithologische Beschaffenheit sowie die stratigrafische Position eingegangen werden:

Unmittelbar auf dem paläozoischen Untergrund liegen vor allem im Bereich von Stiwill verfestigte, polymikte Konglomerate, deren Komponenten vorwiegend aus paläozoischen Gesteinsserien des Untergrundes bestehen. Nach H. W. FLÜGEL (1975) ist dieses Konglomerat wahrscheinlich karpatischen Alters. Über diesen Konglomeraten liegen offenbar winkeldiskordant sandig tonige Süßwassererien des Badenien. Das tiefere Unterbadien ist kohleführend. Während im Bereich von Stiwill nur dünne Kohleschmitzen bekannt sind, wurden im Reiner Tertiärbecken (östlich des Stiftes) lignitische Braunkohlen abgebaut.

Im Kohlentertiär sind örtlich geringmächtige Bentonitlagen (Südostende der Reiner Tertiärmulde) bekannt. Über diesem lie-

gen in enger Nachbarschaft zu Süßwasserkalken abermals Bentonite, welche von groben Schottern („Eckwirtschotter“) überlagert werden. Im Bereich des Weißerdenkreuzes (Name!) liegen in dieser Abfolge zwei Bentonitlager, deren Mächtigkeit 2 m resp. 8 m betragen. Die flächige Erstreckung ist in beiden Richtungen mehrere hundert Meter bekannt. Die beiden Bentonitlager werden durch geringmächtige Schotterlagen zwischenlagert. Die qualitative und quantitative Beschaffenheit der Bentonite wurde im Rahmen eines eigenen Rohstoff-Forschungsprojektes durch F. EBNER untersucht. Diesbezüglich sei auch auf die chemischen Analysen von H. HÖLLER und W. PRODINGER in H. W. FLÜGEL (1975, S. 112) verwiesen!

1.2. Gesteinsabfolgen der Rannachfazies des Grazer Paläozoikums

1.2.1. Oberkarbonkalke

Die Oberkarbonkalke sind im Bereiche nördlich des Kugelberges aufgeschlossen. Die flächenmäßig nur gering auftretenden Oberkarbonkalke, deren Alterseinstufung durch Conodonten (frdl. mündl. Mitt. F. EBNER) möglich war, werden vom Tertiär des Reiner Beckens überlagert. Die Oberkarbonkalke sind von dunkelgrauer Farbe und plattig bis bankig ausgebildet.

1.2.2. Schichten von Dult (Namur B-Westfal)

Die Schichten von Dult sind vom „Genovevakreuz“ (nordwestl. Kote 692, Aichkogel) weiter gegen Nordosten zu verfolgen, wo sie an Mächtigkeit zunehmen. Als Schichten von Dult werden vorwiegend schwarzgraue Tonschiefer bis plattig brechende, dunkle Kalkschiefer bezeichnet. Die Alterseinstufung scheint durch Conodonten sowie Pflanzenfossilien gesichert zu sein.

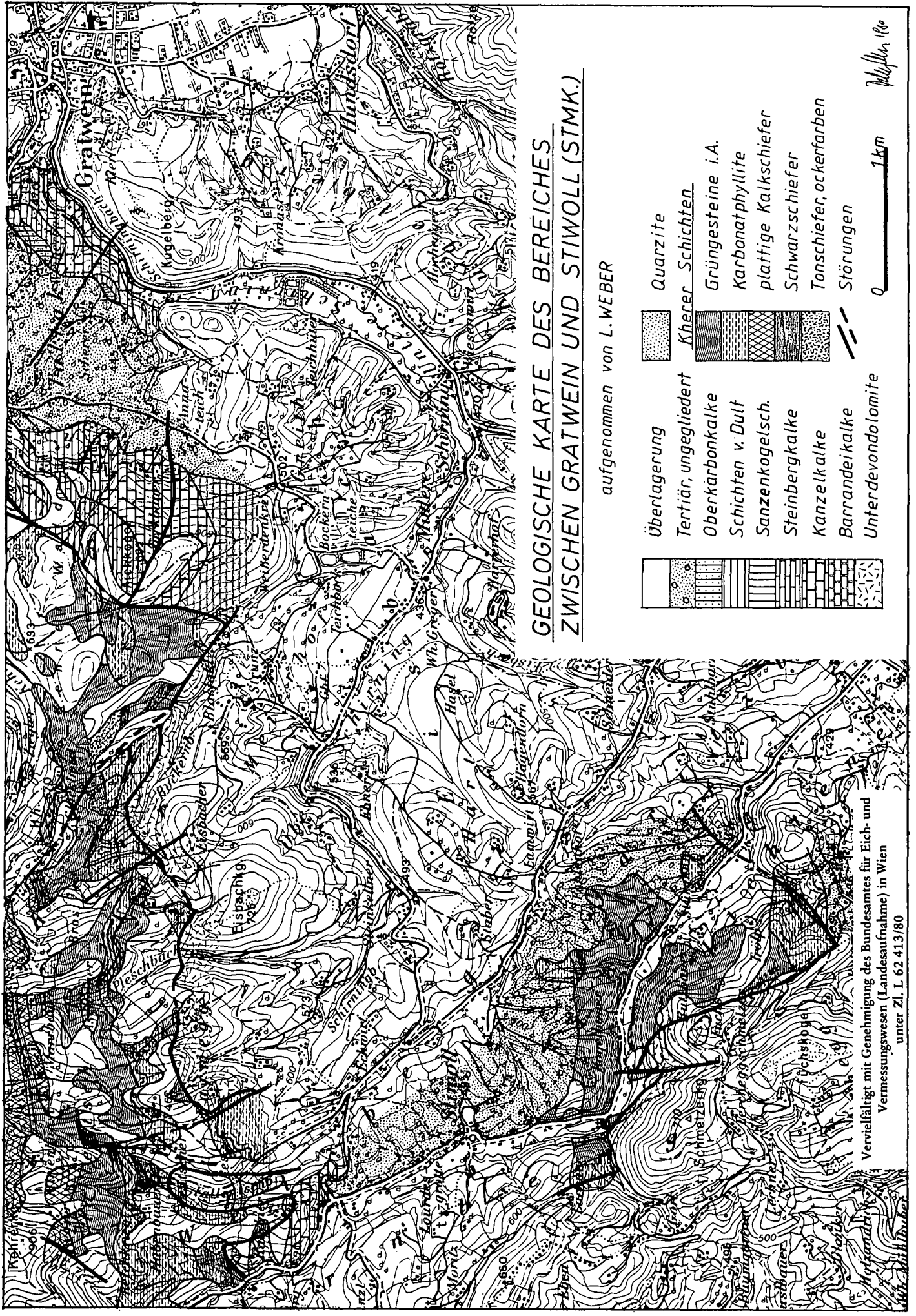
1.2.3. Sanzenkogelschichten (Unterkarbon/Namur A)

Die Sanzenkogelschichten stellen das primär Liegende der Schichten von Dult dar. Sie sind im kartierten Bereich auf den Aichkogel beschränkt.

Bei den Sanzenkogelschichten handelt es sich um vorwiegend mittelgraue Flaserkalke. Eine örtlich fleckige Struktur ist auf bioturbate Durchwühlung zurückzuführen. Über der kalkigen Entwicklung ist ein etwa 4 m mächtiger Lyditkomplex charakteristisch, welcher ausgesprochen dünnbankig wirkt. Lokal sind in die Lyditlagen mehrere cm-mächtige Kalkknollen eingelagert (vergl. L. NÖSSING et al., 1977). Möglicherweise ist diese Lyditlage auch als Hardground (Produkt einer Hungersedimentation der Seichtwasserfazies!) zu deuten.

1.2.4. Steinbergkalke (Oberdevon)

Die Steinbergkalke bauen einen großen Teil des Aichkogelzuges auf. Auch am Gratweiner Kalvarienberg, nördlich des Kugelberges sind Steinbergkalke aufgeschlossen. Diese plattigen, örtlich deutlich gefaserten Kalke sind von hellgrauer Farbe, können aber örtlich lebhaft braunrote bis dunkelgelbe Farbe annehmen (Hangendanteil!). Derartige braunrote bis dunkelgelbe Farbe annehmen (Hangendanteil!). Derartige Steinbergkalke sind im Forstwegprofil vom Genovevakreuz zum Aichkogel bestens aufgeschlossen. Die Flaserung sowie der knollige Habitus der Steinbergkalke kann unter Umständen auch auf eine Hungersedimentation zurückzuführen sein. In den tieferen Anteilen sind örtlich graue, tentakulitenführende Varietäten charakteristisch.



GEOLOGISCHE KARTE DES BEREICHES ZWISCHEN GRATWEIN UND STIWOLL (STMK.)

aufgenommen von L. WEBER

- | | | | |
|--|---------------------|--|--------------------------|
| | Überlagerung | | Quarzite |
| | Tertiar, ungliedert | | Kriener Schichten |
| | Oberkarbonkalke | | Grünesteine i.A. |
| | Schichten v. Dult | | Karbonatphyllite |
| | Sanzenkogelisch. | | plattige Kalkschiefer |
| | Steinbergkalke | | Schwarzschiefer |
| | Kanzelkalke | | Tonschiefer, ockerfarben |
| | Barrandeikalke | | Störungen |
| | Unterdevondolomite | | |

0 1km

1:20,000

Vervielfältigt mit Genehmigung des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen (Landaufnahme) in Wien unter Zl. L. 62 413/80

Abb. 1: Geologische Karte des Bereiches zwischen Gratwein und Stiwoll (Steiermark).

1.2.5. Kanzelkalke (Mitteldevon [Mittelgivet])

Die Kanzelkalke stellen das primär Liegende der Steinbergkalke dar und sind von diesen gut zu unterscheiden. Sie sind vor allem im Aichkogelzug, im Kalkkomplex nördlich des Kugelberges aber auch nördlich von Stiwill aufgeschlossen.

Als Kanzelkalke werden graue, mäßig geschichtete, örtlich korallenführende Karbonate bezeichnet, welche im frischen Bruch auffallend glasig glänzen. Diese dunkelgrauen Kalke können seitlich rasch in mittelgraue Dolomite überleiten, welche mit dolomitisierten Barrandeischichten leicht zu verwechseln sind.

Die zumeist hellgrauen Dolomite können einerseits ausgesprochen massig wirken, andererseits deutlich im dm-Bereich gebankt sein. Sie neigen stark zu grusigem Zerfall. Trotz der Bodenbedeckung ist die Dolomitgrenze größtenteils eindeutig zu ziehen. Im Fallentschgraben dringen die Dolomite halbfensterförmig gegen Norden vor. Auffällig sind mehrere, im Bachbett gut aufgeschlossene Quarzitbänke, welche morphologisch markant hervortreten.

