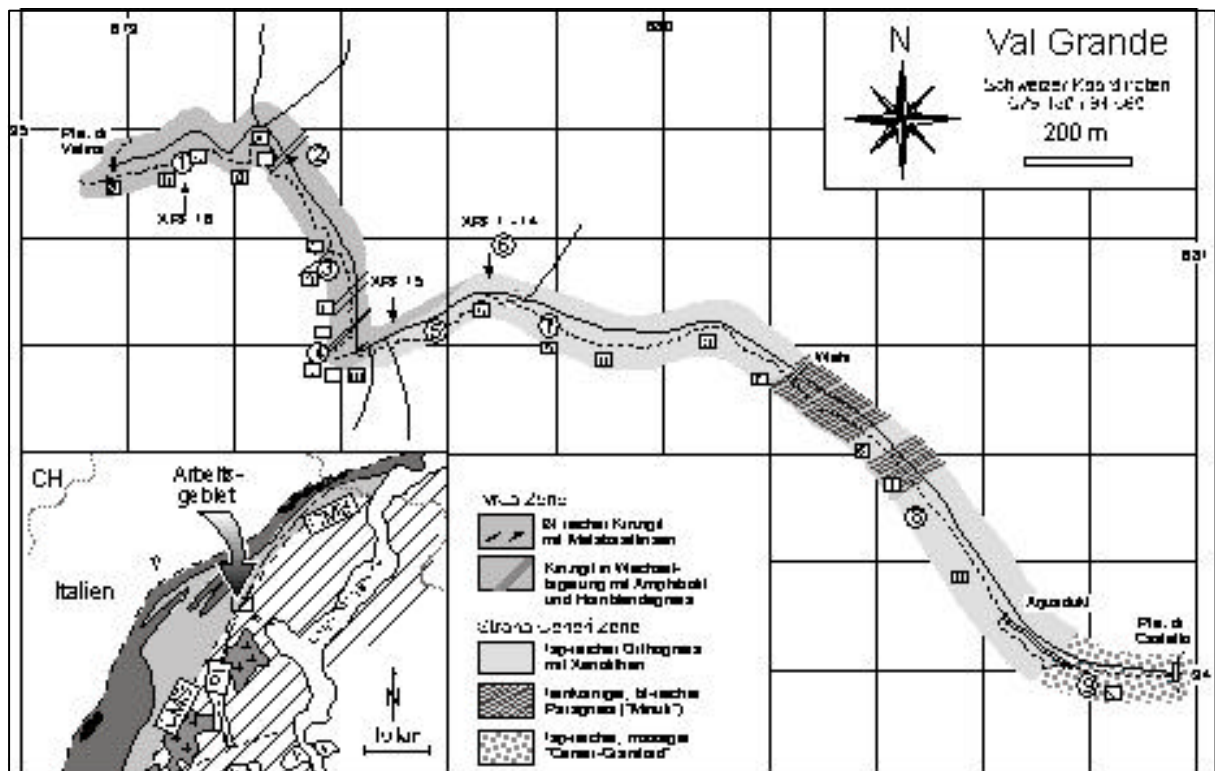


Anhang 1 Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen

Für häufig verwendete Bezeichnungen und Mineralnamen wurden folgende Abkürzungen verwendet (Mineralnamen nach Kretz, 1983):

Ab	Albit	Ep	Epidot	Prh	Prehnit
Act	Aktinolith	Fsp	Feldspat	Py	Pyrit
Alm	Almandin	Grt	Granat	Qtz	Quarz
Aln	Allanit	Hbl	Hornblende	Ser	Serizit
Am	Amphibol	Ilm	Ilmenit	Sil	Sillimanit
An	Anorthit	Kfs	Kalifeldspat	St	Staurolith
And	Andalusit	Ky	Kyanit	Tr	Tremolit
Ap	Apatit	Lmt	Laumontit	Ttn	Titanit
Bt	Biotit	Lws	Lawsonit	Tur	Turmalin
Cal	Calcit	Ms	Muskovit	Wa	Wairakit
Chl	Chlorit	Olg	Oligoklas	Zo	Zoisit
Cld	Chloritoid	Or	Orthoklas	Zrn	Zirkon
Crd	Cordierit	Pl	Plagioklas		
Czo	Clinozoisit	Pmp	Pumpellyit		

Anhang 2. Aufschlußkarte



Die Aufschlußkarte zeigt den kartierten Abschnitt des Val Grande. Die Nummern in Kreisen markieren die beprobten Aufschlüsse; die quadratisch umrahmten Buchstaben geben ein Probenprofil entlang des Weges (Sp-79 bis Sp-109) von der P^{te} di Velina in NW zur P^{te} di Casletto im SE an.

