

Metasedimente der Suretta-Decke am Ost- und Südostrand der Bergeller Intrusion : lithostratigraphische Korrelation und Metamorphose

Autor(en): **Gieré, Reto**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische mineralogische und petrographische Mitteilungen
= Bulletin suisse de minéralogie et pétrographie**

Band (Jahr): **65 (1985)**

Heft 1

PDF erstellt am: **06.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-50214>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Metasedimente der Suretta-Decke am Ost- und Südostrand der Bergeller Intrusion: Lithostratigraphische Korrelation und Metamorphose

von *Reto Gieré**

Abstract

The presence of characteristic lithologies in a series of profiles allows a lithostratigraphic correlation between the contact metamorphic sediments at the eastern margin of the Bergell Intrusives and the regional metamorphic sediments from the Penninic Suretta nappe north of Val Bregaglia (Switzerland).

In the studied area the pre-Mesozoic Suretta basement mainly contains gneisses rich in quartz, amphibolites of alkalibasaltic composition and metapelitic rocks. In the Bergell contact aureole the latter show the chronological sequence of mineral formation to be the same as in the neighbouring Monte del Forno unit. The Mesozoic cover consists from bottom to top of quartzites, calcareous schists, magnetite-amphibole-marbles (with zoned blue amphiboles outside and pargasite inside the contact aureole), carbonate rocks with concordant amphibolite layers and of calc-schists (Averser Bündnerschiefer) with ophiolitic intercalations.

Keywords: Suretta nappe, Bergell intrusion, contact metamorphism, metapelites, amphibolites, quartzites, metacarbonates

Riassunto

L'uniformità dei caratteri litostratigrafici rende possibile una correlazione tra i metasedimenti nell'aureola di contatto, al margine orientale dell'intrusione della Bregaglia, e i sedimenti della falda Penninica Suretta, al nord della Val Bregaglia (Svizzera), che hanno subito soltanto il metamorfismo regionale.

Nell'area esaminata, il basamento della falda Suretta contiene soprattutto gneiss ricchi in quarzo, anfiboliti di composizione alcalibasaltica e metapeliti. Quest'ultime mostrano nell'aureola di contatto la stessa sequenza di formazione di minerali dei metapeliti della Serie Monte del Forno. Nella copertura sedimentaria Mesozoica si trovano in ordine stratigrafico, incominciando in basso: quarziti, calcescisti, marmi con la paragenesi orneblenda + magnetite (crossite/magnesianbeckite all'esterno e pargasite all'interno dell'aureola), marmi con livelli anfibolitici concordanti e infine i calcescisti dell'Avers con intercalazioni di rocce ofiolitiche.

Résumé

La présence de lithologies caractéristiques dans une série de coupes permet de faire une corrélation lithostratigraphique entre les métasédiments dans la partie est de l'intrusion du Bergell et les séries sédimentaires de la nappe Pennique de la Suretta au nord de la Val Bregaglia (Suisse) où les roches n'ont subi que la métamorphose régionale.

Dans la région examinée les séries cristallines pré-Triasiques de la nappe de la Suretta contiennent surtout des gneiss riches en quartz, des amphibolites de composition alcalibasaltique et des métapélites montrant la même succession de formation des minéraux que les métapélites voisins du Complexe Monte del Forno. La couverture Mésozoïque du cristallin se compose de bas en haut de quartzites, de schistes carbonatiques, de marbres à amphibole + magnétite (il s'agit d'amphiboles sodiques en dehors mais de pargasite en dedans de l'auréole de contact du Bergell), de calcaires et dolomies avec des intercalations concordantes d'amphibolites et finalement de schistes lustrés (schistes lustrés de l'Avers) qui contiennent des roches vertes (prasinites).

* Institut für Mineralogie und Petrographie, ETH-Zentrum, CH-8092 Zürich, Switzerland.

1. Einleitung

Ein Teil der kontaktmetamorphen Sedimente am östlichen und südöstlichen Rand des tertiären Bergeller Plutons wurde bereits von STAUB (1918, 1921) der penninischen Suretta-Decke zugeordnet. Im Gegensatz dazu verband CORNELIUS (1915) die Metasedimente aus der Valle Preda Rossa im Südosten der Intrusion (Fig. 1) mit der Margna-Decke. Tektonisch liegen diese Gesteinsserien aber unterhalb der Ophiolith-Zone Malenco-Forno-Lizun (STAUB, 1946; vgl. Fig. 1), welche von der Margna-Decke überlagert wird. Sie treten also in gleicher Stellung auf wie die Suretta-Decke nördlich der Val Bregaglia (Fig. 1).

Um lithostratigraphische Evidenzen für die von STAUB (1918, 1921) postulierte Zugehörigkeit dieser Metasedimente zur Suretta-Decke zu erhalten, wurde eine Reihe von Profilen aufgenommen. Da die Metasedimente als Schollen entlang dem Ost- und Südostrand der Bergeller Intrusion auftreten, findet man nur an wenigen Stellen zusammenhängende Gesteinsserien (Cima da Murtaira, Val Forno, Cima di Vazzeda, Valle Preda Rossa, vgl. Fig. 1).

Figur 2 zeigt, dass die südlichsten Gesteinsserien der Suretta-Decke, welche nicht durch die Bergeller Kontaktmetamorphose überprägt wurden (Profil von Roticcio/Val Bregaglia, vgl. Fig. 1), übereinstimmen mit denjenigen aus dem Kontaktbereich. Die Profile weisen an stratigraphisch gleicher Stelle in der mesozoischen Sedimentbedeckung des Basements karbonatische Schiefer sowie Magnetit-Amphibol-Marmore auf (Fig. 2), die aufgrund ihrer charakteristischen Stoffbänderungen und Mineralparagenesen als Leithorizonte verwendet werden können. Diese Leithorizonte an der Basis der Trias-Karbonate* sind weder in der benachbarten penninischen Tambo-Decke (GANSSER, 1937) noch

* Das mutmassliche triadische Alter der Karbonate ist durch Fossilien noch nicht belegt worden (TRÜMPY et al., 1969; vgl. auch MILNES and SCHMUTZ, 1978).

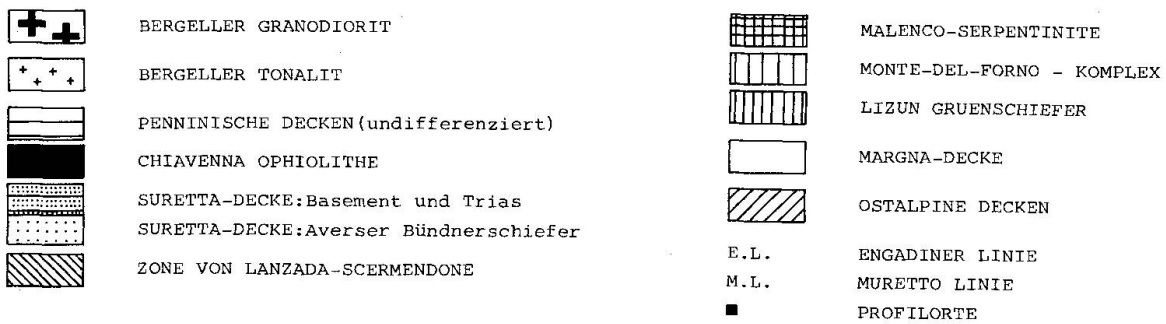
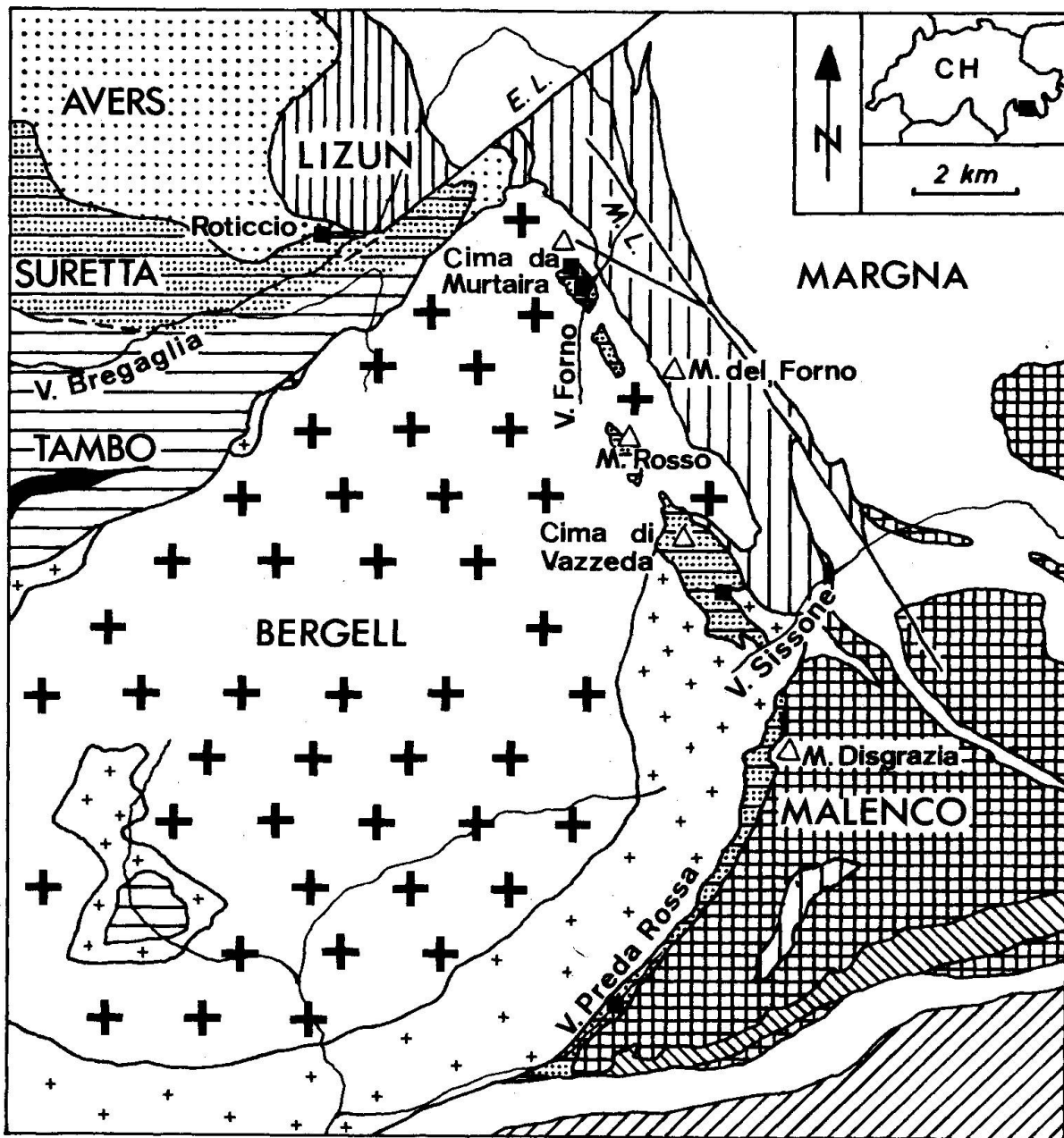