An der Grenze zu den unterlagernden Kherer Schichten sind örtlich dm-mächtige, linsig-fetzige Lagen von Bythotrephis-

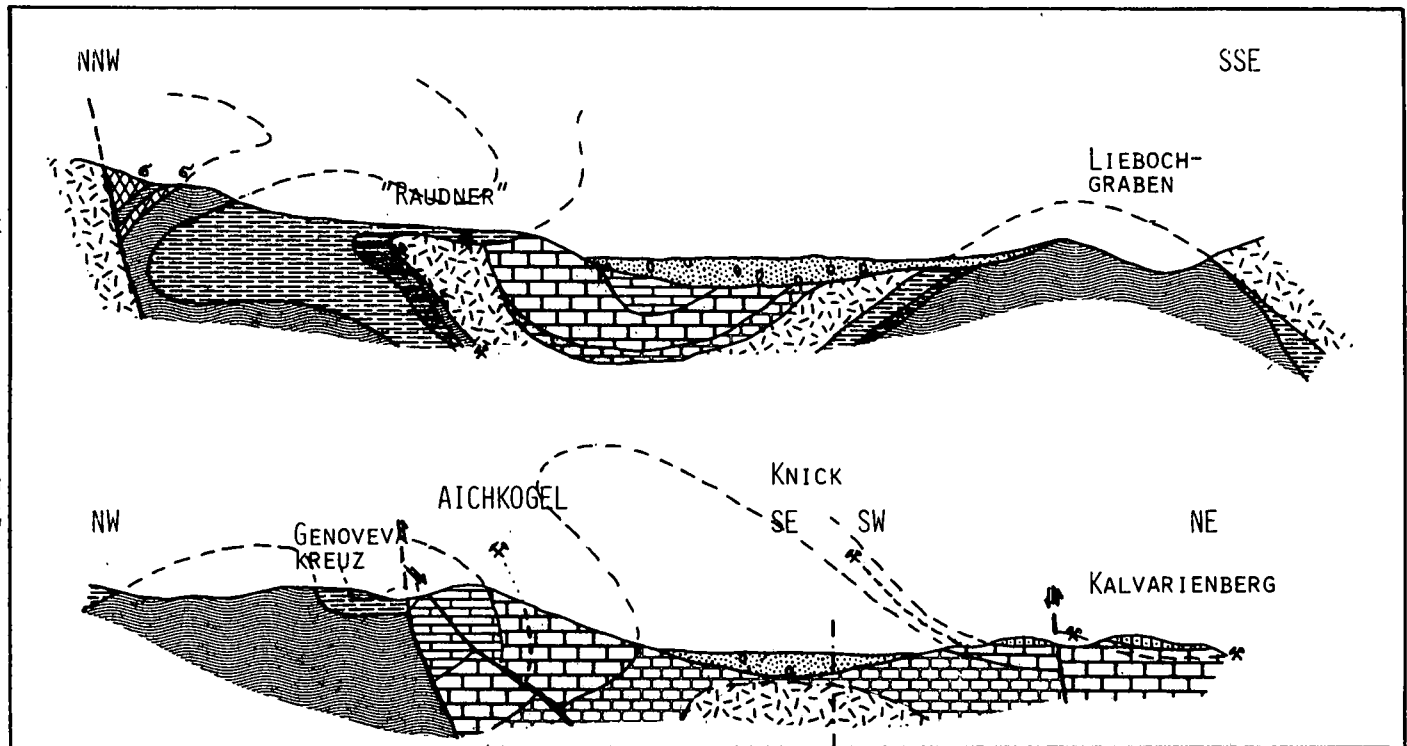


Abb. 2: Längs- und Querprofile des Bereiches zwischen Gratwein und Stiwill (Steiermark). Legende entspricht der Geologischen Karte der Abb. 1

Ebenso sind gelbbraune, stark eisenschüssige Kalke auffällig, welche in den Kanzelkalken linsig eingeschaltet sind und auf keinen bestimmten Horizont beschränkt sind.

Aus der geochemischen Prospektion geht hervor, daß die Zinnobervererzung von Gratwein-Eisbach an diese Kanzelkalke gebunden ist.

1.2.6. Barrandeischichten (Mitteldevon [Eifel])

Die Barrandeischichten sind wie die Kanzelkalke auf den Aichkogelzug sowie den Bereich nördlich des Kugelberges bei Gratwein beschränkt.

Als Barrandeischichten werden fossilreiche, graublau bis dunkelgraue, matt wirkende, dichte Kalke bezeichnet. Örtlich sind an den Schichtflächen rötliche Flecken charakteristisch, wodurch sie sich u. a. von den Kanzelkalken unterscheiden. Besonders häufig sind Korallen zu beobachten (Name!). Bisweilen sind dunkelgraue Dolomitlagen eingeschaltet, welche seitlich rasch ausdünnen können.

1.2.7. Dolomit-Sandsteinstufe (Unterdevon [Pragium-Zlichov])

Die unterdevonen Dolomite der Rannachfazies nehmen einen großen Teil des kartierten Gebietes ein.

Schiefern aufgeschlossen, welche kartenmäßig nicht erfaßt wurden.

Die Dolomite der Dolomit-Sandsteinstufe stellen nach Untersuchungen von FENNINGER & HOLZER (1978) Seichtwassersedimente eines peritidalen Ablagerungsbereiches dar. Aus Schwermineralanalysen geht hervor, daß vorwiegend Magmatite und nur untergeordnete Metamorphite abgetragen worden sind. Die hohen Pb-Gehalte, die relativ geringen Zn Gehalte, sowie die aus den Streamsedimentanalysen resultierenden relativ hohen Werte an Cr, Ni und Co lassen den Schluß zu, daß örtlich Gesteinsmaterial des Festlandes (wahrscheinlich basischer bis ultrabasischer Natur) aufgearbeitet und fraktioniert in „Strandseifen (?)“ resedimentiert wurde.

Der überaus hohe Gehalt an Pb kann aber sowohl vom kristallinen Grundgebirge als auch vom vorgelagerten Becken der Tonschieferentwicklung im Norden durch Abtragung derselben hergeleitet werden. Im Obersilur bis Unterdevon wurden in diesem Faziesbereich Blei-Zinkvererzungen gebildet (vergl. L. WEBER, 1977).

Die Blei-Zinkvererzung von Stiwill-Raudnerkogel tritt in einer Dolomitbreccie auf, welche im Bereich der Überschiebung auf die Kherer Schichten liegt. (Vergl. entsprechendes Kapitel!)

1.2.8. Kherer Schichten (Unterdevon bis Obersilur und älter?)

Als Kherer Schichten wird ein in Rannachfazies entwickelter schiefrig phyllitischer Schichtkomplex verstanden, welcher sich aus wechselnd stark vulkanogen beeinflussten Metasedimenten (Metaaschentuffe, örtlich – tuffite, bisweilen auch Metadiabase), Karbonatphylliten, plattigen Kalkschiefern, Serizitphylliten sowie Tonschiefern, örtlich aber auch aus Schwarzschiefern, kalkig oder karbonatarm zusammensetzt. Die von H. FLÜGEL (1961, S. 38) vertretene Teilung in die unteren „Schiefer von Stiwoll“ und die oberen „Schiefer von Kher“ ist nach H. W. FLÜGEL & H. P. SCHÖNLAUB (1971) nicht mehr vertretbar. Vielmehr ist zwischen „Unteren und Oberen Kherer Schichten“ zu unterscheiden.

Diese Kherer Schichten entsprechen somit in ihrer zeitlichen Entstehung, weitgehend aber auch in ihrer lithostratigrafischen Abfolge den Schiefen von Passail (Passailer Schichten und Arzbergschichten, vergl. F. EBNER & L. WEBER, 1978).

Die Kherer Schichten können als Sedimente einer relativ ungliederten Flachwasserentwicklung gedeutet werden, während die Äquivalente der Passailer Phyllite der Tonschieferfazies zumindest teilweise Beckensedimente darstellen. Das fehlende Relief darf jedoch, wie in den entsprechenden Kapiteln näher erläutert wird, u. a. als Grund für das Fehlen von Blei-Zinkvererzungen in den Kherer Schichten gelten.

Die Metamorphose der Kherer Schichten ist merklich geringer als jene der Passailer Phyllite, welche schwach epimetamorph überprägt sind. In der hohen tektonischen Position der Kherer Schichten innerhalb des Grazer Paläozoikums mag auch begründet sein, daß eine dominante Transversalschieferung relativ selten ist, während in den tektonisch tieferen Passailer Schichten sowie den Arzbergschichten das primäre *s* sowie die Transversalschieferung (*st*) stark interferieren.

Der Altersumfang der Kherer Schichten ist zumindest in den tieferen Anteilen mangels Fossilien noch unzureichend bekannt. Aus den Karbonatphylliten bzw. Kalkschiefern westlich des Genovevakreuzes konnte eine Conodontenfauna isoliert werden, welche nach H. W. FLÜGEL & H. P. SCHÖNLAUB (1971) auf Obersilur bis Unterdevon hinweist. Aus den plattigen graublauen Kalkschiefern konnte neuerdings F. EBNER (mündl. Mitt.) eine Fauna nachweisen, welche auf das untere bis mittlere Ludlow hinzeigt. Auf die sich daraus ergebende Konsequenz wird im Kapitel Tektonik verwiesen.

1.2.8.1. Grüngesteine i. A.

Die Grüngesteine bauen einen Großteil des Kherer Schichtkomplexes zwischen Stiwoll im Westen und dem Aichkogelstock im Osten auf. Ebenso wie deren Äquivalente der Tonschieferfazies sind diese Grüngesteine als Tuffe bis Tuffite mit eingestreuten Pyroklastika bzw. als basische Vulkanite zu deuten.

Die hellgraugrünen bis olivgrünen, örtlich blaugrünfleckigen Metaaschentuffe (-tuffite) sind bereits makroskopisch durch einen scharfen, im mm-Bereiche liegenden Lagenbau gekennzeichnet (Vor allem östlich des Gehöfts Aselbauer längs des Forstweges!). Den weitaus größten Teil stellen jedoch hellgraugrüne, wechselnd stark karbonatisch laminierte Tuffite dar. Sie entsprechen lithologisch weitgehend den Metatuffiten der Arzbergschichten. Die Metaaschentuffe sowie -tuffite können sowohl horizontal als auch vertikal in rasch ausdünnende horizontunbeständige, verschieferte Metadiabaslagen überleiten. Eine kartenmäßige Unterteilung war auf Grund der schlechten Aufschlußverhältnisse nicht zweckmäßig.

Unter dem Mikroskop ist der lagig rhythmische Aufbau deutlich erkennbar. Die hellgrauen bis hellgraugrünen Bereiche sind als streifige, gleichkörnige, serizitdurchzogene Karbonat-(Dolomit)-lagen zu identifizieren. Örtlich sind dünne, langgezogene

Chlorithütchen im Serizit-Karbonatgrundgewebe¹ eingeflochten. Die hellgrauen, mm-mächtigen Streifen werden von schmutzgraugrünen bis olivgrünen, dichten Chlorit-Quarzlagen abgelöst. Im engfasrigen Chloritgeflecht sind örtlich gerundete, xenomorphe Quarzkörper eingestreut. Diskret über den ganzen Schlift verteilt kann blutroter Hämatit beobachtet werden. Die Chlorite sind zum Großteil schwach pleochroitisch und zeigen normale, graue Interferenzfarben. Petrografisch ist das Gestein als Metaaschentuff mit karbonatischem, schwächer tuffogen beeinflusstem Hintergrundsediment zu deuten. (Probenpunkt: Forstweg östlich des Gehöfts Aselbauer).

Ähnliche Varietäten konnten von L. WEBER (1977) aus Bereichen der Tonschieferfazies näher beschrieben werden.

1.2.8.2. Karbonatphyllite

Die Karbonatphyllite der Kherer Schichten sind auf den oberen Teil des Schichtstoßes (Obere Schichten von Kher) beschränkt. Die zumeist auffällig hellbraunen bis hellgraubraunen Gesteine zeigen sowohl phyllitischen wie auch schiefrigen Habitus. Aus den Karbonatphylliten westlich des Genovevakreuzes konnten bekanntlich H. W. FLÜGEL & H. P. SCHÖNLAUB die obersilure bis unterdevone Conodontenfauna beschreiben. Die räumliche Verteilung der Karbonatphyllite zeigt deutlich, daß der Komplex der Kherer Schichten relativ stark durch NW-SE streichende Störungen disloziert ist.

