

1879-016

86.266



J.G.HADITSCH

NICKELFÜHRENDE ULTRAMAFITITE ÖSTERREICHS UNTER BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG EINER NASSMETALLURGISCHEN VERWERTUNG DER DUNITE UND PERIDOTITE VON KRAUBATH

ZUSAMMENFASSUNG

Die kritische Situation bei der Versorgung der österreichischen Wirtschaft mit verschiedenen metallischen Rohstoffen und Industriemineralen hat zu Überlegungen hinsichtlich einer Nutzung österreichischer Armerzlagernstätten geführt. Eine erfolgversprechende Möglichkeit könnte sich durch die naßmetallurgische Verarbeitung ultramafitischer Gesteine, speziell der von Kraubath (Steiermark), ergeben. Die Ergebnisse der bisherigen geologischen und geochemischen Untersuchungen werden diskutiert.

ABSTRACT

The critical situation in the supply of the Austrian industry with different metallic ores and non-metallic minerals stimulated considerations with regard to an exploitation of poor mineral deposits. One possibility of that kind might be the hydrometallurgical processing of ultramafic rocks, especially the treatment of material from Kraubath (Styria, Austria). The results of the hitherto existing geological and geochemical investigations are discussed.

Univ.-Prof.Dr.Johann Georg HADITSCH, Mariatroster Straße 193
A-8043 Graz / Österreich



EINLEITENDE BEMERKUNG ZUR VERSORGUNGS-LAGE ÖSTERREICHS AUF DEM CHROM- UND NICKELSEKTOR

Die Situation auf den internationalen Rohstoffmärkten, vor allem die bedeutsamen Preisentwicklungen bei gleichzeitigem Streben einzelner rohstoffliefernder Staaten und multinationaler Konzerne und die hohe Importabhängigkeit Österreichs - dieses Land kann derzeit, abgesehen von den Massenrohstoffen, nur rund ein Drittel seines Bedarfes an Roh- und Grundstoffen im eigenen Land aufbringen - hat, ähnlich wie in anderen Industriestaaten, in Österreich zur Suche nach weiteren Möglichkeiten der Eigenaufbringung geführt.

Viele wichtige Rohstoffe müssen zur Gänze importiert werden, so beispielsweise Kupfer-, Nickel-, Kobalt-, Chrom- und Aluminiumerze, daneben aber auch gewisse Industrieminerale, die der Qualitätsverbesserung heimischer Rohstoffe dienen, wie etwa eisenarme Magnesite.

Besonders kritisch zeigt sich die Lage auf dem Chrom- und Nickelsektor. Chrom nimmt bekanntlich hinsichtlich seiner Gefährdung durch politische Versorgungsstörungen (mit einem Risikofaktor von 365 bei der 100/500-Punktewertung) die Spitzenstellung ein, Nickel mit 228 Punkten die vierzehnte Stelle. Nur wenige Staaten liefern den größten Teil der Welterzeugung dieser Metalle. Die semidynamische Lebensdauer für nachgewiesene ("sichere") und wahrscheinliche Vorräte beträgt für Chromit nur 77 Jahre und für Nickel nur 47 Jahre.

Zu den wenigen Rohstoffen, bei denen Österreich nahezu vollständig vom Ausland unabhängig ist, im Gegenteil: große Mengen verarbeiteten Gutes exportiert, zählt der Magnesit. Die gehobenen Anforderungen an feuerfeste Massen und Steine brachten aber zumindest bis 1974, d.h. bis zum Einbruch auf dem Stahlsektor, steigende Einfuhren reiner Magnesiaträger (wie der kryptokristallinen Magnesite oder von Seewassermagnesit) mit sich, da aus österreichischen Quellen (wegen der SiO_2 -Gehalte der "Gelmagnesite" vom Typus Kraubath) der Bedarf nicht gedeckt werden kann.

Die Tabellen 1 und 2 mögen das Gesagte im Hinblick auf die Rohstoffversorgung Österreichs ergänzen.

Rohstoffversorgung Österreichs

<u>Nickel</u>	1976		Herkunft (%)	
	Menge (t)	Wert (MioS)	Ursprungsländer	Handelsländer
<u>Nickelmatte</u>				
Import	1.165	80,1	Kuba 48,8	NL 90,0
Export	-	-	USA 37,3	Kuba 6,7
			NL 11,9	USA 2,1
			BRD 0,9	BRD 0,9
			Südafrika 0,9	Südafrika 0,9
			Kanada 0,2	GB 0,2
<u>Nickel, roh und legiert</u>				
Import	2.255	193,9	GB 22,8	
Export	-	-	Philippinen 22,2	keine
			Südafrika 16,9	Angaben
			Kanada 8,4	
			Frankreich 6,7	
			BRD 5,0	
<u>Schrott aus Nickel und Nickellegierungen</u>				
Import	902	24,2	UdSSR 55,9	
Export	973	k.A.	BRD 20,7	wie Ursprungs-
			NL 15,7	länder
			Ungarn 4,1	

TABELLE 1

Rohstoffversorgung Österreichs

<u>Chrom</u>	1976		Herkunft (%)	
	Menge (t)	Wert (MioS)	Ursprungsländer	Handelsländer
<u>Chromerze</u>				
Import	62.765	212,2	Südafrika 27,7	Schweiz 61,5
Export	294	1,1	Sudan 16,6	BRD 16,1
			Türkei 16,1	GB 9,4
			Iran 12,7	Türkei 6,2
			Philippinen 9,2	Kuba 2,3
			Zypern 7,3	
			Pakistan 4,3	
<u>Ferrochrom</u>				
Import	25.643	306,6	Südafrika 38,1	Schweiz 39,8
Export	?	?	UdSSR 17,8	UdSSR 17,8
			Jugoslawien 8,7	BRD 10,1
			CSSR 7,6	Jugoslawien 8,6
			Schweden 7,6	Schweden 7,6
			Italien 5,3	CSSR 6,9
			BRD 5,1	Italien 5,3

TABELLE 2

MÖGLICHKEITEN EINER VERBESSERUNG DER VERSORGBASIS AUS INLÄNDISCHEN QUELLEN

Österreich hat in den letzten Jahren verstärkte Anstrengungen unternommen den drohenden Versorgungsrisiken zu begegnen, so vor allem durch die Erweiterung der inländischen Versorgungsbasis in Form einer verstärkten Lagerstätten suche und -erkundung, einer verbesserten, d.h. möglichst integrierten Rohstoffnutzung, einer besseren Altstoffverwertung, daneben aber auch durch Untersuchungen hinsichtlich der Substituierbarkeit verschiedener Roh- und Grundstoffe.

Als beste Möglichkeit einer Verbesserung der Versorgungslage bietet sich eine nach modernen Verfahren durchgeführte Erfassung des heimischen Rohstoffpotentials dar (J.G.HADITSCH et al. 1978).

Wenngleich nämlich das österreichische Bundesgebiet hinsichtlich des Auftretens nutzbarer mineralischer Rohstoffe bisher als gut bekannt angesehen wurde, so haben doch neuere geophysikalische und geochemische Untersuchungen gezeigt, daß mit dem Auftreten weiterer und wertvoller Mineralisationen gerechnet werden kann. Zudem haben neue aufbereitungstechnische Verfahren die Möglichkeit einer weiteren Rohstoffnutzung eröffnet.

Zudem ist es erforderlich geworden, eine integrierte Rohstoffnutzung voranzutreiben, das heißt: polymineralische Rohstoffvorkommen zu erschließen und möglichst alle durch die Aufbereitung anfallenden Produkte zu vermarkten.

1977 waren in Österreich insgesamt 187 Rohstoffprojekte in Arbeit, weitere 38 befanden sich im Planungsstadium. Ein beträchtlicher Teil dieser Projekte wurde aus Mitteln des Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung und des Forschungsförderungsfonds der gewerblichen Wirtschaft Österreichs finanziert. Früher schon hat sich die Österreichische Rektorenkonferenz mit den hier zur Rede stehenden Problemen befaßt. Über ihre Empfehlung wird seit 1972 ein umfassendes Projekt ("Forschungen zur Erschließung und Nutzung von Lagerstätten in Österreich") durchgeführt. Der erste Teil dieses Projektes wurde im vergangenen Jahr abgeschlossen, ein Nachfolgeprojekt beginnt gerade.

In diesem Zusammenhang ist besonders auch die Rolle einzelner österreichischer Bundesländer hervorzuheben. Bereits 1974 wurde über Initiative der steiermärkischen Landesregierung ein Forschungsprojekt zur Erfassung des Rohstoffpotentials der Steiermark ins Leben gerufen. Damit war dieses Bundesland das erste Österreichs, das sich der Rohstoffproblematik in bedeutendem Ausmaß widmete. Das erwähnte Beispiel hat inzwischen auch in sieben der anderen acht österreichischen Bundesländer zu einschlägigen Aktivitäten geführt.

Die ersten und bereits abgeschlossenen Arbeiten haben in der Steiermark ein derart erfreuliches Ergebnis erzielt, daß sich die Landesregierung bereit erklärt hat, weiterhin Rohstoff-Forschungsprojekte zu finanzieren. Erfreulicherweise haben die Projekte, die auf eine Nutzung von Massenrohstoffen abzielten, auch zu raschen Erfolgen geführt.

Das von der Obersten Bergbehörde (Bundesministerium für Handel, Gewerbe und Industrie) und dem Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung erstellte "Programm zur Durchforschung des Bundesgebietes nach Vorkommen mineralischer Rohstoffe" gibt in Österreich in großen Zügen die Zielsetzungen der Bundesregierung hinsichtlich der künftigen Rohstoff-Forschung an. Diese Forschungen können teilweise aus Geldern zum Vollzug des Lagerstättengesetzes 1947, z.T. auch aus solchen der Bergbauförderung und teilweise aus Mitteln der Auftragsforschung der beiden früher genannten Ministerien finanziert werden. 1978 wurden auf diese Art und Weise 30 Lagerstättenprojekte durchgeführt und zum Teil auch von den Bundesländern mitfinanziert. Mit einer ähnlichen Anzahl derartiger Forschungsprojekte wird auch für das laufende Jahr gerechnet.

Für die Untersuchungen über die Möglichkeiten einer Nutzung von Sekundärroh- und Altstoffen wurden unter der Federführung des Bundesministeriums für Wissenschaft und Forschung Arbeitskreise eingesetzt, die sich u.a. mit der Verwertung von Bergbauhalden, Industrieschlamm und Flotationsabgängen beschäftigen.

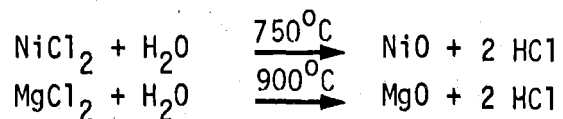
Generell gesehen scheint aber außer Zweifel zu stehen, daß hinkünftig in zunehmendem Maße polymineralische Lagerstätten (selbst der Steine, Erden und Industriemineralien) in Form einer integrierten Rohstoffnutzung hereingewonnen werden müssen, daß also getrachtet werden muß alle abgebauten

(und aufbereiteten) Güter zu verwerten. Im Zusammenhang damit bieten sich als neue Möglichkeiten naßmetallurgische Verfahren an. Wurde die Hydrometallurgie in Österreich bisher nur an heimischen Kupfer- (+ Nickel-) und Uranerzen erprobt, so bietet sich nun vielleicht auch die Möglichkeit arme Nickelerze (Ultramafitite) bei gleichzeitiger Gewinnung anderer hochwertiger Grundstoffe (u.a. hochreine Magnesia und hochaktive Kieselsäure) zu verarbeiten.

