

Zeitschrift: Schweizerische mineralogische und petrographische Mitteilungen = Bulletin suisse de minéralogie et pétrographie
Band: 54 (1974)
Heft: 1

Artikel: Geologie der Sesia-Zone zwischen Rimella und der Valle Anzasca (Norditalien)
Autor: Isler, Alfred / Zingg, André
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-42190>

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: 30.06.2025

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

Geologie der Sesia-Zone zwischen Rimella und der Valle Anzasca (Norditalien)

Von *Alfred Isler**) und *André Zingg***) (Zürich)

Mit 2 Figuren und 4 Tabellen im Text, 2 Phototafeln und 1 Falztafel

Riassunto

Nel settore esaminato della Zona Sesia, a Sud predomina la II Zona Diorito-Kinzigitica (II KDZ), costituita da kinzigiti, anfiboliti, marmi a silicati e dai loro equivalenti retrometamorfici, a Nord prevale un complesso di metagraniti, trasformati più o meno profondamente, metadioriti e gneiss a bande.

Gli gneiss zonati sono i litotipi più antichi del settore settentrionale: essi sono intrusi da dioriti e, successivamente, dai graniti postercinici.

La II KDZ si suddivide in due parti: la prima è autoctona ed appartiene alla Zona Sesia; la seconda è alloctona (Falda Tracciora) e sovrascorsa sopra la Zona Sesia durante la fase eoalpina. Entrambe mostrano una impronta metamorfica prealpina in facies anfibolitica. L'orogenesi alpina ha sviluppato nell'intera regione deformazioni ed un metamorfismo polifasico più o meno intensi. Il metamorfismo eoalpino e quello della successiva fase lepontina sono entrambi in facies scisti verdi. Nella parte autoctona della II KDZ l'intensità della deformazione alpina e l'entità del metamorfismo retrogrado alpino decrescono a partire dalle Linee Insubriche in direzione NW.

Gli scisti di Fobello e Rimella sono miloniti e diafforiti che derivano sia dai litotipi della II KDZ che dal complesso dei metagranitoidi. Il loro carattere peculiare non è quindi la composizione litologica, ma la deformazione.

Abstract

The area described (situated between Rimella and the Valle Anzasca, N-Italy) is part of the Sesia Zone in the Central Alps, and is bounded to the SE by the Insubric Line. The southern part of the area is dominated by rocks of the so called "II. Kinzigit-Diorit-Zone" – "kinzigites" (garnet-biotite-sillimanite-gneisses), amphibolites, calcsilicate rocks and their retrograde equivalents. The northern part is mainly made up of meta-granite, meta-diorite and banded gneisses. Here, the banded gneisses form the oldest unit which

*) Geologisches Institut der ETH, Sonneggstrasse 5, 8006 Zürich.

**) Institut für Kristallographie und Petrographie der ETH, Sonneggstrasse 5, 8006 Zürich.

was intruded by the diorite, and even later, presumably in late Hercynian times, by the granite.

The "II. Kinzigit-Diorit-Zone" can be subdivided into an autochthonous part, which was already part of the Sesia complex before the early Alpine metamorphic phase, and an allochthonous part ("Tracciora" nappe), which presumably moved into place during that phase.

Both parts exhibit a pre-Alpine metamorphism of amphibolite facies. During the Alpine orogeny, the whole area was subjected to heterogeneous and repeated deformation and metamorphism. In general, however, two main metamorphic phases can be recognized, an "early Alpine" and a later "Lepontine" phase, both of greenschist facies. The intensity of the Alpine deformation and metamorphic effects increases southwards towards the Insubric Line, with the development of mylonites and diaphthorites out of the rocks of the "II. Kinzigit-Diorit-Zone" and some granitoid masses. The mylonitic rocks are known as the "scisti di Fobello e Rimella", from type localities in this region.

1. Einleitung

Im Rahmen dieser Arbeit wurde die Sesia-Zone im Gebiete von Rimella (Prov. di Vercelli) und dem Val Segnara (Prov. di Novara) petrographisch und strukturell aufgenommen (siehe Tafel I), um den Grenzverlauf, die Kontaktverhältnisse sowie die Metamorphosen der «II. Kinzigit-Diorit-Zone» (II. KDZ) und der angrenzenden Gebiete abzuklären. Ausserdem wird die noch immer umstrittene Herkunft der sogenannten Scisti di Fobello e Rimella diskutiert. Der Rahmen und die Literatur zu unserer Problemstellung finden sich in CARRARO et al. (1970).

Die vorliegende Arbeit ist die Zusammenfassung zweier Diplomarbeiten, die unter der Leitung von Prof. A. Gansser und PD R. Schmid 1970/71 ausgeführt wurden. Die Anregung zu diesen Arbeiten gab PD R. Schmid.

2. Gliederung des Gebietes und Beschreibung der ausgeschiedenen Einheiten

Während auf der «Carta Geologica d'Italia» (Blatt Varallo und Domodossola) das ganze Gebiet zur «Serie dioritico-Kinzigitica» gezählt wurde, zeigten unsere Feldaufnahmen, dass sich das Gebiet in einen Nordteil mit vorherrschenden Metaintrusiva (Metagranite und Metadiorite) und einen Südteil gliedern lässt, welcher im wesentlichen von der II. KDZ (Kinzigite¹), Amphibolite, Kalksilikatmarmore und retrograd metamorphe Äquivalente dieser Gesteinstypen) aufgebaut wird.

¹) Der Name Kinzigit wird, wie es sich hier in der regionalen Literatur eingebürgert hat, für Metapelite in hochgradiger Amphibolitfazies gebraucht.

2.1. NORDTEIL (KOMPLEX MIT VORHERRSCHENDEN METAINTRUSIVA)

2.1.1. Metagranite

Die meist leicht bis stark verschieferten Metagranite, lokal mit einer glimmerarmen, aplitischen Randfazies (1–10 m mächtig), zeigen fließende Übergänge zu grünlich anwitternden Serizit-Epidot-Chlorit-Gneissen. Aplite und Pegmatite sind häufig.

Wo die ursprünglichen Kontakte noch erhalten sind, zeigen Salbänder und Apophysen deutlich, dass der Metagranit jünger als der Metadiorit ist (Foto 1).

