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

Band: 58 (1978)

Heft: 3

Artikel: Die andesitisch-basaltischen Gänge des Bergeller Ostrandes und ihre Beziehung zur Regional- und Kontaktmetamorphose

Autor: Gautschi, Andreas / Montrasio, Attilio

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-45206

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 10.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Schweiz. mineral. petrogr. Mitt. 58, 329–343, 1978

Die andesitisch-basaltischen Gänge des Bergeller Ostrandes und ihre Beziehung zur Regional- und Kontaktmetamorphose

von *Andreas Gautschi* (Zürich)* und *Attilio Montrasio* (Milano)**

Abstract

The contact metamorphism of the Bergell intrusives postdates the alpine regional metamorphism in the eastern part of the complex. Andesitic-basaltic dykes crosscutting regional metamorphic rocks are unmetamorphosed, but similar dykes in the contact aureole are metamorphosed.

These results suggest that recently published models of H.-R. WENK et al. (1977) and BUCHER (1977b), who proposed that Lepontine regional metamorphism has overprinted an earlier contact metamorphism in the Bergell complex, do not apply to the eastern part of the complex.

Riassunto

Il metamorfismo di contatto del massiccio intrusivo di Val Màsino/Bregaglia é, nella parte orientale del complesso, posteriore al metamorfismo regionale alpino.

Filoni andesitico-basaltici, non metamorfosati, tagliano le rocce che hanno subito il metamorfismo regionale; si possono tuttavia rinvenire, nell'aureola di contatto, filoni simili metamorfosati.

Questi risultati suggeriscono che i modelli recentemente publicati da H.-R. WENK et al. (1977) e BUCHER (1977b), che hanno proposto che il metamorfismo regionale lepontino si sia sovrapposto al precedente metamorfismo di contatto del massiccio intrusivo di Val Màsino/Bregaglia, non possono essere applicati alla parte orientale del complesso.

Einführung

Bei der geologischen Neuaufnahme des Malencoserpentinits und seiner Rahmengesteine wurden während den letzten Jahren zahlreiche andesitisch-

* Institut für Kristallographie und Petrographie, ETH-Zentrum, CH-8092 Zürich

** «Centro di Studi per la Stratigrafia e Petrografia delle Alpi Centrali» del C.N.R., Università, 23, via Botticelli, I-20133 Milano.

basaltische Gänge gefunden, die Fundpunkte (A. Montrasio, G. Bangerter, A. Gautschi, V. Trommsdorff) blieben jedoch unveröffentlicht[1].

Das Auftreten von Pegmatiten und Apliten am Bergeller Ostrand ist allgemein bekannt. Basische Gänge wurden jedoch, mit Ausnahme von NIEVERGELT und DIETRICH (1977), die vor kurzem über andesitisch-basaltische Gänge vom Piz Lizun (Fig. 1) berichtet haben, noch nie beschrieben. Die Daten der Lizun-Gänge werden in dieser Arbeit zum Vergleich herangezogen.

GEOLOGISCHE SITUATION (Fig. 1)

Unter den flach nach E abtauchenden ostalpinen Einheiten lagern zwischen der penninischen Margna- und Surettadecke die Ophiolithe von Malenco-Lizun. Margna- und Surettadecke bestehen aus einem bereits voralpin metamorphen Kristallinkern mit einer tektonischen stark reduzierten mesozoischen

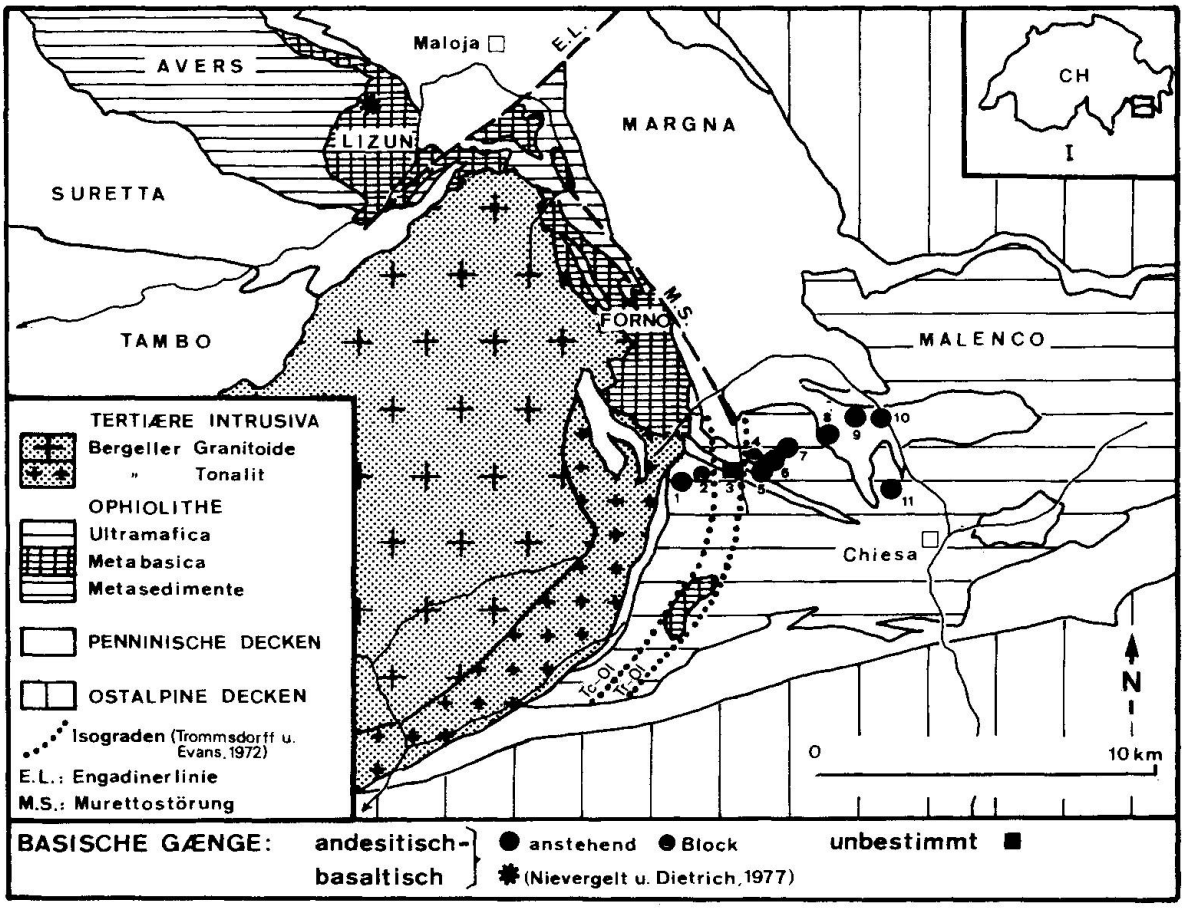


Fig. 1: Geologisch-tektonische Übersichtskarte östliches Bergell-Malenco (südliches Graubünden, Schweiz, und Provinz Sondrio, Norditalien).

[1] Die östlichsten Gänge (S. Giuseppe und A. Lagazzuolo) sind von BANGERTER (1978) in einer unpublizierten Diplomarbeit beschrieben.

Bedeckung. In den Ophiolithen unterscheiden wir den Malencoserpentinitkörper, die ozeanischen Metabasalte mit Pillowstrukturen (MONTRASIO, 1973) des Forno- und Lizungebietes, sowie die dazugehörigen Metasedimente (FERRARIO and MONTRASIO, 1976).

