

1978-013  
103.735



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.

26 Seiten , 6 Abbildungen , 8 Tabellen

*D. Petersen-Krauß*

Dipl.-Geol. Detlev Petersen-Krauß

Frankfurt am Main im August 1978

## INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1. Einleitung .....	2
2. Methodik .....	2
2.1. Analysenverfahren .....	2
2.2. Methodischer Fehler .....	2
3. Ergebnisse der Untersuchungen .....	7
3.1. Serpentine .....	7
3.1.1. Zur Verwitterung der Serpentine .....	20
3.2. Amphibolite .....	25

## 1. Einleitung

Ziel der Untersuchungen war es die Verteilung der Elemente Si, Al, Fe, Mn, Mg, Ca, Cr und Ni im Serpentinivorkommen südlich von St. Stefan ob Leoben (Steiermark) quantitativ zu bestimmen. Auf die regionale Verteilung der Proben und die Probenentnahme wurde bereits im II. Zwischenbericht eingegangen, so daß auf eine nochmalige Beschreibung verzichtet worden ist. Gegenüber den vorausgegangenen Analysen wurde diesmal noch die ausstehenden Proben analysiert und die Analyse auf die Elemente Mn und Cr ausgedehnt. Ferner wurden die bei der Beprobung entnommenen Amphibolite auf die Elemente Si, Ti, Al, Fe, Mg, Ca, Na und K quantitativ analysiert.

Sämtliche vorgelegten Analysendaten dieses Berichtes beruhen auf einer zweimaligen Durchführung der Analysen (Doppelbestimmungen).

## 2. Methodik

### 2.1. Analysenverfahren

Sämtliche Analysen erfolgten wie auch schon zuvor nach der Methode der Röntgenfluoreszenzspektralanalyse mit einem Philips-Fluoreszenzspektrometer des Typs PW 1410/20 unter den in der Tab. 1 aufgelisteten Bedingungen. Die Probenaufbereitung erfolgte gemäß dem Schema der Tab. 2

### 2.2. Methodischer Fehler der Analysen

Die Eichung des verwendeten Spektrometers erfolgte mittels naßchemisch analysierter Referenzproben (vgl. hierzu II. Zwischenbericht). Diese Referenzproben wurden jeweils dreimal aufbereitet und gemessen. Ferner wurden aus dem Ausgangsmaterial der Referenzproben durch Mischen verschiedener Referenzproben neun weitere hergestellt. Somit standen

Tab.1 Apparative Daten für die Bestimmung der chemischen Zusammensetzung der Serpentinite und der Amphibolite mit dem Röntgenfluoreszenzspektrometer

Element	Röhre	Kristall	Zählertyp	Kollimator	Analysenlinie	Winkel(2 $\theta$ )	Zählzeit(sec)
Si	Cr	PE	Fc	g	KA	109,21	10
Ti	Cr	LiF	Fc	f	KA	86,14	10
Al	Cr	PE	Fc	g	KA	145,12	80
Fe	Cr	LiF	Fc	f	KA	57,52	10
Mn	Au	LiF	Fc	f	KA	62,97	20
Mg	Cr	TlAp	Fc	g	KA	45,17	40
Ca	Cr	LiF	Fc	f	KA	113,09	40
Na	Cr	TlAp	Fc	g	KA	55,10	40
K	Cr	LiF	Fc	f	KA	136,69	20
Cr	Au	LiF	Fc	f	KB	62,36	40
Ni	Cr	LiF	Fc	f	KA	48,67	60

Fc = Durchflußzähler, Spannung am Zähler = 1710V

Anregungsspannung und Strom der Cr- und Au-Röhre = 50kV/30mA

f = feiner Kollimator (160 )

g = grober Kollimator (400 )

Tab.2 Schematische Darstellung der Probenaufbereitung

1 - 3 kg Probe

Reinigen der Probe

Abtrennen eines Teils der Probe zur Herstellung von Dünnschliffen und für weitere spezielle Untersuchungen

Brechen des Restes in einem Backenbrecher auf 5 - 10 mm Korngröße, anschließend Teilung der Probe in einem 16 kammerigen Probenteiler. Eine Hälfte wird als Belegmaterial verwahrt.

Aufmahlen in einer Scheibenschwingmühle, Mahldauer 2 min und weitere Teilung der Proben mit einem Satz Probenteiler auf 5 gr.

Trocknen des Materials bei 105°C

1,00000±0,00050gr der Probe wird mit 5,00000±0,00050gr MERCK Spectromelt A 11 (Lanthañoxid und Lithiumtetraborat im Mischungsverhältnis 1:4) eingewogen, gemischt und aufgeschmolzen bei 1100°C.

Feinstmahlen der Schmelztablette in einer Scheibenschwingmühle, Mahldauer 1 min.

Einpressen des Materials unter 15t/cm<sup>2</sup> in einen Borsäuremantel. Aufbewahrung der Presstablette bis zur Messung unter Vakuum.

Messen der Tablette entsprechend den Angaben nach Tab.1.

insgesamt 29 Referenzproben zur Verfügung, die die gesamte Variationsbreite der chemischen Zusammensetzung der vorliegenden Serpentinite kontinuierlich überdeckten.

Aus den gemessenen Fluoreszenzintensitäten und dem bekannten Chemismus der Referenzproben wurde die zur Bestimmung des Chemismus der Serpentinite erforderliche KorrekturmatriX errechnet. Die Berechnung dieser KorrekturmatriX wurde mittels eines FORTRAN V-Rechenprogramms von STRECKER (Hessisches Landesamt f. Bodenforschung, Wiesbaden, unveröffentl.) durchgeführt. Dieses Programm geht in seinem Kernstück auf die Korrekturmethode von LUCAS-TOOTH & PRICE (1961) und LACHANCE & TRAILL (1966) zurück und wurde von JUNK (in prep.) erweitert.

Der Gesamtfehler ( $s_{\text{tot}}$ ) bei der Bestimmung eines einzelnen Elementes nach der verwendeten Methode setzt sich aus den folgenden Einzelfehlern zusammen: zählstatistischer Fehler ( $s_z$ ), apparativer Fehler ( $s_{\text{app}}$ ) und präparativer Fehler ( $s_{\text{präp}}$ ). Der Gesamtfehler ist dann gleich:

$$s_{\text{tot}}^2 = s_z^2 + s_{\text{app}}^2 + s_{\text{präp}}^2$$

Der zählstatistische Fehler ist dabei sowohl von der Konzentration des zu bestimmenden Elementes als auch von der gewählten Zählzeit abhängig. Der apparative Fehler ist in erster Linie gegeben durch Ungenauigkeiten bei der Winkeleinstellung und durch Streuungen der Parameter des Gerätes. Dieser Fehler liegt bei dem verwendeten Gerät unter 0,1%. Der präparative Fehler wird durch Ungenauigkeiten bei der Probenaufbereitung hervorgerufen. Für die in den Serpentiniten bestimmten Elemente ergaben sich die in Tab. 3 aufgeführten mittleren Fehler.

Tab.3 Mittlere relative Fehler der Analysen (alle Angaben in %)

Element	$s_z$	$s_{app}$	$s_{prap}$	$s_{tot}^{Max.}$	$s_{tot}^{Mtl}$	$s_{tot}^{Min}$
Si	0,37		0,19	0,57	0,43	0,04
Al	1,71		0,16	3,57	1,72	0,31
Fe	0,40		0,32	1,85	0,52	0,04
Mn	0,99	0,10	1,31	2,09	1,32	0,14
Mg	0,82		0,35	1,68	0,89	0,17
Ca	0,33		1,24	4,89	1,28	0,26
Cr	1,13		1,64	2,17	1,99	0,42
Ni	1,42		1,24	5,77	1,89	0,83

Für den Gesamtfehler ( $s_{tot}$ ) ist außer den Mittelwerten ( $s_{tot}^{Mtl}$ ) auch der jeweils festgestellte maximale ( $s_{tot}^{Max}$ ) und der minimale Fehler ( $s_{tot}^{Min}$ ) angegeben.

### 3. Untersuchungsergebnisse

#### 3.1. Serpentinite

Nach den jetzt vollständig vorliegenden Ergebnissen der Analyse der Serpentinite, ergibt sich hinsichtlich der Verteilung der Elemente keine Abweichung gegenüber den schon früher beschriebenen.

Von den untersuchten Proben liegen rd.60% in einem Konzentrationsbereich mit  $Ni \geq 0,20\text{Gew.}\%$  und  $Ca \leq 1,00\text{Gew.}\%$ . Im Gebiet westlich Lobming sind diese Konzentrationsbereiche bevorzugt an die nördlichsten Teile des Serpentinittvorkommens gebunden (Abb.2,3,4); östlich von Lobming ist dies nicht mehr so ausgeprägt der Fall, worauf bereits im I. und II.Zwischenbericht hingewiesen wurde. Unter Ausklammerung der stark angewitterten Serpentinite und der Amphibolite verteilen sich die Proben auf die Konzentrationsbereiche nach Abb.4 wie es in der Tab.4 aufgeführt ist.

Tab 4 Verteilung der Proben auf die nach Abb.4 ausgeschiedenen Konzentrationsbereiche.

Probenzahl	$Ni \geq 0,20\text{Gew.}\%$ $Ca \leq 1,00\text{Gew.}\%$	$Ni < 0,20\text{Gew.}\%$ $Ca \leq 1,00\text{Gew.}\%$	$Ni \geq 0,20\text{Gew.}\%$ $Ca > 1,00\text{Gew.}\%$	$Ni < 0,20\text{Gew.}\%$ $Ca > 1,00\text{Gew.}\%$
absolut	116	45	4	23
in %	61,7	23,9	2,1	12,3

Die Gehalte an Cr liegen überwiegend in einem Bereich von Cr  $0,20 - < 0,40\text{Gew.}\%$  (Abb.5,6). Lokal treten auch höhere Gehalte auf, die nach den vorliegenden Untersuchungen auf überwiegend kleine Areale beschränkt sind.