Eine derartige naßmetallurgische Methode ist das in den letzten Jahren entwickelte und schon in vielen Ländern patentierte Ruthner-Luwa-Mitterberg- (RLM-) Verfahren. Eine nach diesem System arbeitende Pilotanlage steht in Brunn am Gebirge bei Wien. Artverwandte Anlagen wurden auch für die Verarbeitung von Lateriten entwickelt.

Das RLM-Verfahren verarbeitet das Rohmaterial in drei Stufen:

1. Durch eine Erzzvorbehandlung (d.h. ein Brechen und Aufmahlen des Rohstoffes auf kleiner als 44 μm Korngröße) und einen Salzsäureaufschluß (dieser entweder in Form von Säure bei 50 - 115 $^{\circ}\text{C}$ oder Gas bei 115 - 300 $^{\circ}\text{C}$ und einem p_{H} -Wert von 5 - 7);
2. in Form einer nachfolgenden Solventextraktion, die durch den dabei herrschenden Unterdruck ein Entweichen von Säure und damit eine Gefährdung der Umwelt ausschließt und es gestattet, die Säure in einem Ausmaß von rund 99 % wiederzugewinnen;
3. schließlich durch eine thermische Zersetzung der Metallchloride nach den Formeln:



Dabei ermöglicht das durch die Fa. Ruthner (Wien) entwickelte Sprühröstverfahren einen HCl- und H₂O-Kreislauf.

Besonders für das Stadium der Solventextraktion gibt es aus Wirtschaftlichkeitsgründen wichtige Kennwerte, so

- a) das Verhältnis $\text{MgO} : \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{MnO}_2$ und
- b) $\sum \text{CaO} + \text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$.

Für das oben zuerst genannte Verhältnis ergibt sich z.B. für verschiedene österreichische Ultramafitite 3 : 1, was bedeutet, daß 33 % des gewonnenen

MgO wieder für die Neutralisation des Verfahrens aufgewendet werden müssen. Es ist dies im Vergleich zu italienischen oder griechischen Ultramafititen ein günstiges Ergebnis.

Wenn die zweite Summe (von Kalzium-, Kalium- und Natriumoxyd) über 1 % beträgt, sind zusätzliche Verfahrensstufen erforderlich, weshalb die Ultramafitite besonders hinsichtlich der Kalziumträger (Kalzit, Dolomit, Klinopyroxene) untersucht werden müssen.

Orientierende Versuche der Fa. Ruthner haben auch gezeigt, daß bereits bei einer Aufschlußzeit von 20 Minuten und einer Arbeitstemperatur von 105°C 98,0 % des Nickels in Lösung erhalten werden können.

Grundsätzlich können nach der RLM-Methode auch andere Rohstoffe (z.B. Magnesit) verarbeitet werden, solches wurde auch schon versucht, auch liefen schon vor einigen Jahren Untersuchungen der Veitscher Magnesitwerke AG, die die Gewinnung hochreiner Magnesia aus Kraubather Material zum Ziele hatten, die durch unsere Arbeitsgruppe bisher unternommenen und noch geplanten Erkundungen zielen aber auf eine Verwertung aller bei der Verarbeitung eines heimischen Ultramafitkörpers anfallenden Produkte (Magnesia, Nickeloxyd, Steinmehl, Rotschlamm, Chromit usw.) ab.

Analysen von Ultramafititen zeigen im Durchschnitt die nachstehend angeführten Werte:

Ni	0,05	-	5,0 %
Co	0,005	-	0,5 %
MgO	0,5	-	55,0 %
CaO	0,05	-	5,0 %
CuO	0,005	-	0,5 %
Al ₂ O ₃	0,05	-	25,0 %
Fe ₂ O ₃	0,5	-	65,0 %
Cr ₂ O ₃	0,005	-	5,0 %
SiO ₂	0,1	-	60,0 %
Glühv.	0,5	-	55,0 %

Seit 1975 wurden nahezu alle bekannten und schon von der Substanzmenge her interessanten Ultramafitmassen bemustert.

Die dabei gewonnenen Erkenntnisse zeigten, daß hinsichtlich der geforderten Qualitätsanforderungen nur vier Regionen ein weitergehendes Interesse beanspruchen dürfen (Tabelle 3):

1. Niederösterreichische Ultramafitite der Böhmisches Masse im Bereiche des Dunkelsteiner Waldes (in der Umgebung von Aggsbach);
2. burgenländische Vorkommen;
3. der steirische Ultramafitit von Kraubath;

CaO \geq 1,0 %

MgO \geq 38,0 %

Niederösterreich

Fratres		
Reibers	+	
Hamet	+	
Gänshof	+	
Ispertal	+	
Mitterbach	+	
Oed		+
Rosenthal	+	
Buchenschachl	+	

Burgenland

Redlschlag	?	
Bernstein		
Lebenbrunn	?	
Badersdorf	+	
Kaltenegg	+	

Steiermark

Kraubath		+
----------	--	---

Tirol

Defreggen		+
-----------	--	---

TABELLE 3

4. ein Vorkommen bei Defreggen in Tirol.

Die burgenländischen Vorkommen (Bernstein, Redlschlag, Lebenbrunn) sind bisher noch zu wenig bekannt, möglicherweise auch zu klein. Da auch das oben an letzter Stelle genannte Vorkommen aus Gründen des Umweltschutzes und der verkehrsmäßigen Lage nicht weiter verfolgbar ist, verbleiben für weitergehende Überlegungen nur die niederösterreichischen und steirischen Lagerstätten. Dabei haben jene einen gewissen Standortvorteil durch die Nähe zu einer großen Wasserstraße, Kraubath hingegen den Vorteil wesentlich größerer Vorräte und der Nähe zu den Verbrauchern, nämlich der steirischen Magnesitindustrie und den Edelstahlwerken des Mur- und Mürztales.

Seit 1976 wurden zunächst im Rahmen eines Forschungsauftrages, später eines Forschungsschwerpunktes geologisch-geochemisch-lagerstättenkundliche Untersuchungen im Kraubather Massiv vorgenommen. Die geochemischen Arbeiten wurden durch den Diplomgeologen D.PETERSEN-KRAUSS am Institut für Geochemie, Lagerstättenkunde und Petrologie der Universität Frankfurt am Main durchgeführt. Für die großzügige Unterstützung unserer Arbeiten sind wir den jeweiligen Institutsdirektoren, den Professoren K.v.GEHLEN und H.KRUMM zu großem Dank verpflichtet. Besonderer Dank gebührt aber auch der steiermärkischen Landesregierung für die Bereitstellung der finanziellen Mittel und für die Erlaubnis die Ergebnisse unserer Untersuchungen bereits in diesem Rahmen veröffentlichen zu dürfen. Eine ausführliche Darstellung wird in Kürze erscheinen (J.G.HADITSCH et al. 1979).

Es erübrigt sich hier im einzelnen auf den geologischen Aufbau und mineralogische Details der Kraubather Masse einzugehen, gibt es doch seit dem Beginn des 19. Jahrhunderts eine Unzahl von Veröffentlichungen darüber und wurde doch dieses Gebiet (Tafel 1) schon zum wiederholten Male im Rahmen geowissenschaftlicher Großveranstaltungen besucht; so führten beispielsweise Exkursionen anlässlich des Internationalen Geologenkongresses in Wien (1903) und solche der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft (1938, 1953, 1965) nach Kraubath. Auch für das 8.Geochemische Explorationssymposium in Hannover (1980) ist eine Lehrfahrt in dieses Gebiet geplant. Es sei daher hier nur ein kurzer Überblick über den derzeitigen Stand unserer geowissenschaftlichen Kenntnisse gebracht.

Der Kraubather Ultramafitkörper ist mit seiner obertägig auf rund 20 km²

aufgeschlossenen Länge von etwa 14 km und seiner Breite von 1,5 - 2 km der größte Österreichs.

Die Erosion erlaubt die Untersuchung von Aufschlüssen auf rund 400 Höhenmetern. Bis in 600 m Seehöhe kann mit einer Masse von etwa 6 km^3 gerechnet werden.

Zwanglos kann der Kraubather Stock in vier Teile untergliedert werden (Tafel 2):

- a) der Bereich der Gulsen westlich der Mur;
- b) östlich der Mur der Raum mit dem Au-, Winter- und Sommergraben;
- c) das Nissenberg-Gebiet mit dem Tanzmeistergraben, im Westen durch das Tertiär des Lichtensteinerberges begrenzt;
- d) östlich des Lobmingtales der Bereich Schrakogel - Matzlerberg.

Der Ultramafitit ist in sich petrographisch gegliedert. F. ANGEL prägte 1964 für die verschiedenen Gesteinstypen neue Namen (Gulsenit, Eggerbachit, Ebnerit, Aufragenit, Barbarait, Alfredit, Pregit). Die chemischen Analysen wiesen (nach der STRECKEISEN-Nomenklatur 1974) unter acht Gesteinsgruppen, die durch Fraktionierung eines peridotitischen Ausgangsmagmas entstanden sind, hauptsächlich Olivin-Peridotite nach. Daneben zeigten wenige Proben noch reine Dunite, Pyroxen- bzw. Olivin-Hornblende-Peridotite und Olivin-Pyroxenite. Hornblende-Pyroxenite, Pyroxen- und Olivin-Pyroxen-Hornblendite waren nur selten nachweisbar.

Die Abfolge der Petrogenese ist gut belegt (H. MEIXNER & L. WALTER 1939).

Man kann vom ältesten zum jüngsten folgende acht Stadien unterscheiden:

1. Dunit-Pyroxenit-Bildung (mit Chromit)
2. Teilweise tiefenhydrotogene Chrysotilisierung (Maschenserpentinbildung) der Olivine (mit Magnetitpigmentierung)
3. Kluftantigoritbildung (mit Kämmererit = Chrompennin, Cr-haltigem Smaragdit, Zirkon, Klinochlor, Talk, ("Phästin") usw., und Kupfer- und Nickelerzmineralen, wie z.B. Pentlandit, Kupferkies, Mackinawit, Heazlewoodit)
4. Kluftchrysotil (= "Pikrosmin")-Bildung
5. Magnesitphase (mit Hämatit, Deweylith = "Gymnit", Meerscham, Chalcedon, Opal usw.)

- 6. Brucitparagenese; hydrothermale Abfolge von Pyroaurit über Brucit (bei 250°C), Aragonit, Kalkspat, Hydromagnesit zum Artinit.
- 7. SiO₂-CaCO₃-Phase (mit Chalcedon, Opal, Bergkristall, Calcit, Aragonit, Dolomit).
- 8. Rezente, z.T. "sonnenhydrothermale" (MEIXNER) Bildungen mit Rot- und Schwarzkupfererz, Malachit, Chrysokoll, Zaraitit = "Texasit", Bravosit, Gips, Bittersalz, Hydromagnesit, Aragonit usw.