Mineralbestand

HGT = Hauptgemengteile NGT = Nebengemengteile, in [] sind die Umwandlungsprodukte angeführt.

Metagranite: HGT: Alkalifeldspat (stark klastischer Mikroklinperthit), Plagioklas [Serizit, Epidotminerale, vereinzelt Schachbrettalbit], Quarz (meist stark klastisch und rekristallisiert), Biotit [Chlorit]. NGT: Muskovit (zuweilen auch als HGT), Chlorit, Klinozoisit, $\pm$ Hornblende, $\pm$ Karbonat. Akzessorien: Zirkon, Apatit, Titanit, Rutil (als Sagenit), Orthit.

Chem. Analysen: siehe Tabelle 1, Nr. 1–5.

Serizit-Epidot-Chlorit-Gneiss: Weitgehend wie Metagranit, jedoch meist Chlorit an Stelle von Biotit. Alkalifeldspat tritt zurück oder fehlt ganz. Epidotminerale oft in bis 2 cm breiten Bändern und Schlieren angereichert.

2.1.2. Metadiorit

Der weitgehend homogene und massige Metadiorit weist lokal Übergänge zu Chloritgneissen auf. Intrusivkontakte zu den Bändergneissen sind nirgends mehr erhalten, doch zeigt die Kartierung, dass die Stoffgrenzen der Bändergneisse über ca. 600 m diskordant vom Metadiorit abgeschnitten werden.

Mineralbestand

HGT: Stark umgewandelter Plagioklas [Epidotminerale, Albit], braune Hornblende [blaugrüne bis farblose Amphibole, Chlorit]. NGT: Biotit [Chlorit, Leukoxen] und neugebildeter Klinozoisit, Chlorit, $\pm$ Muskovit. Akzessorien: Titanit, Rutil (oft makroskopisch als rotbrauner «Spickel» erkennbar), Quarz, Karbonat, Granat, Zirkon, Apatit, Erze (vor allem Pyrit und Ilmenit).

Chem. Analysen: Nr. 6.

2.1.3. Bändergneisse

Die Bändergneisse sind durch zahlreiche, mehr oder weniger parallel eingeschichtete und mitverfaltete Aplite und Pegmatite charakterisiert. Diese Gänge intrudierten im Süden ziemlich homogene Granat-Epidot-Biotit-Gneisse, im Norden dagegen eine intensive Wechsellagerung (mm- bis m-Bereich) von

Tabelle 1. *Chemische Analysen* (Gew. %)

Gesteinstyp: 1–5 Metagranite, 6 Metadiorit, 7 Amphibolit, 8–15 Bändergneisse, 16 retr. metam. Kinzigit (vgl. auch Kp. 2).
Lokalitäten siehe Tafel I.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
SiO ₂	61,6*)	59,88*)	61,55*)	62,55*)	68,66*)	49,25*)	49,87*)	58,55*)	58,53*)	45,6	59,6	66,1	58,1	53,9	56,0	67,15*)
TiO ₂	0,33	0,67	0,72	0,60	0,33	1,92	1,45	0,98	0,98	2,13	0,34	0,90	1,18	0,75	0,88	0,75
Al ₂ O ₃	19,3	17,5	17,6	16,3	15,2	16,1	19,0	17,7	18,3	9,8	12,9	13,9	17,8	21,1	16,6	16,3
Fe ₂ O ₃	1,5	2,7	1,4	2,4	1,5	2,7	2,5	2,1	2,6	1,5	0,4	0,95	2,65	1,65	1,4	0,9
FeO	2,1	3,5	4,0	3,5	1,8	8,0	6,4	4,7	5,3	11,5	5,8	5,45	4,0	3,7	5,75	3,5
MnO	0,04	0,01	0,06	0,09	0,04	0,14	0,09	0,12	0,05	0,16	0,12	0,07	0,10	0,12	0,15	0,10
MgO	0,9	1,2	0,8	2,4	0,5	6,0	5,6	1,4	1,1	10,3	9,1	3,8	2,5	4,4	5,7	1,8
CaO	2,4	2,4	1,4	5,3	1,5	9,2	6,6	4,2	3,6	12,45	5,5	2,0	6,2	7,7	8,1	1,4
Na ₂ O	5,2	5,0	5,2	4,0	5,0	3,2	4,6	5,6	5,4	0,2	2,2	3,0	4,8	4,3	3,0	2,3
K ₂ O	5,8	5,4	6,5	0,8	4,6	0,6	1,2	3,8	3,3	1,0	2,4	2,6	1,6	0,1	2,0	3,0
P ₂ O ₅	0,13	0,14	0,17	0,16	0,07	0,69	0,29	0,25	0,04	0,29	0,16	0,17	0,43	0,06	0,14	0,20
H ₂ O	0,7	1,6	0,6	1,9	0,8	2,2	2,4	0,6	0,8	2,2	1,2	1,1	0,8	2,1	0,2	2,6
Rb [ppm]	76	60	80	28	56	21	37	57	51	97,13**)99,72						
Sr [ppm]	142	107	51	300	101	353	450	263	555	100,04						
										100,16						
										99,88						
										99,92						

*) SiO₂-Werte auf 100% ergänzt.**) enthält etwas CO₂.

Tabelle 2. Die vier Einheiten des Südtails

	Tracciora-Decke	St.-Anna-Zone	Übergangszone	Mylonitzone (Seisti di Fobello e Rimella)
Mineralbestand	präalpine Minerale in Amphibolitfazies (meist 50–90 Vol.-%) Retrograd metamorphe Bildungen untergeordnet		alpine Neubildungen in Grünschieferfazies (meist > 95 Vol.-%) Vereinzelte Relikte der Amphibolitfazies	
Lithologie	vorwiegend Kinzigite daneben Amphibolite u. Kalksilikatmarmore Metagabbro SW A. Bach	vorwiegend Kinzigite daneben Amphibolite u. Kalksilikatmarmore kl. Ultramafitkörper bei A. Clievono	retrograd metam. Kinzigite untergeordnet Amphibolite u. Kalksilikatmarmore	mylonitisierte, retr. metam. Kinzigite untergeordnet Amphibolite u. Kalksilikatmarmore Metagranitoide
Kontakte	mit tektonischem Kontakt auf die übrigen drei Zonen aufgeschoben	Fließende Übergänge → Zunahme der Intensität der alpinen Deform. und retr. Met. →		
Einfallen der vorherrschenden Strukturen	flach nach NNW	55° nach NE resp. SW 40° nach NW	45° nach NW 0–40° nach NNE resp. SSW	45° nach NW 40° nach NNW

Amphiboliten und semipelitischen Gneissen, die kontinuierlich ineinander übergehen.