Tab.5 Chemische Zusammensetzung der Serpentinite (Gv.=Glühverlust bei 1100°C;  
 -- = Konzentration < 0,01Gew.-%; alle Angaben in Gew.-%)

Probe	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO <sub>2</sub>	41,41	39,36	39,67	40,99	38,57	40,09	38,89	38,73
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,92	0,48	0,44	0,59	0,54	0,47	0,52	0,54
FeO	7,05	6,63	6,80	6,78	7,05	7,51	7,08	6,37
MnO	0,13	0,13	0,12	0,13	0,13	0,13	0,13	0,11
MgO	40,39	41,86	41,54	40,44	42,80	40,64	38,94	37,97
CaO	0,79	0,26	0,20	0,47	0,07	0,16	0,24	0,49
Cr	0,27	0,26	0,24	0,26	0,40	0,31	0,30	0,24
Ni	0,24	0,23	0,26	0,25	0,28	0,21	0,20	0,15
Gv.	8,44	10,15	10,33	9,47	10,32	10,21	14,24	15,26
Summe	99,64	99,36	99,59	99,37	100,16	99,73	100,54	99,86
Probe	9	10	11	12	13	14	15	16
SiO <sub>2</sub>	41,51	40,15	39,71	41,41	41,10	39,95	33,53	42,57
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,62	0,67	0,69	0,54	0,62	0,43	0,52	0,50
FeO	6,68	6,73	5,82	6,92	6,36	6,86	5,29	7,38
MnO	0,11	0,13	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,14
MgO	36,73	40,06	39,73	39,93	38,76	40,78	38,67	34,41
CaO	0,09	0,58	0,56	0,29	0,38	0,16	0,74	0,18
Cr	0,27	0,27	0,31	0,30	0,27	0,28	0,22	0,28
Ni	0,21	0,23	0,21	0,26	0,21	0,25	0,13	0,24
Gv.	15,67	10,55	13,45	8,83	11,87	10,59	21,46	14,74
Summe	101,89	99,37	100,60	98,60	99,69	99,42	100,68	100,44

1  
∞  
1

Tab.5 Fortsetzung

Probe	17	18	21	21a	22	23	24	25
SiO <sub>2</sub>	44,62	42,07	41,04	37,60	39,89	39,60	39,99	41,34
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,68	0,62	0,51	0,43	0,40	0,51	0,43	0,48
FeO	8,45	6,89	7,24	7,85	6,81	7,36	6,96	6,94
MnO	0,16	0,11	0,12	0,14	0,11	0,12	0,12	0,13
MgO	32,41	38,85	35,70	37,78	37,43	39,94	39,44	40,66
CaO	2,18	0,08	0,21	0,45	0,03	0,05	0,11	0,27
Cr	0,29	0,37	0,28	0,70	0,39	0,52	0,27	0,28
Ni	0,13	0,27	0,21	0,22	0,27	0,25	0,25	0,26
Gv.	10,21	12,60	15,65	12,85	14,66	13,41	12,29	9,84
Summe	99,13	101,86	101,01	98,02	99,99	101,76	99,86	100,20
Probe	26	27	28	29	30	31	32	33
SiO <sub>2</sub>	41,26	39,46	40,83	40,10	41,41	38,85	40,69	46,57
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,59	0,46	0,52	0,62	0,51	0,50	0,39	1,74
FeO	6,51	6,66	6,58	6,65	6,81	6,52	9,18	9,15
MnO	0,12	0,13	0,12	0,11	0,13	0,12	0,16	0,15
MgO	37,48	42,49	37,94	37,53	40,10	40,93	34,02	28,17
CaO	0,16	0,14	0,20	0,35	0,25	0,26	0,01	4,91
Cr	0,27	0,34	0,26	0,27	0,28	0,26	0,46	0,11
Ni	0,24	0,28	0,22	0,22	0,23	0,22	0,21	0,05
Gv.	14,78	9,04	13,71	14,52	10,48	11,61	14,40	9,12
Summe	101,41	99,00	100,38	100,37	100,20	99,26	99,52	99,97

Tab.5 Fortsetzung

Probe	34	36	37	38	39	41	42	43
SiO <sub>2</sub>	41,95	41,60	37,49	38,13	41,69	38,14	39,52	53,61
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,54	0,51	0,35	0,37	0,56	0,52	0,43	0,86
FeO	7,04	7,00	5,95	6,76	9,82	8,55	8,39	8,33
MnO	0,12	0,12	0,12	0,12	0,13	0,15	0,14	0,23
MgO	37,71	37,54	43,28	41,91	35,04	39,70	41,19	33,26
CaO	0,37	0,30	0,04	0,09	0,28	0,08	0,14	0,67
Cr	0,28	0,29	0,25	0,34	0,37	0,49	0,42	0,39
Ni	0,25	0,24	0,29	0,25	0,11	0,20	0,23	0,16
Gv.	11,64	12,07	12,14	11,51	11,10	12,49	9,71	2,15
Summe	99,90	99,67	99,91	99,39	99,10	100,32	100,17	99,66
Probe	44	45	46	47	48	49	50	51
SiO <sub>2</sub>	41,45	38,34	38,50	35,27	51,77	40,25	44,67	36,33
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,52	0,53	0,43	0,70	0,89	0,46	0,64	0,44
FeO	6,95	7,06	8,52	7,05	8,55	6,27	9,44	6,26
MnO	0,12	0,12	0,14	0,14	0,21	0,12	0,14	0,12
MgO	37,48	38,34	39,57	35,27	26,51	37,83	29,23	40,79
CaO	1,18	0,35	0,03	0,31	4,97	0,47	4,21	0,27
Cr	0,27	0,28	0,33	0,27	0,14	0,32	0,23	0,23
Ni	0,20	0,22	0,23	0,17	0,07	0,17	0,05	0,21
Gv.	13,54	12,77	11,42	9,83	5,52	15,11	12,52	16,33
Summe	101,71	99,66	99,17	99,92	98,63	101,00	101,13	100,98

Tab.5 Fortsetzung

Probe	52	53	54	55	56	57	58	59
SiO <sub>2</sub>	39,50	36,70	36,97	40,36	36,30	36,24	37,32	50,56
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,51	0,42	0,37	0,53	0,39	0,40	0,33	0,91
FeO	6,79	5,86	5,78	6,53	5,26	6,08	6,93	7,69
MnO	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,20
MgO	37,08	40,85	41,79	38,12	41,76	41,69	41,67	33,34
CaO	0,64	0,26	0,28	0,93	0,06	0,22	0,01	0,62
Cr	0,26	0,20	0,27	0,25	0,36	0,32	0,29	0,23
Ni	0,20	0,21	0,26	0,22	0,22	0,22	0,18	0,11
Gv.	15,76	16,16	14,28	12,76	15,95	15,23	14,66	4,72
Summe	100,86	100,66	100,12	99,82	100,42	100,52	101,51	98,38
Probe	60	61	62	63	64	65	66	67
SiO <sub>2</sub>	42,52	50,47	41,84	38,31	38,69	38,70	39,62	39,74
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,42	1,03	0,46	0,29	0,39	0,38	0,33	0,28
FeO	7,88	7,55	9,03	9,31	6,15	7,45	5,84	5,46
MnO	0,13	0,18	0,17	0,15	0,12	0,13	0,13	0,11
MgO	36,26	33,18	37,46	37,84	38,69	41,65	45,22	42,70
CaO	0,25	0,69	0,22	0,06	0,02	0,14	0,18	0,23
Cr	0,24	0,22	0,18	0,20	0,53	0,40	0,22	0,07
Ni	0,10	0,06	0,11	0,18	0,27	0,21	0,25	0,36
Gv.	12,50	4,78	10,51	11,92	12,81	10,04	8,32	11,53
Summe	100,30	98,16	99,98	98,26	99,30	99,10	100,11	100,48

Tab.5 Fortsetzung

Probe	68	69	70	71	72	73	74	75
SiO <sub>2</sub>	39,50	41,25	37,47	38,61	41,00	39,35	40,69	37,35
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,41	0,61	0,38	0,37	0,46	0,38	0,58	0,41
FeO	7,06	7,06	9,13	7,37	7,20	7,26	6,95	8,05
MnO	0,12	0,11	0,18	0,13	0,12	0,13	0,12	0,14
MgO	38,96	35,74	41,23	40,78	38,44	41,06	40,27	38,34
CaO	0,07	0,87	0,07	0,15	0,15	0,20	0,43	0,20
Cr	0,27	0,27	0,26	0,27	0,30	0,29	0,28	0,42
Ni	0,23	0,19	0,17	0,20	0,21	0,21	0,26	0,17
Gv.	13,91	14,72	10,63	12,44	12,54	11,82	9,75	15,95
Summe	101,52	100,82	99,52	100,32	100,42	100,70	99,33	101,03
Probe	76	78	79	80	81	82	83	84
SiO <sub>2</sub>	43,04	41,82	50,34	38,27	39,64	40,83	39,47	39,73
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,77	0,47	1,24	0,49	0,42	0,52	0,45	0,72
FeO	6,36	7,92	8,02	8,04	7,40	6,86	6,96	6,55
MnO	0,11	0,17	0,15	0,12	0,12	0,12	0,11	0,12
MgO	35,19	34,37	22,26	36,44	37,23	37,41	37,56	38,88
CaO	0,13	0,04	12,34	0,43	0,36	0,52	0,17	0,43
Cr	0,24	0,57	0,13	0,55	0,32	0,26	0,33	0,33
Ni	0,26	0,26	0,03	0,15	0,19	0,21	0,23	0,22
Gv.	13,89	14,25	4,98	16,06	14,54	14,23	14,69	12,24
Summe	99,99	99,87	99,49	100,55	100,22	100,47	99,97	99,22