Auf verschiedene hier aufgezählte Rohstoffe gingen z.T. bis in die jüngste Vergangenheit oder gehen sogar heute noch Abbaue um; so auf die Dunite und die peridotitischen Gesteinstypen, die seinerzeit schon als Gestellsteine genutzt wurden (Gulsenbruch) und aus denen man heute feuerfeste Baustoffe (Magnolithe-Bruch in Lobming) erzeugt. Chromit wurde seit etwa 1810 (und bis etwa 1915) in mehreren kleinen Abbauen am Lichtensteiner-, Mitter-, Fledl- und Gulsenberg hereingewonnen, desgleichen der kryptokristalline Magnesit im Sommergraben und in der Gulsen und die lateritischen Toneisensteine und Bohnerze auf dem Lichtensteinerberg.

HIESSLEITNER (1953) wies für Kraubath einen magmatischen Lagenbau nach, dem zufolge von S gegen N mehrere Zonen aufeinanderfolgen (Glimmerschiefer, Grenzamphibolit, Pyroxenperidotit, Zwischenamphibolit, Hauptdunit). Demgegenüber konnte durch PETERSEN-KRAUSS (in HADITSCH et al. 1979) durch Trendanalysen ein durch die postgenetische Tektonik und Serpentinisierung überprägter elliptisch-konzentrischer Bau des Ultramafitites nachgewiesen werden. Als Beispiel sei hier nur eine von mehreren vorliegenden Trendflächenkarten gebracht (Taf.3), die alle auch darauf hindeuten, daß ein Teil des Ultramafititkörpers abgeschert nördlich der derzeit aufgeschlossenen Masse in der Tiefe noch vorhanden sein muß. Diese Ansicht wird auch durch die Geophysik gestützt, die bei St.Stefan ob Leoben einen Störkörper nachweisen konnte (mündl.Mitt., F.WEBER, Leoben).

Der Ultramafitit hat die Form einer 60/240°-streichenden Linse, die völlig konform mit ihren Grenzen verschiefert wurde. Manche Profile deuten eine Synklinalgestalt an, wogegen besonders der Westen des untersuchten Gebietes einen ausschließlich gegen NW einfallenden Körper zeigt.

Besonders die Grenzen gegen die Nebengesteine wurden tektonisch mehrfach und stark überformt. Dem Megagefüge, das durch weitreichende Bewegungsbahnen und ausgeprägte Mylonitisierungen, wie auch durch die Schieferung der Nebengesteine zum Ausdruck kommt, entspricht weitgehend die Kleintektonik. Die tektonische Analyse wies ein konstruktiv ermitteltes B nach, das etwa SW-NE streicht und um die Horizontale pendelt. Dieser β -Achse entspricht als h01 ein Kluftmaximum mit einem Streichen um $60 - 70^\circ$. Daneben gibt es an vorherrschenden Klüften noch solche mit $20 - 30^\circ$ und $120 - 130^\circ$ Streichen. Die steilen, nach $20 - 30^\circ$ streichenden Klüfte betrachten wir, da sie mit dem gut ausgeprägten Gefügeplan nicht übereinstimmen, zudem auch morphologisch kaum zum Ausdruck kommen, als junge Bildungen.

Bereits vor dem zweiten Weltkrieg (1938) wurde durch O.M.FRIEDRICH und J.ROBITSCH eine erste informative Beprobung der Kraubather Masse durchgeführt. Die chemischen Analysen nahm R.MÖLLER vor, der sich auch grundsätzlich mit der Frage einer hydrometallurgischen Nickelgewinnung aus Kraubather Gesteinen auseinandersetzte (R.MÖLLER 1939). Aus dem Gebiet westlich der Mur lagen vor Beginn unserer Arbeiten 30 Analysen mit durchschnittlich $0,17\% \text{ Ni}$ und $0,54\% \text{ Cr}_2\text{O}_3$, aus dem östlich der Mur 50 Analysen mit durchschnittlich $0,17\% \text{ Ni}$ und $0,33\% \text{ Cr}_2\text{O}_3$ und schließlich weitere 29 Proben mit durchschnittlich $0,20\% \text{ Ni}$ vor.

Im Rahmen unserer Untersuchungen wurden 227 ("frische", d.h. megaskopisch nicht alterierte) Proben auf Si, Al, Fe, Mn, Mg, Ca, Cr und Ni quantitativ untersucht. Daneben wurden auch mehrere Amphibolite und angewitterte Ultramafitproben zu Vergleichszwecken analysiert (Tafeln 4,5).

Dabei ergab sich eine starke gesteinsgruppenspezifische Anreicherung der Nutz- bzw. Schadelemente (nachstehende Tabelle modifiziert nach PETERSEN-KRAUSS aus J.G.HADITSCH et al.1979):

Mittlere chemische Zusammensetzung

	A	B	C	D	E	F	G	H
SiO ₂	36,13	40,02	41,75	49,75	47,03	52,93	50,55	52,53
MgO	41,94	38,62	35,02	32,67	29,44	22,63	22,38	21,19
CaO	0,32	0,36	2,17	0,80	3,95	8,35	13,75	14,09
Cr	0,34	0,33	0,33	0,28	0,27	0,18	0,21	0,28
Ni	0,19	0,21	0,15	0,11	0,07	0,04	0,03	0,03

A = Dunite (6 Analysen)

B = Olivin-Peridotite (190 Analysen)

C = Pyroxen-Hornblende-Peridotite (6 Analysen)

D = Olivin-Pyroxenite (6 Analysen)

E = Olivin-Hornblende-Pyroxenite (8 Analysen)

F = Hornblende-Pyroxenite (3 Analysen)

G = Olivin-Pyroxen-Hornblendite (3 Analysen)

H = Pyroxen-Hornblendite (5 Analysen)

Eine synoptische Darstellung der Isanomalien (Tafel 6) zeigt hinsichtlich des Chemismus, der Homogenität, der voraussichtlichen Vorratsmengen und der verkehrsgünstigen Lage und auch im Hinblick auf die dort mögliche umweltschonende Anlage eines Tagebaues den interessantesten Bereich im Gebiet des Tanzmeistergrabens, d.h. zwischen dem Lichtensteinerberg und dem Nissenberg. Künftige Arbeiten werden daher eine eingehendere Untersuchung dieses Gebietes, vorerst in Form von Bohrungen, zum Ziele haben müssen. Die verstaatlichte VÖEST-Alpine AG. hat bereits ihr großes Interesse bekundet.

Nach M.J.RUTHNER (1978) sind im Durchschnitt aus 350.000 t österreichischer Ultramafitite gewinnbar:

MgO (99,5 %)	100.000 t
NiO (+ Kobaltoxyd)	700 t
Rotschlamm (Fe ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃)	69.300 t
Steinmehl	180.000 t

Für den Fall einer Nutzung Kraubather Materials wurde bei der gleichen Aus-

gangsmenge mit einem Anfall von 7.000 t Cr_2O_3 gerechnet.

Legt man die mittlere chemische Zusammensetzung entsprechend der vorhin gebrachten Tabelle einer neuen Berechnung zugrunde, so ergeben sich bei der Verarbeitung von 350.000 t an Duniten und Olivin-Peridotiten von Kraubath annähernd die nachstehenden Werte:

MgO	135.000 - 145.000 t
Ni	665 - 735 t
Cr	1.150 - 1.200 t
SiO_2	125.000 - 140.000 t

Der Rest entfällt auf den (eisenreichen) Rotschlamm.

Vergleicht man diese Mengenangaben, so fallen die relativ niedrigen Cr-Werte auf. Die durch- und auflichtmikroskopischen Untersuchungen haben gezeigt, daß die Kraubather Dunite und Peridotite den Chromit hauptsächlich in fein-disseminierter Form führen ("Aussaatchromite" nach F. ANGEL 1964). Höherwertige Sprengel- oder Derberze wurden zwar, wie schon früher erwähnt, an verschiedenen Stellen abgebaut, die schnurartigen, zeilenförmigen oder linsigen Erzkörper, in mehreren Niveaus mehr oder minder horizontbeständig der Kraubather Masse eingelagert, waren aber zu absetzig, um trotz der guten Qualität der gewonnenen Erzsorten (Kernerz mit 45 - 55 % Cr_2O_3 ; Mittelerz mit 20 - 25 % Cr_2O_3 und Pocherz, das durch Waschen bis auf 48 % Cr_2O_3 angereichert wurde) einen länger anhaltenden Abbau garantieren zu können. Wegen der absetzigen Erzführung muß eine Chromitsuche mit Hilfe von Bohrungen oder anderen bergmännischen Aufschlüssen als risikoreich angesehen werden. Sollte es sich auch herausstellen, daß geophysikalische Methoden (wie beispielsweise die Magnetometrie) keinen nachhaltigen Erfolg erbringen, so verbleiben nur die oben angegebenen gewinnbaren Chrommengen bei der naßmetallurgischen Verarbeitung der beiden für Kraubath wichtigsten Gesteinsarten.

Bei den auf naßmetallurgischem Weg gewinnbaren Produkten handelt es sich um

- Nickel, aus Sulfiden oder dem isomorph in das Olivin-Gitter eingebauten Anteil gewonnen
- Chromit
- Magnesia mit 99,4 - 99,6 % MgO

- Steinsand (mit einer Korngröße von $\geq 0,1$ mm), Steinmehl (mit einer Korngröße von $< 0,1$ mm) und Gehalten von

SiO ₂	90	-	94	%
Fe ₂ O ₃	0,5	-	3	%
Al ₂ O ₃	0,3	-	4	%
Cr ₂ O ₃	0,5	-	3,0	%
CaO	0,05	-	0,6	%
MgO	0,4	-	6,0	%
Ni	0,01	-	0,1	%

- Rotschlamm (mit sehr geringen Mengen an wasserlöslichen Salzen, aber merklichen Säuregehalten).

Über den problemlosen Absatz von Nickel und Chromit auf dem inländischen Markt besteht kein Zweifel, die integrierte Rohstoffnutzung bedingt jedoch wesentlich auch die Verwertung der anfallenden Magnesia, des Steinmehles und -sandess und des Rotschlammes, des letzteren auch aus Gründen des Umweltschutzes.

Die Magnesia ist wegen ihrer hohen Qualität ohne Zweifel imstande in feuerfesten Baustoffen den kryptokristallinen und den Seewasser-Magnesit zu substituieren, bei einer nachgeschalteten Sonderreinigung könnte sie auch den Ansprüchen der pharmazeutischen Industrie genügen.

Die Kieselsäure des Steinmehles und -sandess kann natürlich, gegebenenfalls nach einer Abtrennung der färbenden Bestandteile, als Rohstoff für die Herstellung von Kommerzgläsern dienen, relativ geringe Mengen könnten auch zur Produktion hochreinen Siliziums (z.B. für die Solarenergietechnik) herangezogen werden, ein größerer Bedarf könnte sich aber für die Herstellung von Kalksandsteinen, Dicht- und aggressionsbeständigen Betonen und Löffelbindern (auf Grund der puzzolanartigen, d.h. hydraulischen Eigenschaften dieser Produkte), sowie von Wasserglas für die Farben- und Waschmittelindustrie und die Zeolithsynthese (z.B. für die Düngemittelherstellung) ergeben. Schließlich könnten Steinmehle als Füllstoffe in verschiedenen Industriezweigen verwendet werden.

