

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

**Band:** 58 (1978)

**Heft:** 3

**Artikel:** Strukturen und Metamorphose im Bereich der südlichen Muretto-Linie

**Autor:** Riklin, Kathy

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-45207>

### **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:** 30.04.2026

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

## **Strukturen und Metamorphose im Bereich der südlichen Muretto-Linie**

Von *Kathy Riklin\**

### **Abstract**

In the southern Bergell area the Malenco ophiolite unit, the Suretta nappe and the Margna nappe are crosscut by Bergell Intrusives. A late strike slip fault, the Muretto line, follows the trend of the eastern contact of the Intrusion. Rocks on either side of the line have been rotated as much as 70° about an axis perpendicular to the fault plane. Prealpine regional metamorphism of amphibolite grade in the Margna and Suretta nappes was followed by Alpine greenschist metamorphism. The Bergell contact metamorphism appears to be older than the Muretto line. A late retrograde metamorphism is restricted to the contact aureole and is probably due to late fluids coming from the intrusives.

### **GEOLOGISCHER ÜBERBLICK (vgl. Fig. 1)**

Verschiedene neuere Publikationen (GYR, 1967; WENK, 1973; TROMMSDORFF und EVANS, 1972, 1977; TROMMSDORFF et al., 1975; BUCHER, 1977; GAUTSCHI und MONTRASIO, 1978 etc.) befassen sich mit dem Bergeller Massiv und den angrenzenden tektonischen Einheiten. Die vorliegende Arbeit, die im Rahmen einer Serie von Diplomarbeiten der ETH Zürich über das Malenco entstanden ist, fasst einige Resultate von RIKLIN (1977) und SCHUMACHER (1975) zusammen.

- STAUB (1946) grenzte im untersuchten Gebiet drei tektonische Einheiten ab:
- Die mittelpenninische Suretta-Decke, die am Bergeller Ostrand als Schollen von Dolomitmarmoren, Kalksilikatfelsen, Metapeliten und Orthogneissen auftritt. Zu dieser Einheit zählte er auch die riesige Masse von Malenco-Ultramafiten und die Amphibolite am Bergell-Ostrand.
  - Die oberpenninische Margna-Decke, stark verschuppt und isoklinal verfaltet.
  - Das Bergeller Massiv, dessen Intrusiva die angrenzenden Einheiten diskordant durchschlagen. Der Nordteil des Bergeller Massivs besteht vorwiegend aus Granit-Granodiorit, der ältere südliche Teil aus Tonalit.