Anhang 3. Probenliste

Probe	Gestein	Kommentar	Val Grande
Sp-5	hbl-Gneis		Punkt 1
Sp-6	qtz-fsp-reicher Gneis		Aufschlußpunkt
Sp-7	Kataklasit in qtz-fsp-reichem Gneis		Aufschlußpunkt
Sp-8	Kataklasit in qtz-fsp-reichem Gneis		Aufschlußpunkt
Sp-10	Kataklasit	kantige Fragmente, dkl. feinkörnige Martix	Aufschlußpunkt
Sp-11	katakl. überpr. qtz-fsp-Gneis		Aufschlußpunkt
Sp-12	katakl. überpr. qtz-fsp-Gneis		Aufschlußpunkt
Sp-13	qtz-fsp-Mylonit	SCC'-Gefüge	Aufschlußpunkt
Sp-14	Kataklasit in mafischem Gang	neben mafischem Gang, unter Wasser	Aufschlußpunkt
Sp-15	fsp-reicher Gneis		Aufschlußpunkt
Sp-16	fsp-reicher Gneis		Aufschlußpunkt
Sp-43	feinkörniger Glimmergneis		Punkt 5
Sp-44	hbl-reicher Gneis		Punkt 5
Sp-45	qtz-reicher Gneis		Punkt 5
Sp-46	hbl-reicher Gneis	C'-Flächen und etwas Kataklase	Punkt 6, Mylonitgürtel
Sp-47	qtz-Mylonit	mit Ultrakataklasit/Pseudotachylitlage	Punkt 6, Mylonitgürtel
Sp-49	qtz-Pegmatit	randl. von Amphibolit	Punkt 6, Mylonitgürtel
Sp-50	folierter Amphibolit		Punkt 6, Mylonitgürtel
Sp-51	qtz-reicher Gneis		Punkt 6, Mylonitgürtel
Sp-52	qtz-reicher Gneis		Punkt 6, Mylonitgürtel
Sp-53	bt-reicher Gneis		Punkt 6, Mylonitgürtel
Sp-54	fsp-reicher Gneis		Punkt 6, Mylonitgürtel
Sp-55	Ultramylonit		Punkt 6, Mylonitgürtel
Sp-56	fsp-bt-reicher Ultramylonit	feinstkörniger Bt	Punkt 6, Mylonitgürtel
Sp-57	hbl-reicher Mylonit	bis 1 cm große Klanten	Punkt 6, Mylonitgürtel
Sp-58	hbl-reicher Mylonit		Punkt 6, Mylonitgürtel
Sp-59	katakl. qtz-fsp-Mylonit		Punkt 6, Mylonitgürtel
Sp-60	qtz-fsp-reicher Mylonit	kantig-koffrigen Falten	Punkt 6, Mylonitgürtel
Sp-61	Kataklasit	verfaltet, reaktiviert	Punkt 6, Mylonitgürtel
Sp-62	Kataklasit	1m NW' der Störungsnarbe	Punkt 6, Mylonitgürtel
Sp-63	Kataklasit	5 cm nw' der Störungsnarbe	Punkt 6, Mylonitgürtel
Sp-64	Ultrakataklasit	nw' Rand der Störungsnarbe	Punkt 6, Mylonitgürtel
Sp-65	Ultamylonit		Punkt 6, Mylonitgürtel
Sp-66	Mylonit		Punkt 6, Mylonitgürtel
Sp-67	Gneis		Punkt 6, Mylonitgürtel
Sp-68	Gneis	mit Pegmatit	Punkt 6, Mylonitgürtel
Sp-69	Amphibolit		Punkt 6, Mylonitgürtel
Sp-70	Amphibolit	mit gradueller katakl. Überprägung	Punkt 6, Mylonitgürtel
Sp-71	Mylonit in bt-reichem Gneis	mit foliationsparallelem Pseudotachylit	Punkt 6, Mylonitgürtel
Sp-72	Mylonit in bt-reichem Gneis	mit foliationsparallelem Pseudotachylit	Punkt 6, Mylonitgürtel
Sp-73	bt-reicher Gneis	C'-Flächen	Punkt 1, Pte di Velina
Sp-74	bt-reicher Gneis	chloritisierte Probe	Punkt 1, Pte di Velina
Sp-75	bt-reicher Gneis	C'-Flächen und SC-Gefüge	Punkt 1, Pte di Velina

Probe	Gestein	Kommentar	Lokalität
Sp-76	bt-reicher Gneis	SCC'-Flächen	Punkt 1, Pte di Velina
Sp-77	bt-reicher Gneis	konjugierte C'-Flächen	Punkt 1, Pte di Velina
Sp-78	bt-reicher Gneis		Punkt 1, Pte di Velina
Sp-79	bt-reicher Gneis	bis 3 cm grosse Fsp-Klasten	Wegprofil, pkt a
Sp-80	bt-reicher Gneis	dextrale SCC'-Gefüge	Wegprofil, pkt b
Sp-81	bt-reicher Gneis		Wegprofil, pkt c
Sp-82	bt-reicher Gneis		Wegprofil, pkt c
Sp-83	bt-reicher Gneis	kleine Pseudotachylitlagen // Foliation	Wegprofil, pkt d
Sp-84	bt-reicher Gneis		Wegprofil, pkt d
Sp-85	feinkörniger bt-reicher Gneis		Wegprofil, pkt e
Sp-86	qtz-fsp-reicher Gneis		Wegprofil, pkt f
Sp-87	feinkörniger bt-reicher Gneis		Wegprofil, pkt g
Sp-88	feinkörniger bt-reicher Gneis		Wegprofil, pkt h
Sp-89	heller fsp-reicher Gneis		Wegprofil, pkt i
Sp-90	heller fsp-reicher Gneis		Wegprofil, pkt i
Sp-91	feinkörniger grauer Gneis		Wegprofil, pkt j
Sp-92	feinkörniger grauer Gneis		Wegprofil, pkt j
Sp-93	massiger, feinkörniger Amphibolit		Wegprofil, pkt j
Sp-94	grauer, gebänderter Gneis		Wegprofil, pkt k
Sp-95	Mylonit in bt-reichem Gneis		Wegprofil, pkt k
Sp-96	heller fsp-reicher Gneis	<i>Probe mit Faltenschanier</i>	Wegprofil, pkt k
Sp-97	straff folierter heller Gneis	große sinistrale Scherbänder	Wegprofil, pkt l
Sp-98	heller, qtz-fsp-reicher Gneis		Wegprofil, pkt m
Sp-99	heller, qtz-fsp-reicher Gneis	mit kleiner Kalksilikatknolle	Wegprofil, pkt n
Sp-100	bt-reicher Gneis	mit kleinem zonierten Aplit	Wegprofil, pkt o
Sp-101	feinkörniger, bt-reicher Gneis		Wegprofil, pkt o
Sp-102	qtz-fsp-reicher Gneis	flache sinistrale C' Flächen	Wegprofil, pkt p
Sp-103	mylonitischer qtz-fsp-reicher Gneis		Wegprofil, pkt p
Sp-104	dkl sehr feinkörniger qtz-bt-Gneis		Wegprofil, pkt q
Sp-105	dkl sehr feinkörniger qtz-bt-Gneis		Wegprofil, pkt r
Sp-106	dkl sehr feinkörniger qtz-bt-Gneis		Wegprofil, pkt s
Sp-107	heller fsp-reicher "Granit"-Gneis	mit bis 50 cm großen Xenolithen	Wegprofil, pkt t
Sp-108	heller fsp-reicher "Granit"-Gneis	grobkörnig	Wegprofil, pkt u
Sp-109	heller fsp-reicher "Granit"-Gneis		Wegprofil, pkt v
Sp-130	hbl-reicher Gneis	C'-Flächen	Punkt 3
Sp-131	bt-fsp-reicher Paragneis		Punkt 3
Sp-132	bt-reicher Paragneis		Punkt 3
Sp-133	bt-fsp-reicher Paragneis	entspricht Xrf-15	Punkt 5
Sp-134	straff folierter qtz-fsp-Gneis		Punkt 5
Sp-135	bt-fsp-reicher straff folierter Gneis		Punkt 5
Sp-136	Ultramylonit (innerhalb Sp-135)	mit Turmalin	Punkt 5
Sp-137	katakl. überprägter bt-reicher Gneis		Punkt 1
Sp-139	Gneis		Punkt 3
Sp-140	qtz-reicher Gneis		Punkt 3