Besonderes Augenmerk ist auf die Möglichkeit einer Weiterverarbeitung des Rotschlammes zu richten, weil dieser auch wegen seiner Säureführung (aus

17

der Solventextraktion) zu einer Umweltbelastung führen kann. Nutzungsmöglichkeiten bieten sich neben der Pigmenterzeugung vor allem auch in der Bitumentechologie: der Rotschlamm könnte hier gegebenenfalls als aufhellender Füllstoff im Straßenbau eingesetzt werden.

Im Zuge der Nutzung des in Rede stehenden Materials kann neben der hydro-metallurgischen Verarbeitung auch an andere Verwertungsmöglichkeiten gedacht werden, so an die Produktion von Gießereisanden, Feuerfestprodukten, Wärmespeichern usw. Grundsätzlich sind für derartige Zwecke Gesteine mit einem Olivinegehalt von mindestens 90 % bei einem Fayalitanteil von weniger als 8 % geeignet. Das Molverhältnis $MgO : SiO_2$ soll dabei über 1,8 : 1 liegen. Dieses (M/S-) Verhältnis ist neben dem Glühverlust das wichtigste Bestimmungsmerkmal für den technischen Wert olivinreicher Rohstoffe.

Für 188 Analysen serpentinisierter Gesteine ergab sich ein Mittelwert für das M/S-Verhältnis von 1,38 (s : 0,25), für 169 Gesteine (mit M/S-Werten zwischen 1,06 und 1,80) ein Mittelwert von 1,45 (s : 0,15). Der Glühverlust lag für die 188 Proben bei 11,49 % (s : 2,96).

Damit liegen die Werte weit unter den von W.BAUMGART (1971) geforderten. Trotzdem erscheinen, wie praktische Versuche beweisen, manche Kraubather Gesteinstypen für die oben angeführten Zwecke beschränkt geeignet.

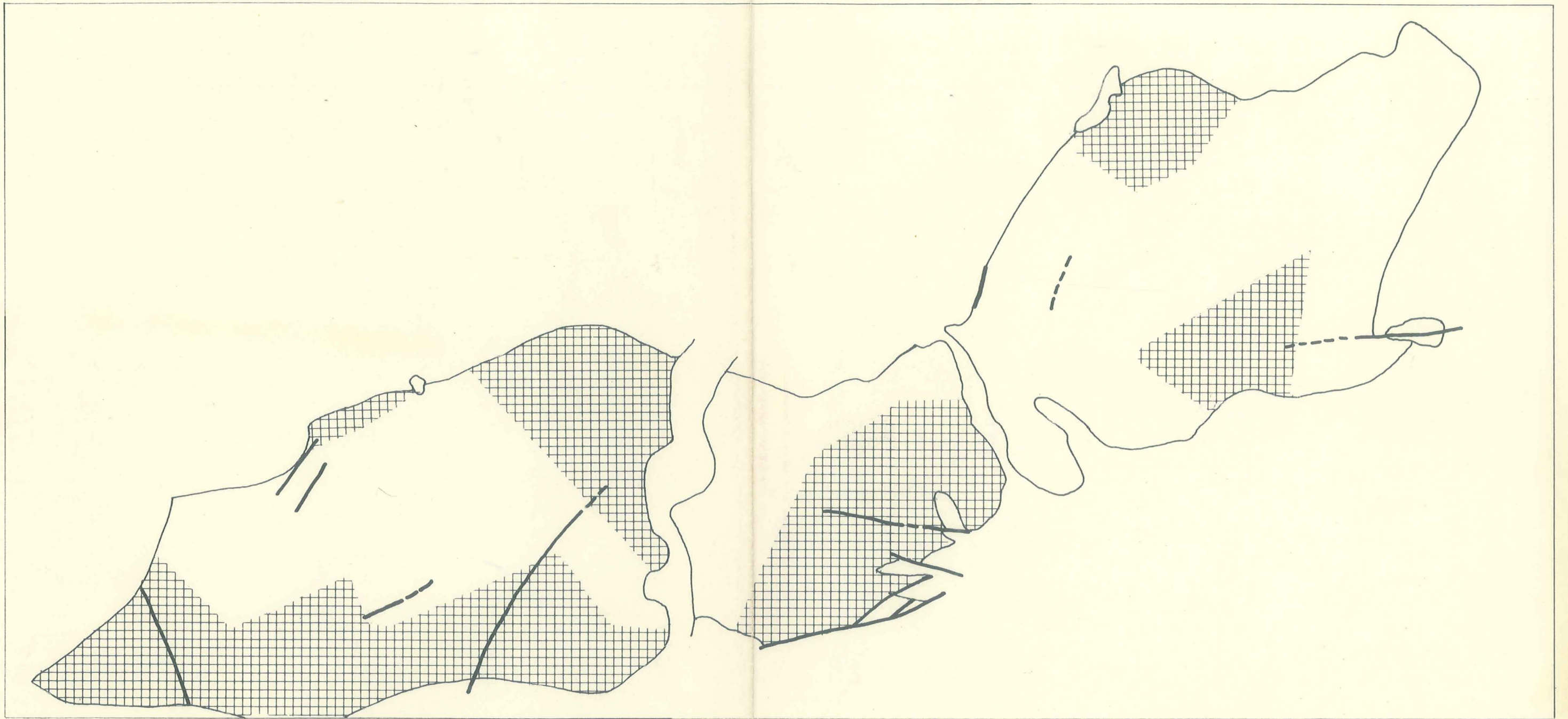
Zusammenfassend kann somit gesagt werden, daß der Kraubather Ultramafitstock als quantitativ und qualitativ interessanter Rohstoff für eine integrierte Nutzung von Duniten und Olivin-Peridotiten angesehen werden kann (J.G.HADITSCH 1979).

SCHRIFTTUM

- ANGEL, F.: Petrographische Studien an der Ultramafit-Masse von Kraubath (Steiermark). - Joanneum, Min.Mittbl., 1964, 2:1 - 125.
- BAUMGART, W.: Die technische Verwendung von Olivingestein. - Haus der Technik, Vortragsveröffentlichungen, 1971, 273:43 - 46.
- FRIEDRICH, O.M.: Aufbereitungsproben, Ni-Kraubath, Texte zu den Lichtbildern. - 32 Abb. mit Erläuterungen, 1970.

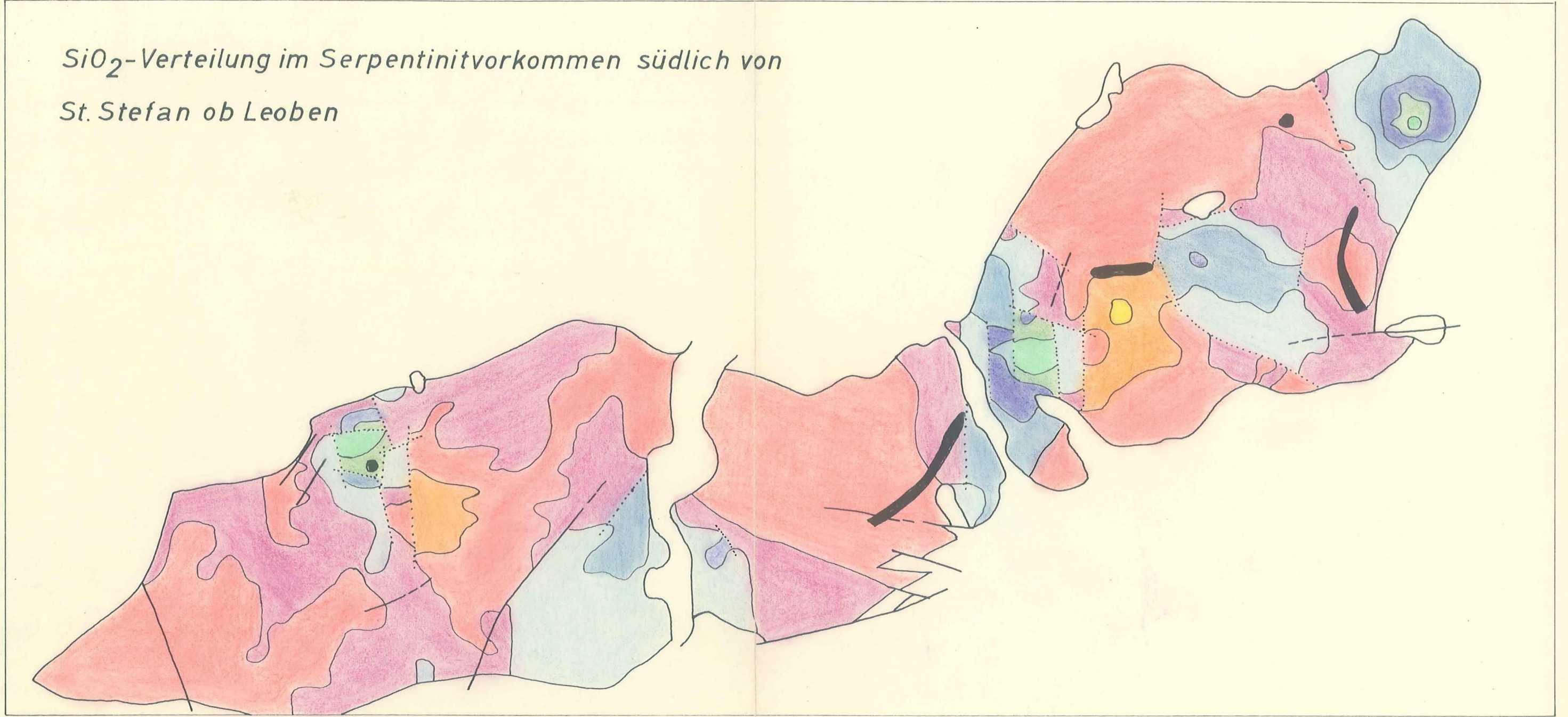
- HADITSCH, J.G.: Erze, feste Energierohstoffe, Industrieminerale, Steine und Erden. - In: Lagerstätten fester mineralischer Rohstoffe in Österreich und ihre Bedeutung (1979, im Druck).
- HADITSCH, J.G., PETERSEN-KRAUSS, D. & YAMAC, Y.: Beiträge für eine geologisch-lagerstättenkundliche Beurteilung hinsichtlich einer hydrometallurgischen Verwertung der Kraubather Ultramafititmasse (1979, im Druck).
- HADITSCH, J.G., MATAUSCHECK, J., STERK, G. & WALTER, E.: Rohstoffsicherung und Rohstoffforschung in Österreich. - BHM., 123, 1978, 10:348 - 353.
- HIESLEITNER, G.: Der magmatische Schichtbau des Kraubather chromerzführenden Peridotitmassivs. - Fortschr.Miner., 1953, 32:75 - 78.
- MEIXNER, H. & WALTER, L.: Die Minerale des Serpentinegebietes um Kraubath (Obersteiermark). - Fortschr.Miner., Krist., Petrogr., 23, 1939:81 - 89.
- MÜLLER, R.: Plan zur Nickelgewinnung im Gau Steiermark. - Unv.Ber., 6 p., 6.5.1939.
- PETERSEN-KRAUSS, D.: Abschlußbericht zur geochemischen Analyse der Gesteine des Serpentinivorkommens südlich von St.Stefan ob Leoben (Steiermark) im Rahmen des Forschungsprogramms "Rohstoffsicherung der Steiermark, Teilprojekt Kraubath", zur Vorlage bei der Landesregierung Steiermark. - Unv.Ber., 26 p., 6 Abb., 8 Tab., August 1978.
- ROBITSCH, J.: Kraubater Serpentin Bemusterung 1938. - Unv.Karte.
- RUTHNER, M.J.: Über die Aufbereitung ultrabasischer Gesteine mit Hilfe hydrometallurgischer Kreislaufprozesse. - Vortragsmanuskript Tagung BVÖ-GDMB Innsbruck 1978, 16+3 p.
- STRECKEISEN, A.: Classification and Nomenclature of Plutonic Rocks. - Geol.Rundschau, 1974, 63:773 - 786.

