

# Die Vorkommen mineralischer Rohstoffe im Bereich des Mittleren Murtales Ein Beitrag zu den Naturraumpotentialkarten für das Land Steiermark

Von JOHANN GEORG HADITSCH\*)

Mit 28 Abbildungen, 36 Tabellen und 1 Tafel (Beilage)

Österreichische Karte 1 : 50.000  
Blätter 133, 134, 163, 164, 190

Steiermark  
Murtal  
Mineralische Rohstoffe  
Naturraumpotential

## Zusammenfassung

Das Mittlere Murtal enthält Lagerstätten von dreißig verschiedenen mineralischen Rohstoffen; unter diesen sind heute vor allem die bestimmter Steine, Erden und Industriemineralien, wie z. B. die Vorkommen von Magnesit, Kalken, Bentoniten, Basalt, von Schottern, Sanden und von schluffig-tonigen und lehmigen Ziegeleirohstoffen von wirtschaftlicher Bedeutung.

Unter den (hauptsächlich stratiformen, in jedem Falle schicht- und faziesgebundenen) Vererzungen sind die Pb-Zn-(Ag-Ba-)Metallisationen die interessantesten.

## Summary

The central part of the Mur valley (Styria, Austria) shows deposits of 30 different mineral raw materials. Among these deposits those of some industrial minerals and rocks have still a distinct importance, e.g. the deposits of magnesite, bentonite, basalt, limestone and other construction materials.

Among the ore deposits which mainly show stratiform features and which in any case are strata-bound and facies-bound the Pb-Zn-(Ag-Ba-)mineralizations are most interesting.

## 1. Einleitung

Unter dem Mittleren Murtal versteht man die politischen Bezirke Graz und Graz-Umgebung und einen Teil des Bezirkes Bruck an der Mur. In diesem Raum gibt es Erz- und andere Lagerstätten auf den Kartenblättern ÖK 50: 133 (Leoben), 134 (Passail), 163 (Voitsberg) und 164 (Graz), lediglich solche von Steinen und Erden auf dem Kartenblatt 190 (Leibnitz). Für diese hier genannten fünf Kartenblätter wurden Deckblätter entworfen, die zusammen mit der geologischen Basiskarte 1 : 50.000 (F. EBNER & L. P. BECKER, 1983) ein anschauliches Bild von den geologischen Kontrollfaktoren der Lagerstättenbildung vermitteln (J. G. HADITSCH, 1985). Dieser Zusammenhang zwischen der örtlichen Geologie und den Mineralisationen geht auch aus der dieser Arbeit beigegebenen, etwas generalisierten Karte (Tafel) hervor.

Insgesamt wurden die Lagerstätten von dreißig verschiedenen mineralischen Rohstoffen erfaßt, nämlich von 7 Erzen, 22 Steinen, Erden und Industriemineralen und von Kohle. Um die Lagerstättenkarte nicht zu überladen, mußte allerdings darauf verzichtet werden, jede

unbedeutende Indikation festzuhalten. Alle erfaßten Rohstoffvorkommen sind auch in einer von O. M. FRIEDRICH & J. G. HADITSCH (1983) erarbeiteten Liste enthalten, die wichtigsten von ihnen wurden auch durch O. M. FRIEDRICH (1953, 1968b), K. LECHNER et al. (1964) und J. G. HADITSCH (1979) kartenmäßig dargestellt.

Unter den Erzlagerstätten gibt es in diesem Raum nur eine, die derzeit beschürft wird (Guggenbach). Der Kohlenbergbau ruht. Im Gegensatz dazu gibt es auf dem Sektor einiger Steine, Erden und Industriemineralien in Steinbrüchen und vielen Schotter-, Sand- und Tongruben eine rege Abbautätigkeit; zudem stammt heute aus der Breitenau die bedeutendste Magnesitförderung Österreichs.

Für diese Erläuterungen wurde nur in Ausnahmefällen auf unveröffentlichtes Schrifttum zurückgegriffen. Dieses ist aber, zusammen mit der veröffentlichten Literatur, auf eigenen Datenerfassungsblättern, die für die meisten Lagerstätten Österreichs durch O. M. FRIEDRICH, J. G. HADITSCH und Mitarbeiter im Rahmen verschiedener, durch den Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung und durch die Steiermärkische Landesregierung unterstützter Arbeiten erstellt wurden, festgehalten. Das unveröffentlichte Schrifttum wird bei der Geologischen Bundesanstalt (Wien), am Landesmuseum Joanneum (Graz) und im Privatarchiv O. M. FRIEDRICH (derzeit in der Geologischen Bundesanstalt) verwahrt.

## 2. Rohstoffvorkommen im Kristallin

In Traföb (Kirchdorf-Pernegg) wurden um die Jahrhundertwende in einem Steinbruch und in mehreren kleinen Anbrüchen Maschenserpentinite zweier Qualitäten hereingewonnen:

- 1) ein Maschenserpentin mit einem Olivinanteil bis zu 70 % („Serpentin“) und
- 2) ein weitgehend zu einem Serpentin umgesetztes Gestein (mit einem Olivingehalt von höchstens 20 %: „Antigoritserpentin“).

Beide Gesteinsvarietäten sind aufgrund ihrer technischen Eigenschaften als Weichgesteine zu bezeichnen. Sie wurden seinerzeit als Bausteine im Hoch- und Straßenbau genutzt oder zu Steinstufen, Sockel- und Bodenplatten verarbeitet.

\*) Anschrift des Verfassers: Univ.-Prof. Dr. JOHANN GEORG HADITSCH, Mariatroster Straße 193, A-8043 Graz.

Vor der Erfindung der feuerfesten Ziegel wurden sie auch als Baumaterial für Hochöfen verwendet. Näheres findet sich bei A. HAUSER & H. URREGG (1948).

1915 beschrieb J. STINY ausführlich den Mineralbestand des Traföber Serpentinites, 1925 gaben F. ANGEL & G. MARTINY anhand von Dünnschliffuntersuchungen eine Erklärung seiner Genese. Die geologische Position des Serpentinites geht aus der Arbeit F. ANGELS (1939) und aus einer kompilierten Karte bei H. HERITSCH (1965a) hervor. Eine chemische Analyse findet sich bei H. W. FLÜGEL (1975a), drei weitere Analysen, die die Frage nach einer möglichen naßmetallurgischen Verarbeitung dieses Rohmaterials beantworten sollten, zeigten 32,80–27,55 % MgO, 8,30–6,70 % Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> und 0,20–0,24 % Ni (R. M. MÜLLER, 1950).

In meist kleinen Brüchen im Breitenauer Tal und im hintersten Übelbachtal (bei Neuhof) wurden seinerzeit auch Amphibolite und Hornblendeschiefer heringewonnen (A. HAUSER & H. URREGG, 1952).

Granitische Gesteine, Ortho- und Paragneise sind zu einem erheblichen Anteil am Aufbau der Gleinalpe beteiligt. Sie wurden auch in einigen Steinbrüchen gewonnen und bis in die jüngste Vergangenheit vornehmlich zu Werksteinen (Stiegenstufen, Pflaster- und Sockelsteinen u. dgl.) verarbeitet. Völlig richtungslos-körnige granitische Gesteine fehlen hier, vielmehr zeigen diese Gesteine durchwegs ein mehr oder minder stark ausgeprägtes flächiges Gefüge. Trotzdem wurden die betreffenden Gesteine häufig als „Gneisgranite“ bzw. „Gneisgranodiorite“ bezeichnet und kamen auch als „Übelbacher Granit“ in den Handel.

Die bekanntesten Brüche liegen im Humpelgraben (auf der ÖK 50, Blatt 133, Leoben: „Kumpelgraben“). Das hier seinerzeit gewonnene Material gewann als einziges unter den granitischen der Steiermark eine gewisse Bedeutung, dies wohl wegen der sehr guten technischen Eigenschaften, die kaum denen der entsprechenden Gesteine der Böhmisches Masse nachstehen.

Außer den Steinbrüchen im Humpelgraben soll es noch eine Gewinnungsstätte für einen Gneisgranit in Neuhof bei Übelbach gegeben haben. Die genaue Lage dieses einstigen Bruches ist bis heute unbekannt geblieben. A. HAUSER & H. URREGG (1949a) vermuteten, daß es sich dabei nur um einen kleinen Aufschluß beim Gehöft Lueger gehandelt haben könne.

F. ANGEL (1924) beschrieb die Gesteine des Humpelgrabens anhand von Dünnschliffuntersuchungen. F. ANGEL & W. SCHENK (1928) und F. ANGEL (1928) diskutierten aufgrund von Analysen von Gleinalmgesteinen u. a. auch die Einordnung des Mikroklinggranites des Humpelgrabens und des ebenfalls im Bereich des Mittleren Murtales gelegenen, wirtschaftlich aber unbedeutenden Pegmatits vom Vorderen Stagg in die Magmenentwicklung der Gleinalpe. F. ANGEL stellte das Gestein des Humpelgrabens zur granitischen Magmengruppe, genauer: zu den engadinitischen bis yosemitischen Magmatiten, den Pegmatit zur dioritischen Magmengruppe (d. h. zum trondhjemitischen Typ).

H. HERITSCH (1963a) versucht auf der Basis der Analysen von F. ANGEL & W. SCHENK (1928) bzw. von F. ANGEL (1928) über das ACF-Diagramm nach P. ESKOLA eine fazielle Eingliederung des Mikroklinggranites und gab bei dieser Gelegenheit auch eine kurze Beschreibung dieses Gesteins und des Pegmatits vom Vorderen Stagg (nach E. TRÖGER [1935] peraziditisch, nach C. BURRI [1959] leukogranitisch). H. HERITSCH (1965a) ver-

mutete für den Übelbacher Granit eine anatektische Entstehung.

1924 beschrieb F. ANGEL die wichtigsten Gesteinstypen des Radegunder Kristallins, 1933 erwähnte der Genannte von dort Spodumen- und Beryllfundpunkte. Eine weitere Beschreibung dieses Kristallins mit seinen Lithium- und Beryllium-Trägern lieferte J. HANSELMAYER (1970/71). Die bisher eingehendste petrographische Bearbeitung stammt von J. ROBITSCH (1949). Das Ergebnis erst jüngst durchgeführter Prospektionsarbeiten auf Li- und Be-Mineralisationen ist in der Arbeit von F. KOLLER et al. (1983) wiedergegeben (Abb. 1).

### 3. Erzvorkommen im Grazer Paläozoikum

Einen guten Überblick über das Grazer Paläozoikum vermitteln die Arbeiten von F. EBNER & L. P. BECKER (1983), F. EBNER et al. (1980), F. EBNER & W. GRÄF (1978), H. FLÜGEL (1963), H. W. FLÜGEL (1975a), H. W. FLÜGEL & F. NEUBAUER (1984), H. P. SCHÖNLAUB & R. OBERHAUSER (1980) und A. TOLLMANN (1977).

Einst erlangten einige Eisenerzlagerstätten, z. T. als Rohstofflieferanten für die Hüttenwerke, z. T. aber auch als Farberdevorkommen, eine gewisse Bedeutung.

Die wirtschaftlich völlig unbedeutenden Magnetitvorkommen der Platte bei Graz sind an basische Ergußgesteine gebunden. Es treten hier in einem verschieferten Diabas Linsen und fallweise auch gangartige Bildungen eines teilweise martitisierten Magnetits auf. Über die Lage dieser Mineralisation informieren die Abbildung 2, L. WELISCH (1910) und A. WEISS (1973a).

Das reinste Erz der absetzigen Schlieren zeigte seinerzeit 65,49 % Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 8,49 % FeO, 2,23 % MgO und 0,97 % CaO, das „Haupterzlager“ 51–52 % Fe und 18–19,5 % SiO<sub>2</sub>. Im Mittel betrug der Metallgehalt der Linsen 52–54 % Fe.

Von der Platte sind auch aus dem Gebiet der Rettenbachklamm ähnliche Mineralisationen bekannt geworden.

Ein weiteres martitisiertes Vorkommen tritt bei Neustift in Diabastuffen auf. Dort wurde 1875 in Grünschiefern eine kleine Lagerstätte nachgewiesen und durch einen Schacht und einen Stollen aufgeschlossen, jedoch schon 1879 heimgesagt (A. WEISS, 1973a). Dieses Vorkommen verdient ein besonderes Interesse auch deshalb, weil O. M. FRIEDRICH (1959) in ihm in einzelnen Schnüren Zinnober nachweisen konnte, womit diese kleine Mineralisation in Neustift eine bemerkenswerte Ähnlichkeit mit der Lagerstätte Plankogel in der Oststeiermark aufweist.

Dichte, sedimentäre, Mn-hältige Eisenspäte (sogenannte Grauerze) vom Nordabfall des Hochlantsches (Abb. 3) versorgten seinerzeit das alte Eisenwerk in der Breitenau. Die Form und syngenetische Bildung dieser Lagerstätten konnte früher sehr gut in den Hocheckbauen erkannt werden. Hier war das Toneisensteinlager im Tatzl-Einbau in mehrere, von Thuringitschiefern umgebene Linsen zerlegt.

Auch im Ameisgraben konnte nach E. CLAR (1929) in der sogenannten Arzgrube – abgesehen von einem nicht zum Hauptstock gehörenden Magnesit – in einem stark durchbewegten Graphitschiefer ein stark toniger, Mn-haltiger Siderit (Tab. 4, Nr. 1) aufgeschlossen werden, dem geringmächtige Tonschieferlagen eingeschal-

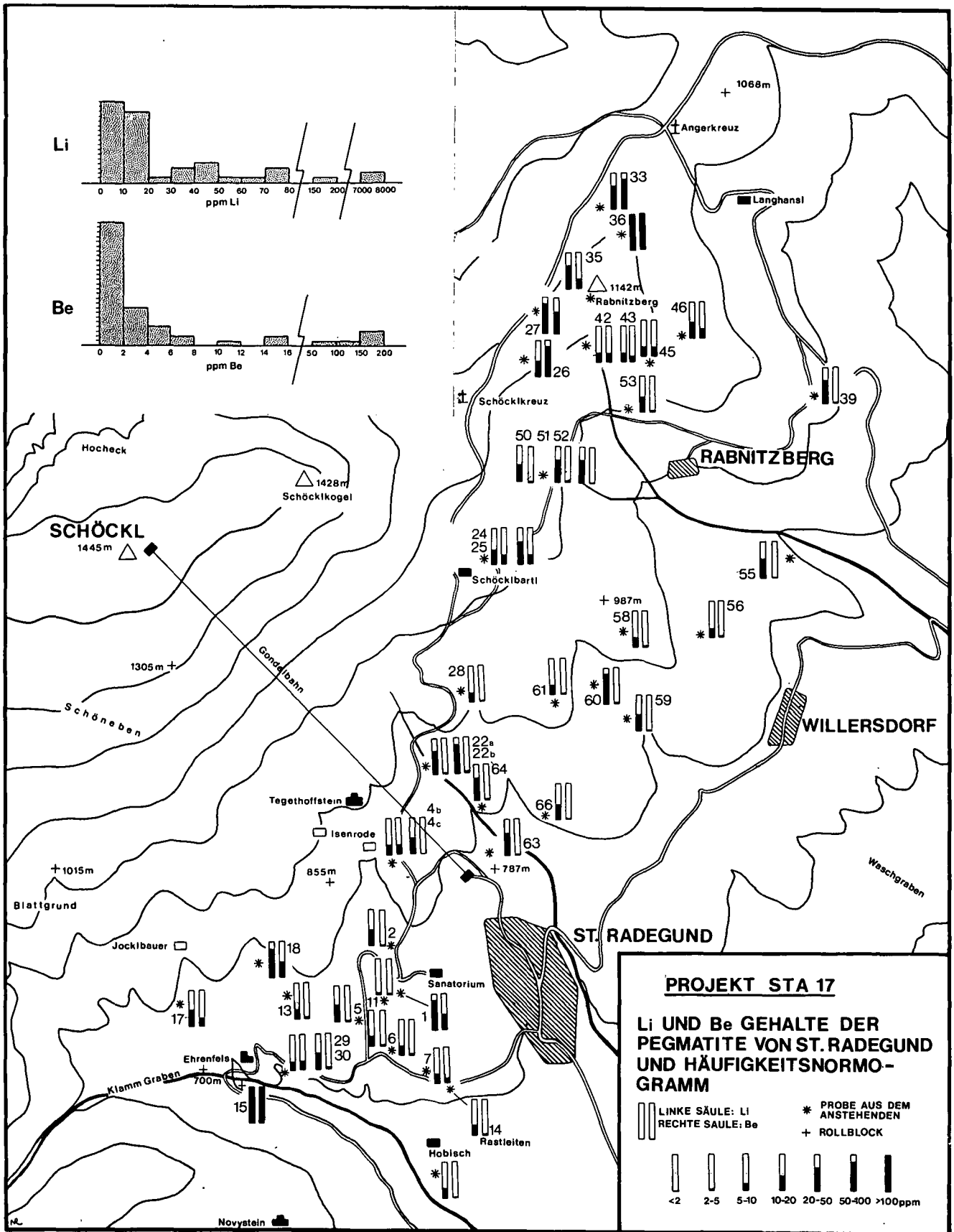
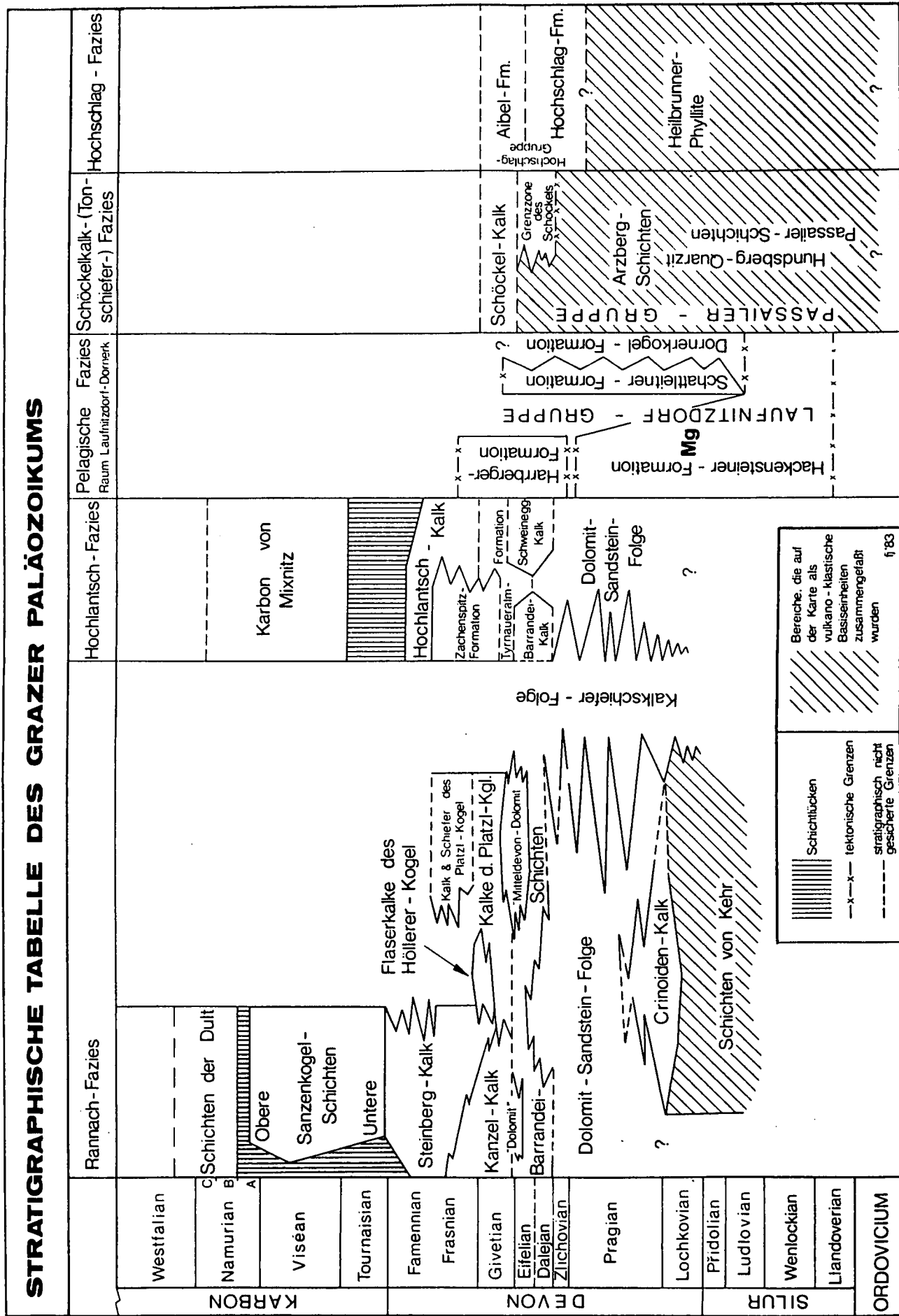


Abb. 1: Lithium- und Beryllium-Gehalte der Pegmatitproben von St. Radegund (F. KOLLER et al., 1983). Maßstab: Strecke der Gondelbahn = 2 km.

Tabelle 1: Stratigraphische Tabelle des Grazer Paläozoikums (F. EBNER & L. P. BECKER, etwas modifiziert); Entwurf: F. EBNER.  
Mg = Magnesit der Breitenau.



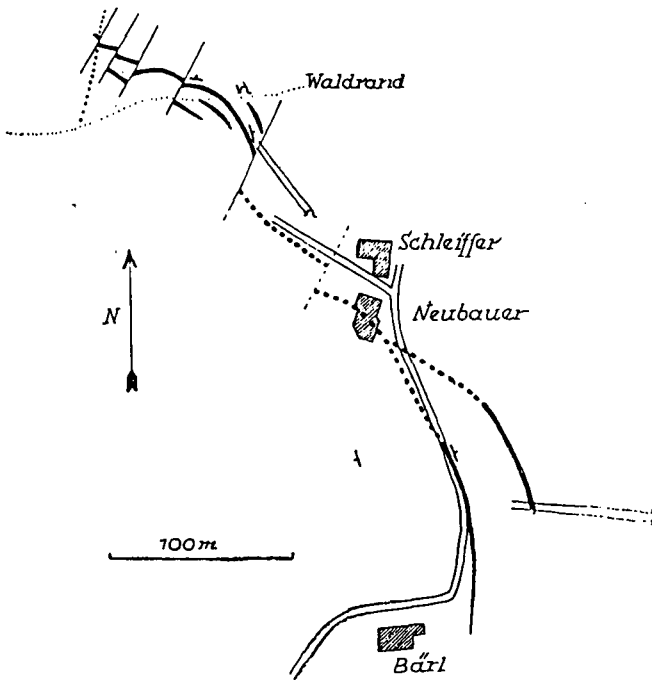


Abb. 2: Lage der Magnetitlinsen auf der Platte (A. TORNUST, 1929a). Die absetzigen Magnetitschlieren streichen vom Gehöft Bärl (recte: Perl) über die Anwesen Neubauer (Möstil) und Schleiffer (Hell, vulgo Plattenschuster) gegen NW-NNW.

tet waren. Diese Erzlagen bis -linsen gingen faziell in reine Tonschiefer über.

P. PAULITSCH (1951) untersuchte den Mineralinhalt des Breitenauer Erzes anhand von Anschliffen, Röntgen-Pulveraufnahmen und chemisch. An Mn-Mineralen konnten Pyroluosit und Kryptomelan nachgewiesen werden.

Gleichartige, Mn-reiche Erze wurden auch im Heuberggraben, östlich des Gehöftes Preißler (Preußler; heute nicht mehr existent) besonders gut im Stollen 11 (Abb. 4) aufgeschlossen. Auf diese tonigen Spateisensteine wurde auch ein Grubenfeld verliehen (A. MILLER V. HAUFELDS, 1859; E. CLAR, 1929, A. WEISS, 1973b).

In der unmittelbaren Nachbarschaft des dortigen Lagers konnte E. CLAR (1929) in den Schiefen Sphärosiderite nachweisen, was die sedimentäre Lagerstätten-genese bestätigt.

Die Toneisensteine, möglicherweise an mehrere Horizonte innerhalb der Tonschiefer gebunden (E. CLAR, 1929), gehören der Oberen Hackensteiner-Formation an und wurden durch Einbaue unmittelbar im Hangenden der Lochkov-Kalke aufgeschlossen (H. GOLLNER et al., 1982).

Die Tabellen 3 und 4 geben die Zusammensetzung verschiedener Eisenerzarten der Breitenau und des Heuberggrabens wieder.

Auch östlich des Laufnitzgrabens wurden 1858–1860 zwei Toneisensteinlager beschürft. Ihre Erze (mit 25 %

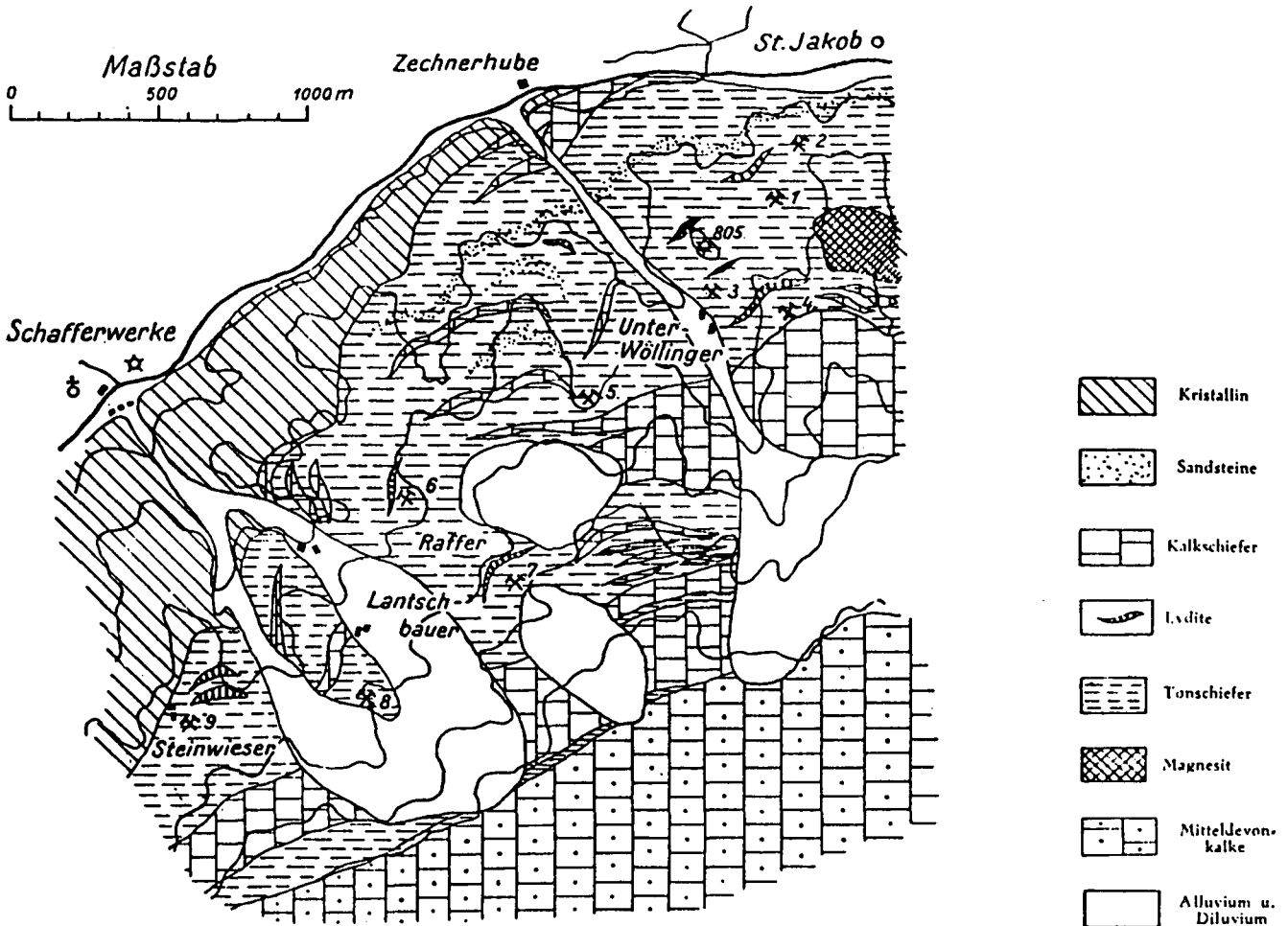


Abb. 3: Geologische Karte mit den Toneisensteinvorkommen im Südgehänge des Breitenauer Tales (nach E. CLAR et al. 1929, aus K. A. REDLICH, 1931). 1 = Ameisgrube; 2 = Oberhalb des Bahnhofes St. Jakob; 3 = Unterer Wöllingerstollen; 4 = Oberer Wöllingerstollen; 5 = Westlicher Wöllingergraben; 6 = Unterer Rafferstollen; 7 = Oberer Rafferstollen; 8 = Lantschbauer; 9 = Steinrieser.

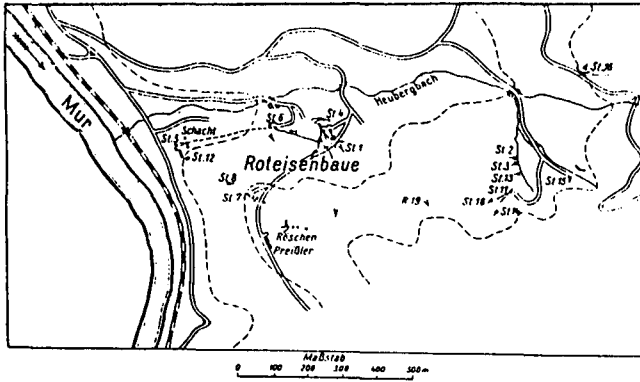


Abb. 4: Lage der Baue auf Hämatit und Manganerze im Heuberggraben bei Mixnitz (nach E. SEIDLER aus K. A. REDLICH, 1931).

Tabelle 2: Analysen von Roteisenerzen des Heuberggrabens (nach K. A. REDLICH, 1931).

Analytiker: H. FLEISSNER.

Fe	35,14	18,2
Mn	0,38	0,04
P	0,026	0,085
S	0,02	0,008
SiO <sub>2</sub>	42,86	49,30
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,90	16,08
CaO	0,64	0,92
MgO	0,40	1,94
Glühverlust	3,40	3,84

Fe) wurden probeweise in der Breitenau verschmolzen (A. WEISS, 1973b).

Im Heuberggraben gibt es auch ein Vorkommen mit Hämatit, Thuringit, Kupferkies, Pyrit und Jaspis (Abb. 4, Tab. 2), das ohne Zweifel dem submarin-hydrothermalen Lahn-Dill-Typus zugeordnet werden kann (O. M. FRIEDRICH, 1930, K. A. REDLICH, 1931). Diese Lagerstätte besitzt eine große Ähnlichkeit mit dem Vorkom-

Tabelle 3: Analysen sedimentärer Eisen- und Manganerze aus der Breitenau und aus der Umgebung von Mixnitz (nach K. A. REDLICH, 1931; korrigiert nach E. CLAR). Analytiker: H. FLEISSNER.

1 = Toneisensteinschiefer, Ameisgraben (recht gleichmäßiges Erz); 2 = Brauneisenerz, Gehänge St. Jakob (Lokalität 2 auf Abb. 3; sehr unreiner Toneisenstein); 3 = Toneisenstein, Raffner (Brauneisenerz aus dem tagnahen Bereich); 4 = Manganerz, Stollen 11, Heuberggraben (unzersetztes Erz); 5 = Brauneisenerz (Moscherkogel bei Mixnitz); 6 = Sphärosiderit, Schafferschurf (alterierter Toneisenstein; nach A. AIGNER, 1907); 7 = Manganerz, Preißler, Heuberggraben (stark angewittertes Erz).

Analysen 1-4, 6, 7 nach E. CLAR (1929).

	1	2	3	4	5	6	7
SiO <sub>2</sub>	20,65	19,4	25,9	—	—		
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	n.b.	n.b.	4,33	3,0	n.b.		
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	32,60	17,6	53,72	19,6	75,1		
Mn <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	—	10,5	4,10	10,1	1,0*		
MnO <sub>2</sub>	2,55	—	—	—	—		
CaO	n.b.	n.b.	1,16	n.b.	n.b.		
MgO	n.b.	n.b.	0,34	n.b.	n.b.		
Glühverlust	23,83	10,9	17,28	26,2	n.b.		
Unlöslich						36,6	49,2
FeCO <sub>3</sub>						58,0	42,0
MnCO <sub>3</sub>						1,4	8,0
CaCO <sub>3</sub>						2,5	Sp.
MgCO <sub>3</sub>						0,4	Sp.
Röstverlust						18,7	12,3

\*) Mn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

Tabelle 4: Erze der Hocheckbaue in der Breitenau (nach K. A. REDLICH, 1931; korrigiert).

	Mangan- spat	Pyro- lusit	Pyro- lusit	Siderit	Thuringit?	Limonit
SiO <sub>2</sub>	3,47	3,30	9,38	8,04	22,21	5,84
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,06	n.b.	1,0	n.b.	n.b.	n.b.
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,04	22,20	29,7	55,73	53,13	81,11?
Mn <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	24,34	(9,08)	46,65	1,07	1,48	—
MnO <sub>2</sub>	—	56,32	—	—	—	—
MnO	—	—	—	—	—	0,46
CaO	32,51	n.b.	—	5,01	0,55	n.b.
MgO	—	n.b.	—	1,44	2,88	n.b.
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	n.b.	n.b.	0,45	n.b.	1,08	n.b.
H <sub>2</sub> O	1,28	—	2,80	—	—	—
Glühverlust	34,21	18,90	11,48	28,71	n.b.	n.b.