Gegen Norden treten die Aplite und Pegmatite allmählich zurück.

Mineralbestand

Granat-Epidot-Biotit-Gneiss: HGT: Plagioklas, Quarz, Epidotminerale, Biotit [Chlorit]. NGT: Pyrop-armer, Spessartin-Grossular-Almandin-Granat [Biotit und/oder Chlorit, Klinozoisit], Muskovit, $\pm$ Chlorit, $\pm$ Mikroklin, $\pm$ Karbonat, $\pm$ Aktinolith [Chlorit]. Akzessorien: Titanit, Leukoxen, Apatit, Zirkon, Erze (Ilmenit und Pyrit).

Chem. Analysen: Nr. 8 und 9.

Amphibolite: HGT: Plagioklas [Serizit, Epidotminerale], braune Hornblende (Relikt einer präalpinen Metamorphose?) [Aktinolith, Chlorit], Epidotminerale. NGT: Chlorit, Muskovit, Leukoxen, $\pm$ Quarz. Akzessorien: Zirkon, Apatit, selten Rutil.

Chem. Analysen: Nr. 10.

Semipelitische Gneisse: Enthalten Plagioklas [Serizit, Epidotminerale], Quarz, Biotit, Serizit, Chlorit und Epidotminerale in stark wechselndem Verhältnis (5–40%). Gelegentlich Aktinolith, selten Mikroklinperthit. Akzessorien: Apatit, Zirkon, Leukoxen, Pyrit.

Chem. Analysen: Nr. 11–15.

Es stellte sich die Frage, ob die Bändergneisse zur II. KDZ gehören könnten. Die meisten chem. Analysen zeigen aber signifikante Abweichungen von Al_2O_3 , CaO, MgO und Na_2O in bezug auf die Durchschnittschemismen der Kinzigite aus der Ivrea-Zone (zusammengestellt in SCHMID 1971). Ein weiterer Grund, die Bändergneisse nicht zur II. KDZ zu zählen, ist die Gesteinsassoziation. Gemeinsam mit den Kinzigiten der II. KDZ treten nämlich neben Amphiboliten immer Kalksilikatmarmore auf, ein Gesteinstyp, der in der zur Diskussion stehenden Serie vollständig fehlt.

2.2. SÜDTEIL (VORWIEGEND II. KDZ)

Der Südteil wurde auf Grund von Deformation, retrograder Metamorphose und Tektonik in vier Einheiten²⁾ gegliedert (vgl. Tab. 2 und Tafel I). Diese Einheiten werden ausschliesslich aus Gesteinen der II. KDZ aufgebaut. Eine Ausnahme bildet dabei die Mylonitzone, in der auch Metagranitoide auftreten.

Südöstlich der Mylonitzone, bei San Gottardo, sind entlang der Insubrischen Linie stark deformierte Kalkschiefer eingeschuppt (sog. Kalkschiefer von San Gottardo, Canavese-Mesozoikum?). Sie bestehen vorwiegend aus Calcit und untergeordnet auch aus Quarz, Dolomit und Muskovit.

Mineralbestand

Der angeführte Mineralbestand gilt für alle ausgeschiedenen Einheiten der II. KDZ. Doch ändert sich das Verhältnis zwischen den Mineralen der Amphibolitfazies und den Neubildungen der Grünschieferfazies von Zone zu Zone.

²⁾ Den hier eingeführten Namen ist nur lokale Bedeutung beizumessen.

Der Mineralbestand in Amphibolitfazies zeigt strenge Analogie zu jenem der Ivrea-zone (vgl. SCHMID 1967).

Für die Mineralogie der Mylonitzone sei auch auf PORADA (1967), sowie auf Tabelle 4 verwiesen.

Kinzigite: HGT: Quarz, Plagioklas [Serizit, Albit, Epidotminerale], Pyrop-Almandin-Granat [Serizit, Chlorit, Biotit? oder Oxychlorit?, Grossular-Almandin-Granat], Biotit [Chlorit] mit rotbraunem Pleochroismus. NGT: zuweilen Sillimanit [Serizit] in stark wechselnden Mengen, sowie sehr selten auch Mikroklin [vermutlich meist ganz zu Serizit umgewandelt]. Akzessorien: Orthit, Zirkon, Apatit, Titanit, Graphit, Erze.

Chemische Analysen: Nr. 16.

Amphibolite: HGT: Plagioklas [Serizit, Albit, Epidotminerale], braune Hornblende [Aktinolith, Chlorit]. NGT: $\pm$ Granat, Biotit [Chlorit]. Akzessorien: Erz, Zirkon, Apatit.

Chemische Analysen: Nr. 7.

Kalksilikatmarmore: je nach Karbonatgehalt, grosse Variation der Mengenverhältnisse von Quarz, Calzit, Epidotmineralien, Aktinolith, $\pm$ Diopsid, Granat, Muskovit, Biotit, Plagioklas, Apatit, Titanit, Graphit, Erz.

Metagabbro (nur Tracciora-Decke): HGT: Ortho- und Klinopyroxen, Plagioklas. NGT: $\pm$ braune Hornblende, $\pm$ Biotit. Akzessorien: Zirkon, Ilmenit, Magnetit. Für weitere Daten siehe BELLENTANI und BERTOLANI (1969).

Bemerkungen zur Tracciora-Decke

Die Tracciora-Decke liegt mit einem scharfen tektonischen Kontakt auf der übrigen II. KDZ (Foto 2) und stellt nach unserer Meinung überschobenes Ivreamaterial dar, welches eine Klippe innerhalb der Sesia-Zone bildet. Denselben Schluss zogen auch CARRARO et al. (1970) für andere Teile der II. KDZ. Im untersuchten Gebiet muss demnach zwischen einer autochthonen und einer allochthonen II. KDZ unterschieden werden.