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

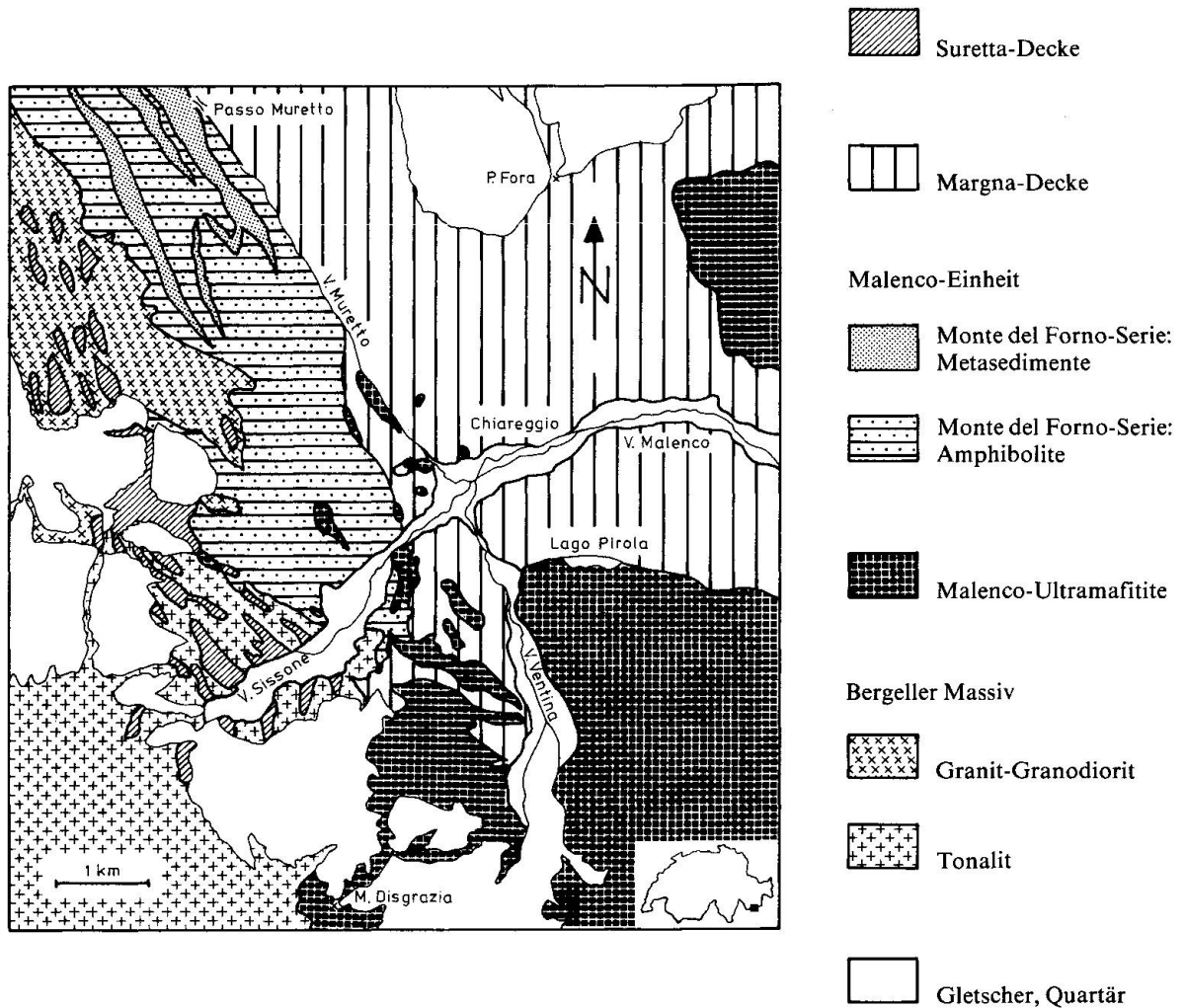


Fig. 1: Geologisch-tektonische Karte des Gebietes um Chiareggio (Val Malenco, Prov. di Sondrio, Italia), z. T. nach FERRARIO und MONTRASIO (1976), GYR, (1966) und STAUB (1946).

Im Gegensatz zu dieser Einteilung stellten nun FERRARIO und MONTRASIO (1976) eine vierte Einheit – aus lithologischen Elementen der Suretta- und der Margna-Decke – auf, die sogenannte Monte del Forno-Serie. Sie besteht aus einer metavulkanischen Serie, vorwiegend Amphibolite, stellenweise mit gut erhaltenen Pillow-Strukturen (MONTRASIO, 1973) und aus einer Metasedimentbedeckung. Ein ursprünglicher Zusammenhang zwischen den Malencoserpentiniten und der Monte del Forno-Serie ist anzunehmen.

Als topographisch markante Linie fällt die über den Muretto-Pass Richtung SSE durch Val Muretto und Val Ventina verlaufende Muretto-Störung auf.

#### QUERPROFILE IM BEREICH DER SÜDLICHEN MURETTO-LINIE

Die Profilserie zeigt die Verhältnisse östlich und westlich des Val Muretto und des Val Ventina (Fig. 2).