(aus der  
Differenz)

men von Neustift-Rosegg bei Graz, wengleich im Heuberggraben der Magnetit fehlt.

Eine der Mineralisation des Heuberggrabens äquivalente Roteisensteinvererzung bei Röthelstein ist nach W. TSCHLAUT (1984) auch an Vulkanite gebunden.

Südwestlich von Stiwill und nördlich von Kötschberg (im Thaler Becken) treten kleine Hämatitvererzungen auf, die denen des Heuberggrabens vergleichbar sind (H. FLÜGEL, 1963). Der Bergbau von Stiwill (freigefahren 1853) schloß ein bis zu 0,6–0,9 m mächtiges Roteisensteinlager mit einem durchschnittlichen Eisengehalt von 44 % auf (A. WEISS, 1973b). Im Thaler Becken traten mehrere subparallele Lager auf; ein 0,3–1,2 m mächtiges wurde bergmännisch aufgeschlossen. Es hatte ebenfalls einen Eisengehalt von 44 % und war jenem von Stiwill auch sonst sehr ähnlich. Nach der Heimsagung (1866) und der abermaligen Verleihung (1883: „Albertine“) diente das Erz als Rohstoff für die Farbenerzeugung, bis der Bergbau 1965 nach langem Betriebsstillstand neuerlich heimgesagt wurde (A. WEISS, 1973b).

F. EBNER (1976) gelang es nördlich von Eggenfeld im obersten Silur am Kontakt eines Diabases zu dunklen fossilführenden Dolomiten ein geringmächtiges Hämatitlager nachzuweisen. Diese syngenetische Roteisenbildung (mit lagigen eisenreichen Karbonateinschaltungen) kann auch in den jüngeren Tuffitschiefern (hier allerdings ohne Eisenkarbonate) gefunden werden (Abb. 6).

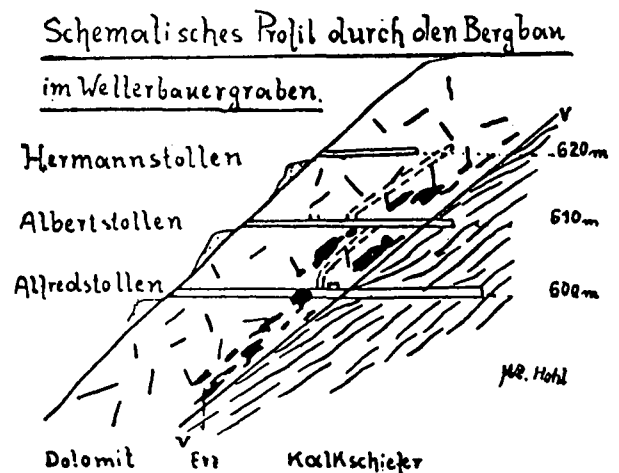


Abb. 5: Schematisches Profil durch den Fahlerzbergbau im Wetterbauergraben bei Mixnitz (O. HOHL, 1929).

Conodonten-zonen:		Lithologie	Mächtigkeit	Lithologie
D E V O N	woschmidti		? m	helle Dolomite
			(200 cm) 75 cm (150 cm)	(Tuffit-)Schiefer, vereinzelte Dolomitbänke dunkle Dolomite (Tuffit-)Schiefer mit einer 25 cm mächtigen Dolomitlage
			240 cm	dunkle Dolomite, dolomitische Kalke
S I L U R	siluricus latialatus-crispus		(700 cm)	(Tuffit-)Schiefer
			200 cm	dunkle Dolomite
			15 cm ? cm	Roteisenstein Diabase, Tuffite

Abb. 6: Das Silur/Devon-Profil von Eggenfeld (nach F. EBNER, 1976; modifiziert).

W. TSCHELAUT (1984) untersuchte die faziale Entwicklung der Hackensteiner-Formation und wies darauf hin, daß die in dieser auftretenden Vererzungen auf den mittleren Anteil beschränkt bleiben.

Neben Hämatit traten im Thaler Becken (nördlich der Kirche in Thal) auch Limonite auf, die in Form von Stückerz („Brauneisensteinmugel“) und von brauner und gelber Erde gewonnen und als „Samtbraunfarbe“, „Satinober“ oder (gebrannt) als rote Farbe in den Handel kamen. Insgesamt wurden aus dieser karstiformen Lagerstätte zwischen 1884 und 1941 im Tagbau 8.500 t Erz gewonnen (A. WEISS, 1973b).

Während des 2. Weltkriegs wurden auf dem Buchkogel bei Graz karstiforme Brauneisensteinvorkommen beschürft und z. T. auch abgebaut. Insgesamt wurden hier angeblich 50.000 t Erz aufgeschlossen und 500 t

als Zuschlag für SM-Öfen, als Tempererz und als Farberde verkauft (O. M. FRIEDRICH, 1968a). Nach vier Analysen betrug der Fe-Gehalt zwischen 58,3 und 61,8 Masse-%, der As-Gehalt bis zu 0,95 Masse-% (!).

Ähnliche Erze beim Feliferhof (W. Wetzelsdorf) und in Thal wurden teilweise abgebaut und als Farberden (Okker) genutzt.

Weitere Schurf- und Abbauspuren finden sich in einem Steinbruch beim „Bründl“, im Schwarzbruch in Wetzelsdorf, am Kollerberg und in der Umgebung der Einöd (A. WEISS, 1973b).

An Kupfermineralisationen sind nur einige unbedeutende Vorkommen zu nennen:

Am oberen Ende des Wetterbauergrabens, südsüdöstlich von Mixnitz und westlich des Wetterbauersattels, gibt es eine Fahlerz-Zinnober-Vererzung mit Dolo-

Tabelle 5: Analyse des Antimonfahlerzes vom Wetterbauergraben (nach O. HOHL, 1929).

H <sub>2</sub> O	—
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	—
SiO <sub>2</sub>	1,74
CO <sub>2</sub>	9,06
MgO	3,68
CaO	5,42
FeO	0,72
MnO	0,013
Fe	1,99
Mn	0,28
Cu	33,50
Zn	2,25
Hg	0,87
As	Spur
Sb	21,55
S	19,54
Summe	100,603

mit und Quarz als Gangarten in einer Dolomitbreccie (Abb. 5, Tab. 5; A. SIGMUND, 1912, 1924; O. HOHL, 1929). O. HOHL (1929) erklärte die Genese dieser Lagerstätte als epigenetisch-hydrothermal. Als Bildungsalter wurde von ihm das Tertiär angenommen, nachdem bereits früher A. TORNUST (1929b) ein miozänes Alter vermutet hatte.

Aus der Umgebung des Wetterbauergrabens sind weitere Fahlerzvorkommen bekannt geworden: Hochleiten bei Mixnitz (A. SIGMUND, 1912), Hausberg bei Gratkorn, Burgstall, Schrems (zusammen mit Kupferkies und Pb-Zn-Erzen), Thal (E. HATLE, 1885).

Ein weiteres Fahlerzvorkommen hat in der Vergangenheit wegen seiner Arsenmineralisation eine gewisse wirtschaftliche Bedeutung erlangt. Es scheint unter verschiedenen Namen (Gasen, Zuckenhut, Straßbeck

usw.) im Schrifttum auf; seine Genese wurde erst neu-lich wieder diskutiert: Die Vererzung nördlich des Straß-ecksattels, am Ende des Breitenauer Tales (Abb. 7), wurde aufgrund ihrer tektonischen Anlage und ihrer Pa-ragenese (hauptsächlich Arsenkies, Quarz, Siderit und Ankerit, daneben noch Bleiglanz, Zinkblende, Kupfer-kies, Fahlerz, Pyrit, Markasit, Magnetkies, Linneit, Ja-mesonit, Bournonit und Gold) lange zu den Tauerngold-gängen gestellt (F. CZERMAK & J. SCHADLER, 1933; O. M. FRIEDRICH, 1936, 1959; J. G. HADITSCH, 1979; E. J. ZIRKL, 1982), doch sieht L. WEBER (1978) in dieser Mineralisation innerhalb eines bestimmten Horizontes der Grüngesteinsfolge der in der Hochlantschfazies ausgebildeten Heilbrunnerdecke ein Lager und eine Entsprechung zur Lagerstätte Burgstall/Arzberg, die al-lerdings in der Tonschieferfazies des Grazer Paläozoiku-ms aufsetzt.

Ein sehr umfangreiches Schrifttum besteht über die Blei-Zink-(Silber-Barium-)Metallisationen des Grazer Paläozoikums, von denen die meisten und wich-tigsten Lagerstätten im Mittleren Murtal liegen.

Der Bergbau auf diese Erze ging hier wahrscheinlich schon in der Keltenzeit um, die erste sichere Nennung eines Betriebes (Schrems) geschah allerdings erst im Jahre 1290. Von den im Jahre 1505 in der Steiermark bestanden elf Silberschmelzen lagen allein fünf in Frohnleiten. Leider wurden 1927 die letzten Gruben (Rabenstein) stillgelegt. Erst in jüngster Vergangenheit gibt es wieder erfolgversprechende Ansätze zu einer Wiederbelebung dieses alten Bergbaugesbietes.

Die Geschichte, Ausdehnung und Förderung der Blei- und Zinkbergbaue zwischen Rechenberg, Rabenstein und Stiwoil behandelten u. a. J. STEINHAUS (1879), W. SETZ (1902), E. TSCHERNIG (1949), H. FLÜGEL (1952, 1953a), H. FLÜGEL & E. FLÜGEL (1953), E. FLÜGEL (1957) und F.

Tabelle 6: Analysen des Hauwerks aus der Lagerstätte im Wetterbauergraben bei Mixnitz (nach O. HOHL, 1929).

Analytiker	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SiO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	MgO	CaO	FeO	Fe	Mn <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	Cu	Sb	S
Landwirtschaftliche chemische Versuchsstation Wien	0,1	9,4	35,8	14,3	24,6	3,8	—	2,9	3,0	2,6	3,1
A. SIGMUND	—	—	—	—	—	—	2,87	—	2,38	0,37	—
A. SIGMUND	—	—	—	—	—	—	3,07	—	3,12	1,43	—

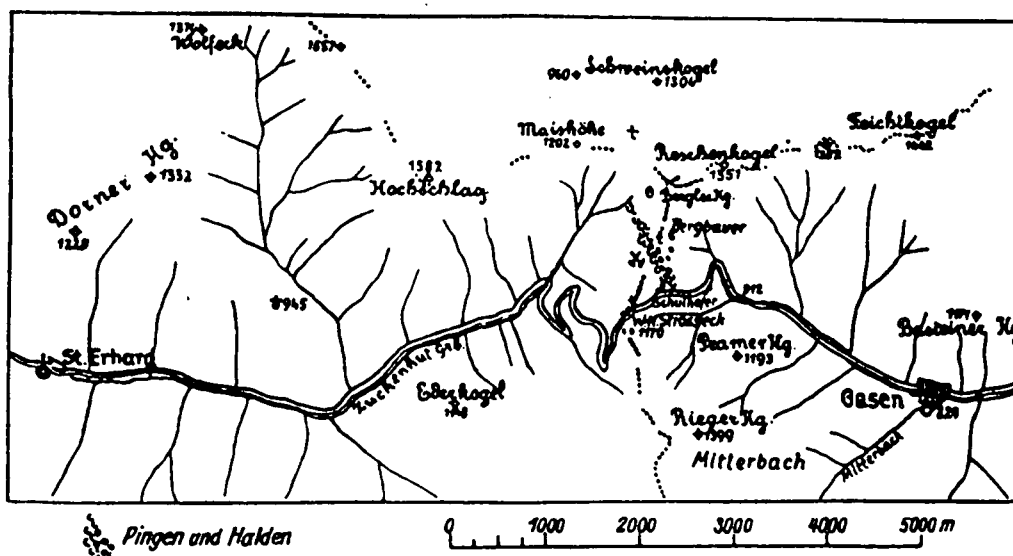


Abb. 7: Lageskizze des Bergbaues auf dem Straßbeck-Sattel (F. CZERMAK & J. SCHADLER, 1933).



BURGSTALLER (1968), die Geologie, Lagerstättenformen und die Genese A. TORNUST (1927, 1928a, 1928b, 1928c, 1929a, 1929b, 1930, 1932), O. WOLLAK (1930), H. SEELMEIER (1944), V. MAURIN (1954), O. M. FRIEDRICH (1953, 1968a, 1968b, 1975), W. TUFAR (1972) und W. SIEGL (1974). Weitere Erwähnungen fanden diese Vererzungen bei A. MILLER v. HAUENFELS (1860), M. SIMETTINGER (1865), A. WINKLER (1951), J. G. HADITSCH (1979) und O. M. FRIEDRICH & J. G. HADITSCH (1983).

Geochemische Arbeiten liegen von E. SCHROLL (1956), E. SCHROLL & N. AZER IBRAHIM (1961) und L. WEBER (1982) vor. Die Schwefelisotopenzusammensetzung von Pb-, Cu- und Fe-Sulfiden und des Schwespatites der unterdevonischen Pb-Zn-Vererzungen des Grazer Paläozoikums untersuchten E. PAK et al. (1980). Die Baryte ergaben dabei <sup>34</sup>S-Werte, die devonischem Meerwassersulfat entsprechen. Für die schichtigen Vererzungen des Grazer Paläozoikums konnte damit eine vulkanogen-sedimentäre Bildung aus seicht austretenden Hydrothermallaugen angenommen werden.

Die beste Zusammenfassung unseres heutigen Wissens über die silberführenden Blei-Zink-Lagerstätten des Grazer Paläozoikums liegt in den Arbeiten L. WEBERS (1974, 1975, 1976, 1977, 1978) vor. Vom gleichen

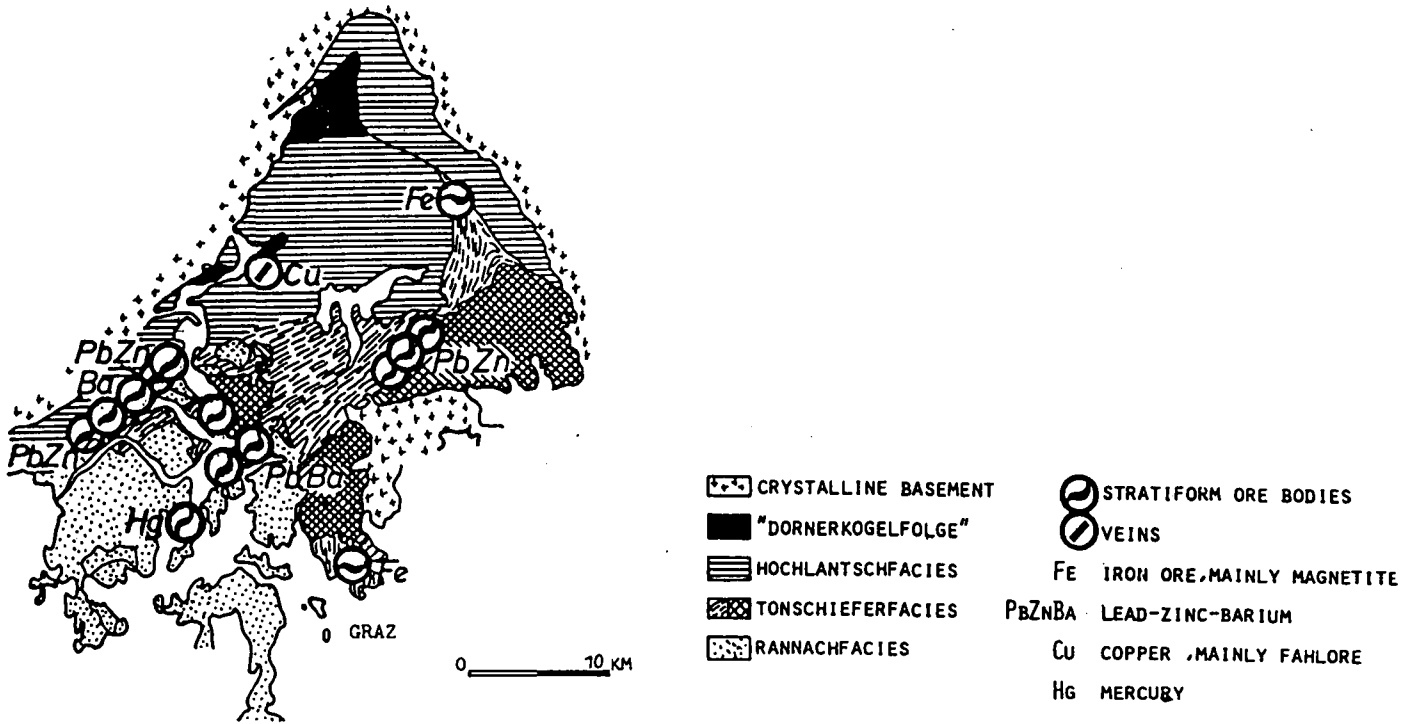


Abb. 8: Fazielle Gliederung des Grazer Paläozoikums (nach H. W. FLÜGEL, 1972, und L. WEBER aus L. WEBER, 1981).

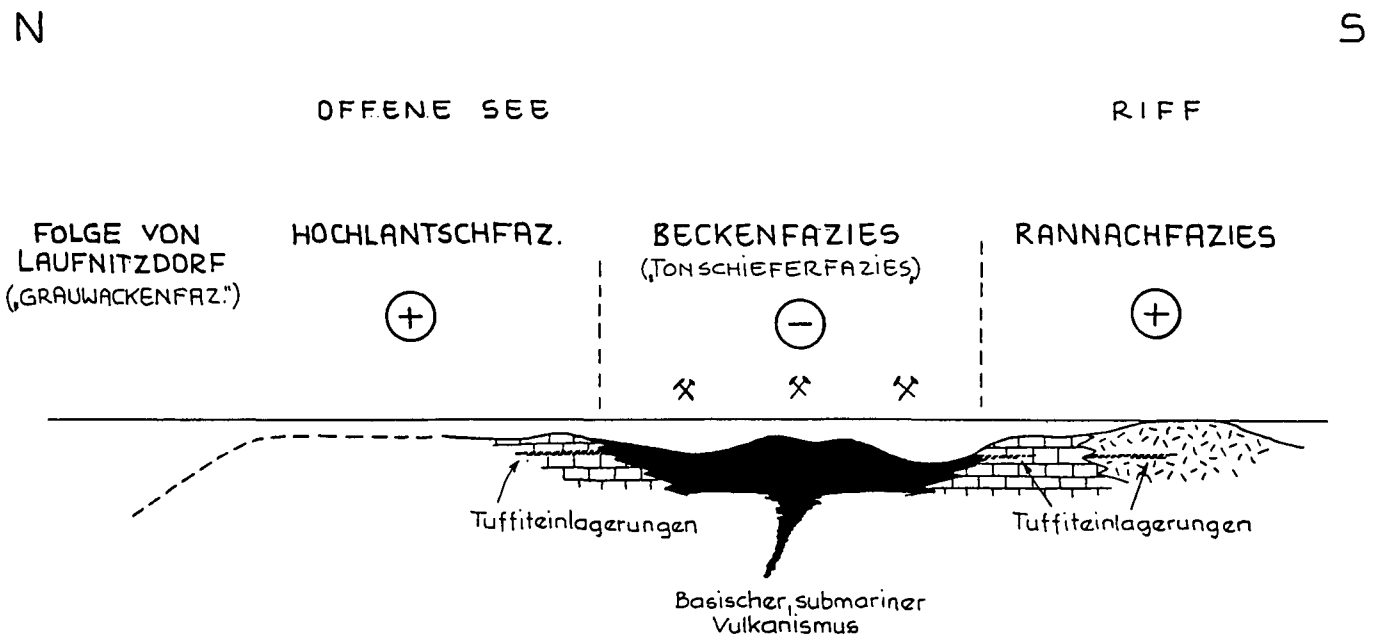


Abb. 9: Schematische Darstellung der Faziesverteilung an der Wende Silur/Devon (L. WEBER, 1976).



Abb. 10: Die Baue bei Frohneiten und Deutsch-Feistriz, im Ubelbach- und Stübinggraben (nach einem Entwurf von L. WEBER, 1965). Maßstab 1 : 50.000.  
 1 = Rabenstein (Murstollen); 2 = Rabenstein (obere Einbaue); 3 = Ramy-Schacht; 4, 5 = Arzwalldgraben; 6 = Erbstollen Arzwalldgraben; 7 = Grabenbauerstollen; 8 = Oberer Topenauer-Stollen; 9 = Unterer Topenauer-Stollen; 10 = Oberer Barystollen; 11 = Alte, verbrochene Einbaue; 12 = Gstätiner-Stollen (Barystollen); 13 = Guggenbach; 14 = Oberer Ludwigstollen; 15-17 = Alte Einbaue; 18 = Herfastollen; 19 = Unterer Carolusstollen; 20 = Oberer Carolusstollen; 21-23 = Alte Einbaue; 24 = Silberbergstollen; 25 = Joseusstollen; 26 = Horkstollen; 27 = Kiesbergbau Großstübing; 28 = Friedrichstollen; 29 = Elisabethbaue; 30 = Martinibau.

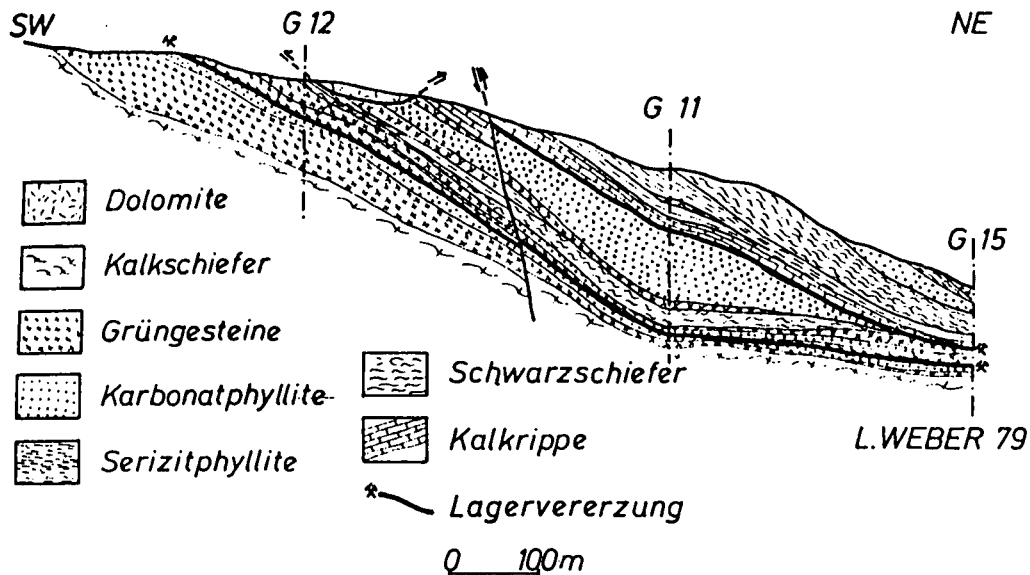


Abb. 11: Bohrprofile durch die Pb-Zn-Lagerstätte Guggenbach (E. PAK et al., 1980).

Autor stammt auch eine geraffte Darstellung aller stratiformen Erzlagerstätten dieses Raumes (L. WEBER, 1981).

Die Abbildungen bei E. SCHROLL (1956) zeigen die Lage der Grazer Pb-Zn-Vererzungen innerhalb der ostalpinen Metallprovinz und die Spurenelementgehalte dieser Lagerstätten. Aus der Abbildung 8 ist die Bindung der verschiedenen Vererzungen an bestimmte fazielle Entwicklungen zu ersehen und aus der Abbildung 9 die Faziesverteilung an der Wende Silur/Devon. Weitere Darstellungen bei L. WEBER (1974, 1975, 1978) zeigen die Faziesräume in ihrer tektonischen Entwicklung, die heutige tektonische Lage der vererzten Passailer Phyllite und die unterschiedlichen stratigraphischen Positionen der stratiformen Pb-Zn-Mineralisationen innerhalb dieser Phyllite, sowie die Lage der Vererzungen von Peggau-Taschen und Schrems-Rechberg innerhalb der obersten Passailer Phyllit-Abfolge.

Die Abbildung 10 soll eine Übersicht über die Baue bei Frohnleiten und Deutsch-Feistritz und die im Übelbach- und Stübinggraben vermitteln. Die vererzte Abfolge soll durch ein Profil durch die Lagerstätte Guggenbach (Abb. 11) veranschaulicht werden. Weitere Darstellungen bei O. WOLLAK (1930), H. FLÜGEL (1952, 1953), V. MAURIN (1954) und L. WEBER (1975) dokumentieren die Einbaue der einstigen Betriebe und fallweise auch geologisch-lagerstättenkundliche Einzelheiten.

Die Tabellen 7 und 8 zeigen die Förderung dieses Raumes an Pb-Zn-Erzen, die Tabelle 10 die Schwefelkies-Förderung von Großstübing. In der Tabelle 9 sind Hauwerksanalysen wiedergegeben.

Bei A. TORNUST (1929b) findet sich die beste Darstellung der inzwischen überholten Anschauung von der epigenetisch-hydrothermalen Bildung von Lagerstättenstockwerken im Grazer Paläozoikum. W. TUFAR (1972), W. SIEGL (1974) und L. WEBER (1974, 1975, 1976, 1977, 1978, 1981) konnten nämlich inzwischen die syngenetische, sedimentäre Bildung dieser Lagerstätten nachweisen, L. WEBER (1981) zudem, daß diese Vererzungen ausschließlich an die Tonschieferfazies gebunden sind; als Trägergesteine fungieren dabei die Arz-

bergschichten, wobei die Pb-Zn-Erze mehrheitlich in den Beckengebieten auftreten, wogegen die Sulfate (hauptsächlich Baryt) auf den Schwellen abgelagert wurden.

Wenngleich somit die syngenetische Bildung der Grazer Blei-Zink-Lagerstätten heute außer Streit steht, so ist dennoch zu bemerken, daß es auf diesen Lagerstätten infolge postgenetischer Deformationen zu Über- und Umprägungen des ursprünglichen (primären) Gefüges kommen konnte, die so stark werden konnten, daß sie örtlich auch zu sekundär-hydrothermalen Mobilisationen führten. Offenbar blieben dabei nur die stabilen Minerale („Altbestand“) von der Mobilisation unberührt, wogegen alle anderen Minerale remobilisiert wurden und in verschiedenen Phasen (wahrscheinlich nahezu gleichzeitig) um- oder rekristallisierten (Tab. 11).

In den Ostalpen ist das Quecksilber an vier primäre Bildungstypen gebunden, nämlich an

- a) paläozoische und mesozoische Sb-Hg-Lagerstätten,
- b) heißhydrothermale Kupfer-Silber-Lagerstätten,
- c) polymetallische Kupferkies-Fahlerz-Lagerstätten und
- d) Eisenspat- und Magnesit-Lagerstätten.

In den steirischen Lagerstätten tritt das Quecksilber

- a) in Fahlerzen auf – so beispielsweise in der Zinkwand im Schladminger Obertal, in den Kieslagern der Walchen und in den Siderit- und Ankerit-Vorkommen von Zeiring, Turrach, Johnsbach, Neuberg an der Mürz (Arzberg, Altenberg), sowie in der Radmer, am Polster und am Wetterbauersattel – und
- b) als Zinnober – beispielsweise in der Zölz (Krumpfen) und am Dallakkogel in Eisbach bei Gratwein. Nur diese beiden Quecksilbervorkommen hatten in der Vergangenheit in der Steiermark eine gewisse, wenngleich geringe, Bedeutung.

Die Hg- Mineralisation des Dallakkogels liegt in den (mitteldevonischen) Kanzelkalken und hat die Form einer stockwerksartigen Imprägnation eines Quarz-Karbonat-Geäders (E. KRAJICEK, 1954). Zur Paragenese gehören auch Kupferkies, Fahlerz und Pyrit, sowie als

Tabelle 7: Förderung von Blei-Zink-Erzen und Produktion von Blei, Bleiglätte und Silber (H. FLÜGEL, 1952).

	Blei	Blei + Bleiglätte	Bleiglätte	Silber
<b>Martinibau (Angabe in kg)</b>				
1765	22.682		104.283	116,78
1770		120.000		110,79
1835			28.000	30,46
<b>Elisabethbau</b>				
1853		62.000		8,0
<b>Schrems-Rechberg</b>				
1775	86.081		7.451	64,58
1780		50.000		55,39
1755–1799 (35 Jahre)		2,070.507,8		905,7
Jahresdurchschnitt		59.159		28,737
Bleierz				
1867			14.000	
1868			14.700	
<b>Schmelze Deutsch-Feistritz</b>				
Bleiglätte				
1755–1799 (27 Jahre)		3,844.251		3.399,3
Jahresdurchschnitt		142.379		125,888
1870–1899 (18 Jahre)	2,120.833		494.511	1.981,738
Jahresdurchschnitt	111.622		26.026	104,302

Tabelle 8: Förderung von Blei- und Zink-Erzen im Raum Rabenstein (in q; H. FLÜGEL, 1953a).

Jahr	Bleierz	Blei- + Zinkerz	Zinkerz	Blei	Bleiglätte	Silber (in g)
1775	43.807			1.401	1.870	
1852				99	60	
1853					108	
1854					123	
1880	3.700					
1881	4.230					
1882	3.830					
1898	2.700		160			
1899	3.620		967			
1900 <sup>1)</sup>	17.270		760			
1907			550			19.049
1909 <sup>2)</sup>			1.524			
1912 <sup>3)</sup>		15.000				
1913 <sup>3)</sup>		8.000				
1914	9.152		322			
1915	4.790		498			
1916 <sup>2)</sup>	18.882		4.773			
1917 <sup>2)</sup>	13.178		10.032			
1918 <sup>2)</sup>	26.616		7.380			
1919		7.231				
1921		4.566				
1922		2.409				
1923		1.494				
1924		11.380				
1925		12.744				
1926		47.640				

<sup>1)</sup> Erstes Halbjahr.

<sup>2)</sup> Rabenstein und Arzberg.

<sup>3)</sup> Hauwerk mit 10 % Pb- und 5 % Zn-Gehalt.

Tabelle 9: Rabenstein-Arzwaldgraben: Analysen des Hauwerks (in %; H. FLÜGEL, 1953a).

Analyse	Pb	Zn	Ag
LIPP (Graz)	3,27	11,74	0,005
HACKL (Wien)	2,81	11,91	0,01294

Tabelle 10: Großstübing: Schwefelkies-Förderung (in q; H. FLÜGEL, 1953a).

Jahr	Erz	Jahr	Erz
1919	20.000	1924	515
1920	19.500	1925	776
1921	22.000	1926	9.409
1922	35.620	1927	4.250
1923	700		

Gangarten Quarz, Kalkspat und Ankerit. Der Metallgehalt belief sich auf 0,07–0,83 Masse-% Hg. Angesichts der geringen nachgewiesenen Lagerstättenvorräte muß dieses Vorkommen als nicht bauwürdig bewertet werden. Dies trifft selbstverständlich auch auf alle anderen Hg-Metallisationen der näheren Umgebung (Hausberg bei Gratkorn, Zigeunerloch, Marxenkogel-Rannach, Neustift-Annagraben) zu.

L. WEBER (1979, 1982) und F. EBNER & L. WEBER (1982) konnten nachweisen, daß die Quecksilbervererzung des Grazer Paläozoikums an die mitteldevonischen Kanzelkalke der Rannach-Fazies gebunden sind. Eine dieser Erkenntnis folgende Prospektion in sechs hoffigen Bereichen wies zwar deutliche Indikationen nach (F. EBNER & L. WEBER, 1982) doch erscheinen

Tabelle 11: Vererzungsabfolge in den Pb-Zn-Lagerstätten Rabenstein, Arzwaldgraben und Guggenbach nach F. BURGSTALLER (1968).

	Sichere Einstufung	Unsichere Einstufung
Altbestand	Glimmer (Muskowit, Chlorit) + Graphit + Pyrit I + Ilmenit + Magnetit I + Hämatit I	Markasit
Vorphase	<b>Karbonatabfolge:</b> Dolomit – Ankerit Magnesit – Siderit Redolomitisierung bzw. Reankeritisierung	<b>Pb-Zn-Vererzung:</b> Bleiglanz + Zinkblende + Quarz + Schwerspat I  Kalkspat
Hauptphase	Zinkblende + wenig Bleiglanz + Kupferkies + Quarz + Kalkspat Bleiglanz + wenig Zinkblende + Kupferkies + Fahlerze + Pyrit II + Magnetit II + + Quarz + Kalkspat	Proustit
Nachphase	Schwerspat II + Kalkspat	
Sekundäre Bildungen	Kupferindig (Covellin), Hämatit II (Martit), Samtblende, Rubinglimmer	

weitere Untersuchungsarbeiten angesichts der stark absetzigen Mineralisationen und des allgemein nur geringen Vererzungsgrades nicht angeraten. Jedenfalls geht auch aus diesen Untersuchungen überzeugend hervor, daß die bedeutendste Hg-Mineralisation dieses Raumes im Dallakkogel vorliege.

Schließlich soll in diesem Zusammenhang auch eine bodengeochemische Aufnahme im Lagerstättengebiet von Stiwoll-Kher durch L. WEBER (1982) erwähnt werden, die neben der Pb- und Zn-Verteilung auch die des Mn und Hg erfaßte.