Probe	Gestein	Kommentar	Lokalität
Sp-141	Metabasit	mit Grt	Punkt 3
Sp-143	folierter Metabasit	äußerer Teil der Linse	Punkt 2
Sp-144	folierter Metabasit	Kern der Metabasitlinse	Punkt 2
Sp-145	folierter Metabasit	mittlerer Teil der Linse	Punkt 4
Sp-146	bt-reicher Paragneis	C'Flächen	Punkt 2
Sp-147	bt-reicher Paragneis		Punkt 2
Sp-148	folierter Amphibolit		Punkt 6
Sp-149	heller Augengneis		Punkt 6
Pg-1	bt-fsp-reicher Gneis	extrem feinkörnig	Punkt 6, Mylonitgürtel
Pg-2	Gneis	extrem feinkörnig	Punkt 6, Mylonitgürtel
Pg-3	Ultramylonit	extrem feinkörnig	Punkt 6, Mylonitgürtel
Pg-4	Ultrakataklasit	extrem feinkörnig	Punkt 6, Mylonitgürtel
Pg-5	Gneis	extrem feinkörnig	Punkt 6, Mylonitgürtel
Pg-6	Gneis	extrem feinkörnig	Punkt 6, Mylonitgürtel
Pg-7	Gneis	extrem feinkörnig	Punkt 6, Mylonitgürtel
Pg-8	qtz-reicher Gneis	quarzreich	Punkt 6, Mylonitgürtel
Geochemienrohen (entlang des Mylonitgürtels)			
Xrf-1	fsp-bt-reicher Gneis	entspricht Sp -68	8 m SW Kataklasitband
Xrf-2	fsp-reicher Mylonit	entspricht Sp -66	3 m SW Kataklasitband
Xrf-3	fsp-reicher Mylonit	entspricht Sp -67	6 m SW Kataklasitband
Xrf-4	fsp-bt-reicher Ultramylonit	entspricht Sp -65	1 m SW Kataklasitband
Xrf-5	Kataklasit		se' Rand des Kataklasitbandes
Xrf-6	Kataklasit		nw' Rand des Kataklasitbandes
Xrf-7	Ultrakataklasit		Mitte des Kataklasitbandes
Xrf-8	Ultramylonit	entspricht Sp -61, 62	2 m NW Kataklasitband
Xrf-9	straff folierter hbl-Gneis	entspricht Sp -57	7 m NW Kataklasitband
Xrf-10	fsp-reicher Mylonit	entspricht Sp -53	10 m NW Kataklasitband
Xrf-11	fsp-reicher Mylonit	entspricht Sp -06, 71	6 m NW Kataklasitband
Xrf-12	fsp-bt-reicher Ultramylonit	entspricht Sp -72	8 m NW Kataklasitband
Xrf-13	Amphibolit	entspricht Sp -50	16 m NW Kataklasitband
Xrf-14	qtz-reicher Gneis		22 m NW Kataklasitband
Xrf-15	Kinzigit		50 m NW Kataklasitband
Xrf-16	Kinzigit		500 m NW Kataklasitband

Anhang 4 Kornformanalyse

Sp-66

x	z	v	z
48	1,5	25	2,5
35	1	7	1
30	0,7	6	1
19	1	12	2
60	4	23	3
35	0,5	17	3
30	1,7	25	2
23	1,6	15	1,7
		10	1,5
		8	1
		10	1,2
		10	1
		11	1,8
35.00	1.50	13.77	1.75

x (l ₁)	v (l ₂)	z (l ₂)	l ₁ /l ₂	l ₂ /l ₂
35.00	13.77	1.62	2.54	8.48

Sp-68

x	z	v	z
8	1	5	1
9	1,5	10	1,5
13	1,8	5	1
14	2	9	1,7
7	1	8	1,8
10	1,5		
9	2		
7	1,1		
11	1,2		
10	2		
13	1,2		
11	1,5		
10.17	1.48	7.40	1.40

x (l ₁)	v (l ₂)	z (l ₂)	l ₁ /l ₂	l ₂ /l ₂
10.17	7.40	1.44	1.37	5.13

Pg-5

x	z	v	z
35	1,5	15	2,5
40	2	9	2
34	1,2	10	2
40	1	17	2,2
80	3	8	1
50	2,5	6	0,7
30	0,8	14	2,5
65	2,5	12	1,6
70	2	10	1,1
49.33	1.83	11.22	1.73

x (l ₁)	v (l ₂)	z (l ₂)	l ₁ /l ₂	l ₂ /l ₂
49.33	11.22	1.78	4.40	6.29

Sp-78

x	z	v	z
18	3	65	6
40	3,7	30	2
19	2,7	15	4
16	4,2	30	2
27	4	20	2,5
45	4,5	45	5,5
45	9	22	2
57	5		
45	5		
30	1,5		
60	6		
36.55	4.42	32.43	3.43

x (l ₁)	v (l ₂)	z (l ₂)	l ₁ /l ₂	l ₂ /l ₂
36.55	32.43	3.92	1.13	8.27

Pg-8

x	z	v	z
30	4	9	2
8	1,8	7	1,5
9	1,3	6	1,1
9	2	5	1
10	2,2	7	1,2
6	1	9	1,7
10	1,5	6	2
15	2		
12.13	1.98	7.00	1.50

x (l ₁)	v (l ₂)	z (l ₂)	l ₁ /l ₂	l ₂ /l ₂
12.13	7.00	1.74	1.73	4.03

	l ₁ /l ₂	l ₂ /l ₂	k
Sp-66	8,48	2,54	0,21
Pg-5	6,29	4,40	0,64
Pg-8	4,03	1,73	0,24
Sp-68	5,13	1,37	0,09
Sp-78	8,27	1,13	0,02

Anhang 5 Röntgenfluoreszenzanalyse

a) Gerätedaten und Probenpräparation

Röntgenfluoreszenzspektrometer PW 1400 von Philips

Zur Herstellung von Schmelztabletten:

Einwaage 1,0000 g pulverisierte und getrocknete (105 °C) Probe + 4,0000 g Spektromelt A₁₂ (Li₂B₄O₇ + LiBO₂). Mischung in einem Pt/Rh Tiegel bei 1050 °C 12 Minuten schmelzen und auf eine temperierte Pt/Rh Schale (Cucille) ausgießen.