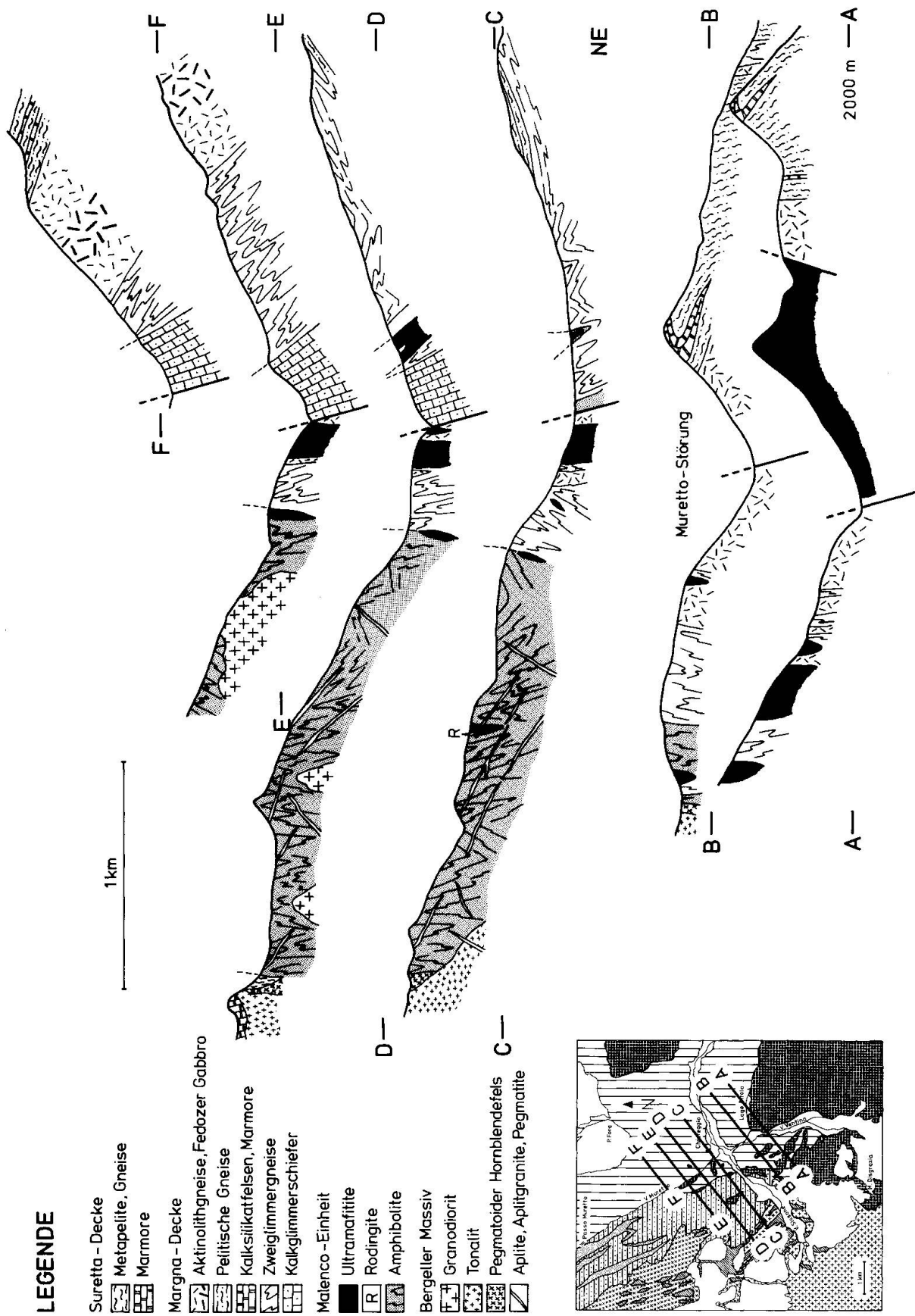


Fig. 2: Querprofile im Bereich der südlichen Muretto-Linie (RIKLIN, 1977, und SCHUMACHER, 1975).

Die Margna-Einheit besteht aus Biotit- bis Zweiglimmergneissen, Metapeliten, Marmoren, Kalksilikatfelsen, Quarziten und Grünschiefern. In grossen Massen treten grobflaserige Epidot-Aktinolith-Albit-Gneise mit zum Teil noch erhaltener gabbroider Textur, die sog. Fedozer Gabbro, auf. In den Kalksilikatfelsen nordöstlich Lago Pirola konnte SCHUMACHER (1975) Relikte von Wollastonit finden und in den Metapeliten eine voralpine Metamorphose vom Andalusit-Sillimanit-Typ nachweisen, auf die STAUB (1920) schon hingewiesen hat.

Oberhalb Chiareggio, nördlich und südlich des Val Malenco, sind die Margnagesteine um eine flach gegen NNW einfallende Faltenachse (vgl. auch Fig. 4) verfaltet. Deutlich erkennbar ist die entstandene Synform, die sich nach Norden öffnet, nördlich des Lago Pirola (vgl. auch Fig. 1 in BELTRAMI et al., 1975).

Von Süden her ist ein starrer Serpentinkomplex auf die Margnagesteine beim Lago Pirola aufgeschoben.

Ein Zug von wenig deformierten Kalkglimmerschiefern (östlich des Val Muretto), den STAUB (1946) zu den Bündnerschiefern zählte, wird durch scharfe tektonische Kontakte begrenzt.

Nordwestlich grenzt an die Muretto-Linie eine komplizierte Schuppenzone mit Margnagesteinen und Gesteinen der Monte del Forno-Serie.

Daran schliesst im Westen eine mächtige, isoklinal verfaltete Serie von dunklen Amphiboliten mit charakteristischen 0,5 bis 2 mm grossen, rundlichen Plagioklas-Porphyroblasten und zentimeter- bis dezimetermächtigen Epidot-Diopsid-(Grossular-Calcit-)Bändern an. Chemische Analysen dieser Amphibolite aus Val Sissone weisen auf spilitisierte ozeanische Tholeiitbasalte hin (RIKLIN, 1977). Wahrscheinlich entsprechen diese Amphibolite der Monte del Forno-Serie einem ehemaligen Ozeanboden zwischen Margna und Suretta.

In allen bisher beschriebenen Einheiten treten tektonisch eingeschaltete Ultramafit-Linsen auf.

Weiter westlich werden die Amphibolite von den Bergeller Intrusiva diskordant durchschlagen. Pelitische Gneise und Kalksilikatmarmore fragwürdiger Zugehörigkeit (nach STAUB, 1946, Suretta-Decke) treten als Schollen zwischen den Intrusiva auf.

## STRUKTUREN

Beinahe an 300 verschiedenen Aufschlüssen wurden Strukturmessungen vorgenommen. Dazu kommen noch die Daten südlich der Linie Val Sissone-Val Malenco, die von SCHUMACHER (1975) eingemessen wurden.

Die Resultate sind in einer Strukturkarte (Fig. 3) und in einer Karte mit Strukturdiagrammen (Fig. 4) zusammengetragen. Es fällt auf, dass die verschiedenen eingemessenen Flächenelemente jeweils von der gleichen Deformations-