Ergänzende Hinweise auf die Erzlagerstätten des Mittleren Murtales, ihre Geologie, ihren Inhalt und ihre Umgebung finden sich bei A. AIGNER (1907), K. J. ANDRAE (1854), P. BECK-MANNAGETTA et al. (1966), N. CEIPEK (1975), F. CZERMAK (1951), W. GRÄF & J. G. HADITSCH (1984), E. HABERFELNER (1937), K. R. v. HAUER (1865), F. HERITSCH (o. J.), H. HERITSCH et al. (1951), R. HOERNES (1882), H. MEIXNER (1930a, 1933, 1937), S. POLEGEG & N. CEIPEK (1977), F. ROLLE (1856a), A. SCHOUPPE (1946), A. SENONER (1859), A. SIGMUND (1911) und D. STUR (1871).

Somit ergibt sich, zusammenfassend, für das Mittlere Murtal das Bild von weitgehend schicht- und faziesgebundenen Fe-, Pb-Zn- (Ag-Ba-) und Hg-Metallisationen. Möglicherweise gehört auch die As-(Au-)Mineralisation des Straßbeck zu den schichtigen oder schichtgebundenen Erzvorkommen.

#### 4. Kohlenvorkommen

Die steirischen Kohlenvorkommen, besonders auch die des Mittleren Murtales, wurden eingehend durch W. PETRASCHECK (1924), A. WEISS (1973a) und L. WEBER &

A. WEISS (1983) beschrieben. Über die Einstufung der Kohle von Mantscha brachten H. W. FLÜGEL & F. RIEPLER (1984) neue Daten. Analysen publizierten N. N. (1852), M. DOLCH & G. GERSTENDÖRFER (1921/22), W. PETRASCHECK (1924), H. W. FLÜGEL (1975a) und L. WEBER & A. WEISS (1983). Die zuletzt genannten Autoren informierten auch über die Kohlenförderung von Kleinsemmering und Rein.

Die stratigraphische Position der Kohlen des Steirischen Beckens ist bei M. HEINRICH (1980), die Gliederung des (kohleführenden) Sarmats bei H. W. FLÜGEL (1975a) wiedergegeben.

Südlich des Hochlantsch ist zwischen Krammersdorf und Tullwitz-Viertel ein bis zu 90 m tiefes Miozänbeken eingesenkt (W. PETRASCHECK, 1924), in dem zwischen Ankenhofen, Reithof und Tullwitzdorf, zwischen Passail und Hart in einer Folge von blauen bis blaugrauen tonig-schluffigen Lagen mit Feinsandeinschaltungen mehrere lignitische, bis zu 3 m mächtige Braunkohlenflöze (die bis nach dem 2. Weltkrieg abgebaut wurden) auftreten.

In Pirka wurde eine Bohrung in unter- und mittelbadischen Schichten (A. PAPP, 1953) abgeteuft, die in marinen Tonmergeln und Sanden und grünlichen Süßwassertonen und hellgrauen -mergeln mehrere Lignite durchörterte. Auch wurden hier in 252,1–254,3 m und zwischen 110,5 und 111,0 m Teufe Bentonite angefahren.

Der tieferen, unterbadischen Folge gehören die Kohlen von St. Oswald, St. Bartholomä, der Mantscha, von Thal, Stiwoll, Stallhofen, Rein-Gratwein und Graz-Straßgang an.

Die Braunkohle von Rein hatte einen Heizwert von 2711–2968 Kalorien und einen Schwefelgehalt von 1,09–2,14 Masse-%.

In den obersarmatischen Gleisdorf-Schichten liegen die tiefsten Lignitflöze von Kleinsemmering und Flöze

Tabelle 12: Gliederung des Sarmatiums (W. FLÜGEL, 1975a).

Wiener Becken nach A. PAPP (1954)			Steirisches Becken		
			Ablagerungen	Flächen-Reste nach A. WINKLER-HERMADEN(1957)	
<i>Nonion granosum</i>	Jüngeres Sarmat	Verarmungszone	Untere Kohleführende Schichten von Weiz Gleisdorf-Sch.	Kor-Niveau 3 Kor-Niveau 2	Ober-Sarmat
		Mactra-Schichten			
		Cerithiensande			
<i>Elphidium hauerinum</i>	Älteres Sarmat	Ervilien-Tegel	?	Kor-Niveau 1	Mittel-Sarmat
<i>Elphidium reginum</i>		Rissoen-Schichten	Waldhof-Sch.		Unter-Sarmat

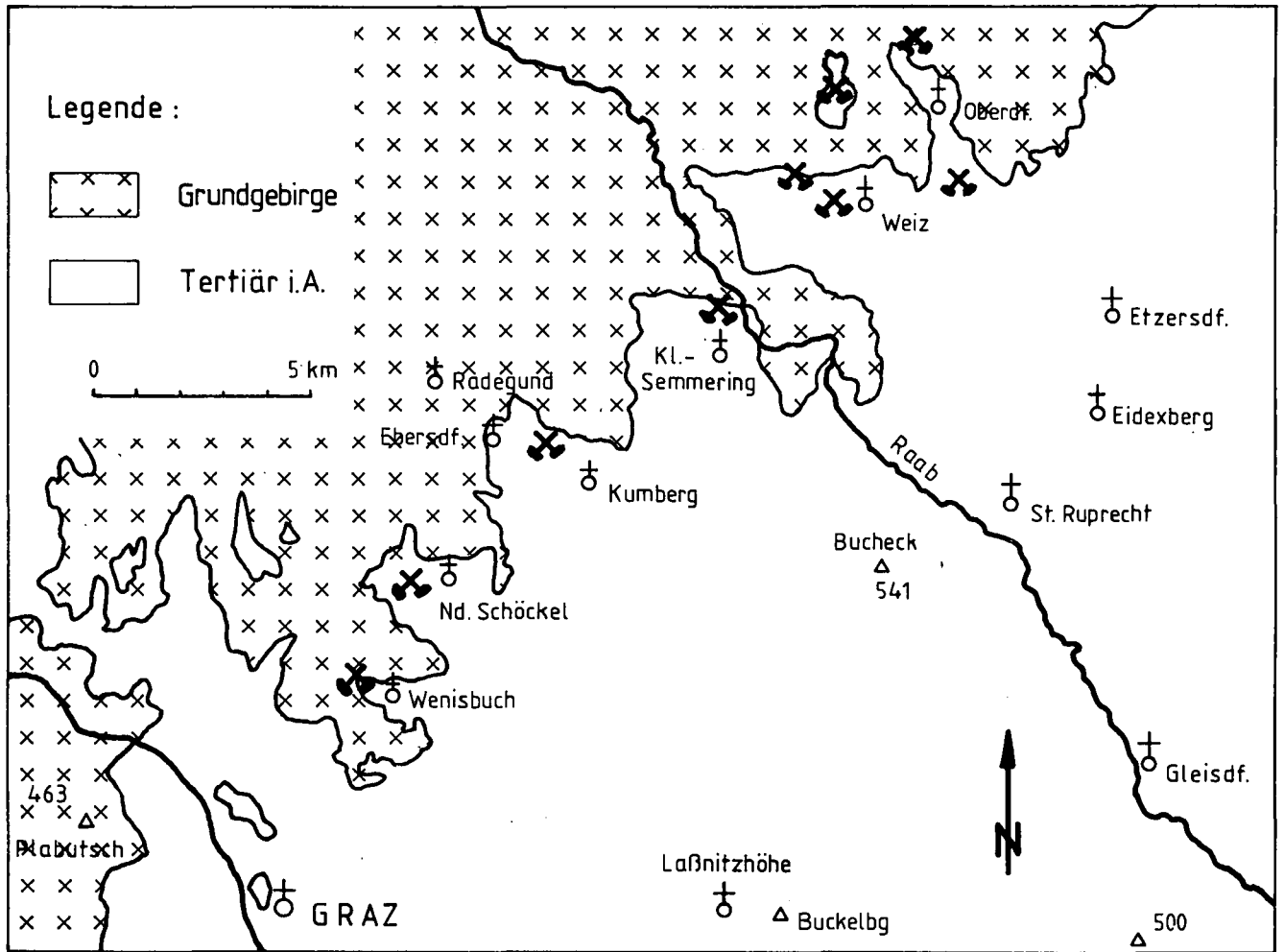


Abb. 12: Lage der Braunkohlenvorkommen der Grazer Bucht (L. WEBER & A. WEISS, 1983).

Tabelle 13: Analyse und Heizwert sarmatischer Kohlen (H. W. FLÜGEL, 1975a).

	C	H	O	N	S	H <sub>2</sub> O	Asche	Kalorien
Klein-Semmering						40,9	4,3	4.201
Oberdorf bei Weiz	44,3	3,7	18,2	0,8	2,1	19,3	13,7	4.168
Weinitzen	32,2	2,5		12,6	2,4	33,8	17,5	2.635
Busental						38,2	11,8	3.326

Tabelle 14: Kleinsemmering: Kohlenproduktion (nach L. WEBER & A. WEISS, 1983).

Jahr	t	Jahr	t
1857	101	1934	454
1918	5.759	1935	438
1919	6.268	1936	355
1920	18.566	1937	396
1921	15.738	1947	1.668
1922	16.010	1948	2.223
1923	4.629	1949	1.419
1924	5.686	1950	1.915
1925	2.554	1951	3.134
		1952	1.847
1930	36	1953	1.605
		1954	1.647
1932	351	1955	61
1933	552		

von Oberdorf bei Weiz, vielleicht auch die von Kumberg, Niederschöckel und Wenisbuch.

Dem Pannon gehören weitere lignitische Kohlenflöze von Kleinsemmering an (L. WEBER & A. WEISS, 1983).

Im Stadtgebiet von Graz und in der nächsten Umgebung gab es an verschiedenen Stellen Schürfe und Bergbaue auf Braunkohle. So wurden bereits 1766 bei Maria-Trost Kohlen entdeckt, die auch in Wenisbuch mit mehr oder minder großen Unterbrechungen bis 1920 beschürft und teilweise auch abgebaut wurden (A. WEISS, 1973a). Der Heizwert der Kohle lag bei 3500 Kalorien.

Weitere Schurfbaue bestanden bei Graz-St. Leonhard (in der Umgebung der Pfarrkirche), in Stifting, am Fuß des Buchkogels bei Straßgang, in Webling, Baierdorf und Wetzelsdorf (F. UNGER, 1857; W. PETRASCHECK, 1924; A. WEISS, 1973a).

M. SIMETTINGER (1865), W. GRÄF (1972) und H. W. FLÜGEL (1975a) berichteten über kleine Kohlenflöze in der Kainacher Gosau, die östlich von Geistthal beschürft wurden.

Weiterführende Hinweise auf die Kohlenlagerstätten findet man bei W. FUCHS (1980), B. GRANIGG (1910), H. H. HÜBL (1942), V. MAURIN & H. FLÜGEL (1958), K. A.

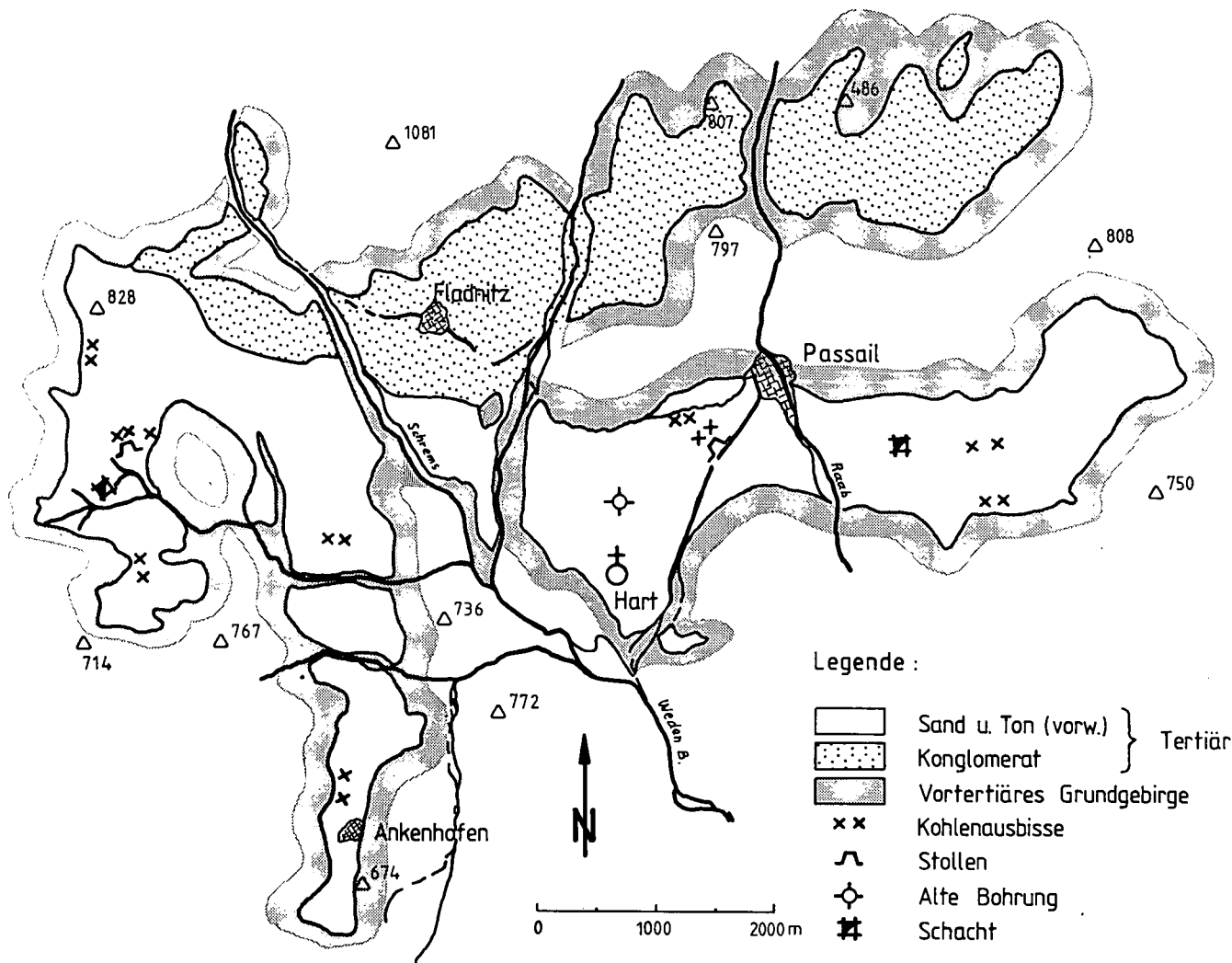


Abb. 13: Geologische Übersichtskarte des Passauer Tertiärbeckens (L. WEBER & A. WEISS, 1983).

Tabelle 15: Kleinsemmering: Analyse der Kohle (M. DOLCH & G. GERSTENDÖRFER, 1921/22).

Muster I: Feuchtigkeitsprobe, gelbbraun bis graubraun, matt, holzig bis erdig.

Muster II: Förderkohle, graubraun bis schwarzbraun, matt, holzig bis erdig.

	I	II
Wasser	40,1	20,5
Asche	13,0	15,3
Reinkoks	21,5	30,6
Flüchtige Stoffe	25,4	33,6
Rohkoks	34,5	45,9
Reinkohle	46,9	64,2
Teerausbeute	5,9	5,2
Gasmenge [m <sup>3</sup> je 100 kg]	59,1	
Gaszusammensetzung [Vol.-%]		
Dampfförmige Kohlenwasserstoffe	2,5	0,0
Kohlensäure und Schwefelwasserstoff	12,5	9,7
Schwere Kohlenwasserstoffe	1,9	0,0
Sauerstoff	1,9	2,1
Kohlenoxyd	17,3	19,9
Methan	13,9	10,9
Wasserstoff	43,2	45,5
Stickstoff, als Rest berechnet	6,8	11,9
Koksbeifund		pulverig
Heizwert [Wärmeeinheit/Kilogramm]	—	4194
Dazugehöriger Aschegehalt [%]	—	13,20
Dazugehöriger Wassergehalt [%]	—	16,53
Heizwert der brennbaren Substanz [Wärmeeinheit/Kilogramm]	—	5960

PENECKE (1903), C. PETERS (1853), F. ROLLE (1856b) und A. WINKLER v. HERMADEN (1951).

Nach O. THIELE (1983) kann im Gebiet der Grazer Bucht nur das Kohlevorkommen von Weinitzen aufgrund stark differierender Auffassungen über das Kohlevermögen dieses Raumes ein gewisses montangeologisches Interesse beanspruchen.

## 5. Lagerstätten der Steine, Erden und Industriemineralie

Unter allen Lagerstätten des Mittleren Murtales kam und kommt heute noch jenen der Steine, Erden und Industriemineralie die weitaus größte Bedeutung zu.

Auf die Lagerstätten im Kristallin (Serpentinite, Amphibolite, Hornblendeschiefer, granitische Gesteine, Gneise und Pegmatite) wurde schon früher eingegangen, sodaß nachstehend nur mehr die übrigen Rohstoffe behandelt werden müssen. Die meisten von ihnen sind auch in der Karte von H. FLÜGEL (1951b) enthalten.

Von den genutzten Vulkaniten und deren Abkömmlingen sind hier die Diabase, Metadiabase, deren

Tabelle 16: Analyse oststeirischer Kohlen (W. PETRASCHECK, 1924).

	C	H	O	N	S	Wasser	Asche	Rohkoks	Kalorien	In der Reinkohle				Fixer Kohlenstoff	
										C	H	O	N		
Kleinemring						40,9	4,3	32,8	4201					50,9	STRACHE
Weiz-Göttelsberg					3,9	30				61,6	5,2	28,4	0,9		
Weiz-Oberdorf*)	44,3	3,7	18,2	0,8	2,1	19,3	13,7	40,3	4168	66,2	5,5	27,1	1,2	34,5	SCHWACKHÖFER
Tauchen-Barbarafeld						41,7	7,4	34,3	3133					53	
Tauchen-Heinrichfeld						36,8	3,7	31,7	3392					48,2	
Weinitzen	32,2	2,5	12,6		2,4	33,8	17,5		2635						EICHLER

\*) Lufttrocken.

Tabelle 17: Rein: Analysen der Braunkohlen (N.N., 1852).  
Analytiker: W. MRÁZEK, C. v. HAUER.

	untere Flözbank	mittlere Flözbank	obere Flözbank
1	2,14	1,09	1,24
2	26,3	25,4	29,0
3	10,8	10,1	10,1
4	12,62	13,13	11,9
5	2852	2968	2711
6	19,5	18	20,8

- 1: Schwefel in pCt.
- 2: Wasser in pCt.
- 3: Asche in pCt.
- 4: Blei reducirt durch 1 Theil Kohle.
- 5: Heizkraft in Wärme-Einheiten.
- 6: Ctr. der Kohle sind das Aeq. für 1 Kift. 30zölligen Fichtenholzes.

Tabelle 18: Immediatanalysen der Kohle des Reiner Bekens (L. WEBER & A. WEISS, 1983).

Analytiker: W. MRÁZEK, C. v. HAUER.

Probe	w [%]	a [%]	C-fix [%]	fl. Best. [%]	S [%]	Heizwert [kcal/kg]	[kJ/kg]
1	22,30	9,95	44,07	21,25	2,43	3.576	15.000
2 „Rein“	31,1	8,6	36,0	—	—	—	—
3 „Hörgas“	24,16	34,97	—	—	—	2.287	9.600
4	26,3	10,8	—	—	—	2.852	11.900
5	25,4	10,1	—	—	—	2.989	12.500
6	29,0	10,1	—	—	—	2.689	11.300
Mittelwert aus 4-6	26,9	10,3	—	—	—	2.836	11.900

Tabelle 19: Rein: Kohlenproduktion (nach L. WEBER & A. WEISS, 1983).

Jahr	t	Jahr	t
1847	685	1874	8.369
		1875	8.701
1850	1.117	1876	9.650
		1919	10.122
1857	5.553	1920	1.737
		1921	9.011
1869	9.000	1922	5.198

Tuffe und der Basalt (Shoshonit) von Weitendorf zu erwähnen.

L. WELISCH (1910) beschrieb anhand mikroskopischer und chemischer Analysen die Diabase des Hochlantsch- und Schöckelgebietes (darunter auch den des Haritztales), die einmal auch als Rohstoffe für die Mineralwolleerzeugung in Betracht gezogen werden könnten (S. POLEGEG & K. PUNZENGRUBER, 1982).

Die Metadiabase der Platte (Graz) wurden wie jene von Straßgang als Bruch- und Bausteine genutzt.

Die jungtertiären Tuffe, über deren Verbreitung und deren Alter W. PETRASCHECK (1955) berichtete bzw. diskutierte, hängen mit der Aktivität des steirischen Vulkanbogens zusammen, als dessen augenfälligste Erscheinung im Mittleren Murtal der Basalt (Shoshonit) von Weitendorf angesehen werden kann.

Über diesen Vulkanit gibt es seit 1830 ein reiches Schrifttum, auf das aber hier nicht umfassend eingegangen werden soll.

Nach einer kurzen Beschreibung des Weitendorfer Basaltes durch F. ROLLE (1856b) gab H. LEITMEIER (1909a) eine gründlichere Darstellung und diskutierte auch aufgrund der Ergebnisse seiner eigenen Versuche die Mineralgenese der Einschlüsse. LEITMEIER kritisierte auch eine Analyse G. UNTCHJ's (1872) und die auf dieser basierende Deutung K. F. PETER's und brachte eine eigene chemische Analyse.

Eine weitere kurze Beschreibung des Weitendorfer Basaltes findet sich bei H. HERITSCH (1965b), umfassendere Zusammenfassungen wurden durch H. FLÜGEL & H. HERITSCH (1968) und A. ALKER (1972) gegeben.

Der Weitendorfer Basaltbruch gehört nur zum Teil zum Bezirk Graz-Umgebung: teilweise liegt er auch im Bezirk Leibnitz. Deshalb wurde er auch schon durch M. PÖSCHL et al. (1982) behandelt.

Mineralbeschreibungen stammen von A. SIGMUND (1897, 1922, 1923, 1924), H. HÖLLER (1962), F. MACHATSCHKI (1926), H. HERITSCH (1936, 1937), H. MEIXNER (1939), J. ROBITSCH (1940), H. LEITMEIER (1909a), O. BRAITSCH (1957), M. BRANDENSTEIN & H. HERITSCH (1951) und O. M. FRIEDRICH (1967).

Zersetzungerscheinungen, wie sie schon durch A. SIGMUND (1923), F. MACHATSCHKI (1927a) und H. HERITSCH (1928) vom Weitendorfer Basalt bekannt gemacht wurden, traten 1965 im nordöstlichsten Teil des Bruches auf. Einige cm breite Gänge führten hier im wesentlichen Montmorinminerale, daneben konnten aber durch H. HÖLLER (1965b) auch Cristobalit und Heulandit nachgewiesen werden; derartige Bildungen waren seinerzeit durch A. SIGMUND (1922) und F. MACHATSCHKI (1927a) als postvulkanisch gebildeter „Opal“ beschrieben worden.

E. NEUWIRTH (1953) untersuchte u. a. auch vier Weitendorfer Opale röntgenographisch und optisch. Von sieben „Chalcedonen“ des gleichen Fundortes hatten drei eine Quarz- und vier (Lussatite) eine Hochcristobalilitstruktur. Alle bis dahin als Quarzin bezeichneten Weitendorfer Proben erwiesen sich als Lussatite. Lussatin konnte nicht nachgewiesen werden.

Ein Kluffbelag aus dem Weitendorfer Basalt, durch H. KOLMER (1965) bearbeitet, zeigte Siderit, ein dem Saponit nahestehendes Mineral und Pyrit.



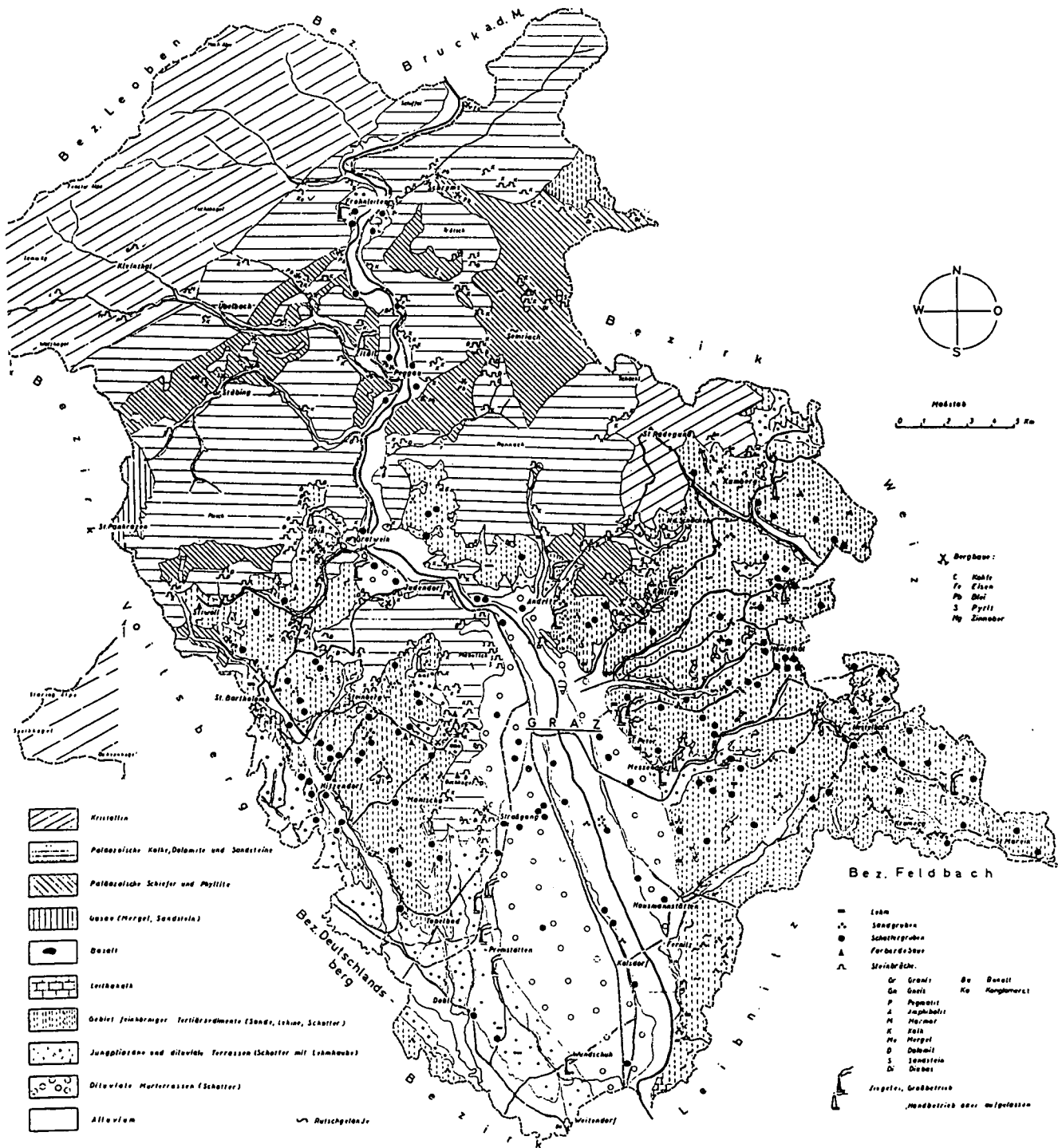


Abb. 14: Baueologische Karte von Graz und Umgebung (H. FLÜGEL, 1951b).

H. HÖLLER (1965a) gelang es, durch die Behandlung Weitendorfer Materials mit 0,1-normaler Schwefelsäure bei einer Temperatur von 130°C Alunit darzustellen.

Die Tabelle 20 gibt chemische Analysen wieder, die Tabellen 21 und 22 zeigen das Ergebnis gesteintechnischer Prüfungen des Weitendorfer Materials.

1897 beschrieb A. SIGMUND auch die Struktur des Basaltes und bestätigte die Ansicht K. F. PETERS (in G. UNTCHJ, 1872), daß hier kein Melaphyr, sondern ein Feldspatbasalt vorliege. K. SCHOKLITSCH (1933) verglich den Weitendorfer mit dem Kollnitzer Basalt und erkannte eine Gesetzmäßigkeit in der miozänen Magment-

wicklung des Alpenostrandes in der Form, daß offenbar ein basischer Ast, von den älteren Gleichberger Eruptiven (Trachyandesiten) ausgehend, über den Weitendorfer basaltischen Trachyandesit zum Kollnitzer basaltischen Andesit führe. H. HERITSCH (1963) stellte eine Beziehung des Weitendorfer Vulkanites zu Gleichberger Trachyten und Trachyandesiten fest und verglich drei Weitendorfer Analysen (F. MACHATSCHKI, 1927a) mit den dioritischen und monzonitischen Magmenttypen, sowie mit einem Shoshonit. H. FLÜGEL et al. (1952, 1964) diskutierten das Alter und den Magmenttyp, dem dieser Vulkanit (dioritisch mit deutlicher Hin-

Tabelle 20: Chemische Analysen des Weitendorfer Basalts (glühverlustfrei angegeben).  
Nach M. PÖSCHL et al. (1982).

	A	B	C	D	E	F	G	HERITSCH (1967)
SiO <sub>2</sub>	54,00	56,45	54,69	53,08	56,31	54,60	54,86	55,15
TiO <sub>2</sub>	0,88	0,90	0,87	0,87	0,92	0,92	0,89	0,82
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,91	6,05	5,87	5,83	6,34	6,66	6,11	6,00
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15,98	16,94	16,15	15,18	17,28	16,88	16,40	19,88
Mn <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	0,12	0,16	0,15	0,16	0,13	0,13	0,14	0,16
CaO	7,20	7,31	7,89	7,57	7,97	7,82	7,63	6,32
MgO	4,70	5,10	5,94	5,78	4,61	5,22	5,06	6,22
Na <sub>2</sub> O	3,17	3,09	3,11	3,08	3,04	3,02	3,09	3,06
K <sub>2</sub> O	3,07	2,99	2,96	2,88	2,94	2,96	2,97	2,85
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	0,39
Glühverlust	( 3,80)	( 2,85)	( 3,60)	( 2,66)	( 4,61)	( 5,56)	( 3,85)	( 1,9 )

Tabelle 21: Weitendorf: Ergebnis gesteintechnischer Prüfungen des Basalts  
(nach M. PÖSCHL et al., 1982).

Raumgewicht:	2,76 – 2,77	– 2,79
Wasseraufnahme in Gew.-%:	0,58 – 0,6 – 0,7 – 2	– 4,5
Druckfestigkeit lufttrocken:	2070 – 2080 – 2800	– 2840 kg/cm <sup>2</sup>
wassersatt:	2180 – 2250 – 2500	kg/cm <sup>2</sup>
ausgefroren:	1910 – 1930 – 2210	kg/cm <sup>2</sup>

Tabelle 22: Weitendorf: Ergebnis gesteintechnischer Prüfungen des aufbereiteten Materials  
(nach M. PÖSCHL et al., 1982).

Beurteilung		
Festigkeit Attest Nr. 327/1981	.....	17,8
Attest Nr. 857/1981	.....	16,8
Beilage 1	.....	16,6
Mittelwert	.....	17,1

Folgende Körnungen entsprechen den Anforderungen der RVS 8.111: 2/5, 5/8, 8/12.

Über- und Unterkornanteil gemäß Tabelle 3 der RVS 8.111:

	8/12	5/8	2/5
12,5 mm	0,7	—	—
8 mm	91,2	6,1	—
5 mm	99,8	94,9	4,3
2 mm	—	99,8	99,3
0,09 mm	99,9	99,9	99,9
<0,09 mm	0,1	0,1	0,1

Kornform (DIN 52114)

Körnung	Anteil schlecht geformt in %
8/12	10
5/8	10
2/5	5

Los Angeles-Test

Einzelwerte:	15,96	17,52	16,44
Mittelwert:		16,6	

neigung zum normal-monzonitischen Typ bzw. überhaupt normal-monzonitisch, daher: Shoshonit) angehört. Eine weitere chemische Analyse bestätigte H. HERITSCH (1967a) diese Zuordnung zum monzonitisch-dioritischen Magmentyp.

F. ANGEL & A. MARCHET (1939) nahmen mit A. WINKLER-HERMADEN für den Weitendorfer Basalt ein nachponti- sches Alter an. A. WINKLER v. HERMADEN vermutete 1957 für die Basalte von Weitendorf, Kollnitz im Lavantal und die der Kleinen Ungarischen Tiefebene und des Bakonyerwaldes ein höherpleozän- es Alter. Auf die große petrographische Ähnlichkeit der Basalte des Platten- seegebietes mit dem Weitendorfer Vulkanit und auch

die gute chemische Übereinstimmung dieser Gesteine (nach einer Analyse H. LEITMEIERS, nur z. T. nach der von G. UNTCHJ, 1872) hatte schon früher C. PREISS (1908) hingewiesen.

K. KOLLMANN (1964) sah keine Möglichkeit, das Eruption- salter enger als auf das Zeitintervall zwischen Unter- tertorton (bei den liegenden Tonmergeln handelt es sich um Äquivalente der Lagenidenzone des Untertor- tons) und dem Altpleistozän (pleistozäne Schotter bil- den das Hangende des Shoshonites) einzugrenzen.