Der von Gesteinsgrus begleitete Überschiebungshorizont schneidet in unserem Gebiet die alpine Schieferung diskordant ab. Weiter im SW, wo die allochthone II. KDZ und ihre Unterlage («Gneiss Sesia») eine Synform bilden, verläuft die dominierende Schieferung dagegen konkordant zur Kontaktfläche.

Unmittelbar nördlich der Tracciora-Decke stehen stark deformierte Metagranitoide an. In diese sind Granat-Biotit-Gneisse und Amphibolite eingeschaltet, deren Stellung noch unklar ist (vgl. Tafel I).

3. Strukturen

Das untersuchte Gebiet wurde von mehreren Deformationsphasen überprägt, wobei jedoch einzelne Teile verschont blieben.

Die wichtigsten Daten sind in den Gefügediagrammen auf Tafel I zusammengestellt. Die Achsenebenen wurden nicht eingetragen, da sie in der Regel mit den s-Flächen übereinstimmen. Einzig in der Übergangszone fallen sie durchschnittlich 10° steiler nach NW ein als die entsprechenden s-Flächen.

3.1. PRÄALPINE STRUKTUREN

Diese Strukturen herrschen in der *Tracciola-Decke* und in der *St.-Anna-Zone* vor und wurden während der Metamorphose in Amphibolitfazies geprägt (Tafel I, Diagramme 4 und 5). Interferenzstrukturen zeigen, dass diese präalpine Deformation wenigstens zwei Phasen aufweist.

Bemerkenswert ist auch, dass die Planaren der St.-Anna-Zone quer zum allgemeinen Verlauf der Sesia-Zone streichen.

3.2. ALPINE STRUKTUREN

Im *Nordteil*, in der *Übergangszone* und in der *Mylonitzone* dominieren alpin gebildete Strukturen mit parallel zu den Schieferungsflächen eingeregelter Mineralen der Grünschieferfazies.

Im *Nordteil* und in der *Übergangszone* zeigen wiederum verfaltete Falten, dass auch die alpine Deformation wenigstens zwei Phasen zählt. Die Faltenachsen der beiden Phasen schliessen dabei einen Winkel von 50–70° miteinander ein. In den Metagraniten konnte nur noch die jüngere der beiden Phasen mit Sicherheit festgestellt werden. Die Achsen derselben fallen mit 0–40° nach NNE resp. SSW ein.

Zwischen *Alpe Motte* und dem *Riale-Pass* bildet ein steil nach NW einfallendes Crenulation-Clivage das jüngste, durchgreifende Element.

In der *Mylonitzone* (vgl. Tafel I, Diagramm 2) tauchen die Faltenachsen und die von Zerrklüften begleiteten Elongationslineare mit ca. 40° nach NNW ein. Die Altersbeziehung zwischen diesen Achsen und den flach nach NNE resp. SSW einfallenden Achsen der Übergangszone konnte bisher noch nicht geklärt werden.

Eine detaillierte Analyse der Deformation der Mylonitzone gibt JOHNSON (1972), der den Abschnitt nordöstlich des Val d'Ossola untersucht hat.

4. Granatuntersuchung

Einen ersten Hinweis über den Chemismus gaben uns die Gitterkonstanten (Debye-Scherrer-Kamera) und die Brechungsindizes (einfache Immersionsmethode). Anschliessend wurden ausgewählte Proben mit der Elektronenmikrosonde untersucht.

Die Daten sind im Winchell-Diagramm (Fig. 1) sowie in Tab. 3 und Fig. 2 zusammengefasst.

Die Profile durch Granate (Fig. 2) aus nicht bis stark retrograd metamorphen Kinzigiten zeigen zwei Granatgenerationen, einen Pyrop-Almandin-reichen Altbestand der Amphibolitfazies und Grossular-Almandin-reiche Neubildungen der Grünschieferfazies. Bemerkenswert ist, dass die Neubildungen einen

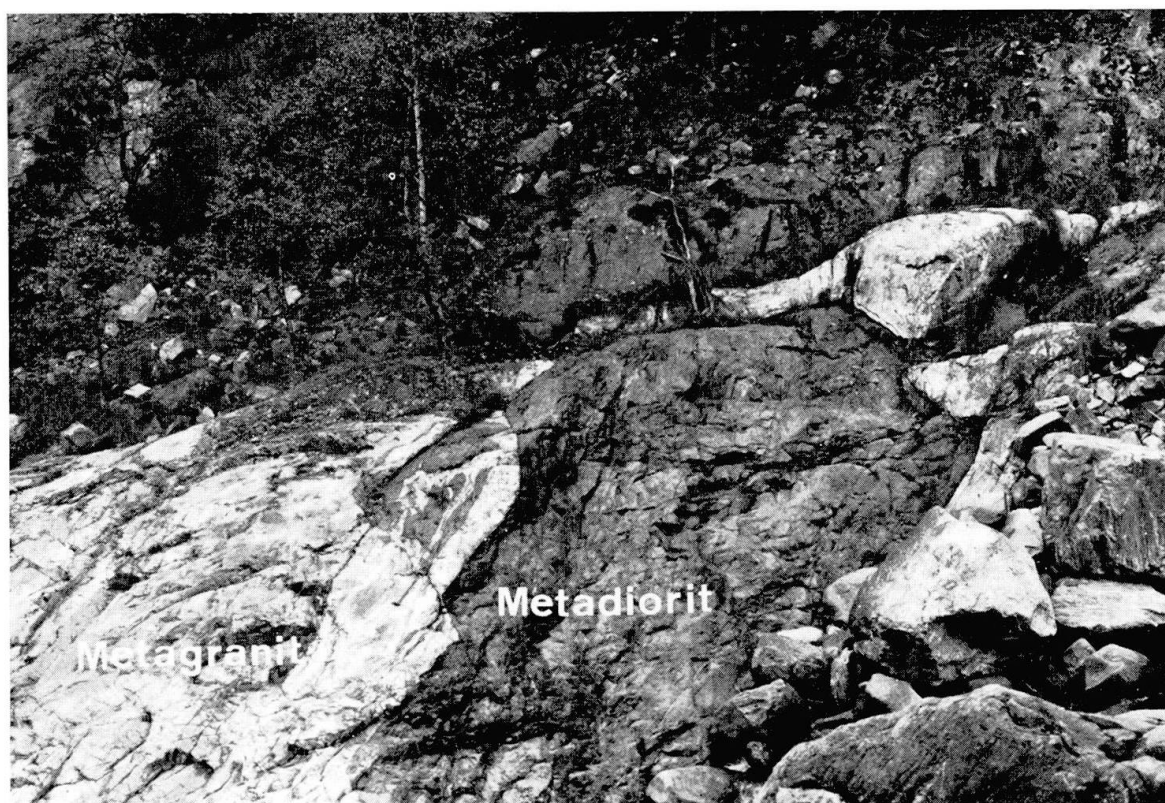


Foto 1 Granitapophysen im Metadiorit (unteres Val Segnara).



