

**Zeitschrift:** Eclogae Geologicae Helvetiae  
**Herausgeber:** Schweizerische Geologische Gesellschaft  
**Band:** 82 (1989)  
**Heft:** 2

**Artikel:** Vulkanoklastisches Perm im Kontakthof des NW-Adamellobatholith (Provinz Brescia, Norditalien)  
**Autor:** Imbach, Thomas  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-166388>

#### 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:** 29.01.2026

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

# Vulkanoklastisches Perm im Kontakthof des NW-Adamellobatholith (Provinz Brescia, Norditalien)

Von THOMAS IMBACH<sup>1)</sup>

## ZUSAMMENFASSUNG

Grobklastische Serien und Vulkanite des Perm im Baitone-Gebiet (NW-Adamellobatholith, Italien) lassen sich mit permischen Abfolgen der südlichen Brescianer Alpen korrelieren.

Am Corno delle Granate sind kontaktmetamorph überprägte Sedimente im stratigraphischen Kontakt zum Grundgebirge aufgeschlossen. Folgende, zunehmend jünger werdende Lithologien werden beobachtet: (a) Eine 20 m mächtige vulkanische Serie setzt sich aus Ignimbriten und Aschentuffen zusammen. (b) Darauf folgt ein 50 m mächtiges tuffitisches Konglomerat mit grobklastischen Komponenten bis zu 1,5 m Durchmesser. (c) Ein 15 m mächtiger Quarzporphyr setzt die Abfolge fort. Im Dach dieser Serie belegen «pedogenic nodules» eine Sedimentationslücke. (d) Darüber folgen quarzreiche Konglomerate, die kontinuierlich in Sande und Silte übergehen.

Aufgrund lithostratigraphischer Charakteristika und XRF-Analysen der Vulkanite entspricht die Abfolge (a)–(d) folgenden Formationen des südalpinen Perm: (a) 20 m = «Vulcaniti di Collio», (b) 50 m = «Conglomerato del Dosso dei Galli»; (c) 10–15 m = «Vulcaniti di Auccia»; (d) 110 m = «Arenaria di M. Mignòlo».

Faziesanalysen belegen als Ablagerungsraum des «Conglomerato del Dosso dei Galli» den proximalen Bereich eines Alluvialfächers mit Schüttungen aus einer im SSW gelegener Hochzone. Die vollständige Sedimentabfolge am Corno delle Granate, besonders das Auftreten der «Vulcaniti di Auccia», zeigt, dass eine Verbindung mit dem Sedimentationsraum der südlichen Brescianer Alpen bestand. Die Paläo-Hochzone muss folglich gegen Osten begrenzt gewesen sein, was schon DE SITTER & DE SITTER-KOOMANS (1949) postulierten.

## RIASSUNTO

I depositi clastici a grana medio-grossa che affiorano nella regione del Baitone (settore nordoccidentale del Massiccio dell'Adamello, Italia) possono essere correlati con le sequenze permiane delle Alpi Bresciane meridionali. Nella zona del Corno delle Granate questi depositi sono in contatto stratigrafico con il basamento cristallino e sono caratterizzati da una sovraimpronta termometamorfica prodotta dall'intrusione del batolite terziario dell'Adamello. Dal basso all'alto si osserva la seguente successione lithologica: (a) una sequenza vulcanica basale, spessa 20 m, formata da ignimbriti e tufi; (b) 50 m di brecce tufacee a grana molto grossa, con elementi che possono raggiungere il diametro di 1,5 m; (c) 15 m di porfidi quarziferi, al cui tetto si osservano noduli pedogenetici che testimoniano una pausa dei processi di sedimentazione; seguono, al di sopra, (d) depositi conglomeratici ricchi in quarzo che passano gradualmente ad arenarie e siltiti.

I caratteri litostratigrafici e geochimici delle sequenze clastiche e vulcaniche del Corno delle Granate consentono le seguenti correlazioni con le formazioni permiane delle Alpi meridionali: (a) 20 m = Vulcaniti di Collio; (b) 50 m = Conglomerato del Dosso dei Galli; (c) 10–15 m = Vulcaniti di Auccia; (d) 110 m = Arenaria di M. Mignòlo.