Fig. 1 Geologisch-tektonische Karte des Bergeller Ostrand (nach TROMMSDORFF and NIEVERGELT [1985] und MONTRASIO [1984]).

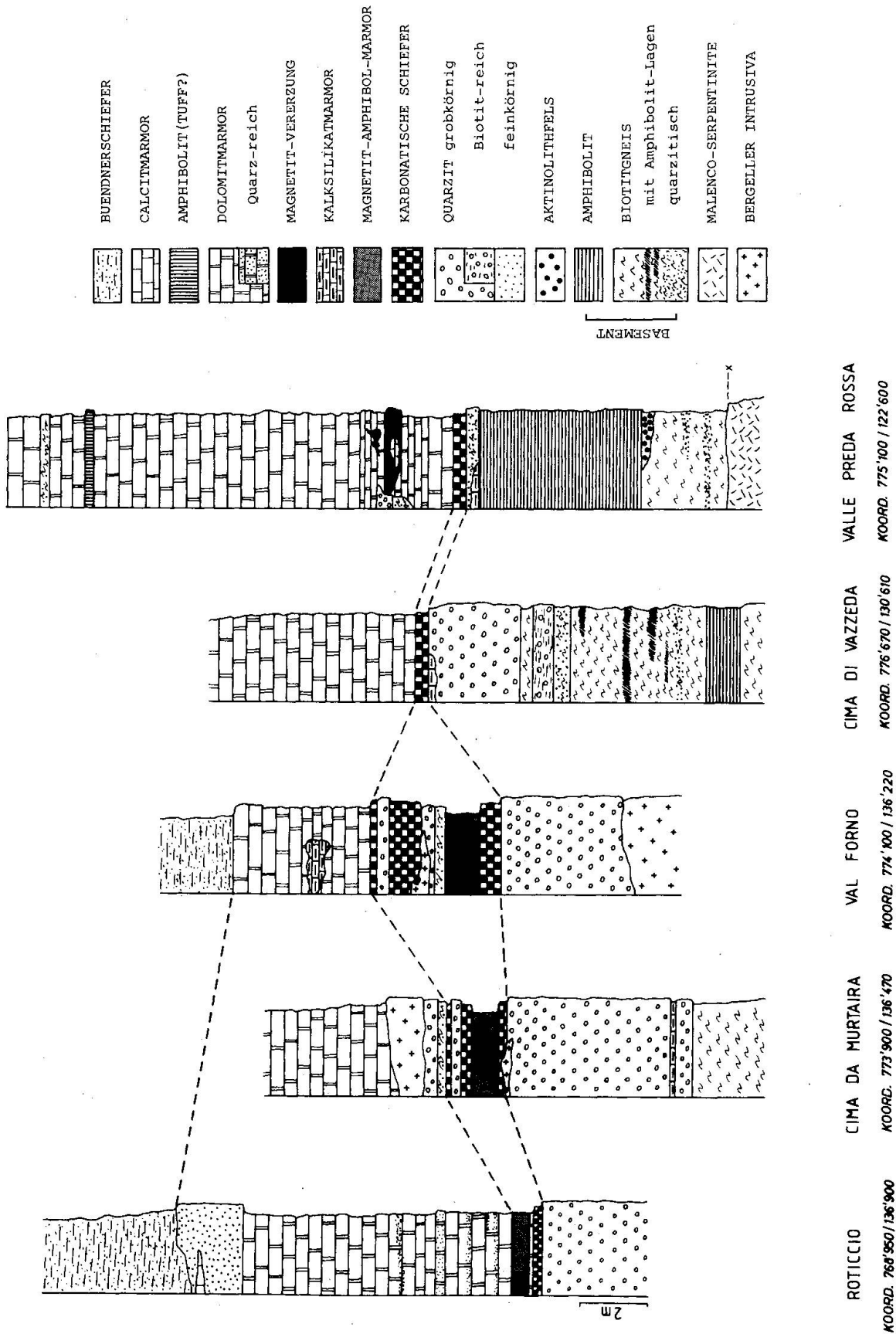


Fig. 2 Lithostratigraphische Korrelation zwischen den regionalmetamorphen Suretta-Sedimenten von Roticcio und den kontaktmetamorphen Äquivalenten am Bergeller Ost- und Südostrand. Das Profil in der Val Forno zeigt nur den südwestlichen Schenkel der grossen Antiform (vgl. GIERÉ, 1984). Alle Koordinatenangaben beziehen sich auf das Schweizerische Kilometerkoordinatennetz.

in der Margna-Decke (STAUB, 1921 a) beschrieben. In der Suretta-Decke hingegen kommen karbonatische Schiefer ausser bei Roticcio (Fig. 2) auch im Avers (SCHÄRER, 1974) und in der Splügener Mulde (GANSSE, 1937) vor.

Da bei der lithostratigraphischen Korrelation kontaktmetamorphe Gesteine des Bergeller Ost- und Südostrand mit regionalmetamorphen Sedimenten in Grünschiefer-Fazies verglichen werden, muss man deren unterschiedlichen Metamorphosegrad berücksichtigen.

Die Bergeller Kontaktmetamorphose, welche die regionale Metamorphose überprägte (GAUTSCHI und MONTRASIO, 1978; vgl. auch TROMMSDORFF and NIEVERGELT, 1985), wurde in der Margna-Decke durch GAUTSCHI (1980), in den Malenco-Serpentiniten durch TROMMSDORFF and EVANS (1972), im Monte-del-Forno-Komplex durch WENK et al. (1974, nur Metapelite), GAUTSCHI (1980), KUBLI (1983), PERETTI (1983, 1985) und in der Suretta-Trias durch BUCHER-NURMINEN (1976, 1977) untersucht. Die Kontaktmetamorphose der Gesteine aus dem Suretta-Basement wird in dieser Arbeit behandelt und mit derjenigen des Monte-del-Forno-Komplexes verglichen.

Im folgenden werden die verschiedenen Gesteine in ihrer stratigraphischen Reihenfolge beschrieben (vgl. Fig. 2).

2. Gesteine des Basements

Das Basement der Suretta-Decke besteht aus granitischen Porphyroiden (variskische Roffna-Porphyroide, vgl. GRÜNENFELDER, 1956; HANSON et al., 1969), aus Metapeliten, Amphiboliten, Augengneisen, Quarz-reichen Gneisen sowie Chlorit- und Serizitschiefern (STAUB, 1918, 1921; GRÜNENFELDER, 1956; ZURFLÜH, 1961; BLANC, 1965; TRÜMPY et al., 1969; SCHÄRER, 1974; WENK, 1974).

STAUB (1918, 1921) erkannte, dass nördlich und südlich der Val Bregaglia (Fig. 1) die gleichen Gesteine auftreten. Innerhalb der Bergeller Kontaktaureole kommen jedoch vorwiegend Quarz-reiche Biotitgneise, Metapelite und Amphibolite vor. Seltener findet man auch Flaserigneise (STAUB, 1946; GYR, 1967) und Monazit-reiche Augengneise (Monte Rosso, Valle Sissone). Da Untersuchungen an den verschiedenen Gneistypen vorliegen (GYR, 1967), wird an dieser Stelle nur auf Metapelite und Amphibolite eingegangen.

2.1. METAPELITE

Die Metapelite des Suretta-Basements zeigen, dass prä-alpine Amphibolit-Fazies-Paragenesen während der alpinen Metamorphose-Phase retrograd überprägt wurden (TRÜMPY et al., 1969; WENK, 1974; BELTRAMI et al., 1974). In den regionalmetamorphen Gesteinen von Roticcio äussert sich diese prä-alpine

Tab. 1 Zusammensetzung von Granat aus Metapeliten der Suretta-Decke.
 Probe Ro 12 (regionalmetamorph); Fundort: Roticcio,
 Koord. 768950/136900
 Probe Ros 1 (kontaktmetamorph); Fundort: Valle Sissone,
 Koord. 776400/130500.

