



Doctoral Thesis

## Geologische und petrographische Untersuchungen am Ostrande des Bergeller Massivs

**Author(s):**

Gyr, Thomas

**Publication Date:**

1967

**Permanent Link:**

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-000087785> →

**Rights / License:**

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

Diss. Nr. 3914

# Geologische und petrographische Untersuchungen am Ostrande des Bergeller Massivs

Abhandlung  
zur Erlangung der Würde eines  
Doktors der Naturwissenschaften

der  
EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE  
ZÜRICH

vorgelegt von  
**Thomas Gyr**  
dipl. Naturwissenschaftler ETH  
geboren am 8. Februar 1941  
von Uster, Kanton Zürich

Angenommen auf Antrag von  
Herrn Prof. Dr. A. Gansser, Referent  
Herrn Prof. Dr. E. Dal Vesco, Korreferent

1967 Zürich  
Offsetdruck P. Schmidberger

## ZUSAMMENFASSUNG

Zwischen der oberen Val Bregaglia und der unteren Valtellina, im Gebiet der wurzelnahen Deckenteile der Adula-, Tambo- und Surettadecke, liegt das spätalpine Granodiorit-Tonalit-Massiv des Bergells, dessen westliche Fortsetzung, der Tonalitzug von Melirolo-Sorico, sich bis ins Val Morobbia verfolgen lässt.

Die vorliegende Arbeit befasst sich im Speziellen mit der Petrographie, Metamorphose und Tektonik des östlichen Bergeller Massivs sowie seiner dortigen Umrahmung.

Im wesentlichen treten hier drei tektonische Elemente zutage: Surettadecke, Margnadecke und das eigentliche Bergeller Massiv. Die Grenzziehung zwischen den beiden Decken wird etwas kompliziert durch die Zwischenschaltung eines Amphibolitzuges im Norden, und des mächtigen Komplexes der Malencoserpentine im Süden. Diese Grüngesteine lassen sich nicht mit Sicherheit einer bestimmten Decke zuordnen, da sie mit beiden tektonischen Elementen intensiv verschuppt sind.

Die regionalen Strukturen des Massivrahmens laufen im allgemeinen SSE-NNW und fallen im Osten flach, im Westen steil gegen E ein. Im Norden biegen die Strukturen dann teilweise in SW-NE-Streichen um, während nördlich einer auf fallenden Störungslinie (Engadinerlinie) nur noch E-W-Streichen und N-Fallen auftritt.

Der regionale alpine Metamorphosegrad erreicht höchstens Druck-Temperaturbedingungen der Quarz-Albit-Epidot-Biotit-Subfazies, wobei der Stress relativ gering blieb. Nur nördlich der Engadinerlinie ist eine zusätzliche stärkere Stressphase zu erkennen, so dass auch in altkristallinen Gesteinen nur noch Mineralparagenesen der Quarz-Albit-Muskowit-Chlorit-Subfazies zu beobachten sind. Die Engadinerlinie ist somit durch eine Struktur- wie Metamorphosediskordanz gekennzeichnet.

Für den östlichen Bergeller Massivteil wird auf Grund des Ausschlüssens einer Anatexis an Ort und Stelle und auf Grund von lokalen Intrusions- und Flieserscheinungen eine Zufuhr des Hauptanteils aus einem tieferen Niveau angenommen. Die reine Druck-Temperatur-Kontaktmetamorphose erreichte nur geringe Ausmasse, wobei nur *P/T-Bedingungen der Hornblende-Hornfelsfazies erreicht wurden*. Metasomatischer Lösungsumsatz kann jedoch an vielen Kontakten bestätigt werden. Altbestand (z. B. dunkle Einschlüsse, Zirkonerne) ist nur in kleinem Rahmen nachzuweisen, so dass bei Annahme einer Anatexis in einem tieferen Niveau ausserordentlich starke Homogenisierung angenommen werden muss. Triklinitätsmessungen an porphyrischen Kalifeldspäten des Granodiorits zeigen eine *inhomogene Verteilung innerhalb des Massivs. Hohe Triklinitäten sind vor allem am W-Rande, tiefe Triklinitäten vor allem am E-Rande zu finden*. Auch hier zeigt sich, dass aus den vorliegenden Beobachtungen im östlichen Massivteil noch keine Schlüsse auf einen etwaigen Schmelz- oder Lösungszustand des gesamten Massivs gezogen werden dürfen.

Eine relative Altersabfolge: Deckenplatznahme - Regionalmetamorphose - Massivplatznahme - Bildung der Engadinerlinie wird dargelegt.

## ABSTRACT

Between the upper Bregaglia Valley and the lower Valtellina, near the root zone of the Adula, Tambo and Suretta nappes, lies the late-Alpine granodiorite-tonalite massif of the Bergell. Its western continuation is the tonalite zone of Melirolo-Sorico which can be followed clearly to the Morobbia Valley. The present thesis deals with the petrography, metamorphism and tectonics of the eastern Bergell massif and the rocks adjacent to that part of the igneous body.