Foto 2 Tektonischer Kontakt zwischen der Tracciora-Decke (allochthone II. KDZ) und der Zone von St. Anna, der Mylonit- und Übergangszone (autochthone II. KDZ). Blick von der Corno del Sole Richtung Süden.

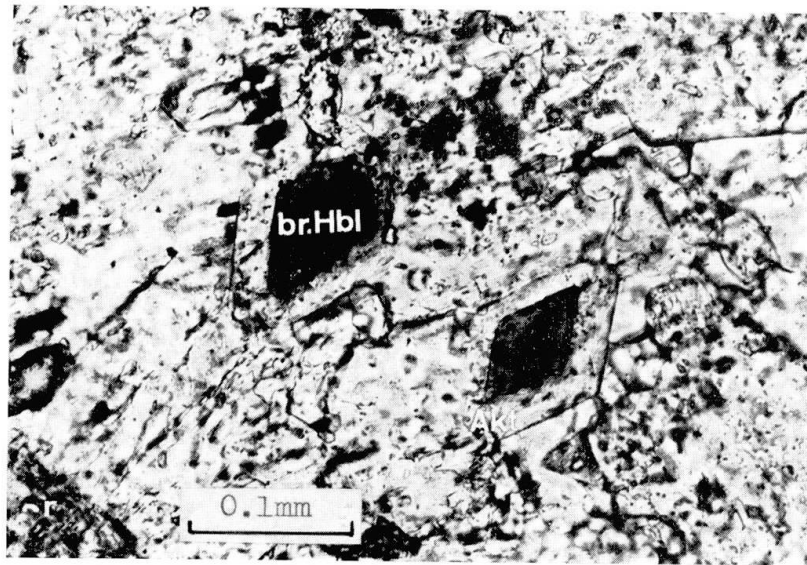


Foto 3

Reliktische braune Hornblende mit Aktinolith-Saum in Mafitit (Übergangszone).

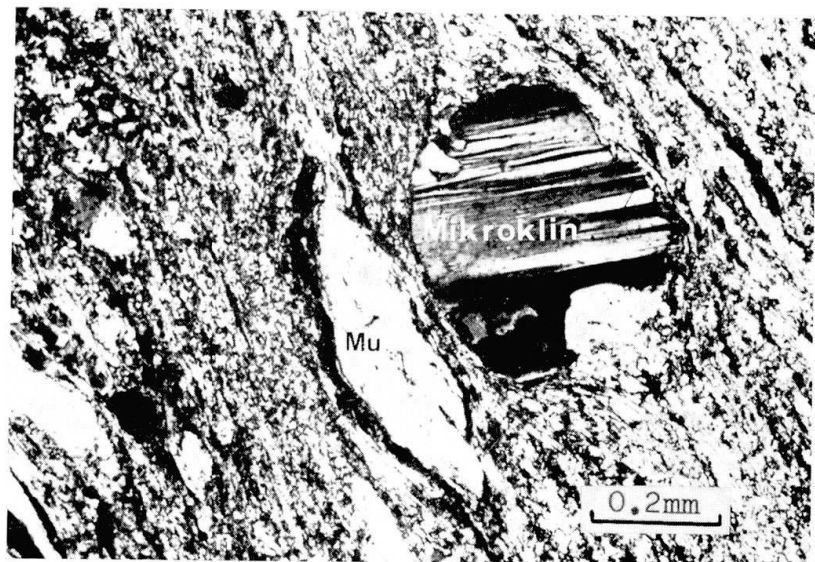


Foto 4

Hellglimmerklasten neben feinschuppigen und eingeregeltten Hellglimmern (Mylonitzone).