H. W. FLÜGEL (1975b) führte alle Gründe an, die gegen die Auffassung A. WINKLER v. HERMADENS (1975a) sprechen, daß es sich bei dem Shoshonit um einen spätpleozänen Stock handle, und vertrat die Meinung, daß vielmehr ein mittelmiozäner Erguß (innerhalb der Lagenidenzone) vorliege. H. J. LIPPOLT et al. (1975) wiesen aufgrund von K-Ar-Altersbestimmungen ein obermiozän- es Alter nach, konnten aber (infolge eventu- eller geringer Argonverluste) ein höheres Alter nicht ausschließen.

F. F. STEININGER & G. P. BAGDASARJAN (1977) gaben auf der Basis neuer radiometrischer Altersbestimmun- gen für Weitendorf 16,8±0,75 Mio J. und 16,0±0,3 Mio J. (d. h. tieferes Unterbadeni- en = N8 bis N9 nach BLOW und Epoche 16, vermutlich Event „d“ – Anomalie 5c nach der paläomagnetischen Zeitskala) an. Für die Gleichenberger Klause ergab sich vergleichsweise ein oberstkarpatisches bis höherunterbadenisches (N8–N10) Alter.

V. HILBER (1905) vertrat die Meinung, daß es sich beim Weitendorfer Vulkanit um eine echte Kuppe handle, „deren Wurzel sich an Ort und Stelle befindet“. H. LEITMEIER (1909b) dachte an eine Intrusion unter leicht- er Sedimentbedeckung, H. HERITSCH (1928) aufgrund der Oberflächenbeschaffenheit des Basaltes an eine Extrusion.

Bereits J. DREGER (1902) fiel auf, daß die liegenden Tonmergel keine Kontakterscheinungen aufweisen. Die- ser Befund findet seine Erklärung in der Feststellung von H. MAURITSCH (1975), daß der Shoshonitkörper in einem bereits weitgehend abgekühlten Zustand in seine heutige Lage rotiert wurde.

Weitere Erwähnungen über Weitendorf gibt es bei F. ANGEL (1924), E. HATLE (1889), H. HERITSCH (1967b), H. H. HÜBL (1941), H. MEIXNER (1930b, 1937), A. SIG- MUND (1897, 1911, 1926), A. WINKLER v. HERMADEN (1957b), V. R. v. ZEPHAROVICH (1859) u. a.

1938 wurde nördlich von Wundschuh eine starke mag- netische Anomalie gefunden (M. TOPERCZER, 1947), von der angenommen wurde, daß sie vielleicht auf einen seicht liegenden Störkörper basaltartiger Be- schaffenheit zurückgehen könne.

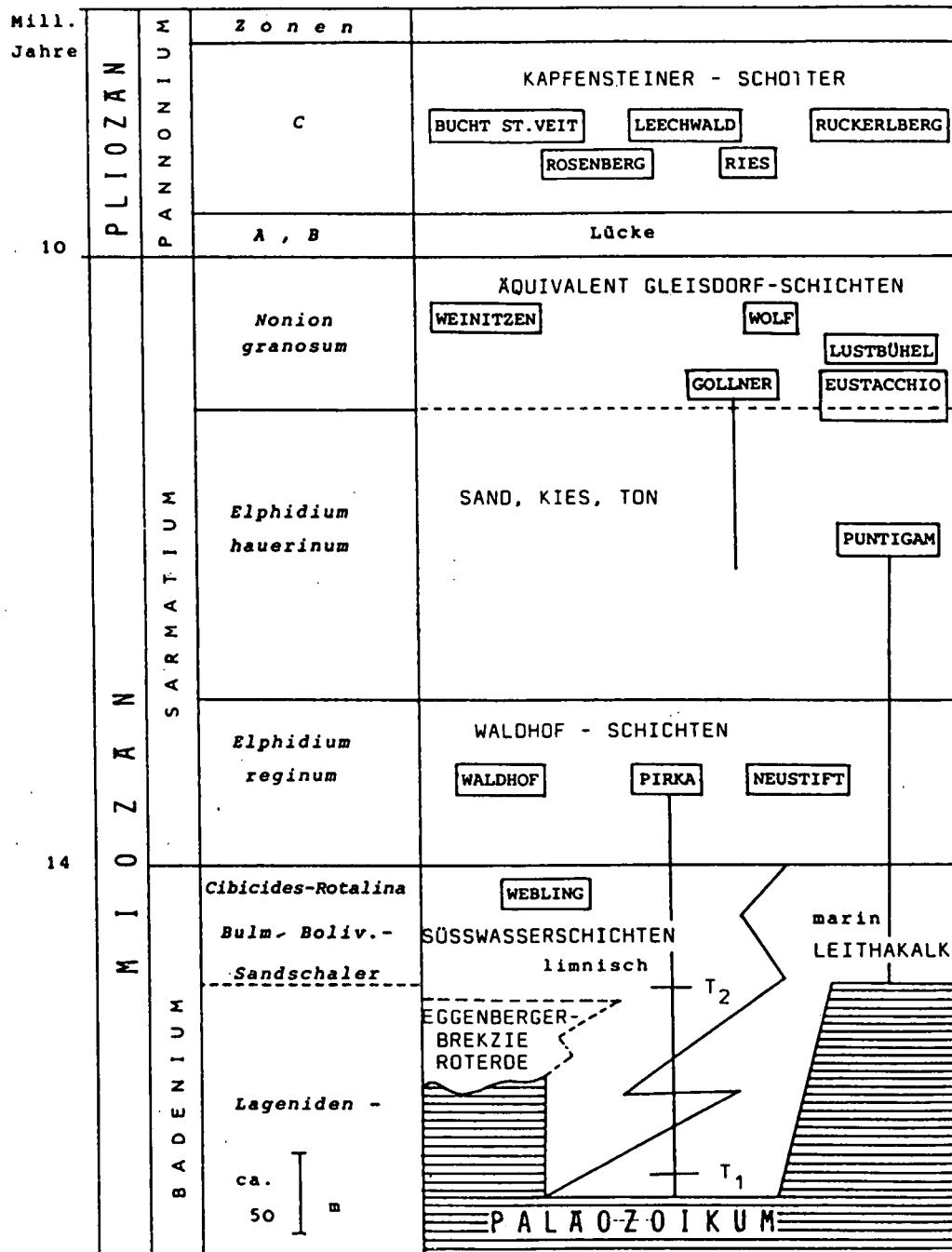


Abb. 15: Gliederung des Neogens der Grazer Bucht (F. EBNER & W. GRÄF, 1978).  
T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> = Tuffhorizonte; senkrechte Striche = Bohrungen.

A. HAUSER & K. KOLLMANN (1954) beschrieben einen in einer bei Wundschuh niedergebrachten Bohrung in rund 33 m Tiefe angefahrenen vorobertotonischen Vulkanit, der einen Andesit zwischen den oligoklasitischen und andesinitischen Magmentypen des plagioklasitischen Magmas der Kalkkalkreihe darstellt und einem Andesit am nächsten kommt.

Durch eine weitere Bohrung wurde 1963 abermals ein derartiges Gestein erkundet (H. HERITSCH, 1964, 1966); dieses zeigt einen postvulkanisch stark umgewandelten, porösen Andesit. Aufgrund des ursprünglichen Mineralbestandes kann dieser Vulkanit als Latit oder Shoshonit bezeichnet werden.

H. MAURITSCH (1975) konnte nachweisen, daß ein früher geophysikalisch beim Ponigleich aufgefundener

benachbarter Störkörper petrophysikalisch deutlich vom Weitendorfer Shoshonit unterschieden werden kann.

In einer Bohrung (Ponigl I) südlich von Wundschuh, die als Interpretationshilfe für durch H. MAURITSCH gefundene magnetische Anomalien abgeteufte wurde, wurde ein stark alterierter Vulkanit angefahren (A. ALKER, 1975), der durch H. HERITSCH (1975) aufgrund optischer, chemischer und röntgenographischer Untersuchungen als Latit erkannt wurde, der sich von den Weitendorfer und Wundschuher Vulkaniten unterscheidet und der kalibetonten Magmenentwicklung des älteren Vulkanismus des steirischen Vulkanbogens zugehört.

Tuffe sind im Grazer Raum bereits aus dem Altpaläozoikum bekannt. Petrographie und Chemismus der violetten und grünen, in die Dolomit-Sandstein-Abfolge

Tabelle 23: Analysen miozäner Tuffe der Weststeiermark (H. W. FLÜGEL, 1975a).  
 Analytiker: W. PRODINGER (1960).  
 Berechnung der NIGGLI-Werte: H. HÖLLER.  
 Fundpunkte: 1 = Bürgerwald (nördlich Voitsberg); 2 = südlich Stiwill; 3 = Eisbach bei Rein.

	G e w - %		
	1	2	3
SiO <sub>2</sub>	52,61	64,91	50,52
TiO <sub>2</sub>	0,05	0,28	0,13
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17,61	13,66	16,73
MnO	Sp.	0,06	0,01
FeO	0,49	0,67	0,21
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,32	2,00	3,21
MgO	2,88	0,92	4,22
CaO	2,48	1,79	2,00
K <sub>2</sub> O	0,79	3,16	0,28
Na <sub>2</sub> O	0,54	1,40	0,14
H <sub>2</sub> O-	12,37	4,23	7,06
H <sub>2</sub> O+	6,16	6,12	15,76
CO <sub>2</sub>	0,06	0,08	0,08
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Sp.	—	—
S (ges.)	0,03	0,05	0,02
BaO	0,03	0,09	0,01
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Sp.	—	Sp.
V <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Sp.	—	Sp.
ZrO <sub>2</sub>	Sp.	0,02	Sp.
Cl-	Sp.	0,08	0,03
Σ	100,42	99,52	100,41
O f. Cl-	—	0,02	0,01
	100,42	99,50	100,40
si	242	385	238
al	47,8	47,7	46,4
fm	32,3	20,6	42,4
c	15,2	11,4	10,2
alk	4,7	20,3	1,4
k	0,47	0,60	0,60
mg	0,48	0,40	0,71

eingeschalteten Diabastuffe der Steinbrüche südöstlich der Einsiedelei auf dem Florianberg und oberhalb des Straßganger Friedhofes („Lienhard-Steinbruch“) wurden sehr eingehend durch J. HANSELMAYER (1958) beschrieben und hinsichtlich der Lapilli und Brocken als diabasisch und in Bezug auf die Aschen als serizitporphyroidisch und quarzporphyrisch erkannt.

Die grünen Diabastuffe (im Hangenden der violetten Pyroklastika) des Lienhard-Steinbruches wurden durch J. HANSELMAYER (1960) bearbeitet. Chemisch und petrologisch ergab sich eine uneinheitliche Genesis, petrologisch sind die grünen Tuffe den violetten gleichzusetzen.

Die violetten Tuffe wurden früher als Baustein und für die Straßenbeschotterung verwendet.

Schon seit langem sind aus dem steirischen Tertiär, besonders auch von Kohlenlagerstätten und Farberdevorkommen (z. T. alterierte) Vulkanoklastika in Form von Glastuffen und Bentoniten bekannt. A. HAUSER (1952), W. PETRASCHECK (1924, 1955) und V. MAURIN & H. FLÜGEL (1958) berichteten über sie. A. PAPP (1953) konnte sie auch in der Bohrung Pirka nachweisen. Der limnischen unterbadensischen Folge gehören im Mittleren Murtal die Vorkommen von St. Oswald, Thal, Stiwill, Eisbach, Rein und Hundsdorf bei Gratwein an. Das Ergebnis chemischer Analysen zeigt die Tabelle 23, die materialtechnischen Eigenschaften verschiedener Tuffproben die Tabelle 24. Relikte in den Bentoniten behandelte P. PAULITSCH (1953).

Nachdem F. EBNER & W. GRÄF (1982) bereits über die Verbreitung von Bentoniten und Glastuffen im steirischen Tertiär berichtet und die Geologie einzelner Vorkommen genauer besprochen hatten (Abb. 16–18), befaßten sich die gleichen Autoren 1983 mit der Frage

Tabelle 24 : Materialtechnische Eigenschaften ausgewählter Tuffproben (nach F. EBNER & W. GRÄF, 1982).

Vorkommen Nr.	Tabelle 1 Materialtechnik ausgewählter Proben	kreibig hart mürb plastisch seifig	Bruchform	Farbe	Karbonat	Montmorin	Kaolin Chlorit	Glimmer	Quarz	Glas	Feldspat	%Montmorin	Benzidintest	Ca(OH) <sub>2</sub> -Verbrauch (30d)	NH <sub>3</sub> (mg/100g)
76	Stiwill	x x		wf		■	x	x		■		21	2	-	745
81	Rein 2	x		wf	w	■		■				80	-	-	1716
81	3			g		x		x x				20	-	-	68
83	6			b		■		x x x				50	-	-	971
84	8a			w	w	■		■ ■				8	-	-	90
84	8b			b		■						-	-	-	632
88	Annateich			b		■		x x				20	-	-	632
90	Rein 9	x		w		■		x x				90	2	-	993
92	4			wg	w	■		w x				50	3	-	1106
93	1			w	w	■		x x				-	-	-	226
96	5			w	w	■		■				-	3	-	858
97	Weißerdekreuz			m											
	1	x		z	gw	■		w				80	1	18	734
	2			z	gw	■		■		w		30	2	20	300
	3	x			w	■		w w				sw	3	3	80
	4	x			w	■		x				sw	3	5	50
	5	x		z	gw	w x	x	x	■			30	2	20	280
	6	x x		z	wg	w x	x x	x	■			10	3	8	93
	7			z	g	w x	x	x			x	20	3	20	180

<b>Farbe:</b> w = weißlich g = grünlich b = bräunlich gr = grau r = rosa	<b>Bruch:</b> z = zackig m = muschelrig p = plattig	<b>Mineralgehalt:</b> ■ = >15% x = 10-15% w = <10% sw = < 5%	<b>Benzidintest:</b> 1 = ultramarin 2 = blau 3 = hellblau-grün
---	--	--	---

einer wirtschaftlichen Verwertung dieser Rohstoffe. Unter den rund hundert studierten Vorkommen erlangten neun ein gewisses wirtschaftliches Interesse, darunter auch die Lagerstätte vom Weißerdekreuz bei Rein.

Die Graphite von Oberaich bei Bruck an der Mur gehören der Nördlichen Grauwackenzone an. Proben von alten Halden wiesen einen Kohlenstoffgehalt von um 10 % auf (G. P. SCHARFE, 1981).

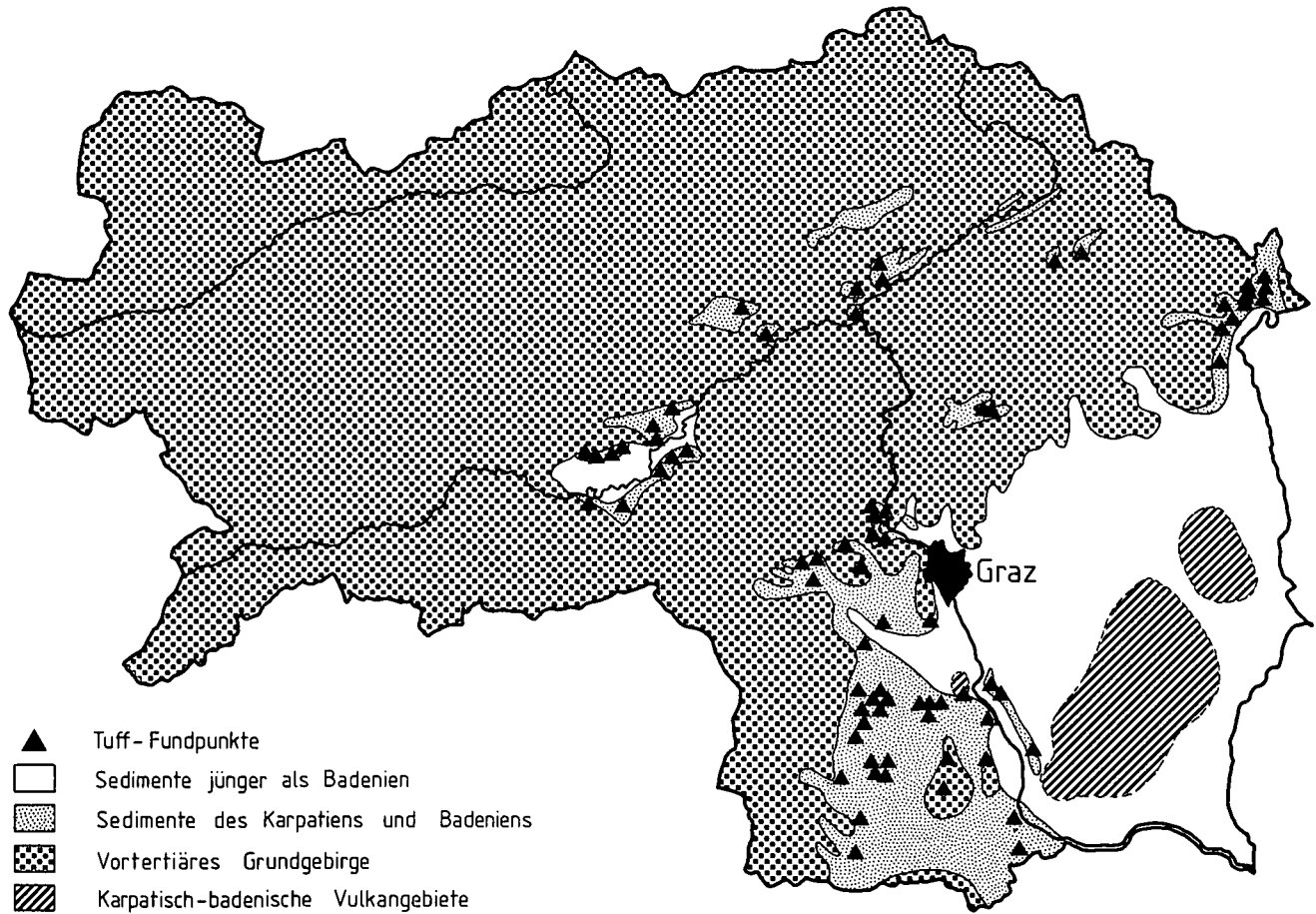
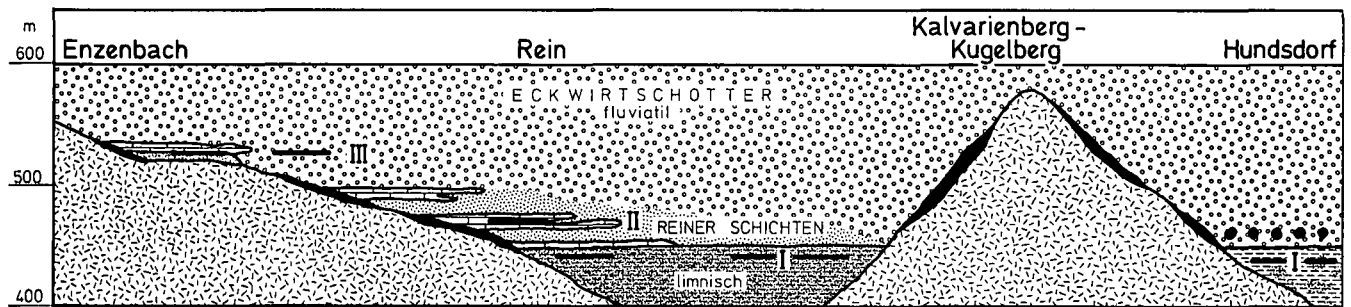


Abb. 16: Tuff- Fundpunkte in der Steiermark (F. EBNER & W. GRÄF, 1983).



LEGENDE

- Süßwasserkalke, -dolomite, Kieselkalke
- Kohlenführende Schichten
- Roterden, Eggenberger Brekzie
- Paläozoisches Grundgebirge

- Bentonitniveaus
- Kalkgeröllhorizont
- Kiese, Schotter
- Sande, Tone
- Tone

Abb. 17: Bentonit-Horizonte im Reiner Becken (F. EBNER & W. GRÄF, 1983).

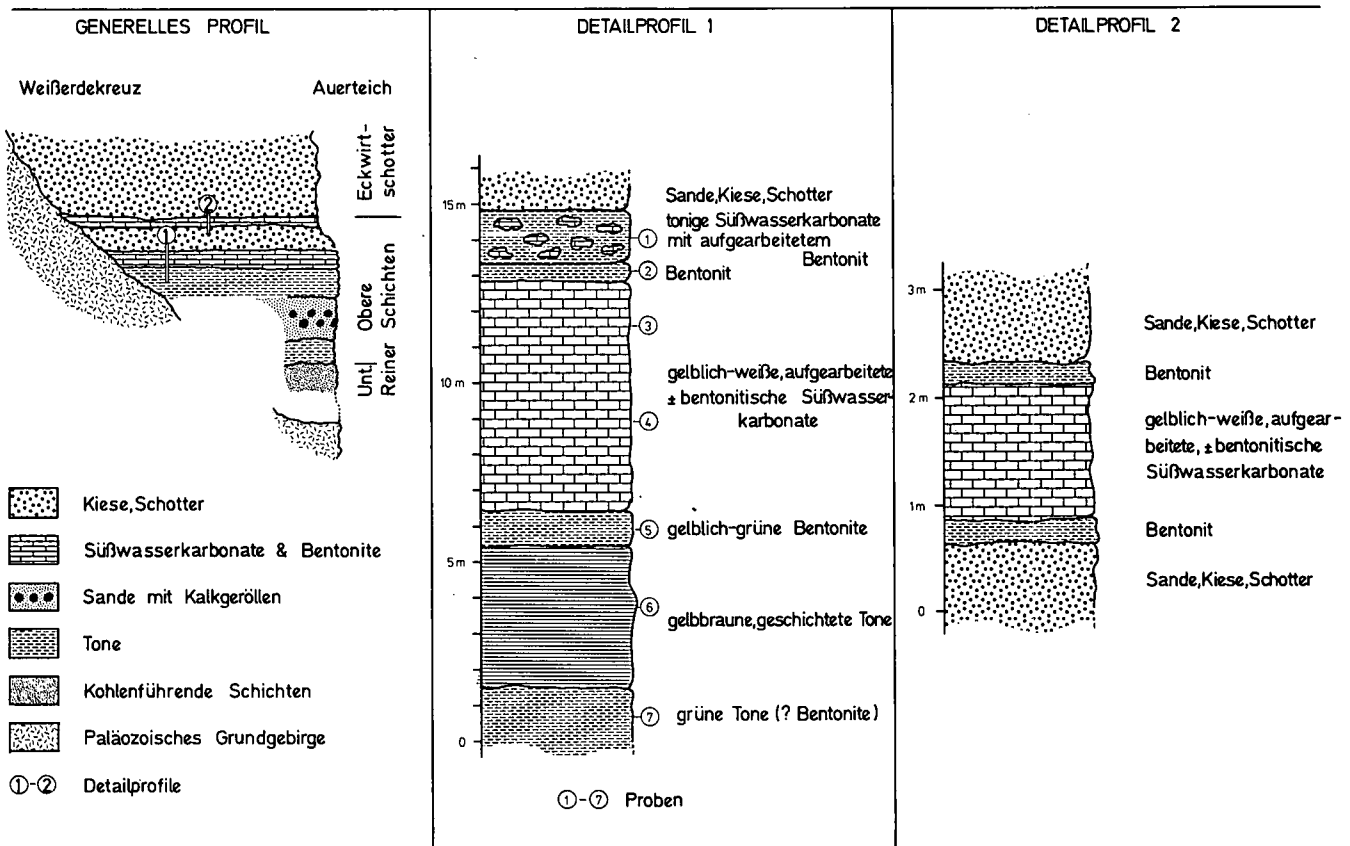


Abb. 18: Fazielle Entwicklung im Reiner Becken (F. EBNER & W. GRÄF, 1982).

In den Barrandeikalcken des Rannachgebietes gibt es – abgesehen von Illitschiefer-tonen, die jenen von Gra-z-Baierdorf ähnlich sind – Einschaltungen von Graphit-schiefern. Diese sollen seinerzeit auch bei St. Gotthard abgebaut und zur Herstellung von Schmelztiegeln verwendet worden sein (H. FLÜGEL, 1963; A. WEISS, 1973a, 1976).

Nördlich des Admonter Kogels wurde zwischen 1861 und 1877 ein 0,6–1,25 m mächtiges Graphitlager bebaut (Barbara-Grubenmaß, Schattleitens; A. WEISS, 1973a, 1976). Feuerfeste Tone bildeten das Hangende und das Liegende dieser Lagerstätte.

Schließlich wurde zwischen 1879 und 1881 ein weiteres Graphitschiefer-vorkommen in Schattleitens (Stattegg/St. Veit ob Graz) beschürft (Katharina-Grubenfeld; A. WEISS, 1976).

Nach G. P. SCHARFE (1981) dürften die Graphite einerseits an tektonisch in die Barrandeikalcke eingeklemmte Tonschiefer gebunden, andererseits (Schattleitens) den metaanthrazitisch inkohlten Schichten der Dult zuzuzählen sein.

Die größte jährliche Förderung Österreichs an Magnesit kommt aus St. Erhard in der Breitenau. Diese Lagerstätte hat die Form eines großen Körpers und mehrerer in Tonschiefern der Laufnitzdorf-Gruppe (H. GOLLNER et al., 1982) perlschnurartig aneinandergereihter Linsen.

J. RUMPF (1876) beschrieb aus der Breitenau kurz einen „Lagerstock“ und sah in diesem ein Produkt silurischer Thermen. Neben weiteren kurzen Erwähnungen bei E. HATLE (1885), F. ANGEL (1924) und E. CLAR et al. (1929) findet sich im älteren Schrifttum nur eine Arbeit W. ZSCHUCKES (1956), die über die geologische Position bzw. den Lagerstätteninhalt informieren kann.

Erst in jüngster Zeit gelang aufgrund biostratigraphischer Daten und lithostratigraphischer Vergleiche die zeitliche Eingliederung der Magnesit-Trägergesteine: Die Magnesitvorkommen am Hochlantsch-Nordabfall gehören dem mittleren Anteil der Hackensteiner-Formation, die nördlich des Breitenauer Tales der Schattleitens-Formation an. Die Trägergesteine konnten in das Silur gestellt werden (H. GOLLNER, 1985; Abb. 19, 20). Schon H. MOSTLER (1973), H. W. FLÜGEL (1975a) und J. G. HADITSCH & H. MOSTLER (1978) hatten für die Trägergesteine ein hochsilurisches bis devonisches Alter angenommen (Abb. 21).

Es gibt noch keine eingehende Bearbeitung der Magnesitvorkommen des Breitenauer Tales. Das Gefüge wurde zwar von E. CLAR (1931, 1954), W. PETRASCHECK (1932) und H. FLÜGEL (1951a) bearbeitet, chemische Analysen sind bei K. R. V. HAUER (1867), H. FLÜGEL et al. (1964) und H. W. FLÜGEL (1975a) wiedergegeben, auch lieferte W. ZSCHUCKE (1956) weitere Angaben über den Chemismus der beiden wichtigsten Magnesit-Sorten, doch fehlt bislang eine umfassende moderne lagerstättenkundliche Erfassung dieser auch für die Erklärung der Genese anderer ostalpiner Magnesitvorkommen wichtigen Lagerstätte. Jedenfalls ist die pelagische Fazies der Lagerstättenumgebung ein starkes Argument gegen eine syngenetisch-sedimentäre Bildung des Breitenauer Magnesites.

Die Magnesite der Breitenau liegen als Metasome unterschiedlichen Alters vor: die grauen, feinkörnigen Magnesite sind offenbar älter als die weißen, gröberspätigen. Für die metasomatische Verdrängung des Paläosoms wird mit O. M. FRIEDRICH (1975) spätvariszisches oder frühalpidisches Alter angenommen.

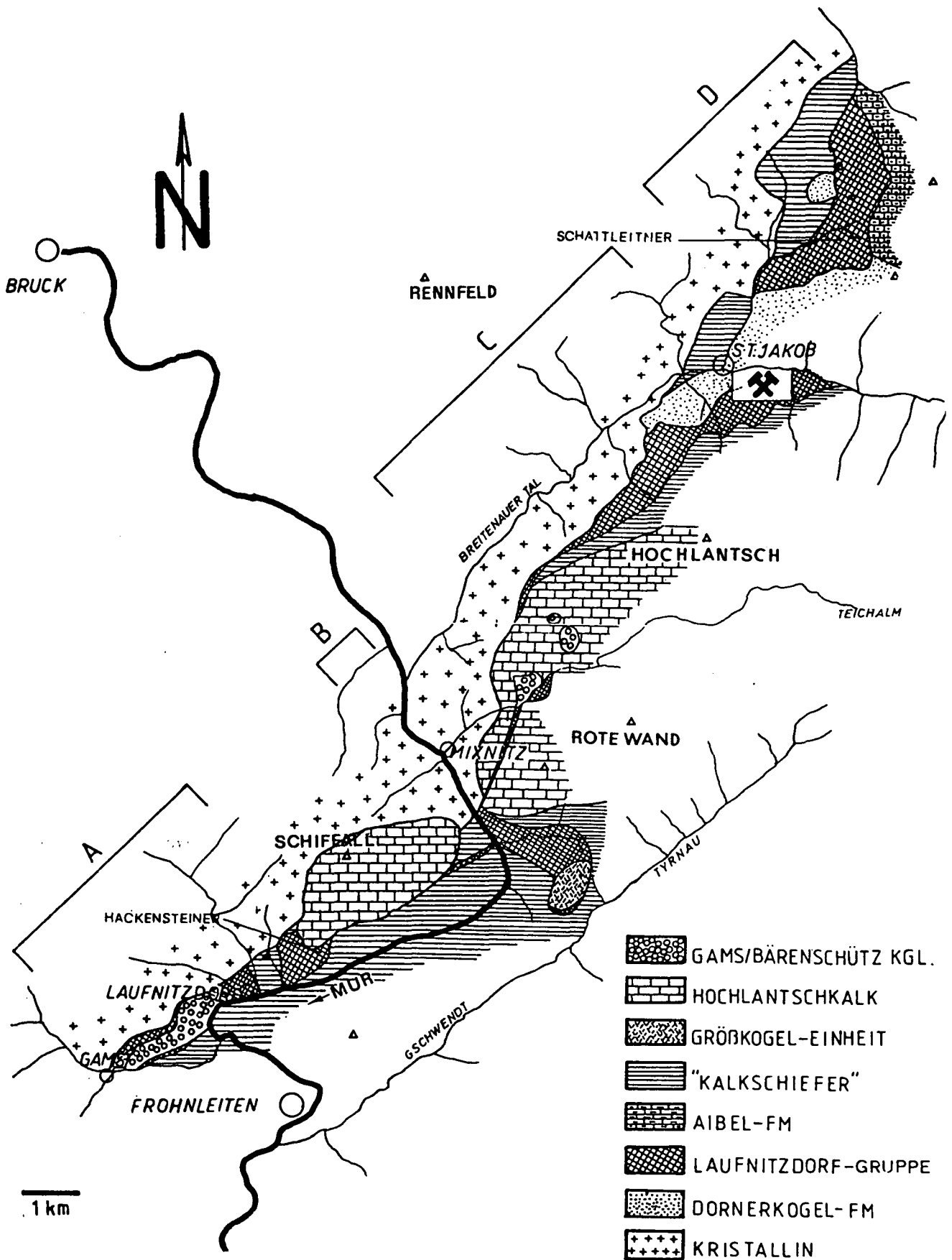


Abb. 19: Geologische Übersichtskarte über die Verbreitung der Laufnitzdorf-Gruppe (H. GOLLNER et al., 1982).