Jene hellgraubraunen Karbonatphyllite, welche vorwiegend am Südrand des Schieferaufbruches liegen, sind keineswegs mit den plattigen, gebänderte Kalkschiefern am Nordrand des Kherer Schichtkomplexes ident (Marxbauer, Mörtenhansl etc.).

Petrografisch unterscheiden sich die Karbonatphyllite der Oberen Schichten von Kher kaum von jenen der Arzbergschichten der Tonschieferfazies, weshalb auf eine detaillierte Beschreibung verzichtet werden kann (vergl. diesbezüglich L. WEBER, 1977).

1.2.8.3. plattige Kalkschiefer

Die vor allem im Nordteil des Kartenblattes aufgeschlossenen plattigen Kalkschiefer sind durch ihre deutliche Bänderung sowie durch ihre hellgraue bis hellgraublaue Farbe gekennzeichnet. Keineswegs handelt es sich um Äquivalente der Karbonatphyllite der Oberen Schichten von Kher. Neuerdings konnte von F. EBNER aus diesen Kalkschiefern eine Conodontenfauna des unteren bis mittleren Ludlow nachgewiesen werden (mündl. Mitt.). Aus diesem Grunde muß stellenweise eine inverse Lagerung, sowie ein relativ komplizierter Faltenbau angenommen werden. Ein einfacher, wenn auch überkippter Faltenbau ist somit nicht mehr im Bereiche des Möglichen.

1.2.8.4. Schwarzschiefer

Schwarzschiefer sind innerhalb der Kherer Schichten aus faziellen Gründen nur völlig untergeordnet entwickelt. Der Grund liegt in der ungliederten, relativ gut durchlüfteten Seichtwasserentwicklung, welche für die Ausbildung eines euxinischen Milieus denkbar ungeeignet war.

Während die Schwarzschiefer nordwestlich des Gehöfts Raudner vorwiegend plattig-schiefrig, stark karbonatisch und quergründig kalzitdurchädert ausgebildet sind, sind jene im Norsteil des Fallentschbaches als karbonatarmer bis -freie Schwarzphyllite zu bezeichnen, in denen grafitischen Pigment schwimmt. Diese Schwarzphyllite führen bisweilen reichlich streifenförmig angeordnete Pyritlagen, welche das *ss* deutlich hervorheben und von einer Transversalschieferung unterscheiden.

Auch der schmale Schwarzschieferstreifen südwestlich des Gehöfts Gmainbauer ist arm an Karbonat. Örtlich sind mm-große Pyritidioblasten eingestreut. Dünne Lagen von Schwarzschiefern sind südwestlich des Gehöfts Trölp sowie östlich des Gehöfts

Kogelbauer aufgeschlossen. In den letzteren gaben wahrscheinlich vereinzelt eingestreute Pyritidioblasten Anlaß zu Schurfarbeiten, welche jedoch, wie aus der Befahrung des kurzen Einbaues sowie der geochemischen Beprobung hervorgeht, keinerlei andere Erze führen.

1.2.8.5. ockerige Tonschiefer

Südöstlich des Gehöfts Marxbauer sowie im Graben südöstlich des Glöckelwirtes sind innerhalb der Grüngesteine hellgraue bis hellgraubraune, ockerfarbene serizitische Tonschiefer aufgeschlossen, welche plattig-schiefrig brechen und bisweilen von graubraunen, oxidischen Häutchen überzogen sind. Derartige Gesteine sind innerhalb der Passailer Entwicklung unbekannt, wengleich sie am ehesten mit den karbonatischen Serizitphylliten der Arzbergsschichten zu vergleichen sind.

Unter dem Mikroskop ist ein engverflochtenes Serizit-Chlorit-Grundgewebe auffällig, in welchem lentikular gelängte, bisweilen kataklastisch zerbrochene Quarzkörner, undulös auslöschend, schwimmen. Örtlich sind auch polysynthetisch verzwilligte, anorthitarmer, wechselnd stark getrübe Plagioklasenoblasten ausnehmbar. Neben Quarz und Plagioklas ist bisweilen recht dominant Karbonat erkennbar, welches teilweise noch in einem Kornverband mit Quarz (als Nebengesteinsfragment!) steht. Die Karbonate sind ankorrodiert, örtlich auch deutlich druckverzwillingt. Die Chlorite des Grundgewebes sind durch graue, normale Interferenzfarben gekennzeichnet, der Pleochromismus ist unscheinbar. Das gesamte Gestein ist diskret leukoxen-durchsetzt.

Neben den kalzitischen Karbonatphasen sind aber auch auffallend hoch lichtbrechende eisenschüssige Karbonate (Siderit-Ankeritreihe) ausnehmbar, welche durch einen deutlichen Eisenhydroxidsaum umzogen werden. Im ganzen Schriff ist eine undeutliche parallelstreifige Textur erkennbar, welche von einer schwach und unterschiedlich stark ausgebildeten Transversalschieferung überprägt wird. Das Gestein ist als wechselnd stark karbonatischer Serizitphyllit bis Tonschiefer anzusprechen.

2. Geologisch-tektonischer Aufbau des Abschnittes zwischen Gratwein und Stiwoll

Im Bereich zwischen Stiwoll und Gratwein sind zwei markante tektonische Einheiten zu unterscheiden: Der Aichkogelzug im Osten sowie der aus Kherer Schichten aufgebaute Komplex im Westen und Südwesten. Der tektonische Aufbau beider Bereiche ist, wie aus der beiliegenden geologischen Karte sowie den Detailprofilen zu entnehmen ist, relativ kompliziert. Keineswegs herrscht ein einfacher Antiklinalbau vor, wie er von H. FLÜGEL (1952) angenommen wurde. Die Kenntnis der Tektonik sowie der Verbreitung der einzelnen Gesteinsserien ist für eine gezielte Erzprospektion jedoch von eminenter Bedeutung.

2.1. Bereich der „Aichkogelscholle“

(z. T. nach L. NÖSSING et al., 1976)

Der Bereich der Aichkogelscholle ist durch einen relativ schwer zu erfassenden Faltenbau charakterisiert, welcher erst durch biostatigrafische Untersuchungen in dieser Weise erkannt worden ist. Im Bereiche des Aichkogelgipfels liegen schwarzgraue karbone Schiefer der Dult und Sanzenkogelschichten, welche nordostwärts streichend; unter die älteren, devonen Steinbergkalke einfallen. Die mitteldevonen Kanzelkalke sowie die älteren Barrandeischiefer liegen ebenfalls überschlagen. Südlich des Aichkogelgipfels liegen hingegen Barrandeischiefer, Kanzelkalke aber auch Steinbergkalke – durch einen Bruch von der invers gelagerten Abfolge getrennt – in normaler, ungestörter und aufrechter Lagerung.

Östlich des Aichkogelzuges, am Gratweiner Kalvarienberg (nördlich des Kugelberges) liegen die Barrandeikalke, Kanzelkalke, Steinbergkalke und Oberdevonkalke in relativ ruhiger, flacher Lagerung und sind nur in geringem Maße durch NW-SE streichende Brüche mit geringer Vertikaltendenz versetzt.

Die Karbonatserien des Kalvarienberges stehen mit den entsprechenden Gesteinsserien des Aichkogels in Form der gegen Nordwest überkippten Anriklinalen in Verbindung. Die relativ große Mächtigkeit der Karbonatserien im Aichkogelzug könnte auf eine tektonische Verdoppelung zurückzuführen sein. Im Kern der Antiklinalen, deren horizontale Achse gegen NNE streicht, könnten rein theoretisch auch noch die unterdevonen Dolomite aufbrechen. Diese sind jedoch wahrscheinlich infolge der Tertiärangression verdeckt.

2.1.1. Vererzungen

In der „Aichkogelscholle“ liegen Zinnobervererzungen, welche, wie in der vorliegenden Arbeit gezeigt wird, an die Kanzelkalke bzw. deren zeitliche Äquivalente gebunden sind. Der Quecksilberschurfbau vom Dallakkogel bei Gratwein wurde von E. KRAJICEK (1954) ausführlich beschrieben. Die historische Entwicklung wurde von A. WEISS (1973) detailliert erfaßt, sodaß nähere Ausführungen unterbleiben können. Die nähere Umgebung des ehem. Bergbaubereiches wurde von S. POLEGEG & N. CEIPEK (1977) auf die Hg-Führung untersucht, wobei eine gute Übereinstimmung der Ergebnisse festzustellen ist. Auf die erstmals erkannte strenge Bindung der Hg-Führung an die Kanzelkalke wird im Kapitel 3.1.5.1 eingegangen.

2.2. „Khererwaldscholle“

Die Khererwaldscholle wird im Westen durch eine vom Glöckelwirt gegen Südwesten streichende Störung von der westlich situierten Brosyscholle und im Osten durch einen steilen Bruch vom Aichkogelzug abgeschnitten. Die Nordgrenze wurde durch die Kartierung nicht mehr erfaßt, die Südgrenze ist durch die Tertiärüberlagerung nicht direkt eruiert.

Bereits aus dem Kartenbild ist eine Tektonik ersichtlich, durch welche die Kherer Schichten in einen Faltenbau gezwängt werden (vergl. beil. Profile!). Aus dem Karbonatphyllit westlich des Genoveakreuzes konnte bekanntlich die obersilure bis unterdevone Conodontenfauna isoliert werden. Aus diesem Grunde ist eine normale aufrechte Schichtfolge innerhalb dieser Scholle äußerst wahrscheinlich.

2.3. „Brosyscholle“

Der tektonische Aufbau der Brosyscholle ist im Gegensatz zum relativ ruhigen Baustil der Khererwaldscholle wesentlich komplizierter. Die Westgrenze der Scholle wird durch jene NW-SE streichende Störung markiert, welche östlich des Gehöftes Harrer aufgeschlossen ist. Während die Nordgrenze infolge quartärer Überlagerung nicht näher einengbar ist, wird als Südgrenze der tektonisch aufgeschobene Dolomitkomplex verstanden.

Die Gesteinsserien fallen durchwegs flach gegen Nord bzw. Nordwesten ein. Da jedoch jene plattigen Kalkschiefer, die, wie neuerlich F. EBNER zeigen konnte, eine Conodontenfauna des Unteren bis Mittleren Ludlows beinhalten, über jüngeren Grüngesteinen und Karbonatphylliten des Obersilur bis Unterdevon liegen, ist eine inverse Lagerung der Gesteinsserien anzunehmen.

Auf die Kherer Schichten der Brosyscholle sind im Süden die unterdevonen Dolomite der Dolomit-Sandsteinstufe aufgeschoben.

2.4. „Aselbauerscholle“

Als Aselbauerscholle wird jener Bereich verstanden, welcher im Osten von der Brosyscholle, im Süden von den tektonisch klar abzugrenzenden Dolomiten und im Westen durch die NNW streichende Störung beim Gehöft Mörtenhansl begrenzt wird. Die diese Scholle aufbauenden Kherer Schichten sind ebenso wie jene der östlich situierten Einheit invers überschlagen. Mit ziemlicher Sicherheit liegen die an sich älteren Kherer Schichten durch eine alpidische (?) südvergente Rückfaltung auch noch über den unterdevonen Dolomiten. Die Internstruktur und die Lagerung der phyllitischen Serien ist äußerst monoton.