Anteil der Endglieder in Mol%	Granat aus Probe Ro 12	Granat aus Probe Ros 1	
		Kern	Rand
Pyrop	4.9	6.3	12.9
Almandin	75.4	46.0	59.7
Spessartin	6.6	39.7	24.2
Grossular	13.1	7.9	3.2

Metamorphose in stark chloritisierten, MnO-armen Granatrelikten (Tab. 1), die von präkinematisch zur letzten Deformation gewachsenen Albit-Porphroblasten eingeschlossen werden (Probe Ro 12, Fundort: Koord. 768950/136900). Chloritisierte, MnO-arme Granate aus Metapeliten des Suretta-Fensters von Lanzada bei Chiesa/Val Malenco (STAUB, 1921) wurden aufgrund der Gefügebeziehungen von BELTRAMI et al. (1974) der variskischen Metamorphose zugeschrieben. Im Gegensatz dazu interpretierte WENK (1974) die prä-alpinen Relikte in Metapeliten nördlich der Val Bregaglia wegen diskordanter (GRÜNENFELDER, mündliche Mitteilung) Zirkonalter als kaledonische Bildungen.

Innerhalb der Bergeller Kontaktaureole heben sich aufgrund unterschiedlicher Paragenesen und Texturen psammopelitische Gesteine (sehr Quarz-reich) von pelitischen Typen deutlich ab (Tab. 2).

Tab. 2 Mineralparagenesen in kontaktmetamorphen Metapeliten der Suretta-Decke. Abkürzungen vgl. Tab. 7.

Probe	Fundort Schweiz. Koord.	Gar	Fib	Sil	And	Cor	Bio	Musc	Ksp	Plag	Qtz	Lithologie	Textur
Ros 1	776'400/130'500	x	x	x		x	x	x	x	x	x	psammo- pelitisch	massig
Ros 2		x	x					x	x		x		
Ros 3		x						x	x		x		
Ros 9		x						x			x		
1.063		x						x	x		x		
1.061		x				x	x	x		x	x		
For 13	774'100/136'220		x			x	x	x	x	x	x	pelitisch	±massig
V 1	776'530/131'100		x		x	x	x		x	x	x	pelitisch	geschiefert
SVAZ 4			x	x				x	x		x		

Granat tritt nur in Quarz-reichen Metapeliten auf; er kommt entweder als kleine, idiomorphe, Einschluss-freie Körner (Korndurchmesser ca. 0,2 mm) oder als grosse (bis zu 3 mm Durchmesser), optisch und chemisch stark zonierte Individuen (Fig. 3, Tab. 1) vor. Eine qualitativ gleichartige Zonierung besitzen die Spessartin-reichen Granate aus der Rossi-Serie des Forno-Komplexes PERETTI, 1983, 1985). Rotierte Interngefüge (vgl. auch ENGI, 1973) weisen auf

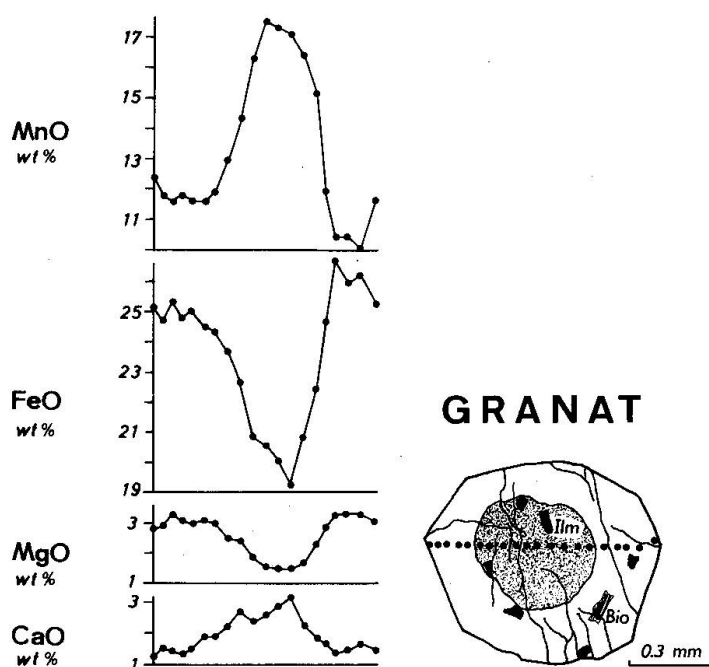


Fig. 3 Chemisches Profil durch einen zonierten Granat aus Metapeliten des Bergeller Ostrand. Probe Ros 1, Fundort: Valle Sissone, Koord. 776 400 / 130 500.

einen synkinematischen, regionalmetamorphen Ursprung der Granatkerne hin; der MnO-ärmere Rand hingegen (Fig. 3, Tab. 1) sowie die kleineren Individuen entstanden vermutlich während der Kontaktmetamorphose.

Sillimanit und Fibrolith sind vorwiegend mit Biotit assoziiert (vgl. auch WENK et al., 1974); Sillimanit zeigt oft mimetisches Wachstum entlang Biotitblättchen, während Fibrolith meistens innerhalb Biotit als Faserlinsen mit Wirbelstrukturen auftritt. Fibrolith kommt ausserdem als garbenförmige Aufwachsungen auf Sillimanit oder als filziger Saum zwischen Granat und Biotit vor. Die häufige Paragenese Sillimanit/Fibrolith + Kalifeldspat ist meistens Muskowit-frei; wenn Muskowit an der Paragenese beteiligt ist, überwächst er die anderen Phasen als retrograde Bildung. WENK (1983) beschrieb Sillimanit ferner als Verwachsung mit Mullit in Metapeliten, die in der Valle Sissone als Xenolithe im Bergeller Tonalit eingeschlossen sind.

Die z. T. pinitisierten, von Fibrolith überwachsenen Cordierit-Poikiloblasten enthalten als Einschlüsse neben Quarz, Biotit und Plagioklas auch idiomorphen Zirkon und körnigen Monazit, der immer von einem pleochroitischen Hof umgeben ist (vgl. auch WENK et al., 1974).

Andalusit tritt nur in den Biotit-reichen, pelitischen Gesteinen auf und wird durch Sillimanit (TROMMSDORFF, mündliche Mitteilung) oder Fibrolith ersetzt.

Biotit ruft in den pelitischen Typen die Paralleltexur hervor. Da er in allen Gesteinen nur äusserst selten deformiert ist und ausserdem gelegentlich in

decussatem Gefüge sowie als Querbiotit vorkommt, lässt sich dessen postkinematisches Wachstum der Kontaktmetamorphose zuschreiben. Einschlüsse in den Granatkernen zeigen aber, dass Biotit auch schon während einer regionalen Metamorphose-Phase entstanden ist. Sehr verbreitet sind symplektitische Verwachsungen von Feldspäten und Quarz (vgl. auch GYR, 1967).

Die erwähnten Gefügebeziehungen ergeben für die kontaktbedingten Paragenesen in den Metapeliten des Suretta-Basements eine zeitliche Abfolge der Mineralbildung, welche mit derjenigen in den Metapeliten des Forno-Komplexes übereinstimmt (CORNELIUS, 1925; KUBLI, 1983; PERETTI, 1985; NIEVERGELT, persönliche Mitteilung).

1. Rekristallisation von Quarz, Plagioklas und Biotit sowie erneute Blastese von Granat und Biotit
2. Andalusit
3. Sillimanit
4. Fibrolith
5. Muskowit

Für Cordierit kann keine eindeutige Aussage gemacht werden. In den Metapeliten des Forno-Komplexes fand die Bildung von Cordierit zwischen derjenigen von Andalusit und Sillimanit statt (PERETTI, 1983, 1985).

2.2. AMPHIBOLITE

Nördlich und südlich der Val Bregaglia findet man Amphibolite als linsenförmige Einschaltungen in den Metasedimenten des Suretta-Basements. Am Bergeller Ostrand treten die Amphibolite einerseits als Erz-reiche, bis zu 30 m mächtige Körper, andererseits als feine, in den Biotitgneisen eingelagerte Horizonte auf (Fig. 2).

Die kontaktmetamorphen Erz-reichen, rostig anwitternden Amphibolite enthalten zonierte, subparallel eingeregelter aktinolithische Hornblenden mit braungrünem Kern. Plagioklas bildet ein granoblastisch-polygonales Gefüge. Magnetit und lamellär verzwilligter Ilmenit zeigen ebenfalls mosaikartige Gefüge. Neben Ilmenit ist Pyrrhotin das wichtigste Erz. Seltener findet man auch idiomorphen Pyrit sowie Chalkopyrit. In den Amphiboliten der Suretta-Decke kommt - im Gegensatz zu den Forno-Amphiboliten (PERETTI, 1985) - kein Sphalerit vor. Die Erze umgeben Amphibole und idiomorphe Apatite als amöbenartige Aggregate.

Auch chemisch unterscheiden sich die Suretta-Amphibolite von den tholeiitischen Amphiboliten des Forno-Komplexes (KUBLI, 1983; PERETTI, 1985): nur zwei Proben konnten analysiert werden; diese besitzen deutlich höhere Gehalte an TiO_2 , P_2O_5 , Ba, V, Zn und S (Tab. 3) und weisen damit alkalibasaltische

Tab. 3 Röntgenfluoreszenz-Analysen basischer Gesteine am Bergeller Ostrand

Proben 2.001 und 2.006:

Basement der Suretta-Decke,

Fundort: Valle Sissone, Koord. 777270/129111

Proben TUFF 1 und TUFF 2:

konkordante Amphibolit-Lagen in den Marmoren des Monte Rosso,

Fundort: Koord. 775120/132360

Probe Ro 10:

Grünschiefer aus den Bündnerschiefern von Roticcio (tiefe SiO₂-Werte sowie hohe CaO- und CO₂-Werte wegen der Präsenz von Calcit).