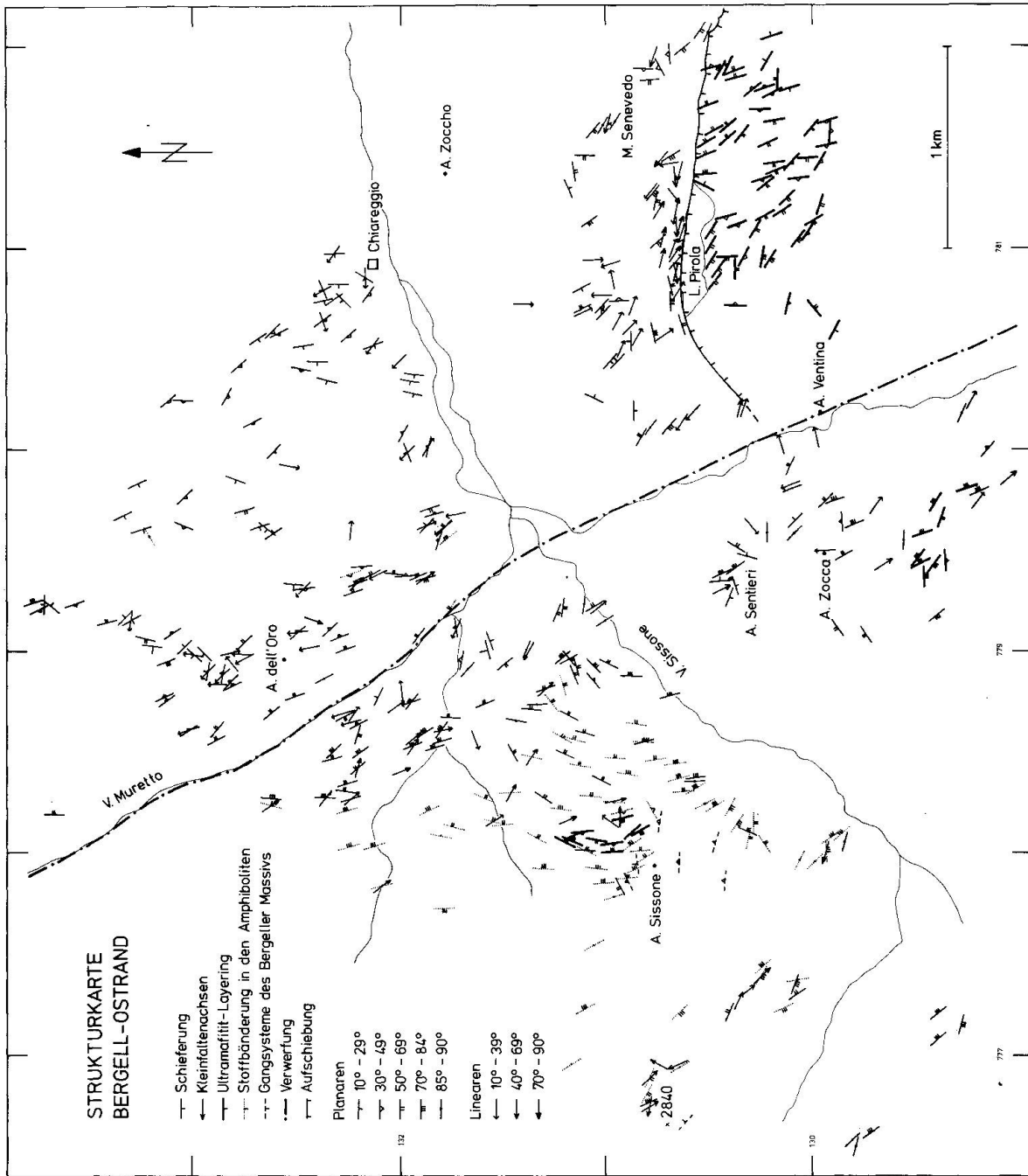


Fig. 3: Strukturkarte des Gebietes um Chiareggio (RIKLIN, 1977, und SCHUMACHER, 1975).