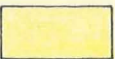



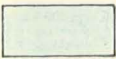




KARTE 1



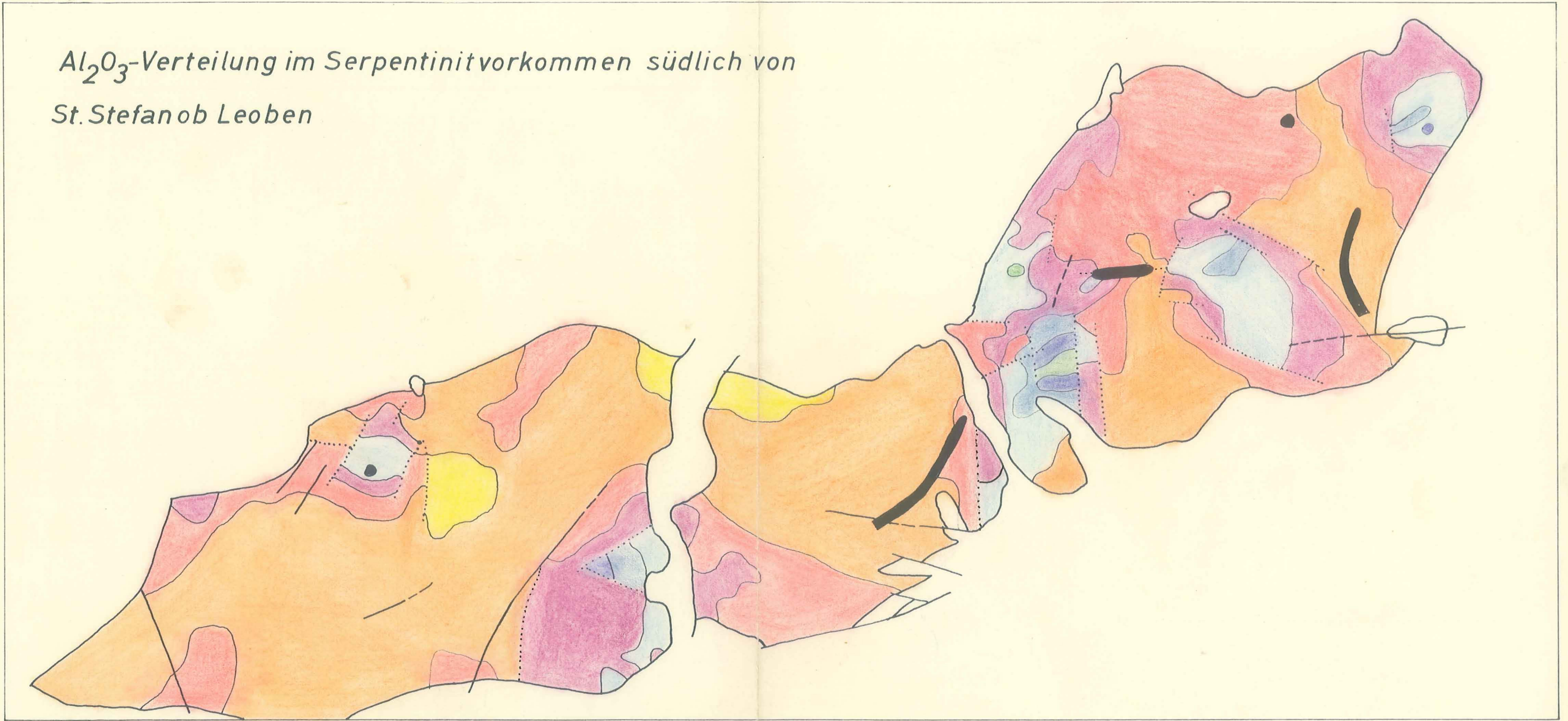
Schraffur : Durch Extrapolation bestimmte Konzentrationsbereiche

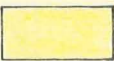



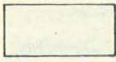




*SiO₂-Verteilung im Serpentinivorkommen südlich von
St. Stefan ob Leoben*



	≈ 36,89 Gew.-% SiO ₂		≈ 41,23 Gew.-% SiO ₂		≈ 45,56 Gew.-% SiO ₂
	≈ 38,33 " "		≈ 42,67 " "		≈ 47,01 " "
	≈ 39,78 " "		≈ 44,12 " "		≈ 48,45 " "

Al_2O_3 -Verteilung im Serpentinivorkommen südlich von
St. Stefan ob Leoben












 $\hat{=}$ 0,45 Gew.-% Al_2O_3	 $\hat{=}$ 0,83 Gew.-% Al_2O_3	 $\hat{=}$ 1,22 Gew.-% Al_2O_3
 $\hat{=}$ 0,58 " "	 $\hat{=}$ 0,96 " "	 $\hat{=}$ 1,35 " "
 $\hat{=}$ 0,70 " "	 $\hat{=}$ 1,09 " "	 $\hat{=}$ 1,48 " "

KARTE 4

Fe_2O_3 -Verteilung im Serpentinittvorkommen südlich von
St. Stefan ob Leoben

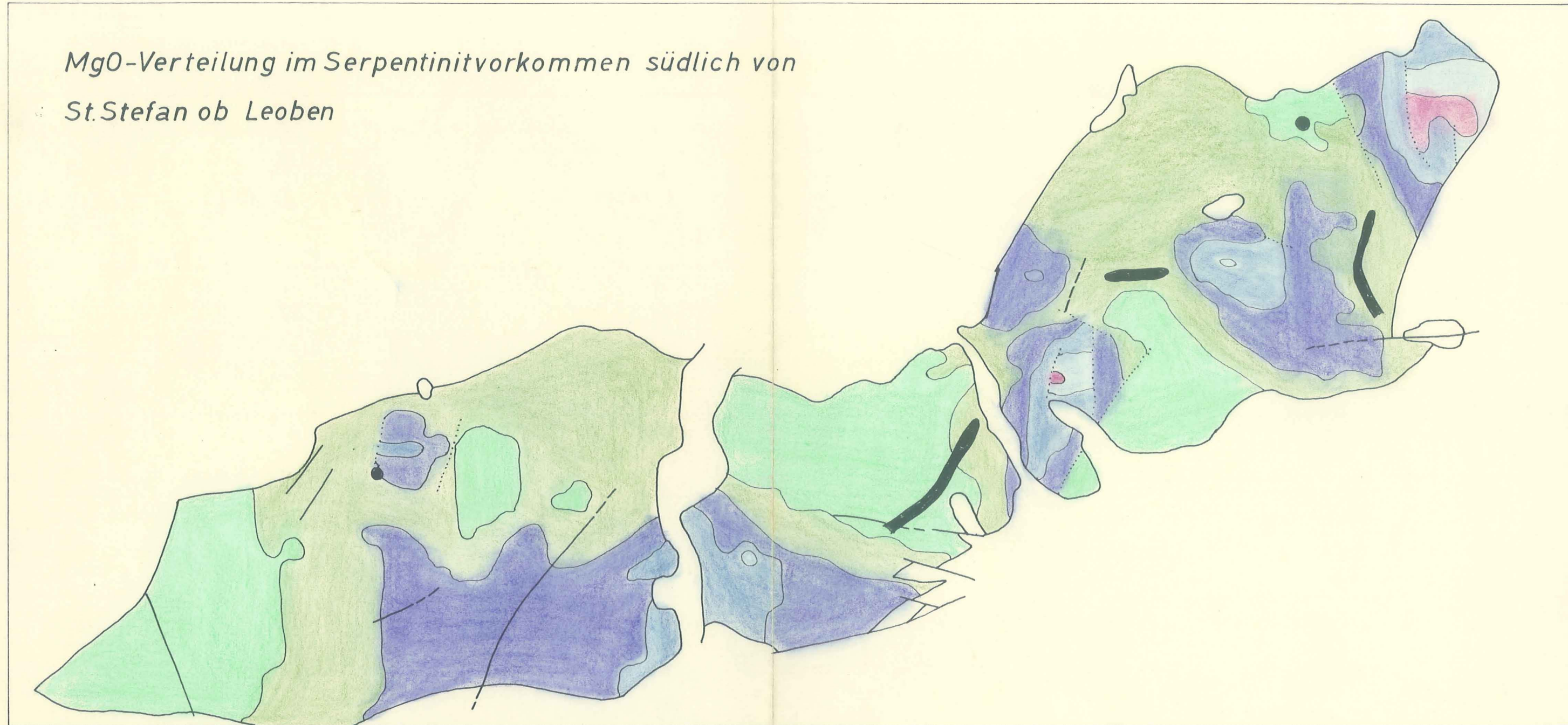











	≈ 6,45 Gew.-% Fe_2O_3		≈ 7,90 Gew.-% Fe_2O_3		≈ 9,34 Gew.-% Fe_2O_3
	≈ 6,93 " "		≈ 8,38 " "		≈ 9,82 " "
	≈ 7,41 " "		≈ 8,86 " "		≈ 10,30 " "