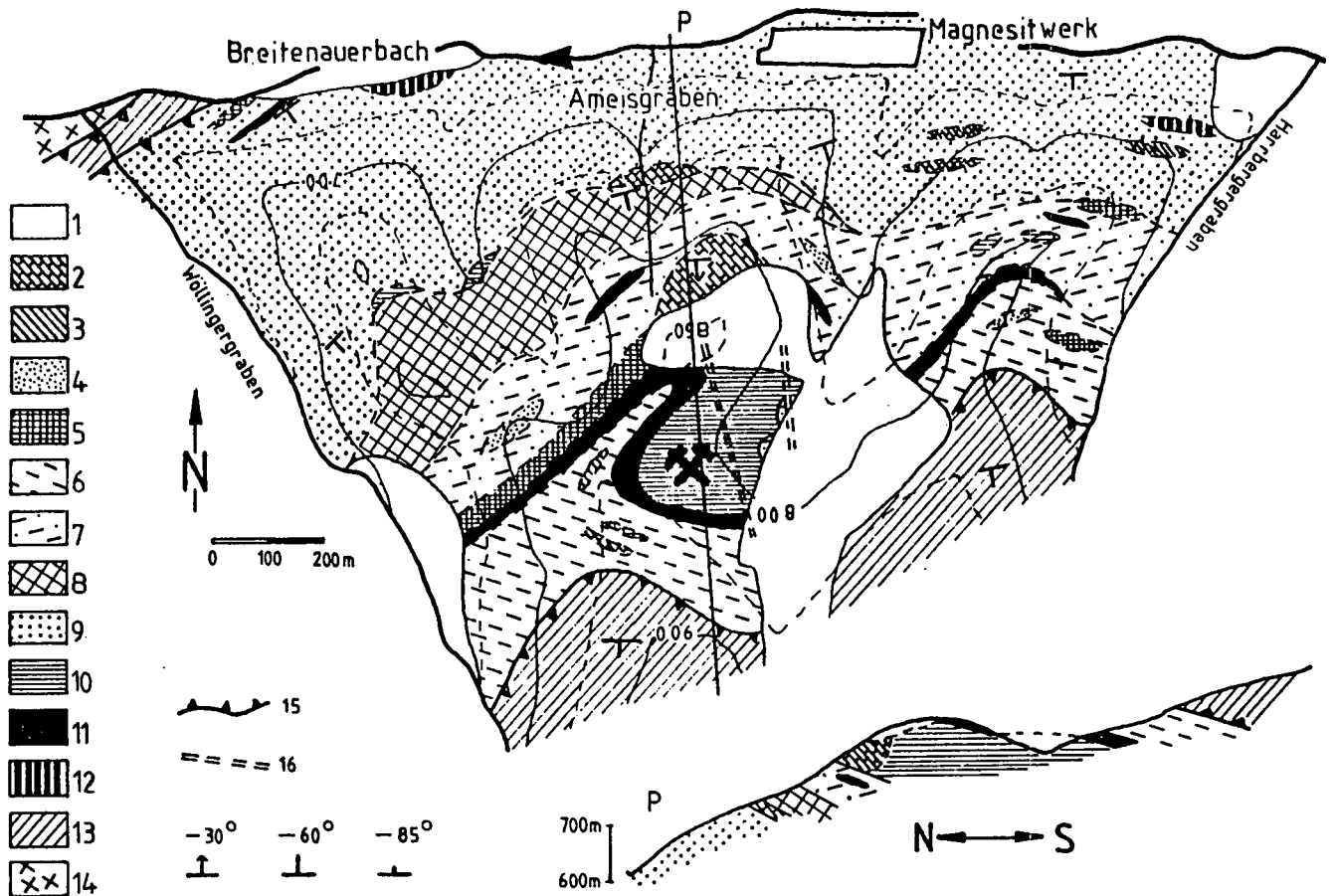


Abb. 20: Geologische Karte und Profil (P) am Hochlantsch, Nordabfall im Bereich der Magnetitlagerstätte Breitenau (H. GOLLNER et al., 1982).  
 1 = Hangschutt, Halde; 2 = Kalk; 3 = Dolomit; 4 = Sandstein; 5 = Lydit; 6 = Tonstein (oberer Anteil der Hackensteiner-Formation); 7 = Tonstein (mittlerer Anteil); 8 = Lydit/Tonstein-Wechselfolge; 11 = Metatuffit; 12 = Metabasit; 13 = Kalkschiefer-Folge; 14 = Kristallin; 15 = Überschiebung; 16 = Störung.

H. HAAS (1953) untersuchte die Begleitelemente in rhomboedrischen Karbonaten, Sulfiden und Silikaten, darunter auch die des Breitenauer Magnesites. Das dabei nachgewiesene Si führte H. MEIXNER (1953) auf Paläosom-Relikte zurück.

Im Gegensatz zu vielen anderen ostalpinen Magnetitlagerstätten, bei denen das Magnesium aus organogenen Quellen stammen könnte (J. G. HADITSCH & H. MOSTLER, 1978), könnte dieses in der Breitenau auf die dort verbreitet vorkommenden Vulkanite zurückgehen (Abb. 22).

Angesichts der großen wirtschaftlichen Bedeutung des Breitenauer Magnesites – die jährliche Förderung liegt, wenngleich sie in jüngster Vergangenheit etwas zurückging (N. N., 1984), durchschnittlich bei 500.000 t – und der Bedeutung, die dieser Lagerstätte bei der Klärung genetischer Fragen zukommt, wäre eine gründliche lagerstättenkundliche Bearbeitung der Breitenauer Vorkommen dringend anzuraten.

Noch um die Jahrhundertwende waren Dolomite wichtige Rohstoffe für unsere Glashütten. So belieferte damals beispielsweise ein Dolomitbruch des Plabutsch die Glasfabrik in Graz-Gösting.

J. A. IPPEN (1894) und H. W. FLÜGEL (1975a) brachten chemische Analysenwerte des Dolomits des Grazer Schloßberges. Die Petrographie und der Chemismus der Dolomite des Plabutsch-Buchkogel-Zuges (Straßgang, Karolinenhof, Hubertushöhe, Einsiedelei, Ölberg-Westfuß) wurden durch J. HANSELMAYER (1950, 1952)

untersucht. Dabei stellte sich bei der Analyse eines hellen Dolomits vom Karolinenhof (Plabutsch-Osthang) und eines blauen vom Steinbruch südsüdöstlich des Gasthofes „Feliferhof“ (Ölberg-Westhang) die wesentlich größere Reinheit des dunkleren gegenüber den helleren Dolomiten des Karolinenhofes und des Grazer Schloßberges (J. A. IPPEN, 1894) heraus (J. HANSELMAYER, 1950).

In einem Luftschutzstollen des Grazer Schloßberges wurde eine spurenhafte Kupferkies-Kupferglanz-Mineralisation und, dieser benachbart, ein ebenfalls unbedeutendes Kryptomelan-Vorkommen angefahren (H. HERITSCH et al., 1951). Die Cu-Mineralisation liegt in einem spätigen, weißen, hochreinen Dolomit, der einem hellgrauen, dichten eingeschaltet ist.

Die Genese der hellen und dunklen Dolomite wurde durch A. FENNINGER (1975) anhand mehrerer Profile (am Pfaffenkogel bei Stübing bzw. am Eichberg – zwischen der Kanzel und Graz-Weinzödl gelegen – und in Rein) untersucht und dabei auch die Dolomitsandsteine als Barrierensedimente und die Kalkschiefer als Ablagerungen des offenen marinen Faziesraumes erkannt.

Ein Hinweis auf einen Dolomitsteinbruch bei Gratkorn (Eggenfeld) findet sich bei H. MENSINK (1953).

Die Ergebnisse einer materialtechnischen Prüfung des Seiersberger Dolomits sind bei A. HAUSER & H. URREGG (1951a) wiedergegeben.

Dolomitsandsteine spielen heute als Hartgesteine eine gewisse Rolle im Bauwesen. Sie wurden sei-



ANIS SKYTH	An Salinar gebundenes MgCO <sub>3</sub>								
ZECHSTEIN	<input checked="" type="checkbox"/> Kaswassergraben <input checked="" type="checkbox"/> Hall <input checked="" type="checkbox"/> MgCO <sub>3</sub> Konkretionen d. permischen Tonschiefer (Tiroal / Salzburg)								
ROTLIEGENDES									
STEFAN									
WESTFAL									
NAMUR									
WISE									
TOURNAI									
to - to VI									
GIVET									
EIFEL									
EMS									
SIEGEN									
GEDINNE									
LUDLOW									
WENLOCK									
LLANDOVERY									
Zeit Ort	Entachen-A.	Inschlag-A.	Ofenberg	Spießnägell	Tux	Breitenau	Veitsch	Oberdorf	Sunk

Abb. 21: Stratigraphische Position der Magnesitlagerstätten der Ostalpen (J. G. HADITSCH & H. MOSTLER, 1979).

nerzeit in mehreren Brüchen zwischen Graz-Gösting und Straßgang hereingewonnen (Abb. 23). Ihr Gefüge kann einer Arbeit H. FLÜGELS (1953b) entnommen werden.

Ein charakteristisches Profil durch die Dolomit-Sandstein-Folge ist im Steinbruch bei der Kote 399 im Göstingbachgraben (Graz) aufgeschlossen. Es wurde seinerzeit durch J. G. HADITSCH (1958) aufgenommen und durch F. EBNER et al. (1980) neuerlich diskutiert.

Richtzahlen und Prüfwerte für einen (heute noch bebauten) Dolomitsandstein sind in der Tabelle 25 festgehalten, die Korngröße und der Mineralbestand des Dolomitsandsteins in der Tabelle 26.

Auf der Teichalm dienten seinerzeit Quarzite als Rohstoffe für die dortige Glaserzeugung.

Schon seit altersher werden im Mittleren Murta Kalk abgebaut: Schon im Baumaterial einer der größten Villen des ausgehenden 3. Jahrhundert n. Chr., die in Forst/Thalerhof ausgegraben wurde, fanden sich ein Kalkstein und ein Dolomit, die vom Buchkogel-Florianiberg-Zug stammen könnten (A. ALKER, 1957).

Es gibt eine große Anzahl von Steinbrüchen, die früher hauptsächlich Bau- und Werksteine lieferten, heute aber zum größten Teil stillliegen: A. HAUSER & H. URREGG (1950b) nannten allein für den Plabutsch-Buchkogel-Zug 57 Steinbrüche, A. KUNTSCHNIG (1937) gab für den verhältnismäßig nur kleinen Raum Plabutsch – Kollerkogel 37 Brüche an, von welchen allein 14 in den Pentameruskalken (Barrandei-Kalken) lagen und nur 2 (in der Dolomit-Sandstein-Folge) in Betrieb waren. Die beste Übersicht über die seinerzeitigen Gewinnungsstätten und die abgebauten Rohstoffe gewinnt man aus den Arbeiten von H. FLÜGEL (1951b), H. W. FLÜGEL (1975a) und A. HAUSER & H. URREGG (1949b, 1950a, 1950b). Weitere Hinweise gibt es bei E. CLAR (1933), H. FLÜGEL et al. (1964), J. HANSELMAYER (1954), F. ROLLE (1856a), A. SCHÄFER (1937), A. KHOSROVI-SAID (1962), A. SCHOUPPE (1946) u. a.

Tabelle 25: Richtzahlen für Quarzite und quarzitisches Sandsteine und Mittelwerte der Prüfung des Dolomitsandsteins des Bruches Just in Graz-Gösting (nach A. HAUSER & H. URREGG (1952)).

		Richtzahlen für Quarzit und quarzitisches Gesteine; DIN DVM 2100	Bruch Just in Gösting
Raumgewicht in kg/cm <sup>2</sup>		2,6 – 2,65	2,73
Wasseraufnahme nach DIN DVM 2103	Gew.-%	0,2 – 0,5	0,41
	Raum-%	0,4 – 1,3	1,1
Druckfestigkeit in kg/cm <sup>2</sup>	lufttrocken	1200 – 3000	2720
	wassergesättigt	—	2530
	ausgefroren	—	2730
Anzahl der Schläge bis zur Zerstörung		8 – 15	16
Abnützung durch Schleifen (Verlust in cm <sup>3</sup> auf 50 cm <sup>2</sup> )		7 – 8	11,3
Raumgewicht des Schotters (t/m <sup>3</sup> )		1,25 – 1,35	1,34
Widerstandsfähigkeit von Schotter gegen Druck und Schlag	Druck, Straßenbau, Durchgang durch das 10 mm-Lochsieb	16 – 30	22,5
	Schlag, Straßenbau, Durchgang durch das 10 mm-Lochsieb	10 – 20	15
	Schlag, Gleisbettung, Zertrümmerungsgrad	0,8 – 1,1	0,77
Haftfestigkeit	Bitumen	—	6
	Teer	—	7

M. DEVON	Givet	varcus-Zone
	Eifel	c. costatus-Zone

SILUR	U. DEVON	Prag. Zlichov.	gronbergi-Zone	
			dehiscens-Zone	
		Lechkovian	pesavis-Zone	
			delta-Zone	
		Ludlovian	eosteinhornensis-Zone	
	siluricus-Zone			
	ploeckensis-Zone		?	
	Wenlockian	sagitta-Zone		
amorpho-gnathoides-Zone				

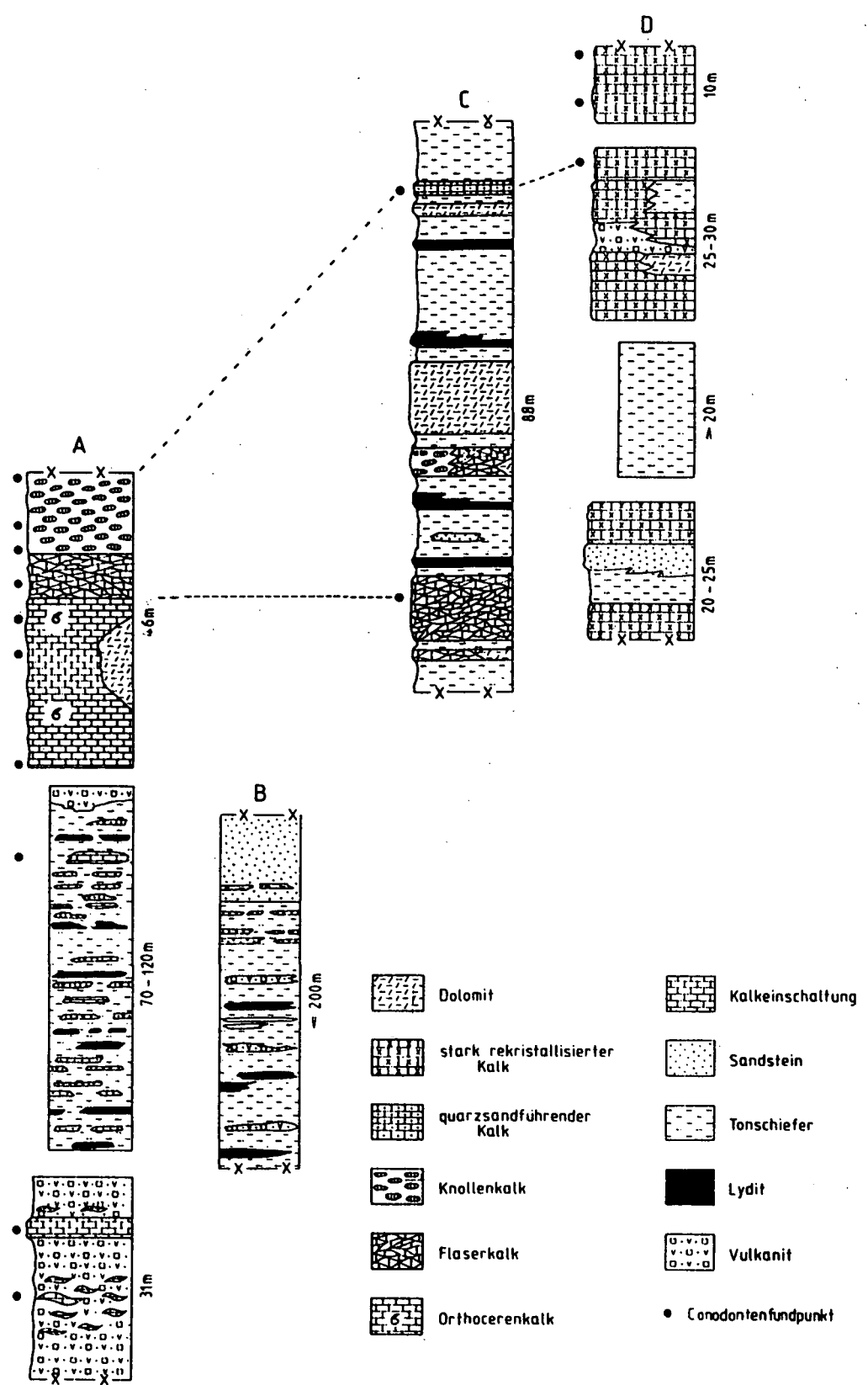
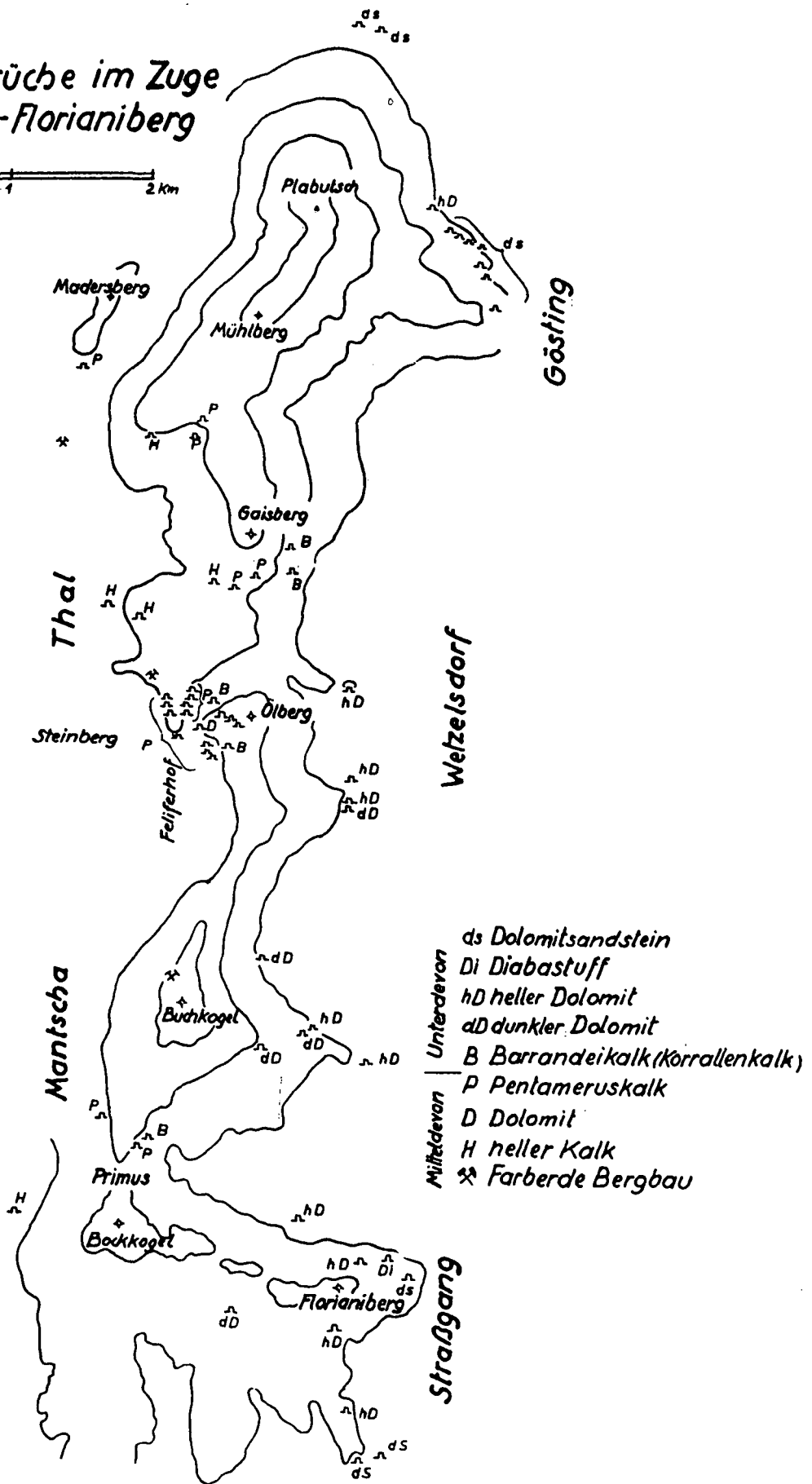
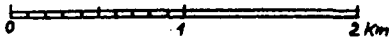


Abb. 22: Laufnitzdorf-Gruppe: Lithosäulen der Profile A – D (H. GOLLNER et al., 1982).

# Steinbrüche im Zuge Plabutsch-Florianiberg



- ds Dolomitsandstein
  - Di Diabastuff
  - hD heller Dolomit
  - aD dunkler Dolomit
  - B Barrandeikalk (Korallenkalk)
  - P Pentameruskalk
  - D Dolomit
  - H heller Kalk
  - x Farberde Bergbau
- Unterdevon  
 ———  
 Mitteldevon

Abb. 23: Steinbrüche im Plabutsch-Florianiberg-Zug (A. HAUSER & H. URREGG, 1950b).

**Tabelle 26: Korngröße und Mineralgehalt des Dolomitsandsteins (in Vol.-%; H. FLÜGEL, 1953b).**

Quarz	Dolomit	Restminerale	Korngröße des Quarzes [mm]		
			über 0,25	0,1–0,25	unter 0,1
51,4	44,85	3,75	33	67	—
51,5	44,55	3,95	—	50	50
61,3	36,7	2,0	33	60	7
29,3	60,3	10,4	30	70	—
44,4	55,6	—	30	70	70
59,3	37,2	3,5	30	70	—
62,9	34,85	2,25	—	40	60
53,0	46,0	1,0	10	60	30
Mittelwerte:			17,6(±15)	57,9(±10,1)	24,5(±23,5)

Der heute wirtschaftlich wichtigste unter diesen Kalken ist der Schöckelkalk, der zur Herstellung von Branntkalk und Zement und als Material für den Straßen- und Siedlungsbau abgebaut wird. Die größten Schöckelkalk-Brüche liegen in Peggau, bei Stattegg, Neustift, Fölling (Maria-Trost) und St. Radegund.

Der Schöckelkalk kann hinsichtlich seiner Körnigkeit und Textur unterschiedlich aufgebaut sein, verschiedene Farben und Mineralzusammensetzungen zeigen. An störenden Mineralen sind Pyrit, Limonit, Quarz und Graphit zu nennen.

Neben Steinbrüchen im Schöckelkalk bestehen noch solche in Kalkschiefern (im Schremsgraben, in der Breitenau an der Straße auf das Straßbeck), Barrandei-Kalken, Kanzel-, Steinberg- und Sanzenkogel-Kalken (2 Steinbrüche zwischen Graz-Andritz und Gratkorn).

Über Untersuchungen an Schöckelkalken und Versuchen mit ihnen informieren die Tabellen 27 und 28, H. H. HÜBL (1942b), A. HAUSER & H. URREGG (1949b, 1950), H. URREGG (1942), O. W. BLÜMEL & P. PAULITSCH (1953), H. W. FLÜGEL (1975a) und H. SEELMEIER (1942).

Für die Verwendung von Kalken in der chemischen Industrie ist deren Reinheit, besonderes ihre Armut an Mg und Fe, entscheidend. Dabei bestand lange eine Unsicherheit darüber, in welcher Form die Schadkomponenten (-elemente) vorlägen. Dieser Frage wurde durch J. HANSELMAYER (1951a) mit zwei Proben oberdevonischer bunter Flaserkalkes des Gaisberges, die chemisch und mittels Dünnschliffen untersucht wurden, nachgegangen. Durch diese Untersuchungen zeigte sich, daß in diesen Gesteinen Dolomit als eigene Phase offenbar erst bei einer MgO-Konzentration von über 0,9–1,4 Masse-% (genauer: bei über 4,0–6,6 Masse-% Dolomit im Kalkstein) auftritt. Für geringere Magnesia-Konzentrationen nahm HANSELMAYER einen Einbau des Mg in das Calcitgitter an.

**Tabelle 27: Chemische Analysen devonischer Kalke des Grazer Paläozoikums (H. W. FLÜGEL, 1975a).**

1 = Schöckelkalk, Weizklamm (H. HÜBL, 1942b); 2 = Schöckelkalk, Einödgraben (H. HÜBL, 1942b); 3 = Schöckelkalk, Peggau (O. W. BLÜMEL, 1953); 4 = Kanzelkalk, Pailgraben (E. NEUWIRTH, 1950); 5 = Hochlantschkalk, Kälberanger (F. MACHATSCHKI, 1929); 6 = Hochlantschkalk, Höllgraben (F. MACHATSCHKI, 1929); 7 = Hochlantschkalk, Drachenhöhle (F. MACHATSCHKI, 1925); 8 = Steinbergkalk, Gaisberg (J. HANSELMAYER, 1951a); 9 = Steinbergkalk, Gaisberg (J. HANSELMAYER, 1951a); 10 = Kalkschiefer, Weiz (H. HÜBL, 1942b).

Analysenwerte in Gew.-%.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Unlöslich	0,67	0,86	0,61	0,39	0,51	9,76	0,69	1,57	7,15	8,83
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	—	0,45	—	—	0,07	—	0,81	0,30	1,70
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,30	0,34	0,46	—	0,17	0,68	—	1,03	1,11	0,70
MnO	—	—	—	—	—	—	—	—	0,04	—
MgO	0,22	0,14	Sp.	—	0,21	0,10	0,09	1,38	0,39	0,45
CaO	55,42	54,98	55,30	55,35	55,29	49,18	55,52	52,76	50,86	48,84
CO <sub>2</sub>	43,82	43,40	43,61	43,96	43,67	38,76	43,72	42,73	40,19	38,19
C	—	0,54	—	—	—	—	—	—	—	0,55
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	—	—	—	—	—	0,01	0,01	—	—	—
H <sub>2</sub> O	0,35	0,10	—	0,09	0,38	1,02	0,25	0,04	0,08	0,32
Σ	100,78	100,36	100,43	99,79	100,23	99,58	100,28	100,32	100,12	99,58

**Tabelle 28: Mittelwerte technischer Prüfungen von Gesteinen des Grazer Berglandes nach A. HAUSER & H. URREGG (nach H. W. FLÜGEL, 1975a).**

	Raumgewicht in g/cm <sup>3</sup>	Wasseraufnahme nach DIN DVM 2103		Druckfestigkeit in kg/cm <sup>2</sup>		
		Gew.-%	Raum-%	lufttrocken	wassergesättigt	ausgefroren
Schöckelkalk, Kollerlmichl-Bruch	2,69 – 2,76	0,18	0,48	1190 – 1810		
Schöckelkalk, Peggau	2,71 – 2,72	0,21	0,56	+ 1230    1060	+ 1020    980	+ 1060    1030
Schöckelkalk, Köflach	2,71	0,19	0,51	1360		
Barrandei-Kalk, Gaisberg				600 – 700		
Barrandei-Kalk, Schattleitens	2,72	0,25	0,68	1330		
Kanzelkalk, Schattleitens	2,72	0,28	0,76	1530		
Steinbergkalk, Steinberg	2,69	0,3	0,8	1800 (?)	1300	
Kalkschiefer, Schrems	2,72 – 2,73			1100 – 1700		
Dolomit, Seiersberg	2,82 – 2,86	0,12 – 0,15	0,26 – 0,34	2500 – 2510	2540 – 2660	2180 – 2430
Dolomit, Gösting	2,8	0,26	0,72			

J. HANSELMAYER (1953) untersuchte auch den Schwefelgehalt in Dolomiten und Kalken (d. h. im Schöckelkalk und in Flaserkalken).

Von F. EBNER (1984) stammt eine sehr eingehende Darstellung steirischer karbonatischer Dekor- und sonstiger Nutzgesteine, darunter der Schöckel-, Barrandei-, Kanzel-, Steinberg- und Sanzenkogel-Kalke.

E. J. ZIRKL (1981) brachte Beispiele für die seinerzeitige Verwendung von Gosau-Gesteinen (Bitumenmergel, Zementmergel, Quarzsandsteine, Konglomerate) im Bauwesen. Unter diesen Gesteinen spielten die Kalkmergel (mit 65–83 % CaCO<sub>3</sub>), die bei St. Bartholomä z. T. untertage abgebaut wurden, als Rohstoffe für die einstige Judendorfer Zementfabrik eine besondere Rolle. Härtere Gosaukalkbänke wurden früher als Bausteine geschätzt (A. HAUSER & H. URREGG, 1950a; H. W. FLÜGEL, 1975a).

Vereinzelt wurden seinerzeit auch Breccien (Eggenberger Breccie: Eggenberg, Rein) und Konglomerate (Gamskonglomerat: Gamsgraben) abgebaut (A. HAUSER & H. URREGG, 1951a; H. W. FLÜGEL, 1975a).

Schließlich sollte noch der Alaunschiefer gedacht werden, deren Abbaue hinsichtlich ihrer Lage, ihres Umfangs und ihrer Zeitdauer nicht genau bekannt sind, die aber um das Jahr 1810 in Gschwendt (Kleinsammering?), möglicherweise auch auf der Platte (Graz) und an anderen Orten in eisenkiesreichen Schiefen umgingen, aber wohl nie in besonderer Blüte standen (A. WEISS, 1973a).

Die Abbildung 15 zeigt eine Gliederung des Neogens der Grazer Bucht, das als Träger vieler Rohstoffvorkommen eine große Bedeutung hat.

Zu den ältesten Rohstoffen dieses Neogens zählen die schon früher erwähnten Braunkohlen und die auch schon genannten Tuffe und Bentonite. Dem Neogen gehören aber auch viele der im Mittleren Murtal verbreite-

ten Lockergesteine – Schotter, Sande, Schluffe, Tone, Schiefertone, Lehme – an, die in einer Unzahl von meist kleinen Gruben gewonnen wurden. Viele dieser einstigen Abbaustätten wurden inzwischen (in der Regel unsachgemäß) mit Abfallstoffen (vor allem Haushalts- und Gewerbemüll) verfüllt, begrünt („rekultiviert“) und sind heute im Gelände nicht mehr erkennbar. Da auch viele der einstigen Schotterabbaue behördlich nicht genehmigt waren, kaum Veröffentlichungen existieren und auch unveröffentlichte Unterlagen fehlen, ist es unmöglich, eine umfassende Darstellung der Gewinnungsstätten zu geben. Einen guten Überblick über die älteren Abbaue gewinnt man aus der Karte H. FLÜGELS (1951b).

In der Steiermark sind die hochwertigen Schottervorkommen an die ausgedehnten Talschaften, besonders an das Murtal, gebunden. Die größten Schotterlagerstätten gibt es im Grazer und im Leibnitzer Feld, d. h. im Bereich der känozoischen Terrassen. Wegen dieser extremen Standortgebundenheit der hochwertigen Schottervorkommen muß auch fallweise auf schlechtere zurückgegriffen werden. Als solche bieten sich im Raume des Mittleren Murtales jungtertiäre Lagen an.

Eine geschlossene Darstellung der jungtertiären Vorkommen liegt durch die Arbeit K. KOLLMANN (1964) vor. Weitere diesbezügliche Veröffentlichungen stammen von A. WINKLER v. HERMADEN (1957), H. FLÜGEL & H. HERITSCH (1968), J. HANSELMAYER (1959a, 1959b, 1966, 1968, 1979) und J. HANSELMAYER & T. KOTSIS (1976).

Im Mittleren Murtal wurden und werden von den globklastischen Lockersedimenten aus dem Jungtertiär hauptsächlich (bzw. nahezu ausschließlich) Kirchberger, Karnerberg- und Schemerlschotter – alle dem Unterpannon C zugehörig – abgebaut (Abb. 24). Diese vielfach selbst auch schlecht klassierten Schotter ent-

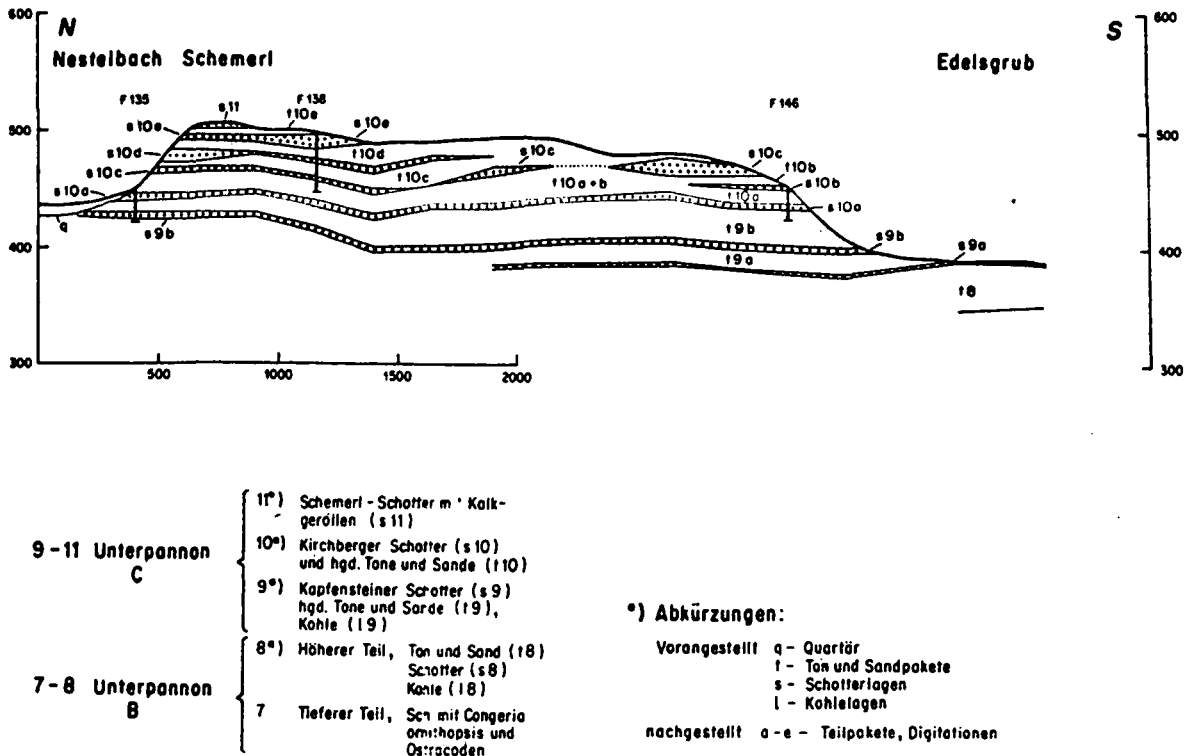


Abb. 24: Schotterlagen des Unterpannons des Steirischen Beckens (K. KOLLMANN, 1964; modifiziert).

halten häufig feinerkörnige Lagen. Zudem treten zwischen den einzelnen Schotterhorizonten auch eigene Zwischenserien aus Feinsedimenten auf. Diese wurden auch durch O. W. BLÜMEL (1952), J. HANSELMAYER (1979) und J. HANSELMAYER & T. KOTSIS (1976) granulometrisch und mineralogisch untersucht.