Fundort: Koord. 768950/136920

Proben SD For und SD dike:

Amphibolite des Monte-del-Forno-Komplexes. Fundort: südöstlich des Monte del Forno, Koord. 777160/134730

wt%	2.001	2.006	TUFF 1	TUFF 2	Ro 10	SD For	SD dike
SiO ₂	44.63	49.31	54.12	46.03	44.84	48.40	49.55
TiO ₂	3.50	2.21	0.82	0.86	1.41	1.70	1.16
Al ₂ O ₃	14.04	17.68	18.90	19.83	15.41	16.66	19.32
Fe ₂ O ₃	3.33	8.78	1.59	1.91	9.58	4.25	2.21
FeO	10.50	1.25	3.30	4.50	0.20	4.55	4.80
MnO	0.22	0.18	0.21	0.08	0.16	0.16	0.13
MgO	6.07	4.59	4.59	4.88	5.06	7.67	6.75
CaO	9.33	6.11	9.23	8.23	14.53	11.66	10.77
Na ₂ O	3.60	1.57	5.06	3.92	2.74	3.11	3.69
K ₂ O	0.32	5.43	0.50	4.00	0.12	0.17	0.24
P ₂ O ₅	1.97	0.54	0.13	0.14	0.14	0.12	0.16
H ₂ O+	1.40	0.75	0.72	0.97	1.92	0.83	0.95
CO ₂	0.00	0.00	0.07	3.41	3.33	0.04	0.04
Total	98.91	98.40	99.24	98.76	99.48	99.36	99.81
ppm							
Ba	55	1054	36	270	11	13	21
Rb	< 4	167	22	276	4	< 4	< 4
Sr	370	178	307	294	181	201	258
Pb	< 6	< 6	10	< 6	< 6	< 6	< 6
Nb	< 3	7	7	< 3	< 3	< 3	< 3
La	26	36	< 15	< 15	< 15	< 15	< 15
Y	28	34	16	18	28	27	18
Zr	32	284	117	117	94	121	88
V	254	225	117	305	238	198	147
Cr	< 10	< 10	< 10	< 10	246	257	221
Ni	9	8	12	13	110	79	97
Co	47	31	10	9	45	43	26
Cu	< 4	< 4	< 4	421	44	109	82
Zn	100	107	169	75	60	46	37
Ga	7	14	20	10	8	8	7
Sc	34	33	38	35	26	43	29
S	484	579	< 20	291	< 20	< 20	< 20
Total	1501	3811	917	2403	1102	1154	1052
Th < 5ppm , U < 1ppm , Ce < 10ppm , Nd < 10ppm							

Charakteristika auf. Möglicherweise handelt es sich bei den Amphiboliten des Suretta-Basements um ehemalige variskische Alkalibasalte. Die hohen Werte für K₂O und Rb in der Probe 2.006 können auf die Präsenz von Biotit zurückgeführt werden, welcher die Amphibole überwächst; vermutlich hat ein K-reiches

Fluid die späte Bildung von Biotit verursacht. Evidenzen für K-Zufuhr aus dem Bergeller Pluton liefern auch die Sprossung von Alkalifeldspat in Biotitgneisen (GYR, 1967) sowie die Bildung von Phlogopit aus Spinell in kieseligen Metadolomiten (GIERÉ, 1984).

Die feinen Amphibolit-Horizonte in den Biotitgneisen (vgl. auch GYR, 1967) enthalten aktinolithische bis pargasitische Amphibole und stark serizitisierte Plagioklase (Andesin bis Oligoklas). Akzessorisch treten runde Apatitkörner, Erz und Titanit auf. Charakteristisch für diesen Gesteinstyp sind Diopsid-Knollen: Diopsid wird von idiomorphem Aktinolith retrograd überwachsen und besitzt Einschlüsse von Calcit, Klinozoisit, Plagioklas (Labradorit) und Quarz; Klinozoisit bildet häufig Reaktionssäume zwischen Plagioklas und Calcit (Probe For 1, Fundort: Val Forno, Koord. 774100 / 136220).

Calcit-Einschlüsse in Diopsid, gerundete Apatite sowie die z. T. äusserst feine Wechsellagerung mit Biotitgneisen geben Hinweise auf einen sedimentären Ursprung dieser Amphibolite.

3. Mesozoische Gesteine

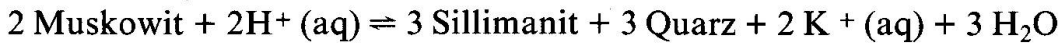
3.1. QUARZITE

Die regionalmetamorphen Quarzite sind feinkörnig (Quarz < 0,5 mm) und besitzen aufgrund der eingeregelter Hellglimmer und der deformierten Quarz-Kristalle eine ausgeprägte Paralleltexur. Quarz weist infolge Deformation stets lobat bis dentat suturierte Korngrenzen auf. Plagioklas (Oligoklas) kommt nur selten vor und ist meistens serizitisiert. Die Kornformen der Akzessorien Apatit, Zoisit, Epidot und Zirkon deuten auf einen detritischen Ursprung hin. Die untersten Quarzit-Lagen enthalten ausserdem idiomorphen, blaugrünen Turmalin mit einem stark gerundeten, hellen Kern.

Innerhalb der Kontaktaureole sind die Quarzite grobkörnig (Quarz > 2 mm) und führen nicht nur Muskowit, sondern auch Biotit. Die ursprüngliche Schieferung wird durch Muskowit abgebildet, welcher fast vollständig von Fibrolith überwachsen ist. Fibrolithischer Sillimanit umgibt jedoch auch als feiner Saum die leicht deformierten Quarz-Körner. Diese enthalten viele einphasige Flüssigkeitseinschlüsse, die entweder unregelmässig verteilt oder in einem konjugierten System paralleler Bänder angeordnet sind. Die Bänder schliessen mit der nur schwach ausgebildeten Schieferung einen Winkel von 60–70° ein und sind vermutlich auf intrakristalline Scherbewegungen infolge syn- oder postintrusiver Deformation zurückzuführen. Plagioklas (Oligoklas) tritt sowohl als kleine, serizitisierte Körner als auch in granoblastisch-polygonalem Gefüge mit Quarz auf.

Der Einfluss der Kontaktmetamorphose äussert sich nicht nur im Gefüge durch die Rekristallisation bzw. Neubildung von Plagioklas und Quarz, son-

dern auch im Wachstum von Fibrolith, Fluorapatit (GYR, 1967) sowie gelegentlich von Diopsid und Granat (Cima di Vazzeda, Fig. 1). Da Fibrolith nur äußerst selten zusammen mit Kalifeldspat vorkommt (vgl. auch WENK et al., 1974), lässt sich dessen Bildung am besten durch die folgende Modellreaktion (CARMICHAEL, 1969) beschreiben:



Diese Reaktion könnte auch die Fibrolith-Säume entlang den Quarz-Korngrenzen erklären.

3.2. KARBONATISCHE SCHIEFER

Unmittelbar über den Quarziten folgen in allen Profilen (Fig. 2) Metasedimente mit einer feinen Wechsellagerung von karbonatischen und pelitischen Horizonten. Auch am Nordrand der Bergeller Intrusion (Lavinair Crusc, vgl. STAUB, 1918) treten plattige Kalkschiefer an der Basis der Dolomitmarmore auf. Dunkle Hellglimmer-haltige Calcit-Schiefer aus dem unteren Anis (? , TRÜMPY et al., 1969) kommen ebenfalls im Avers zwischen den Quarziten und den triadischen Karbonaten vor (SCHÄRER, 1974). In der Splügener Mulde beschrieb GANSSER (1937) geringmächtige Horizonte sandiger Kalkschiefer an der Basis und innerhalb der Karbonate und Rauhacken, welche dort - infolge Abwesenheit von Quarziten - direkt über den Roffna-Porphyroiden liegen.

Die kontaktmetamorphen karbonatischen Schiefer am Bergeller Ost- und Südostrand besitzen eine gleiche Stoffbänderung wie die regionalmetamorphen Äquivalente bei Roticcio. Die grossen mineralogischen und strukturellen Unterschiede (Tab. 4) können der Überprägung durch die Bergeller Kontaktmetamorphose zugeschrieben werden.

Reliktische Minerale (Calcit und kleine Plagioklaskörner) kommen in den kontaktmetamorphen karbonatischen Schiefen nur innerhalb der Diopsid-Poikiloblasten vor. Das granoblastisch-polygonale oder decussate Gefüge aller anderen Phasen hingegen spricht für deren Rekristallisation bzw. Neubildung während der Kontaktmetamorphose. Die Sanidin-ähnliche Optik von Kalifeldspat zeigt einen hohen Metamorphosegrad an (WENK et al., 1966). Aktinolith tritt einerseits als progrades Mineral auf, andererseits zusammen mit Calcit und Quarz als Pseudomorphose nach salitischem Diopsid. Diese Umwandlung von Diopsid wurde auch im westlichen Bergell beobachtet (MOTICKA, 1970) und lässt sich vermutlich auf das Eindringen CO₂-reicher Fluids zurückführen.

Die Akzessorien in den Phlogopit-Horizonten der regionalmetamorphen Gesteine sind wahrscheinlich detritischen Ursprungs. Gerundete Turmalinkerne weisen - wie in den Quarziten - einen idiomorphen Anwachsrand auf; die dunkelolive Farbe des Kerns deutet aber auf ein anderes Herkunftsgebiet hin.