In base all'analisi di facies i depositi clastici del Permiano inferiore sono riferibili ad un ambiente di sedimentazione prossimale ad un conoide alluvionale. La loro sorgente è costituita verosimilmente da un altopiano situato a SSW dell'area in esame. La successione stratigrafica completa al Corno delle Granate, in particolare la presenza delle Vulcaniti di Auccia, prova il legame con l'ambiente di sedimentazione delle Alpi Bresciane meridionali. L'altopiano era di conseguenza limitato verso Est, ipotesi già prospettata de DE SITTER & DE SITTER-KOOMANS (1949).

<sup>1)</sup> Institut für Mineralogie und Petrographie, ETH-Zentrum, 8092 Zürich.

## ABSTRACT

A Permian sequence of clastic and volcanic rocks from the Baitone area (NW-Adamello Batholith, Italy) is correlated with the Permian sequences of the southern Brescian Alps.

Contact-metamorphic sediments are exposed at the Corno delle Granate where they are directly overlying the basement. The following rock units are distinguished in stratigraphic ascending order as follows: (a) A volcanic sequence of about 20 m of ignimbrites and ash tuffs. (b) These volcanic rocks are overlain by a tuffaceous conglomerate of 50 m consisting of coarse pebbles up to 1.5 m in diameter. (c) A quartz porphyry of 15 m follows above the tuffaceous conglomerate. (d) The sequence terminates with pedogenic nodules which indicate a gap in sedimentation. This hiatus is overlain by a fining upward sequence of quartzrich conglomerates, sands and silts.

With regard to lithostratigraphic characteristics and XRF analyses on the volcanic rocks the sequence (a)–(d) is correlated with the following Permian formations in the southern Alps: (a) 20 m = "Vulcaniti di Collio", (b) 50 m = "Conglomerato del Dosso dei Galli"; (c) 10–15 m = "Vulcaniti di Auccia"; (d) 110 m = "Arenaria di M. Mignolo".

The depositional environment of the "Conglomerato del Dosso dei Galli" is deciphered from facies analysis to be the proximal part of an alluvial fan with a sediment source in the SSW. The complete sequence of the Corno delle Granate area, especially the occurrence of the "Vulcaniti di Auccia", points to the existence of a direct connection with the sedimentary basin of the southern Brescian Alps. The terrestrial source area of the conglomerates, therefore, has been limited in eastward extension as already postulated by DE SITTER & DE SITTER-KOOMANS (1949).

## Geologischer Überblick

DE SITTER & DE SITTER-KOOMANS (1949) erarbeiteten in den südalpinen Bergmasker Alpen eine Isopachen-Karte der Collio Formation und wiesen durch das direkte Aufliegen des «Verrucano Lombardo» auf dem Grundgebirge die Existenz der Camonica-Hochzone nach. Der Unterteilung der «Formazione di Collio» in eine vulkanische Fazies und eine nicht vulkanische Fazies durch oben erwähnte Autoren fügten CASATI & GNACCOLINI (1965) mit der Definition der grobklastischen «Formazione del Ponteranica» ein zeitliches Äquivalent zu den Tonen und sandigen Tonen der Collio Formation hinzu. Neuere sedimentologische und strukturelle Analysen ermöglichen die Rekonstruktion der Ablagerungsräume im frühen Perm (CADEL 1986; CASSINIS et al. 1986). Im Hangenden der Collio Formation definiert der «Verrucano Lombardo» das späte Perm (DOZY & TIMMERMAN 1935). Diese Einheit liegt im Westen disjunkt auf den «Conglomerati del Ponteranica» (CASATI & GNACCOLINI 1967).

Die Sedimentabfolgen der Brescianer Alpen und der Val Camonica variieren stark in den detritischen Sedimenten des frühen Perm. So liegen auf den charakteristischen basalen Vulkaniten einerseits feindetritische Sedimente der «Formazione di Collio» (ARDIGÒ 1951) und grobklastische Gesteine der «Formazione del Dosso dei Galli» (CASSINIS 1966a, 1969a) anderseits grobdetritische Gesteine der «Formazione della Val Daone» (BRACK et al. 1985; CASSINIS & PEYRONEL PAGLIANI 1976). Die in der Val Camonica und im Westen der Brescianer Alpen weit verbreiteten «Vulcaniti di Auccia» werden von CASSINIS (1968b, 1969b) dem frühen Perm zugeordnet.

Der darauffolgende «Arenaria di M. Mignolo» (CASSINIS 1966b, 1968a) und dessen Äquivalente «Verrucano Lombardo» und «Grödener Sandstein» sind über die ganzen Südalpen verteilt (ASERETO et al. 1973; WOPFNER 1984).