Das ganze Gebiet ist von einer alpinen Regionalmetamorphose überprägt, welche im zentralen und westlichen Malenco die obere Grünschieferfazies erreicht.

Die tertiären Intrusiva des Bergells mit dem granodioritischen Kern und der etwas älteren tonalitischen Hülle durchbrechen im N und E ihre Rahmengesteine, im W und S gleichen sie sich eher den alpinen Strukturelementen an. Die Kontaktwirkung der Intrusion zeigt sich im E als enge Isogradenschar in den Ultramafititen (TROMMSDORFF and EVANS, 1972, 1977) und in den Metabasica (SCHUMACHER, 1975; RIKLIN, 1977) der Ophiolithdecke Malenco-Lizun.

Die Genese der Bergeller Intrusiva sowie die zeitliche und räumliche Abfolge von Kristallisation und Deformation in den Rahmengesteinen wurden in zahlreichen neueren Publikationen diskutiert und in verschiedenen oft kontroversen Modellen beschrieben (CRESPI e SCHIAVINATO, 1966; GYR, 1967; MOTICSKA, 1970; TROMMSDORFF and EVANS, 1972, 1977; GULSON, 1973; H.-R. WENK, 1973; H.-R. WENK et al., 1974, 1977; CONDLIFFE e MOTTANA, 1975, 1976; BUCHER, 1977a, 1977b; NIEVERGELT und DIETRICH, 1977).

Die basischen Gänge

Die 10–70 cm mächtigen, diskordanten basischen Gänge des Malenco durchschlagen an mehreren Stellen die Margnagneise, den Fedozer-Gabbro (ein metamorpher voralpiner Gabbrokomplex innerhalb des Margnakristallins) (Fig. 2a), sowie den Malencoserpentinit. Die alpine Schieferung wird durch diese Gänge abgeschnitten. Auffallend ist die Anordnung entlang einer ungefähr W-E verlaufenden Linie, wobei einige der Gänge auch noch dieselbe Streichrichtung aufweisen. Das relativ eng begrenzte Auftreten lässt Zusammenhänge mit einem älteren Bruch- oder Kluftsystem vermuten (vgl. Fig. 1; Tab. I, Anhang).

Die Gänge in der Nähe der Bergeller Intrusiva sind von der Kontaktmetamorphose noch erfasst worden. Ausserhalb der Kontaktaureole zeigen sie jedoch noch den ursprünglichen magmatischen Mineralbestand[2] sowie typische *felsitische Abkühlungsränder* («chilled margins») (Fig. 2b) mit Fluidaltexturen. Im Serpentinit haben die Gänge einen gegen das Nebengestein scharf abgegrenzten dünnen Reaktionssaum aus Aktinolith.

---

[2] Die Mineralphasen wurden mit der ARL-Elektronenmikrosonde der Petrographie der ETH Zürich untersucht.

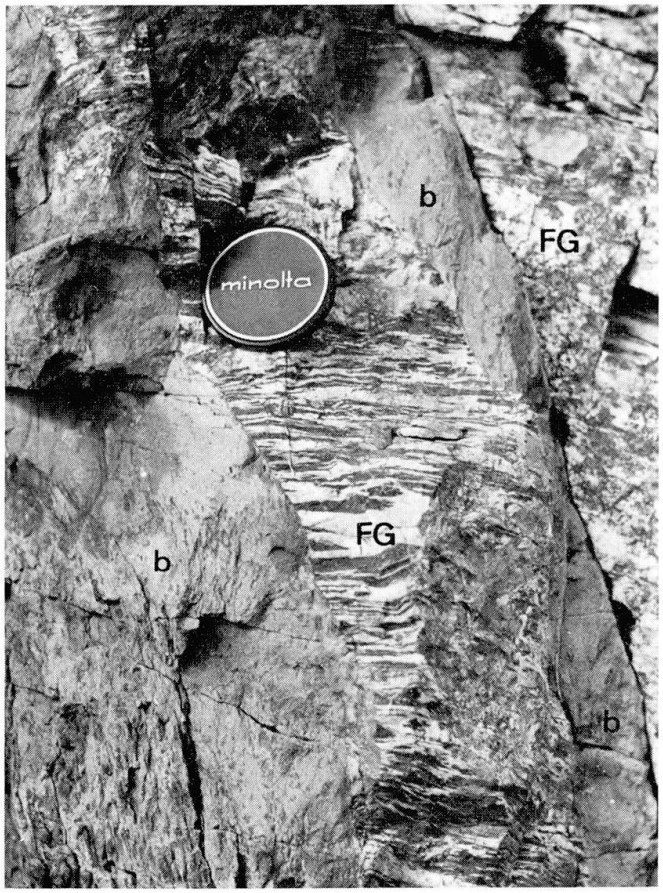
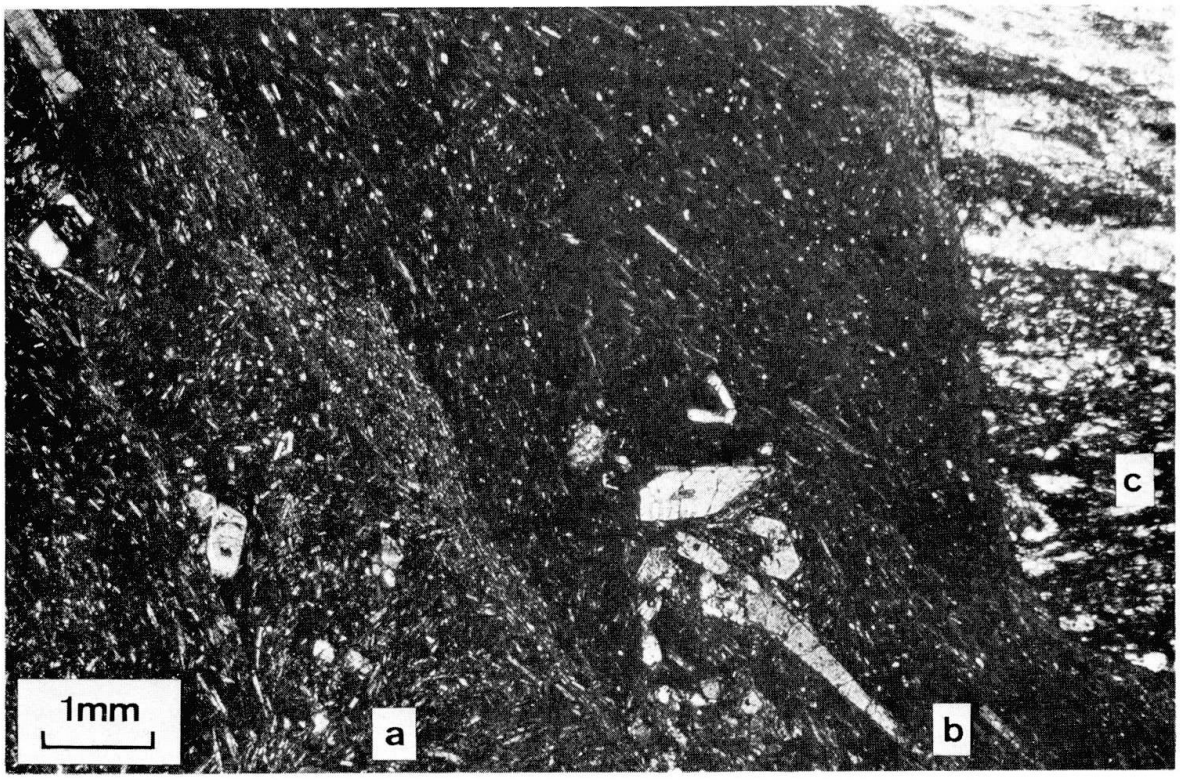


Fig. 2a: Unmetamorphe andesitisch-basaltische Gänge (b) durchschlagen den regionalmetamorphen, flaserigen «Fedozergabbro» (FG) der Margnadecke. (A. Lagazzuolo, P8).