Tab.5 Fortsetzung

Probe	85	86	87	88	89	90	91	92
SiO <sub>2</sub>	40,11	39,68	39,02	38,75	38,10	39,63	39,70	40,16
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,40	0,55	0,44	0,39	0,49	0,45	0,55	0,50
FeO	6,92	6,58	6,23	7,01	7,32	6,61	6,75	6,83
MnO	0,13	0,12	0,12	0,24	0,12	0,12	0,13	0,12
MgO	42,13	40,80	40,55	45,10	41,87	41,41	42,05	39,57
CaO	0,35	0,38	0,44	0,09	0,27	0,09	0,28	0,34
Cr	0,25	0,24	0,32	0,29	0,49	0,28	0,28	0,26
Ni	0,27	0,25	0,26	0,26	0,26	0,27	0,25	0,24
Gv.	8,32	10,99	12,11	6,99	9,54	9,37	8,85	11,07
Summe	98,88	99,59	99,29	99,12	99,46	98,23	98,84	99,09
Probe	93	94	95	96	97	98	99	100
SiO <sub>2</sub>	38,70	38,45	39,65	39,71	40,69	41,04	39,40	40,04
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,46	0,40	0,35	0,45	0,45	0,38	0,56	0,53
FeO	6,57	6,81	5,69	7,42	6,86	6,83	6,98	7,19
MnO	0,13	0,13	0,12	0,13	0,13	0,12	0,12	0,13
MgO	42,91	42,47	41,90	41,80	42,27	41,04	40,43	40,75
CaO	0,14	0,58	0,04	0,25	0,24	0,33	0,51	0,44
Cr	0,33	0,25	0,28	0,32	0,27	0,46	0,27	0,29
Ni	0,25	0,24	0,31	0,24	0,26	0,23	0,23	0,22
Gv.	9,31	9,72	11,10	9,11	9,51	12,22	11,79	10,67
Summe	99,80	99,05	99,44	99,43	99,68	99,58	100,29	100,26

Tab.5 Fortsetzung

Probe	101	102	103	104	105	108	109	110
SiO <sub>2</sub>	40,10	39,81	39,73	40,20	36,02	40,78	36,74	53,07
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,49	0,51	0,49	0,50	0,43	0,52	0,63	1,92
FeO	7,14	6,90	6,95	7,08	7,15	8,67	8,14	6,68
MnO	0,13	0,12	0,13	0,12	0,13	0,16	0,15	0,16
MgO	41,12	41,30	40,94	40,09	43,48	36,19	40,04	19,76
CaO	0,50	0,43	0,74	0,44	0,24	1,64	0,13	16,75
Cr	0,27	0,26	0,26	0,41	0,43	0,34	0,60	0,21
Ni	0,24	0,24	0,22	0,25	0,19	0,15	0,22	0,03
Gv.	10,16	9,74	10,54	10,50	12,29	11,41	12,32	2,14
Summe	100,15	99,31	100,00	99,59	100,36	99,86	98,97	100,72
Probe	111	112	113	114	115	116	117	118
SiO <sub>2</sub>	50,53	38,17	52,29	39,57	48,52	39,52	37,86	39,64
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,44	0,45	1,78	0,49	1,21	0,54	0,50	0,56
FeO	7,18	7,24	6,81	8,97	8,89	6,00	7,09	7,25
MnO	0,16	0,13	0,14	0,20	0,26	0,12	0,12	0,12
MgO	22,58	39,85	21,89	37,44	27,87	39,26	37,90	38,87
CaO	13,43	0,42	13,35	0,86	4,70	0,51	0,13	0,17
Cr	0,19	0,41	0,20	0,39	0,26	0,28	0,43	0,26
Ni	0,03	0,20	0,03	0,11	0,05	0,24	0,21	0,23
Gv.	3,46	14,06	3,18	12,02	7,00	15,10	17,04	13,62
Summe	99,00	100,93	99,67	100,05	98,76	101,57	101,28	100,72

Tab.5 Fortsetzung

Probe	119	120	121	122	123	124	125	130
SiO <sub>2</sub>	36,71	38,37	42,20	41,77	41,23	39,40	38,02	41,07
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,43	0,48	0,60	0,95	0,50	0,43	0,43	1,00
FeO	8,35	7,06	6,90	7,21	7,87	8,05	9,09	7,53
MnO	0,15	0,13	0,12	0,13	0,12	0,12	0,12	0,11
MgO	41,75	42,11	39,42	38,06	36,61	36,59	37,35	35,45
CaO	0,43	0,48	0,41	---	0,02	1,60	0,23	0,88
Cr	0,33	0,33	0,26	0,26	0,31	0,43	0,32	0,30
Ni	0,17	0,24	0,25	0,25	0,21	0,16	0,13	0,20
Gv.	12,29	10,84	9,34	11,80	12,72	14,46	14,12	12,73
Summe	100,29	100,04	99,50	100,43	99,59	101,24	99,81	98,97
Probe	131	132	133	134	135	136	137	138
SiO <sub>2</sub>	41,65	40,95	40,75	41,60	37,66	39,59	39,08	39,33
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,84	0,51	0,57	0,54	0,63	1,63	0,58	0,63
FeO	7,24	6,88	6,85	9,10	8,73	8,82	8,74	8,27
MnO	0,12	0,11	0,12	0,13	0,14	0,13	0,13	0,14
MgO	36,55	35,78	38,41	34,47	38,60	37,35	37,86	38,44
CaO	0,51	0,98	0,41	0,85	0,46	0,16	0,03	0,96
Cr	0,28	0,80	0,28	0,23	0,44	0,47	0,53	0,37
Ni	0,23	0,20	0,22	0,18	0,20	0,20	0,21	0,19
Gv.	11,59	13,46	12,22	12,06	12,42	10,49	12,15	11,25
Summe	99,01	99,67	99,83	99,16	99,28	98,84	99,31	99,58



Tab.5 Fortsetzung

Probe	139	140	141	142	143	144	145	146
SiO <sub>2</sub>	40,05	40,67	39,36	39,70	39,43	40,55	41,30	52,49
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,54	0,44	0,51	0,66	0,70	0,59	0,53	1,85
FeO	8,07	7,65	8,54	9,34	8,15	9,13	10,07	6,54
MnO	0,12	0,11	0,13	0,16	0,11	0,21	0,15	0,13
MgO	38,85	34,80	37,56	38,75	35,28	33,60	34,85	22,31
CaO	0,93	1,04	0,41	0,20	0,06	0,05	0,07	10,82
Cr	0,43	0,28	0,25	0,27	0,54	0,49	0,31	0,45
Ni	0,23	0,25	0,21	0,17	0,19	0,20	0,11	0,02
Gv.	10,78	14,27	12,93	9,95	14,93	14,37	12,37	4,77
Summe	100,00	99,51	99,90	99,20	99,39	99,19	99,76	99,38
Probe	147	148	149	150	151	152	156	157
SiO <sub>2</sub>	41,31	41,39	43,27	43,00	44,15	43,02	38,75	39,85
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,44	0,50	0,65	0,98	0,68	0,44	0,45	0,52
FeO	7,48	7,41	7,05	6,85	7,44	8,84	7,95	9,09
MnO	0,67	0,12	0,11	0,11	0,11	0,14	0,13	0,16
MgO	37,83	34,90	34,85	36,86	35,42	35,41	39,32	37,97
CaO	0,40	0,31	0,09	0,82	0,12	0,25	0,35	0,05
Cr	0,27	0,30	0,27	0,27	0,27	0,46	0,41	0,52
Ni	0,28	0,18	0,19	0,22	0,24	0,17	0,18	0,16
Gv.	10,46	15,37	14,49	12,48	12,06	10,66	11,76	11,50
Summe	99,14	100,37	100,97	101,59	100,49	99,39	99,30	99,82

Tab.5 Fortsetzung

Probe	158	159	160	161	162	163	164	166
SiO <sub>2</sub>	38,25	39,00	39,47	39,55	39,35	42,03	41,98	38,49
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,45	0,56	0,72	0,50	0,50	0,69	0,69	0,49
FeO	7,65	9,36	8,62	8,69	8,72	8,65	9,83	8,44
MnO	0,11	0,14	0,12	0,16	0,14	0,14	0,13	0,15
MgO	39,73	36,14	37,69	39,22	37,78	36,09	31,99	38,16
CaO	0,14	0,11	0,50	0,17	0,04	0,98	0,89	0,56
Cr	0,71	0,48	0,49	0,38	0,35	0,18	0,23	0,31
Ni	0,34	0,16	0,19	0,16	0,21	0,11	0,08	0,15
Gv.	12,59	13,20	11,69	11,04	12,02	11,20	13,85	13,36
Summe	99,97	99,15	99,49	99,87	99,11	100,07	99,67	100,11
Probe	167	168	169	170	171	173	174	177
SiO <sub>2</sub>	42,07	52,03	41,83	39,74	39,35	39,12	38,68	41,01
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,47	1,50	0,46	0,47	0,61	0,74	0,62	0,60
FeO	9,45	7,49	7,47	8,62	8,51	8,60	8,05	7,11
MnO	0,26	0,18	0,12	0,15	0,14	0,16	0,14	0,12
MgO	34,49	20,11	40,08	37,53	40,34	38,81	39,44	39,12
CaO	1,83	14,72	0,18	0,03	0,28	0,98	0,60	0,48
Cr	0,27	0,33	0,34	0,66	0,33	0,45	0,47	0,32
Ni	0,08	0,02	0,25	0,20	0,22	0,18	0,26	0,24
Gv.	10,36	2,90	8,96	11,73	9,49	10,24	12,03	10,21
Summe	99,28	99,28	99,69	99,13	99,27	99,28	100,29	99,21