Aufgrund der Sedimentabfolgen ist die Paläostruktur des Perm in den oben erwähnten Gebieten gut bekannt (WOPFNER 1984; CASSINIS 1985). Die tertiäre Intrusion des Adamello (CALLEGARI 1985, und darin zitierte Literatur) schneidet erkannte Strukturen, wie Orobisches Becken und Camonica-Hochzone, in ihrer östlichen Fortsetzung ab. Von grosser Bedeutung für die Rekonstruktion der Paläostruktur sind daher die Sedimentabfolgen am Westrand und im Dach der Intrusion. Die wichtigsten Auf-

schlüsse befinden sich von Norden nach Süden am Corno delle Granate, an der Cima di Coppa, am M. Foppa und am Lago d'Arno. Diese Lokalitäten wurden durch SALOMON (1894, 1895, 1908–10), LORENZONI (1955), ZANETTIN (1956), MOTTANA & SCHIAVINATO (1973), MASSARI & CADEL (1979) und RIKLIN (1985) bearbeitet.

Da die Gesteine kontaktmetamorph überprägt sind, wurden sie meist nur petrographisch untersucht.

Die kontaktmetamorphen Sedimente am Corno delle Granate (Fig. 1), welche Gegenstand dieser Arbeit sind, wurden in folgenden Arbeiten erwähnt. SALOMON (1908–10, 1928), GOTTFRIED (1930), DAL PIAZ (1940), SCHIAVINATO (1951), MOTTANA & SCHIAVINATO (1973), RIKLIN (1983, 1985) und BRACK (1984).

## Problemstellung

Geologie und Petrographie des Baitone-Gebietes wurden im Rahmen einer ETH-UNIV.-Diplomarbeit von CEREGHETTI (1988), MOK (1988) und IMBACH (1988) studiert.

Die Sedimente am Corno delle Granate sind kontaktmetamorph überprägt. Durch die Kontaktmetamorphose ( $T_{\text{max.}} = 740^{\circ}\text{C}$ ,  $P = 3 \text{ kbar} \pm 1 \text{ kbar}$ , MOK 1988) wurden Sedimentstrukturen hervorgehoben und der ursprüngliche Korndurchmesser grob-klastischer Gesteine ist gut ersichtlich, obwohl die Gerölle vollständig rekristallisierten. Dies ermöglicht, sedimentologische Parameter direkt in Metasedimenten zu messen.

Die Profile B, C und D, deren Lage in Fig. 1 dargestellt ist, werden durch tektonische Kontakte begrenzt. Einzig das Referenzprofil A beschreibt eine vollständige Abfolge (IMBACH 1988). In dieser Arbeit wird die Sedimentbedeckung des Corno delle Granate anhand des Referenzprofiles A (Fig. 3) charakterisiert und durch lithostratigraphischen Vergleich mit der Permstratigraphie der Südalpen korreliert. Faziesanalysen ermöglichen zusätzlich eine Aussage über Sedimentationsprozesse und die Paläostruktur.

## Strukturprobleme

Die grosse topographische Höhenlage des Grundgebirges und dessen Sedimentbedeckung im Baitone-Gebiet ist als vorintrusiv tektonisch angelegt zu betrachten (SALOMON 1907). Tektonisch auf Permsedimenten lagernde Grundgebirgsgesteine im NW des Corno delle Granate, Profil B, wurden von BRACK (1984) zur Gallinera-Linien-schar gezählt.

Gut ersichtlich ist der Einfluss der Intrusion auf die Sedimentbedeckung des Corno delle Granate; siehe Fig. 2. BRACK (1985) erklärt das Abkippen kontaktnaher Lagen hin zur Intrusion als Folge des Einsinkens unterliegender Schichten.

Ein Überkippen der Serie, wie es die stark varierenden Strukturdaten von Profil C und D vermuten lassen, wird durch die Verjüngungsrichtung nicht zugelassen. Diese erzwingt vielmehr ein Überschlagen der Sedimentabfolgen oder die Konstruktion einer Synklinale. Auffallend ist weiter, dass die Intrusion die Sedimente nicht diskordant durchschlägt, sondern diese abdreht und konkordant intrudiert. Als ein Beispiel eines «stoped sunken blocks» ist die Triasscholle im Gabbro östlich des Corno delle Granate anzusehen.