Eine Arbeit J. HANSELMAYER's (1959b) wies für die pannonen Schotter der Platte (Graz) das völlige Fehlen von Karbonatgesteinen und die Herkunft vieler Gesteinstypen aus dem Gleinalmkern und von dessen Hülle nach. Auch eine ähnliche Untersuchung gleichaltriger Schotter von der Laßnitzhöhe zeigte, daß ganze Gesteinsgruppen (z. B. Eklogite, Amphibolite, Diabase, Dolomite, alte Sandsteine), wie sie aus dem möglichen näheren Einzugsgebiet bekannt sind, nicht in den Schottern vorkommen (J. HANSELMAYER, 1959a).

J. HANSELMAYER & T. KOTSIS (1976) behandelten anhand einer Probe von der Grube Edelsbrunner in Holzmannsdorfberg, über deren Geröllinhalt und Kornsortenbestand J. HANSELMAYER (1968) schon berichtet hatte, einen Feinsand des Karnerberg-Schotter-Niveaus hinsichtlich seines Mineralbestandes und Schwermineralgehaltes.

In einer weiteren Arbeit wurden die Feinsedimente des Pannon C eines größeren Gebietes (Hönigthal – Holzmannsdorf) granulometrisch und im Hinblick auf deren Schwermineralgehalt untersucht (J. HANSELMAYER, 1979).

Gegenüber diesen pliozänen Schotter- und Sandvorkommen spielen die miozänen, wie sie etwa auch in der

Bohrung von Pirka (A. PAPP, 1953) durchteuft wurden, im Mittleren Murtal keine wesentliche Rolle.

Die qualitativ besseren Schotter entstammen jungpleistozänen (Würm) und holozänen Terrassen. Die quartäre Entwicklung des hier zu behandelnden Raumes wurde durch H. FLÜGEL (1960) und A. WINKLER v. HERMADEN (1955) geschildert. Beschreibungen einzelner Terrassen finden sich bei E. CLAR (1938), H. FLÜGEL (1960), J. G. HADITSCH (1958, 1963/64), J. HANSELMAYER (1963, 1974, 1975) und J. HANSELMAYER & T. KOTSIS (1974). Der granulometrische und mineralogisch-petrographische Aufbau dieser Terrassensedimente kann den Tabellen 29 und 30 entnommen werden.

Über den Aufbau der Würmterrassen gibt es mehrere Arbeiten: J. HANSELMAYER (1963, 1974, 1975) behandelte die gesteinsmäßige Zusammensetzung der Schotter von Friesach, Graz (Brucknerstraße) bzw. Frohnleiten und J. HANSELMAYER & T. KOTSIS (1974) untersuchten die Korngrößenverteilung und den Mineralbestand zweier Feinsedimentproben aus der Würmterrasse der Brucknerstraße (Tab. 29). Schließlich ist in diesem Zusammenhang die Arbeit H. FLÜGEL's (1960; Tab. 30) zu nennen.

Rezente Murschotter und -sande wurden durch O. W. BLÜMEL (1952) untersucht. Vom gleichen Verfasser stammt auch eine Erkundung eines schotterig-sandigen Sedimentes der Grazer Murterrasse im Hinblick auf eine mögliche Nutzung dieses Lockergesteins als Betonzuschlagstoff (O. W. BLÜMEL, 1957).

Die heimischen Ziegeleien bauten neogene und pleistozäne Vorkommen ab. In jungtertiären Ablagerungen gingen Lehmabbau in Graz-Andritz, Waltendorf, St. Peter, Thal, Rein und Hundsdorf bei Gratwein um, Ziegelwerke in Fölling, Eggersdorf, Messendorf, St. Stefan bei Gratkorn, Frohnleiten und die Ziegelei Baltl in Graz-St. Peter bauten pleistozäne Terrassenlehme ab. Eine Ziegelei in Neustift (Tondolo) verarbeitete sarmatische Tone und pleistozäne Terrassenlehme (A. HAUSER, 1952, 1954, H. W. FLÜGEL, 1975a).

In der Ziegelei Wolf (Graz-Andritz) waren unter pannonen Schottern limnische obersarmatische Tone aufgeschlossen.

Analoge Vorkommen mit bläulichen Schiefertönen gab es in der Ziegelei Eustacchio (Graz-St. Peter) und im Tiefernitzgraben bei Premstätten.

Weitere Einzelheiten über derartige feinkörnige Sedimente brachten auch F. ANGEL (1965), J. HANSELMAYER (1951b) und A. HAUSER (1952, 1954).

J. G. HADITSCH & F. LASKOVIC (1974) untersuchten die Rohstoffe von sechs steirischen Ziegeleien, davon von zwei des Mittleren Murtales (Premstätten, Wundschuh). Das Ergebnis der chemischen Analyse wird in der Tabelle 31 und das der röntgenographischen in Tabelle 33 wiedergegeben. Die sich aus der granulometrischen Analyse ergebenden Sediment-Formeln zeigt die Tabelle 32.

Das si-ro-al-Diagramm (Abb. 25) gibt ein anschauliches Bild von der chemischen Ähnlichkeit der verschiedenen Ziegeleirohstoffe (die Proben Premstätten 5, Wundschuh 4, Gleinstätten 4 und Gasselsdorf 3 zeigen das jeweilige Pressenmaterial).

Die Darstellungen zeigen, daß sowohl Premstätten und Wundschuh als auch die zum Vergleich angeführten Lagerstätten von Gleinstätten und Gasselsdorf – alle Vorkommen liegen in pleistozänen Terrassenlehmen – zwar Korngrößenmäßig relativ stark variabel auf-

**Tabelle 29: Gesteinsbestand der Schotter des Pannon und des Würmglazials (J. HANSELMAYER, 1975).**

	Würmglazial Friesach-Gratkorn, Don Bosco, Brucknerstraße- Graz, Stocking-Wildon	Pannon Schemerl-Schotter, Karner- berg-Schotter, Kirchberger Schotter, Kapfensteiner Schotter
Granitoide Gerölle	30 bis 40 %	15 bis 30 %
Pegmatite, schriftgr.	selten	häufig
Quarzporphyre	—	+
Amphibolite	+	—
Hornblende- Garbenschiefer	+	—
Fleckengrünschiefer	+	—
Dunkle Antigorite	+	—
Hornsteine	—	+
Dolomite	+	—
hellgrau, grau	+	—
Aus „Erzführendem Kalk“	+	—
Quarzfelsbeteiligung	bis 15 %	30 bis 60 %

**Tabelle 30: Steinfelder Terrasse: Korngrößenverteilung [%] (H. FLÜGEL, 1960).**

	Wetzelsdorf 1	Wetzelsdorf 2	Weinzödl	Münzgraben	Don Bosco
18–25 mm	25,9	19,2	20,1	16,8	14,8
10–18	22,8	20,2	16,2	22,0	22,6
9–10	4,4	2,4	3,1	2,8	5,4
7–9	6,0	5,2	5,7	8,0	9,0
5–7	6,5	6,4	7,9	8,8	11,1
4–5	3,5	3,4	5,3	4,0	6,3
3–4	3,8	4,2	4,8	3,4	4,2
2–3	3,3	4,1	4,7	2,9	2,8
1–2	5,4	6,7	5,3	3,0	1,4
0,5–1	9,9	12,3	7,9	1,8	0,7
0,2–0,5	7,8	14,3	17,4	18,0	11,0
0,1–0,2	0,5	1,2	1,1	4,9	5,6
unter 0,1	0,2	0,4	0,5	3,6	5,1

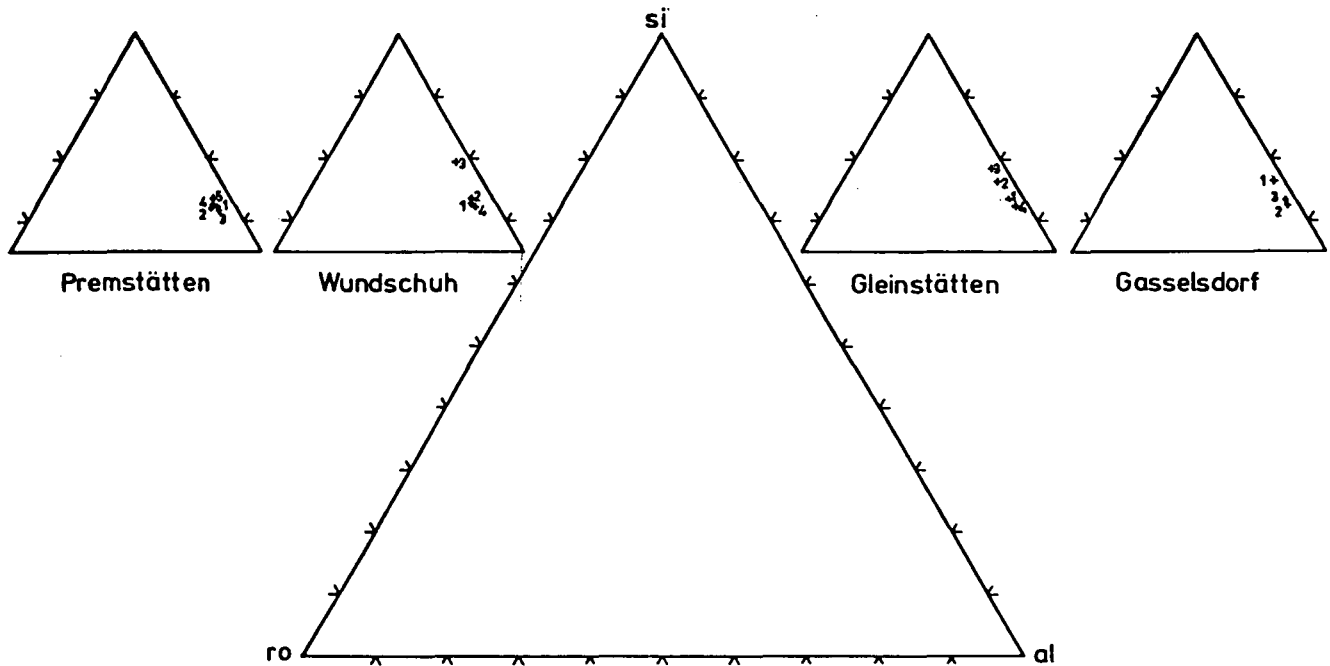


Abb. 25: Diagramm si - ro - al für Rohstoffe der Ziegeleien Premstätten, Wundschuh, Gleinstätten und Gasselsdorf (J. G. HADITSCH & F. LASKOVIC, 1974; modifiziert).  
 si = SiO<sub>2</sub>; ro = CaO + MgO + BaO; al = Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + TiO<sub>2</sub> (= „handelsübliche Tonerde“); alle Werte wurden für die Analysensumme 100 % korrigiert.

gebaut sein können, aber chemisch und mineralogisch gut übereinstimmen.

Eine umfangreichere Zusammenstellung der steirischen Ziegeleirohstoffe (durch G. A. BERTOLDI & J. G. HADITSCH) ist derzeit in Vorbereitung.

Bei den seinerzeit in den Ziegeleien verarbeiteten Rohstoffen handelte es sich zum Teil um Lößabkömmlinge (Lößlehme). Diese Lehme traten teilweise als Hang- und z. T. als Terrassenlehme auf. Löße und Lößlehme wurden besonders durch H. HÖLLER & H. KOLMER (1965) und H. KOLMER (1968) bearbeitet (Tab. 34).

K. J. ANDRAE (1854) berichtete von einer bläulich-weißen schieferigen Tonschichte, die beim Abbau in einem Steinbruch besonders ausgehalten und zur Fayence-Herstellung verwendet wurde. Möglicherweise handelt es sich dabei um jenes Vorkommen, das 1957 durch J. HANSELMAYER auch hinsichtlich seiner mineralogischen, granulometrischen und gesteintechnischen Eigenschaften näher beschrieben wurde: An der Ostflanke des Kollerkogels nördlich der Kapelle bei der

Gaststätte „Feliferhof“ stehen in einem Steinbruch im Liegenden von Netzkalken bunte (rosarote, gelbliche, braune, violette) Schiefertone an, die eine 50–70 cm mächtige weiße Lage enthalten, die noch in unserem Jahrhundert als keramischer Rohstoff abgebaut wurde. Diesen Illit-Schiefertonen in den Barrandei-Kalken wurde in den Jahren 1949–1951 mit einem Tiefbau („Tongrube Baierdorf“) nachgegangen (H. FLÜGEL, 1963; A. WEISS, 1973a).

Auch in den Barrandei-Kalken der Rannach treten Illit-Schiefertone auf, die hier einen Graphitschiefer begleiten, der in St. Gotthard zwischen 1832 und 1877 Ziel bergbaulicher Tätigkeit war; insgesamt wurden hier rund 1.500 Zentner Graphit gefördert (A. WEISS, 1973a), über eine Förderung von Schiefertönen ist nichts bekannt.

Auf die Bentonite wurde bereits früher eingegangen, desgleichen auf einen Teil der Farberden (auf diese im Zusammenhang mit den Eisenerzen). Ergänzend sollen noch nachstehende Bemerkungen angeführt werden:

Tabelle 31: Ergebnisse der chemischen Analyse steirischer Ziegeleirohstoffe (nach J. G. HADITSCH & F. LASKOVIC, 1974).

	P r e m s t ä t t e n					W u n d s c h u h				G l e i n s t ä t t e n				G a s s e l s d o r f		
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3
GV (1100°, korr. f. FeO)	8,58	8,71	8,18	8,76	7,73	7,75	7,78	7,30	8,31	8,81	9,24	8,95	8,97	8,79	10,00	10,24
SiO <sub>2</sub>	58,18	58,83	60,32	58,58	62,13	60,31	59,93	67,89	59,84	60,71	61,31	64,51	59,87	62,61	62,36	59,20
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + TiO <sub>2</sub> + P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	20,02	19,99	21,29	19,60	20,04	19,61	19,05	15,56	19,80	20,20	17,08	16,00	21,01	18,11	22,10	20,64
Gesamt-Fe als FeO	8,27	7,26	5,10	8,13	5,21	7,12	8,02	6,07	6,86	5,89	7,19	6,40	6,07	7,26	2,88	6,22
CaO	1,14	1,22	1,23	0,89	1,05	1,15	1,05	0,84	1,23	0,82	0,73	0,71	0,70	0,63	0,53	0,30
MgO	1,12	1,38	1,13	1,41	1,28	1,57	1,42	1,12	1,48	0,89	1,36	1,11	0,97	0,67	0,63	0,89
K <sub>2</sub> O	1,67	1,80	1,65	1,49	1,74	1,74	1,88	0,97	1,63	1,84	1,93	1,77	1,62	1,34	1,48	1,71
Na <sub>2</sub> O	0,57	0,92	1,05	0,58	0,95	0,56	1,18	0,43	0,63	0,31	0,56	0,27	0,43	0,06	0,24	0,26
TiO <sub>2</sub>	++	+	+	+	++	++	+	+	+	++	++	++	++	(+)	+	(+)
MnO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Σ	99,55	100,11	99,95	99,44	100,13	99,81	100,31	100,18	99,78	99,47	99,40	99,72	99,64	99,47	100,22	99,46

Tabelle 32: Sedimentformeln (t-sf-sa-Werte) steirischer Ziegeleirohstoffe

(nach J. G. HADITSCH & F. LASKOVIC, 1974).

t = Ton (Korngrößen <0,002 mm); sf = Schluff (Korngrößen 0,002–0,063 mm); sa = Sand (Korngrößen 0,063–2,0 mm).

Premstätten	1	t <sub>11</sub>	sf <sub>83</sub>	sa <sub>6</sub>
	2	t <sub>1</sub>	sf <sub>94</sub>	sa <sub>5</sub>
	3	t <sub>2</sub>	sf <sub>94</sub>	sa <sub>4</sub>
	4	t <sub>10</sub>	sf <sub>85</sub>	sa <sub>5</sub>
	5*)	t <sub>1</sub>	sf <sub>94</sub>	sa <sub>5</sub>
Wundschuh	1	t <sub>2</sub>	sf <sub>90</sub>	sa <sub>8</sub>
	2	t <sub>3</sub>	sf <sub>92</sub>	sa <sub>5</sub>
	3	t <sub>9</sub>	sf <sub>59</sub>	sa <sub>32</sub>
	4*)	t <sub>3</sub>	sf <sub>93</sub>	sa <sub>4</sub>
Gleinstätten	1	t <sub>26</sub>	sf <sub>71</sub>	sa <sub>3</sub>
	2	t <sub>4</sub>	sf <sub>82</sub>	sa <sub>14</sub>
	3	t <sub>19</sub>	sf <sub>53</sub>	sa <sub>28</sub>
	4*)	t <sub>15</sub>	sf <sub>70</sub>	sa <sub>15</sub>
Gasselsdorf	1	t <sub>1</sub>	sf <sub>53</sub>	sa <sub>46</sub>
	2	t <sub>17</sub>	sf <sub>80</sub>	sa <sub>3</sub>
	3*)	t <sub>16</sub>	sf <sub>77</sub>	sa <sub>7</sub>

\*) Pressenmaterial.

Tabelle 33: Ergebnisse der röntgenographischen Untersuchung steirischer Ziegeleirohstoffe

(nach F. DOBROWSKY aus J. G. HADITSCH & F. LASKOVIC, 1974).

	Quarz	Muskovit	Illit	Plagioklas	Chlorit*)
Premstätten	1 +	+	+	+	+
	2 +	+	+	+	+
	3 +	+	+	+	+
	4 +	+	+	+	+
	5 +	+	+	+	+
Wundschuh	1 +	+	+	+	+
	2 +	+	+	+	+
	3 +	+	+	+	+
	4 +	+	+	+	+
Gleinstätten	1 +	+	+	+	
	2 +	+	+	+	
	3 +	+	+	+	
	4 +	+	+	+	
Gasselsdorf	1 +	+	+		+
	2 +	+	+		
	3 +	+	+	+	

\*) Leuchtenbergit.

Die Limonitkonkretionen (Raseneisenerze) über dem Schöckelkalk in Weintzen – möglicherweise wurden diese schon in der Römerzeit bebaut – wurden früher auch als Pigmente genutzt.

Vor dem 2. Weltkrieg wurden noch in verschiedenen Steinbrüchen des Plabutsch-Kollerkogel-Zuges die in Klüften erhalten gebliebenen Verwitterungsprodukte als Farberden abgebaut. Derartige Betriebe bestanden am Kirchberg und am Kollerkogel-Westhang (A. KUNTSCHNIG, 1937). Zwischen 1946 und 1948 wurden auch im Bereich des Schwarzbruches in Graz-Wetzelsdorf, beim „Bründl“ und am Westhang des Kollerkogels Karzeisenerzvorkommen untersucht und z. T. auch im Tagbau und auch unter Tage hereingewonnen. Insgesamt lieferten diese Betriebe 1.373 t Ocker und 232 t Satinover. Ähnliche Erze gab es auch in der „Einöd“.

Auch in Stiwoll wurde nach dem 2. Weltkrieg nach Farberden geschürft und Brauneisen auch aus den Taschen des Stiwoller Konglomerates abgebaut. Genetisch könnte es sich bei diesen Vorkommen um solche in einer alten lateritischen Verwitterungsdecke gehandelt haben (A. WEISS, 1973b). Ähnliche fossile Eisenocker beschrieb A. SCHOUPPE (1946).

1947–1948 wurden auch am Ochsenkogel limonitische Farberden gewonnen.

V. HILBER (1896) berichtete in einer kurzen Notiz über die Farberdevorkommen von Waldhof im Thaler Becken. Die untersarmatischen Waldhof-Schichten bestehen aus olivgrünen, z. T. kohlehaltigen Tonen und Tonmergeln mit Sanden und Feinschottern. Die grünen feinkörnigen Sedimente wurden zeitweilig als Farberde abgebaut (H. BLÜMEL, 1951). Diese besteht aus Karbonat, Na-Feldspat, Mikroklin, Epidot, Klinozoisit, Hornblende, Dravit, Granat, Zirkon, Rutil, Glaukonit und Montmorillonit. Die Korngrößenverteilung zeigt ein Überwiegen der schluffigen und feinsandigen Anteile (größer als 0,2 mm: 1 %; 0,02–0,2 mm: 57,2 %; 0,002–0,02 mm: 34,7 %; < 0,002 mm: 7,1 %). Nach W. PETRASCHECK (1955) gibt es hier auch Bentonite. Analoge Gesteine treten auch im Pailgraben (E. CLAR, 1938) und in Neustift (H. FLÜGEL, 1958a) auf.

Grüne, jungtertiäre, Cerithien führende Tone wurden auch in Steinberg in mehreren Gruben als Farberden abgebaut.

S. POLEGEG & K. PUNZENGRUBER (1982) untersuchten eine Reihe steirischer und burgenländischer Massengesteine im Hinblick auf ihre mögliche Verwendung als Rohstoffe für die Mineralwolleerzeugung. Nach den Ergebnissen dieser Untersuchungen wären u. a. der Weitendorfer Basalt (Shoshonit), der Diabas des Haritzgrabens und die Fleckengrünschiefer der Ta-

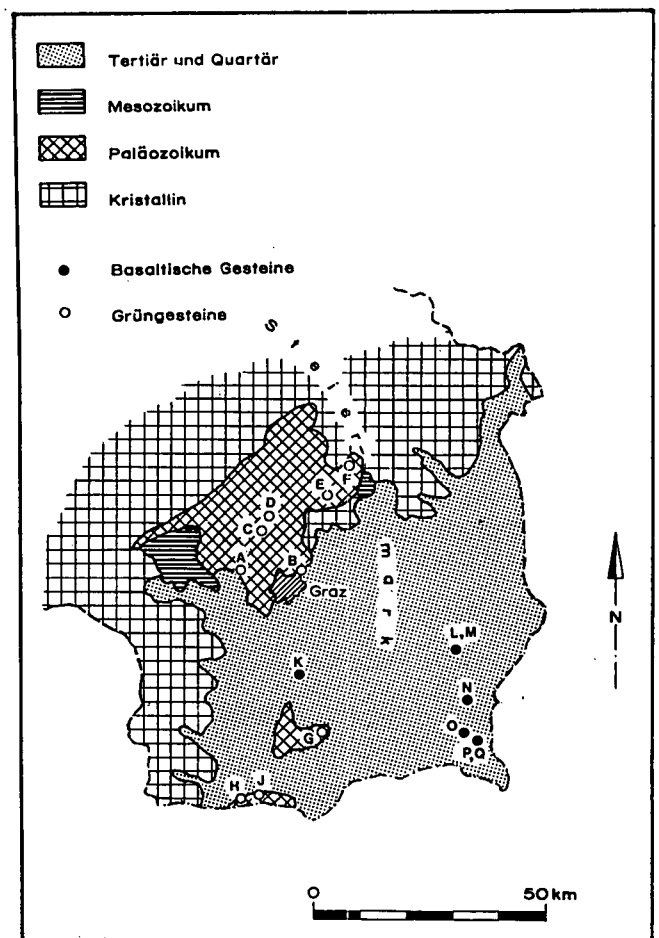


Abb. 26: Orte der Probenahme von Massenrohstoffen für die Untersuchung hinsichtlich deren Eignung für die Mineralwolleerzeugung (S. POLEGEG & K. PUNZENGRUBER, 1982; stark modifiziert).

A = Kehr/Aselbauer; B = Platte/Rettenbachklamm; C = Haritzgraben; D = Tasche; E = Arzberg; F = Weizbachtal/Granitzer; G = Wiesberg; H = Lieschengraben; J = Alterbachgraben; K = Weitendorf; L = Feldbach; M = Feldbach; N = Stradenkogel; O = Jörgen; P = Klöch; Q = Klöch.



**Tabelle 34: Korngrößen-, Mineral- und Schwermineralverteilung der Fraktion 60–100µm von 17 Lößproben des Murtales (H. KOLMER, 1968); Zahlenangaben in %.**

Fundort	m über NN	m über W.T. <sup>1)</sup>	Korngrößenverteilung						Mineralverteilung 60 – 200 µ							Schwermineralverteilung 60 – 200 µ										
			> 200 µ	200–60 µ	60–20 µ	20–6 µ	6–2 µ	< 2 µ	Quarz	Feldspat	Muskovit	Biotit	Chlorit	hochlichtbr.	opak	Q/F	Disthen	Epidot	Granat	Hornblende	Korund	Rutil	Titanit	Turmalin	Zirkon	opak
Friesach <sup>2)</sup>	440	40	1	28	60	6	3	2	28	17	23	9	1	18	2 <sup>4)</sup>	1,6	–	15	38	34	–	2	2	+	+	8
Straßengel <sup>3)</sup> Kirchberg Lehmgrube	410	20	1	19	51	17	12		34	11	26	10	4	13	2	3,0	–	24	15	23	1	4	3	3	3	24
	410	20	1	22	42	19	6	10	42	14	11	2	4	24	3	3,0	–	30	28	24	+	3	–	2	2	11
Raach	400	20	6	28	38	16	7	5	46	13	18	9	5	7	2	3,5	–	39	11	19	–	5	2	2	2	20
Weinzödl <sup>3)</sup>	390	0	7	31	29	19	14		54	15	11	3	1	13	3	3,6	–	27	29	19	–	3	2	2	–	18
Gösting	580	200	7	15	37	23	7	11	55	12	11	12	4	5	1	4,5	–	40	7	15	–	4	2	1	2	29
Andritz	410	30	1	20	57	15	4	3	42	25	10	6	5	7	5	1,6	–	36	7	15	+	4	3	1	1	33
Laßnitzhöhe	550	190	2	42	38	12	4	2	42	18	18	11	4	5	2	2,3	–	36	8	–	–	9	6	2	2	37
St. Peter <sup>3)</sup>	375	15	1	19	51	16	13		44	17	15	7	2	12	3	2,6	1	30	6	16	–	7	4	1	2	33
Wetzelsdorf	370	10	8	9	38	24	13	8	56	11	7	12	–	10	4	5,0	+	34	20	15	–	6	4	1	1	19
Bründl	400	40	5	20	39	21	8	7	52	9	13	17	2	7	–	5,7	1	39	10	12	–	6	2	1	1	28
Messendorf <sup>2)</sup>	380	30	1	20	48	18	6	7	31	16	30	12	2	7	2	1,9	–	39	2	15	–	13	3	2	2	24
Buchkogel	520	170	7	16	41	20	10	6	52	8	18	12	1	7	2	6,5	–	46	6	9	–	11	+	2	3	23
Straßgang	370	20	4	13	41	20	11	11	46	6	12	24	3	8	1	7,6	1	41	9	15	+	5	1	2	+	25
Unterpremstätten	350	20	1	9	47	23	9	11	40	5	16	33	2	2	2	8,0	+	49	5	+	–	9	1	4	2	29
Weilendorf <sup>2)</sup>	320	10	3	26	42	13	7	9	44	12	25	15	–	3	1	3,6	–	48	2	5	–	6	1	9	–	26 <sup>5)</sup>
Schloß Frauheim	320	30	1	5	53	24	9	8	58	7	14	5	3	9	4	8,2	–	32	8	12	–	10	2	4	2	30

<sup>1)</sup> W.T. = Würmterrasse.

<sup>2)</sup> H. HÖLLER & H. KOLMER (1965).

<sup>3)</sup> H. FLÜGEL (1961).

<sup>4)</sup> restl. 2 % = Calcit.

<sup>5)</sup> restl. 3 % = nicht identifiziert.

+ = >0,5 %;

– = <0,5 %.

**Tabelle 35: Übersicht über die Ergebnisse von Schmelz- und Viskositätsuntersuchungen von Massengesteinen der Steiermark (nach S. POLEGEG & K. PUNZENGRUBER, 1982).**

FTS = Frühe Teilschmelzen; SBE = Schmelzbereich Ende; HSB = Hauptschmelzbereich; MP = Melting point; ESP = Einsinkpunkt; EWP = Erweichungspunkt (Littleton-Punkt).

Probenahmeort	①	②	Gestein	Gestein	Gestein	Gestein	Gestein	Gestein	Gestein	Glas	Bemerkungen zur Schmelze	Geol. Ausdehnung	Geometrische Form
				°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C			
				FTS	SBE	HSB	SBE-HSB (FTS-SBE)	EWP (10 <sup>7,65</sup> P)	ESP (10 <sup>4</sup> P)	MP (10 <sup>2</sup> P)			
Kehr/Aselbauer			Diabastuff	–	1280	1250	30	–	–	–	schäumend-blasig	groß	•
Platte/Rettenbachklamm			Diabas	1130	–	1420	–	–	–	–	schäumt stark auf, geht über	groß	•
Haritzgraben	×		Diabas	–	1230	1190	40	960	1190	1420	klar schmelzend	groß	•
Tasche	×	×	Fleckengrünschiefer	–	1290	1220	70	1060	1190	1420	klar schmelzend	groß	•
Arzberg	×	×	Diabas	–	1310	1240	70	1100	1180	1410	trübe	groß	•
Weizbachtal/Granitzer	×		tuffitischer Grünschiefer	–	1440	1320	120	1110	1210	1590		groß	•
Wiesberg			Diabas	–	1270	1180	90	–	–	–	schäumend, Oberfläche trüb	groß	•
Lieschengraben			Diabas	1000	1280	1200	80 (280)	–	–	–	schäumend, Oberfläche trüb	groß	•
Alterbachgraben	×	×	Fleckengrünschiefer	1200	1320	1260	60 (120)	1080	1110	1460	klar schmelzend	groß	•
Weitendorf	×	×	Basalt	–	1250	1160	90	1060	1120	1420	klar schmelzend	groß	massig
Feldbach	×	×	säuliger Basalt	–	1230	1160	70	1080	1140	1460	klar schmelzend	groß	stockartig
Feldbach	×	×	plattiger Basalt	–	1280	1160	120	1090	1110	1460	klar schmelzend	groß	stockartig
Stradenkogel	×		Basalt	940	1200	1140	60 (260)	1020	1100	1450	klar schmelzend	groß	stockartig
Jörgen	×	×	Basalt	–	1280	1170	110	1030	1120	1520	klar schmelzend	groß	stockartig
Klöch	×	×	säuliger Basalt	–	1250	1150	100	1020	1110	1480	klar schmelzend	groß	stockartig
Klöch	×	×	plattiger Basalt	–	1190	1180	10	1090	1110	1490	klar schmelzend	groß	lagerartig

<sup>\*)</sup> Angaben über Ausdehnung können derzeit nicht gemacht werden, obwohl die geologische Verbreitung weiträumig ist, da die Homogenität der Gesteine stark variiert.

① = brauchbar nach Dr. BERTOLDI.

② = brauchbar nach Empfehlung des US Bureau of Mines.

sche als mögliche Rohstoffe zu bezeichnen, die auch aufgrund ihrer geologischen Verbreitung wirtschaftlich interessante Lagerstätten aufbauen (Abb. 26, Tab. 35).

G. GÖTZINGER (1926a, 1926b) behandelte die ostalpinen Höhlenphosphate. Von den Höhlen des Mittleren Murtales führen nur sechs derartige Phosphate in nennenswerter Menge: die Große Peggauer Felsenhöhle, deren Phosphate bereits im 1. Weltkrieg z. T. abgebaut wurden, die Drachenhöhle bei Mixnitz, die Badlhöhle, die Glaserlucke, die Kapellen- und die Repolusthöhle. An weiteren Fundpunkten für Höhlenphosphate wurden genannt: Kleine Badlhöhle, Dirnbachergang, Wildemannloch, Ferdinandshöhle (Brunngrabenhöhle), Josephinenhöhle (alle bei Peggau), Peggauer Nordhöhle, Mathildengrotte, Dreitorhöhle und Steindlwirrhöhle (alle im Rötelstein bei Mixnitz), Leopoldinengrotte und Frauenloch (im Au graben bei Semriach), Schraubloch bei St. Stefan/Gratkorn. Über die Lage der Großen und der Kleinen Badlhöhle sowie der Repolusthöhle informierte F. EBNER (1972).

Als Phosphatträger wurden im Mittleren Murtal nach dem 1. Weltkrieg (1919–1923) in Mixnitz (Drachenhöhle) und Peggau (Badlhöhle) rotbraune bis braune Höhlenlehme des Riß/Würm-Interglazials abgebaut (2.500 t bzw. 260 t). An beiden Stellen und zusätzlich noch in der Repolusthöhle im Badlgraben bei Peggau liegen weitere, wenngleich geringe und unbauwürdige Vorräte.

Nachdem bereits A. MARCHET (1928) Material der Drachenhöhle analysiert hatte, befaßte sich F. MACHATSCHKI (1929a) eingehend mit verschiedenen Phosphaten dieser größten heimischen Höhlenphosphatlagerstätte, so mit den „Phosphatnüssen“ (äußerst leichten, porösen Kollophanknollen), traubigem Kollophan, krustenartigen Überzügen auf Kalkbruchstücken und aus Variscit bestehenden Phosphatadern.

Tabelle 36: Analysen pleistozäner Phosphaterden (H. W. FLÜGEL, 1975a)

1 = Drachen-Höhle, Feld 2, 18,5 m Tiefe; 2 = Drachen-Höhle, Feld 2, 23,5 m Tiefe; 3 = Drachen-Höhle, Feld 2, 23,7 m Tiefe; 4 = Drachen-Höhle, Feld 2, 23,75 m Tiefe.  
Analyse: F. MACHATSCHKI (1929), Werte in Gew.-%.