Tab.5 Fortsetzung

Probe	178	179	180	181	182	185	186	187
SiO <sub>2</sub>	40,11	37,87	38,44	39,15	37,93	40,43	40,75	41,30
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,49	0,35	0,36	0,35	0,34	0,36	0,50	0,48
FeO	7,13	8,18	6,71	6,35	8,16	7,45	6,62	7,00
MnO	0,13	0,14	0,12	0,10	0,15	0,14	0,12	0,13
MgO	40,37	42,05	40,03	39,80	42,39	42,59	39,09	40,95
CaO	0,37	0,04	0,04	0,06	0,13	0,16	0,52	0,36
Cr	0,29	0,35	0,55	0,55	0,25	0,28	0,26	0,29
Ni	0,23	0,19	0,26	0,41	0,09	0,28	0,21	0,26
Gv.	10,44	10,21	14,22	14,08	10,19	8,50	12,73	9,12
Summe	99,56	99,38	100,73	100,85	99,63	100,19	100,80	99,89
Probe	188	189	190	191	192	193	195	196
SiO <sub>2</sub>	39,45	48,13	50,77	52,93	42,18	43,36	45,49	40,83
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,36	1,00	1,04	1,05	0,43	0,50	0,61	0,38
FeO	6,56	8,85	5,75	8,60	9,44	7,58	9,77	9,97
MnO	0,12	0,20	0,15	0,35	0,14	0,12	0,19	0,18
MgO	41,91	27,22	22,30	21,42	34,29	35,24	30,27	35,62
CaO	0,18	5,52	15,56	8,60	0,06	0,26	3,07	0,01
Cr	0,43	0,30	0,32	0,30	0,43	0,29	0,24	0,28
Ni	0,27	0,09	0,02	0,03	0,16	0,20	0,06	0,11
Gv.	10,45	8,55	3,63	6,06	12,51	13,85	10,10	13,54
Summe	99,74	99,86	99,54	99,34	99,64	101,40	99,80	100,92

Tab.5 Fortsetzung

Probe	197	202	203	207	208	209	210	211
SiO <sub>2</sub>	40,74	44,26	42,10	46,54	52,75	44,44	40,16	40,79
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,87	2,95	2,93	0,75	2,09	0,43	0,54	0,41
FeO	8,15	7,17	7,96	7,70	5,63	8,39	6,86	7,58
MnO	0,12	0,11	0,11	0,13	0,13	0,11	0,12	0,14
MgO	37,05	33,30	33,93	30,12	21,87	31,88	38,89	38,04
CaO	---	2,36	2,31	5,38	14,80	3,50	0,45	0,45
Cr	0,39	0,25	0,30	0,21	0,22	0,39	0,27	0,30
Ni	0,14	0,21	0,19	0,04	0,04	0,17	0,19	0,22
Gv.	13,88	10,81	10,90	9,13	2,99	10,45	12,90	11,62
Summe	101,34	101,42	100,73	100,00	100,52	99,76	100,38	99,55
Probe	212	213	214	215				
SiO <sub>2</sub>	41,30	40,77	39,81	43,67				
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,50	0,47	0,38	2,82				
FeO	7,18	7,37	7,48	6,95				
MnO	0,12	0,12	0,12	0,12				
MgO	39,04	39,06	37,47	34,02				
CaO	0,28	0,39	1,01	2,83				
Cr	0,25	0,30	0,39	0,25				
Ni	0,21	0,21	0,18	0,20				
Gv.	11,68	11,21	14,16	11,05				
Summe	100,56	99,90	101,00	101,95				

### 3.1.1. Zur Verwitterung der Serpentinite

Um ein Einblick in die Auswirkung der Verwitterung auf die Serpentinite zu erhalten, wurde bereits bei der <sup>B</sup>e-  
probung des Vorkommens darauf geachtet, daß auch eine  
Reihe von stark angewitterten Proben vertreten war  
(Tab.6). Darüberhinaus wurden bei Proben, die eine  
makroskopisch deutliche Rinde infolge der Anwitterung  
aufweisen, Material aus dieser Rinde entnommen und mit  
solchem aus dem makroskopisch frisch erscheinenden Kern-  
bereich verglichen (Tab.7). Aus diesen Untersuchungen  
folgt, daß im Verlaufe der Verwitterung die <sup>E</sup>lemente  
Mg,Ca i.a. abgeführt und die <sup>E</sup>lemente Si,Al,Fe,Cr und  
Ni relativ angereichert werden. Während bei Proben mit  
einem primär schon sehr niedrigen Ca-Gehalt der Einfluß  
der Verwitterung auf die Konzentration dieses Elementes  
nur gering ist, oder auch ausnahmsweise bei nur schwach  
angewitterten Proben eine geringfügige Ca-Anreicherung  
auftritt (Proben 58R/K,109R/K und 183R/K) ist bei Proben  
mit höheren Ca-Gehalten durchweg eine deutliche Ca-Abfuhr  
festzustellen.

Da es sich bei sämtlichen Proben um Oberflächenproben  
handelt, ist auch bei makroskopisch frisch aussehenden  
Proben ein möglicher Einfluß der Verwitterung auf diese  
nicht auszuschließen. Gesicherte Aussagen hierüber sind  
erst dann zu machen, wenn neben den Oberflächenproben  
auch solche aus Tiefenaufschlüssen zur <sup>V</sup>erfügung ständen.  
Dabei wären auch dann Aussagen über die <sup>T</sup>iefenreichweite  
der Verwitterung und der damit verbundenen Elementanreicherungen  
zu machen.

Tab.6 Chemische Zusammensetzung der stark angewitterten Proben

Probe	19	20	35	40	77	106	107	153
SiO <sub>2</sub>	48,16	43,04	46,63	43,63	46,27	38,03	35,81	42,13
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,59	0,56	0,34	0,55	0,44	0,34	0,39	0,73
FeO	7,69	7,09	8,10	9,28	9,81	8,13	7,48	6,70
MnO	0,11	0,12	0,14	0,18	0,25	0,16	0,15	0,12
MgO	29,88	35,86	31,37	34,20	29,04	42,28	41,87	36,86
CaO	0,06	0,30	0,01	1,34	0,01	0,19	0,07	0,36
Cr	0,82	0,21	0,34	0,34	0,51	0,24	0,55	0,29
Ni	0,30	0,21	0,19	0,11	0,25	0,16	0,09	0,21
Gv.	11,78	13,34	13,43	9,06	12,79	10,83	13,22	12,20
Summe	99,38	100,73	100,55	99,03	99,28	100,36	99,63	99,60
Probe	165	183	184	198	199	200	201	204
SiO <sub>2</sub>	54,80	37,52	41,08	44,39	43,51	44,45	45,18	52,35
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,83	0,31	0,39	0,61	0,54	0,48	2,61	0,39
FeO	9,31	7,33	7,12	7,97	7,08	7,59	7,61	10,14
MnO	0,19	0,13	0,12	0,13	0,11	0,13	0,11	0,11
MgO	19,26	41,72	38,45	33,72	35,78	34,23	32,39	24,93
CaO	11,55	0,01	0,02	0,61	0,29	0,11	2,93	---
Cr	0,24	0,38	0,31	0,27	0,30	0,31	0,23	0,48
Ni	0,03	0,25	0,22	0,20	0,19	0,23	0,26	0,15
Gv.	3,10	12,58	12,67	13,73	12,87	13,86	10,31	11,36
Summe	100,31	100,23	100,38	101,63	100,67	101,39	101,63	99,91

Tab.6 Fortsetzung

Probe	205
SiO <sub>2</sub>	58,34
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,77
FeO	9,45
MnO	0,12
MgO	22,07
CaO	0,21
Cr	0,23
Ni	0,09
Gv.	8,01
-----	-----
Summe	99,29
-----	-----

Tab.7 Gegenüberstellung der chemischen Zusammensetzung der angewitterten Randbereiche (R) und der frischen Kerne (K) und Angabe der relativen Anreicherungsfaktoren(AF)

Probe	37R	37K	AF	58R	58K	AF	70R	70K	AF
SiO <sub>2</sub>	38,29	37,73	1,01	39,87	37,28	1,07	38,31	37,27	1,03
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,33	0,32	1,03	0,37	0,34	1,09	0,38	0,37	1,03
FeO	6,23	6,19	1,01	7,15	6,71	1,07	8,68	8,48	1,02
MnO	0,11	0,12	0,92	0,12	0,12	1,00	0,16	0,16	1,00
MgO	42,36	43,21	0,98	39,10	41,84	0,93	40,43	41,22	0,98
CaO	0,01	0,06	0,17	0,07	0,03	2,33	0,01	0,05	0,20
Cr	0,40	0,32	1,25	0,30	0,27	1,11	0,51	0,46	1,09
Ni	0,33	0,31	1,06	0,21	0,17	1,24	0,19	0,17	1,12
Gv.	12,29	12,29	-	14,69	14,40	-	10,75	11,25	-
Summe	100,35	100,55		101,88	101,16		99,42	99,43	
Probe	73R	73K	AF	106R	106K	AF	109R	109K	AF
SiO <sub>2</sub>	41,62	39,90	1,04	38,76	37,95	1,02	38,06	36,11	1,05
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,50	0,38	1,32	0,32	0,33	0,97	0,55	0,60	0,92
FeO	6,75	7,16	0,94	8,34	8,15	1,02	8,22	8,06	1,02
MgO	38,04	39,92	0,95	40,92	41,95	0,98	39,03	40,73	0,96
CaO	0,11	0,34	0,32	0,20	0,20	1,00	0,34	0,10	3,40
Cr	0,32	0,23	1,39	0,26	0,24	1,08	0,53	0,62	0,85
Ni	0,20	0,20	1,00	0,17	0,16	1,06	0,22	0,24	0,92
Gv.	13,02	14,25	-	10,89	10,95	-	12,05	13,06	-
Summe	100,68	100,51		100,02	100,09		99,15	99,67	



Tab.7 Fortsetzung

Probe	139R	139K	AF	183R	183K	AF
SiO <sub>2</sub>	39,22	44,12	0,89	<b>38,90</b>	37,19	1,05
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,36	1,35	0,27	0,32	0,31	1,03
FeO	8,19	6,20	1,32	7,47	7,21	1,03
MnO	0,15	0,12	1,25	0,12	0,12	1,00
MgO	42,49	33,55	1,20	40,76	41,83	0,97
CaO	0,15	4,52	0,03	0,02	0,01	2,00
Cr	0,33	0,41	0,80	0,38	0,36	1,06
Ni	0,34	0,21	1,62	0,28	0,25	1,12
Gv.	8,44	9,54	-	12,08	12,72	-
Summe	99,67	99,02		100,33	100,00	

### 3.2. Amphibolite

Während der Beprobung des Serpentinivorkommens wurden aus den eingeschalteten Amphiboliten ~~und den~~ südlichen Randamphiboliten einige Proben entnommen (Tab.8). Diese Amphibolite sind nur innerhalb eines kleinen Bereiches als geochemisch homogen anzusehen, während auf größere Entfernungen ihr Pauschalchemismus deutliche Änderungen aufweist.