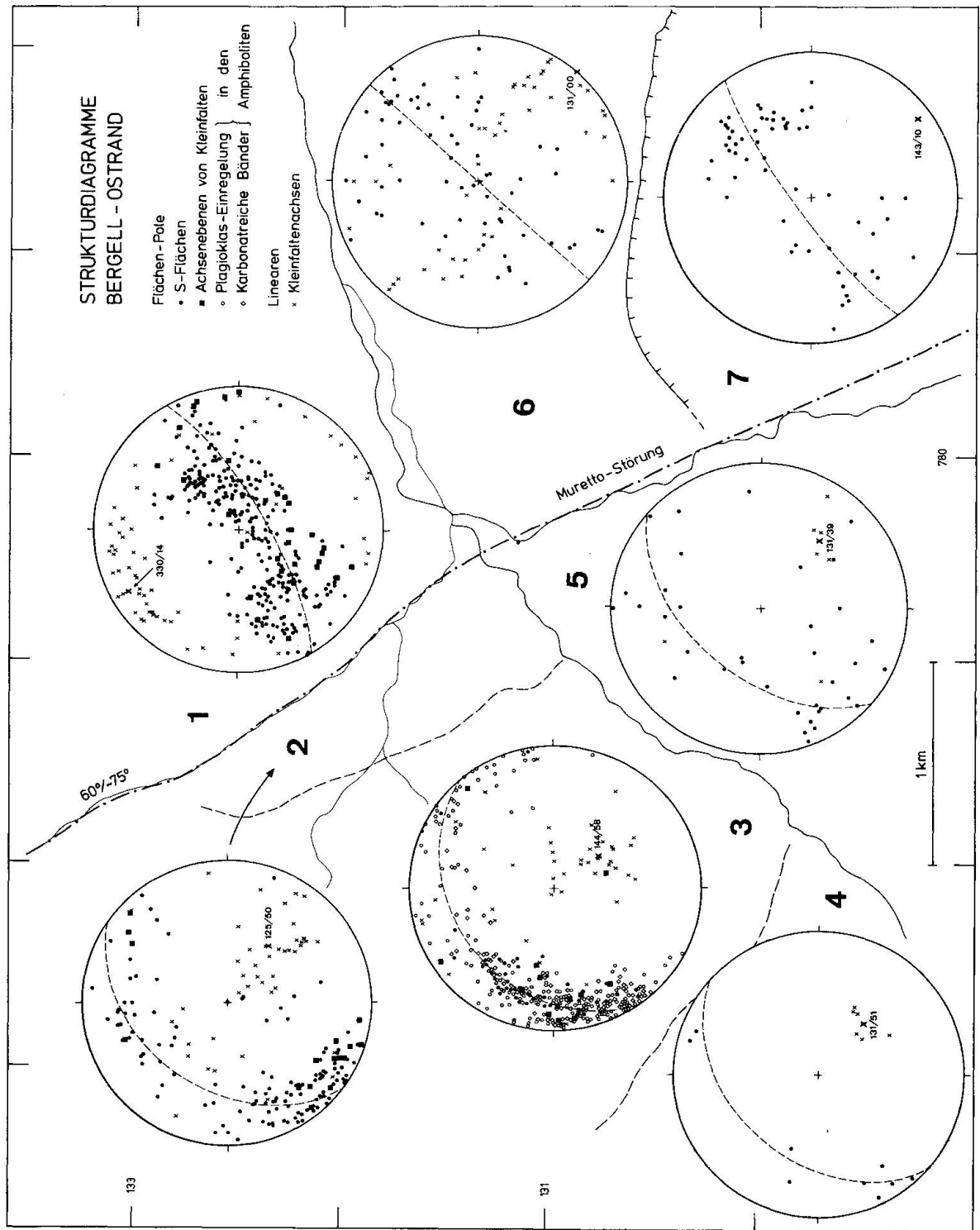


Fig. 4: Strukturdiagrammkarte des Gebietes um Chiareggio (RIKLIN, 1977, und SCHUMACHER, 1975).

phase überprägt wurden. Die S-Flächenpole liegen auf einem Grosskreis, wobei die gemessenen Faltenachsen den Pol dazu bilden.

Die wenigen Messungen in den Bergeller Intrusiva und in den angrenzenden Gesteinen der Suretta-Decke sollen nur die Tendenz aufzeigen. Zahlreiche Strukturdaten hat schon WENK (1973) zusammengetragen und dabei ähnliche Häufungen erhalten. Es fällt auf, dass der Pol der Faltenachsen und Lineationen der Zone 4 (Tonalit und angrenzende Gesteine der Suretta-Decke) mit demjenigen der Amphibolite (Zone 3) und der Margnagesteine westlich der Muretto-Störung (Zonen 2 und 5) zusammenfällt.

Die Strukturen der Intrusivgesteine schmiegen sich also im Grossen an die Strukturen der Rahmengesteine an (vgl. auch Strukturkarte WENK, 1973). Eine präkinematische Intrusion kann ausgeschlossen werden, da im Tonalit und Granodiorit bereits Schollen von Rahmengesteinen mit Paralleltexur auftreten. Mineralregelung und Boudinage im Tonalit (BUCHER, 1977) lassen eine postkinematische Intrusion unwahrscheinlich erscheinen. Diese Beobachtungen und der parallele Verlauf der Strukturen im Bergeller Tonalit und in den Rahmengesteinen sprechen am ehesten für ein spätes synkinematisches Eindringen des Bergeller Plutons.

Klar lässt sich ein deutlicher Unterschied der Strukturen östlich und westlich der Muretto-Störung erkennen. Durch eine Rotation um die Achse 238/10 (Fig. 5) lassen sich die Pole der Schieferungsgürtel wieder in Übereinstimmung bringen. Das heisst also, dass die beiden Talseiten um einen Winkel von circa  $70^\circ$  gegeneinander verkippt wurden. Die Ebene, die senkrecht auf der Rotationsachse steht, muss aus geometrischen Gründen die Störungsfläche selbst sein. Die hergeleitete Fläche (58/80) stimmt erstaunlich genau mit der Muretto-Störungsfläche überein (vgl. Fig. 4), die aus der topographischen Karte mit

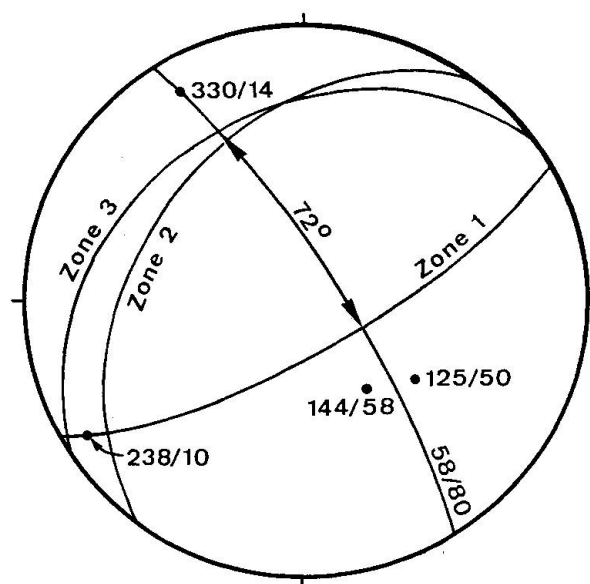


Fig. 5: Schieferungsgürtel und Faltenachsen östlich und westlich der Muretto-Linie.