Herstellung von Pulverpresstabletten:

3 g Probenmaterial mit 3 Tropfen Tuviol vermischen und 5 Sekunden lang mit einer Masse von 4000 kg gepreßt in einen Ring (Durchmesser 0 29 mm).

b) Betriebsbedingungen, Meßzeiten, Meßprogramme und Nachweisgrenzen

		kV	mA	Meßzeit	untere	obere	Meßprogram	untere	obere	Meßprogram
Nachweisgrenz										
(Gew	Si	40	65	100	58	76	"Granit"	38	60	"Basalt"
	Ti	40	65	20	0,03	1,1	"Granit"	0,1	3	"Basalt"
	Al	40	65	100	10	20	"Granit"	10	30	"Basalt"
	Fe	40	65	20	0,4	7	"Granit"	3	13	"Basalt"
	Mn	40	65	20	0,01	0,22	"Granit"	0,04	0,22	"Basalt"
	Mg	40	65	100	0,3	2,5	"Granit"	1	14	"Basalt"
	Ca	40	65	20	0,5	5,5	"Granit"	2	16	"Basalt"
	Na	40	65	200	0,4	9	"Granit"	1,5	9	"Basalt"
	K	40	65	40	1	16	"Granit"	0,1	3	"Basalt"
	P	40	65	40	0,06	1,4	"Granit"	0,1	1,2	"Basalt"

		kV	mA	Meßzeit	untere	obere	Meßprogram
		Nachweisgrenz					
ppm	Cr	60	45	100	10	400	"Croqa"
	Ni	60	45	100	10	300	"Croqa"
	Cu	60	45	100	10	200	"Croqa"
	Zn	60	45	100	10	300	"Croqa"
	Ga	60	45	100	10	100	"Croqa"
	Pb	70	40	100	5	350	"PbTh"
	Th	70	40	100	5	110	"PbTh"
	Ba	80	35	50	20	4000	"Barium"
	Rb	80	35	50	5	1000	"Rubob"
	Sr	80	35	50	5	1500	"Rubob"
	Y	80	35	50	5	200	"Rubob"
	Zr	80	35	50	10	1200	"Rubob"
Nb	80	35	50	3	300	"Rubob"	

5.c) Röntgenfluoreszenzanalysedaten

Konzentration von Haupt- und Spurenelementen,

entlang des Probenprofils über des Mylonitgürtel der Pogallo Linie

wt% Probe	Xrf-1	Xrf-1	Xrf-2	Xrf-2	Xrf-3	Xrf-3	Xrf-4	Xrf-4	Xrf-5	Xrf-5
SiO ₂	68,32	68,33	67,11	67,10	65,95	66,07	65,82	66,03	64,61	64,61
TiO ₂	0,623	0,629	0,714	0,714	0,775	0,783	0,669	0,682	0,603	0,601
Al ₂ O ₃	15,20	15,18	15,52	15,54	15,44	15,49	15,34	15,38	14,55	14,56
Fe ₂ O ₃	4,797	4,793	5,446	5,461	5,545	5,564	5,563	5,581	5,022	5,020
MnO	0,061	0,061	0,075	0,074	0,091	0,092	0,069	0,072	0,060	0,059
MgO	1,876	1,862	2,167	2,165	2,099	2,104	2,340	2,345	1,841	1,836
CaO	1,634	1,636	2,190	2,183	2,222	2,233	1,447	1,447	1,735	1,742
Na ₂ O	2,755	2,769	3,075	3,112	3,175	3,166	2,990	2,964	0,633	0,646
K ₂ O	3,203	3,205	2,198	2,200	3,250	3,257	3,217	3,231	7,841	7,844
P ₂ O ₅	0,140	0,139	0,172	0,172	0,224	0,225	0,194	0,193	0,180	0,180
ppm Cr	59	59,1	69,3	69	56,3	56,7	67,9	68,8	72	70,9
Ni	23	23,4	28	27,7	20,6	20,6	30	29,6	51,3	51,1
Cu	19,1	19,3	17,7	17,2	17,2	18,2	20,4	19,8	22,3	22,4
Zn	59,5	58,9	103,2	103,5	58,6	59,1	151,8	150,7	40,8	40,9
Ga	17,4	17,5	17,9	18,3	19	19,4	19,9	19,4	14,8	14,5
Pb	22	21,1	49,4	50,6	17,5	18,6	74,6	72,6	7,1	9,7
Th	10,6	9,5	10,5	12,7	8,1	9,7	13,2	12,8	10,6	12,4
Ba	653,5	654,9	602	598,6	607,5	612,5	593,1	597,6	1238,2	1240,8
Rb	113,3	113	90,9	91	132,4	132,4	142,3	142,2	350,8	350,1
Sr	185,9	186,7	208,3	208,7	207,3	207,3	152,4	152,8	341,5	340,2
Y	31,7	31,6	32,3	32,4	32,3	31,7	30,4	31,5	32,5	31,6
Zr	175	175,1	198	197,6	204,2	203,8	184,7	184,1	171,9	171,7
Nb	11,8	11,8	11,8	11,9	11,8	12	12,4	12,5	12,3	12,1