Three tectonic elements can be distinguished: Suretta and Margna nappes and the actual Bergell massif. Separation of the two nappes is complicated by the interposition of an amphibolite zone in the north and the great complex of the Malenco serpentinites in the south. These greenstones cannot be attributed to a particular nappe with certainty because they are so intensely folded into both tectonic elements. The rocks bordering the intrusive mass contain regional structures which generally strike in a SSE-NNW direction and display an E dip which is steep in the west and flat in the east. In the north the strike is partly deflected into a SW-NE direction and finally, north of a particularly pronounced line of disturbance (Engadine line), only an E-W strike is apparent, with N dip.

The grade of regional Alpine metamorphism did not go beyond the pressure and temperature conditions of the quartz-albite-epidote-biotite subfacies, with relatively little stress. Only north of the Engadine line can the effects of greater stress be observed, so that even the older crystalline rocks display no mineral assemblages higher than the quartz-albite-muscovite-chlorite subfacies. The Engadine line is therefore characterized by a structural as well as a metamorphic discontinuity.

For the eastern part of the Bergell massif it is assumed that the main part of the igneous body was introduced from deeper levels, on the basis of local phenomena of flow and intrusion as well as the impossibility of an anatexis in situ. Contact metamorphism derived purely from the effects of temperature and pressure is limited, and attained only the conditions of the hornblende hornfels facies. Replacement by metasomatic solution can be proven at many of the contacts. Relics (for instance dark inclusions, zircon nuclei) are found only on a small scale. An extreme degree of homogenization must be assumed if one supposes an anatexis at greater depth. Measurements of the degree of triclinicity in phenocrysts of potash feldspar from the granodiorite indicate a heterogenous distribution within the igneous body. High triclinicity is especially apparent on the west side, while low triclinicity is dominant in the eastern part. Here too it is evident that on the basis of the present observations in the eastern part of the massif no conclusions can be reached as to a possible melted or liquid condition of the igneous body as a whole.

The following relative sequence of events is proposed: Thrusting of the nappes - regional metamorphism - intrusion of the massif - development of the Engadine line.

## RIASSUNTO

Il massiccio granodioritico - tonalitico tardoalpino della Bregaglia giace nella regione prossima alle radici dei ricoprimenti Adula, Tambo e Suretta tra l'alta Val Bregaglia e la bassa Valtellina, mentre la sua continuazione occidentale, la tonalite di Melirolo - Sorico, si prolunga fino nella Valle Morobbia. Il lavoro presente tratta in modo speciale la petrografia, metamorfosi e tettonica della parte orientale del massiccio e delle rocce che lo circondano.

Nella regione elaborata affiorano tre elementi tettonici: i ricoprimenti Suretta e Margna e il massiccio di Bregaglia stesso. La differenziazione dei due ricoprimenti é complicata dall'inserirsi di uno strato di anfibolite a nord e del complesso potente del serpentino di Malenco a sud; queste rocce verdi non si possono attribuire con sicurezza all'uno o all'altro ricoprimento, poiché esse sono intensamente scagliate con ambedue gli elementi tettonici.

Le strutture regionali delle rocce al margine del massiccio hanno in generale un andamento SSE-NNO, a est con un'immersione debole verso E, che a ovest diventa sempre più raddrizzata. Nella parte settentrionale le strutture girano parzialmente assumendo una direzione SO-NE, mentre a nord dell'importante linea tettonica dell'Engadina esse presentano unicamente la direzione E-O con immersione verso N.

Il grado della metamorfosi regionale alpina raggiunge un massimo con condizioni di temperatura e pressione della subfacies del quarzo - albite - epidoto - biotite, a pressioni orientate relativamente deboli. Unicamente a nord della Linea della Engadina si riconosce un'ulteriore fase con pressioni orientate di maggiore intensità, per cui nelle rocce cristalline antiche non si osservano più che paragenesi della subfacies del quarzo - albite - muscovite - clorite. La Linea dell'Engadina rappresenta quindi un piano di discordanza sia per le strutture regionali che per il grado di metamorfismo.

Per la porzione orientale del massiccio della Bregaglia si postula l'apporto della parte principale da un livello più basso, documentato dalla mancanza di rocce anatettiche in situ e dai fenomeni locali di intrusione e di flusso. La metamorfosi di contatto, di modesta estensione, raggiunge solamente le condizioni di pressione e temperatura della facies della cornubianite a orneblenda, sebbene in vari contatti si osservino scambi di soluzione di natura metasomatica. I relitti antichi (ad es. inclusioni melanocratiche, nuclei di zircone) si riconoscono solo nel dominio piccolo, per cui ammettendo l'ipotesi della genesi anatettica in piani più profondi, bisognerebbe concludere che l'omogeneizzazione sia stata estremamente intensa. Le misure del grado di triclinità eseguite su fenocristalli di feldspato potassico della granodiorite dimostrano l'eterogeneità all'interno del massiccio: i gradi alti di triclinità si ritrovano soprattutto al margine occidentale, mentre quelli bassi al margine orientale. Anche da questo punto di vista si nota come dalle osservazioni fatte nella parte orientale del massiccio non si possano ancora trarre conclusioni in merito a eventuali condizioni di fusione o soluzione dello intero massiccio.

Infine viene rappresentata una cronologia relativa dei vari processi, che inizia con i fenomeni di ricoprimento, continua con la metamorfosi regionale, indi con l'intrusione del massiccio, per terminare con la formazione della Linea della Engadina.