2.5. „Raudnerscholle“

Im Bereich der Raudnerscholle, deren Westgrenze nicht mehr kartierungsmäßig erfaßt worden ist, ist die südvergente Rückfaltungstektonik klar ersichtlich. Die plattigen, gebänderten Kalkschiefer, welche derzeit als ältestes hier bekanntes Schichtglied beim Gehöft Mörtenhansl aufgeschlossen sind, stoßen an einer wahrscheinlich steilen Störung an den Dolomiten des Kherer Kogels ab. Die plattigen, gebänderten Kalkschiefer selbst liegen über den jüngeren Grüngesteinen und Karbonatphylliten. Der invers lagernde Komplex der Kherer Schichten ruht, wie auf dem Kartenbilde klar ersichtlich ist, beim Gehöft Raudner über den Dolomiten aufgeschoben auf. Im östlich gelegenen Fallentzschgraben (bei P von Pantscher) dringen die Dolomitserien halbfensterförmig nach Norden vor. Auch die Karbonatphyllite südlich des Anwesens Pantscher liegen mit ziemlicher Sicherheit auf den Dolomiten tektonisch auf. Als lithologische Besonderheit ist in dieser Scholle das Hinzutreten von Schwarzschiefern zu zählen, welche, wie im Kapitel über die Blei-Zinkvererzungen des Raudnerkogels näher erläutert wird, für die Genese der Blei-Zinkvererzungen des Raudnerkogels bei Stiwill von besonderer Bedeutung sind. Diese Schwarzschiefer führen örtlich streifenförmige Pyritlagen und sind Produkt eines stark reduzierenden, euxinischen Ablagerungsmilieus.

Über den Dolomiten lagern dunkelgraue, bankige Karbonate, welche als Äquivalente von Kanzelkalken angesprochen werden dürfen. Möglicherweise liegen, von quartärer Überlagerung verdeckt, dazwischen auch noch Barrandeischichten. Der gesamte Karbonatkomplex taucht gegen Süden unter muldenförmig gelagertes Tertiär ab. Der Gegenflügel der Mulde ist im Bereich nördlich des Liebochgrabens zu erwarten, jedoch noch von Tertiär überlagert.

Den Blei-Zinkvererzungen von Stiwill-Raudnerkogel ist ein eigenes Kapitel gewidmet.

2.6. Bereich südlich von Stiwill (Liebochgraben)

Im Bereich südlich von Stiwill sind beiderseits des Liebochgrabens Kherer Schichten antiklinalförmig aufgeschlossen. Während diese Kherer Schichten im Süden von Dolomiten tektonisch überlagert sind, sind die entsprechenden Dolomitserien nördlich des Liebochgrabens von Tertiär überdeckt. Durch den relativ einfachen Faltenbau sind vor allem aufrecht lagernde Grüngesteine und Karbonatphyllite der Oberen Schichten von Kher aufgeschlossen. Örtlich sind geringmächtige Schwarzschieferbänder eingelagert, welche mit jenen der Raudnerscholle durchaus korrelierbar sind. Die im Bereich des Liebochgrabens aufgeschlossenen Phyllitserien tauchen, wie auf den beiliegenden Profilen ersichtlich, muldenförmig gegen Norden ab und treten im Bereich des Raudnerkogels in überschlagener Lagerung wieder zutage.

Die Roteisensteinlagerstätte von Stiwill-Liebochgraben wurde von A. Weiss (1973) detailliert beschrieben, sodaß eine nähere Beschreibung vor allem deswegen unterbleiben kann, weil keinerlei kausale Zusammenhänge zur Blei-Zink-Vererzung resp. zur HgS-Vererzung feststellbar sind. Hinzuzufügen wäre ledig-

lich, daß die Erze makroskopisch aufs Erste den Roteisensteinen vom Typ Heuberggraben (bei Mixnitz im Grazer Paläozoikum) gleichen: Röntgenografisch konnte im Derberz neben Hämatit auch Magnetit, Chlorit, Quarz und Kalzit nachgewiesen werden.

3. Geochemie

3.1. Bodenproben

3.1.1. Entnahme der Bodenproben

Der gesamte, geologisch aufgenommene Bereich wurde flächig geochemisch beprobt. Die Proben wurden jeweils an den Schnittpunkten eines systematisch angelegten Probennetzes gezogen. Die Netzweite betrug an der längeren Seite 200 m, an der kürzeren Seite 100 m. Die Längsrichtung dieser Rechteckskonfiguration wurde annähernd parallel zur Streichrichtung der Gesteine orientiert. Die Proben stammen ausschließlich aus dem B-Horizont und wurden mit einem Erdbohrstock System Pürckhauer aus etwa 50–70 cm unter GOK gezogen. Bodenproben, in welchen nur Humus resp. der C-Horizont erreicht wurde, blieben unberücksichtigt. Bei der Probennahme wurde auf die entsprechende Morphologie, die Kulturart sowie auf besondere Kennzeichen (Ausbißnähe) besonderes Augenmerk gelegt. Die einzelnen Proben wurden einerseits fortlaufend nummeriert, andererseits zur besseren Kontrolle und Übersicht noch systematisch bezeichnet. Die Ordinaten des Probennetzes wurden mit Zahlen, die Abszissen mit Buchstaben versehen, sodaß jede Probe mit einer Zahlen-Buchstabenkombination bezeichnet werden konnte, und eine Verwechslung ausgeschlossen war (z. B. 534 6d' oder 726 14h usf.).

3.1.2. Probenaufbereitung

Sämtliche Bodenproben wurden u. a. im Hinblick auf den Hg-Nachweis ausschließlich luftgetrocknet. Die getrocknete Probensubstanz (Urprobe) wurde ohne mechanische Zerkleinerung händisch abgeseibt. Die -80 mesh Fraktion (Laboratoriumsprobe) wurde der Analytik zugeführt.

3.1.3. Analytik

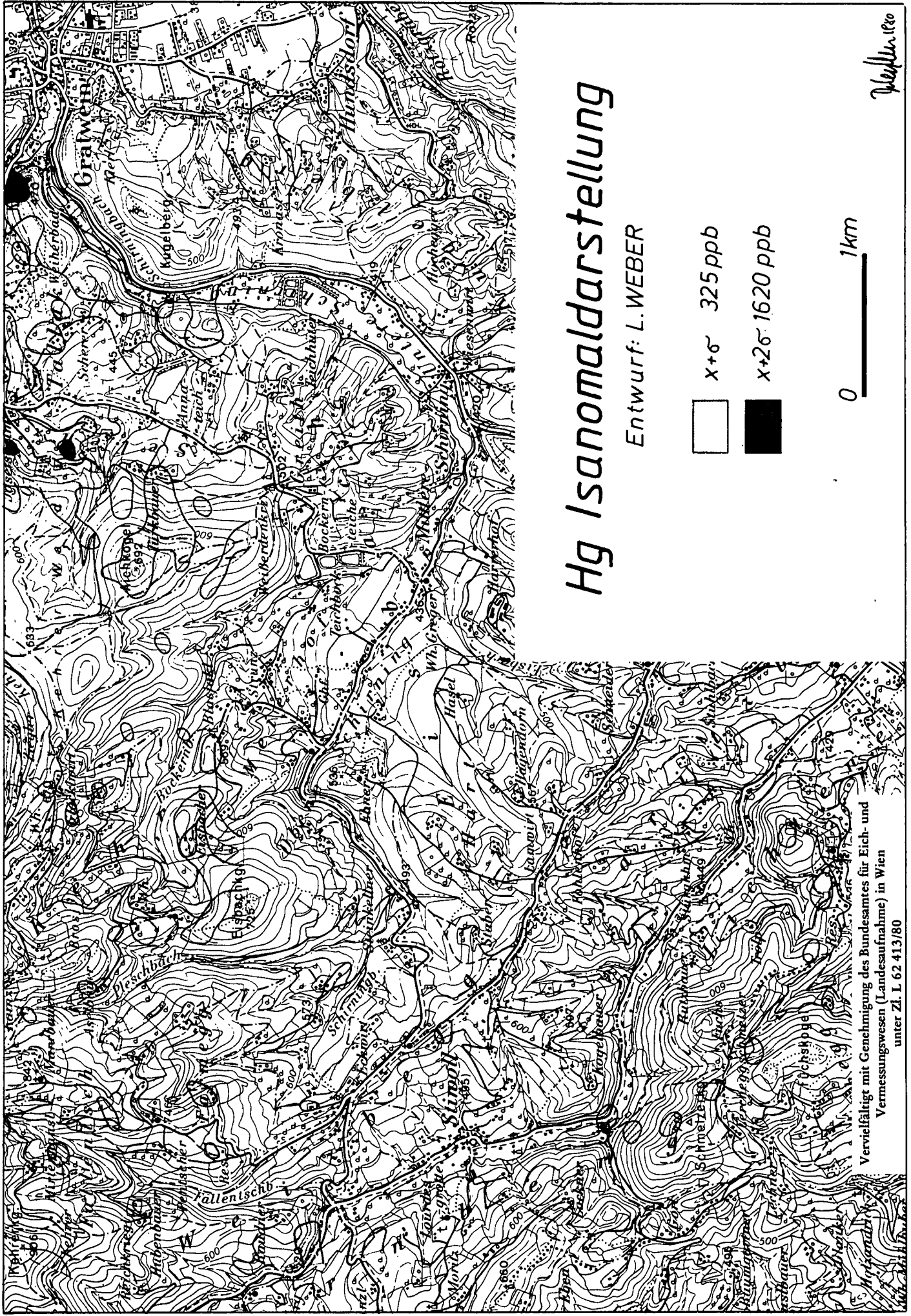
3.1.3.1. Quecksilbernachweis

Das in der Tonfraktion der Bodenproben meist in Form von Zinnober (und gediegen Hg?) verteilte Quecksilber wurde mit Hilfe eines Mercury-Detectors (LEMAIRE Instruments S1) analysiert. 0,5 g der luftgetrockneten und abgeseibten Tonfraktion wurden in einer Stahlpatrone über dem Bunsenbrenner erhitzt, und die leichtflüchtigen Hg-Dämpfe mittels einer Handpumpe abgesaugt. Diese Dämpfe wurden sogleich in den Mercury-Detector geblasen. Der entsprechende Hg-Gehalt der Probe ist durch Ablesen am Anzeigergerät und durch Multiplikation mit einem von der Probenmenge abhängigen Faktor direkt ermittelbar.

Die einzelnen Stahlpatronen wurden nach jedem Analysengang mit Hilfe von Preßluft in einer anderen Räumlichkeit gereinigt. Nach etwa 20 Analysen wurden die Papierfilter der Ansaugpumpe gewechselt, gleichzeitig die O-Stellung des Gerätes durch Einblasen von Frischluft gecheckt (Ausschaltung von Memory-Effekten!).

Die untere Nachweisgrenze mit Hilfe dieser Methode liegt bei 0,02 ppm (20 ppb), die obere Nachweisgrenze ist durch Verdünnung der Laboratoriumsprobe unbegrenzt.

Die einzelnen Proben wurden in beliebiger Reihenfolge analysiert. Etwa jede 10. Probe wurde zur Kontrolle wiederholt. Die dabei erzielte Wiederholgenauigkeit lag durchwegs um $\pm 10\%$.



Hg Isanomaldarstellung

Entwurf: L. WEBER

- $x + \sigma$ 325 ppb
- $x + 2\sigma$ 1620 ppb



Vervielfältigt mit Genehmigung des Bundesamtes für Eich- und
 Vermessungswesen (Landesaufnahme) in Wien
 unter Zl. L 62 413/80

Messler Geo

Abb. 3: Hg-Isanomaldarstellung

3.1.3.2. Analysen auf Pb, Zn, und Mn

Die Elemente Pb, Zn und Mn wurden mit Hilfe der AAS (Atomabsorptionsspektrometrie) analysiert. Aus der Laboratoriumsprobe wurden 500 mg in 5 ml 62%er, dithizongeprüfter HNO_3 bei 95°C eine Stunde geleacht, anschließend mit 5 ml bidest. H_2O aufgefüllt und abdekantiert. Die Lösung wurde direkt der Messung zugeführt. Der Meßvorgang sowie die Auswertung erfolgte nach den üblichen Methoden. Als Standards dienten Pb-, Zn- und Mn-Präparate von Merck.