Probe	Xrf-6	Xrf-6	Xrf-7	Xrf-7	Xrf-7	Xrf-7	Xrf-8	Xrf-8	Xrf-9	Xrf-9
wt% SiO ₂	70,26	70,34	81,09	81,09	-	-	67,57	67,71	65,29	65,34
TiO ₂	0,433	0,430	0,114	0,115	-	-	0,750	0,759	0,589	0,591
Al ₂ O ₃	13,09	13,07	9,53	9,53	-	-	16,29	16,33	17,17	17,19
Fe ₂ O ₃	3,396	3,392	1,480	1,475	-	-	5,809	5,828	5,775	5,767
MnO	0,039	0,039	0,014	0,014	-	-	0,075	0,077	0,100	0,100
MgO	0,960	0,949	0,283	0,285	-	-	2,297	2,329	1,873	1,892
CaO	2,150	2,163	0,551	0,552	-	-	2,639	2,642	4,446	4,453
Na ₂ O	1,445	1,444	2,699	2,712	-	-	2,729	2,740	2,944	2,939
K ₂ O	6,562	6,571	3,557	3,563	-	-	2,671	2,675	3,522	3,522
P ₂ O ₅	0,143	0,141	0,092	0,091	-	-	0,206	0,206	0,151	0,148
ppm Cr	42,1	41,3	12	13,3	13,3	13	72,1	75,3	24,5	25,4
Ni	30,5	31,3	14,7	14,6	14,4	14,4	30,1	30	6	5,5
Cu	64,6	67,1	49,1	49,7	48,9	49,7	24	23,6	11,9	12,2
Zn	22,4	22,2	83,2	82,9	83,3	84,8	56,7	57,4	80,9	80,2
Ga	12,2	12,2	8,9	8,9	8,7	8,2	19,9	18,9	19	18,7
Pb	30,2	29,9	80,4	79,1	81,8	79,8	17,1	17,8	15,3	17,8
Th	10,3	10,2	6,6	5,9	5,8	5,7	9,4	9,6	6,9	7,5
Ba	843,1	839,4	316,4	320,9	304,2	306,4	658,3	655,8	675,2	670,3
Rb	272,6	274,4	147,3	146	147,1	147,6	103,3	103,3	137,8	139,2
Sr	164,3	165,7	95,6	94,3	94,1	95,5	227,5	229,4	276,1	277
Y	21,8	22,5	12,7	12,4	12,5	12,6	32,1	30,9	22,2	22,8
Zr	131	133,6	54,8	55,7	55	56,5	185,8	190,7	132,1	135,3
Nb	11,2	11,1	7,9	7,8	7,9	7,3	12,3	12,6	8	8

5.c) Röntgenfluoreszenzanalysedaten

Konzentration von Haupt- und Spurenelementen,

entlang des Probenprofils über des Mylonitgürtel der Pogallo Linie

Probe	Xrf-10	Xrf-10	Xrf-11	Xrf-11	Xrf-12	Xrf-12	Xrf-13	Xrf-13
wt% SiO₂	64,28	64,25	66,40	66,48	68,87	68,83	48,60	48,60
TiO₂	0,795	0,808	0,677	0,678	0,760	0,762	0,600	0,610
Al₂O₃	16,59	16,55	17,07	17,09	16,06	16,04	15,30	15,30
Fe₂O₃	6,122	6,118	5,613	5,616	5,386	5,372	10,98	11,00
MnO	0,100	0,101	0,096	0,095	0,067	0,067	0,200	0,200
MgO	2,231	2,242	1,957	1,975	1,803	1,803	9,160	9,140
CaO	1,794	1,790	1,854	1,860	2,464	2,457	10,27	10,27
Na₂O	2,535	2,501	2,971	2,961	2,811	2,810	2,090	2,090
K₂O	3,236	3,229	2,671	2,679	3,312	3,302	1,030	1,030
P₂O₅	0,192	0,191	0,196	0,191	0,234	0,226	0,130	0,120
ppm Cr	75,1	77,7	66,1	65,2	46,6	47,6	402,9	407,7
Ni	29,9	30,6	27,7	28,7	17,1	18,6	43	41,8
Cu	30,9	31,2	23,2	24,9	14,1	13,9	41,4	43,4
Zn	128,2	129,1	97,4	97,8	75,7	76	142,8	141,1
Ga	19,7	19,9	21,7	21,8	20,1	19,9	17,6	16,1
Pb	24,5	25,8	22	22	19,3	18,5	23,7	25
Th	12,2	11,5	12,1	12,1	12,3	12,4	-	-
Ba	713	714,2	750,7	754,2	775,2	777,2	157,4	159,4
Rb	147,2	147,7	115,5	115,7	116,5	117,9	66,3	67,8
Sr	247,8	247,4	219,6	220,1	178,4	179,7	348,9	347,8
Y	30,4	29	28,1	29	33,7	34,2	13,3	14,4
Zr	191	195,1	166,3	168,6	192,1	195,1	18,2	19,9
Nb	13,6	13,3	14	14,2	13,9	13,4	3,2	3,3

Probe	Xrf-13	Xrf-13	Xrf-13	Xrf-13	Xrf-14	Xrf-14	Xrf-15	Xrf-15	Xrf-16	Xrf-16
wt% SiO₂	48,98	48,96	48,93	48,95	76,83	77,05	68,01	68,12	64,61	64,55
TiO₂	0,612	0,607	0,604	0,606	0,087	0,089	0,585	0,587	0,922	0,920
Al₂O₃	15,27	15,26	15,29	15,27	13,03	13,09	16,09	16,11	19,90	19,89
Fe₂O₃	10,99	10,98	10,99	10,98	1,313	1,312	5,052	5,055	7,365	7,359
MnO	0,205	0,207	0,207	0,205	0,048	0,048	0,103	0,104	0,063	0,062
MgO	9,006	8,994	9,016	9,013	0,148	0,173	2,221	2,223	2,135	2,154
CaO	10,24	10,24	10,23	10,24	0,856	0,860	3,476	3,484	0,459	0,456
Na₂O	2,055	2,034	2,038	2,063	3,113	3,113	3,633	3,610	0,897	0,897
K₂O	1,039	1,043	1,041	1,041	4,422	4,429	1,868	1,872	5,241	5,241
P₂O₅	0,130	0,132	0,130	0,130	0,186	0,183	0,283	0,278	0,128	0,131
ppm Cr	-	-	-	-	10,3	11,7	56,1	54,5	92,1	93,9
Ni	-	-	-	-	2,4	2,5	16,1	15,4	38,5	38,8
Cu	-	-	-	-	-	-	8,3	7,8	-	0,5
Zn	-	-	-	-	33,7	34,4	77,4	76,6	105,7	106,7
Ga	-	-	-	-	18,7	17,8	18,6	17,4	24,5	24,5
Pb	-	-	-	-	22	20,4	27,1	27	22,6	23,2
Th	-	-	-	-	4,5	4,5	7,8	7,9	10,9	11,4
Ba	-	-	-	-	185	186,9	509,5	514,6	849,9	850,2
Rb	-	-	-	-	192,4	190,3	82,5	82,2	199,5	199,63
Sr	-	-	-	-	82,6	81,5	308,4	308,9	181,7	181,5
Y	-	-	-	-	19,7	19,7	28,9	29,2	28,1	27,7
Zr	-	-	-	-	60,3	61,3	130	130,4	170,2	169,9
Nb	-	-	-	-	9,3	9,4	8,5	8,3	17,1	17,3