Fig. 2b: Kontaktzone Gang-Metagabbro. Von links nach rechts: Typischer mehrphasiger Abkühlungsrand (a, b) mit dunkler felsitischer Grundmasse und fluidal geregelten Einsprenglingen von basischem Plagioklas und Amphibol. Der diskordant abgeschnittene Metagabbro (c) setzt sich aus der Paragenese Albit-Epidot-Aktinolith-Chlorit zusammen. X Nic.. (P8).



PETROGRAPHIE UND METAMORPHOSE

a) Unmetamorphe Gänge

Die inneren Gangpartien sind holokristallin porphyrisch. Die Grundmasse ist feinkörnig und hat intersertales Gefüge (Fig. 3a). Die leistenförmigen *Grundmasseplagioklase* sind stark normalzonar mit Anorthitgehalten von 23 bis über 60 Mol%. Die maximal 2 mm grossen *Plagioklaseinsprenglinge* erreichen sogar Werte bis 94% Anorthit. Ein brauner, häufig verzwillingter *hastingsitischer Amphibol* (Tab. 2, Anhang) mit ca. 2% TiO_2 kommt sowohl in der Grundmasse als auch als Einsprengling (max. 1 cm) vor.

Einzelne Amphibole zeigen noch einen reliktischen z.T. gerundeten Kern und einen komplizierten zonaren Aufbau, was auf eine komplexe magmatische Vorgeschichte hinweist (Fig. 3b). Vereinzelt ist etwas magmatischer *Biotit* anzutreffen. *Pyroxene* konnten bisher keine beobachtet werden (NIEVERGELT und DIETRICH, 1977, erwähnen vereinzelte Klinopyroxenrelikte). Als sekundäre retrograde Mineralien (ev. rekristallisierte Glasbasis, hydrothermale Bildungen) sind *Quarz, Chlorit, Epidotmineralien, Titanit* und *Calcit* vorhanden.

Das von diesen Gängen diskordant durchschlagene Nebengestein zeigt eine alpine Regionalmetamorphose in Grünschieferfazies mit den Paragenesen Albit-Aktinolith-Epidot-Chlorit in den Metagabbros und Antigorit-Diopsid-Olivin in den Serpentiniten. Die basischen Gänge sind durch diese Metamorphose nicht mehr beeinflusst worden, was durch die felsitischen Abkühlungsränder und das Auftreten von basischem Plagioklas in den Gängen neben Albit im Nebengestein eindeutig zum Ausdruck kommt.

b) Metamorphe Gänge

Im Einflussbereich der Bergeller Kontaktmetamorphose ändern sich Gefüge und Mineralbestand (Fig. 4, 5, 6):

Einige 100 m E des Tremolit-Olivin Isogrades (TROMMSDORFF and EVANS, 1972) sind die anorthitreichen Plagioklase bereits nicht mehr stabil. Albitreiche unregelmässige Anwachsränder zerstören das ursprüngliche intersertale Gefüge. Im Innern der Plagioklase sind Calcit-, Skapolith- und Epidotentmischungen zu beobachten (Fig. 4a). Die braunen hastingsitischen Amphibole erhalten grüne titanärmere Anwachsränder mit erniedrigten XMg-Werten. Näher gegen den Kontakt wird auch der Kern zerstört (Fig. 4b).

Der kontaktnächste Gang (ca. 200 m vom Tonalitkontakt entfernt) liegt in der Talk-Olivin Zone und ist *vollständig metamorph überprägt* (Fig. 4c). Der Plagioklas ist wieder anorthitreicher (50–95 Mol% An) und bildet ein mosaikartiges Gefüge. Der Amphibol, eine grüne titanarme pargasitische Hornblende, ist richtungslos gewachsen. Die XMg-Werte sind, verglichen mit denjenigen der

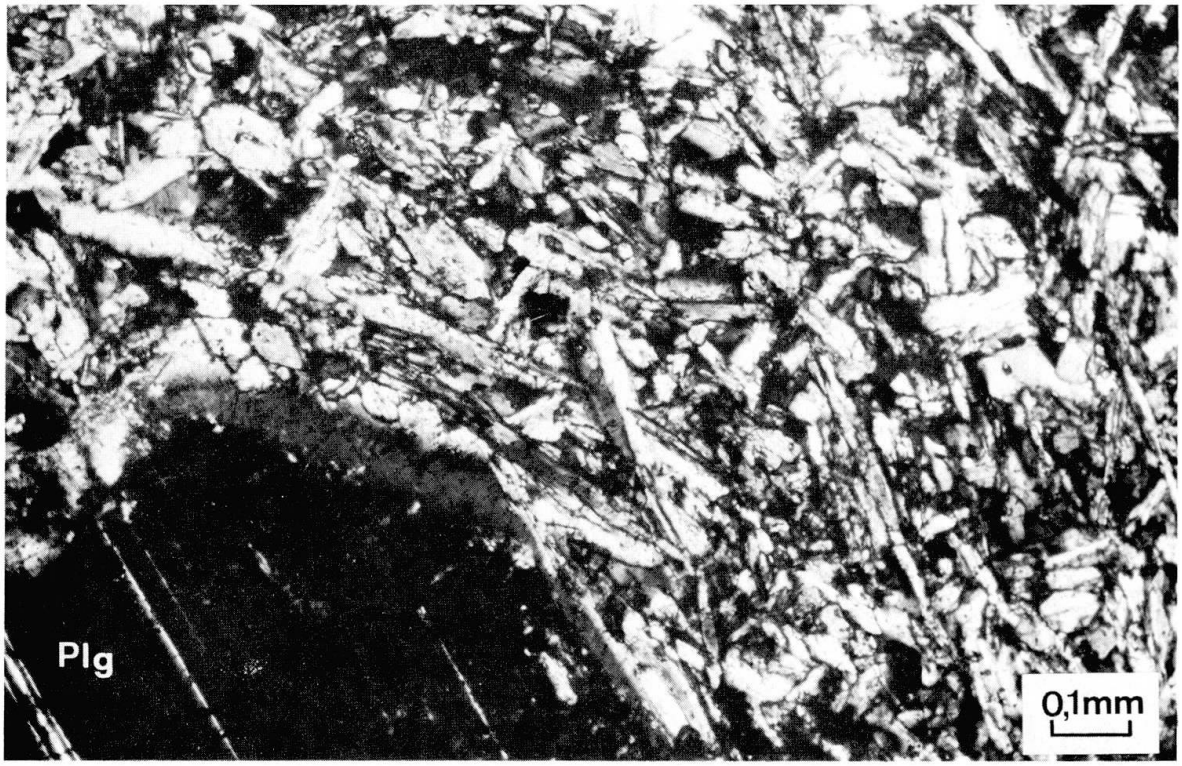


Fig. 3a: Zonarer basischer Plagioklaseinsprengling (Plg) und feinkörnige intersertale Plagioklas/Amphibol-Grundmasse aus dem Zentrum des Ganges. X Nic.. (S. Giuseppe, P10).