Tab.8 Chemische Zusammensetzung der untersuchten Amphibolite

Probe	126	127	128	129	154	155	172	175
SiO <sub>2</sub>	45,81	45,92	45,47	45,21	63,97	52,13	48,25	45,18
TiO <sub>2</sub>	3,60	2,49	3,05	2,83	0,58	3,34	3,45	0,12
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13,46	14,33	14,56	12,27	15,60	14,07	13,71	17,38
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16,95	15,45	16,08	17,15	6,66	13,52	12,57	7,15
MgO	5,74	6,48	6,27	9,80	2,73	4,48	7,05	12,51
CaO	7,86	9,71	8,79	10,48	4,59	7,22	8,96	12,03
Na <sub>2</sub> O	3,93	3,26	3,42	3,16	2,45	3,01	2,21	1,93
K <sub>2</sub> O	0,63	0,46	0,42	0,40	1,07	0,80	0,47	0,22
Gv.	2,09	1,96	2,02	2,10	3,96	1,48	3,47	2,71
Summe	100,07	100,06	100,08	100,08	101,61	100,05	100,14	99,23
Probe	176	194						
SiO <sub>2</sub>	67,08	40,23						
TiO <sub>2</sub>	0,33	0,95						
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13,72	17,63						
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,21	14,94						
MgO	2,22	10,09						
CaO	2,88	13,02						
Na <sub>2</sub> O	1,23	2,01						
K <sub>2</sub> O	2,10	0,26						
Gv.	7,50	1,99						
Summe	100,27	101,12						