Tab. 4 Mineralogie, Textur und Struktur der karbonatischen Schiefer: Vergleich zwischen den regionalmetamorphen (Roticcio) und den kontaktmetamorphen (Bergeller Ostrand, Valle Preda Rossa) Gesteinen. Abkürzungen vgl. Tab. 7.

		Roticcio	Bergeller Ostrand	Valle Preda Rossa
Mineralogie	karbonatische Lagen	Do+Plag+Qtz (+Cc+Phlog)	Di+Plag (+Cc) Act+Plag+Qtz Act Akzessorien: Sph, Ep, Or, Gros	Act+Plag+Qtz+Czo Akzessorien: Sph
	pelitische Lagen	Phlog Akzessorien: Ep, Zo, Zr, Tur, Pyr	Bio Bio+Ksp+Plag Bio+Plag+Qtz Ksp	Bio+Gar+Plag+Qtz (+Czo)
Textur		gebändert geschiefert	gebändert massig bis leicht geschiefert	gebändert leicht geschiefert
Struktur		lepidoblastisch	decussat oder granoblastisch- polygonal	decussat oder granoblastisch- polygonal

Da die karbonatischen Schiefer in allen Profilen an stratigraphisch gleicher Stelle vorkommen, eignen sie sich als Leithorizont für die Basis der Trias-Marmore der Suretta-Decke. Die charakteristische Stoffbänderung ist wahrscheinlich eine primäre Wechsellagerung. Die Dominanz der pelitischen Lagen im Gestein aus der Valle Preda Rossa bzw. der karbonatischen Lagen in den Gesteinen des Bergeller Ostrand spricht für leicht unterschiedliche Sedimentationsbedingungen.

3.3. MAGNETIT-AMPHIBOL-MARMORE

An der Basis der Karbonatserie findet man in drei Profilen dunkle, feingebänderte Marmore mit der charakteristischen Paragenese Magnetit + Amphibol (Fig. 2). In den stratigraphisch höher liegenden Karbonaten hingegen trifft man diese Paragenese im östlichen Bergell nirgends an. Die Gegenüberstellung der regional- und kontaktmetamorphen Gesteine (Tab. 5) zeigt, dass es sich bei den Magnetit-Pargasit-Marmoren der Val Forno und der Cima da Murtaira mit grosser Wahrscheinlichkeit um die kontaktmetamorphen Äquivalente der Magnetit-Alkalamphibol-Marmore von Roticcio handelt. Somit müssten die Alkalamphibole während der Kontaktmetamorphose in Pargasit umgewandelt worden sein; reliktsche Alkalamphibole konnten jedoch nicht nachgewiesen werden.

Tab. 5 Mineralogie, Textur und Struktur der Magnetit-Amphibol-Marmore: Vergleich zwischen den regional-metamorphen (Roticcio) und den kontaktmetamorphen (Val Forno, Cima da Murtaira) Gesteinen. Abkürzungen vgl. Tab. 7.

	Roticcio	Val Forno , Cima da Murtaira
Mineralogie	Mag+Cross/Rieb+Do+Qtz (+Plag)	Mag+Parg+Fo(+Di)+Cc
	Do+Qtz+Plag (+Cc)	Fo+Cc Fo+Di+Cc Fo+Di+Sp+Cc Di+Sp+Cc (+Mag)
	Phlog (+Mag) +Do+Qtz	Phlog+Mag (+Chl)+Cc
Textur	gebändert leicht geschiefert	gebändert massig, z.T. leicht geschiefert
Struktur	nematoblastisch	decussat oder granoblastisch-polygonal

Mineralchemie der Amphibole

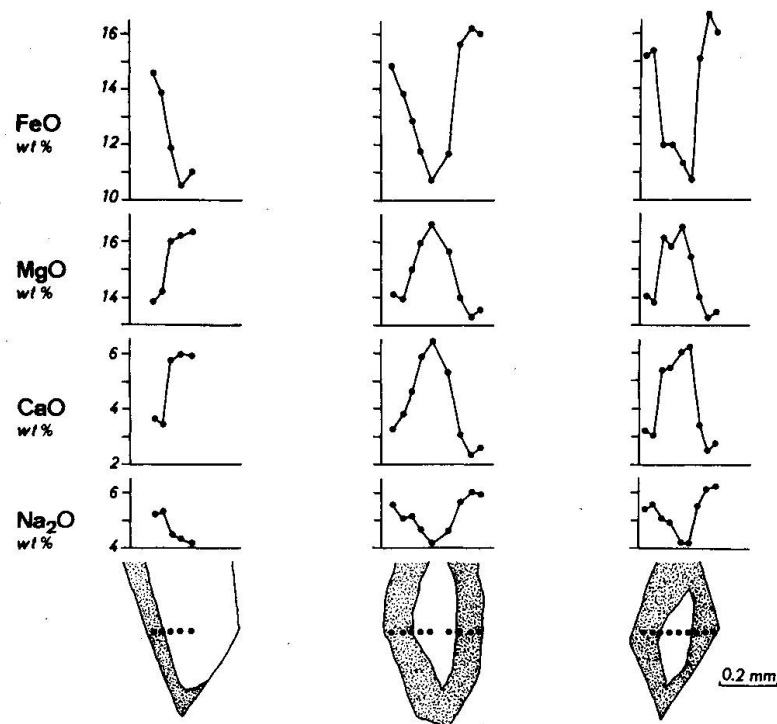
Die blauen Alkaliamphibole sind optisch und chemisch sehr stark zoniert (Fig. 4). Nach der Klassifikation von MIYASHIRO (1957) erweist sich der Na-arme Kern als Crossit, der Na-reichere Rand jedoch als Magnesioriebeckit (Fig. 5, Tab. 6). Die eo-alpinen Alkaliamphibole im Avers (OBERHÄNSLI, 1978) und am Piz Lunghin (PHILIPP, 1982) besitzen gleichgerichtete Zonierungen, welche als lepontinische Überprägung gedeutet wurden. Auch Isotopendaten zeigen für die Suretta-Decke ein eo-alpines (HANSON et al., 1969) und ein meso-alpines (STEINITZ and JÄGER, 1981) Ereignis an.

Im Eisenvariationsdiagramm (Fig. 5) erkennt man, dass die Ränder bei gleichem X_{Fe}^{2+} höhere Gehalte an Fe^{3+} aufweisen als die Kerne. Die Zonierung der Amphibole von Roticcio ist vermutlich auf hohe Sauerstoff-Fugazitäten und nicht auf eine thermische Überprägung (MIYASHIRO, 1957) zurückzuführen, weil Na in den Rändern vorwiegend den M4-Platz besetzt (Fig. 6); nach LAIRD and ALBEE (1981) wird mit zunehmender Temperatur aber nicht der M4-Platz, sondern der A-Platz aufgefüllt.

Mikrosonde-Messungen haben die optische Bestimmung des kontaktmetamorphen Pargasits bestätigt: in der Normierung von LAIRD (1980) besetzen Na und K den A-Platz der Amphibol-Struktur und kommen im M4-Platz nicht vor, da dieser von Ca vollständig aufgefüllt ist (Tab. 6).

3.4. KARBONATGESTEINE

Die gutgebankten Dolomitmarmore von Roticcio enthalten mehrere Quarzreiche Horizonte und Quarzit-Lagen sowie graue, lateral oft auskeilende Dolo-



ALKALIAMPHIBOLE

Fig. 4 Chemische Profile durch zonierte Alkaliamphibole aus den regionalmetamorphen Suretta-Gesteinen von Roticcio. Probe Ro 5, Fundort: Koord. 768950/136900.

Kern: Crossit

Rand: Magnesioriebeckit

$\text{FeO} = \text{Fe}_{\text{tot}}$, $\text{Na}_2\text{O} = \text{Na}^{\text{A}} + \text{Na}^{\text{M4}}$

mit-Bänder, die sich durch ihre feinkörnige Ausbildung von den hellgelben Schichten deutlich abheben. Neben Quarz kommt als detritisches Mineral auch Oligoklas vor. In einigen Horizonten ist Pyrit angereichert, welcher als unregelmässig verteilte Körner oder als idiomorphe, bis zu 0,5 mm grosse Kristalle auftritt.