Fig. 3b: Zonarer magmatischer Amphibol, verzwillingt, mit grünlichem Anwachsrand. X Nic.. (Cima del Duca, P5).

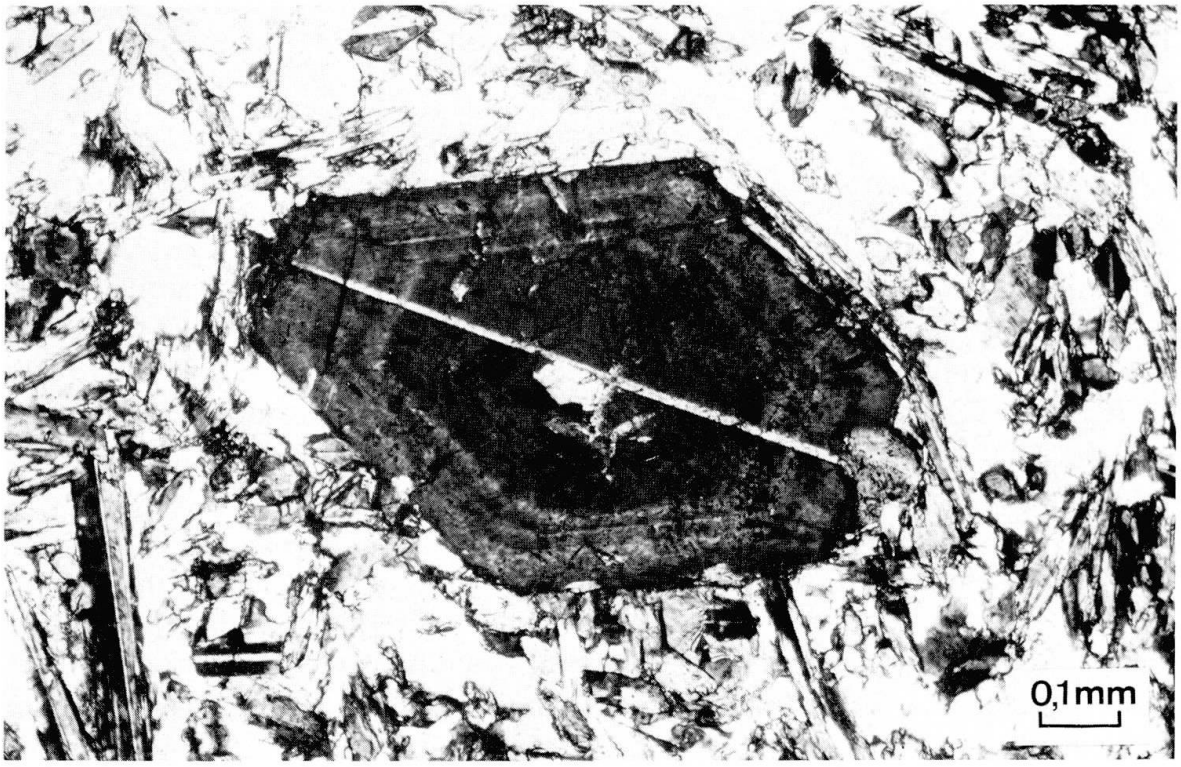


Fig. 4a: Die durch die Kontaktmetamorphose instabil gewordenen magmatischen Plagioklase reagieren vorerst zu Albit, Epidot, Calcit und Skapolith (Skp). Das intersertale Plagioklasgefüge wird zerstört. X Nic.. (Cima del Duca, P5).

Fig. 4b: Zersetzter Amphibolkern mit Entmischungen einer Ti-reichen Phase (dunkel). Pargastitischer Anwachsrand. // Nic.. (V. Ventina, P2).

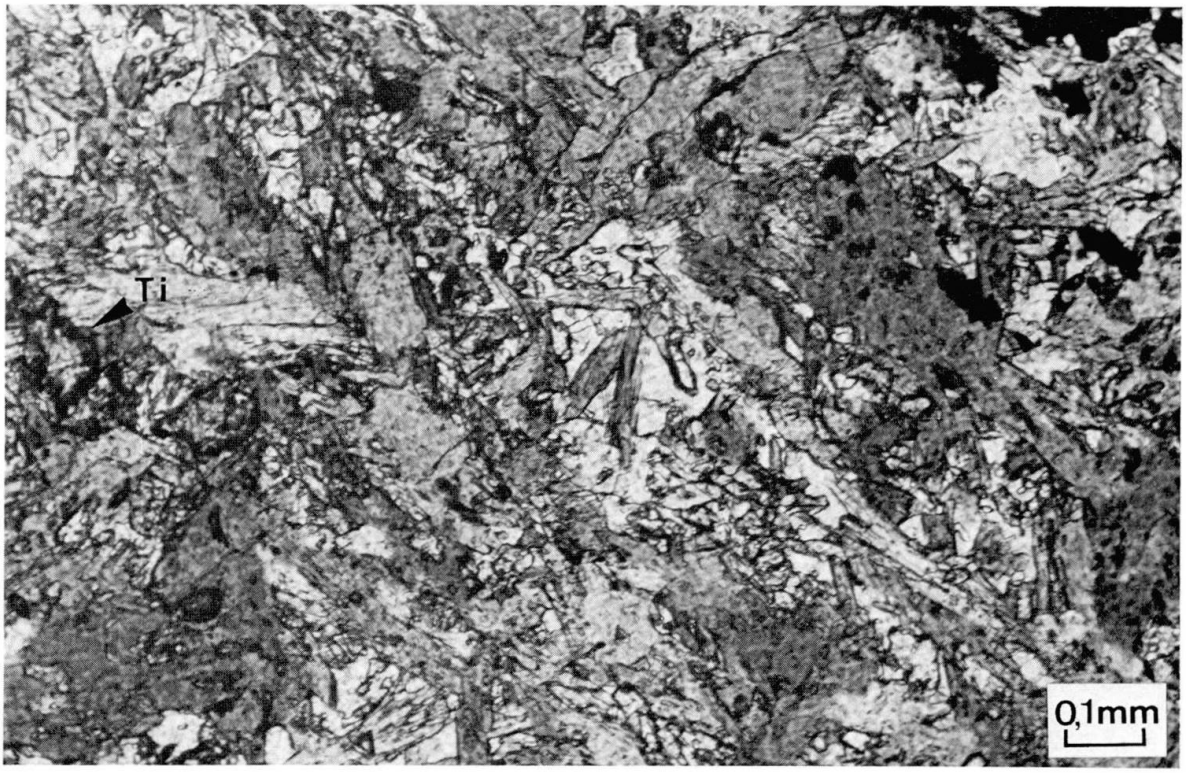


Fig. 4c: Kontaktnächster, vollkommen metamorphosierter Gang. Metamorphes Gefüge mit grünem pargasitischem Amphibol, anorthitreichem Plagioklas, Epidot (Rodingitisierung!), Titanit (Ti) und Ilmenit (opak). // Nic.. (Cresta Ventina, P1).

magmatischen Amphibole, etwas erniedrigt. Ilmenit- und Titanitneubildungen sind auf den Titanverlust der Amphibole bei der Metamorphose zurückzuführen.