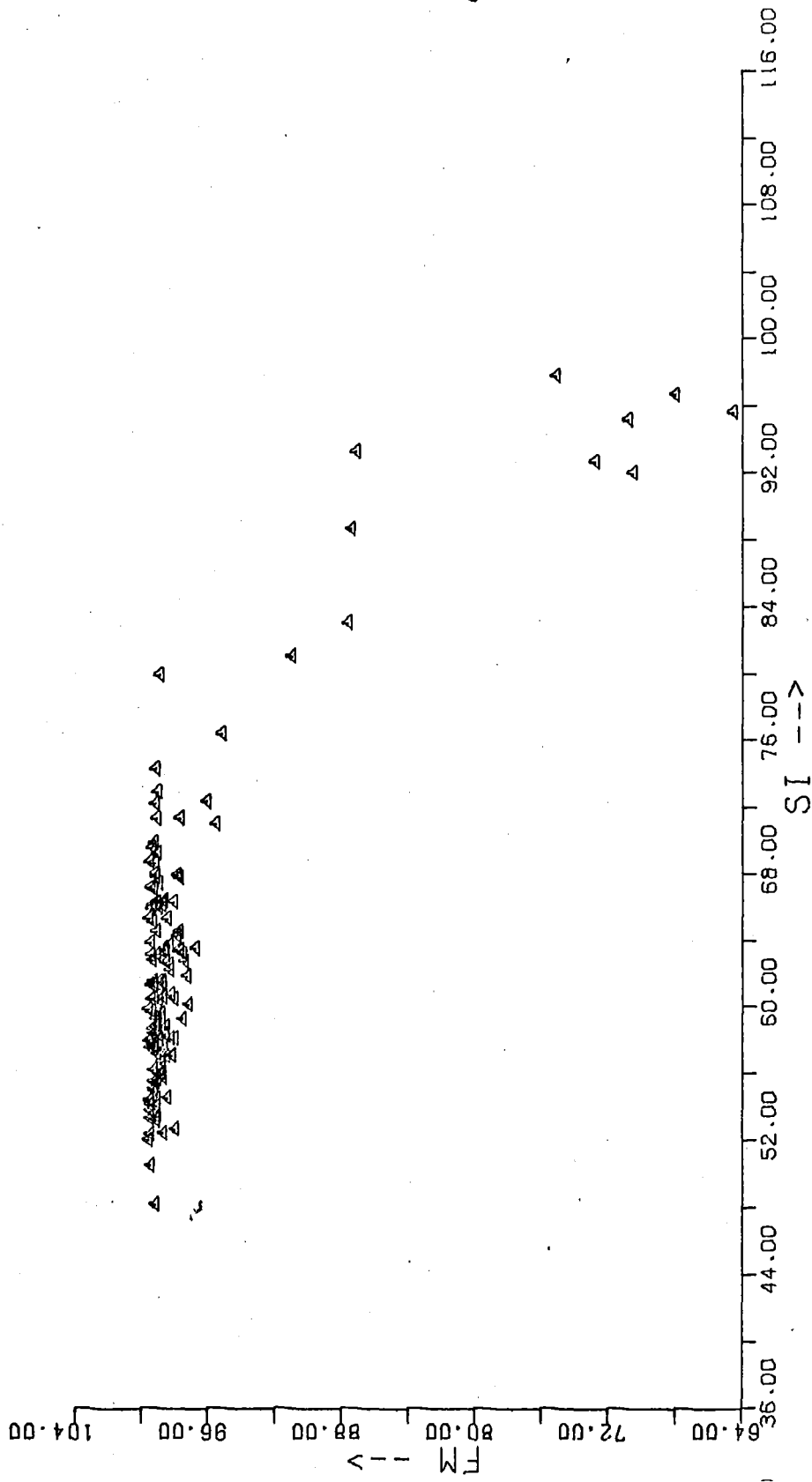


Abb.4a Variationsdiagramm si vs. fm nach NIGGLI

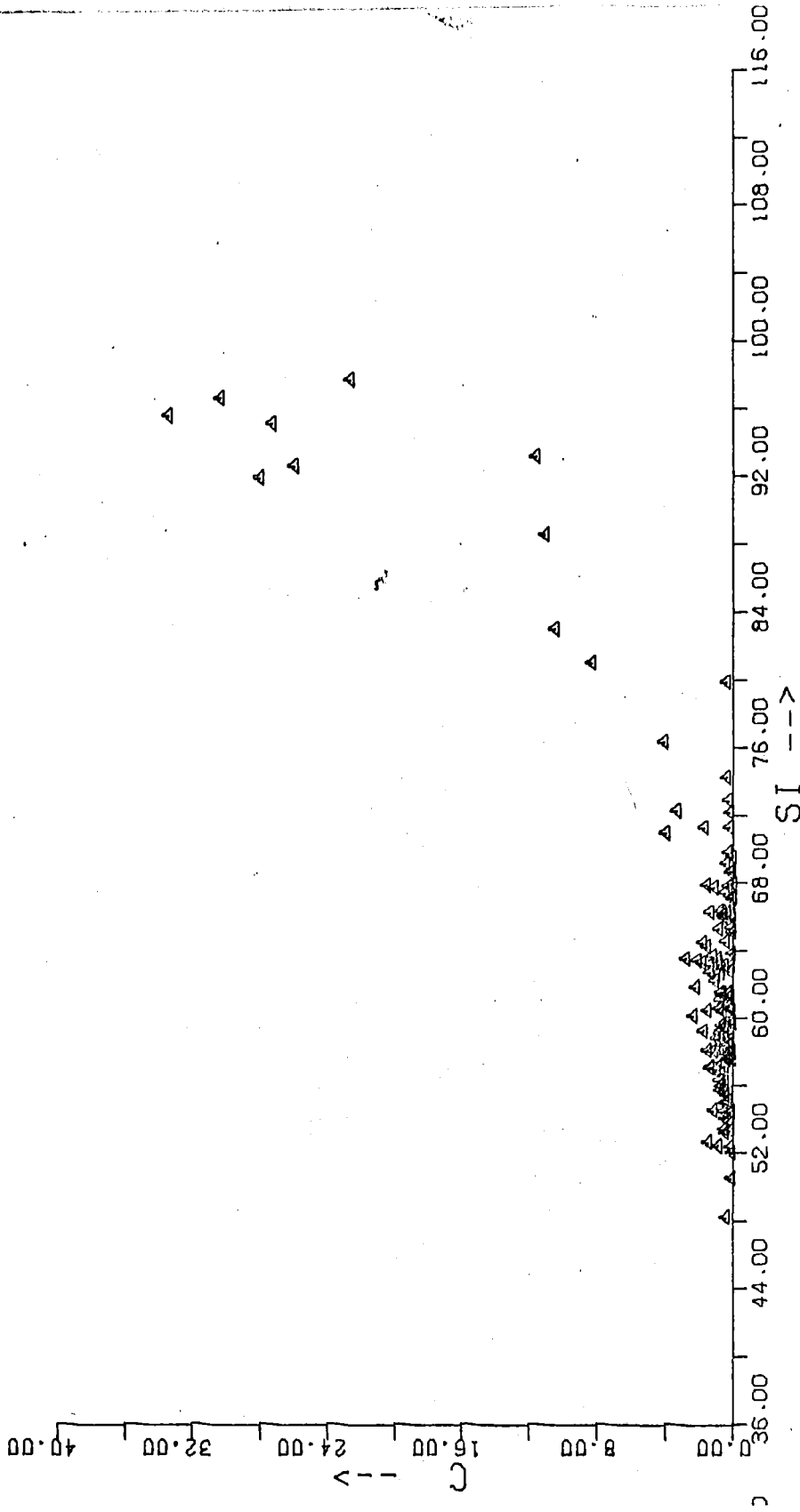


Abb.4b Variationsdiagramm si vs. c nach NIGGLI

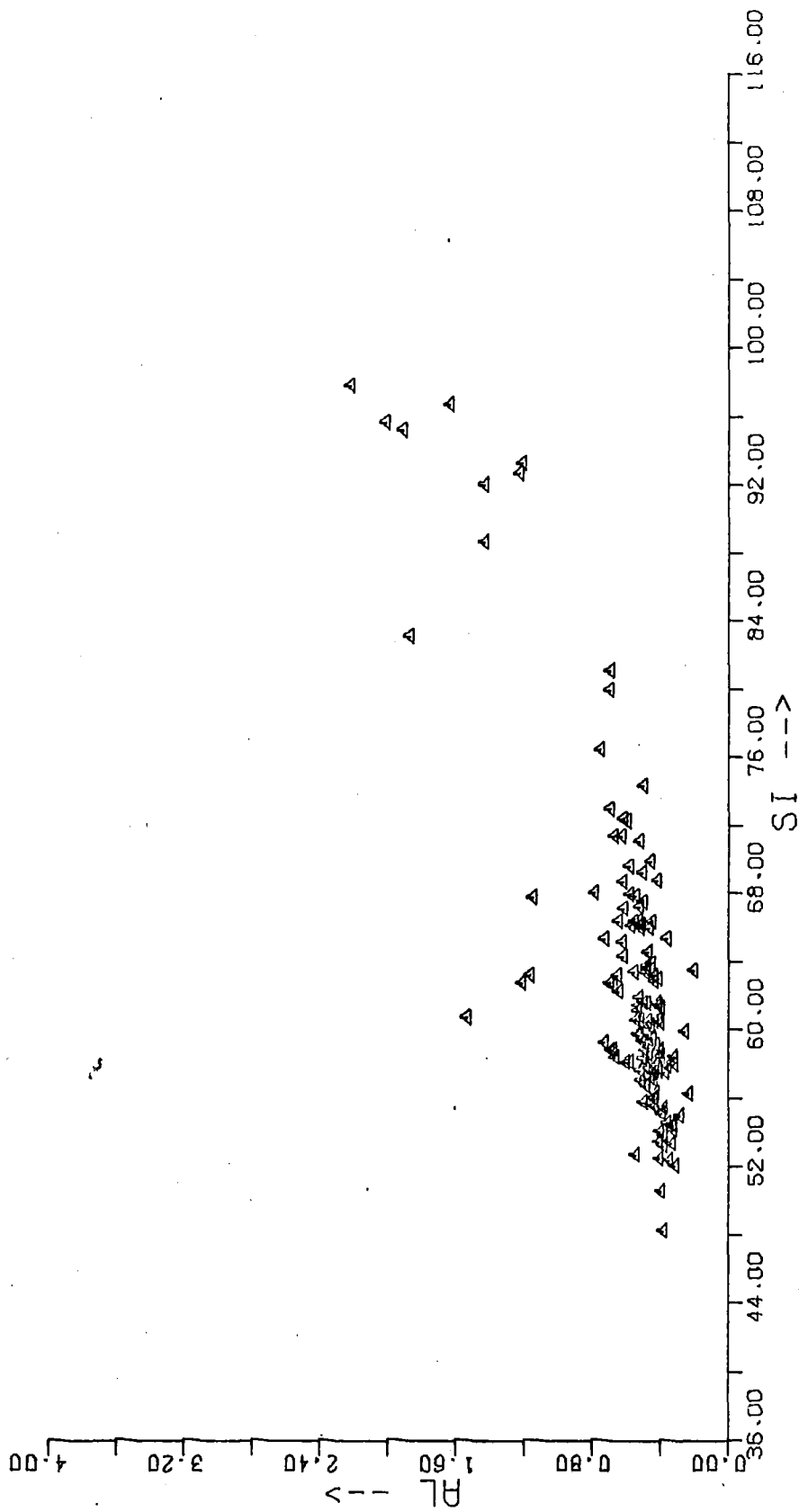
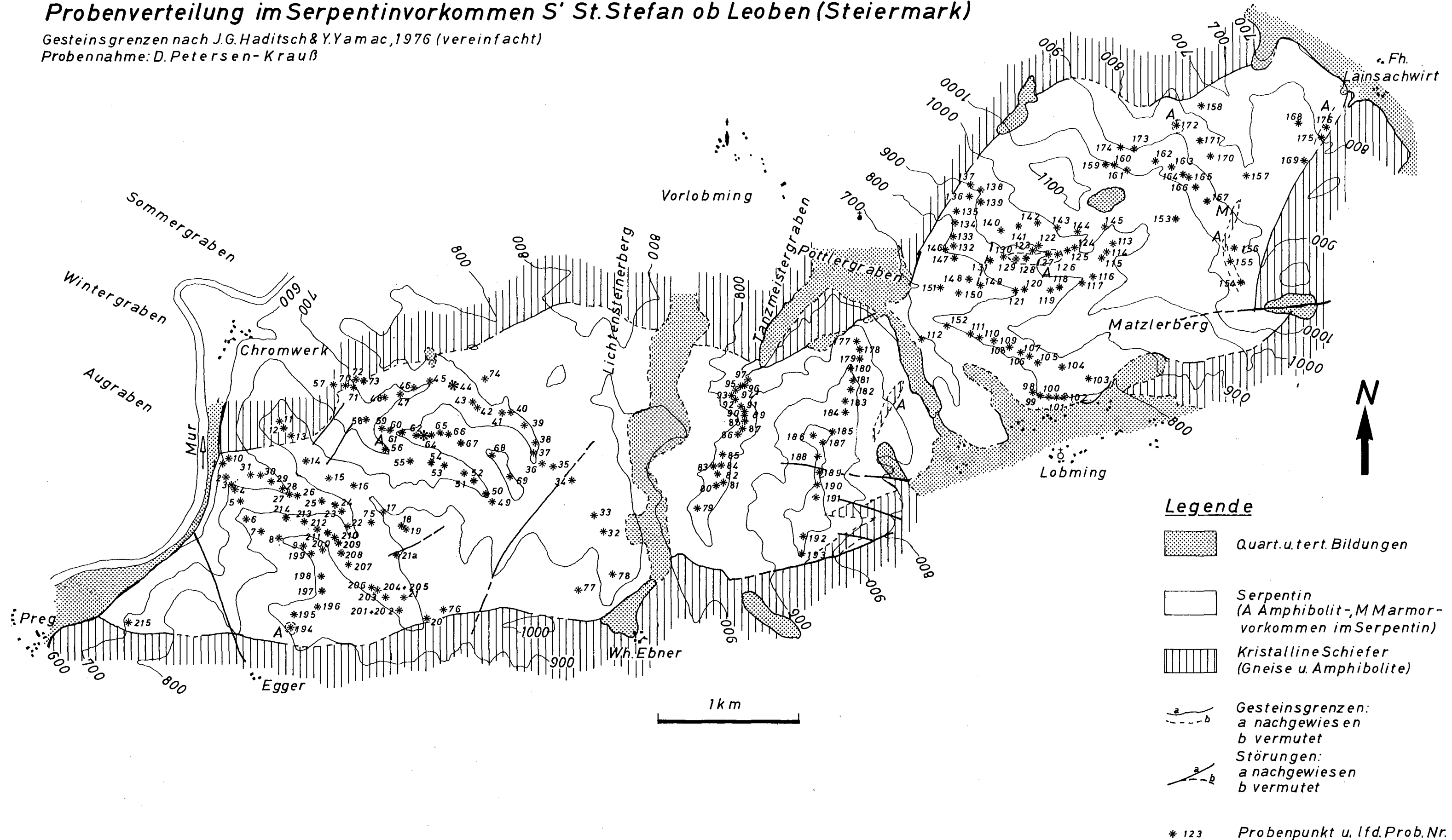


Abb.4c Variationsdiagramm si vs. al nach NIGGLI

Abb.1  
**Probenverteilung im Serpentinorkommen S' St. Stefan ob Leoben (Steiermark)**

Gesteinsgrenzen nach J.G.Haditsch & Y.Yamac, 1976 (vereinfacht)  
 Probennahme: D.Petersen-Krauß








- Legende**
-  Quart. u. tert. Bildungen
  -  Serpentin  
(A Amphibolit-, M Marmorvorkommen im Serpentin)
  -  Kristalline Schiefer  
(Gneise u. Amphibolite)
  -  Gesteinsgrenzen:  
a nachgewiesen  
b vermutet
  -  Störungen:  
a nachgewiesen  
b vermutet
  - \* 123 Probenpunkt u. lfd. Prob. Nr.