1979-016

KARTE 5

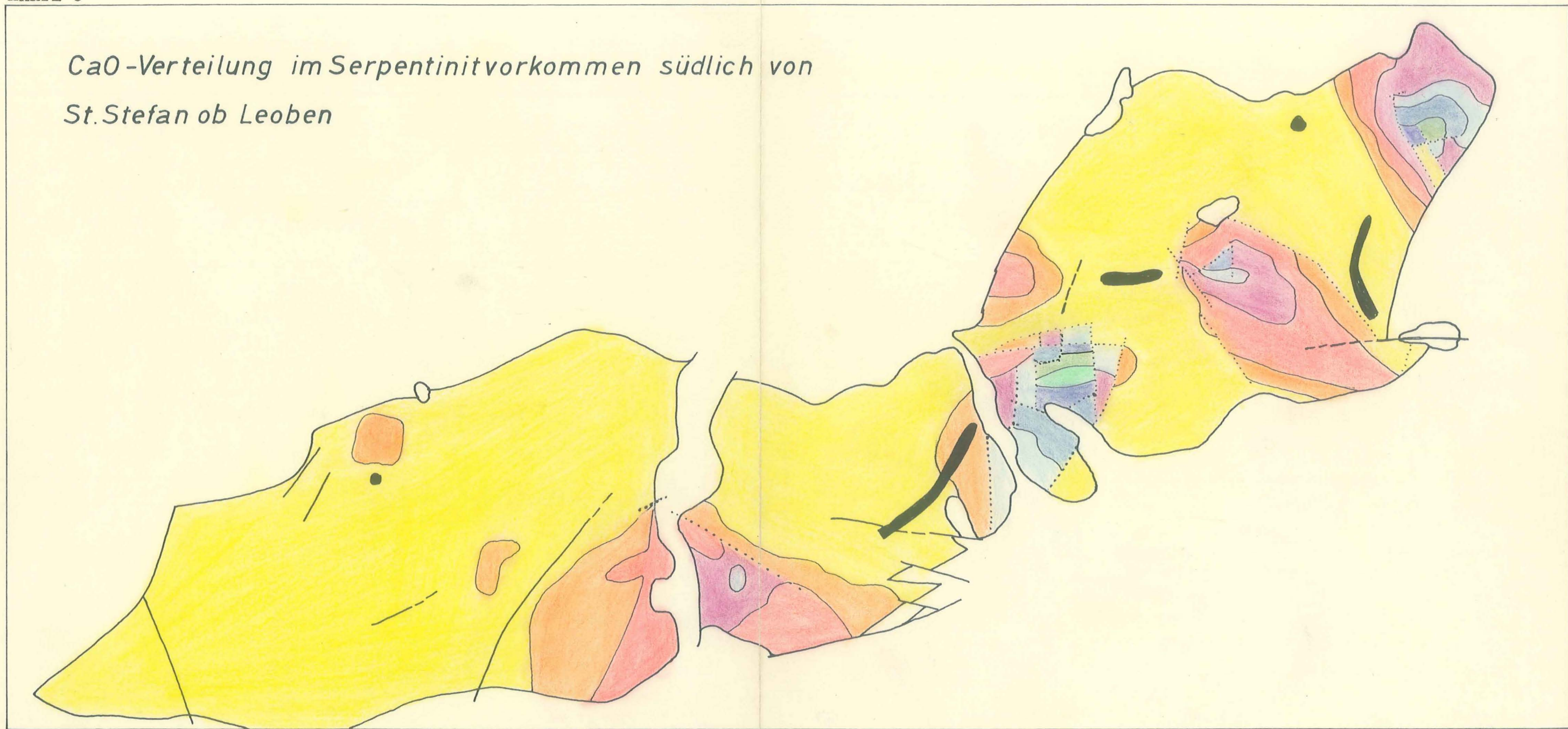
MgO-Verteilung im Serpentinivorkommen südlich von
St. Stefan ob Leoben

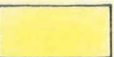


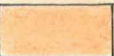
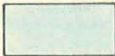
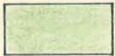


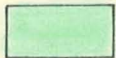


	≈16,69 Gew.-% MgO		≈26,41 Gew.-% MgO		≈36,12 Gew.-% MgO
	≈19,93 " "		≈29,64 " "		≈39,36 " "
	≈23,17 " "		≈32,88 " "		≈42,60 " "

KARTE 6

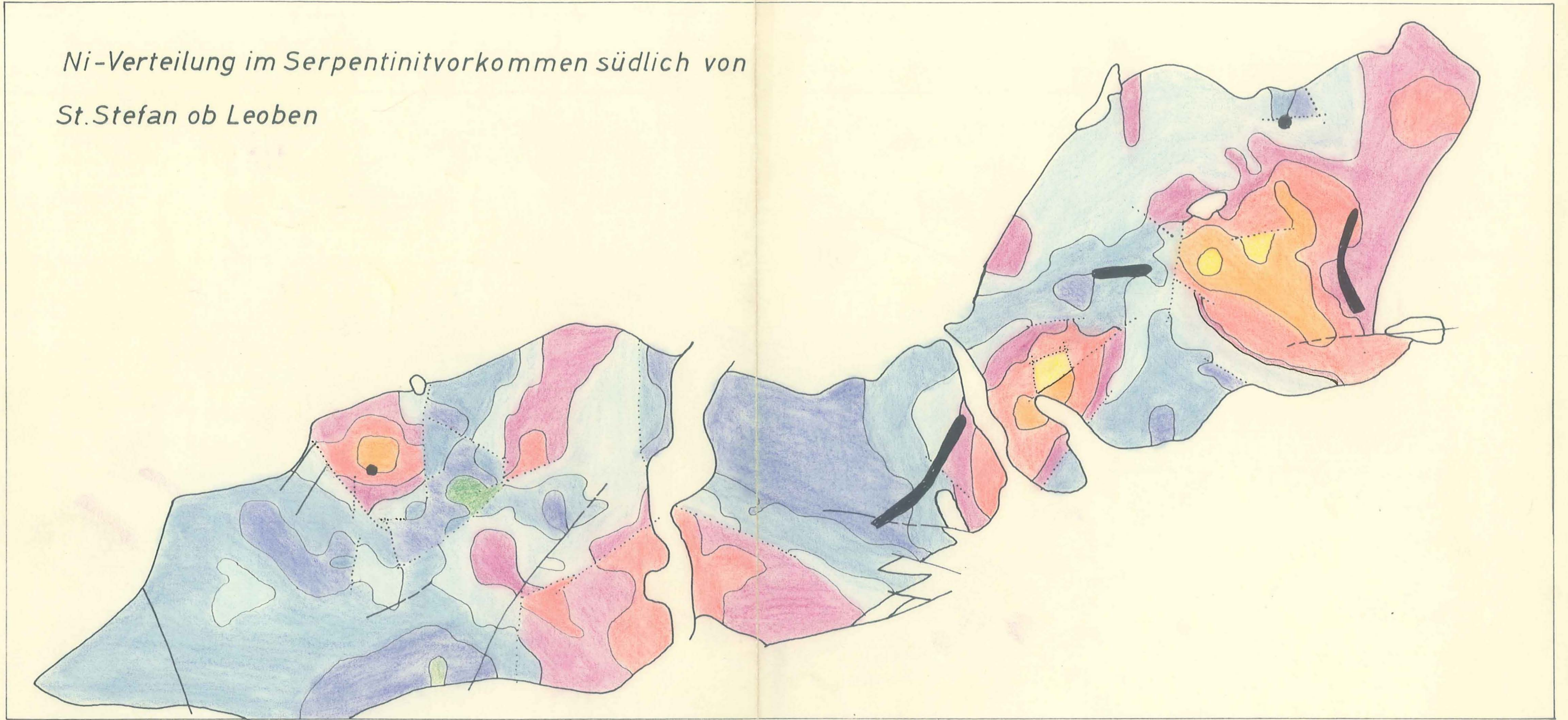
CaO-Verteilung im Serpentinivorkommen südlich von
St. Stefan ob Leoben

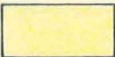




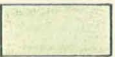


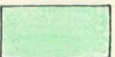


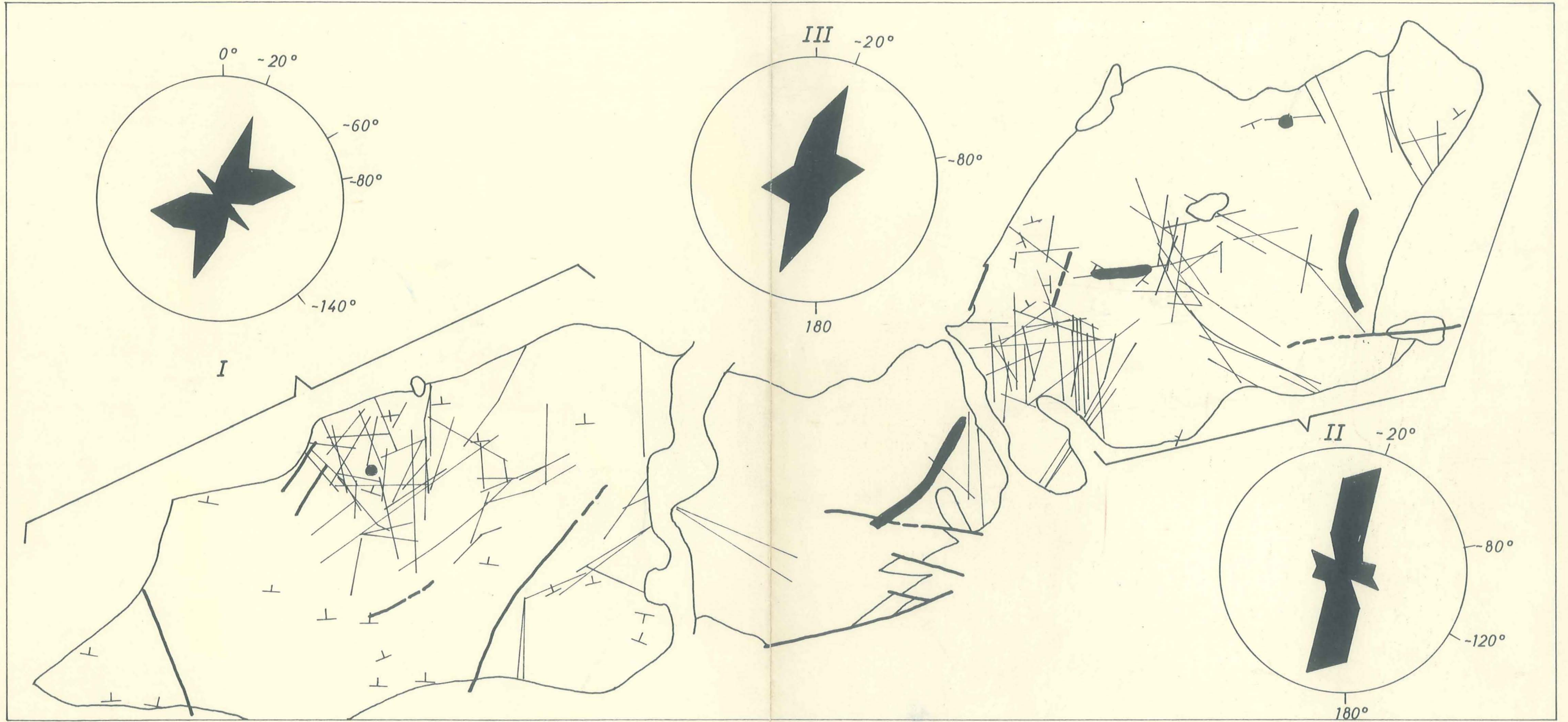
	≈ 1,29 Gew.-% CaO		≈ 4,83 Gew.-% CaO		≈ 8,37 Gew.-% CaO
	≈ 2,47 " "		≈ 6,01 " "		≈ 9,55 " "
	≈ 3,65 " "		≈ 7,19 " "		≈ 10,73 " "

KARTE 7

Ni-Verteilung im Serpentinivorkommen südlich von
St. Stefan ob Leoben



 $\hat{=}$ 0,10 Gew.-% Ni	 $\hat{=}$ 0,18 Gew.-% Ni	 $\hat{=}$ 0,27 Gew.-% Ni
 $\hat{=}$ 0,13 " "	 $\hat{=}$ 0,21 " "	 0,29 " "
 $\hat{=}$ 0,16 " "	 $\hat{=}$ 0,24 " "	 $\hat{=}$ 0,32 " "