Die Form als diskordanter Gang und die massige Textur sind jedoch noch vollkommen erhalten geblieben.

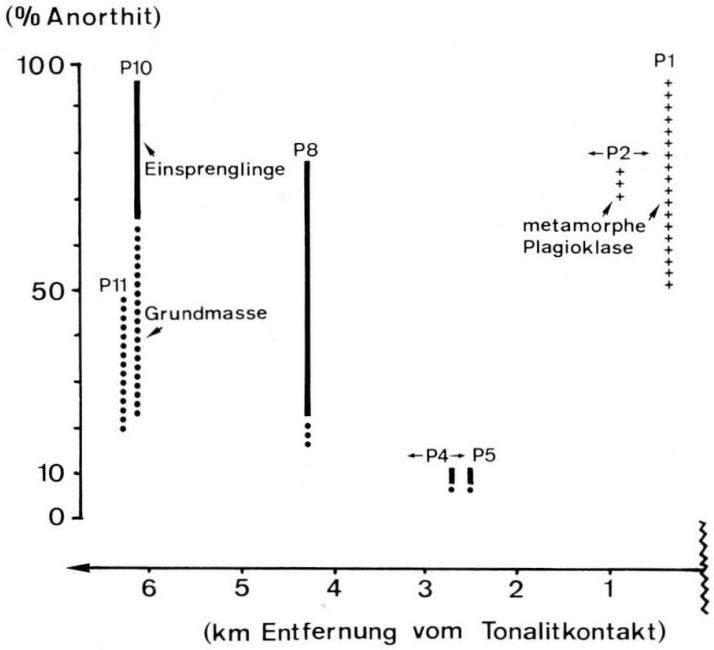


Fig. 5: Anorthitgehalt (Mol%) der Plagioklase aus den basischen Gängen im Profil gegen das Bergell. Magmatische Plagioklase mit intersertalem Gefüge (P11, P10, P8), Umwandlung des magmatischen Plagioklases zu Albit, Epidot, Calcit- und Skapolith (P4, P5), neugebildeter metamorpher Plagioklas mit mosaikartigem Gefüge, inhomogen, an-reich neben Amphibol-, an-ärmer neben Epidotkörnern (P1, P2).

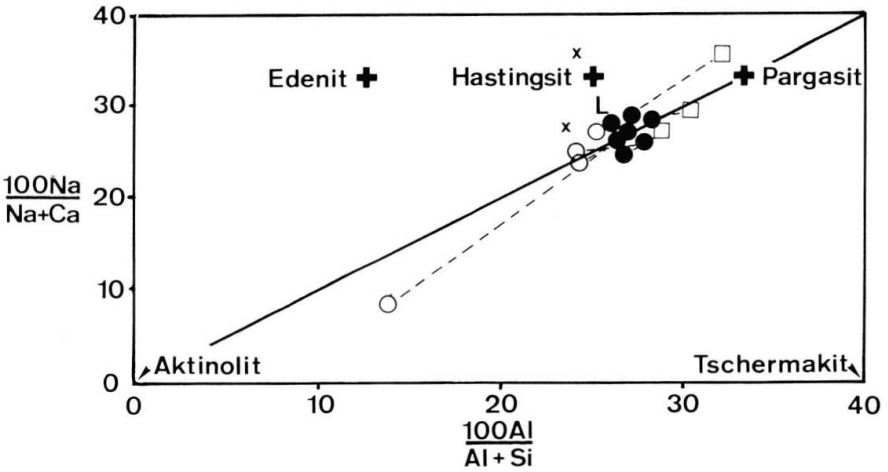


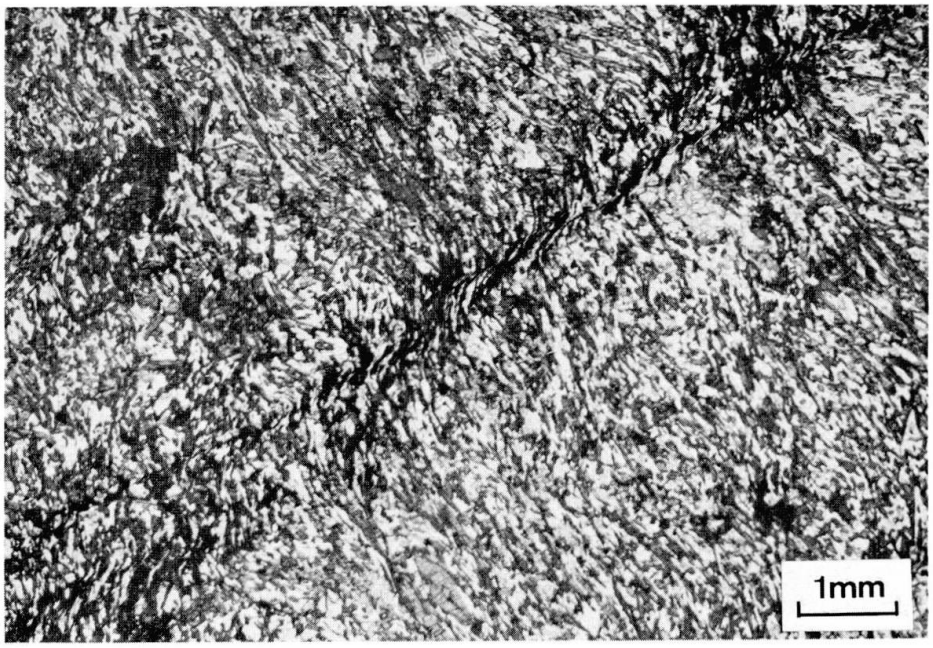
Fig. 6: Diagramm $\frac{100\,Na}{Na+Ca}$ gegen $\frac{100\,Al}{Al+Si}$ (Atome pro Formeleinheit) Formeleinheit der Amphibole aus den andesistisch-basaltischen Gängen. Amphibolkerne (●), Amphibolränder aus unmetamorphen Gängen (○), und kontaktmetamorphen Gängen (□), gerundete reliktische Kerne der zonierten magmatischen Amphibole (x). L=Lizungänge (NIEVERGELT und DIETRICH, 1977).

DEFORMATION

Die basischen Gänge sind meist undeformiert und haben eine massige Textur. Eine gangparallele fluidale Einregelung der Amphibole ist häufig in den randlichen Partien der unmetamorphen Gänge anzutreffen.

An einigen Stellen konnten postmagmatische Deformationserscheinungen beobachtet werden (schwache Faltung mit AE-Cleavage). Sie sind aber vorwie-

Fig. 7: Ein sprödes «crenulation cleavage» mit opaken Absonderungen entlang den zerbrochenen Amphibolen durchsetzt das magmatische fluidale Gefüge. (Cima del Duca, P4).