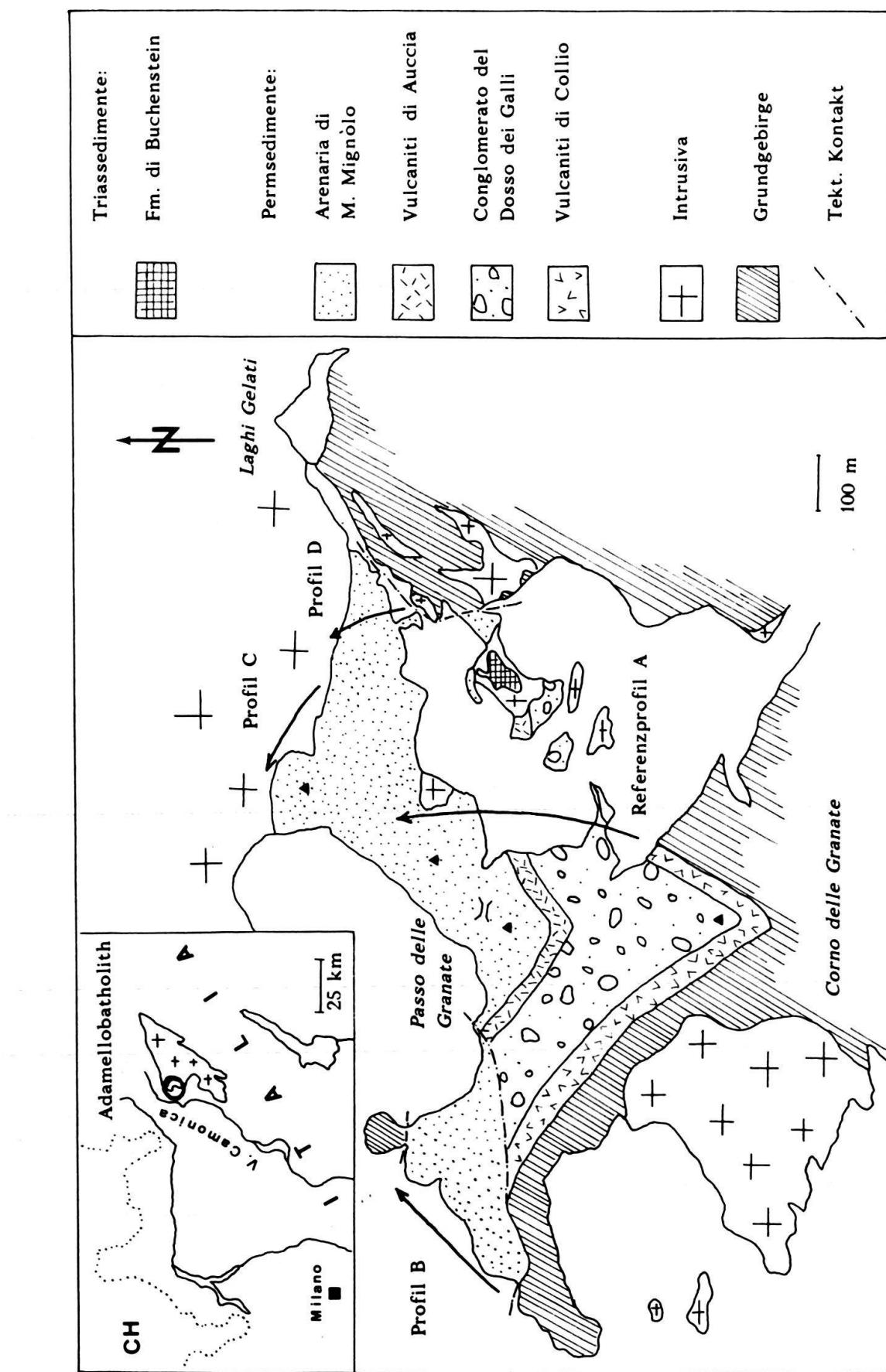


Fig. 1. Geologische Übersichtskarte des Corno delle Granate.