Anhang 6 Fehlerbetrachtung

Vor der Interpretation der chemischen Analyseergebnisse, muß eine kritische Betrachtung der durch die Verfahren entstandenen systematischen (Genauigkeit) und zufälligen (Reproduzierbarkeit) Fehler erfolgen. Der systematische Fehler ist die Abweichung des errechneten Wertes vom wahren Wert, wohingegen der zufällige Fehler die Schwankung um das arithmetische Mittel ist. Trägt man die Gehalte gegen die Häufigkeit in einem Diagramm auf, so erhält man im Allgemeinen eine symmetrische Glockenkurve, deren Maximum das arithmetische Mittel darstellt und deren Weite ein Maß für die Standardabweichung (Reproduzierbarkeit) ist.

Um eine hohe Genauigkeit der Analysen zu erlangen, werden innerhalb der Meßreihen international standardisierte Proben von Referenzgesteinen vergleichbarer Elementkonzentration mitgemessen (siehe Anhang 5b). Die Messungen der internationalen Standards für AC-E (Granit), AG-V (Andesit) und BHVO (Basalt) zeigen bei nahezu allen Elementen eine angemessene Übereinstimmung mit den Literaturwerten (Govindaraju, 1994). Die geringen Konzentrationen von MgO und P₂O₅ spiegeln sich am Granitstandard AC-E in relativ hohen Standardabweichungen von 15 bzw. 13 % wider (siehe Anhang 5b). Die Reproduzierbarkeit der übrigen Hauptelemente ist mit < 2 % relativ gut. Bei den Spurenelementen treten, aufgrund der geringen Gehalte, insgesamt höhere Standardabweichungen von bis zu 10 % auf. Um die Zuverlässigkeit der Meßergebnisse zu überprüfen, ist ein Vergleich der relativen Standardabweichungen mit den Messungen an den internationalen Standards erforderlich.

Falls die Ungenauigkeiten in x, y und z zufällig und unabhängig sind, gilt die allgemeine Formel zur Fehlerberechnung (Quadratwurzel aus der Summe der Fehlerquadrate, wobei die Fehlerquadrate ein Produkt sind aus Einzelfehler und der partiellen Ableitung)

$$dq = \sqrt{\left(\left|\frac{dq}{dx}\right|dx\right)^2 + \left(\left|\frac{dq}{dy}\right|dy\right)^2 + \left(\left|\frac{dq}{dz}\right|dz\right)^2} \quad (1)$$

Da aber für alle Messungen die gleiche Apparatur verwendet wurde, ist es nicht klar, ob die Fehler unabhängig oder zufällig sind. Daher ist es ratsam, den maximalen Fehler anzugeben. Es empfiehlt sich daher, den Fehler zu schätzen anstatt ihn zu berechnen. Im Falle systematischer Fehler (selbe Apparatur, Probenaufbereitung, etc.) kann man eine einfache Obergrenze für den Fehler bestimmen, in dem man die Produkte aus der partiellen Ableitung und den Einzelfehlern addiert.

$$dq \leq \frac{dq}{dx} dx + \frac{dq}{dy} dy + \frac{dq}{dz} dz \quad (2)$$

Um die **Zuverlässigkeit** der Meßergebnisse zu überprüfen, ist ein Vergleich der relativen Standardabweichungen s(rel) erforderlich. Dazu werden sowohl von den Messungen der

internationalen Standards als auch von den eigenen Meßergebnisse die Standardabweichung s ermittelt. Durch den jeweiligen Mittelwert m dividiert und mit 100 multipliziert läßt sich die relative Standardabweichung $s(\text{rel})$ in Prozentzahlen ausdrücken. Idealerweise sollte die relative Standardabweichung $s(\text{rel})$ der untersuchten Proben kleiner sein, als die der mitgemessenen Standards. Das trifft für 85 % der Messungen an Haupt- und Spurenelementen zu. Im Falle von MgO und P_2O_5 sind die Ergebnisse sogar weit besser. In Anbetracht der geringen Gehalte ist der Fehler von insgesamt $< 8 \%$ für die Messungen der Gehalte an Spurenelementen recht gut.

Da der mit den Standards ermittelte systematische Fehler auch in den Messungen der untersuchten Proben enthalten ist, sollte dieser Fehler auch in die Auswertung und Darstellung der Ergebnisse miteingehen.

Zeichenerläuterung zu den nachfolgenden Tabellen:

Standardabweichung (s)

BHVO, AC-E, AG-V = verwendete internationale Standards

\bar{x} = Mittelwert der Messungen

Lit. Literaturwert dieser Standards

s = Standardabweichung der Messungen

n = Anzahl der Messungen

$s(\text{rel})$ = Standardabweichung in Prozent ausgedrückt

Maximale Abweichung (dx) vom Mittelwert

\bar{x} = Mittelwert der Messungen an den internationalen Standards

dx = maximale Abweichung des ermittelten Mittelwertes (\bar{x}) vom Literaturwert

$dx(\text{rel})$ = maximale Abweichung (dx) in Prozent ausgedrückt

6.a Standardabweichung (s)