Die kontaktmetamorphen Marmore am Ostrand des Bergeller Plutons besitzen eine ausgeprägte Stoffbänderung. Aufgrund unterschiedlicher Mineralparagenesen lassen sich folgende Gesteinstypen auseinanderhalten (vgl. Tab. 7):

- reine Dolomitmarmore
- kieselige, meist Al-haltige Metadolomite
- Al-reiche Marmore
- Kalksilikatmarmore
- Predazzite
- Skarne
- Rauhacken

Tab. 6 Elektronenmikrosonde-Analysen von Amphibolen aus den Magnetit-Amphibol-Marmoren Crossit/Magnesioriebeckit aus Probe Ro 5 (regionalmetamorph), Fundort: Roticcio, Koord. 768950/136900
Pargasit aus Probe For 6 (kontaktmetamorph), Fundort: Val Forno, Koord. 774100/136220.

wt%	CROSSIT		MAGNESIORIEBECKIT		PARGASIT	
	1	2	1	2	1	2
SiO ₂	57.26	57.30	57.85	57.76	42.22	42.20
TiO ₂	<.02	.02	.06	<.02	.41	.37
Al ₂ O ₃	1.56	1.93	1.95	1.48	13.52	13.48
Cr ₂ O ₃	<.02	<.02	<.02	<.02	.15	.11
FeO*	11.03	11.64	14.87	16.26	5.34	5.55
MgO	16.36	15.66	14.13	13.31	18.02	18.16
CaO	5.95	5.32	3.24	2.38	13.41	13.33
Na ₂ O	4.13	4.60	5.58	6.02	2.15	2.07
K ₂ O	.76	.62	<.01	.29	1.40	1.49
Total**	97.04	97.10	97.68	97.49	96.62	96.76
Anzahl Kationen pro Formeleinheit, normiert auf: (Kationen-Ca-Na-K)=13 (LAIRD, 1980):						
Si	8.03	8.04	8.03	8.08	6.10	6.08
Ti	-	-	.01	-	.04	.04
Al ^{IV}	-	-	-	-	1.90	1.92
Al ^{VI}	.26	.32	.32	.24	.41	.38
Cr	-	-	-	-	.02	.01
Fe ³⁺	.64	.64	1.15	1.20	.37	.48
Fe ²⁺	.65	.73	.58	.70	.28	.19
Mg	3.42	3.28	2.92	2.78	3.88	3.90
Ca	.89	.80	.48	.36	2.08	2.06
Na ^{M4}	1.11	1.20	1.50	1.63	-	-
Na ^A	.02	.05	-	-	.60	.58
K	.14	.11	-	.05	.26	.27

* FeO = Fe_{tot}

** ohne H₂O

Die Mineralparagenesen der kontaktmetamorphen Marmore wurden schon mehrfach bearbeitet (STAUB, 1918; DÉVERIN, 1937; WENK, 1963; TROMMSDORFF, 1966; TROMMSDORFF und SCHWANDER, 1969; BUCHER-NURMINEN, 1976, 1977; GIERÉ, 1984); an dieser Stelle werden sie deshalb nicht näher besprochen. In einer separaten Arbeit (GIERÉ, 1986) findet sich eine Beschreibung der weit verbreiteten Paragenese Titanklinohumit + Forsterit + Spinell + Calcit sowie des neu entdeckten Vorkommens von Zirkonolit und Hoegbomit in Skarngesteinen der Valle Sissone.

Gänge von Granodiorit mit fluidal eingeregelteten Alkalifeldspat-Phänokristallen (DIETHELM, 1984; GIERÉ, 1984) sowie von Tonalit durchdringen die intensiv verfaltete Stoffbänderung sowohl konkordant als auch diskordant. Die kompetenten Kalksilikatlagen sind sehr oft boudiniert. Symmetrisch zonierte metasomatische Adern durchziehen die Karbonate in parallelen Scharen (BUCHER-NURMINEN, 1977, 1981). In Klüften findet man grosse Calcit-Kristalle, radialstrahlig gewachsenen Tremolit und seltener auch sphärolithischen Mesolith.

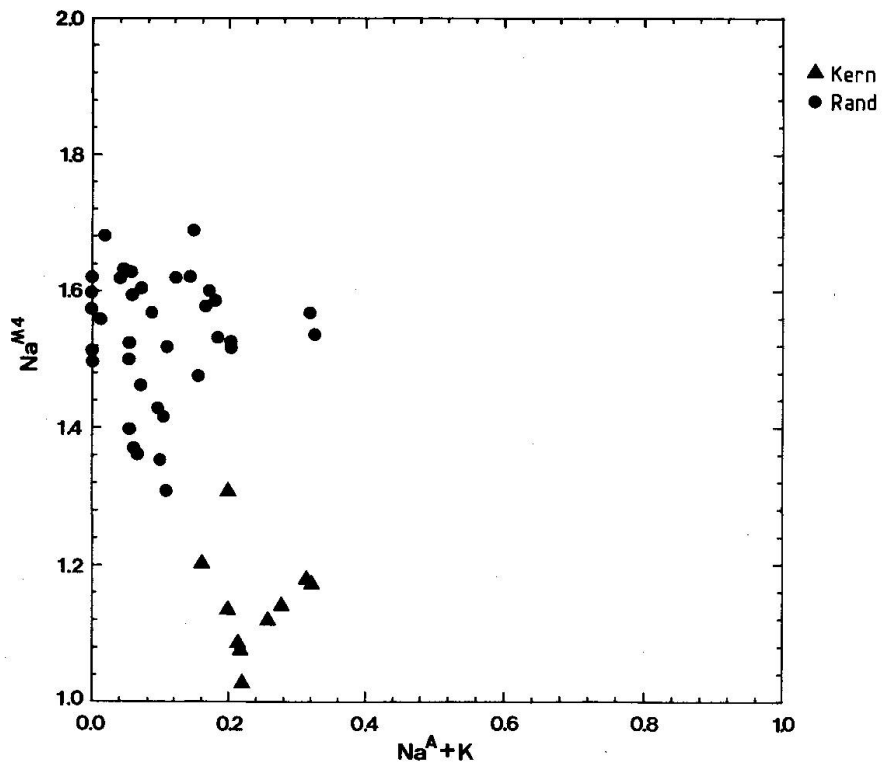
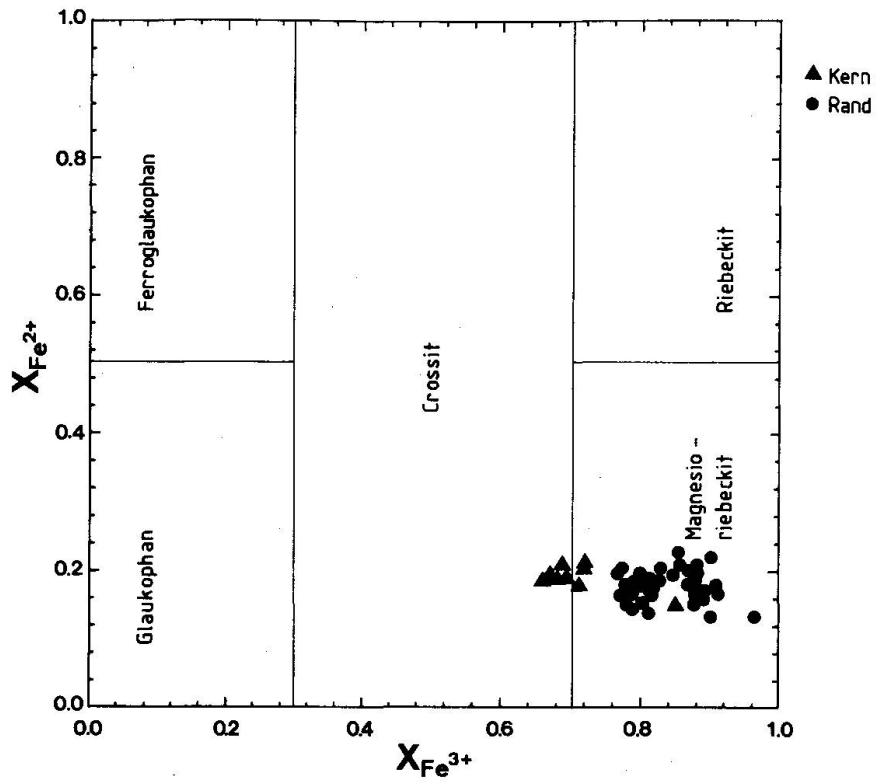


Fig. 6 Na^{M4} versus $Na^A + K$ für die Alkali amphibole von Roticcio. Normierung auf: (Kationen-Ca-Na-K) = 13 (LAIRD, 1980).

Tab. 7 Mineralparagenesen in kontaktmetamorphen Karbonaten des Bergeller Ostrand

Referenzen: 1 STAUB (1918)

5 BUCHER-NURMINEN (1976)

2 WENK (1963)

6 BUCHER-NURMINEN (1977)

3 TROMMSDORFF (1966)

7 GIERÉ (1984)

4 TROMMSDORFF und SCHWANDER (1969)

8 DÉVERIN (1937)

GESTEINTYP	PARAGENESEN	AKZESSORIEN	REFERENZEN
reine Dolomitmarmore	Do		6, 7
kieselige, meist Al-haltige Metadolomite	Cc+Do+Fo Cc+Di+Fo (+Sp) Cc+Do+Tr (+Fo+Cho+Phlog) Cc+Di Cc+Di+Tr+Fo Cc+Do+Fo (+Chu)+Sp Cc+Do+Fo (+Chu)+Sp+Chl (+Phlog) Cc (+Do)+Fo+TiChu+Sp Cc+Do+Chl Cc+Di+Phlog (+Plag) Cc+Do+Phlog+Chl (+Fo+Chu+Sp)	Cho Cho Geik, Ap, Sph Pyr	5, 6, 7 5, 6 2, 5, 6, 8 6, 7 5, 6 5, 6, 7, 8 2, 3, 5, 6, 7, 8 2, 6, 7 6, 7 6, 7 6, 7
Al-reiche Marmore	Cc+Fo+Clint+Sp+Chl	Pyr	7
Kalksilikatmarmore	Cc+Wo (+Ksp) Cc+Wo+Qtz+Plag (+Di+Ksp) Cc+Wo+Di+Plag (+Ves+Ksp+Gros) Cc+Di+Plag (+Ksp) Cc+Di+Plag+Ves Cc+Di+Scap+Plag (+Qtz+Ksp+Gros+Ep) Cc+Di+Ves+Gros+Plag (+Qtz+Phlog) Cc+Ksp+Phlog	Ep, Zo Sph, Zo Sph, Zo Pyr	7 6 1, 6, 7 6, 7 6 6, 7 6 6 6
Predazzite	Cc+Do+Br+Sp Cc+Do+Br+Sp+Chu (+Cho+Chl)	TiChu	4, 6, 8 4, 6, 7, 8
Skarne	Andr+Hed+Ep Cc+Sp An+Phlog Cc+Sp+Hoeg+Clint Cc+Marg Cc+Sp+Hoeg (+Kor+Mag)+Marg+Chl	Zirc, Czo, Sph Sph, Ap Ap Zirc, Ap, Sph, Czo	6 6 7 7 7 7
Rauhacken	Cc+Fsp		1

Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen:

Act	Aktinolith	Hoeg	Hoegbomit
An	Anorthit	Kor	Korund
And	Andalusit	Ksp	Kalifeldspat
Andr	Andradit	Mag	Magnetit
Ap	Apatit	Marg	Margarit
Bio	Biotit	Musc	Muskowit
Br	Brucit	Or	Orthit
Cc	Calcit	Parg	Pargasit
Chl	Chlorit	Phlog	Phlogopit
Cho	Chondrodit	Plag	Plagioklas
Chu	Klinohumit	Pyr	Pyrit
Clint	Clintonit	Qtz	Quarz
Cor	Cordierit	Rieb	Magnesioriebeckit
Cross	Crossit	Scap	Skapolith
Czo	Klinozoisit	Sil	Sillimanit
Di	Diopsid	Sp	Spinell
Do	Dolomit	Sph	Titanit
Ep	Epidot	TiChu	Titanklinohumit
Fib	Fibrolith	Tr	Tremolit
Fo	Forsterit	Tur	Turmalin
Fsp	Feldspat	Ves	Vesuvian
Gar	Granat	Wo	Wollastonit
Geik	Geikielit	Zirc	Zirkonolit
Gros	Grossular	Zo	Zoisit
Hed	Hedenbergit	Zr	Zirkon

3.5. KONKORDANTE AMPHIBOLITE IN KARBONATEN

In den Karbonaten konnten an zwei Lokalitäten geringmächtige (20–40 cm), scharf abgegrenzte, konkordant eingelagerte Amphibolite gefunden werden (Monte Rosso, Koord. 775120/132360 und Valle Preda Rossa, Koord. 775100/122600; vgl. Fig. 1 und 2). Am Monte Rosso ist die dunkle Amphibolit-Lage zusammen mit den Marmoren isoklinal verfaltet; die Faltenachse stimmt mit den von PERETTI (1985) ausserhalb der Intrusion bestimmten Faltenachsen der präintrusiven Deformationsphase F1 überein. Infolge Verwitterung der äusserst zahlreichen, meist idiomorphen Pyrite besitzen diese massigen, feinkörnigen Gesteine eine rotbraune Oberfläche. Sie weisen eine gebänderte Textur auf, die durch eine Wechsellagerung von Hornblende- und Plagioklas-(Calcit-)reichen Horizonten hervorgerufen wird.

Die zonar gebauten, aktinolithischen Amphibole mit oliv gefärbtem Kern werden – wie in den Amphiboliten des Suretta-Basements – von Biotit überwachsen. Plagioklas (Andesin bis Labradorit) bildet zusammen mit Calcit und z.T. Quarz ein granoblastisch-polygonales Gefüge. Diopsid kommt nur in den Plagioklas-reichen Lagen vor und wird durch Calcit und farblose Amphibol-Nadeln ersetzt. Während Titanit häufig auftritt, findet man Epidot, Klinozoisit und Apatit nur als Akzessorien.

Chemisch zeigen die Amphibolite des Monte Rosso insbesondere bezüglich Gehalten an Spurenelementen signifikante Unterschiede zu den tholeiitischen Prasiniten aus den Bündnerschiefern von Roticcio (Tab. 3). Die Proben TUFF 1 und TUFF 2 stammen beide vom gleichen Aufschluss am Monte Rosso; sie unterscheiden sich vor allem in ihren Gehalten an SiO_2 und CO_2 sowie an K_2O und Rb, weil die Probe TUFF 2 Calcit und viel Biotit enthält.

Vermutlich handelt es sich bei diesen Amphiboliten um metamorphe Tuffe bzw. Tuffite. Möglicherweise gehören sie zu den mittel-triadischen Vulkaniten, welche von verschiedenen Lokalitäten im Penninikum sowie vor allem in den Ost- und Südalpen bekannt sind (vgl. TRÜMPY, 1980).

3.6. AVERSER BÜNDNERSCHIEFER

Über den gebankten Karbonaten folgt eine monotone Serie von dunkelgrauen bis gelblichen Kalkschiefern und Kalkglimmerschiefern mit variablen Gehalten an Muskowit, Chlorit, Albit, Quarz und Graphit (STAUB, 1918; TRÜMPY et al., 1969; CORFU, 1974; SCHÄRER, 1974; OBERHÄNSLI, 1978; MILNES and SCHMUTZ, 1978). Diese sogenannten Averser Bündnerschiefer enthalten an einigen Stellen auch monomineralische Calcit-Horizonte und Quarz-reiche Bänder. Sehr verbreitet sind konkordant eingelagerte basische Gesteine, welche als Grünschiefer oder Prasinite vorliegen und als tholeiitische Tuffe interpretiert

wurden (OBERHÄNSLI, 1978). Chemisch unterscheiden sich diese deutlich von den basischen Horizonten innerhalb der triadischen Marmore (Tab. 3). Palynologische Untersuchungen durch PANTIĆ und GANSSER (1977) ergaben für die ähnlichen Adula-Bündnerschiefer (GANSSER, 1937) ein mittel-jurassisches bis cenomanes Alter.

Südlich der Engadiner Linie (Fig. 1) findet man eindeutige Bündnerschiefer nur noch am Nordrand der Bergeller Intrusion (Lavinair Crusc, vgl. STAUB, 1918; GYR, 1967) und in der Val Forno (Fig. 2; vgl. auch STAUB, 1918).

4. Schlussbemerkungen

Trotz mehrphasiger, präintrusiver Deformation (PERETTI, 1983, 1985) und intrusionsbedingten Komplikationen ist in den Schollen kontaktmetamorpher Sedimente am Bergeller Ost- und Südostrand eine einheitliche Gesteinsabfolge erkennbar (Fig. 2). Charakteristisch für die Basis der Karbonate sind geringmächtige karbonatische Schiefer sowie Magnetit-Amphibol-Marmore. Beide Gesteinstypen findet man ausserdem nördlich der Val Bregaglia in den regionalmetamorphen Sedimentserien der Suretta-Decke.

Als Leithorizonte eignen sich vor allem die karbonatischen Schiefer, da sie auch im Avers (TRÜMPY et al., 1969; SCHÄRER, 1974) und in der Splügener Mulde (GANSSER, 1937) vorkommen. STAUB (1921) erwähnte im Suretta-Fenster von St. Anna / Val Malenco (= Teil der Zone von Lanzada-Scermendone; MONTRASIO, 1984) plattige, dunkle Kalke an der Basis der Dolomitmarmore und verglich sie mit analogen Gesteinen im Avers und am Bergeller Ostrand; vermutlich handelt es sich um die gleichen karbonatischen Schiefer. Weil diese Gesteine über grosse Distanzen korreliert werden können, treten aber nicht nur Änderungen des Metamorphosegrades (Überprägung durch die Bergeller Kontaktmetamorphose), sondern auch primäre, lithologische Unterschiede (vgl. Valle Preda Rossa) in Erscheinung.

Karbonatische Schiefer scheinen typische Gesteine an der Basis der Suretta-Trias zu sein: sie sind weder aus der benachbarten penninischen Tambo-Decke (GANSSER, 1937) noch aus der tektonisch über der Ophiolith-Zone Malenco-Forno-Lizun liegenden Margna-Decke (STAUB, 1921 a) bekannt.

Die lithostratigraphische Korrelation, welche durch die erwähnten Leithorizonte ermöglicht wurde, bestätigt die von STAUB (1918, 1920, 1921) postulierte Zugehörigkeit der Metasedimente am Bergeller Ost- und Südostrand zur Suretta-Decke.

Die Zone von Lanzada-Scermendone (MONTRASIO, 1984) wird durch die Serpentine der Val Malenco überlagert (Fig. 1; vgl. auch STAUB, 1921, 1946). Aufgrund der tektonischen und stratigraphischen Verhältnisse haben STAUB (1921, 1946) und MONTRASIO (1984) die Gesteine dieser Zone ebenfalls der

Suretta-Decke zugeordnet. Ausser im Fenster von St. Anna wurden aber die charakteristischen Leithorizonte nirgends beschrieben.

Verdankungen

Für die kritische Durchsicht des Manuskriptes möchte ich V. Trommsdorff, G. Skippen, M. Grünenfelder und P. Nievergelt ganz herzlich danken. Wertvolle Beiträge habe ich auch aus anregenden Diskussionen mit A. Peretti erhalten.