3.1.4. Statistische Bearbeitung der Analysenwerte

Von sämtlichen Analysenwerten wurde jeweils der Mittelwert, die einfache und die doppelte Standardabweichung rechnerisch ermittelt. Als Anomaliewert wird hierbei der Mittelwert plus doppelter Standardabweichung verstanden ($m + 2\sigma$). In den entsprechenden Histogrammen ist bei Betrachtung der Gesamtpopulation die bei Naturphänomenen charakteristische linksschiefe Verteilung auffallend. Da die Background- und die Anomaliepopulationen nur undeutlich trennbar sind, wurden Mittelwerte und Standardabweichungen von der Gesamtpopulation ermittelt.

3.1.5. Diskussion der geochemischen Meßergebnisse

Die einzelnen Meßdaten wurden entsprechend ihrer Position kartenmäßig aufgetragen und in Isanomalen dargestellt, welche durch einfache grafische Interpolation ermittelt wurden. Eine etwaige Korrektur oder Glättung wurde nicht durchgeführt.

Die Isanomaldarstellungen spiegeln bisweilen den geologischen Untergrund gut wieder.

3.1.5.1. Hg-Isanomaldarstellung (Abb. 3)

$$\begin{aligned}\bar{x} &= 65 \text{ ppb} \\ \bar{x} + \sigma &= 325 \text{ ppb} \\ \bar{x} + 2\sigma &= 1620 \text{ ppb}\end{aligned}$$

(Durchschnittswert von Hg in Böden nach BOWEN (1966) 30 ppb).

Bei der geochemischen Prospektion auf Hg mittels des Mercury-Detectors wird die überaus hohe Mobilität des Hg ausgenutzt.

Durch den unvergleichlich hohen Dampfdruck werden um Störkörper Aureolen aufgebaut, welche sich auch noch trotz Nebengesteinsüberlagerungen nachweisen lassen.

Nach A. SAUKOV & N. A. OZEROVA (1963) sind als Richtwerte für Dispersionsaureolen folgende Gehalte typisch:

Quecksilberlagerstätten 0,10–10,00 ppm
Sulfidlagerstätten 0,01–1,00 ppm

(Bei der geochemischen Prospektion konnten Maximalwerte von 14.000 ppb = 14 ppm ermittelt werden!)

Die Hg-Führung ist auffällig an den Karbonatkomplex der Aichkogelscholle gebunden. Die Anomaliebereiche koinzidieren fast ausschließlich mit flächigen Kanzelkalkaufschlüssen (vergl. südl. Türkbauer, Kalvarienberg bei Gratwein.).

Die Anomaliebereiche südwestlich des Stiftes Rein, welche in Dultschiefern liegen, mögen darauf zurückzuführen sein, daß Kanzelkalk im Liegenden vorhanden ist. Wenngleich auch die Anomalien im Bereich von Straßenaufschlüssen liegen, ist, wie die flächige Ausdehnung der Anomalie auch hangwärts zeigt, eine anthropogene Beeinflussung auszuschließen. Die Anomalien nördlich des Gehöfts Scherer können einerseits auf eine störungsbedingte Hochlage des Kanzelkalkes, andererseits auf die Nähe eines Schurfschachtes zurückzuführen sein.

Die Anomalie nördlich der Kote 470 fällt mit einem HgS-Ausbiß im Kanzelkalksteinbruch zusammen.

Die Masse der Kherer Schichten weist relativ geringe Hg-Werte auf, welche um den statistisch ermittelten Mittelwert pendeln. Die erhöhten Werte westlich des Gehörtes Harrer sind

schwer zu deuten, eine anthropogene Beeinflussung durch geheiztes Saatgut (Ackerboden) ist nicht auszuschließen.

Die anomal hohen Werte südlich der Pb-Zn Lagerstätte von Stiwoll-Raudnerkogel fallen mit Kanzelkalkäquivalenten zusammen.

3.1.5.2. Pb-Isanomaldarstellung (Abb. 4)

$$\begin{aligned}\bar{x} &= 21 \text{ ppm} \\ \bar{x} + \sigma &= 63 \text{ ppm} \\ \bar{x} + 2\sigma &= 186 \text{ ppm}\end{aligned}$$

(Durchschnittswert von Pb in Böden nach BOWEN (1966) 10 ppm).

Die großflächig ausgebildeten Anomalien sind auffällig um den Dolomit gruppiert. Im Bereiche der phyllitisch ausgebildeten Kherer Schichten sind keine Anomalien feststellbar.

Dieses Ergebnis ist vor allem deshalb überraschend, weil üblicherweise die Pb-Zn Lagerstätten des Grazer Paläozoikums in den phyllitischen Äquivalenten der Kherer Schichten, den Arzbergsschichten auftreten, während die unterdevonen Dolomite als erzfrei gelten. Extremwerte mit markanten Kontaminations-schürzen sind um den bekannten Vererzungsbereich gruppiert.

Besonders hervorzuheben ist, daß die Vererzung in den quartären Sedimenten mehrere km flußabwärts verfolgt ist, obwohl PbS als relativ immobil gilt.

3.1.5.3. Zn Isanomaldarstellung (Abb. 5)

$$\begin{aligned}m &= 42 \text{ ppm} \\ m + \sigma &= 84 \text{ ppm} \\ m + 2\sigma &= 167 \text{ ppm}\end{aligned}$$

(Durchschnittswert von Zn in Böden nach BOWEN 1966 50 ppm).

Die Aichkogelscholle ist frei von Zn Anomalien. In den Kherer Schichten sind geringfügig höhere Gehalte an Zn festzustellen, welche größtenteils um den rechnerisch ermittelten Mittelwert pendeln. Eine Abhängigkeit von lithologischen Einheiten ist nicht erkennbar. Die Dolomite, in welchen ausgesprochen hohe Pb-Anomalien nachzuweisen sind, sind überraschend arm an Zn. Um den Bereich der Lagerstätte sind, wie zu erwarten, die Extremwerte gruppiert, wobei die flächige Größe der Anomalie nicht unbedingt auf die Größe des Störkörpers zurückzuführen ist. (Kontaminationsbereiche u. a. durch alte Erzabfuhrwege, die geochemisch leicht nachzuweisen sind!)

Eine Deutung, warum der Dolomitkörper arm an Zn, dafür reich an anderen Metallen ist, wird in den entsprechenden Kapiteln gegeben.

3.1.5.4. Mn (keine Kartenbeilage!)

$$\begin{aligned}\bar{x} &= 728 \text{ ppm} \\ \bar{x} + \sigma &= 1485 \text{ ppm} \\ \bar{x} + 2\sigma &= 3029 \text{ ppm}\end{aligned}$$

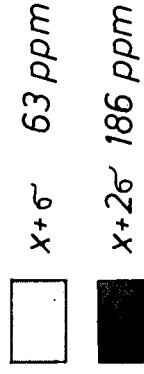
(Durchschnittswert von Mn in Böden nach BOWEN (1966) 860 ppm).

Das Element Mn ist bei stratiformen Pb-Zn Lagerstätten, wie im Grazer Paläozoikum auftreten (Guggenbach, Deutschfeistritz, Haufenreith, Arzberg usw.), ein wichtiges Indikatorelement. Es tritt, wie vor allem Beispiele aus der typomorphen Kieslagerstätte von Meggen im Sauerland (BRD) zeigen, hofbildend um den Lagerstättenkörper gruppiert auf, wobei die Extremwerte um Barytsäume auftreten. Die Genese der Pb-Zn Lagerstätte von Stiwoll-Raudnerkogel ist jedoch, wie erst im Laufe der Untersuchungen zu ersehen war, keineswegs mit jener der „typischen“ Lagerstätten des Grazer Paläozoikums vergleichbar. Mn tritt daher nicht wie gewohnt hofbildend um den Störkörper

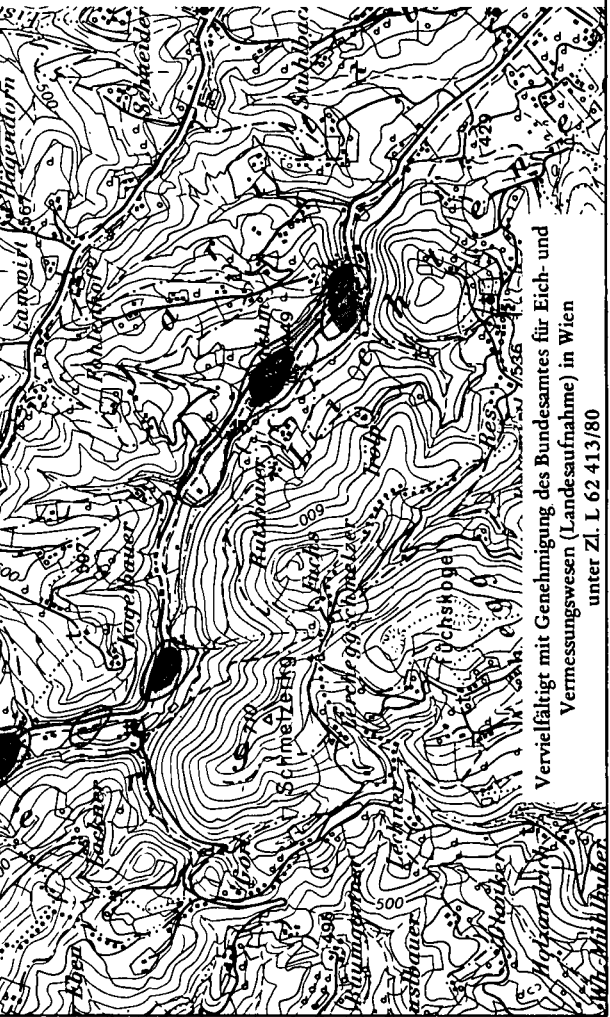


Pb Isanomaldarstellung

Entwurf: L. WEBER



Polysplanette



Vervielfältigt mit Genehmigung des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen (Landaufnahme) in Wien unter Zl. I. 62 413/80