Gew%	Stand.	Literat	n	x	s	s(rel)
SiO ₂	AC-E	70,35	4	71,10	0,07	0,1
TiO ₂	AC-E	0,11	4	0,113	0	1,3
Al ₂ O ₃	AC-E	14,7	4	14,91	0,03	0,2
Fe ₂ O ₃	AC-E	2,53	4	2,564	0	0,1
MnO	AC-E	0,058	4	0,059	0	0,7
MgO	AC-E	0,03	4	0,036	0,01	14,7
CaO	AC-E	0,34	4	0,343	0	0,5
Na ₂ O	AC-E	6,54	4	6,719	0,01	0,2
K ₂ O	AC-E	4,49	4	4,527	0	0,1
P ₂ O ₅	AC-E	0,014	4	0,015	0	13,0
ppm						
Cr	AG-V	10,1	5	22,96	0,72	3,12
Ni	AG-V	16	5	19,08	0,53	2,78
Cu	AG-V	60	5	60,44	0,80	0,32
Zn	AG-V	88	5	89,98	0,30	0,33
Ga	AG-V	20	5	20,38	0,28	1,37
Pb	AG-V	36	5	36,46	0,48	1,31
Th	AG-V	6,5	4	6,23	0,59	9,46
Ba	AG-V	1226	4	1205,60	3,92	0,33
Rb	AG-V	67,3	7	67,27	0,00	1,61
Sr	AG-V	662	7	657,80	2,54	0,39
Y	AG-V	20	7	19,07	0,55	2,88
Zr	AG-V	227	7	224,03	3,38	1,51
Nb	AG-V	15	7	14,17	0,30	2,12

Gew%	Stand.	Literat	n	x	s	s(rel)
SiO ₂	BHVO	49,94	4	50,1	0,25	0,50
TiO ₂	BHVO	2,71	4	2,73	0,01	0,44
Al ₂ O ₃	BHVO	13,8	4	13,8	0,11	0,80
Fe ₂ O ₃	BHVO	12,23	4	12,4	0,04	0,29
MnO	BHVO	0,168	4	0,17	0,00	0,63
MgO	BHVO	7,23	4	7,29	0,04	0,49
CaO	BHVO	11,4	4	11,5	0,04	0,36
Na ₂ O	BHVO	2,26	4	2,36	0,04	1,76
K ₂ O	BHVO	0,52	4	0,52	0,00	0,55
P ₂ O ₅	BHVO	0,273	4	0,27	0,00	1,08
ppm						
Cr	BHVO	289	4	294,	2,90	0,98
Ni	BHVO	121	4	112,	1,42	1,26
Cu	BHVO	136	4	142,	1,23	0,86
Zn	BHVO	105	4	103,	0,76	0,74
Ga	BHVO	21	4	21,3	0,39	1,85
Pb	BHVO	139	3	152,	2,94	1,93
Th	BHVO	-	-	-	-	-
Ba	BHVO	-	-	-	-	-
Rb	BHVO	11	5	10,1	0,53	5,28
Sr	BHVO	403	5	399,	1,77	0,44
Y	BHVO	27,6	5	25,7	0,33	1,27
Zr	BHVO	179	5	170,	2,43	1,42
Nb	BHVO	19	5	18,6	0,39	2,08

6.b Maximale Abweichung (dx) vom Mittelwert

Gew%	Stand.	Literat	n	x	dx	dx(rel)
SiO ₂	AC-E	70,35	4	71,10	0,75	1,1
TiO ₂	AC-E	0,11	4	0,113	0,003	2,2
Al ₂ O ₃	AC-E	14,7	4	14,91	0,21	1,4
Fe ₂ O ₃	AC-E	2,53	4	2,564	0,034	1,3
MnO	AC-E	0,058	4	0,059	1E-03	1,7
MgO	AC-E	0,03	4	0,036	0,006	16,7
CaO	AC-E	0,34	4	0,343	0,003	0,9
Na ₂ O	AC-E	6,54	4	6,719	0,179	2,7
K ₂ O	AC-E	4,49	4	4,527	0,037	0,8
P ₂ O ₅	AC-E	0,014	4	0,015	1E-03	6,7
ppm						
Cr	AG-V	10,1	5	22,96	12,86	56,0
Ni	AG-V	16	5	19,08	3,08	16,1
Cu	AG-V	60	5	60,44	0,44	0,7
Zn	AG-V	88	5	89,98	1,98	2,2
Ga	AG-V	20	5	20,38	0,38	1,9
Pb	AG-V	36	5	36,46	0,46	1,3
Th	AG-V	6,5	4	6,23	0,28	4,4
Ba	AG-V	1226	4	1205,6	20,40	1,7
Rb	AG-V	67,3	7	67,27	0,03	0,0
Sr	AG-V	662	7	657,80	4,20	0,6
Y	AG-V	20	7	19,07	0,93	4,9
Zr	AG-V	227	7	224,03	2,92	1,3
Nb	AG-V	15	7	14,17	0,83	5,9

Gew%	Stand.	Literat	n	x	dx	dx(rel)
SiO ₂	BHVO	49,94	4	50,17	0,2	0,5
TiO ₂	BHVO	2,71	4	2,73	0	0,7
Al ₂ O ₃	BHVO	13,8	4	13,89	0,1	0,6
Fe ₂ O ₃	BHVO	12,23	4	12,42	0,2	1,5
MnO	BHVO	0,168	4	0,17	0	1,2
MgO	BHVO	7,23	4	7,29	0,1	0,8
CaO	BHVO	11,4	4	11,52	0,1	1,0
Na ₂ O	BHVO	2,26	4	2,35	0,1	3,8
K ₂ O	BHVO	0,52	4	0,52	0	0,0
P ₂ O ₅	BHVO	0,273	4	0,27	0	1,1
ppm						
Cr	BHVO	289	4	294,2	5,20	1,8
Ni	BHVO	121	4	112,4	8,60	7,7
Cu	BHVO	136	4	142,7	6,70	4,7
Zn	BHVO	105	4	103	2,00	1,9
Ga	BHVO	21	4	21,3	0,30	1,4
Pb	-	-	-	-	-	-
Th	-	-	-	-	-	-
Ba	BHVO	139	3	152,7	13,70	9,0
Rb	BHVO	11	5	10,1	0,90	8,9
Sr	BHVO	403	5	399	3,96	1,0
Y	BHVO	27,6	5	25,74	1,86	7,2
Zr	BHVO	179	5	170,9	8,14	4,8
Nb	BHVO	19	5	18,62	0,38	2,0