Abb. 2  
Ni-Verteilung im Serpentinorkommen S' St. Stefan ob Leoben (Steiermark)

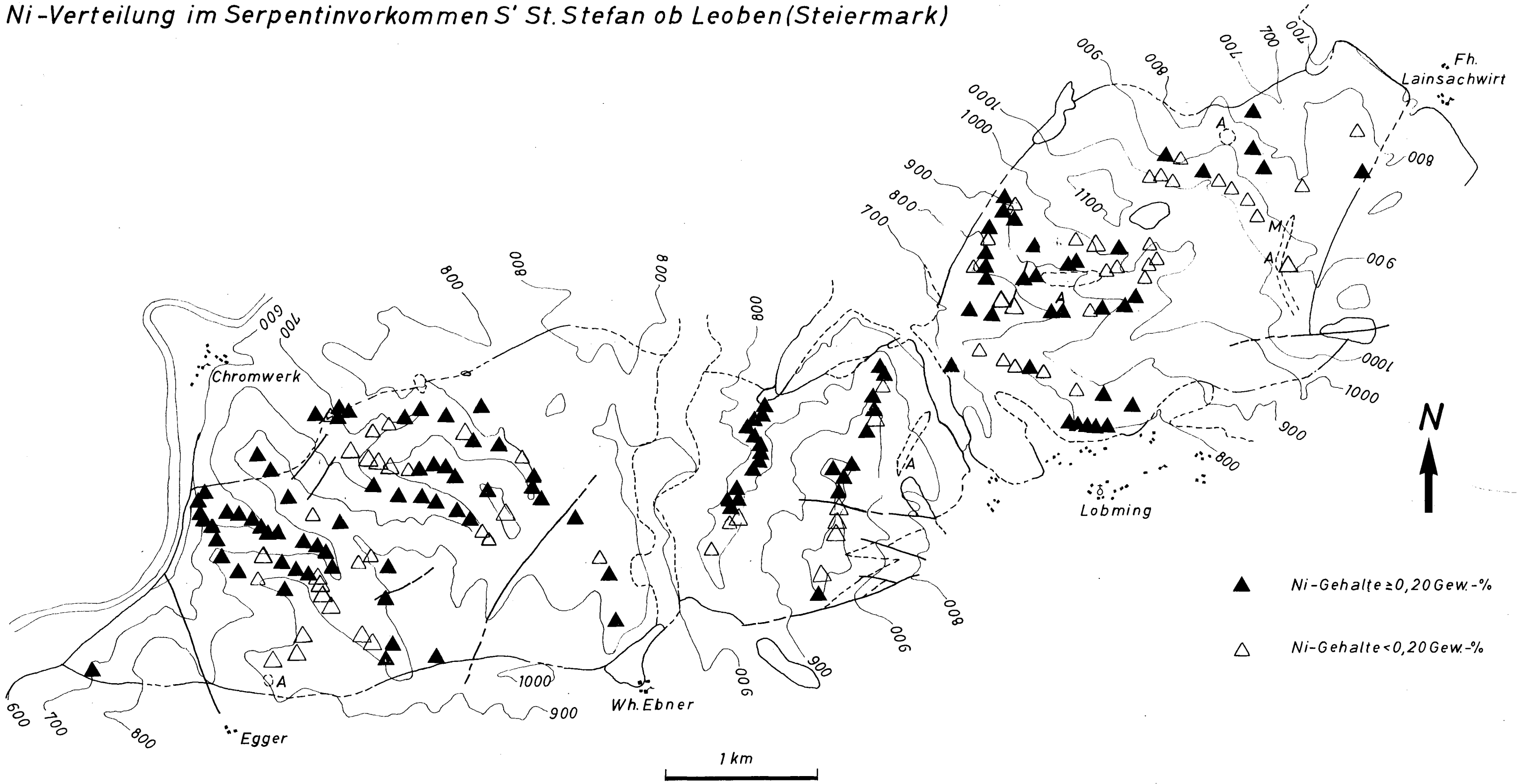




Abb.3  
Ca-Verteilung im Serpentinorkommen S' St. Stefan ob Leoben (Steiermark)

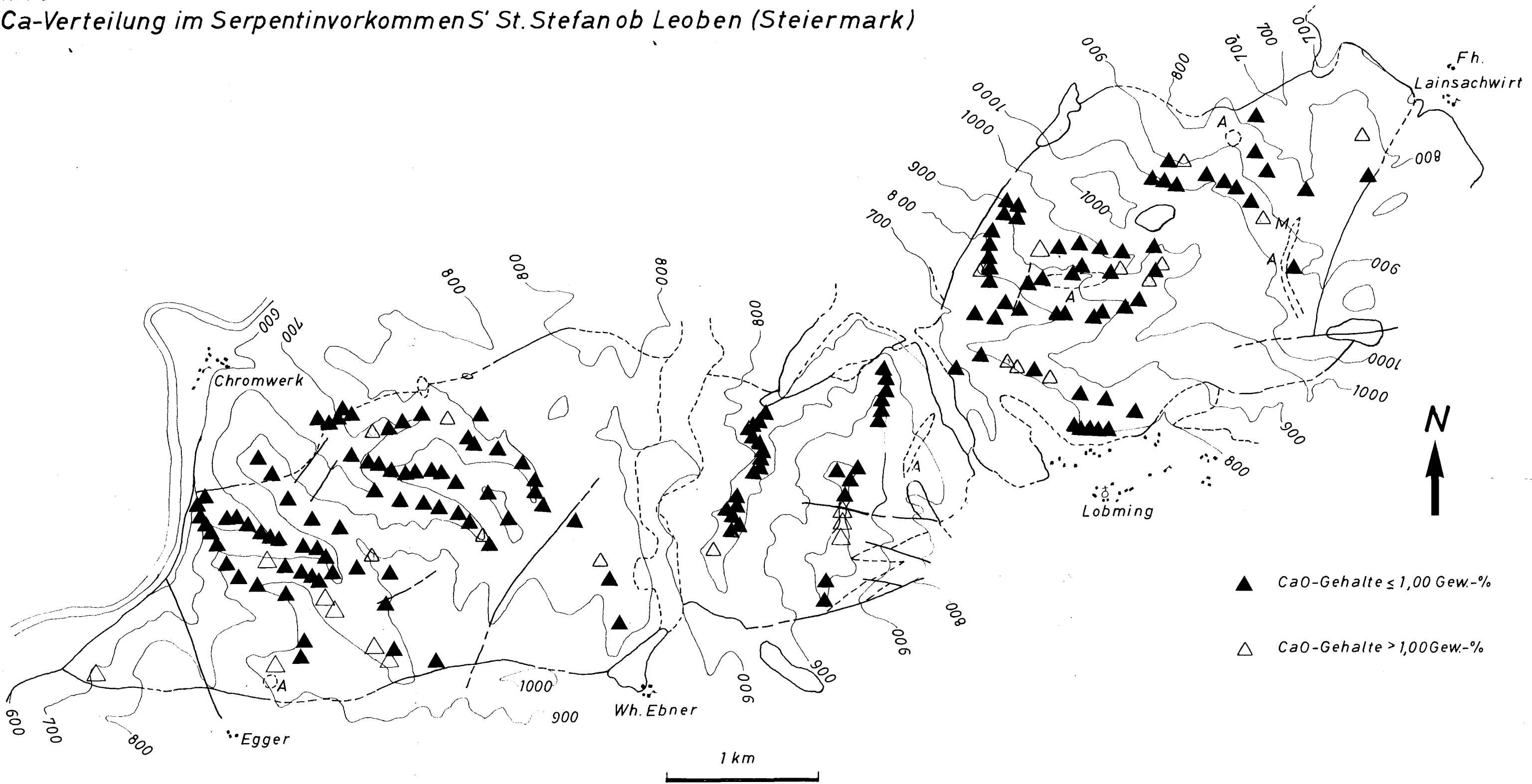


Abb. 4  
Ca- und Ni-Verteilung im Serpentinorkommen S' St. Stefan ob Leoben (Steiermark)