Referenzen

- BELTRAMI, G., LIBORIO, G., MONTRASIO, A., MOTTANA, A. (1974): La «finestra» di Lanzada (Val Malenco, Sondrio). Società Italiana Mineralogia e Petrologia, Milano, Vol. XXX (2), 839–853.
- BLANC, B.L. (1965): Zur Geologie zwischen Madesimo und Chiavenna (Prov. Sondrio, Italien). Diss. Univ. Zürich.
- BUCHER-NURMINEN, K. (1976): Occurrence and chemistry of Xanthophyllite in roof pendants of the Bergell Granite, Sondrio, Northern Italy. Schweiz. mineral. petrogr. Mitt. 56, 413–426.
- BUCHER-NURMINEN, K. (1977): Hochmetamorphe Dolomitmarmore und zonierte metasomatische Adern im oberen Val Sissone (Provinz Sondrio, Norditalien). Diss. ETH Zürich.
- BUCHER-NURMINEN, K. (1981): The formation of metasomatic reaction veins in dolomitic marble roof pendants in the Bergell Intrusion (Province Sondrio, Northern Italy). Amer. J. Sci., Vol. 281, 1197–1222.
- CARMICHAEL, D.M. (1969): On the mechanism of prograde metamorphic reactions in Quartz-bearing pelitic rocks. Contr. Mineral. Petrol. 20, 244–267.
- CORFU, F. (1974): Geologisch-petrographisch-strukturelle Untersuchungen in den Ophiolith-Zonen des mittleren Val Madris (Alp Merla). Diplomarbeit ETH Zürich.
- CORNELIUS, H.P. (1913): Geologische Beobachtungen im Gebiet des Forno-Gletschers (Engadin). Zbl. Mineral. Geol. Paläont., 246–252.
- CORNELIUS, H.P. (1915): Geologische Beobachtungen in den italienischen Teilen des Albigna-Disgraziamaassivs. Geol. Rdsch. 6, 166–167.
- CORNELIUS, H.P. (1925): Über einige Gesteine der «Fedozserie» aus dem Disgraziagebiet (Rhätische Alpen). Separat-Abdruck aus dem Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie, Beilage-Band LII, Abt. A., 1–50.
- DÉVERIN, L. (1937): Composition minéralogique d'un calcaire à silicates de la bordure du massif de Bergell. Gisements de humites sur territoire Suisse. Schweiz. mineral. petrogr. Mitt. 17, 531.
- DIETHELM, K.H. (1984): Geologie und Petrographie des Bergell-Ostrandes II. Diplomarbeit ETH Zürich.
- ENGI, M. (1973): Strukturen und Metamorphose im Kontaktbereich des süd-westlichen Malenco. Diplomarbeit ETH Zürich.
- GANSSE, A. (1937): Der Nordrand der Tambo-Decke. Schweiz. mineral. petrogr. Mitt. 17, 291–523.
- GAUTSCHI, A. (1980): Metamorphose und Geochemie der basischen Gesteine des Bergeller Ostrand. Diss. ETH Zürich.
- GAUTSCHI, A., MONTRASIO, A. (1978): Die andesitisch-basaltischen Gänge des Bergeller Ostrand und ihre Beziehung zur Regional- und Kontaktmetamorphose. Schweiz. mineral. petrogr. Mitt. 58, 329–344.

- GIERÉ, R. (1984): Geologie und Petrographie des Bergell-Ostrand. Diplomarbeit ETH Zürich.
- GIERÉ, R. (1986): Titanian clinohumite, zirconolite, hoegbomite and allanite in highgrade marbles from the Bergell contact aureole (in prep.)
- GRÜNENFELDER, M. (1956): Petrographie des Roffnakristallins in Mittelbünden und seine Eisenvererzung. Beitr. Geol. Schweiz. geotech. Ser. 35.
- GYR, T. (1967): Geologische und petrographische Untersuchungen am Ostrande des Bergeller Massivs. Diss. ETH Zürich.
- HANSON, G. N., GRÜNENFELDER, M., SOPTRAYANOVA, G. (1969): The geochronology of a recrystallized tectonite in Switzerland – the Roffna Gneiss. *Earth and planet. Sci Lett.* 5, 413–422.
- KUBLI, T. (1983): Geologie und Petrographie der Fornoserie im Unteren Val Forno. Diplomarbeit ETH Zürich.
- LAIRD, J. (1980): Phase Equilibria in Mafic Schist from Vermont. *J. Petrol.* 21/1, 1–37.
- LAIRD, J., ALBEE, A. L. (1981): Pressure, temperature and time in Mafic Schist: Their application to reconstructing the polymetamorphic history of Vermont. *Amer. J. Sci.* 281, 127–175.
- MILNES, A. G., SCHMUTZ, H. - U. (1978): Structure and history of the Suretta nappe (Pennine zone, Central Alps) – a field study. *Eclogae geol. Helv.* 72/1, 19–33.
- MIYASHIRO, A. (1957): The chemistry, optics and genesis of the Alkali Amphiboles. *J. Fac. Sci. Univ. Tokyo II/11*, 57–83.
- MONTRASIO, A. (1984): The “Lanzada-Scermedone zone”: An ophiolitic unit of continental affinity in the southern Rhaetic Alps (Prov. Sondrio-Italy). *Schweiz. mineral. petrogr. Mitt.* 64, 111–129.
- MOTICKA, P. (1970): Petrographie und Strukturanalyse des westlichen Bergeller Massivs und seines Rahmens. *Schweiz. mineral. petrogr. Mitt.* 50, 355–443.
- OBERHÄNSLI, R. (1978): Chemische Untersuchungen an Glaukophan-führenden basischen Gesteinen aus den Bündnerschiefern Graubündens. *Schweiz. mineral. petrogr. Mitt.* 58, 139–156.
- PANTIĆ, N., GANSSER, A. (1977): Palynologische Untersuchungen in Bündnerschiefern. *Eclogae geol. Helv.* 70/1, 59–81.
- PERETTI, A. (1983): Geologie und Petrographie der Fornoserie: Piz dei Rossi, Diplomarbeit Univ. Zürich.
- PERETTI, A. (1985): Der Monte-del-Forno-Komplex am Bergell-Ostrand: Seine Lithostratigraphie, alpine Tektonik und Metamorphose. *Eclogae geol. Helv.* 78/1 (23–48).
- PHILIPP, R. (1982): Die Alkali amphibole der Platta-Decke zwischen Silsersee und Lunghinpass (Graubünden). *Schweiz. mineral. petrogr. Mitt.* 62, 437–455.
- SCHÄRER, U. (1974): Geologisch-petrographisch-strukturelle Untersuchungen im Mündungsgebiet der Val di Lei-Val Avers. Diplomarbeit ETH Zürich.
- STAUB, R. (1918): Geologische Beobachtungen am Bergeller Massiv. *Vjschr. natf. Ges. Zürich* 63, 1–18.
- STAUB, R. (1920): Über Wesen, Alter und Ursachen der Gesteinsmetamorphosen in Graubünden. *Vjschr. natf. Ges. Zürich* 65, 1–54.
- STAUB, R. (1921): Über den Bau des Monte della Disgrazia. *Vjschr. natf. Ges. Zürich* 66, 93–157.
- STAUB, R. (1921 a): Zur Tektonik der penninischen Decken in Val Malenco. *Jber. natf. Ges. Graubünden* 60, 1–25.
- STAUB, R. (1946): Geologische Karte der Bernina-Gruppe, 1:50000, Ed. Geol. Kommission.
- STEINITZ, G., JÄGER, E. (1981): Rb-Sr and K-Ar studies on rocks from the Suretta nappe: Eastern Switzerland. *Schweiz. mineral. petrogr. Mitt.* 61, 121–131.
- TROMMSDORFF, V. (1966): Beobachtungen zur Paragenese Forsterit (Klinohumit, Chondroit)-Klinochlor in metamorphen Dolomitgesteinen des Lepontins. *Schweiz. mineral. petrogr. Mitt.* 46, 421–429.
- TROMMSDORFF, V., SCHWANDER, H. (1969): Brucitmarmore in den Bergeller Alpen. *Schweiz. mineral. petrogr. Mitt.* 49, 333–339.

- TROMMSDORFF, V., EVANS, B. W. (1972): Progressive metamorphism of antigorite schists in the Bergell Tonalite aureole (Italy). *Amer. J. Sci.* 272, 423-437.
- TROMMSDORFF, V., NIEVERGELT, P. (1985): The Bregaglia (Bergell)-Iorio Intrusive and its Field Relations. *Boll. Soc. geol. ital.* (in press).
- TRÜMPY, R. (1980): *Geology of Switzerland, a guide-book*. Ed. Schweiz. Geol. Kommission. Wepf & Co., Publishers, Basel-New York.
- TRÜMPY, R., FUMASOLI, M., HÄNNY, R., KLEMENZ, W., NEHER, J., STREIFF, V. (1969): Aperçu général sur la géologie des Grisons. *C. R. Soc. géol. France* 1969/9, 330-364, 391-394.
- WENK, E. (1963): Klinohumit und Chondrodit in Marmoren der Tessiner Alpen und der Disgrazia-Gruppe. *Schweiz mineral. petrogr. Mitt.* 43, 287-293.
- WENK, E., WENK, H. R., SCHWANDER, H. (1966): Monokliner Kalifeldspat aus Silikatmarmor von Cevo (Val Masino) und anderen Fundpunkten der südlichen Zentralalpen. *Schweiz. mineral. petrogr. Mitt.* 46, 413-420.
- WENK, H. R. (1974): Two episodes of highgrade metamorphism in the Northern Bergell Alps. *Schweiz. mineral. petrogr. Mitt.* 54, 555-565.
- WENK, H. R. (1983): Mullite-Sillimanite intergrowth from pelitic inclusions in Bergell Tonalite. *N. Jb. Mineral. Abh.* 146/1, 1-14.
- WENK, H. R., WENK, E., WALLACE, J. (1974): Metamorphic mineral assemblages in Pelitic Rocks of the Bergell Alps. *Schweiz. mineral. petrogr. Mitt.* 54, 507-554.
- ZURFLÜH, E. (1961): *Zur Geologie des Monte Spluga*. Diss. ETH Zürich.

Manuskript eingegangen 4. Januar 1985.