Abb. 4: Pb-Isanomaldarstellung

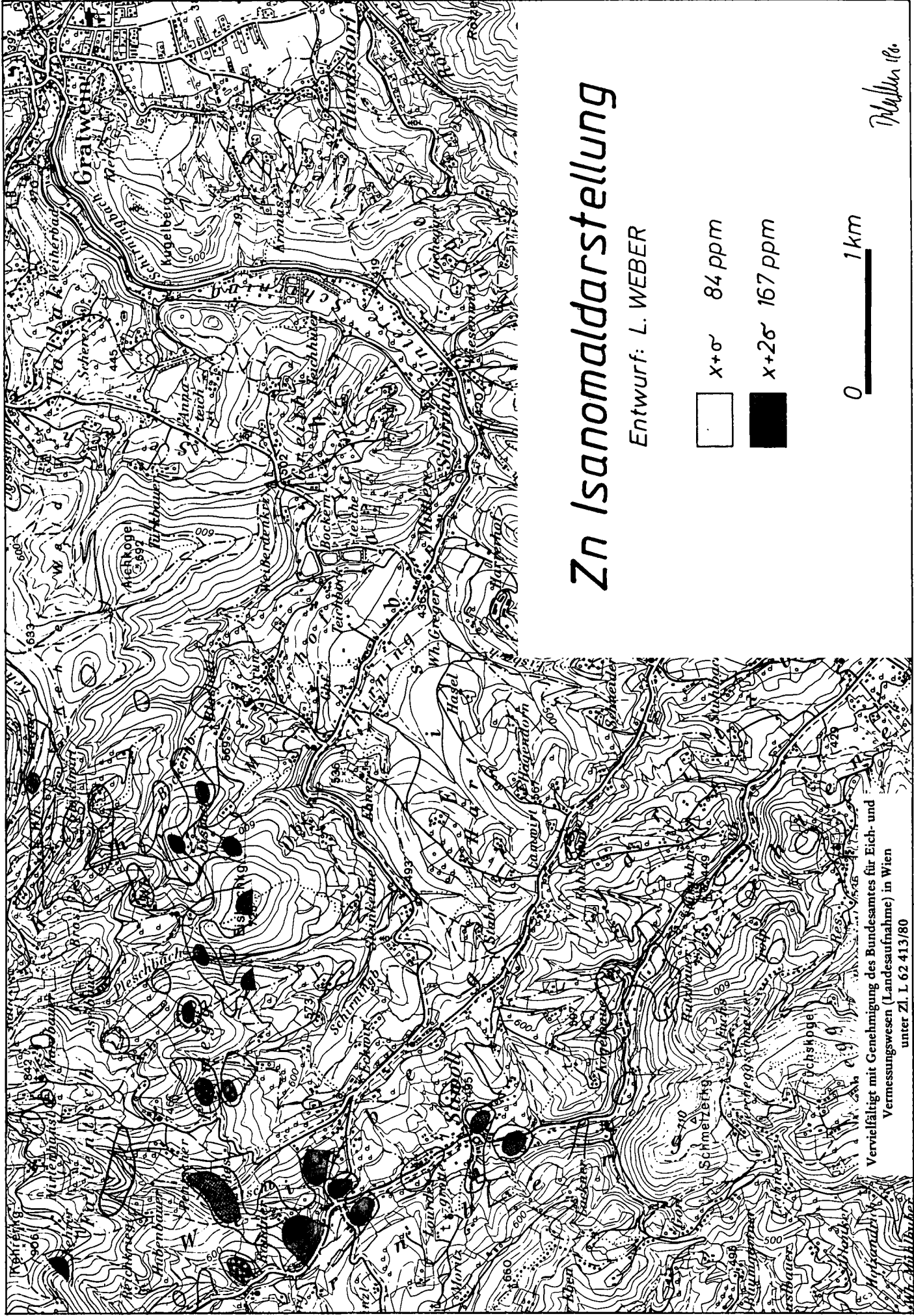


Abb. 5: Zn-Isanomaldarstellung

auf, sondern korreliert eher mit lithologischen Einheiten. Dennoch ist gerade dieses negative Ergebnis ein deutlicher Hinweis, daß die Genese der Lagerstätte von Stiwill-Raudnerkogel mit den übrigen Pb-Zn Lagerstätten auch geochemisch nicht vergleichbar ist.

3.2. Streamsedimentanalysen

3.2.1. Probenahme

Die Entnahme der Streamsedimentproben erfolgte nach den Richtlinien der Geologischen Bundesanstalt. Die stark unterschiedliche, oft auch nur periodische Wasserführung ließ die Entnahme von Schwermineralkonzentraten äußerst problematisch erscheinen, weshalb diese auch nicht beprobt worden sind.

3.2.2. Analytik

Die Analysen wurden an der Österreichischen Akademie der Bildenden Künste (Institut für Farbenchemie) durchgeführt (Analytiker Dr. P. DOLEZEL).

Das luftgetrocknete Probenmaterial wurde trocken abgesiebt. Die Feinfraktion wurde in der Achatschale kleiner als 60 µm aufgemahlen, mit Spektralkohle 1 : 1 vermischt und anschließend homogenisiert. Das Material wurde sodann in Spektroelektroden Form 1 (Ringsdorff) gestopft und gegen gespitzte Gegenelektroden im Gleichstromdauerbogen gezündet (3–15 A, ansteigend). Als Aufnahmegerät wurde ein Zeiss-Jena PGS 2 Spektrograph (651 Strich/mm I. Ordnung, Spalt 15 nm) verwendet. Die Aufnahmezeit betrug 60 sec. Als Aufnahmematerial dienten Agfa Gevaert Spectralplatten 34 BS 2, welche nach den üblichen, standardisierten Methoden entwickelt wurden.

Die Auswertung erfolgte semiquantitativ auf einem Steinheil Mikrophotometer nach Schätzung der Konzentrationen durch Vergleich mit Eichproben. Es wurden aus nachweistechischen Gründen vor allem jene Elemente vermessen, welche mit Hilfe der Spektrometrie erfassbar sind.

3.2.3. Diskussion der Ergebnisse

3.2.3.1. Pb

Der Bereich der Blei-Zinkerzlagerstätte von Stiwill-Raudnerkogel ist durch ein eindeutiges Maximum gekennzeichnet. Auch der Dolomitkomplex ist durch erhöhte Pb Gehalte charakterisiert. In den Sedimenten des Liebochbaches sind auch noch südöstlich des Stürgkdenkmals erhöhte Pb-Werte erkennbar, während die Nebengerinne niedrige Pb-Werte zeigen (verschleppte Anomalie, vergleiche Bodenproben!).

3.2.3.2. Zn

Der Extremwert koinzidiert mit der Lagerstätte vom Raudnerkogel. Sieht man von den auffallend niedrigen Werten im Kherer Bach ab, sind keine nennenswerten Besonderheiten erkennbar.

3.2.3.3. Ba

Barium ist ohne jede erkennbare Gesetzmäßigkeit verteilt. Erhöhte Bariumgehalte sind nicht einmal im Bereiche der Blei-Zinkerzlagerstätte nachzuweisen. Nach dem zugrundeliegenden Metalleicherungskonzept waren solche auch nicht zu erwarten.

3.2.3.4. Cr

Die Phyllitserien von Kher sind auffallend arm an Cr, obwohl in den Grungesteinen – zumindest theoretisch – höhere Cr-Gehalte keine große Überraschung gewesen wäre.

Demgegenüber zeigen jedoch die Dolomiterien erhöhte Cr-Gehalte. Es darf angenommen werden, daß Cr in Form von Schwermineralen (Chromit) im ehemaligen Küstenbereich der Dolomit-Sandsteinstufe angereichert worden ist.

3.2.3.5. Co

Die Bachsedimente der Umgebung der Blei-Zinkerzlagerstätte, von Stiwill-Raudnerkogel äußern sich durch erhöhte Gehalte an Co, ebenso wie die Streamsedimente der Dolomitbereiche durch erhöhte Co-Gehalte auffallen. Die Sedimente des Kherer Baches sind jedoch weitgehend steril.

3.2.3.6. Ni

Die Sedimente des Khererbaches sind steril; die Maximalwerte fallen mit dem flächigen Auftreten von Dolomit zusammen, wobei abermals der anomal hohe Ni Gehalt aus dem Schwermineralspektrum der peritidalen Dolomit-Sandsteinstufe bezogen werden darf.

3.2.3.7. Sn

Eine gesetzmäßige Verteilung des Sn ist nicht erkennbar, wengleich der Dolomitkomplex aus den oben angeführten Gründen bevorzugt Sn führt.

3.2.3.8. Sb

In sämtlichen Streamsedimentproben lag der Sb-Gehalt jeweils unter der Nachweisgrenze von 100 ppm.

4. Blei-Zinkerzlagerstätte von Stiwill-Raudnerkogel

4.1. Vorbemerkungen

Das Blei-Zinkerzorkommen von Stiwill-Raudnerkogel liegt etwa 450 m nördlich des Anwesens Raudner. Im Gegensatz zu den übrigen Blei-Zinkerzlagerstätten des Grazer Paläozoikums scheint diese Lagerstätte nie zu einer besonderen Blüte gelangt zu sein. Es ist nicht einmal das Ende der letzten Betriebsperiode mit Sicherheit feststellbar.

Die Stollen sind heute vollkommen verbrochen. H. & E. FLUGEL (1953) sowie V. WEISSENSTEINER (1974) gelangten noch in den Hauptbau, den Marienstollen. Halden und Schächte sind im Gelände noch einigermaßen erkennbar, Erze sind relativ selten zu finden.

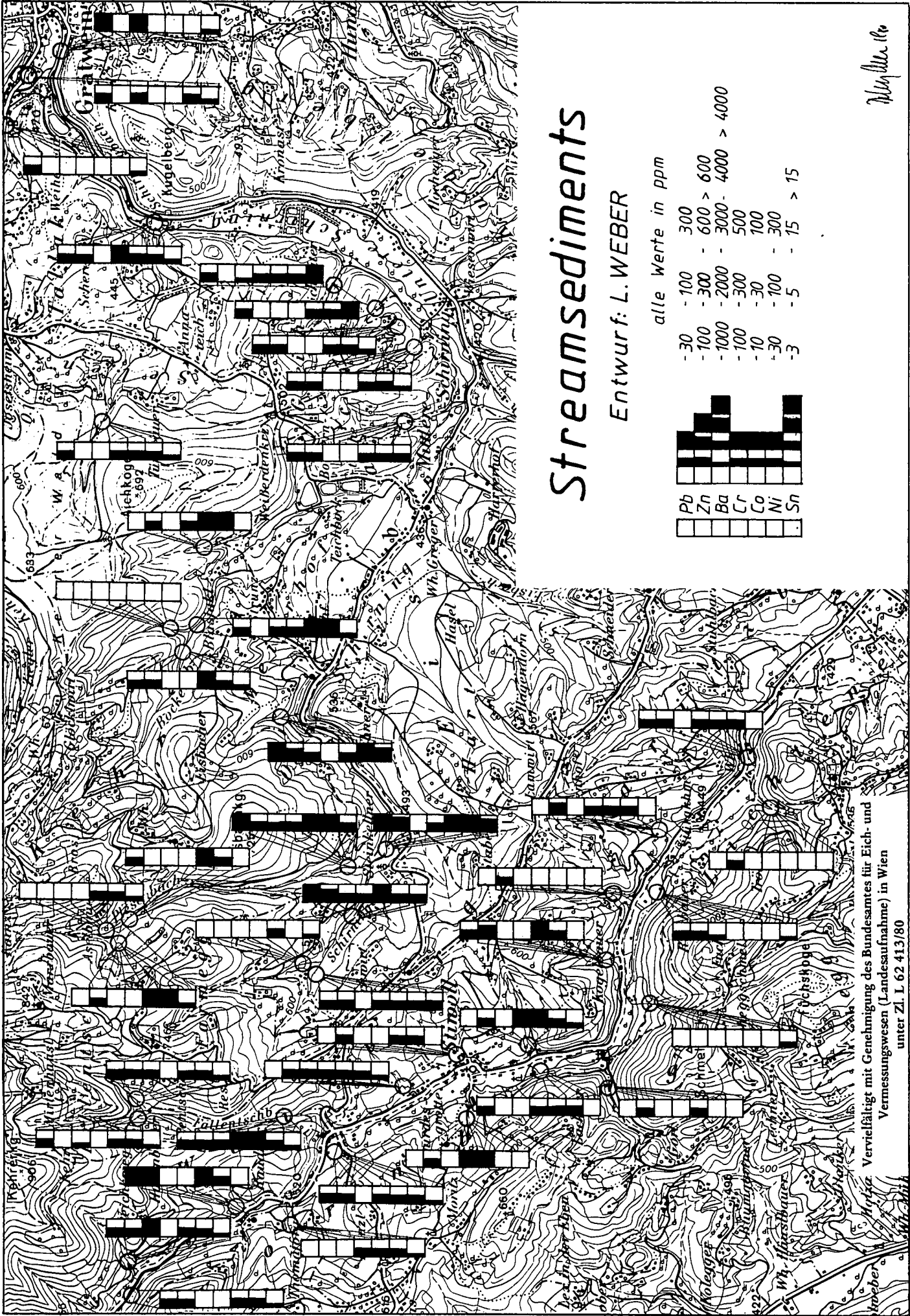
Der Umstand, daß sämtliche Einbaue nicht mehr befahrbar sind, darüberhinaus keinerlei sichere Erzausbisse existieren, das Haldenmaterial arm an Erzen ist und die Aufschlußdichte sehr dürftig ist, erschwert die Bemusterung und die Bewertung des Vorkommens erheblich.