60/~75 herauskonstruiert werden kann. Diese Übereinstimmung ist sicher nicht zufällig.

Die Muretto-Störung verursachte also eine Kippung der beiden Talseiten parallel des Val Muretto um rund 70°. Eine Versetzung der Kontaktaureole lässt sich nicht mit Bestimmtheit nachweisen. Sicher ist, dass die Kontaktaureole des Bergells über die Muretto-Linie hinüber reichte.

WENK (1973) versuchte die parallelen Strukturen in Bergeller Intrusiva und Nebengesteinen durch eine deckenartige Verschiebung der ganzen unter- bis mittelpenninischen Decken zusammen mit dem Bergell zu erklären.

Die sich dem Bergeller Körper anschmiegenden Metamorphose-Isograden der Ultramafitite als auch der Amphibolite sprechen aber eher für eine Kontaktaureole eines an Ort eingedrungenen Plutons.

## KONTAKTMETAMORPHOSE

### Ultramafitite

Im Rahmen der Arbeit wurde die Isograden-Kartierung von TROMMSDORFF und EVANS (1972) nordwestlich des Val Sissone fortgesetzt. Auch dort lassen sich die Isogradenscharen parallel zum Bergeller Kontakt verfolgen (Fig. 6). Beachtenswert ist die Bildung von Tremolit und Forsterit bereits östlich der Muretto-Störung. Die Isograden werden durch die Muretto-Störung ungefähr parallel zu sich selbst verstellt. Nahe am Kontakt konnte ein weiterer Enstatit-Punkt gefunden werden.

Die Zone der kontaktmetamorph veränderten Serpentinite ist im untersuchten Gebiet mindestens 2,5 km breit. Am SE-Rand des Bergells (vgl. TROMMSDORFF und EVANS, 1972) reicht diese Zone aber nur 1 bis 1,5 km weit. Diese Tatsache lässt vermuten, dass das Bergeller Massiv sich unter der Oberfläche gegen Nordosten flach einfallend fortsetzt.

Bei den Ophikarbonaten konnte auf die Arbeit von TROMMSDORFF und EVANS (1977) zurückgegriffen werden. Auch die Ophikarbonatparagenesen sind konsistent mit den Ultramafititparagenesen. Östlich der Muretto-Störung wurde die univariante Paragenese Magnesit-Antigorit-Talk gefunden. Gerade westlich der Störung konnte die invariante Paragenese Tremolit-Dolomit-Antigorit-Forsterit-Talk nachgewiesen werden, welche bei einem Druck von 3 kp einer Temperatur von ca. 520 °C entspricht. Am Bergeller Kontakt spricht das Vorkommen von Enstatit bei gleichem Druck für eine Temperatur von rund 700 °C (TROMMSDORFF und EVANS, 1972). In den Ultramafititparagenesen kann eine retrograde Serpentinisierung, Vertalkung und Chloritisierung der kontaktmetamorphen Neubildungen festgestellt werden.

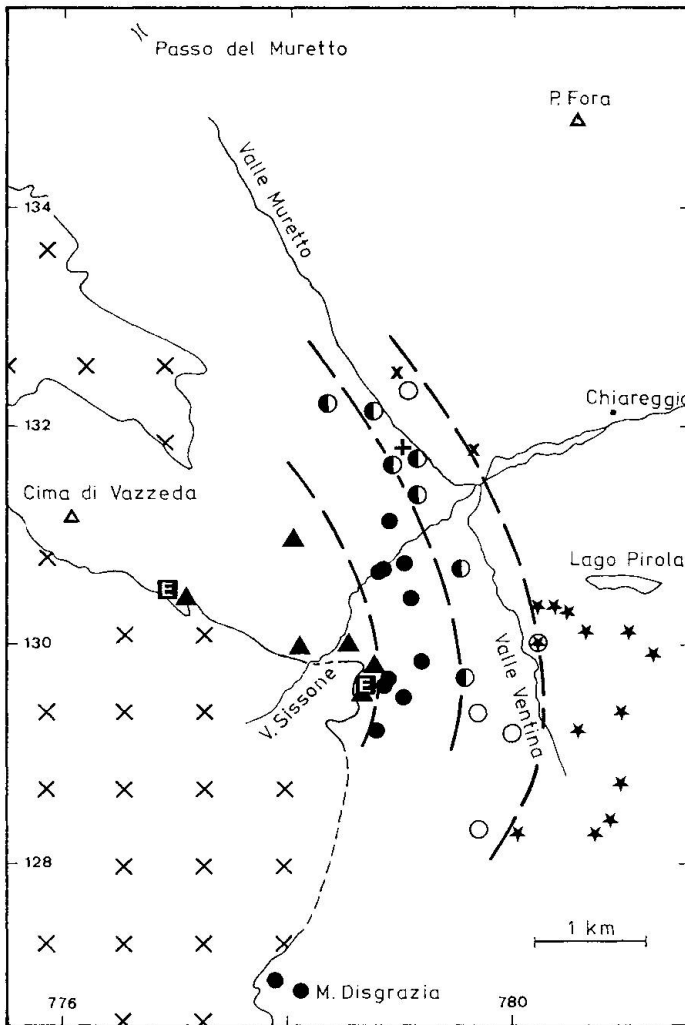


Fig. 6: Verteilung von Indexparagenesen in den ultramafischen Gesteinen (nach TROMMSDORFF und EVANS, 1972, ergänzt).