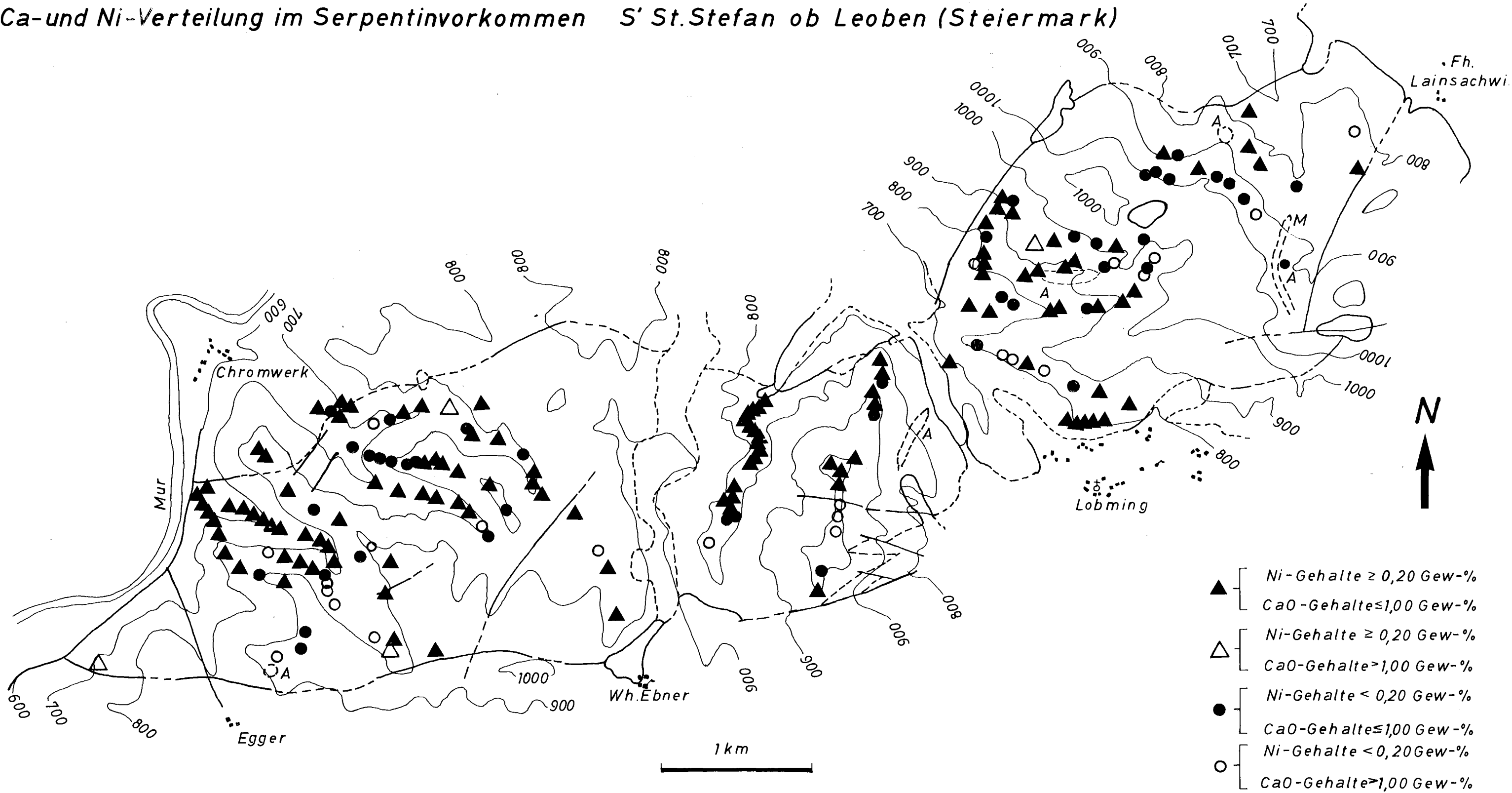


Abb.5

Cr-Verteilung im Serpentinorkommen S' St.Stefan ob Leoben (Steiermark)

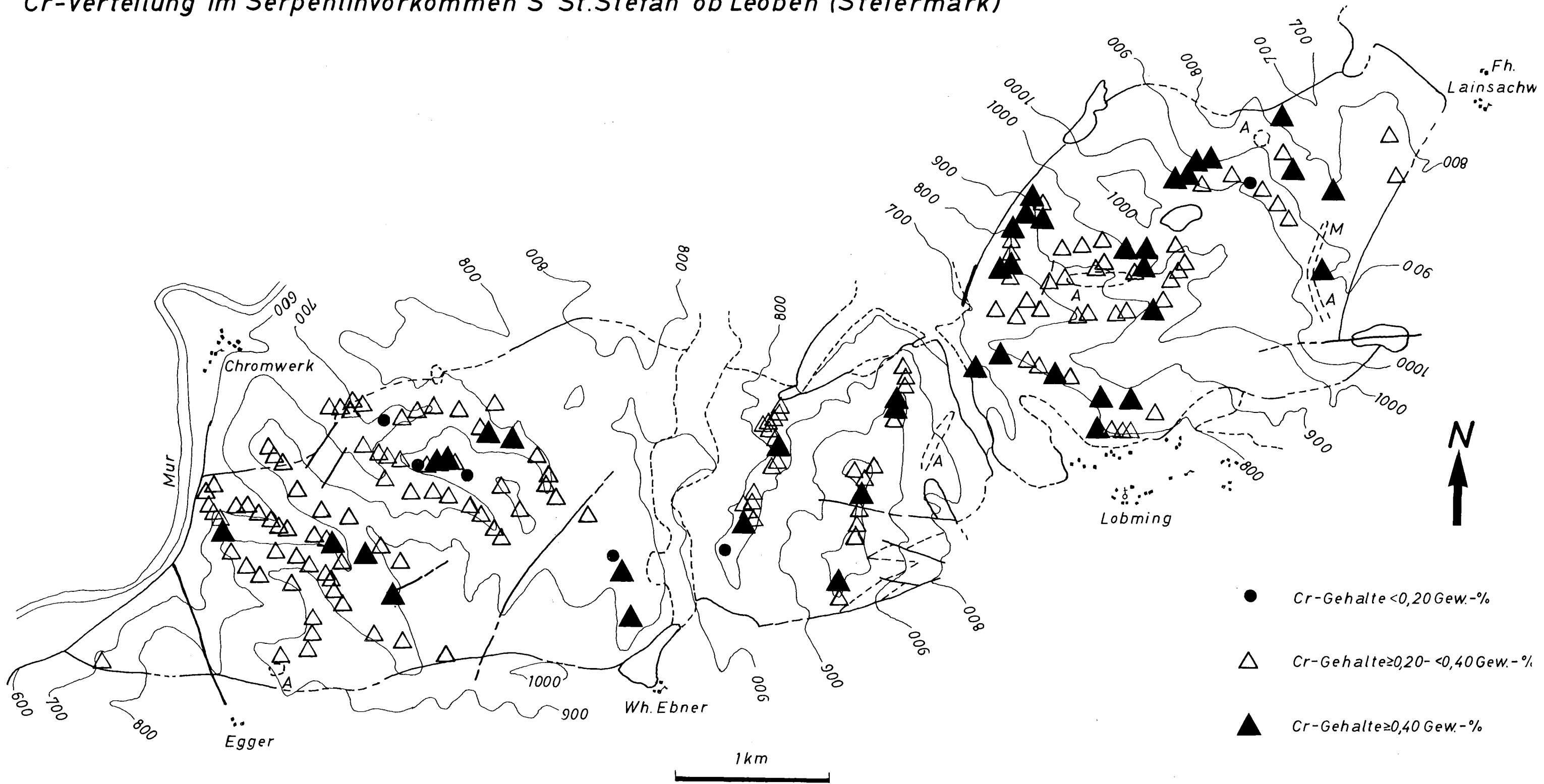
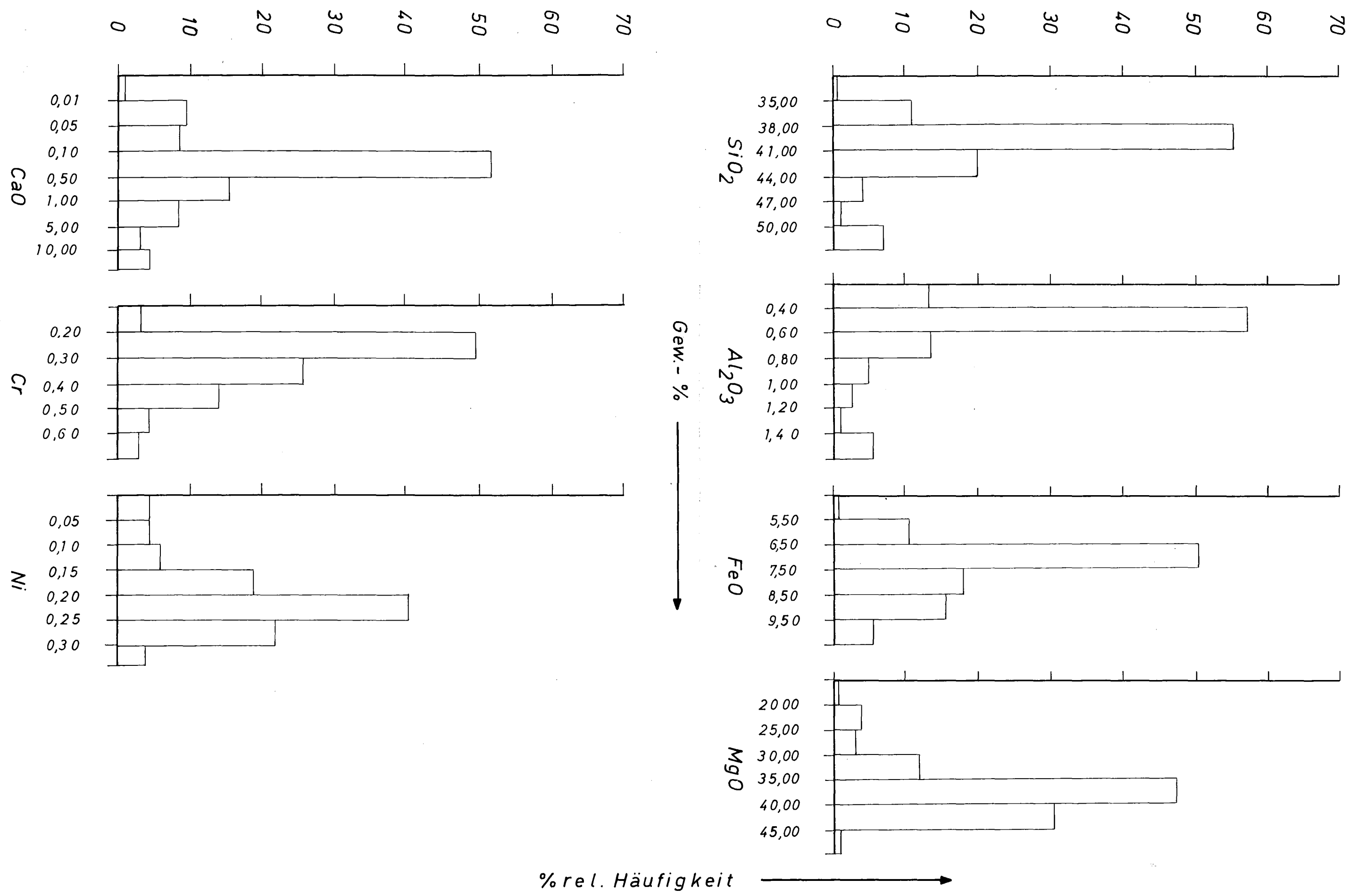


Abb. 6



Gew. - %

SiO<sub>2</sub>  
35,00  
38,00  
41,00  
44,00  
47,00  
50,00

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>  
0,40  
0,60  
0,80  
1,00  
1,20  
1,40

FeO  
5,50  
6,50  
7,50  
8,50  
9,50

MgO  
20,00  
25,00  
30,00  
35,00  
40,00  
45,00

% rel. Häufigkeit