a) Mikrosondenanalysen von Feldspäten auf der Basis von 8 Sauerstoffatomen

Probe	SP55								
Analyse	pkt 1b	pkt 1c	pkt 1d	pkt 1e	pkt 1f	pkt 2	pkt 2b	pkt 3	pkt 3b
SiO ₂	63,62	62,57	69,74	62,63	63,49	63,72	63,75	61,64	62,12
TiO ₂	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Al ₂ O ₃	22,28	22,95	17,57	23,38	21,93	22,36	20,05	24,35	20,45
FeO	0,30	0,04	1,56	0,01	0,31	0,14	0,15	0,03	0,12
MnO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MgO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CaO	3,72	4,40	3,43	4,66	3,35	4,05	0,50	4,82	1,65
Na ₂ O	9,19	9,02	6,61	8,69	9,26	9,16	2,41	8,27	4,83
K ₂ O	0,18	0,06	0,30	0,10	0,47	0,17	12,57	0,60	9,09
BaO	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,03	0,03
Summe	99,33	99,04	99,21	99,47	98,81	99,60	99,53	99,74	98,29
An	18,11	21,16	21,81	22,69	16,20	19,43	2,50	23,51	7,79
Or	1,02	0,36	2,24	0,61	2,73	0,94	75,52	3,50	51,02
Ab	80,87	78,48	75,95	76,70	81,06	79,62	21,98	72,98	41,19

b) Mikrosondenanalysen von Prehnit auf der Basis von 24 Sauerstoffatomen und von Laumontit auf der Basis von 48 Sauerstoffatomen

Probe	Sp-67								Probe	Sp-65							
Analyse	pkt 7a	pkt 7b	pkt 7c	pkt 2b	pkt 2c	pkt 2d	pkt 2e		Analyse	pkt 4a	pkt 4b	pkt 4c	pkt 4d	pkt 5a	pkt 5b	pkt 5c	
SiO ₂	41,58	42,09	41,81	42,41	42,85	43,12	42,90		SiO ₂	43,07	43,03	42,90	43,09	43,74	43,11	42,43	
Al ₂ O ₃	22,06	22,82	23,79	23,07	23,98	23,03	22,78		Al ₂ O ₃	24,14	24,34	24,41	24,27	23,61	24,22	24,33	
Fe ₂ O ₃	3,03	2,65	0,96	1,93	0,49	1,89	1,69		Fe ₂ O ₃	0,25	0,28	0,26	0,25	1,50	0,34	0,16	
MnO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		MnO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
MgO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		MgO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
CaO	26,28	26,56	26,36	26,92	25,61	26,65	26,44		CaO	26,14	26,74	26,79	26,73	23,79	26,55	26,38	
Na ₂ O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		Na ₂ O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
K ₂ O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		K ₂ O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
H ₂ O	4,30	4,26	4,31	4,27	4,25	4,30	4,26		H ₂ O	4,28	4,31	4,31	4,31	4,26	4,30	4,26	
Summe	97,25	98,38	97,23	98,60	97,18	98,99	98,07		Summe	97,88	98,70	98,67	98,65	96,90	98,52	97,56	

Prehnit

Probe	Sp-65	
Analyse	pkt 9a	pkt 9b
SiO ₂	45,42	41,70
Al ₂ O ₃	22,62	23,57
Fe ₂ O ₃	0,70	6,20
MnO	0,00	0,00
MgO	0,00	0,00
CaO	25,15	19,26
Na ₂ O	0,00	0,00
K ₂ O	0,00	0,00
H ₂ O	4,32	4,16
Summe	98,21	94,89

Laumontit

Probe	Xrf-5			
Analyse	pkt 6	pkt 6b	pkt 9	pkt 9b
SiO ₂	53,73	54,14	46,31	51,03
Al ₂ O ₃	21,84	17,34	21,75	23,97
Fe ₂ O ₃	0,00	0,00	0,00	0,00
MnO	0,00	0,00	0,00	0,00
MgO	0,00	0,00	0,00	0,00
CaO	11,08	7,30	22,01	24,26
Na ₂ O	0,00	0,34	0,12	0,13
K ₂ O	0,94	1,95	0,54	0,61
H ₂ O	13,86	12,97	13,57	4,31
Summe	101,45	94,04	104,30	104,31

Anhang 8 EDAX-Analysen

a) Mylonitprobe Sp-65

	pkt 1	pkt 2	pkt 3	pkt 4	pkt 5	pkt 6	pkt 7	pkt 8	pkt 9
SiO₂	63,55	64,19	49,62	46,57	27,00	44,79	64,45	38,10	66,57
TiO₂	-	-	15,73	-	24,87	-	-	-	-
Al₂O₃	25,46	19,77	13,95	26,50	14,07	26,08	24,36	24,31	23,55
FeO	-	-	-	0,21	7,26	4,30	-	10,08	-
MgO	-	-	-	-	-	2,07	-	-	-
CaO	2,88	-	15,67	26,72	26,80	22,86	3,48	14,69	1,18
K₂O	0,96	16,04	3,40	-	-	0,25	0,13	-	0,64
Na₂O	7,15	-	1,63	-	-	-	7,58	-	8,05
Ce₂O₃	-	-	-	-	-	-	-	8,64	-
La₂O₃	-	-	-	-	-	-	-	4,18	-
P	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Summe	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,35	100,00	100,00	99,99

b) Kataklasitprobe Pg-4

	pkt 1	pkt 2	pkt 3	pkt 4	pkt 5	pkt 6	pkt 7	pkt 9	pkt 11
SiO₂	67,49	77,90	84,36	80,43	80,11	79,72	78,22	77,43	2,74
TiO₂	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Al₂O₃	22,94	13,34	9,58	11,53	11,87	11,25	11,70	11,79	8,56
FeO	-	-	-	-	-	1,29	1,07	0,98	58,19
MgO	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CaO	0,50	3,19	2,32	2,63	2,50	2,39	2,80	1,75	0,27
K₂O	0,94	5,58	3,74	5,40	5,51	5,34	5,07	6,72	0,24
Na₂O	8,13	-	-	-	-	-	-	-	-
Ce₂O₃	-	-	-	-	-	-	-	-	-
La₂O₃	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P	-	-	-	-	-	-	-	-	13,36
S	-	-	-	-	-	-	1,02	1,20	10,16
Summe	100,00	100,01	100,00	99,99	99,99	99,99	99,88	99,87	93,52