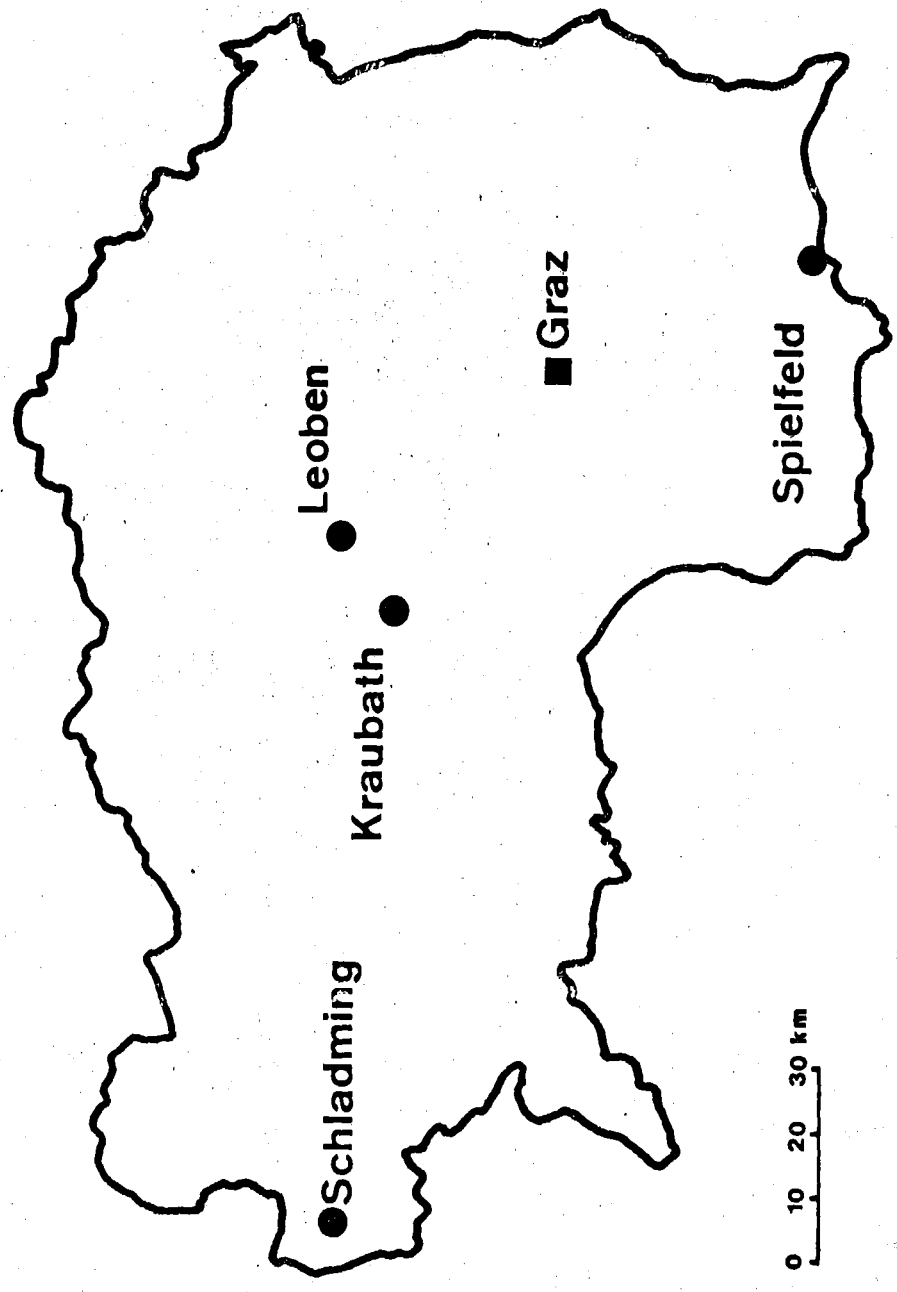


— kartiert (HADITSCH & YAMAC 1976)
Störungen
— geochemisch ausgeschieden

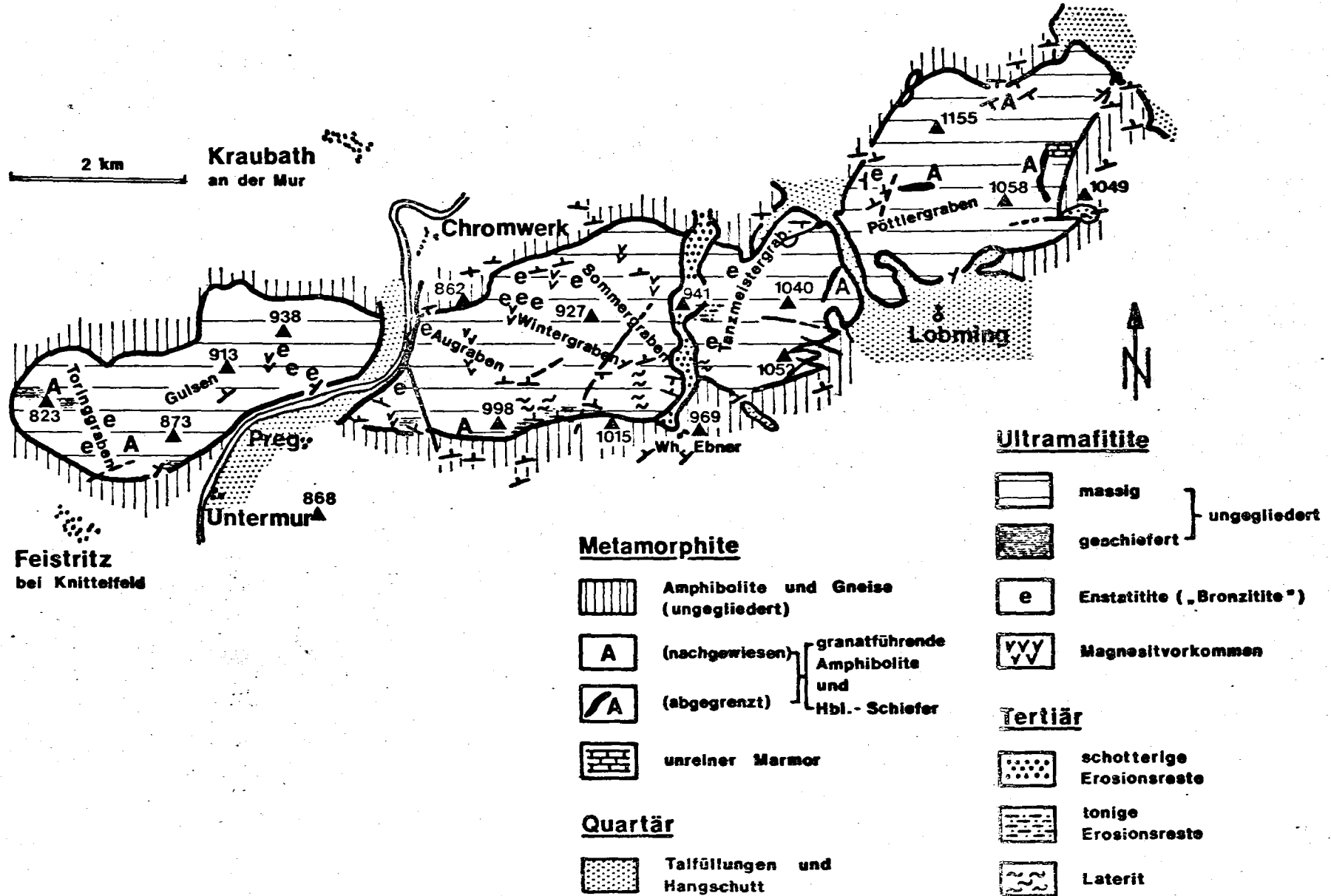
III Sammeldiagramm aus I und II

Lageskizze

Tafel 1



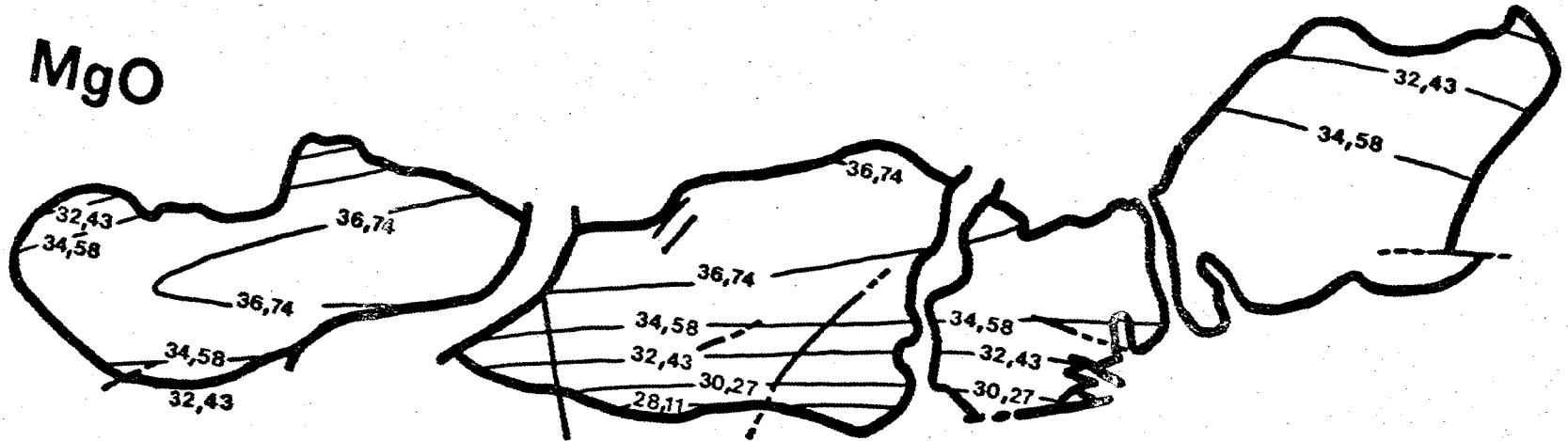
Tafel 2



1939-016

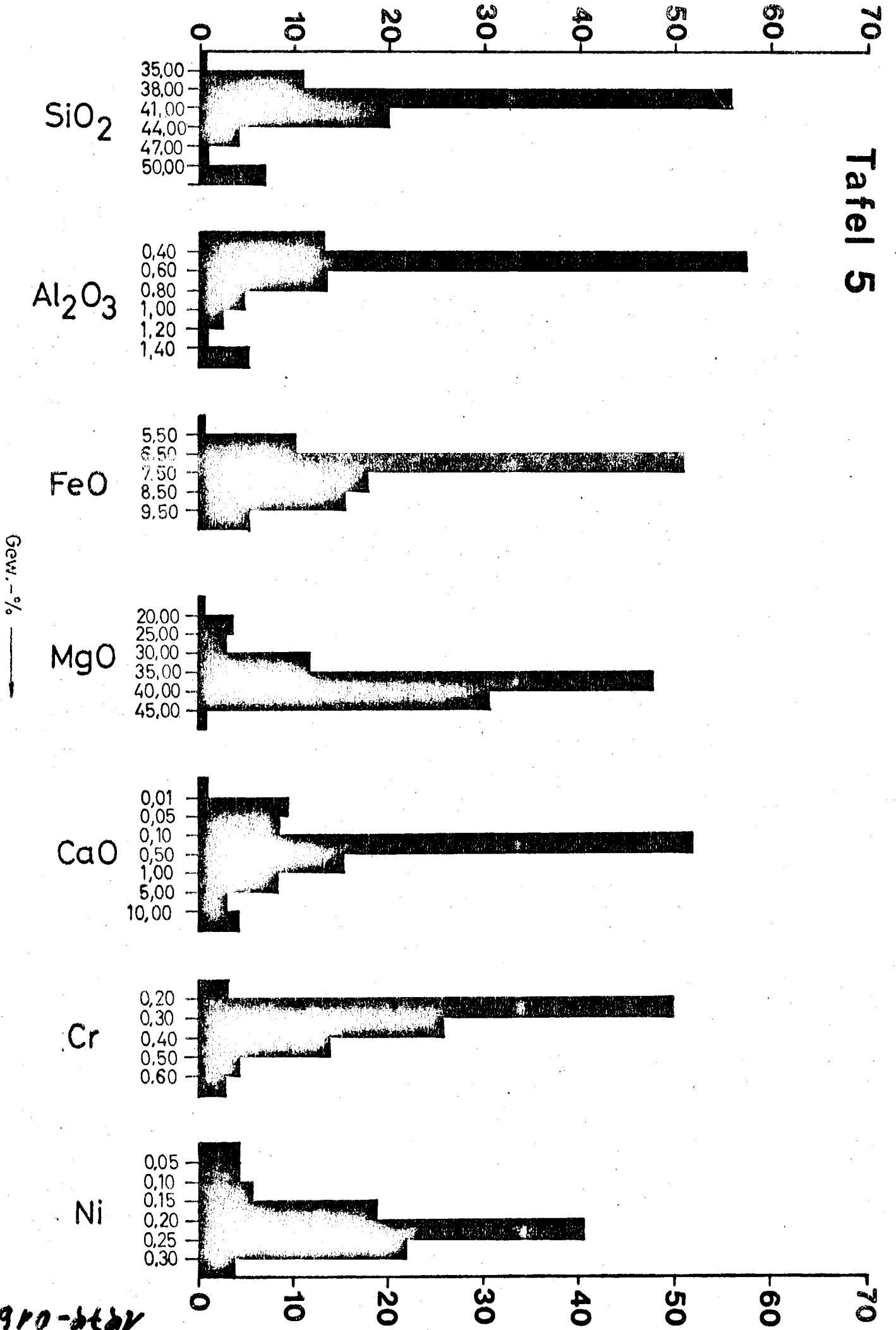
Tafel 3

MgO



1029-

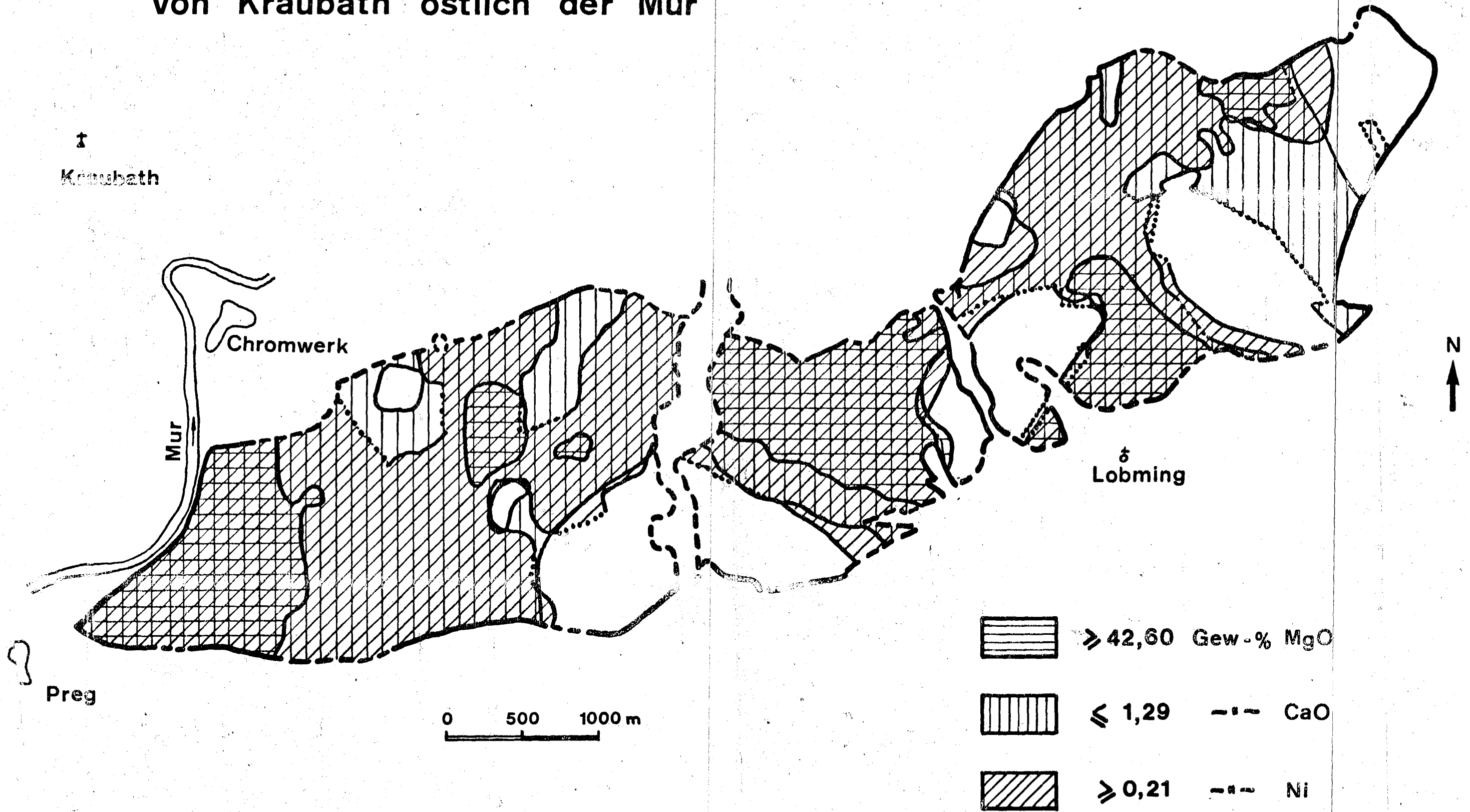
Tafel 5



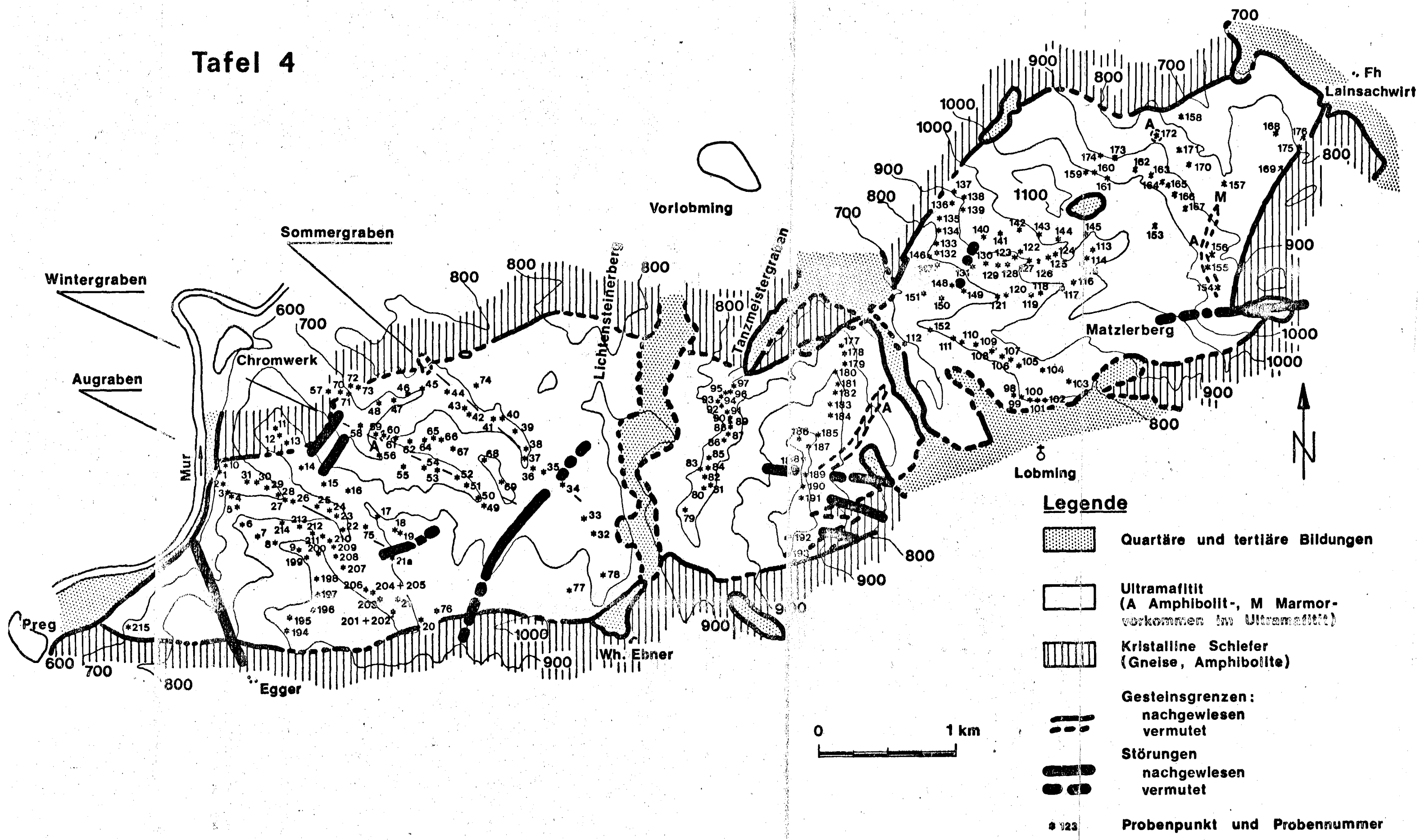
1920-016

Elementverteilung im Ultramafitkörper von Kraubath östlich der Mur

Tafel 6



Tafel 4



würden bereits
2 Abweichungen durch
1879-016
VOEST-ALPINE

1879-016

gestaltet
von der
Forschungsgesellschaft Deutscher
Metallhütten- und Erbergleute (GDMB)

(Heft 35)

- Vortrag vom 2.3. 1979 in
Aachen in der Fachsektion Lagerstättenforschung
der GDMB
Thema: Arsenvorkommen als
potentielle Lagerstätten

Fischer

1879-016

Derselt im Druck

bei der Gesellschaft Deutscher

Metallhütten- und Erbergleute (GDMB)

(Heft 35)

— Vortrag vom 2.3. 1979 in

Aachen in der Fachsektion Lagerstättenforschung
der GDMB

Thema: Arsenvorkommen als
potentielle Lagerstätten

Jordis