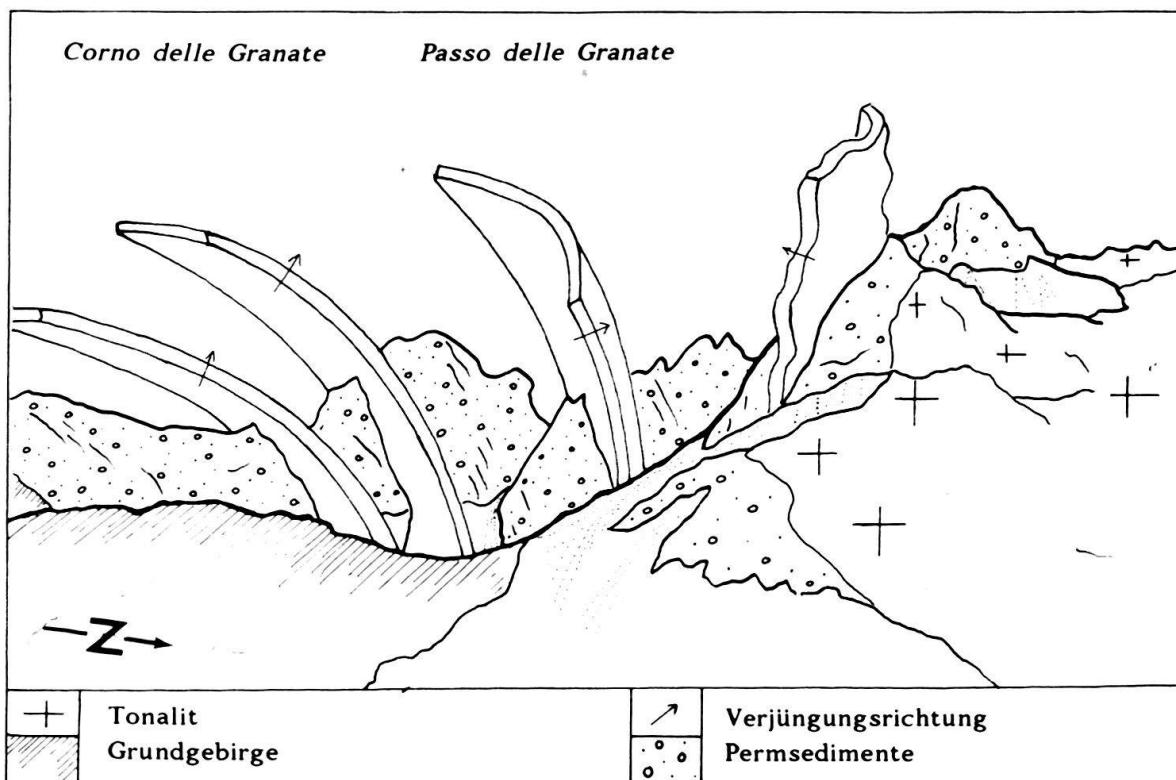


Fig. 2. Ansichtsskizze des Corno delle Granate von den Laghi Gelati aus gesehen mit Blick Richtung Westen. «Herausgehobene» Flächen illustrieren die Änderung der Schichtorientierung hin zur Intrusion.

### Lithologiecharakterisierung am Corno delle Granate

#### Grundgebirge

Im Baitone Gebiet können folgende Lithologien des Grundgebirges unterschieden werden: Pelitische bis psammitische Schiefer, Quarzite, Amphibolite und Orthogneisse (Mok 1988).

#### *Basale vulkanische Serie: (Andalusitführender Serizitschiefer mit porphyrischem Feldspat und Quarz)*

Die feinstkörnige, hellrosafarbene Matrix mit porphyrischem Quarz und Plagioklas ist charakteristisch. Kalifeldspatmineralien liegen als feinkörniges, rekristallisiertes Aggregat vor. Mit Hilfe makroskopischer Kriterien kann diese vulkanische Einheit in drei Untereinheiten eingeteilt werden:

- Die 6 m mächtige, erste Untereinheit ist schwach verschiefert und der Anteil an porphyrischen Mineralien ist <5 Vol. %. Bimsstein- und Grundgebirgskomponenten (Quarze, Gneisse, Schiefer) <5 cm, drücken ein Fliess-gefüge aus. (Handstücke BAS56, BAS58, BAS101, lokalisiert in Fig. 3).
- Serizitisierter Plagioklas (10%) und Quarz (5%) wittern zusammen mit Biotitaggregaten beulenartig aus der serizitreichen Matrix heraus. Mächtigkeit 3 m. (Handstücke BAS57, BAS100).