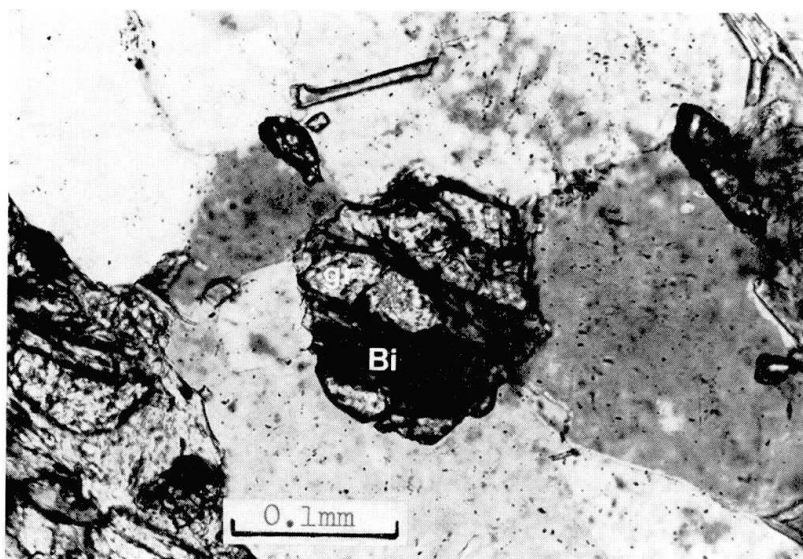
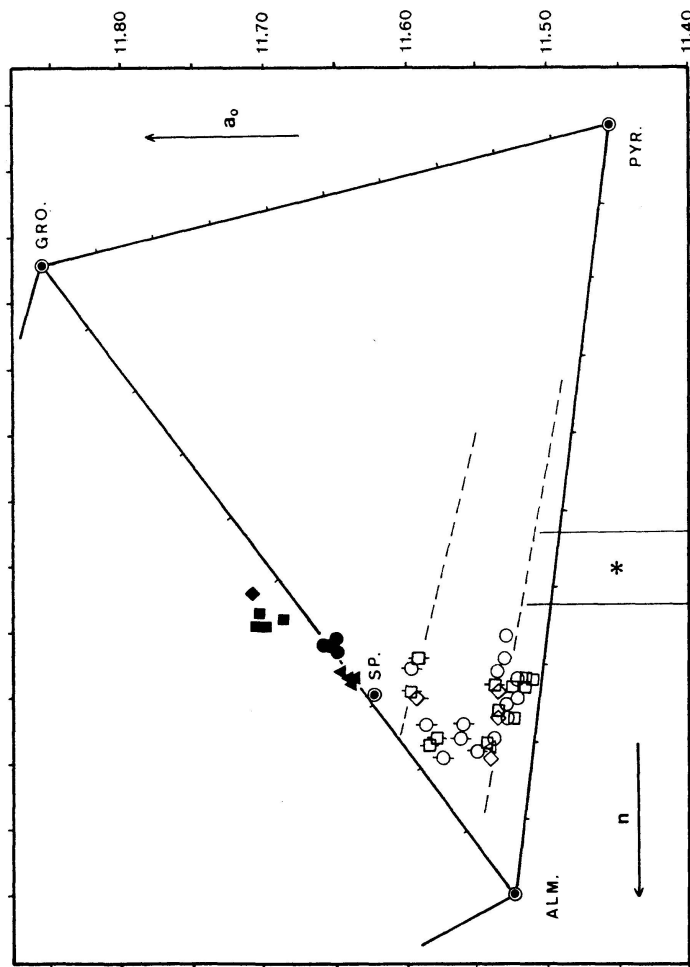


Foto 5

Spessartin-Grossular-Almandin-Granat (alpine Neubildung) wandelt sich zu Biotit um (Bändergneisse).

Fig. 1. Variation der Brechungsindizes n und der Gitterkonstanten a_0 von Granaten, dargestellt im WINCHELL-Diagramm.

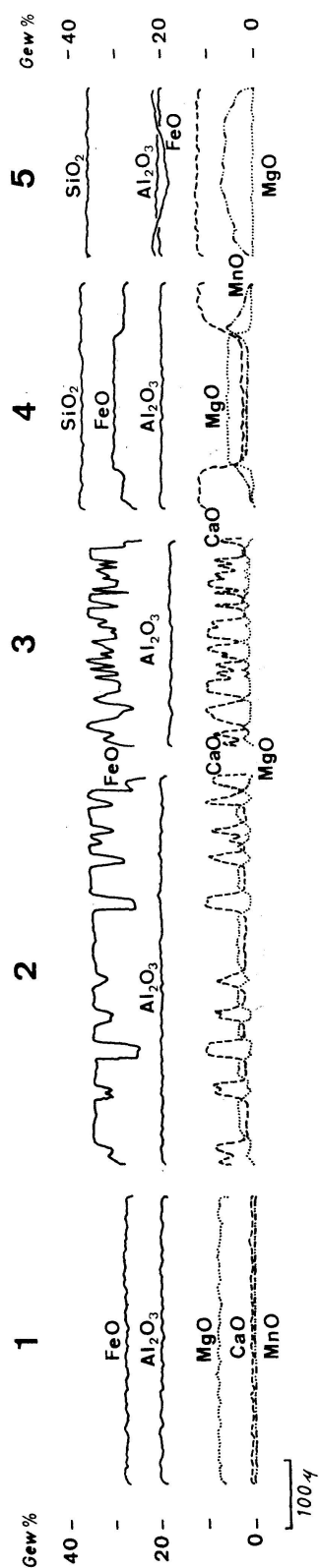
1-4: Präalpine Granate der Amphibolitfazies aus Metapeliten der II. KDZ.
1 der Mylonitzone, 2 der Übergangszone, 3 der St.-Anna-Zone, 4 der Tracciora-Decke.
5-7: Präalpine Granate der Amphibolitfazies aus Mafititen der II. KDZ.
5 der Übergangszone, 6 der St.-Anna-Zone, 7 der Tracciora-Decke.
8-11: Alpine Granate der Grünschieferfazies aus dem Nordteil des Gebietes.
8 aus Granitgneissen, 9 aus Metadioriten, 10 aus Bändergneissen, 11 Granat auf Kluftfläche.
-- Mittlere Variationsgerade der Granate aus Metapeliten resp. Mafititen der Ivrea-Zone (nach SCHMID 1966).
[*] Variationsbereich der Brechungsindizes von Granaten aus Metagabbros des oberen Val Mastallone (NW-Rand der Ivrea-Zone, nach PORADA 1967).



- 1 = Δ 2 = $\diamond$ 3 = $\circ$ 4 = $\square$ 5 = $\diamond$ 6 = $\circ$ 7 = $\square$ 8 = $\bullet$ 9 = $\triangle$ 10 = $\blacksquare$ 11 = $\blacklozenge$

Fig. 2. Profile durch Granate aus Metapeliten der II. KDZ.

1 präalpiner Granat, vollständig erhalten, 2 und 3 fleckenhafte Umwandlung des präalpinen Granates, 4 präalpiner Granat mit Anwachsrind (selten), 5 vollständige Neubildung von alpinem Granat.



Tab. 3. *Quantitative Bestimmung der Granatchemismen (Mol. %) aus verschiedenen Gesteinstypen*

	Almandin*)	Pyrop	Grossular	Spessartin
Kinzigite:				
Altbestand	66–62	23–35	6– 2	5– 1
Neubildungen	60–64	3	29–31	8– 2
Granat-Epidot-Biotit-Gneiss	46–43	4– 2	38–42	10–15
Metagranit	49–46	4– 2	31–33	16–19
Metadiorit	63–56	4– 2	27	8–13

*) Fe_{tot} als FeO berechnet.

leichten Zonarbau aufweisen, wobei Mn gegen den Rand abnimmt und durch Ca oder Fe ersetzt wird. Die Granate der Amphibolitfazies beschränken sich auf die II. KDZ.

