

Diss.Nr. 5231

DER
MAFITIT - ULTRAMIFITIT - KOMPLEX
ZWISCHEN
CHIAVENNA UND VAL BONDASCA

(Provinz Sondrio, Italien, Kt. Graubünden,
Schweiz)

ABHANDLUNG

zur Erlangung

des Titels eines Doktors der Naturwissenschaften

der

EIDGENOESSISCHEN TECHNISCHEN
HOCHSCHULE ZUERICH

vorgelegt von

HANS-ULRICH SCHMUTZ

Dipl. -Natw. ETH-Z

geboren am 3. September 1945

von Zimmerwald (Kt. Bern)

Angenommen auf Antrag von

Prof. Dr. A. Gansser, Referent

Prof. Dr. V. Trommsdorff, Korreferent

1974

ZUSAMMENFASSUNG

Der auf 20 km² im Val Bregaglia (Schweiz/Italien) aufgeschlossene Mafitit-Ultramafitit-Komplex (MUK) liegt in den alpinmetamorphen mittleren Penninischen Decken zwischen der Lepontinischen Gneissregion (WENK 1970) im W und dem jungalpinen Bergellermassiv (STAUB 1918) im SE.

Der MUK besteht je zur Hälfte aus Ultramafititen (UMa) und Mafititen (Ma), die mittel bis stark metamorph und tektonisiert sind. Den UMa bilden leicht retrograd serpentinierte lagige Magnetit-Chlorit-Hornblende-Forsteritfelse, wobei im N Antigorit dazukommt, im zentralen Teil Talk und im S Enstatit und Spinell. Lagen und Linsen von Hornblendefelsen-Schiefern, Chloritschiefern und Talkfelsen findet man häufig an Kontakten zu Ma. Der Ma besteht einerseits aus mittelkörnigen massigen, aus Hornblende und Plagioklas bestehenden Matagabbros, andererseits aus fein - mittelkörnigen lagigen Amphiboliten, wobei Epidot (im N) und Diopsid (im S), sowie Biotit neben Plagioklas und Hornblende auftreten können. Ueber dem MUK liegen die heterogenen Gneisse und Schiefer der südlichen Gneisszone (BLANC 1965) der Tambodecke. Neben den kalifeldspatführenden leukokraten Zweiglimmergneissen überwiegen die mesokraten Biotit- bis Zweiglimmergneisse und -Schiefer, die teilweise Granat, Staurolith (im N) und Sillimanit (im S) führen. Herzynische Granitgneisse vom Typus Truzzo (WEBER 1966) fehlen. Im S und unterhalb des MUK liegt die aus herzynischen Migmatiten (GULSON 1971) bestehende Grufmasse. Die 20 - 200 m mächtige teilweise verschieferte heterogene Glimmerreiche Sillimanit- und Granat-führende Randzone wird im S abgelöst von den granitoiden Biotit- bis Zweiglimmer-Quarz-Plagioklas-Kalifeldspat-Gneissen vom Typus Prata (MERLA 1935). Postkinematische diskordante subhorizontale Schwärme von bis zu 20 m mächtigen Pegmatiten bis Apliten dringen von S her bis fast nach Chiavenna. Zwei konkordante Lagen von bis 20 m mächtigen Kalksilikatmarmoren bis Kalksilikatfelsen liegen in den lagigen Amphiboliten des MUK.

Ein Vergleich der experimentellen Daten der Petrologie mit den in den chemisch so verschiedenen Gesteinen gefundenen alpinen Mineralparagenesen und ihrer Verbreitungsräume weisen eindeutig hin auf eine seichte, mittel- (N) bis hochtemperierte (S) progressive Regionalmetamorphose, die das komplette "medium stage of metamorphism" (WINKLER 1970) umfasst. Karbonatminerale in UMa sowie univariante und invariante Mineralparagenesen weisen auf variable H₂O- und CO₂-Partialdrucke hin. In den Metapeliten findet man in der nördlichen Hälfte des Untersuchungsgebietes Staurolith, in der südlichen aus Biotit entstandener fibrolithischer Sillimanit. Erst ganz im S entstand Sillimanit aus Muscovit + Quarz, wobei diese Gebiete noch frei von alpinen Anatexisphänomenen sind. Am Isograd "Staurolith out" kristallisierte im E Andalusit; Disthen wurde nie gefunden. Aus diesen Konstellationen lassen sich für die Hauptphase der alpinen Metamorphose Gesamtdrucke von 3 - 4 kb und Temperaturen von 520° C im N bis zu 700° C im S ableiten. In den UMa werden von N nach S die Isograden "Antigorit + Forsterit/Forsterit + Tc", "Forsterit + Anthophyllit/Mg - Cumingtonit in", "Forsterit + Enstatit in" sowie "Forsterit + Enstatit + Chlorit + Spinell in" erreicht, was - unter Berücksichtigung des teilweise hohen CO₂-Partialdruckes - dasselbe Temperaturintervall ergibt.