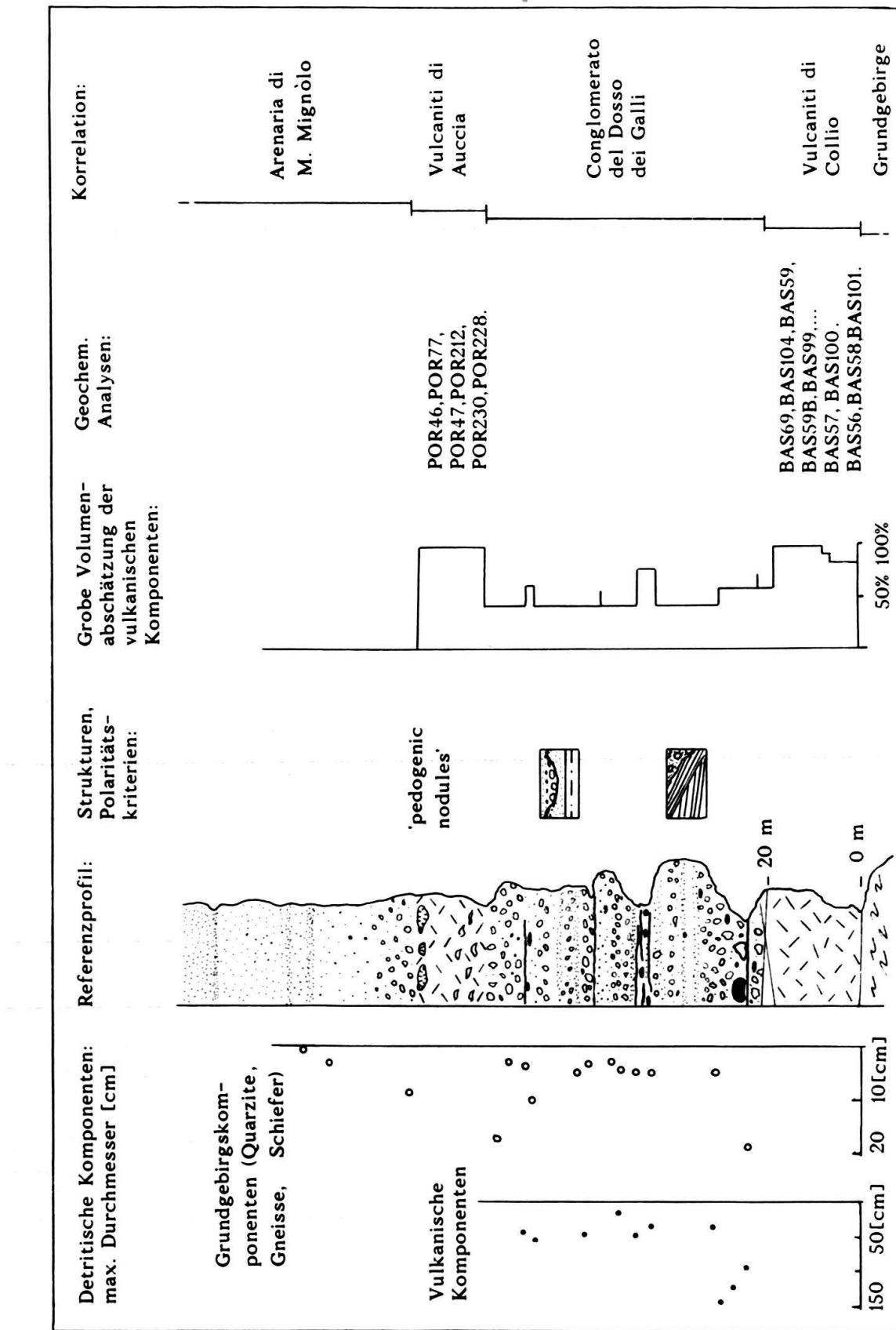


Fig. 3. Sedimentabfolge am Corno delle Granate, Referenzprofil A, und dessen Korrelation mit Formationen der Brescianer Alpen. Vulkanische Komponenten sind im Profil schwarz gekennzeichnet.

c) Die schneeweisse Anwitterungsfarbe der massigen, hellgrauen Matrix ist charakteristisch für die mächtigste, homogene Untereinheit (12 m). Der porphyrische Quarz (10%) kommt makroskopisch gut zur Geltung. (Handstücke BAS69, BAS104, BAS59, BAS59B, BAS99, BAS247, BAS248).