	1	2	3	4
SiO <sub>2</sub>	26,84	37,84	74,02	15,68
TiO <sub>2</sub>	0,69	0,69	0,80	0,52
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,96	10,94	12,51	17,90
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,93	5,66	3,40	4,32
FeO	—	—	—	0,43
MnO	Sp.	0,11	—	Sp.
CaO	32,12	19,62	1,78	1,80
K <sub>2</sub> O	0,38	0,63	0,43	0,42
Na <sub>2</sub> O	0,06	0,10	Sp.	Sp.
MgO	0,30	0,17	0,42	0,82
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	25,02	17,40	3,99	24,50
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	6,02	6,44	2,89	33,53
CO <sub>2</sub>	2,01	0,89	0,35	Sp.
Σ	100,33	100,49	100,59	99,92

In einer weiteren Arbeit analysierte F. MACHATSCHKI (1929b) u. a. den Lehm, der das Liegende der eigentlichen Phosphatablagerungen bildet.

Der durchschnittliche P-Gehalt dieser organogenen Ablagerungen lag sonst bei 5–6 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, nur in der Drachenhöhle bei 13,5 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, d. h. bei rund 20 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> in der Trockensubstanz (Tab. 36). Mineralogisch setzen sich diese Sedimente aus Gips, Whitlockit, Quarz, Feldspat und Apatit zusammen (E. M. WALITZI, 1966).

An weiteren Arbeiten über diese Phosphatvorkommen sind zu nennen: F. ANGEL (1924), H. FLÜGEL et al. (1964), A. HAUSER (1952), A. SCHOUPPE (1949).

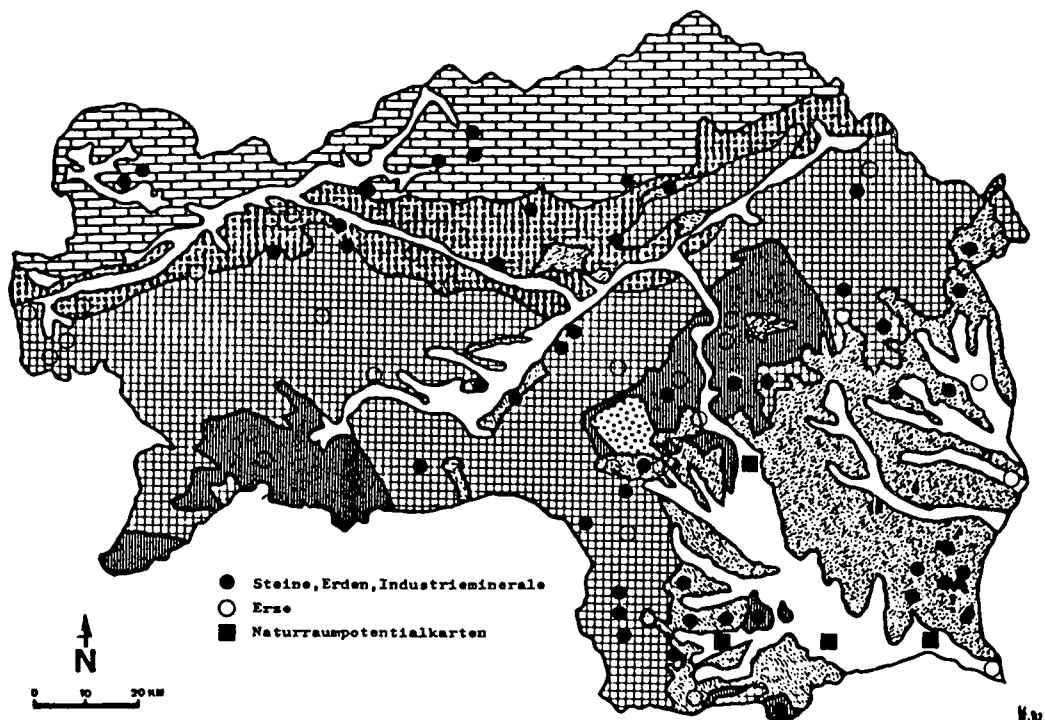


Abb. 27: Arbeiten der Rohstoff-Forschung und -Versorgungssicherung des Landes Steiermark 1974–1981 und der Bund/Bundesländer-Kooperation 1978–1981 (J. G. HADITSCH, 1984).

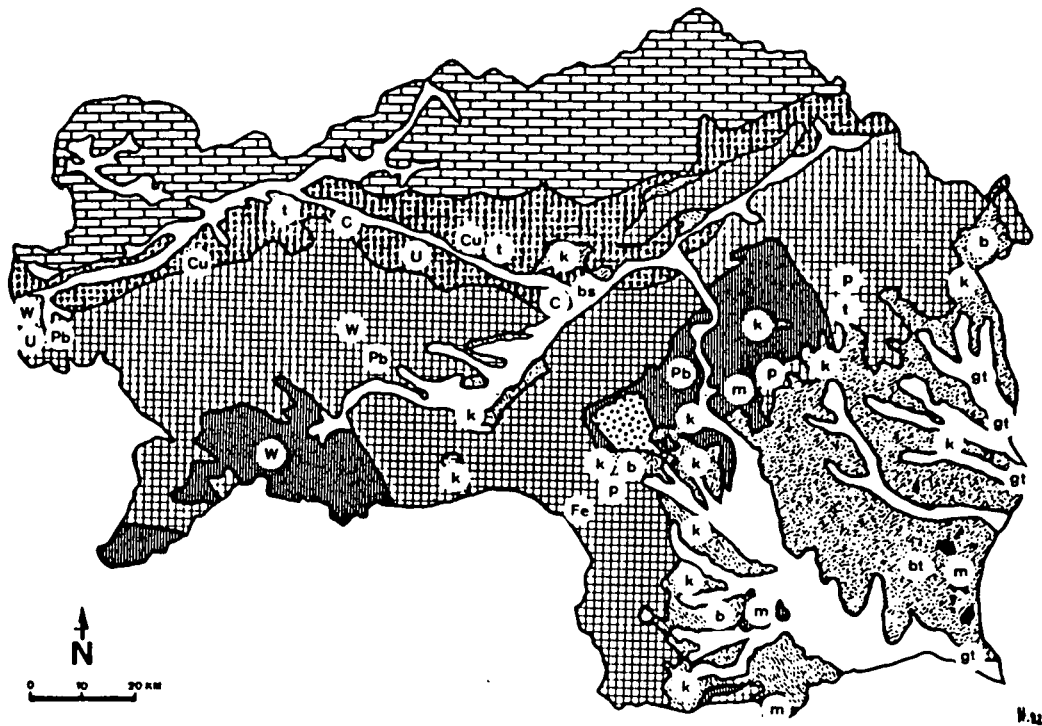


Abb. 28: Vorschläge für Arbeiten im Rahmen eines kurz- bis mittelfristigen Prospektionsprogrammes in der Steiermark (J. G. HADITSCH, 1984).  
 b = Bentonit; bs = Blähschiefer; bt = Blähton; C = Graphit; Cu = Kupfererz; Fe = Eisenglimmer; gt = Geothermie; k = Kohle; m = Mineralwolle-Rohstoff; p = Pegmatit, Pegmatoid; Pb = Blei-Zink-Erz, Schwerspat; t = Talk, Leukophyllit; U = Uran; W = Scheelit.

Eine zusammenfassende Übersicht über die Phosphaterden der Drachenhöhle lieferte H. W. FLÜGEL (1975a; Tab. 36), eingehende Beschreibungen der Topographie verschiedener Höhlen und der in ihnen gefundenen Artefakte W. MODRIJAN (1972).

### Ausblick

J. G. HADITSCH (1984) schilderte die Ergebnisse der geowissenschaftlichen Sucharbeiten in der Steiermark seit dem Jahre 1974 (Abb. 27) und brachte auch – ohne die Berücksichtigung der Schotter, Sande und Ziegeleirohstoffe – eine bildliche Darstellung der möglichen Zielgebiete für künftige Prospektions- und Explorationsarbeiten (Abb. 28); im Mittleren Murtal liegen solche Gebiete sowohl im (Radegunder) Kristallin als auch im Paläozoikum (bei Guggenbach) und im Tertiär (Reiner Becken, Becken von Thal).

### Dank

Der Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung unterstützte diese Arbeit unter der Projektnummer 3626 maßgeblich. Die gleiche Förderung wurde dieser Arbeit durch das Amt der Steiermärkischen Landesregierung zuteil, die damit und mit weiteren Untersuchungen die ersten Naturraumpotentialkarten Österreichs erstellen ließ. Deshalb gebührt den beiden Institutionen, namentlich dem Landesamtspräsidenten Dr. A. TROPPER und Herrn W. HR Dr. F. WOLF, besonderer Dank.

Für vielfältige Hilfe ist Herrn Univ.-Prof. Dr. W. GRÄF (Graz) zu danken. Die Herren Dres. W. DILLER und R. SURENIAN unterstützten mich bei der Reambulierung verschiedener Rohstoffvorkommen. Auch dies sei hier dankbar anerkannt.

### Literatur

AIGNER, A.: Die Mineralschätze der Steiermark. – IV+291 S., Wien – Leipzig 1907

- ALKER, A.: Römische Bausteine, Mörtel und Wandfarben von Forst/Thalerhof bei Graz. – Joanneum, Min. Mittbl., H 1, 6–7, Graz 1957
- ALKER, A.: Der Basalt von Weitendorf. – Zur Mineralogie und Geologie der Steiermark, Aufschluß, Sh. 22, 76–79, Heidelberg 1972.
- ALKER, A.: Die Bohrung Ponigl I südlich Wundschuh, Steiermark. – Joanneum, Min. Mittbl., 42/1(257)–2(258), Graz 1975.
- ANDRAE, K. J.: Bericht über die Ergebnisse geognostischer Forschungen im Gebiete der 9. Section der General-Quartiermeisterstabs-Karte in Steiermark und Illyrien während des Sommers 1853. – Jb. k. k. Geol. R.-A., V, 3, 529–567, Wien 1854.
- ANGEL, F.: Gesteine der Steiermark. – Mitt. Naturw. Ver. Steiermark, 60, VIII+302 S., Graz 1924
- ANGEL, F.: Die Magmenentfaltung im Gleinalmgebiet (Steiermark). – N. Jb. Min. etc., Beil.Bd. LVI, A, 423–467, Stuttgart 1928.
- ANGEL, F.: Spodumen und Beryll aus den Pegmatiten von St. Radegund bei Graz. – TMPM, 43, 6, 441–446, Wien 1933.
- ANGEL, F.: Der Kraubather Olivinfels- bis Serpentin Körper als Glied der metamorphen Einheit der Gleinalpe. Schlußvortrag der DMG.-Tagung, Sommergraben bei Kraubath, 30. August 1938. – Fortschr. Min., Krist. Petrogr., 23, XC–CIV, Jena 1939.
- ANGEL, F.: Petrographisch-petrochemische Berichte über einige Gesteinstypen der Umgebung von Graz. – Joanneum, Min. Mittbl., 1, 1–11, Graz 1965.
- ANGEL, F. & MARCHET, A.: Über den Lehrausflug in das oststeirische Vulkangebiet am 25. August 1938. Gesteinskundlicher Teil. – Fortschr. Min., Krist. Petrogr., 23, XXIX–XLII, Jena 1939.
- ANGEL, F. & MARTINY, G.: Die Serpentine der Gleinalpe. – TMPM, 38, 353–375, Wien 1925.
- ANGEL, F. & SCHENK, W.: Chemisch-petrographische Studien über den Gleinalmkern. – TMPM, 39, 1, 2, 8–27, Wien 1928.

- BECK-MANNAGETTA, P., GRILL, R., HOLZER, H. & PREY, S.: Erläuterungen zur geologischen und zur Lagerstätten-Karte 1 : 1,000.000 von Österreich. – 94 S., Wien 1966.
- BECKER, L. P.: Geologie entlang der Fahrtstrecke Graz – St. Michael – Murau. – Mitt. Abt. Geol. Paläont. Landesmus. Joanneum, 41, 107(311)–114(318), Graz 1980.
- BLÜMEL, O. W.: Die Grünerde von Wetzelsdorf bei Graz. – Joanneum, Min. Mittbl., 3, 33–38, Graz 1951.
- BLÜMEL, O. W.: Gesteinskundliche Untersuchungen an Zuschlagstoffen der Bauindustrie. – Joanneum, Min. Mittbl., 1, 1–11, Graz 1952.
- BLÜMEL, O. W.: Über die Bestandsaufnahme von Betonzuschlagstoffen (Natürliche Ablagerungen). – Joanneum, Min. Mittbl., 1, 1–5, Graz 1957.
- BLÜMEL, O. W. & PAULITSCH, P.: Über den gebrannten Schöckelkalk. – Joanneum, Min. Mittbl., 2, 25–36, Graz 1953.
- BRAITSCH, O.: Über die natürlichen Faser- und Aggregationstypen beim SiO<sub>2</sub>, ihre Verwachsungsformen, Richtungsstatistik und Doppelbrechung. – Heidelb. Beitr. Min. Petrogr., 5, 331–372, Berlin – Göttingen – Heidelberg 1957.
- BRANDENSTEIN, M. & HERITSCH, H.: Statistische Untersuchung über die Verteilung von Rechts- und Linksquarzen und Quarzwillingen an einigen österreichischen Fundpunkten. – TMPM, II: 424–431, Wien 1951.
- BURGSTALLER, F.: Untersuchung der Grazer Blei-Zinklagerstätten westlich der Mur. – Univ. Diss. Mont. Hochschule Leoben, 127 S., Leoben 1968.
- CEIPEK, N.: Die Stellung geophysikalischer Untersuchungsverfahren im Rahmen der Explorationsarbeiten der Bleiberger Bergwerks-Union im Grazer Paläozoikum. – BHM, 120, 10, 486–489, Wien 1975.
- CLAR, E.: Über die sedimentären Fe- und Mn-Erze in der Breitenau und bei Mixnitz. – Mitt. Naturw. Ver. Steiermark, 66, 150–154, Graz 1929.
- CLAR, E.: Die Gefügeregelung eines Bändermagnetits (aus der Breitenau bei Mixnitz, Steiermark). – Jb. Geol. B.-A., 81, 387–401, Wien 1931.
- CLAR, E.: Zur Geologie des Schöcklgebietes bei Graz. – Jb. Geol. B.-A., 83, 113–136, Wien 1933.
- CLAR, E.: Sarmat in der Kaiserwaldterrasse bei Graz (nebst Bemerkungen über die Gliederung des Grazer Pannons). – Verh. Geol. B.-A., 154–162, Wien 1938.
- CLAR, E.: Über Parallel-, Schräg- und Kreuzbänderung in Spatlagerstätten. – TMPM, 4, 55–64, Wien 1954.
- CLAR, E., CLOSS, A., HERITSCH, F., HOHL, O., KUNTSCHNIG, A., PETRASCHECK, W., SCHWINNER, R. & THURNER, A.: Die geologische Karte der Hochlantschgruppe in Steiermark. – Mitt. Naturw. Ver. Steiermark, 64/65, 1–26, Graz 1929.
- CZERMAK, F.: Vorkommen und Gewinnung von Arsenik in den Alpenländern. – Joanneum, Min. Mittbl., 3, 42–43, Graz 1951.
- CZERMAK, F. & SCHADLER, J.: Vorkommen des Elementes Arsen in den Ostalpen. – TMPM, 44, 1, 1–67, Wien 1933.
- DOLCH, M. & GERSTENDÖRFER, G.: Die brennstofftechnische Untersuchung der österreichischen Kohlen. – BHJb, 69/70, 21–40, Wien 1921/22.
- DREGER, J.: Alter des Weitendorfer Basaltes. – Verh. k. k. Geol. R.-A., 8, S. 218, Wien 1902.
- EBNER, F.: Die Höhlen der Steiermark. – Höhlenforschung in der Steiermark, Schild von Steier, Kl. Schr., 12, 31–50, Graz 1972.
- EBNER, F.: Das Silur/Devon-Vorkommen von Eggenfeld – ein Beitrag zur Biostratigraphie des Grazer Paläozoikums. – Mitt. Abt. Geol. Paläont. Bergb. Landesmus. Joanneum, 37, 3(275)–35(305), Graz 1976.
- EBNER, F.: Farb- und Gefügevarietäten Steirischer Karbonatgesteine. – Univ. Ber. FGJ, Graz, 342 S., Graz 1984.
- EBNER, F. & BECKER, L. P.: Erläuterungen zur geologischen Basiskarte 1 : 50.000 der Naturraumpotentialkarte „Mittleres Murtal“. – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., 29, 99–131, Wien 1983.
- EBNER, F., FENNINGER, A. & HOLZER, H.-L.: Führer zu ausgewählten Profilen in der Rannach-Fazies des Grazer Paläozoikums. – Mitt. Abt. Geol. Paläont. Bergb. Landesmus. Joanneum, 41, 93(297)–105(309), Graz 1980.
- EBNER, F. & GRÄF, W.: Die erdgeschichtliche Entwicklung des Grazer Raumes. – 850 Jahre Graz (Hrsg. W. STEINBÖCK), 19–48, Graz 1978.
- EBNER, F. & GRÄF, W.: Bentonite und Glastuffe der Steiermark. – Arch. f. Lagerst.forsch. Geol. B.-A., 2, 31–45, Wien 1982.
- EBNER, F. & GRÄF, W.: Neue Aspekte hinsichtlich der geologischen Beurteilung steirischer Bentonitvorkommen. – BHM, 128, 6, 197–200, Wien 1983.
- EBNER, F. & WEBER, L.: Geochemische Prospektion auf Quecksilbervererzungen im Mitteldevon der Rannach-Fazies des Grazer Paläozoikums. – Arch. f. Lagerst.forsch. Geol. B.-A., 2, 47–62, Wien 1982.
- FENNINGER, A.: Die Fazies der Dolomit-Sandstein-Folge des Grazer Paläozoikums – ein Vorbericht. – Joanneum, Min. Mittbl., 42, 29(285)–30(286), Graz 1975.
- FLÜGEL, E.: Steirischer Bergbau vor 200 Jahren. – Bl. f. Heimatkunde, 31, 115–122, Graz 1957.
- FLÜGEL, H.: Das flächige und lineare Gefüge der Breitenauer Magnesitlagerstätte. – BHM, 96, 10, 205–209, Wien 1951a.
- FLÜGEL, H.: Baugeologische Karten der Steiermark. Blatt 3: Bezirk Graz und Bezirk Graz-Umgebung. – 24 S., Graz 1951b.
- FLÜGEL, H.: Geschichte, Ausdehnung und Produktion der Blei-Zinkabbaue des Grazer Paläozoikums (Die Baue um den Trötschstock). – BHM, 97, 4, 61–67, Wien 1952.
- FLÜGEL, H.: Geschichte, Ausdehnung und Produktion der Blei-Zinkabbaue des Grazer Paläozoikums. III. Die Baue zwischen Groß-Stübing und Rabenstein. – BHM, 98, 4, 61–68, Wien 1953a.
- FLÜGEL, H.: Das sedimentäre Gefüge der Dolomitsandsteine (Grazer Paläozoikum). – Mitt. Naturw. Ver. Steiermark, 83, 31–42, Graz 1953b.
- FLÜGEL, H.: 140 Jahre geologische Forschung im Grazer Paläozoikum. – Mitt. Naturw. Ver. Steiermark, 88, 51–78, Graz 1958.
- FLÜGEL, H.: Die jungtertiäre Entwicklung des Grazer Feldes (Steiermark). – Mitt. Österr. Geogr. Ges., 102, I: 52–64, Graz 1960.
- FLÜGEL, H.: Die Geologie des Grazer Berglandes. – Mitt. Mus. Bergb. Geol. Technik, Landesmus. Joanneum, 23, 1–212, Graz 1961.
- FLÜGEL, H.: Das Steirische Randgebirge. – Sammlung Geologischer Führer, 42, IX+153, Berlin 1963.
- FLÜGEL, H. & FLÜGEL, E.: Geschichte, Ausdehnung und Produktion der Blei-Zinkabbaue des Grazer Paläozoikums. IV. Besitzverhältnisse, Zusammenfassung und Schluß. – BHM, 98, 10, 211–218, Wien 1953.
- FLÜGEL, H., HAUSER, A. & PAPP, A.: Neue Beobachtungen am Basaltvorkommen von Weitendorf bei Graz. – Sitzungsber. Akad. Wiss. Wien, Math.-naturw. Kl., I, 161, 2/3, 173–184, Wien 1952.
- FLÜGEL, H., HERITSCH, H., HÖLLER, H. & KOLLMANN, K.: Exkursion III/7: Grazer Bergland, Oststeirisches Tertiär- und Vulkangebiet. – Mitt. Geol. Ges. Wien, 57, 1, 353–377, Wien 1964.
- FLÜGEL, H. & HERITSCH, H.: Das Steirische Tertiär-Becken. – Sammlung Geologischer Führer, 47, XI+196, Berlin 1968.
- FLÜGEL, H. W.: Die Geologie des Grazer Berglandes. – Mitt. Abt. Geol. Paläont. Bergb. Landesmus. Joanneum, Sh. 1, 1–288, Graz 1975a.
- FLÜGEL, H. W.: Das Alter des Shoshonites von Weitendorf, Steiermark. – Joanneum, Min. Mittbl., 42, 23(279)–24(280), Graz 1975b.
- FLÜGEL, H. W. & NEUBAUER, F.: Steiermark. – Geologie der österreichischen Bundesländer in kurzgefaßten Einzeldarstellungen. – 127 S., Wien (Geol. B.-A.) 1984.
- FLÜGEL, H. W. & RIEPLER, F.: Ein Vorkommen von Untersarmatkohle in der Mantscha, westlich von Graz. – Mitt. Naturw. Ver. Steiermark, 114, 83–84, Graz 1984.
- FRIEDRICH, O.: Die Roteisenlagerstätte im Heuberggraben bei Mixnitz. – Verh. Geol. B.-A., 203–208, Wien 1930.

- FRIEDRICH, O.: Beiträge zur Kenntnis steirischer Erzvorkommen. – Mitt. Naturw. Ver. Steiermark, **73**, 10–18, Graz 1936.
- FRIEDRICH, O. M.: Zur Erzlagerstättenkarte der Ostalpen. – Radex-Rundschau, 7/8, 371–407, Radenthein 1953.
- FRIEDRICH, O. M.: Die mikroskopische Untersuchung der Erze des Eisens und der wichtigsten Stahlmetalle. – Handbuch der Mikroskopie in der Technik, II/2, 165–242, Frankfurt/M. 1954.
- FRIEDRICH, O. M.: Erzminerale der Steiermark. – 58 S., Graz 1959.
- FRIEDRICH, O. M.: „Vererzte Bakterien“ aus Achat vom Weitendorfer Basalt. – Joanneum, Min. Mittbl., 1/2, 18–22, Graz 1967.
- FRIEDRICH, O. M.: Die Vererzung der Ostalpen, gesehen als Glied des Gebirgsbaues. – Arch. f. Lagerst.forsch. Ostalpen, **8**, 1–136, Leoben 1968a.
- FRIEDRICH, O. M.: Die Lagerstätten der Steiermark. – Katalog der Landesausstellung „Der Bergmann, der Hüttenmann – Gestalter der Steiermark“, 37–40, Karte der Mineral-Lagerstätten der Steiermark 1 : 500.000, Graz 1968b.
- FRIEDRICH, O. M.: Lagerstätten des Grazer Berglandes. – Mitt. Abt. Geol. Paläont. Bergb. Landesmus. Joanneum, Sh. 1, 208–222, Graz 1975.
- FRIEDRICH, O. M. & HADITSCH, J. G.: Liste ostalpiner Mineralrohstoffvorkommen. – **1**, 369 S., **2**, 307 S., **3**, 264 S., **4**, 245 S. **5a**, **5b**, **5c**, 854 S., Erläuterungsheft, 8 S., Leoben 1983.
- FUCHS, W.: Das Inneralpine Tertiär. – Der geologische Aufbau Österreichs (Hrsg.: R. OBERHAUSER), 452–483, New York – Berlin – Wien (Springer) 1980.
- GÖTZINGER, G.: Oesterreichische Phosphatforschung. – C. R. XI<sup>Ve</sup> Congr. Géol. Intern., Madrid, 8 S., 1926a.
- GÖTZINGER, G.: Die Phosphate in Österreich. – Mitt. Geogr. Ges. Wien, **69**, 126–156, Wien 1926b.
- GÖTZINGER, M. A.: Industriemineralien, Steine und Erden in Österreich. – Schr. Ver. Verbr. naturw. Kenntn. Wien, **122/123**, 27–66, Wien 1984.
- GOLLNER, H.: Die stratigraphische Stellung der Breitenauer Magnesitvorkommen. – BHM, **130**, 2, 46–50, Wien 1985.
- GOLLNER, H., THALHAMMER, O., TSCHELAUT, W. & Ch. ZIER: Die Laufnitzdorf-Gruppe – eine pelagische Fazies im Grazer Paläozoikum. – Mitt. Naturw. Ver. Steiermark, **112**, 63–73, Graz 1982.
- GRÄF, W.: Die Gosau von Kainach und St. Bartholomä. – Zur Mineralogie und Geologie der Steiermark, Aufschluß, Sh. 22, 29–34, Heidelberg 1972.
- GRÄF, W. & HADITSCH, J. G.: Steirische Eisenerzvorkommen. – Erz und Eisen in der Grünen Mark. Beiträge zum steirischen Eisenwesen, 23–43, Graz 1984.
- GRANIGG, B.: Mitteilungen über die steiermärkischen Kohlenvorkommen am Ostfuß der Alpen. – Österr. Zeitschr. Bg. Hw., **LVIII**, 32, 457–461; 33, 471–474; 34, 492–495; 35, 502–505; 36, 509–512; 37, 524–526; 38, 541–546; 39, 554–558; 40, 567–570; 41, 582–587; 42, 597–602; 43, 614–617; 44, 627–630; 45, 641–643, Wien 1910.
- HAAS, H.: Die Begleitelemente in rhomboedrischen Karbonaten. – Radex-Rundschau, 7/8, 459–467, Radenthein 1953.
- HABERFELNER, E.: Die Geologie der österreichischen Eisenerz-lagerstätten. – Lagerstätten und Bergbau in Österreich, 48–62, 1937.
- HADITSCH, J. G.: die Geologie des Raumes zwischen Graz/Gösting, Judendorf und Straßengel. – Unveröff. Diss. Univ. Graz, 165 S., Graz 1958.
- HADITSCH, J. G.: Bericht über eine hydrogeologische Aufnahme des Steinkogel-Frauenkogel-Zuges nordwestlich von Graz. – Steir. Beitr. Hydrogeol., 155–174, Graz 1963/64.
- HADITSCH, J. G.: Erze, feste Energierohstoffe, Industriemineralien, Steine und Erden. – Grundlagen der Rohstoffversorgung, 2, 5–48, Wien 1979.
- HADITSCH, J. G.: Ergebnisse und Aussichten weiterer geowissenschaftlicher Sucharbeiten auf dem Gebiete der Steine, Erden und Industriemineralien in der Steiermark. – BHM, **129**, 2, 53–59, Wien 1984.
- HADITSCH, J. G.: „Mittleres Murtal“, Lagerstätten. – Univ. Ber. FGJ Graz, 216 S., Graz 1985.
- HADITSCH, J. G. & LASKOVIC, F.: Ein Beitrag zur Kenntnis steirischer Ziegeleirohstoffe. – Arch. f. Lagerst.forsch. Ostalpen, Sb. **2** (Fs. O. M. FRIEDRICH), 123–131, Leoben 1974.
- HADITSCH, J. G. & MOSTLER, H.: Genese und Altersstellung der Magnesitlagerstätten in den Ostalpen. – Verh. Geol. B.-A., **3**, 357–367, Wien 1978.
- HANSELMAYER, J.: Chemische Untersuchung an devonischen Dolomiten des Bergzuges Plabutsch – Buchkogel bei Graz. – Heidelb. Beitr. Min. Petrogr., **2**, 210–215, Berlin – Göttingen – Heidelberg 1950.
- HANSELMAYER, J.: Der Chemismus oberdevonischer Flaserkalke des Gaisberges bei Graz. Mit einem Ausblick auf die Frage: Bei welchen Mindestmengen von Magnesiumkarbonat tritt in Kalksteinen Dolomitbildung auf? – Heidelb. Beitr. Min. Petrogr., **2**, 492–497, Berlin – Göttingen – Heidelberg 1951a.
- HANSELMAYER, J.: Geochemische Stellung toniger Gesteine bzw. Lockersedimente von Graz und weiterer Umgebung. – Mitt. Naturw. Ver. Steiermark, **79/80**, 118–123, Graz 1951b.
- HANSELMAYER, J.: Beiträge zur Sedimentpetrographie der Grazer Umgebung II. Petrographie und Chemismus der Dolomite des Plabutsch – Buchkogel-Bergzuges bei Graz. – Mitt. Naturw. Ver. Steiermark, **81/82**, 117–133, Graz 1952.
- HANSELMAYER, J.: Zur Frage des Schwefelgehaltes in Camgiten. – Mitt. Naturw. Ver. Steiermark, **83**, 43–60, Graz 1953.
- HANSELMAYER, J.: Die bunten Flaserkalke (unteres Oberdevon) vom Gaisberg und Kollerkogel. – Mitt. Naturw. Ver. Steiermark, **84**, 50–59, Graz 1954.
- HANSELMAYER, J.: Beiträge zur Sedimentpetrographie der Grazer Umgebung VIII. Der devonische Illit-Schieferton vom Kollerkogel bei Graz. – Anz. Österr. Akad. Wiss., mathem.-naturw. Kl., **8**, 127–139, Graz 1957.
- HANSELMAYER, J.: Petrographie und Chemismus der violetten Diabastuffe vom Florianiberg (Graz-Straßgang). – Mitt. Naturw. Ver. Steiermark, **88**, 104–120, Graz 1958.
- HANSELMAYER, J.: Beiträge zur Sedimentpetrographie der Grazer Umgebung XI. Petrographie der Gerölle aus den pannonischen Schottern von Laßnitzhöhe, speziell Grube Griessl. – Sitzungsber. Akad. Wiss., mathem.-naturw. Kl., **1**, **168**, 8–9, 789–838, Wien 1959a.
- HANSELMAYER, J.: Beiträge zur Sedimentpetrographie der Grazer Umgebung XII. Zur Petrographie pannonischer Schotter von der Platte-Graz (Schotterbruch SCHREINER-STATTEGGER). – Mitt. Naturw. Ver. Steiermark, **89**, 35–56, Graz 1959b.
- HANSELMAYER, J.: Petrographie und Chemismus der devonischen grünen Diabastuffe vom Plabutsch-Bergzug (Graz). – Mitt. Naturw. Ver. Steiermark, **90**, 25–40, Graz 1960.
- HANSELMAYER, J.: Beiträge zur Sedimentpetrographie der Grazer Umgebung XIX. Petrographie der Schotter aus der Würmterrasse von Friesach-Gratkorn. – Mitt. Naturw. Ver. Steiermark, **93**, 137–158, Graz 1963.
- HANSELMAYER, J.: Beiträge zur Sedimentpetrographie der Grazer Umgebung XXIV. Erster Einblick in die Petrographie der Kirchberger Schotter (Steirisches Tertiärbecken, speziell Holzmannsdorf bei St. Marein a. P. Pannon). – Mitt. Naturw. Ver. Steiermark, **96**, 33–42, Graz 1966.
- HANSELMAYER, J.: Beiträge zur Sedimentpetrographie der Grazer Umgebung XXVIII. Zur Kenntnis der Karnerbergschotter des Steirischen Tertiärbeckens. – Mitt. Naturw. Ver. Steiermark, **98**, 27–46, Graz 1968.
- HANSELMAYER, J.: Ein gesteinskundlicher Ausflug nach Rade-gund. – Jahresber. Wirtschaftskundl. BRG. f. M. Graz, 22–32 bzw. 18–30, Graz 1970/71.
- HANSELMAYER, J.: Beiträge zur Sedimentpetrographie der Grazer Umgebung XXXII. Zur Petrographie der steirischen Glazialschotter, speziell Graz-Brucknerstraße. – Mitt. Naturw. Ver. Steiermark, **104**, 9–18, Graz 1974.
- HANSELMAYER, J.: Beiträge zur Sedimentpetrographie der Grazer Umgebung XXXIII. Petrographie von Schotterproben aus der Würmterrasse in Frohnleiten. – Mitt. Naturw. Ver. Steiermark, **105**, 25–42, Graz 1975.