Im untersuchten Gebiet liessen sich keine Gradienten feststellen. Weder das Mg : Fe-Verhältnis der Granate, noch das modale Verhältnis von Granat/Granat + Biotit aus Kinzigiten der Paragenese Quarz, Plagioklas, Granat, Biotit, Sillimanit, $\pm$ K-feldspat, Graphit und Erz zeigen eine systematische Variation. BERTOLANI (1971), der ein grösseres Gebiet der II. KDZ untersuchte, konnte dagegen eine Zunahme der Metamorphose in Amphibolitfazies von Süden nach Norden feststellen.

5. Ergebnisse

5.1. METAMORPHOSEN

5.1.1. Präalpine Metamorphose in Amphibolitfazies

Die Metamorphose in Amphibolitfazies wurde nur in der II. KDZ beobachtet. In den Bändergneissen des Nordteiles liessen sich keine sicheren Relikte dieser Metamorphose finden (vgl. aber REINHARDT 1966). Sowohl in der autochthonen II. KDZ als auch in der Tracciora-Decke fehlt Muskovit in den Kinzigiten und Pyroxen in den Amphiboliten. Ortho- und Klinopyroxen treten einzig im Metagabbro der Tracciora-Decke auf. Die Kontakte dieses Metagabbros zur restlichen Decke sind jedoch tektonisch.

Das präalpine Alter der Metamorphose in Amphibolitfazies ist in anderen Teilen der II. KDZ radiometrisch belegt. Bestimmungen an Biotiten ergaben Werte von 180 mio a, die als Abkühlungsalter interpretiert werden (DAL PIAZ et al. 1972, HUNZIKER in Vorbereitung).

5.1.2. Phasen der Metamorphose in Grünschieferfazies (alpine Metam.)

Reliktische Minerale (Foto 3) und Pseudomorphosen zeigen, dass diese Metamorphose jünger ist als jene in Amphibolitfazies.

Im grossen gesehen ist in den Metapeliten und Metagranitoiden im Südteil Chlorit stabil, während im Nordteil Biotit neben Chlorit auftritt. Im einzelnen

zeigt sich aber, dass auch unter den Mineralen der Grünschieferfazies keine Gleichgewichte herrschen. So treten in der Mylonitzone zwei Generationen Hellglimmer auf. Die ältere Generation bildet grosse Klaster (Foto 4), die jüngere ist dagegen feinschuppig und eingeregelt. Im selben Gefüge tritt ganz selten auch brauner Biotit (ohne Titanit-Ausscheidungen, wie sie für den präalpinen Biotit so typisch sind) als Klast auf. Stilpnomelan wurde dagegen nach der Mylonitisierung gebildet. Ferner wandelt sich in den Bändergneissen des Nordteiles neugebildeter Spessartin-Grossular-Almandin-Granat zu Biotit und Chlorit um (Foto 5).

Diese Beobachtungen zeigen, dass sich vermutlich zwei Phasen der Metamorphose in Grünschieferfazies überlagern. Ausser in der Mylonitzone (vgl. Tab. 4) sind wir jedoch nicht in der Lage, die Minerale der Grünschieferfazies eindeutig einer dieser Phasen zuzuordnen. Immerhin zeigt sich, dass im Südteil die ältere Phase wahrscheinlich höher temperiert war (Biotit-Zone) als die jüngere Phase (Chlorit-Zone). Das heute vorherrschende Bild, Chlorit im Süden, Biotit und Chlorit im Norden, ist das Ergebnis der jüngeren Phase.

In Anlehnung an DAL PIAZ et al. (1972) nehmen wir für die ältere Phase der Metamorphose in Grünschieferfazies frühalpines (60–90 mio a), für die jüngere Phase lepontisches (ca. 40 mio a) Alter an.

5.2. SCISTI DI FOBELLO E RIMELLA (= MYLONITZONE)

Die Scisti di Fobello e Rimella sind Mylonite, die längs der Insubrischen Linie auftreten und den Südostrand der Sesia-Zone bilden. In unserem Gebiet beobachtet man einen kontinuierlichen Übergang der Scisti di Rimella e Fobello zur Übergangszone und zu den Kinzigiten und Amphiboliten der St.-Anna-Zone. Dabei nimmt die Intensität der alpinen Deformation und der retrograden Metamorphose in Richtung der St.-Anna-Zone kontinuierlich ab.

Innerhalb der Mylonitzone finden sich neben den vorherrschenden Gesteinen der II. KDZ auch Metagranitoide, welche teilweise von der Mylonitisierung verschont blieben. Die mikroskopische Untersuchung der Mylonite zeigte neben Relikten des präalpinen Mineralbestandes der II. KDZ auch häufig unzersetzte Mikroklinklasten, die aus diesen Metagranitoiden stammen. (Mikrokline aus Kinzigiten sind dagegen sehr selten und stets stark zersetzt.)

Die Scisti di Fobello e Rimella werden also an ihrer Typuslokalität nicht nur von mylonitisierten Metamorphiten der II. KDZ, sondern auch von Metagranitoiden aufgebaut. Gleiche Verhältnisse haben wir auch im Becken von Campello Monti angetroffen³⁾, während nordöstlich des Val d'Ossola mylonitisierte Paragneisse und Metadiorite vorherrschen (südliche Phyllonit-Zone von REINHARDT 1966).

³⁾ Vergleiche dagegen BERTOLANI (1964) und PORADA (1967).

Damit kommen wir zum Schluss, dass nicht die Lithologie, sondern die Deformation das charakteristische Merkmal der Scisti di Fobello e Rimella ist.