⊠ Bergeller Intrusion

Ultramafitite

★ Antigorit-Olivin-Diopsid

○ Antigorit-Olivin-Tremolit

● Talk-Olivin-Tremolit

▲ Anthophyllit-Olivin-Tremolit

⊞ Enstatit

Ophicarbonate

× Magnesit-Antigorit-Talk

+ Dolomit-Antigorit-Talk-Olivin-Tremolit

### Amphibolite

In den Amphiboliten wurde vor allem der Anorthit-Gehalt der Plagioklasse und das Auftreten von diopsidischem Pyroxen untersucht (Fig. 7). Eine grossräumige Bestandesaufnahme wurde bereits von WENK und KELLER (1969) vorgenommen, ohne aber regionalmetamorphe von kontaktmetamorphen Bildungen zu unterscheiden.

Der Einfluss der Kontaktmetamorphose zeigt sich aus verschiedenen Beobachtungen:

- Rekristallisation der Mineralphasen, vor allem Plagioklas und Hornblenden, aber auch Titanit und Apatit.
- Abnahme der poikilitischen Einschlüsse im Plagioklas.
- Zunahme des Anorthit-Gehaltes in den Plagioklasen. Am Kontakt liegt Labradorit vor.

- Verschwinden von alpinem Chlorit und Epidot.
  - Ausbildung einer Hornfelstextur.
  - Auftreten der Paragenese Clinopyroxen-Hornblende-Plagioklas nahe am Kontakt.
  - Farbänderung der Ca-Amphibole parallel zur optischen z-Achse.
- Epidot und zonare Hornblenden (brauner Kern und blaugrüner Rand) nahe am Kontakt weisen auch in den Amphiboliten auf eine retrograde Metamorphose hin.

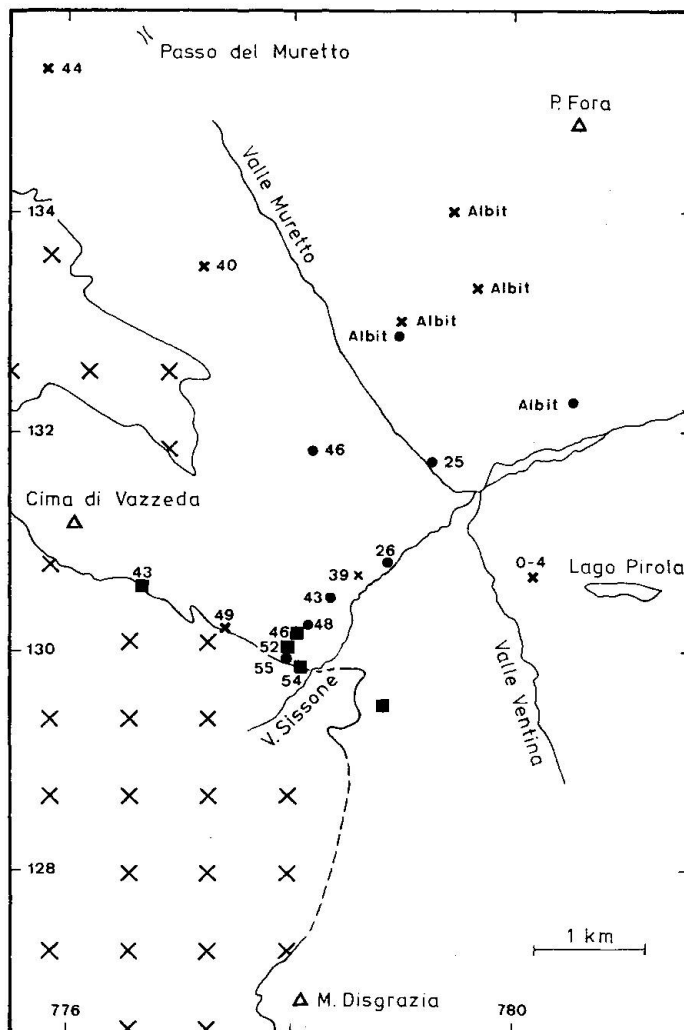


Fig. 7: Modaler Anorthitgehalt von Plagioklasen (in Prozenten) und Auftreten von Clinopyroxen in Amphiboliten der Bergeller Kontaktaureole.

⊗ Bergeller Intrusion

× Modaler Anorthitgehalt, Daten nach WENK und KELLER (1969)

● Eigene Daten

■ Paragenese Clinopyroxen-Hornblende-Plagioklas

#### ZUSAMMENFASSUNG

Anhand mikroskopischer und struktureller Beobachtungen kann zusammenfassend folgende Abfolge von Ereignissen postuliert werden:

Margna-Decke	Malenco
A. Amphibolit-Fazies-Metamorphose	A. Bildung der Malenco-Ophiolithe, primär magmatisches Layering in den Ultramafititen
B. Kristallisation des Fedozer Gabbros	B. Serpentinisierung der Ultramafitite