- HANSELMAYER, J.: Beiträge zur Sedimentpetrographie der Grazer Umgebung XXXVII. Über einige Untersuchungen an Feinsedimenten aus dem Raume Holzmannsdorf bis Hönigthal (Pannon C, Steirisches Tertiärbecken). – Mitt. Naturw. Ver. Steiermark, **109**, 9–15, Graz 1979.
- HANSELMAYER, J. & KOTSIS, T.: Über zwei Feinsedimente aus der Grazer Schotterterrasse in der Brucknerstraße (Würm). – Arch. Lagerst.forsch. Ostalpen, Sb. **2** (Fs. O. M. FRIEDRICH) 297–302, Leoben 1974.
- HANSELMAYER, J. & KOTSIS, T.: Beiträge zur Sedimentpetrographie der Grazer Umgebung XXXIV. Ein Feinsand von Holzmannsdorfberg im Steirischen Becken (Pannon C). – Mitt. Naturw. Ver. Steiermark, **106**, 13–19, Graz 1976.
- HATLE, E.: Die Minerale des Herzogthums Steiermark. – 212+XXIV S., Graz 1885.
- HATLE, E.: Vierter Beitrag zur mineralogischen Topographie der Steiermark. – Mitt. Naturw. Ver. Steiermark, **26**, 140–148, Graz 1889.
- HAUER, K. R. v.: Arbeiten, ausgeführt im chemischen Laboratorium der k. k. geologischen Reichsanstalt. – Jb. k. k. Geol. R.-A., **XV**, 395–396, Wien 1865.
- HAUER, K. R. v.: Neues Vorkommen von Magnesit. – Verh. k. k. Geol. R.-A., **3**, 55–57, Wien 1867.
- HAUSER, A.: Die Lehme und Tone Steiermarks. I. Teil. – Die bautechnisch nutzbaren Gesteine Steiermarks, **11**, 39 S., Graz 1952.
- HAUSER, A.: Die Lehme und Tone Steiermarks. II. Teil. – Die bautechnisch nutzbaren Gesteine Steiermarks, **12**, 68 S., Graz 1954.
- HAUSER, A. & KOLLMANN, K.: Ein Andesitvorkommen in Wundschuh bei Graz. – Mitt. Naturw. Ver. Steiermark, **84**, 67–70, Graz 1954.
- HAUSER, A. & URREGG, H.: Die Serpentine Steiermarks. – Die bautechnisch nutzbaren Gesteine Steiermarks, **1**, Graz 1948.
- HAUSER, A. & URREGG, H.: Die granitischen Gesteine Steiermarks. – Die bautechnisch nutzbaren Gesteine Steiermarks, **2**, 43 S., Graz 1949a.
- HAUSER, A. & URREGG, H.: Die Kalke, Marmore und Dolomite Steiermarks. 1. Teil: Allgemeines und der Schöcklkalk. – Die bautechnisch nutzbaren Gesteine Steiermarks, **3**, 48 S., Graz 1949b.
- HAUSER, A. & URREGG, H.: Die Kalke, Marmore und Dolomite Steiermarks. 2. Teil: Kalke (Mergel) der Neuzeit und des Mittelalters der Erde. – Die bautechnisch nutzbaren Gesteine Steiermarks, **4**, Graz 1950a.
- HAUSER, A. & URREGG, H.: Die Kalke, Marmore und Dolomite Steiermarks. 3. Teil: Die Kalke des Altertums der Erde. – Die bautechnisch nutzbaren Gesteine Steiermarks, **5**, 36 S., Graz 1950b.
- HAUSER, A. & URREGG, H.: Die Kalke, Marmore und Dolomite Steiermarks. 4. Teil: Die Marmore und Dolomite. Im Anhang: Sandsteine und Konglomerate. – Die bautechnisch nutzbaren Gesteine Steiermarks, **6**, 48 S., Graz 1951a.
- HAUSER, A. & URREGG, H.: Die Ergußgesteine und vulkanischen Tuffe. – Die bautechnisch nutzbaren Gesteine Steiermarks, **7**, 44 S., Graz 1951b.
- HAUSER, A. & URREGG, H.: Die kristallinen Schiefer. – Die bautechnisch nutzbaren Gesteine Steiermarks, **8**, 40 S., Graz 1952.
- HEINRICH, M.: Kohle. – In: Der geologische Aufbau Österreichs (Red.: R. OBERHAUSER), 548–554, New York – Berlin – Wien (Springer) 1980.
- HERITSCH, F.: Geologische Karte der Umgebung von Graz. – 1 : 25.000 (o. J.).
- HERITSCH, H.: Die Entstehung des Basaltes von Weitendorf bei Graz. – Zentralbl. Min. etc., **A**, **12**, 421–428, Stuttgart 1928.
- HERITSCH, H.: Kristallographische Notizen über Aragonit und Harmotom von Weitendorf (Steiermark). – Zentralbl. Min. etc., **A**, **33**–38, Stuttgart 1936.
- HERITSCH, H.: Beitrag zur Kristallographie einiger ostalpiner Minerale. – Zentralbl. Min. etc., **A**, 257–262, Stuttgart 1937.
- HERITSCH, H.: Exkursion in das Kristallengebiet der Gleinalpe, Fensteralpen-Humpelgraben, Kleinalpe. – Mitt. Naturw. Ver. Steiermark, **93**, 159–177, Graz 1963a.
- HERITSCH, H.: Exkursion zum Basaltbruch von Weitendorf. – Mitt. Naturw. Ver. Steiermark, **93**, 199–205, Graz 1963b.
- HERITSCH, H.: Über das vulkanische Gestein von Wundschuh, südlich von Graz. – Anz. Österr. Akad. Wiss., math.-naturw. Kl., **10**, 246–247, Wien 1964.
- HERITSCH, H.: Kristallengebiet der Gleinalpe, Fensteralpen-Humpelgraben, Kleinalpe. – Fortschr. Miner., **42**, **1**, 155–157, Stuttgart 1965a.
- HERITSCH, H.: Das Kristallin der Koralpe und der Basaltbruch von Weitendorf. – Fortschr. Miner., **42**, **1**, 158–162, Stuttgart 1965b.
- HERITSCH, H.: Das vulkanische Gestein aus einer Bohrung bei Wundschuh, südlich von Graz. – Mitt. Naturw. Ver. Steiermark, **96**, Graz 59–68.
- HERITSCH, H.: Eine chemische Analyse des Basaltes (Shoshonites) von Weitendorf, südlich von Graz, Steiermark. – Anz. Österr. Akad. Wiss., math.-naturw. Kl., **9**, 223–226, Wien 1967a.
- HERITSCH, H.: Über die Magmenentfaltung des steirischen Vulkanbogens. – Contr. Mineral. Petrol., **15**, 330–344, Berlin 1967b.
- HERITSCH, H.: Untersuchungen an dem vulkanischen Gestein der Bohrung Ponigl bei Weitendorf, südlich von Graz. – Joanneum, Min. Mittbl., **42**, 3(259)–12(268), Graz 1975.
- HERITSCH, H., KOPETZKY, I. & PAULITSCH, P.: Eine Vererzung im Grazer Schloßberg. – Mitt. Naturw. Ver. Steiermark, **79/80**, 127–132, Graz 1951.
- HILBER, V.: Die sarmatischen Schichten vom Waldhof bei Wetzelndorf, Graz SW. – Mitt. Naturw. Ver. Steiermark, **33**, 182–204, Graz 1896.
- HILBER, V.: Basalt-Lakkolith bei Weitendorf, Steiermark. – Zentralbl. Min. etc., **13**, 397–402, Stuttgart 1905.
- HILBER, V.: Geologie von Maria-Trost. – Mitt. Naturw. Ver. Steiermark, **47**, 1–17, Graz 1910.
- HÖLLER, H.: Untersuchungen an den Hohlräumauskleidungen des Weitendorfer Basalts. – Anz. Österr. Akad. Wiss., mathem.-naturw. Kl., **10**, 145–148, Wien 1962.
- HÖLLER, H.: Vorbericht über experimentelle Studien an Gesteinen im Temperaturbereich bis 180°C. – Anz. Österr. Akad. Wiss., mathem.-naturw. Kl., **9**, 199–201, Wien 1965a.
- HÖLLER, H.: Über Zeolithbildung in zersetzten vulkanischen Gesteinen und Tuffen der Steiermark. – Anz. Österr. Akad. Wiss., mathem.-naturw. Kl., **14**, 320–323, Wien 1965b.
- HÖLLER, H. & KOLMER, H.: Sedimentpetrographische Untersuchungen an steirischen Lößen und Lößlehmen. – Mitt. Naturw. Ver. Steiermark, **95**, 115–122, Graz 1965.
- HOERNES, R.: Ein alter Eisenbergbau bei Graz. – Verh. k. k. Geol. R.-A., **8**, 138–140, Wien 1882.
- HOFMANN, A.: Muscovit, Antigorit und Klinochlor aus der Steiermark. – TMPM, **IV**, 537–538, Wien 1882.
- HOHL, O.: Die Fahlerzlagstätte im Wetterbauergraben bei Mixnitz (Steiermark). – Mitt. Naturw. Ver. Steiermark, **66**, 186–200, Graz 1929.
- HÜBL, H. H.: Ein tertiärer Kalkeinschluß aus dem Weitendorfer Basalt (Steiermark). – Zentralbl. Min. etc., **A**, **11**, 217–223, Stuttgart 1941.
- HÜBL, H. H.: Die Jungtertiärablagerungen am Grundgebirgsrand zwischen Graz und Weiz. – Mitt. R.-A. Bodenforsch., **3**, 27–72, Wien 1942a.
- HÜBL, H. H.: Chemisch-petrographisch-technische Untersuchungen an Schöckelkalken (Steiermark). I. Teil. Zur Chemie und Petrographie der Schöckelkalken und ihrer Rückstände. – Zentralbl. Min. etc., **A**, 60–87, 89–94, Stuttgart 1942b.
- HUSSAK, E.: Ueber einige alpine Serpentine. – TMPM, **V**, 61–81, Wien 1883.
- IPPEN, J. A.: Die chemische Zusammensetzung des Dolomites des Grazer Schlossberges. – Mitt. Naturw. Ver. Steiermark, **31**, 272–275, Graz 1894.
- KHOSROVI-SAID, A.: Stratigraphische Ergebnisse im Paläozoikum beiderseits des Pailgrabens (Graz-N) mit Hilfe von Co-

- nodonten. – Anz. Österr. Akad. Wiss., mathem.-naturw. Kl., 5, 89–90, Wien 1962.
- KOLLER, F., GÖTZINGER, M. A., NEUMAYER, R. & NIEDERMAYR, G.: Beiträge zur Mineralogie und Geochemie der Pegmatite des St. Radegunder Kristallins und der Gleinalpe. – Arch. f. Lagerst.forsch. Geol. B.-A., 3, 47–65, Wien 1983.
- KOLLMANN, K.: Jungtertiär im Steirischen Becken. – Mitt. Geol. Ges. Wien, 57, 2, 479–632, Wien 1964.
- KOLMER, H.: Über einen Kluffbelag aus dem Basalt von Weitendorf. – Anz. Österr. Akad. Wiss., mathem.-naturw. Kl., 14, 308–313, Wien 1965.
- KOLMER, H.: Über Lösssedimente des Murtales. – Mitt. Naturw. Ver. Steiermark, 98, 11–15, Graz 1968.
- KRAJICEK, E.: Der Quecksilberschurfbau Dallakkogel bei Gratwein. – Joanneum, Min., Mittbl., 1, 15–22, Graz 1954.
- KUNTSCHNIG, A.: Geologische Karte des Bergzuges Plabutsch – Kollerkogel. – Mitt. Naturw. Ver. Steiermark, 74, 114–132, Graz 1937.
- LECHNER, K., HOLZER, H., RUTTNER, A. & GRILL, R.: Karte der Lagerstätten mineralischer Rohstoffe der Republik Österreich, Wien 1964.
- LEDITZKY, H. P. & ZOJER, H.: Zur Hydrogeologie der Kaiserwaldterrasse. – Mitt. Abt. Geol. Paläont. Bergb. Landesmus. Joanneum, 39, 85(503)–95(513), Graz 1978.
- LEITMEIER, H.: Der Basalt von Weitendorf und die Mineralien seiner Hohlräume. – N. Jb. Min. etc., Beil.-Bd. 27, 219–259, Stuttgart 1909a.
- LEITMEIER, H.: Zur Altersfrage des Basaltes von Weitendorf in Steiermark. – Mitt. naturw. Ver. Steiermark, 46, 335–347, Graz 1909b.
- LIPPOLT, H. J., BARANYI, I. & TODT, W.: Das Kalium-Argon-Alter des Basaltes vom Lavant-Tal in Kärnten. – Aufschluß, 26, 6, 238–242, Heidelberg 1975.
- MACHATSCHKI, F.: Ein Harmotomvorkommen in Steiermark. – Centralbl. Min. etc., A, 115–119, Stuttgart 1926.
- MACHATSCHKI, F.: Über den Basalt von Weitendorf (Steiermark), seine exogenen Einschlüsse und Kluffüllungen. – Centralbl. Min. etc., A, 367–374, 413–422, Stuttgart 1927a.
- MACHATSCHKI, F.: Beitrag zur Kenntnis der mittelsteirischen Pegmatite und ihrer Mineralien. – Centralbl. Min. etc., A, 7, 240–254, Stuttgart 1927b.
- MACHATSCHKI, F.: Mineralbildungen in den Phosphatablagerungen der Drachenhöhle bei Mixnitz (Steiermark). – Centralbl. Min. etc., A, 10, 321–332, Stuttgart 1929a.
- MACHATSCHKI, F.: Chemische Untersuchung der Devonkalke, Höhlenlehme und einiger Phosphaterden aus der Drachenhöhle bei Mixnitz (Steiermark). – Centralbl. Min. etc., A, 7, 225–238; 8, 272–287, Stuttgart 1929b.
- MARCHET, A.: Phosphaterden der Drachenhöhle bei Mixnitz. – TMPM, 39, 1, 2, 28–34, Wien 1928.
- MAURIN, V.: Das Paläozoikum im Raum zwischen Deutschfeistritz und Semriach. – Mitt. Naturw. Ver. Steiermark, 84, 81–102, Graz 1954.
- MAURIN, V. & FLÜGEL, H.: Aufnahme 1957 auf Blatt „Grazer Bergland“ 1:100.000. – Verh. Geol. B.-A., 3, 223–226, Wien 1958.
- MAURITSCH, H.: Geophysikalische Untersuchungen an den Vulkaniten im Raum Weitendorf – Wundschuh, Steiermark. – Joanneum, Min. Mittbl., 42, 13(269)–22(278), Graz 1975.
- MEIXNER, H.: Neue Mineralfunde in den österreichischen Ostalpen. I. – Mitt. Naturw. Ver. Steiermark, 67, 104–115, Graz 1930a.
- MEIXNER, H.: Neue Mineralfunde in den österreichischen Ostalpen. II. – Mitt. Naturw. Ver. Steiermark, 67, 138–149, Graz 1930b.
- MEIXNER, H.: Copiapit von Groß-Stübing (Steiermark). – Mitt. Naturw. Ver. Steiermark, 70, 86–88, Graz 1933.
- MEIXNER, H.: Neue Mineralfunde in den österreichischen Ostalpen IX. – Mitt. Naturw. Ver. Steiermark, 74, 46–55, Graz 1937.
- MEIXNER, H.: Baryt aus dem Basalt (Shoshonit) von Weitendorf bei Wildon, Steiermark. – Zentralbl. Min. etc., A, 33–37, Stuttgart 1939.
- MEIXNER, H.: Zur Verteilung der Begleitelemente in rhomboedrischen Karbonaten (Mineralogische Bemerkungen zu H. Haas: Die Begleitelemente in rhomboedrischen Karbonaten). – Radex-Rundschau, 7/8, 468–470, Radenthein 1953.
- MENSINK, H.: Eine tektonische Detailuntersuchung im Raume nördlich Gratkorn. – Mitt. Naturw. Ver. Steiermark, 83, 123–129, Graz 1953.
- MILLER V. HAUENFELS, A.: Der Bergbau des Landes. – F. X. HLUBEK: ein treues Bild des Herzogthumes Steiermark, 227–303, Graz 1860.
- MODRIJAN, W.: Die steirischen Höhlen als Wohnstätten des Menschen. – Höhlenforschung in der Steiermark, Schild von Steier, Kl. Schr. 12, 61–86, Graz 1972.
- MOSTLER, H.: Alter und Genese ostalpiner Spatmagnesite unter besonderer Berücksichtigung der Magnesitlagerstätten im Westabschnitt der Nördlichen Grauwackenzone (Tirol, Salzburg). – Veröffentl. Univ. Innsbruck, 86, (Fs. W. HEISEL), 237–266, Innsbruck 1973.
- MÜLLER, R. M.: Versuche zur Verwertung serpentinischer Gesteine für die Nickelgewinnung. I. Der Nickelgehalt der Serpentine und der aus diesen entstandenen Verwitterungsprodukte. – BHM, 95, 4, 76–79, Wien 1950.
- NEUWIRTH, E.: Röntgenuntersuchungen an steirischen Opalen und Chalcedonen. – TMPM, III, 32–36, Wien 1953.
- N. N.: Arbeiten in dem chemischen Laboratorium der k. k. geologischen Reichsanstalt. – Jb. k. k. Geol. R.-A., III, 1, 156–166, Wien 1852.
- N. N.: Österreichisches Montan-Handbuch, 58, 210 S., Wien 1984.
- PAK, E., SCHROLL, E. & WEBER, L.: Zur Schwefelisotopenzusammensetzung der Pb-Zn-Vererzung des Grazer Paläozoikums (Ostalpen). – Mineral. Deposita, 15, 315–325, 1980.
- PAPP, A.: Fossilien aus der Bohrung Pirka bei Voitsberg (Stmk.) und Bemerkungen über die Altersstellung der durchteufften Schichten. – Verh. Geol. B.-A., 220–226, Wien 1953.
- PAULITSCH, P.: Die Minerale des Manganerzes in der Breitenau bei Mixnitz. – Mitt. Naturw. Ver. Steiermark, 79/80, 165–166, Graz 1951.
- PAULITSCH, P.: Relikte in steirischen Bentoniten. – Mitt. Naturw. Ver. Steiermark, 83, 169–170, Graz 1953.
- PENECKE, K. A.: Exkursion nach Reun. Die untermiozänen Süßwasserablagerungen von Reun. – Exkursionsführer Intern. Geol. Kongr. Wien, V, 1–3, 1903.
- PETERS, C.: Darstellung des Süßwasserbeckens von Rein in Steiermark. – Sitz. k. k. Geol. R.-A., 29. April 1853, Jb. k. k. Geol. R.-A., IV, 433–434, Wien 1853.
- PETRASCHECK, W.: Kohlengologie der österreichischen Teilstaaten. VII. Die tertiären Senkungsbecken am Fuße der Alpen. – BHJb., 72, 3, 1–32, Wien 1924.
- PETRASCHECK, W.: Die Magnesite und Siderite der Alpen. – Sitzungsber. Akad. Wiss. Wien, mathem.-naturw. Kl., I, 141, 3/4, 195–242, Wien 1932.
- PETRASCHECK, W.: Vulkanische Tuffe im Jungtertiär der Ostalpen. – Verh. Geol. B.-A., 4, 231–239, Wien 1955.
- PÖSCHL, M., SUETTE, G., UNTERSWEIG, Th., ARBEITER-CZERNY, I., EBNER, F. & FLACK, J.: Erläuterungen zu den geogenen Naturraumpotentialkarten des Bezirkes Leibnitz. – Unv. Bericht, 170 S., Graz 1982.
- POLEGEG, S. & CEIPEK, N.: Geochemische Untersuchung auf Quecksilber bei Stift Rein/Steiermark. – BHM., 122, 2a (Fs. W. E. PETRASCHECK), 64–66, Wien 1977.
- POLEGEG, S. & PUNZENGRUBER, K.: Beprobung, Untersuchung und Beurteilung von Massengesteinen als Rohstoffe für die Mineralwolleerzeugung im Burgenland und in der Steiermark. – Arch. f. Lagerst.forsch. Geol. B.-A., 1, 85–89, Wien 1982.
- PREISS, C.: Die Basalte vom Plattensee verglichen mit denen Steiermarks. – Mitt. Naturw. Ver. Steiermark, 45, 3–59, Graz 1908.
- REDLICH, K. A.: Die Geologie der innerösterreichischen Eisenerzlagerstätten. – Beitr. z. Gesch. d. österr. Eisenwesens, Abt. I, 1, 165 S., Wien – Berlin 1931.

- ROBITSCH, J.: Atlaspapier-Sphärolithe von Weitendorf bei Graz. – Zentralbl. Min. etc., A, 89–92, Stuttgart 1940.
- ROBITSCH, J.: Das Radegunder Kristallin. – Mitt. Naturw. Ver. Steiermark, **77/78**, 101–138, Graz 1949.
- ROLLE, F.: Geologische Untersuchungen in dem Theile Steiermarks zwischen Gratz, Obdach, Hohenmauthen und Marburg. – Jb. k. k. Geol. R.-A., **VII**, 2, 219–249, Wien 1856a.
- ROLLE, F.: Die tertiären und diluvialen Ablagerungen in der Gegend zwischen Gratz, Köflach, Schwanberg und Ehrenhausen in Steiermark. – Jb. k. k. Geol. R.-A., **VII**, 3, 535–602, Wien 1856b.
- RUMPF, J.: Ueber steirische Magnesite. – Mitt. Naturw. Ver. Steiermark, **13**, 91–96, Graz 1876.
- SCHÄFER, A.: Geologische Karte des Buchkogel-Florianbergzuges im Maßstabe 1 : 25.000. – Mitt. Naturw. Ver. Steiermark, **74**, 133–143, Graz 1937.
- SCHARFE, G. P.: Steirische Graphitvorkommen. – Mitt. Abt. Geol. Paläont. Bergb. Landesmus. Joanneum, **42**, 117–122, Graz 1981.
- SCHÖNLAUB, H. P. & OBERHAUSER, R.: Das Bergland um Graz sowie Remschnigg und Sausal. – Der geologische Aufbau Österreichs (Red. R. OBERHAUSER), 396–403, New York – Berlin – Wien (Springer) 1980.
- SCHOKLITSCH, K.: Petrographische Untersuchungen am basaltischen Andesit von Kollnitz in Kärnten. – Centralbl. Min. etc., A, 273–284, Stuttgart 1933.
- SCHOUPPE, A.: Eine Visé-Transgression am Steinberg bei Graz. – Verh. Geol. B.-A., 7–9, 81–101, Wien 1946.
- SCHOUPPE, A.: Die Phosphatlagerstätten in der Steiermark. – Protokoll der 3. Vollversammlung der Bundeshöhlenkommission beim Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft in Wien am 26. und 27. April (1948) in Wien, 1–17, 1949.
- SCHROLL, E.: Über das Vorkommen einiger Spurenmetalle in Blei-Zink-Erzen der ostalpinen Metallprovinz. – TMPM, **V**, 183–208, Wien 1956.
- SCHROLL, E. & AZER IBRAHIM, N.: Beitrag zur Kenntnis ostalpiner Fahlerze. – TMPM, **VII**, 70–105, Wien 1961.
- SEELMEIER, H.: Über technische Eigenschaften des Schöckelkalkes und dessen Umprägungsvariationen. – Zeitschr. Prakt. Geol., **9**, 115–117, Berlin 1942.
- SEELMEIER, H.: Beitrag zur Geologie des erzführenden Paläozoikums der Umgebung von Peggau-Deutschfeistritz bei Graz. – Ber. R.-A. Bodenforsch., 1–25, Wien 1944.
- SENONER, A.: Chemische Analysen, ausgeführt von Mitgliedern der k. k. geologischen Reichsanstalt und in den Bänden I bis IX des Jahrbuches enthalten. – Jb. k. k. Geol. R.-A., **X**, Übersichten, 1–78, Wien 1859.
- SETZ, W.: Die Erzlagerstätten der Gegend von Deutsch-Feistritz-Peggau, Frohnleiten, Übelbach und Thalgraben. – Zeitschr. Prakt. Geol., **10**, 357–378, 393–414, Berlin 1902.
- SIEGL, W.: Ein Beitrag zur Genese der Vererzung des Grazer Paläozoikums. – Mineral. Deposita, **9**, 289–295, 1974.
- SIGMUND, A.: Die Basalte der Steiermark. – TMPM, **XVII**, 6, 526–543, 1897.
- SIGMUND, A.: Neue Mineralvorkommen in Steiermark und Niederösterreich. II. Bericht. – Mitt. Naturw. Ver. Steiermark, **48**, 239–247, Graz 1911.
- SIGMUND, A.: Neue Mineralfunde in Steiermark und Niederösterreich. III. Bericht. – Mitt. Naturw. Ver. Steiermark, **49**, 103–119, Graz 1912.
- SIGMUND, A.: Halbopal, Natrolith und Heulandit im Basalt von Weitendorf (Steiermark). – Centralbl. Min. etc., A, 289–292, Stuttgart 1922.
- SIGMUND, A.: Neuer Beitrag zur Kenntnis des Basalts von Weitendorf (Steiermark) und der Minerale in seinen Hohlräumen. – Mitt. Naturw. Ver. Steiermark, **59**, 76–87, Graz 1923.
- SIGMUND, A.: Neue Mineralfunde in der Steiermark. XI. Bericht. – Mitt. Naturw. Ver. Steiermark, **60**, 7–11, Graz 1924.
- SIGMUND, A.: Zweiter Beitrag zur Kenntnis des Basalts bei Weitendorf (Steiermark) und der Minerale in seinen Hohlräumen. – Mitt. Naturw. Ver. Steiermark, **62**, 158–168, Graz 1926.
- SIMETTINGER, M.: Der Stübinggraben. – Jb. k. k. Geol. R.-A., **XV**, 2, 248–250, Wien 1865.
- STEINHAUS, J.: Die Blei- und Zink-Bergbaue des Werks-Complexes „Ludwigshütte“ zu Deutsch-Feistritz in Steiermark. – Zt. Bg. Hm. Ver. Steiermark, **XI**, 11, 387–394; **12**, 401–413, Klagenfurt 1879.
- STEININGER, F. F. & BAGDASARJAN, G. P.: Neue radiometrische Alter mittelmiozäner Vulkanite der Steiermark (Österreich), ihre biostratigraphische Korrelation und ihre mögliche Stellung innerhalb der paläomagnetischen Zeitskala. – Verh. Geol. B.-A., **2**, 85–99, Wien 1977.
- STINY, J.: Neue und wenig bekannte Gesteine aus der Umgebung von Bruck a. Mur. – N. Jb. Miner. etc., **I**, 91–111, Stuttgart 1915.
- STUR, D.: Geologie der Steiermark. – XXXI+654 S., Graz 1871.
- THIELE, O.: FWF-Projekt 2975 – Studien über Faziesverhältnisse, Stratigraphie und Tektonik österreichischer Tertiärbecken, insbesondere in Hinsicht auf ihre Kohlenführung und Kohlehöflichkeit (Abschlußbericht-Ergebniszusammenfassung). – Arch. f. Lagerst.forsch. Geol. B.-A., **3**, 81–89, Wien 1983.
- TOLLMANN, A.: Geologie von Österreich. – **I**, XVI+766 S., Wien 1977.
- TOPERCZER, M.: Die erdmagnetische Anomalie von Wundschuh. – Sitzungsber. Akad. Wiss., Wien, mathem.-naturw. Kl., Ila, **156**, 7/8, 383–391, Wien 1947.
- TORNQUIST, A.: Die Blei-Zinkerz-Lagerstätte von Rabenstein bei Frohnleiten im Murtales. – Mitt. Naturw. Ver. Steiermark, **63**, 3–25, Graz 1927.
- TORNQUIST, A.: Das System der Blei-Zinkerz-Pyrit-Vererzung im Grazer Gebirge. – Sitzungsber. Akad. Wiss. Wien, math.-naturw. Kl., I, **137**, 7, 383–399, Wien 1928a.
- TORNQUIST, A.: Die geologischen Probleme der Blei-Zink-Vererzung der Ostalpen. – Verh. Geol. B.-A., **12**, 234–240, Wien 1928b.
- TORNQUIST, A.: Der Bleierzbergbau und die Bleierzlagerstätten der Ostalpen. – Mitt. Geol. Ges. Wien, **XXI**, 155–157, Wien 1928c.
- TORNQUIST, A.: Liquidmagmatische Diabas-Magnetit-Lagerstätten und ihre Begleiter in den Ostalpen. – Mitt. Naturw. Ver. Steiermark, **66**, 164–185, Graz 1929a.
- TORNQUIST, A.: Die Vererzungsperioden in den Ostalpen. – Metall und Erz, **XXVI**, 10, 241–246, Halle 1929b.
- TORNQUIST, A.: Der Arsengehalt in ostalpinen apomagmatischen Blenden und Bleiglanzen. – Verh. Geol. B.-A., **9**, 197–202, Wien 1930.
- TORNQUIST, A.: Neue Untersuchungen ostalpiner Erzlagerstätten. – Metall und Erz, **XXIX**, 20, 431–434, Halle 1932.
- TSCHELAUT, W.: Das Paläozoikum zwischen Röthelstein und Gams bei Frohnleiten. – Mitt. Naturw. Ver. Steiermark, **114**, 133–161, Graz 1984.
- TSCHERNIG, E.: Möglichkeiten einer erhöhten Förderung von Blei-Zinkerzen in Österreich. – Unveröff. Ber., 29 S., 1949.
- TUFAR, W.: Zur Blei-Zink-Vererzung des Grazer Paläozoikums. – Min. Mittbl. Joanneum, **2**, 64(256)–75(267), Graz 1972.
- UNGER, F.: Über fossile Pflanzen des Süßwasser-Kalkes und Quarzes. – Denkschr. Akad. Wiss. Wien, mathem.-naturw. Kl., I., **XIV**, 1–12, 36, 37, Wien 1857.
- UNTCHJ, G.: Beiträge zur Kenntnis der Basalte Steiermarks und der Fahlerze in Tirol. – Mitt. Naturw. Ver. Steiermark, **9**, 47–63, Graz 1872.
- URREGG, H.: Chemisch-petrographisch-technische Untersuchungen an Schöckelkalken (Steiermark). II. Teil. Mechanisch-technische Versuchsergebnisse dreier Schöckelkalken. – Zentralbl. Min. etc., A, 94–106, Stuttgart 1942.
- WALITZI, E. M.: Die mineralische Zusammensetzung einiger Phosphatproben aus der Drachenhöhle bei Mixnitz, Steiermark. – Mitt. Naturw. Ver. Steiermark, **96**, 110–111, Wien 1966.
- WEBER, L.: Die Geologie der Umgebung der Blei-Zinklagerstätten von Haufenreith-Arzberg, Burgstall, Peggau-Taschen, Schrems, Thalgraben und Rechberg, Oststeiermark. – Unveröff. Ber., 49 S., 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., 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., 1976.
- 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, 123(269)–141(287), Graz 1977.
- WEBER, L.: Die geologischen Verhältnisse des Nordostteils des Grazer Paläozoikums unter besonderer Berücksichtigung der Vererzungen. – Unveröff. Ber., 50 S., 1978.
- WEBER, L.: The Mineralization of the Paleozoic of Graz (Geotraverse B, Eastern Alps). – S. KARAMATA & F. P. SASSI: IGCP No. 5 Newsletter, 3, 166–167, 1981.
- WEBER, L.: Untersuchungen der Erzlagerstätten von Stiwoilkher (Grazer Paläozoikum). – Arch. f. Lagerst.forsch. Geol. B.-A., 1, 97–111, Wien 1982.
- WEBER, L. & WEISS, A.: Bergbaugeschichte und Geologie der österreichischen Braunkohlenvorkommen. – Arch. f. Lagerst.forsch. Geol. B.-A., 4, 1–317, Wien 1983.
- WEISS, A.: Bergbauversuche im erweiterten Stadtgebiet. – Hist. Jb. Graz, 5/6, 147–161, Graz 1973a.
- WEISS, A.: Alte Eisenbergbaue in den Bezirken Voitsberg, Graz-Umgebung und Leibnitz. – Arch. f. Lagerst.forsch. Ostalpen, 14, 61–103, Leoben 1973b.
- WEISS, A.: Wenig bekannte Graphitbergwerke in der Mittelsteiermark. – Bl. f. Heimatkunde, 50, 1, 34–38, Graz 1976.
- WELISCH, L.: Beitrag zur Kenntnis der Diabase der Steiermark. – Mitt. Naturw. Ver. Steiermark, 47, 53–82, Graz 1910.
- WINKLER, A.: Der Baryt von Guggenbach. – Joanneum, Min. Mittbl., 2, 27–32, Graz 1951.
- WINKLER v. HERMADEN, A.: Über neue Ergebnisse aus dem Tertiärbereich des steirischen Beckens und über das Alter der oststeirischen Basaltausbrüche. – Sitzungsber. Österr. Akad. Wiss., mathem.-naturw. Kl., I., 160, 1–2, 1–15, Wien 1951.
- WINKLER v. HERMADEN, A.: Ergebnisse und Probleme der quaritären Entwicklungsgeschichte am östlichen Alpensaum außerhalb der Vereisungsgebiete. – Denkschr. Österr. Akad. Wiss., mathem.-naturw. Kl., 110, 179 S., Wien 1955.
- WINKLER-HERMADEN, A.: Geologisches Kräftespiel und Landformung. – 882 S., Wien 1957a.
- WINKLER v. HERMADEN, A.: Vulkantektonische Ergebnisse über einige, näher studierte oststeirische Tuff- und Basaltvorkommen. – Anz. Österr. Akad. Wiss., mathem.-naturw. Kl., 10, 164–175, Wien 1957b.
- WOLLAK, O.: Geologie der Bleizinkerzlagerstätten im Paläozoikum von Graz. – BHJb., 78, 133–150, Wien 1930.
- ZEPHAROVICH, V. R. v.: Mineralogisches Lexicon für das Kaiserthum Österreich. – I, XXX+627 S., Wien 1859.
- ZIRKL, E. J.: Das Projekt Bau- und Dekorationsgesteine der Steiermark. – Mitt. Abt. Geol. Paläont. Bergb. Landesmus. Joanneum, 42, 171–173, Graz 1981.
- ZIRKL, E. J.: Gold. – Die Eisenblüte, Sb. 3, 1–112, 1982.
- ZSCHUCKE, W.: Die Magnesitlagerstätten von Breitenau bei Mixnitz. – BHM, 101, 1, 1–12, Wien 1956.

Manuskript bei der Schriftleitung eingelangt am 24. März 1986.