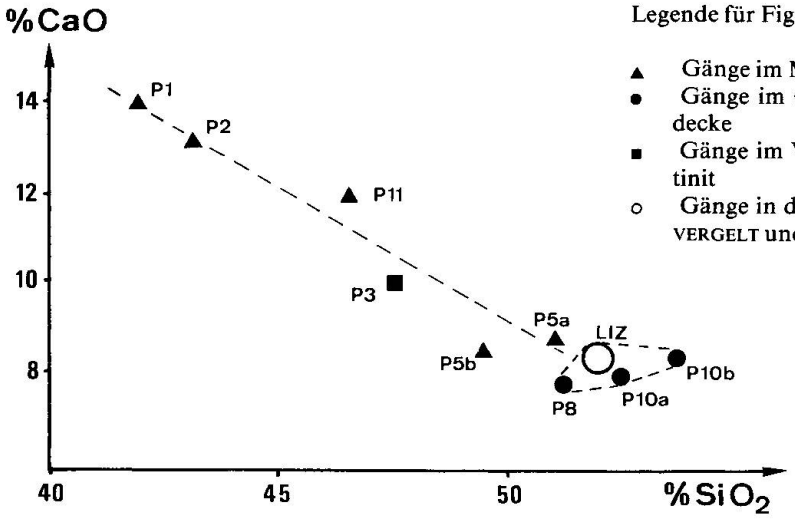


gend spröder Natur (zerscherte Amphibole, s. Fig. 7), lokal sehr beschränkt und nie penetrativ durch den ganzen Kornverband. In den kontaktmetamorphen Gängen fehlen postmetamorphe Deformationserscheinungen.

GEOCHEMIE (Tab. 3, Anhang)

a) Hauptelemente

Entsprechend ihren Hauptelementen können die Gänge aus den Gneisen und Metagabbros der Margnadecke als *andesitische Basalte der Kalkalkalireihe* klassifiziert werden (JAKEŠ and WHITE, 1972). Charakteristisch sind neben dem SiO_2-Gehalt die hohen Al_2O_3- und die niederen K_2O-Werte[3].



Legende für Fig. 8, 9, 10:

- ▲ Gänge im Malencoserpentinit
- ● Gänge im Gneis od. Metagabbro der Margnadecke
- ■ Gänge im Ventinagneiszug im Malencoserpentinit
- ○ Gänge in den Grünschiefern des P. Lizun (NIEVERGELT und DIETRICH, 1977)

Fig. 8: Diagramm CaO gegen SiO_2 (Gew.-%). Alle Gänge im Serpentinit zeigen erhöhte CaO- und erniedrigte SiO_2-Werte, ein Hinweis auf beginnende Rodingitisierung.

Alle Gänge im Serpentinit zeigen gewisse Anzeichen einer *Rodingitisierung*. Dies betrifft sowohl Gänge innerhalb wie ausserhalb der Bergeller Kontaktaureole, wobei die beiden kontaktnächsten Gänge am stärksten verändert sind. Auffällig sind die erhöhten CaO-Werte und die niederen Kieselsäuregehalte (Fig. 8). Im Gestein ist die Rodingitisierung vor allem sichtbar durch eine starke Zunahme des Epidotgehaltes, durch Karbonatisierung, sowie lokal durch feinkörnige Grossularaggregate. Die anomal hohen Na_2O-Werte in Probe P5 lassen mangels weiterer Daten noch keine genetische Deutung zu (ev. metasomatische Skapolithisierung).

---

[3] Eine Ausnahme bildet ein amphibolfreier Gang (P3) im Ventinagneiszug innerhalb des Malencoserpentinits. Während die Spurenelemente (Zr, Sr, Y, Ti, P) und einige Hauptelemente auf eine Zugehörigkeit zur Kalkalkaliserie hinweisen, lassen die hohen K_2O-Werte (Biotit) eher einen alkalischen Trend vermuten. Da der Gang aber kontaktmetamorph und zudem etwas rodingitisiert ist, lassen sich keine eindeutigen Schlüsse ziehen.

Die magmatischen Amphiboleinsprenglinge der Gänge sind trotz den metasomatischen Veränderungen noch erhalten, was ein Indiz ist, dass es sich bei den Gängen im Malencoserpentinit um die gleichen andesitischen Basalte wie in der Margnadecke handelt. Unterstützt wird diese Annahme durch die nur schwach variierende chemische Zusammensetzung der Gänge (ausgenommen

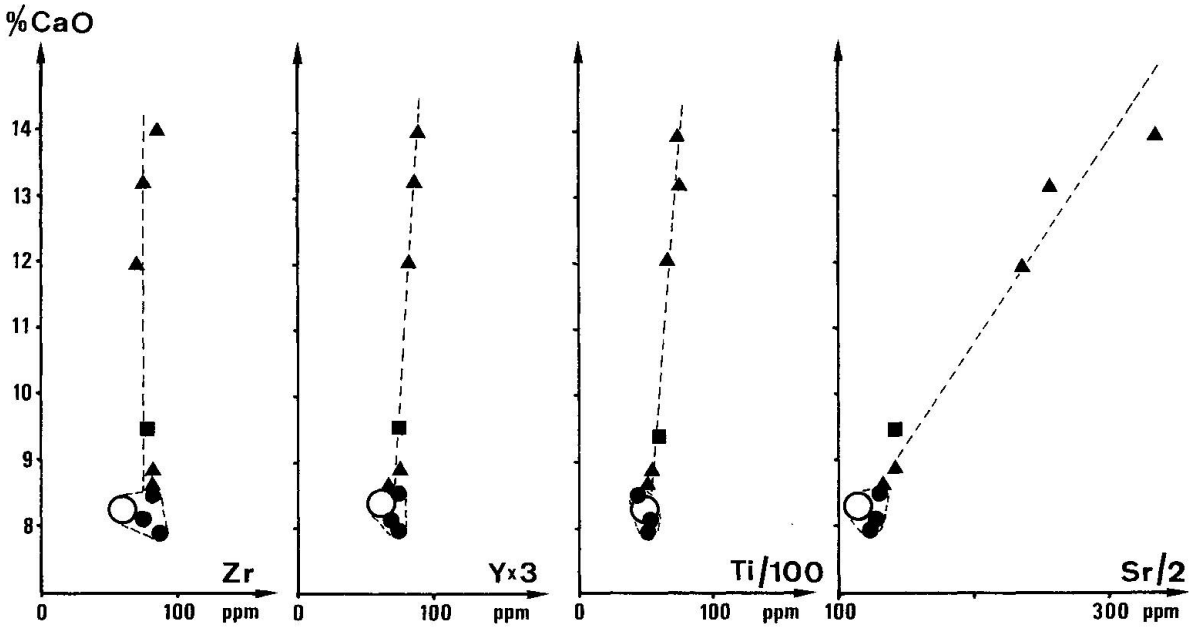


Fig. 9: Diagramm CaO (Gew.-%) gegen die Spuren Zr, Y×3, Ti/100, Sr/2 (ppm) wie sie in den Diskriminationsdiagrammen in Fig. 10 verwendet werden. Während Zr bei zunehmender Rodingitisierung stabil bleibt, zeigen Y und Ti schwach erhöhte, Sr sogar stark erhöhte Konzentrationen.

die durch die Rodingitisierung z.T. stärker veränderten Ca-, Si- und Sr-Gehalte). Ein weiteres Indiz ist zudem in den gleichartigen Lagerungsverhältnissen der Gänge zu sehen (vgl. Fig. 1).

b) Spurenelemente

Wie die Hauptelemente, so lassen auch die Spurenelementkonzentrationen einen kalkalkalischen Trend erkennen. Die Spurenelemente der nichtrodingitisierten Gänge zeigen eine minimale Streuung und stimmen auffällig gut mit denjenigen der Lizun-Gänge (NIEVERGELT und DIETRICH, 1977) überein (Fig. 9, 10).