Es soll daher versucht werden, an Hand der spärlichen Literaturhinweise, den Ergebnissen der geologischen Detailkartierung, der geochemischen Aufnahme sowie den Ergebnissen der Erzmikroskopie eine Deutung der Lagerstättengnese zu geben.

4.2. Grubenbaue

Der Hauptbau der Blei-Zinkerzlagerstätte soll durch den etwa 450 m nördlich des Gehöftes Raudner in etwa 640 m ü. A. gelegenen Marienstollen erreichbar gewesen sein. Das heute verbrochene Mundloch ist im Gelände noch deutlich ausnehmbar. Das Mundloch scheint jedoch erst vor kurzem zu Bruch gegangen zu sein. Nach H. & E. FLUGEL (1953) stand dieser Marienstollen in Verbindung mit einem natürlichen Höhlensystem. Die Lagerstätte selbst liegt im Grenzbereich von „hellblauen Krinoidenkalken“ und mylonitisierten Dolomiten (S. 216). Die Grenzfläche soll etwa 25–30° gegen Westen einfallen. V. WEISSENSTEINER, welcher die „Raudnerhöhle“ (identisch mit dem Marienstollen!) befahren konnte, berichtet, daß knapp hinter dem Mundloch der Vorraum etwa 30° gegen Westen abfällt und nach etwa 10 m in einen nördlichen und einen südlichen Schluff, beide äußerst verstruzgefährdet, endet.

Im Nordteil des Schluffes, dessen übersichtsmäßige Befahrung über 5 Stunden in Anspruch genommen haben soll, wurden natürliche Hohlräume beobachtet. Die Höhe der geschrämten Stollen betrug stellenweise nur 40 cm. Stellenweise sollen stark ruß-



Streamsediments

Entwurf: L.WEBER

alle Werte in ppm

Pb	-30	-100	300
Zn	-100	-300	600 > 600
Ba	-1000	-2000	-3000 - 4000 > 4000
Cr	-100	-300	500
Co	-10	-30	100
Ni	-30	-100	300
Sn	-3	-5	-15 > 15

Vervielfältigt mit Genehmigung des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen (Landsaufnahme) in Wien unter Zl. L 62 413/80

Webster

Abb. 6: Streamsediment-Analysen

geschwärzte Firstteile gefunden worden sein. „Stollen im gewohnten Sinn gibt es nicht, dafür ist entlang der Bankung des nach Westen einfallenden Gesteins ein großflächiger Raum ausgegnet, der von Säulen und großen Pfeilern gehalten wird“. Nach V. WEISSENSTEINER beträgt die Länge dieses „künstlichen Labyrinthes“ etwa 1500–2000 m, wobei die horizontale Erstreckung 200 m nicht übersteigen dürfte.

Im südlichen Schluff gelangte man in ein offenbar neueres Stollennetz, welches aufrecht zu begehen war. Einzelne Strecken standen mit einem Schrägschacht in Verbindung.

Auffallend ist, daß vor dem Mundloch des Marienstollens heute keine Halde entsprechender Dimension erkennbar ist. Die Alten dürften aller Wahrscheinlichkeit nach die natürlichen Hohlräume mit Taubmaterial verfüllt haben.

Die auf der Westseite gelegenen Einbaue (Karlschacht) sowie einige weitere Stollen sind vollkommen verbrochen. Erze sind im Haldenmaterial relativ dürftig vertreten. Die Halden zeichnen sich durch eine Blöße im Forstgelände aus.

4.3. Räumliche Anordnung der Vererzung und deren Stellung in fazieller und tektonischer Sicht

Aus der räumlichen Lage des Vorkommens, den überaus wichtigen Beschreibungen der Grube, den Erzmustern, sowie den Lokationen der geochemischen Anomalien geht eindeutig hervor, daß die Blei-Zinkerzlagstätte von Stiwill-Raudnerkogel im Grenzbereich von hellgrauen, stark mylonitisierten Dolomiten und hellgraubraunen Kalkschiefern liegt. Die Vererzung liegt jedoch keineswegs in den Kherer Schichten. Die „klassischen Blei-Zinkerzlagstätten“ des Grazer Paläozoikums liegen vergleichsweise in den altersgleichen, jedoch faziell anders geartet Passailer Phylliten (Arzbergsschichten sensu L. WEBER, 1978), während die Dolomite ansonst üblicherweise auffallend erzfrei sind. Bereits daraus ist ersichtlich, daß das Blei-Zinkerzvorkommen von Stiwill-Raudnerkogel eine Sonderstellung einnimmt.

Unter Berücksichtigung der paläogeografischen sowie der lithologischen Verhältnisse im Unterdevon ist jedoch ein Vererzungsmodell anzunehmen, welches im Vergleich zu den oben erwähnten „klassischen“ Blei-Zinkerzlagstätten als aberrant anzusehen ist.

Für eine Bewertung einer Lagerstätte ist jedoch die Kenntnis der Genese unumgänglich, weil nur so eine weitere gezielte Erzsuche möglich ist. Soweit es die Umstände zulassen, scheinen im näheren und weiteren Lagerstättenbereich folgende Beobachtungen von besonderer Relevanz zu sein:

1. Die Vererzung tritt, wie auf der Pb-Isanomalie-Darstellung ersichtlich ist, fast ausschließlich in Dolomiten auf.

2. Der eigentliche Bergbau ging im Bereich der Überschiebung der Dolomite auf Kherer Schichten um, wobei ein natürliches Höhlensystem mitgenutzt wurde (vergl. Lagerstätte von Oberzeiring!)

3. Die Vererzung ist vor allem auf jene Dolomitbereiche beschränkt, in deren Liegendem auch Schwarzschiefer liegen.

Die Dolomite der unterdevonen Dolomit-Sandsteinstufe sind, wie den Ausführungen von A. FENNINGER & H. L. HOLZER (1978) zu entnehmen ist, Sedimente eines peritidalen Faziesbereiches. Das Schwermineralspektrum zeigt, daß in diesen küstennahen Sedimenten vorwiegend Magmatite und nur untergeordnet Metamorphite vom Hinterland (auch aus dem vorgelagerten Becken?) abgetragen worden sind. Als Abtragungsbereiche können Festlandsrücken einerseits, aber auch die marinen, schwelengegliederten Beckenbereiche andererseits auftreten. Dort kamen im O-Silur bis U-Devon Schwermetalle zum Absatz, welche örtlich unter besonderen geeigneten Umständen gefällt werden konnten, zum Großteil jedoch in gelöster Form verdünnt verblieben und wurden (vergl. L. WEBER, 1977).

Es scheint daher durchaus wahrscheinlich zu sein, daß metallhaltige Gesteinskomplexe abgetragen und deren Schwermineral-

komponenten „seifenförmig“ im Küstenbereich sedimentiert wurde. In der oxidierenden Seichtwasserfazies wurden die leichter löslichen Zinkverbindungen gelöst und verdünnt. Die schwerer löslichen, resistenten Bleiverbindungen konnten hingegen den Umlagerungsprozeß leichter überdauern. Möglicherweise gingen die Blei- und Zinkmetalle in stabile (chloridische?)-Komplexe über, welche im Karbonat fixiert werden konnten.

Dieser, nunmehr mit Schwermetallen angereicherte Dolomitkomplex wurde durch die (alpidische?) Einengungs- und Überschiebungstektonik auf die Kherer Schichten aufgeschoben, wobei, wie im entsprechenden Kapitel näher erläutert wird, die Kherer Schichten durch Stauchfaltung im Bereiche des Raudnerkogels auch über den Dolomiten zu liegen kamen. Die Überschiebungsfäche selbst zeichnet sich durch eine starke mechanische Aufarbeitung des Dolomites ab, während in den Kherer Schichten die tektonische Druckbeanspruchung durch plastische Verformung abgefangen werden konnte.

In derartigen Überschiebungsbereichen ist die Wegsamkeit von Oberflächen- und Kluftwässern besonders hoch. Im Bereiche der Lagerstätte sind die Dolomite auf stark pigmentierte Schwarzschiefer aufgeschoben, welche örtlich reichlich Pyrit führen. Sikkern nun Wasser entlang dieser Schwarzschiefer ein, tritt durch die Umsetzung des Pyrites eine chemische Reaktion ein. Die nunmehr reduzierenden Wasser dringen dabei in den kavernen bzw. klüftigen Dolomit. Dabei wird das in (chloridischer?) Komplexform eingebaute Pb bzw. Zn zu PbS und ZnS reduziert. Das freigewordene Chlorid könnte als HCl zusätzlich Reaktionen mit dem Nebengestein eingeleitet und begünstigt haben (Bildung von Hohlräumen!).

Ähnliche Metallanreicherungsmechanismen und Reduktionsvorgänge wurden neuerdings von R. ASSERETO, C. BRUSCA, et al. (1977) auch für die Entstehung der triadischen Pb-Zn Lagerstätte von Salafossa angenommen.

4.4. Erzmikroskopie

In den Schriffen ist eine starke Durcharbeitung und brecciöse Ausbildung des Dolomites erkennbar. Im intergranularen Hohlraum sproßten örtlich idiomorphe Kalzite, welche entlang ihrer Korngrenzen von einem verkittenden Aragonitsaum deutlich kolomorpher Textur umzogen werden. Als jüngere Hohlraumfüllung (jünger als der Aragonit!) ist Bleiglanz, untergeordnet auch Zinkblende eingedrungen, welche den Aragonit örtlich sogar noch verdrängen. Im Bleiglanz sind stellenweise neben den charakteristischen oktaederförmigen Ausbrüchen kleine, idiomorphe Quarkristalle auffallend, welche gerade auslöschend. Diese gerade Auslöschung ist mit ziemlicher Sicherheit auf die Polsterwirkung des weichen Bleiglanzes zurückzuführen.

Die Zinkblende ist (im Gegensatz zur Zinkblende der stratiformen Lagerstätten des Grazer Paläozoikums) eisenarm bis frei. Sie ist als hellbraune Honigblende zu bezeichnen. Während manche Zinkblendeindividuen ausgesprochen frei von Innenreflexen sind, sind andere, ebenfalls eisenfreie Varietäten derart von Innenreflexen durchzogen, daß deren exakte Identifikation nur mit Hilfe von Reflexionsmessungen möglich war.

Als Karbonatphase ist örtlich auch idiomorpher Siderit bestimmbar, welcher durch eine dünne Eisenhydroxidhaut umzogen wird. Vom Eisenkarbonat ausgehend wird das Gestein von Eisenhydroxidhäutchen durchtränkt, wodurch das Gestein seine hellbraune Oxidationsfarbe bezieht. Im Karbonat selbst ist lokal stark angewitterter, idiomorpher Pyrit erkennbar. Örtlich ist jedoch nur mehr eine Limonitpseudomorphose nach Pyrit zu beobachten. Lokal ist Zinkblende mit Titanit verwachsen. Im Durchlicht sind keine wesentlichen Unterschiede zu erkennen, wengleich der Titanit eindeutiger zu bestimmen ist.