Die Durchläuferparagenese "Quarz + Calcit + Diopsid + Tremolith" in den kieseligen Karbonatgesteinen wird im S ergänzt durch Calcit + Diopsid + Forsterit/Humit sowie durch die Paragenese Calcit + Quarz + Wollastonit + Anorthit + Grossular, welche bei $P_{tot} = 3,5 \text{ kb}$ bei einer Temperatur von 680° C (GORDON u. GREENWOOD 1971) abgelaufen ist.

Die alpine Stoffbänderung (S_1) hat penetrativ fast alle Gesteine erfasst; nur gerade die massige Textur der Metagabbros sowie ein altes Layering (S_0) im UMa blieb relikistisch erhalten. Die gelängten Pseudomorphosen nach altem Pyroxen resp. Spinell im UMa sind ins S_1 und L_1 eingeregelt. Die alpine Phase (F_2) erzeugte in allen Gesteinen Falten in der Grössenordnung von 5 mm bis 300 m. Der Faltenstil in den nördlichen Gebieten ist offen, im MUK und gegen S werden die Grossfalten geschlossener und erreichen gegen den N-Rand der Grufmasse Isoklinalcharakter. Eine Strukturanalyse sowie die Kartierung von Achsenflächenspuren von Grossfalten ergibt folgendes Bild: Das Faltenbündel von Chiavenna ist gekennzeichnet durch W - NW zwischen 20 und 65° einfallende Achsen (Mittel $275/45$) mit steil gegen N und S einfallende Achsenflächen. Das weiter gegen E liegende Faltenbündel von S. Croce hat Achsen, die im W flach gegen W (Mittel $260/10$), im E flach nach ENE (Mittel $75/13$) einfallen. Die parallel zum N-Rand der Grufmasse streichenden Achsenflächen haben im N steiles S-Fallen, im S steiles N-Fallen. Sowohl Tambo wie MUK wurden gleich stark von F_2 erfasst. Die durch eine jungalpine Mylonitzone (Ausläufer der Engadiner Line?) von Tambo und MUK abgetrennte Grufmasse ist neben der schwächeren F_2 -Deformation zusätzlich am N-Rand durch eine jüngere F_3 -Wellung mit steil NW einfallenden Achsen gekennzeichnet. Tektonisch ist der MUK in bezug auf F_1 , S_1 als eigene Einheit zu sehen; in bezug auf F_2 sind MUK und Tambo der Grufmasse gegenüberzustellen. Die geometrischen Verhältnisse sprechen gegen eine Verbindung von Misoxerzone (WEBER 1966) und MUK.

Die Auswertung der Serienprofile lässt eine Anordnung erkennen, die fast durchwegs dem Lagenbau einer verkehrtliegenden alpinen Ophiolithsequenz (PENROSE CONFERENCE 1971) entspricht.

Von oben nach unten findet man in einer Mächtigkeit von je $\sim 200 \text{ m}$ a) UMa mit lherzolitischem Chemismus, Reliktstrukturen nach altem Pyroxen und Spinell sowie altem Layering (\rightarrow Material aus oberem Mantel). Eine stark boudinierte Lage von b) massigem Metagabbro (\rightarrow Cumulus Intrusiv komplex) wird unten abgelöst von c) lagigen Amphiboliten, die an der Basis Diopsid- und Epidot-reich werden und eine Karbonatlage einschliessen (Vulkanischer Komplex mit (?) Tiefseesedimenten). Es fehlen Dykestrukturen, Pillowstrukturen und Radiolarite. Der geringe Fe- und Al-Gehalt der Mineralien Olivin, Orthopyroxen, Klinopyroxen und Chlorit spricht für alpinotypen Charakter des UMa.

Die Platznahme des Ozeanbodens - er liegt heute als Verkehrtserie vor - wird nicht diskutiert.