Bei zunehmender Rodingitisierung (bzw. erhöhtes CaO) steigt die Sr-Konzentration stark an, wogegen Zr ausserordentlich stabil bleibt. Ti und Y nehmen ebenfalls schwach zu. Bei allen Spuren besteht eine auffällig lineare Abhängigkeit vom CaO-Gehalt (Fig. 9).

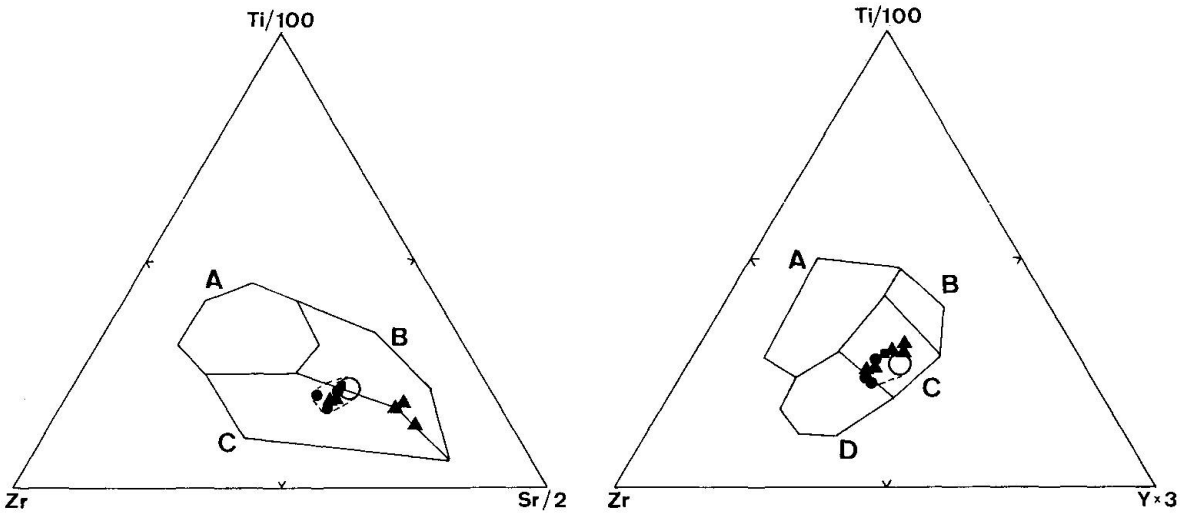


Fig. 10a Fig. 10b

Fig. 10: Diskriminationsdiagramme für basische Vulkanite nach PEARCE and CANN (1973).

a) Das Diagramm Zr, Sr/2, Ti/100 eignet sich für die Abgrenzung ozeanischer Basalte (A) von Inselbögen-Basalten (B = low-K Tholeiite und C = Basalte der Kalkalkalireihe).

b) Das Diagramm Zr, Y×3, Ti/100 trennt plattenintern Basalte (A) von ozeanischen Basalten (C), low-K Tholeiiten (B, C) und Kalkalkalibasalten (D, C).

Die Spurenelementspektren der nichtrodingitisierten Gänge können in den Diagrammen von PEARCE and CANN (1973) für eine Diskriminierung des Magmentyps durchaus verwendet werden (Fig. 10). Die Spuren der Gänge im Serpentinit sind dazu offensichtlich ungeeignet (Fig. 10a).

Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Für die Geologie und Metamorphose des Bergeller Gebietes sind folgende Punkte von Bedeutung:

1. Anhand von zahlreichen andesitisch-basaltischen Gängen, welche die Margnadecke und den Malencoserpentinit diskordant durchschlagen, konnte erstmals eine am Bergeller Ostrand bisher unbekannte vor- oder frühbergellische magmatische Phase belegt werden.
2. Das Auftreten von unmetamorphen basischen Gängen mit felsitischen Abkühlungsrändern gegen die alpin regionalmetamorphen Margnagesteine sowie die Tatsache, dass die gleichartigen Gänge im Bereich der Bergeller Intrusiva noch von der Kontaktmetamorphose beeinflusst sind, zeigen eindeutig, dass die Bergeller Kontaktmetamorphose jünger ist als die Regionalmetamorphose. Die retrograden Phänomene sowie stärkere Deformationserscheinungen (BUCHER, 1977a, b; RIKLIN, 1977), sind vielmehr auf die kontaktnächsten Rahmengesteine des Bergells beschränkt (GAUTSCHI, in Vor-

bereitung) und stehen wahrscheinlich im Zusammenhang mit einer späteren magmatischen Phase (Bergeller Aplitgranite). Die gleichen Schlüsse zogen auch schon TROMMSDORFF und EVANS in ihrer Arbeit von 1972.

3. Für den östlichen Teil des Bergells stehen die vorliegenden Untersuchungsergebnisse im Widerspruch zu den Modellen von H.-R. WENK et al. (1977) und BUCHER (1977b), welche eine Überprägung der Bergeller Kontaktmetamorphose durch die Lepontische Regionalmetamorphose postulieren.

Verdankungen

Die Autoren danken den Herren V. Dietrich, A. Gregnanin und V. Trommsdorff für anregende und hilfreiche Diskussionen sowie V. Trommsdorff und A. Zingg für die Durchsicht des Manuskriptes.

Die vorliegende Arbeit wurde teilweise unterstützt durch den Schweizerischen Nationalfonds (Gesuch Nr. 2.617.076).

ANHANG

Tabelle 1 *Verzeichnis der Proben*

Nr.	Probe/Lokalität	Koordinaten	Nebengestein
1	Cresta Ventina	778.9 /128.7	Serpentinit
2	Val Ventina	779.5 /128.9*	Serpentinit
3	Val Ventina	780.4 /128.9	Gneiszug im Serpentinit
4	Cima del Duca	780.9 /128.9*	Serpentinit
5	Cima del Duca	781.25/128.8	Serpentinit
6	Cima del Duca	781.65/128.9	Serpentinit
7	Cima del Duca	781.95/129.35	Serpentinit
8	A. Lagazzuolo	782.85/129.55	Metagabbro
9	A. Lagazzuolo	783.75/129.95	Metagabbro/Gneis
10	S. Giuseppe	784.9 /129.7	Gneis
11	Primolo	784.85/128.2	Serpentinit

* = nicht anstehend

Tabelle 2 *Mikrosonde-Analysen der Amphibole aus den andesitisch-basaltischen Gängen*

	P11 / (Z)	P11 / (R)	P10 / (Z)	P10 / (R)	P8 / (K)	P8 / (Z)	P8 / (R)	P5 / (K)	P5 / (Z)	P5 / (R)	P2 / (Z)	P2 / (R)	P1 / (Z)	P1 / (R)
SiO_2	41.16	42.21	41.39	42.07	43.74	42.46	47.80	41.93	41.34	38.68	41.53	40.66	41.86	40.23
TiO_2	2.17	1.74	2.35	1.35	2.11	1.81	.21	2.11	1.90	.88	1.94	.70	.35	.63
Al_2O_3	13.29	11.60	13.03	11.43	11.68	12.90	6.71	11.39	13.06	15.51	12.84	13.82	14.05	14.75
FeO_{tot}	10.38	13.53	11.05	20.37	12.37	10.84	18.22	12.47	9.60	17.22	10.69	14.10	13.61	13.95
MnO	.13	.33	.16	.82	.35	.21	.39	.31	.13	.36	.19	.34	.31	.33
MgO	14.55	12.32	14.15	6.73	13.89	14.99	9.06	12.52	14.81	8.03	13.93	10.88	11.73	11.19
CaO	11.86	11.46	11.35	10.71	11.40	11.43	12.08	11.38	11.59	11.27	11.80	12.03	11.83	11.79
Na_2O	2.37	2.07	2.39	1.84	2.12	2.32	.62	3.53	2.70	3.55	2.16	2.52	2.64	2.77
K_2O	.33	.24	.29	.31	.39	.40	.17	.43	.42	.55	.28	.28	.20	.26
Total	96.29	95.49	96.15	95.67	98.04	97.35	95.30	96.08	95.55	96.05	95.34	95.31	96.57	95.93

Für die ZAF-Korrektur wurde mit H_2O_{fix} = 2.0 gerechnet.