Erzmikroskopisch ist das ausgesprochen junge Alter der Schwermetallgeneration klar ersichtlich. In den „klassischen“ Blei-Zinkerzlagstätten des Grazer Paläozoikums sind derartige

junge (subrezente??) Schwermetallausscheidungen nicht zu beobachten.

4.5. Alter der Vererzung

Die Blei-Zinkvererzung von Stiwill-Raudnerkogel ist als ausgesprochener Sonderfall zu bezeichnen und nicht, wie bereits mehrfach erwähnt, mit den übrigen „klassischen“ Blei-Zinkerz-lagerstätten des Grazer Paläozoikums zu vergleichen.

Das Alter der Vererzung ist mit ziemlicher Sicherheit syn- bis posttektonisch, weil der Dolomit erst auf die Schwarzschiefer aufgeschoben werden mußte, daß die erforderliche chemische Reaktion eingeleitet werden konnte.

Daß die Vererzung auf zirkulierende Lösungen zurückzuführen ist, zeigen die kolomorphen Hohlraumfüllungen. Der Bleiglanz ist, wie im obigen Kapitel erläutert wurde, als letzte Hohlraumfüllung zu deuten. Es ist daher gar nicht auszuschließen, daß der Reduktionsvorgang auch heute noch anhält.

Die Lagerstätte von Stiwill-Raudnerkogel ist somit als Beispiel einer jungpalidischen bis subrezenten Vererzung anzusehen. Die Überschiebungsfäche ist nur indirekt mit der Vererzung in Verbindung zu bringen. Ein Aufdringen erzführender Hydrothermen entlang der Überschiebungsfäche ist auf Grund der erzmikroskopischen Befunde, der Verteilung der Schwermetalle im Dolomitkomplex und der faziellen Merkmale des Gesteinskomplexes recht unwahrscheinlich.

Für die zahlreichen Diskussionen sei Herrn Doz. Dr. F. EBNER (Landesmuseum Joanneum) gedankt. Mein Dank gilt ebenso Herrn Mag. HÖNIG (MUL) für die Bereitstellung eines Mercury-Detectors, sowie den Herren cand. phil. E. HERNDLER und cand. phil. F. PINZ, welche die Bodenproben entnahmen und bei der Probenaufbereitung und Analytik behilflich waren. Die nunmehr vorliegende Projektausarbeitung hätte ohne deren Hilfe nur unter unvergleichlich größeren Schwierigkeiten durchgeführt werden können. Die vorliegende Untersuchung wurde aus Mitteln zum Vollzug des Lagerstättengesetzes sowie vom Land Steiermark finanziert.

Literatur

- ASSERETO, R., BRUSCA, C., GAETANI, M. & JADOU, F.: The Pb-Zn mineralization in the Triassic of the Dolomites-Geological history and genetic interpretations. – *L'Industria Mineraria*, XXVIII, Milano 1977.
- EBNER, F. & WEBER, L.: Die geologisch-tektonischen Verhältnisse zwischen Tannebenstock und Röschgraben (Grazer Paläozoikum). – *Mitt. Naturwiss. Ver. Stmk.*, 108, 95–112, Graz 1978.
- FENNINGER, A., HOLZER, H. L.: Die Genese der Dolomitsandstein-Folge des Grazer Paläozoikums. – *Mitt. Österr. Geol. Ges.*, 69, 109–162, Wien 1978.
- FLÜGEL, H.: Das tektonische Gefüge von Kher bei Rein.-Mitt. Geol. Ges., 45, 147–162, Wien 1954.
- FLÜGEL, H.: Die Geologie des Grazer Berglandes. – Erläuterungen zur Geologischen Wanderkarte des Grazer Berglandes 1 : 100.000. – *Mitt. Mus. Bergbau, Geol. u. Technik. Landesmus. Joanneum*, 23, 212 S., Graz 1961.
- FLÜGEL, H. W.: Erläuterungen zur Geologischen Wanderkarte des Grazer Berglandes 1 : 100.000. – Mit Beiträgen von A. ALKER, O. M. FRIEDRICH, W. GRAF, V. MAURIN, M. MOTTEL, und A. THURNER. – 2. neubearbeitete Auflage, *Mitt. Abt. Geol. Paläont. Bergb. Landesmus. Joanneum*, SH 1, Graz 1975.
- FLÜGEL, H., FLÜGEL, E.: IV. Besitzverhältnisse, Zusammenfassung und Schluß. – *Berg- u. Hüttenm. Mh.* 98, 211–218, Wien 1953.
- FLÜGEL, H. W., SCHÖNLAUB, H. P.: Nachweis von tieferem Unterdevon und höherem Silur in der Rannachfacies des Grazer Paläozoikums. – *Mitt. Geol. Ges.* 63, 142–148, Wien 1971.
- FRIEDRICH, O. M.: Bericht über eine Befahrung der Aufschlußarbeiten auf Hg am Dallakberg bei Gratwein (Gem. Eisbach) am 11. 12. und 13. 7. 1939 durch O. M. FRIEDRICH und E. KRAJICEK. – *Unveröff. Bericht, Lagerstättenarchiv Geol. B.-A.*, 5 S., Leoben-Wien 1939.
- FRIEDRICH, O. M.: Ergänzung zum Bericht vom 16. 7. 1939 über die Befahrung des Hg-Schurfbaues Dallakberg bei Gratwein. – *Unveröff. Ber., Lagerstättenarchiv Geol. B.-A.*, 3 S., Leoben-Wien 1939.
- HABERFELNER, E.: Kurzer Bericht über das Zinnobervorkommen von Eisbach bei Gratwein. – *Unveröff. Ber., Lagerstättenarchiv Geol. B.-A.*, 3 S., Wien, o. J.
- HABERFELNER, E.: Bericht über das Hg-Vorkommen von Eisbach-Gratwein. – 3 S., *Unveröff. Ber., Lagerstättenarchiv Geol. B.-A.*, Graz-Wien 1943.
- KRAJICEK, E.: Diverse Befahrungsberichte des Zinnoberschurfbaues am Dallakberg. – *Unveröff. Ber., Lagerstättenarchiv Geol. B.-A.*, Wien, o. J.
- KRAJICEK, E.: Der Quecksilberschurfbau Dallakkogel bei Gratwein. – *Joanneum, Mineral. Mitteilungsbl.*, 15–22, Graz 1954.
- LEHNERT-THIEL, K.: Beispiel einer methodisch-systematischen Quecksilberprospektion im Gebiet von Eisenkappel in Unterkärnten. – *Mont. Rdsch.*, H 3., 56–63, Wien 1968.
- LOHSE, O.: Quecksilber. – mit besonderer Berücksichtigung des Zinnobervorkommens am Dallakberg in Eisbach bei Gratwein in der Steiermark. – *Unveröff. Bericht*, 4 S., *Lagerstättenarchiv Geol. B.-A.*, Berlin, o. J.
- MIKOV, A. V.: Gutachten über das Quecksilber-Bergwerk von Gratwein-Eisbach. – *Unveröff. Ber.*, 4 S., *Lagerstättenarchiv Geol. B.-A.*, o. J.
- N. N.: Die Mineralkohlen Österreichs. – Eine Übersicht der geologischen Betriebs- und Absatzverhältnisse, 2. Aufl., Wien 1878.
- NOSSING, L., EBNER, F., FLÜGEL, H. W.: Zur Geologie des Eichkogels bei Rein nordwestlich von Graz. – *Mitt. naturwiss. Ver. Stmk.*, 107, 81–88, Graz 1977.
- OLITZKA, H.: Quecksilbervorkommen Gratwein-Kärnten. – *Unveröff. Ber.*, 4 S., *Lagerstättenarchiv Geol. B.-A.*, Wien-Berlin 1939.
- POLEGEG, S., CEIPEK, N.: Geochemische Untersuchung auf Quecksilber bei Stift Rein/Steiermark. – *Berg- u. Hüttenm. Mh.*, 122, 2 a, (Petrascheck-FS), 64–66, Wien 1977.
- PUNZENGRUBER, K.: Planung, Durchführung und Effizienz geochemischer Prospektionsarbeiten. – *Berg- u. Hüttenm. Mh.*, 120, 480–484, Wien 1975.
- SAUKOV, A. A., OZEROVA, N. A.: Das Aufsuchen verborgener Sulfidvorkommen mittels primärer Aureolen der Quecksilberstreuung. – *Freib. Forsch. H.*, C 162, 6–12, Berlin 1963.
- SCHROLL, E.: Analytische Geochemie. – I. Methodik. – 202 S., Stuttgart (Enke) 1975.
- WAAGEN, L.: Der geologische Bau des Eichkogels bei Rein unweit von Graz. – *Sitz. ber. Akad. Wiss. Math. Nat. wiss. Kl., Abt. I*, 139, 27–42, Wien 1930.
- WEBER, L.: Geochemische und geophysikalische Prospektionsarbeiten über der Sideritlagerstätte von Gollrad (Steiermark). – *Verh. Geol. B.-A.*, 1975, 289–295, Wien 1975.
- WEBER, L.: Die Stellung der stratiformen Blei-Zinkvererzungen im Grazer Paläozoikum, beleuchtet an Hand der Lagerstätten Schrems-Rechberg, sowie Kaltenberg-Burgstall (Oststeiermark). – *Mitt. Abt. Geol. Paläont. Bergb. Landesmus. Joanneum*, 38, Graz 1977.
- WEBER, L.: Die Geologie der Umgebung der Blei-Zinklagerstätten von Haufenreith-Arzberg, Burgstall, Peggau-Taschen, Schrems, Thalgraben und Rechberg, Oststeiermark. – *Unveröff. Ber.*, 49 S., 2 Geol. Karten, Wien 1974.
- WEBER, L.: Die Geologie des Grazer Paläozoikums zwischen Rabenstein, Guggenbach und Deutschfeistritz unter besonderer Berücksichtigung der lithofaziellen Stellung der Blei-Zinkvererzungen. – *Unveröff. Ber.* – 53 S., 1 Geol. Karte, Wien 1975.
- WEBER, L.: Bericht über die geologischen Aufnahmen im Bergbaurevier von Haufenreith und die obertägigen Kartierungsarbeiten in der nordöstlichen Fortsetzung der Lagerstätte – *Unveröff. Ber.*, Wien 1975.
- WEBER, L.: Zur Geologie des Grazer Paläozoikums zwischen Übelbachtal und dem Stübinggraben unter besonderer Berücksichtigung der stratiformen Blei-Zink- und Pyritvererzungen. – *Unveröff. Ber.*, 67 S., 1 Geol. Karte, Wien 1976.
- WEBER, L.: Die geologischen Verhältnisse des Nordostteils des Grazer Paläozoikums unter besonderer Berücksichtigung der Vererzungen. – *Unveröff. Ber.*, 50 S., 2 Geol. Karten, Wien 1978.
- WEISS, A.: Alte Eisenbergbaue in den Bezirken Voitsberg, Graz-Umgebung und Leibnitz. – *Archiv f. Lagerstättenföschg. i. d. Ostalpen*, 14, 61–103, Leoben 1973.
- WEISSENSTEINER, V.: Die Raudnerhöhle (2783/4). – *Mitt. Landesver. Höhlenkunde Stmk.*, 3, 11–14, Graz 1974.

Manuskript bei der Schriftleitung eingelangt am 7. August 1980.