Tab. 4. *Beziehung zwischen Mineralwachstum und Deformation in der Mylonitzone*

Minerale	Klasten und Relikte	geregelt	Wachstum nach der Deformation	Bemerkung
Granat (Pyrop-Almandin-reich)	+			Relikte aus Kinzigiten, II. KDZ
Biotit	+			
Plagioklas	+			
Graphit	+			
Braune Hornblende	+			Relikte aus Amphiboliten, II. KDZ
Diopsid	+			Relikte aus Kalksilikatismarmoren, II. KDZ
Mikroklin	+			Relikte aus Metagranitoiden
Hellglimmer	+			frühalpine Metamorphose
Biotit	+			
Hellglimmer		+		lepontische Metamorphose
Chlorite		+		
Minerale der Epidotgruppe		+		
Albit		+		
Quarz		+		
Aktinolith		+		
Stilpnomelan			+	

Tab. 4 zeigt die Beziehung zwischen Mineralwachstum und Deformation. Die Mylonitisierung ist jünger als die frühalpine Phase der Metamorphose, da die frühalpinen Glimmer als Klasten vorliegen. Andererseits muss die Bildung der Mylonite älter oder gleich alt sein wie die lepontische Phase, da die Minerale dieser Phase wohl eingeregelt, jedoch nicht mehr penetrativ deformiert sind.

5.3. DIE INSUBRISCHE LINIE

Der genaue Verlauf der Insubrischen Linie ist in unserem Gebiet sehr problematisch. Auf unserer Kartenskizze haben wir die Grenze zwischen alpin metamorphen Zonen (Mylonitzone und Kalkschiefer von San Gottardo) und alpin nicht metamorphen Gebieten (Ivreazone) als Insubrische Linie bezeichnet. Für detaillierte Angaben über den Verlauf und den tektonischen Aufbau der Gebiete beiderseits der Linie ist aber die Arbeit von AHRENDT (in Vorbereitung) abzuwarten.

An der Insubrischen Linie ist ein Sprung der präalpinen Metamorphose wahrscheinlich. Im Gegensatz zu den Mafititen des untersuchten Teils der autochthonen II. KDZ führen nämlich die entsprechenden Gesteine der Ivrea-zone knapp jenseits der Insubrischen Linie Ortho- und Klinopyroxen, sowie Granate mit höheren Mg : Fe-Verhältnissen (CAPEDRI 1971). Zudem schwankt das modale Verhältnis von Granat/Granat + Biotit in den Kinzigiten der autochthonen II. KDZ zwischen 0,4 und 0,6, während auf der gegenüber liegenden Seite der Linie Werte von 0,8 auftreten.

Die an der Insubrischen Linie fehlenden Gesteinsserien dürften als Klippen auf der Sesia-Zone (Tracciora-Decke und andere) und in der Dt.-Blanche-Decke (Valpelline-Serie) vorliegen.

Verdankungen

Prof. A. Gansser und PD R. Schmid leiteten unsere Diplomarbeiten. J. Sommerauer führte die Mikrosondenanalysen aus, während R. Heusser sechs Proben nasschemisch analysierte. Dr. J. Hunziker und Prof. V. Trommsdorff besorgten die Durchsicht des Manuskriptes und Prof. G. V. Dal Piaz und PD A. G. Milnes übersetzten die Zusammenfassung ins Italienische resp. Englische.

All den Obgenannten danken wir herzlich für ihre Hilfe.

Literaturverzeichnis

- AHRENDT, H. In Vorbereitung.
- BELLENTANI, M., BERTOLANI, M. (1969): Le rocce gabbriiche dell'alta Valsesia. Rend. Soc. Ital. di Mineral. e Petrol. 25.
- BERTOLANI, M. (1964): Le metamorfiti dell'Alta Valle Strona (Provincia di Novara). Period. Mineral. 33.
- (1971): La petrografia della cosiddetta seconda zona kinzigitica nella alte valli del Mastallone e del Sermenza (Valsesia). Rend. Soc. Ital. di Mineral. e Petrol. 27.
- CAPEDRI, S. (1971): Sulle rocce della formazione basica Ivrea-Verbano. 2. Petrografia delle granuliti e rocce derivate affioranti nella Val Mastallone (Vercelli) e loro evoluzione petrogenetica. Mem. Soc. Geol. Ital. 10.
- CARRARO, F., DAL PIAZ, G. V., SACCHI, R. (1970): Serie di Valpelline e II Zona Diorito-Kinzigitica sono i relitti di un ricoprimento proveniente dalla Zona Ivrea-Verbano. Mem. Soc. Geol. Ital. 9.
- DAL PIAZ, G. V., HUNZIKER, J. C., MARTINOTTI, G. (1972): La Zona Sesia-Lanzo e l'evoluzione tettonico-metamorfica delle Alpi nordoccidentali interne. Mem. Soc. Geol. Ital. 11.
- HUNZIKER, J. C. (in Vorbereitung): Rb-Sr and K-Ar Age Determination and the Alpine Tectonic History of the Western Alps.
- JOHNSON, M. R. W. (1973): Displacement on the Insubric Line. Nature Physic. Sc. 241/110.
- PORADA, H. (1967): Zur Deutung der «Rimella-Schiefer». N. Jb. für Geol. und Paläont. Abh. 128/3.
- REINHARDT, B. (1966): Geologie und Petrographie der Monte-Rosa-Zone, der Sesia-Zone und des Canavese im Gebiet zwischen Valle d'Ossola und Valle Loana (Prov. di Novara, Italien). Schweiz. Mineral. Petrogr. Mitt. 46/2.

- SCHMID, R. (1966): Granatchemismus als Indikator des Metamorphosegrades in der Zone Ivrea-Verbano (Norditalien). Schweiz. Mineral. Petrogr. Mitt. 46/2.
- (1967): Zur Petrographie und Struktur der Zone Ivrea-Verbano zwischen Valle d'Ossola und Val Grande (Prov. di Novara, Italien). Schweiz. Mineral. Petrogr. Mitt. 47/2.
- (1971): Substitution von Biotit durch Granat und "Degranitisation" in granulitischen Paragneissen der Ivrea-Zone (N-Italien). Habilitationsschrift Depos. Hauptbibliothek ETH Zürich.
- WINCHELL, H. (1958): The composition and physical properties of garnet. Am. Mineral. 43.

Geologische Karten

- Carta geologica delle Alpi nord-occidentali 1 : 200 000 (HERMANN, F., 1937).
- Carta geologica d'Italia 1 : 100 000. Bl. Domodossola (1913), Bl. Varallo (1927).

Manuskript eingegangen am 25. Januar 1974.

Kartenskizze und Profil durch die Sesiazone zwischen Rimella und Molini (Norditalien)