1. Schieferung der ganzen Margnaserie und der Malenco-Einheit. Alte Muskowit- und Biotit-Regelung in der Margna, Antigorit-1-Regelung in den Ultramafititen.
2. Kompressionsphase: Verfaltung der Schieferung, Einfaltung der ultramafischen Linsen, Verschuppung, Boudinage. Syn- bis postkinematische Metamorphose in Grünschieferfazies (alpin) mit teilweise eingeregelter Muskowit, Biotit, Antigorit, Klinozoisit in der Margna, sowie Antigorit-2 in den Ultramafititen.
3. Diskordante basische Gänge, ausserhalb der Bergeller Kontaktaureole noch mit primär-magmatischem Mineralbestand (GAUTSCHI und MONTRASIO, 1978).
- 4.1. Intrusion der Bergeller Granitoide. Kontaktmetamorphose.
- 4.2. Retrograde Metamorphose in den kontaktnahen Rahmengesteinen, wahrscheinlich durch fluide Phasen des sich abkühlenden Plutons verursacht. Späte diskordante saure Bergeller Gänge.
5. Muretto-Störung, Hebung und Verkippung, evtl. zusammenfallend mit der Aktivität der Engadiner-Linie und als Folge der Intrusion des Bergeller Plutons, zwischen denen TRÜMPY (1977) einen Zusammenhang postuliert.

A, B: Relative Abfolge in Margna und Malenco-Einheit ohne zeitliche Korrelation.

1.-5.: Gemeinsame Geschichte Margna-Malenco.

Für Überarbeitung des Manuskriptes und anregende Diskussionen möchte ich V. TROMMSDORFF herzlich danken.

#### Literaturverzeichnis

- BELTRAMI, G., G. LIBORIO, A. MONTRASIO e A. MOTTANA (1974): La «finestra» di Lanzada (Val Malenco, Sondrio). Rend. Soc. ital. Mineral. Petrol. 30/2, 839-852.
- BUCHER-NURMINEN, K. (1977): Hochmetamorphe Dolomitmarmore und zonierte metasomatische Adern im oberen Val Sissone (Norditalien). Diss. ETH Zürich (unpubl.) Nr. 5910.
- BUCHER-NURMINEN, K. (1977): Die Beziehung zwischen Deformation, Metamorphose und Magmatismus im Gebiet der Bergeller Alpen. Schweiz. mineral. petrogr. Mitt. 57/3, 413-434.
- FERRARIO, A. and A. MONTRASIO (1976): Manganese ore deposit of Monte del Forno. Its stratigraphic and structural implications. Schweiz. mineral. petrogr. Mitt. 56/2, 377-385.
- GAUTSCHI, A. und A. MONTRASIO (1978): Die andesitisch-basaltischen Gänge des Bergeller Ostrandes und ihre Beziehung zur Regional- und Kontaktmetamorphose. Schweiz. mineral. petrogr. Mitt. 58/3, 329-343.
- GYR, T. (1967): Geologische und petrographische Untersuchungen am Ostrande des Bergeller Massivs. Mitt. geol. Inst. ETH u. Univ. Zürich, N.F. 66.

- MONTRASIO, A. (1973): Strutture a pillow nelle anfiboliti del M. Forno (Pennidico medio-Alpi Retiche). *Accad. naz. Lincei, Rend. Cl. Sci. fis. mat. nat.* 54, 114–123.
- RIKLIN, K. (1977): Geologisch-petrographische Untersuchungen am Bergell-Ostrand, nördlich der Valle Sissone (Prov. di Sondrio, N-Italien). Diplomarbeit ETH Zürich (unpubl.).
- SCHUMACHER, T. (1975): Geologisch-petrographische Untersuchungen des Malenco-Serpentinits und der Margnagesteine bei Chiareggio. Diplomarbeit ETH Zürich (unpubl.).
- STAUB, R. (1920): Über Wesen, Alter und Ursachen der Gesteinsmetamorphosen in Graubünden. *Vjschr. natf. Ges. Zürich*, 65.
- STAUB, R. (1946): Geologische Karte der Berninagruppe 1 : 50000, Spez. Karte Nr. 118. Schweiz. geol. Kommission.
- TROMMSDORFF, V. and B. W. EVANS (1972): Progressive metamorphism of antigorite schists in the Bergell tonalite aureole (Italy). *Amer. J. Sci.* 272, 423–437.
- TROMMSDORFF, V., T. PETERS und K. BUCHER (1975): Exkursionen der SMPG, 2. Bernina-Malenco-Bergell Ostrand. *Schweiz. mineral. petrogr. Mitt.* 55/3, 590–600.
- TROMMSDORFF, V. and B. W. EVANS (1977): Antigorite-Ophicarbonates: Contact Metamorphism in Val Malenco, Italy. *Contrib. Mineral. Petrol* 62, 301–312.
- TRÜMPY, R. (1977): The Engadine Line: A sinistral wrench fault in the Central Alps. *Mem. of the Geol. Soc. of China*, 2, 1–12.
- WENK, E. und F. KELLER (1969): Isograde in Amphibolitserien der Zentralalpen. *Schweiz. mineral. petrogr. Mitt.* 49/1, 157–198.
- WENK, H. R. (1973): The structure of the Bergell Alps. *Eclogae geol. Helv.* 66/2, 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, 2/3, 507–554.

Manuskript eingegangen am 31. Oktober 1978