ARL-Elektronenmikrosonde, Typ SEMQ, Petrographie ETH, Zürich.

Z= Zentrum
R= Rand

K=reliktischer gerundeter Kern

Tabelle 3 *Gesteinschemismus der basischen Gänge des Bergeller Ostrandes*

Hauptelemente	Margnadecke			Malencoserpentinit					Ventina-gneiszug
	P10a	P10b	P8	P5a	P5b	P11	P2	P1	P3
SiO_2	52.53	53.95	51.20	51.11	49.56	46.52	43.08	41.87	48.37
TiO_2	.91	.75	.89	.92	.86	1.10	1.22	1.20	1.01
Al_2O_3	19.11	19.52	18.58	17.80	18.23	18.67	19.58	21.40	17.68
Fe_2O_3	3.19	4.12	1.96	2.70	2.65	3.48	4.15	4.92	5.57
FeO	5.17	3.30	5.31	4.31	4.02	5.17	5.31	4.90	3.30
MnO	.16	.15	.13	.15	.14	.19	.19	.19	.17
MgO	4.82	4.08	4.13	4.46	3.87	5.74	7.29	6.77	5.31
CaO	8.08	8.49	7.90	8.85	8.59	11.98	13.17	13.97	9.47
Na_2O	3.21	2.71	4.55	7.30	7.84	4.12	3.02	2.42	1.30
K_2O	.23	.94	.08	.14	.11	.25	.23	.18	3.63
P_2O_5	.18	.14	.16	.15	.18	.15	.15	.19	.16
H_2O+	2.05	1.98	4.19	2.41	2.87	2.05	1.53	1.29	2.86
Cr_2O_3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
NiO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	99.64	100.13	99.08	100.30	98.92	99.42	98.92	99.30	98.83
($H_2O+ = H_2O+CO_2+Cl+F+S$)									
Spuren (ppm)									
Nb	5	6	6	4	4	3	4	4	4
Zr	75	84	90	82	83	70	73	84	78
Y	23	24	24	24	22	28	29	29	25
Sr	252	258	243	279	262	465	505	661	278
Rb	2	30	-	-	-	2	-	-	96

Analysenmethodik: Röntgenfluoreszenz-Analytik NIEVERGELT und DIETRICH (1977)

Literatur

BANGERTER, G. (1978): Strukturen und Metamorphose im Grenzbereich des Malencoserpentins und der Margna-Decke im Gebiet um den Monte Braccia. Diplomarbeit ETH und UNI Zürich (unpubl.).

BUCHER, K. (1977a): Hochmetamorphe Dolomitmarmore und zonierte metasomatische Adern im oberen Val Sissone (Norditalien). Diss. ETH Zürich Nr. 5910 (unpubl.).

- (1977b): Die Beziehung zwischen Deformation, Metamorphose und Magmatismus im Gebiet der Bergeller Alpen. Schweiz. mineral. petrogr. Mitt. *57*, 413–434.

CONDLIFFE, E. e A. MOTTANA (1975): Studio sperimentale del «serizzo» a moderate pressioni (Nota preliminare). Rend. Soc. Ital. Mineral. Petrol. *30*, 919–930.

- (1976): Esperimenti nel ghiandone del massiccio Val Masino-Val Bregaglia tra 1 e 3 KBP (H_2O). Rend. Soc. Ital. Mineral. Petrol. *32*, 71–81.

CRESPI, R. e G. SCHIAVINATO (1966): Osservazioni petrogenetiche sul settore centro-occidentale del massiccio di Val Masino-Val Bregaglia. Rend. Soc. Mineral. Ital. *22*, 27–57.

FERRARIO, A. and A. MONTRASIO (1976): Manganese ore deposit of Monte del Forno. Its stratigraphic and structural implications. Schweiz. mineral. petrogr. Mitt. *56*, 377–386.

GAUTSCHI, A. (in Vorbereitung): Metamorphose und Geochemie der basischen Gesteine des Bergeller Ostrandes. Diss. ETH Zürich.

GULSON, B. L. (1973): Age relations in the Bergell region of the South-east Swiss Alps: With some geochemical comparisons. Eclogae geol. Helv. *66*, 293–313.

GYR, T. (1967): Geologische und petrographische Untersuchungen am Ostrande des Bergeller Massivs. Mitt. aus dem Geol.Inst.ETH und der Universität Zürich, N.F. *66*, 125 S.

JAKEŠ, P. and A. J. R. WHITE (1972): Major and trace element abundances in volcanic rocks of orogenic areas. Bull. Geol. Soc. Amer. *83*, 29.

MONTRASIO, A. (1973): Strutture a pillow nelle anfiboliti del M. Forno (Pennidico medio – Alpi Retiche). Atti Accad. naz. Lincei, Rend. Cl. Sc. fis. mat. nat. *54*, 114–123.

MOTICSKA, P. (1970): Petrographie und Struktur des westlichen Bergells. Schweiz. mineral. petrogr. Mitt. *50*, 355–443.

NIEVERGELT, P. und V. DIETRICH (1977): Die andesitisch-basaltischen Gänge des Piz Lizun (Bergell). Schweiz. mineral. petrogr. Mitt. *57*, 267–280.

PEARCE, J. A. and J. R. CANN (1973): Tectonic setting of basic volcanic rocks determined using trace element analyses. Earth and planet. Sci. Lett. *19*, 290–300.

RIKLIN, K. (1977): Geologisch-petrographische Untersuchungen am Bergell-Ostrand nördlich Val Sissone. Diplomarbeit ETH Zürich (unpubl.).

SCHUMACHER, T. (1975): Geologisch-petrographische Untersuchungen des Malencoserpentinits und der Margnagesteine bei Chiareggio. Diplomarbeit ETH Zürich (unpubl.).

TROMMSDORFF, V. and B. EVANS (1972): Progressive metamorphism of antigorite schists in the Bergell tonalite aureole (Italy). Amer. J. Sci. *272*, 423–437.

- (1977): Antigorite-Ophicarbonates: Contact Metamorphism in Val Malenco, Italy. Contrib. Mineral. Petrol. *62*, 301–312.

WENK, H.-R. (1973): The structure of the Bergell Alps. Eclogae geol. Helv. *66*, 255–291.

WENK, H.-R., E. WENK and J. H. WALLACE (1974): Metamorphic mineral assemblages in pelitic rocks of the Bergell Alps. Schweiz. mineral. petrogr. Mitt. *54*, 507–554.

WENK, H.-R., J. HSIAO, G. FLOWERS, M. WEIBEL, B. AYRANCI and Z. FEJER (1977): A Geochemical Survey of Granitic Rocks in the Bergell Alps. Schweiz. mineral. petrogr. Mitt. *57*, 233–265.

Manuskript eingegangen am 31. Oktober 1978