*Tuffitisches Konglomerat: Matrixgestützte, schlecht gerundete, polymikte Metakonglomerate)*

Grobklastische, matrixgestützte Sedimente mit starker Variation der Geröllgrösse prägen das Gesamtbild der Sedimentbedeckung. Ihre Mächtigkeit beträgt 50 m.

Auffallend sind schlecht gerundete Quarz- und Gneisskomponenten. Tongesteins- und Vulkankomponenten jedoch zeichnen sich durch eine gute Rundung, aber schlechte Sphärizität aus.

Die Schichtorientierung wird durch dezimetermächtige, geröllfreie Lagen innerhalb der grobklastischen Serie ersichtlich. Sedimentstrukturen geben eine Schüttung aus SSW an.

Innerhalb der grobklastischen Serie fällt folgende 4 m mächtige, konkordante Zone bombenführender Tuffe auf:

Aktinolithreiche Lagen, rund 10 cm mächtig, durchziehen linsenartig feingeschichtete Sedimente. Eine Stoffbänderung im Millimeterbereich kann aufgrund von Kalifeldspatwechsellsagen in der feinkörnigen Serie nachgewiesen werden. Auffallend sind bis zu 30 cm grosse, tropfenförmige, amphibolreiche Komponenten, welche von den feindetritischen, grauen Sedimenten «umflossen» werden.

*Vulkanische Lage: (Cordieritführender Quarzporphyr)*

Auf die tuffitische Konglomeratserie folgt eine 15 m mächtige, blaugraue Einheit mit charakteristischem, porphyrischem Quarz und zonierten Plagioklasen (Oligoklase mit andesitischem Kern).

Die ersten 10 m fallen durch kartoffelgrosse Komponenten auf, welche von der geschieferten Matrix zopfflechtenähnlich umflossen werden. Die Knollen (POR228, POR230), welche auch porphyrischen Quarz enthalten, unterscheiden sich durch ihre hellere Farbe und durch den fehlenden, eingeregelten Biotit von der Matrix. Im Gegensatz zur texturierten Grundmasse (POR46, POR47, POR77, POR212) haben die Knollen ein massiges Gefüge. Ihre Grösse variiert stark und die Form reicht von kugelartig bis schlierenförmig. Es kann kein kompositioneller Unterschied festgestellt werden.

Im oberen Teil der Quarzporphyrserie fehlt diese Struktur. Umso besser kommt der porphyrische Quarz der Matrix zur Geltung. In den letzten 30 cm fallen zonierte Forsterit- Calcit- Diopsid- Aktinolith-Knollen auf. Diese sind perlschnurartig angeordnet und ihr Durchmesser, maximal 15 cm, variiert stark. Dieses Auftreten kann lateral verfolgt werden.

*Sandsteine: (Alumosilikatführende Metaquarzsandsteine; zum Teil gefleckter Serizithornfels, sogenannter Leopardsandstein)*

Grobklastische Sedimente mit Quarzit- und Schieferkomponenten gehen kontinuierlich in monotone, geröllfreie Sandsteine über.

Die Korngrösse dieser zum Teil gebankten, feinkörnigen Serie ist lateral konstant und nicht grösser als 1 mm. Feinkörnige, homogene Lagen können aufgrund von Farbintensitätsunterschieden in Hornfelsen festgestellt werden. Diese Parallelstrukturen, welche einerseits auf eine Stoffänderung, anderseits auf eine Korngrössenänderung zurückzuführen sind, weisen eine Mächtigkeit von wenigen Millimetern bis Zentimetern auf und sind lateral einige Meter verfolgbar. Sedimentäre Diskordanzen sind in dieser Serie selten und Verwechslungsmöglichkeiten mit vulkanischen Sedimenten können durch den unimodalen, körnigen Charakter des Gesteines vermieden werden.

## Geochemie

### *Basale vulkanische Serie («pyroclastic flow deposits»)*

Die makroskopische Unterteilung der basalen Serie in drei Untereinheiten wieder spiegelt sich in den  $\text{Al}_2\text{O}_3$ - und  $\text{SiO}_2$ -Werten der XRF-Analyse (Tabelle 1). Werden die

Analyse	BAS56	BAS58	BAS101	BAS57	BAS100	BAS69	BAS104	BAS59	BAS59b	BAS99	BAS247	BAS248
<b>Hauptelemente [ Gew.-% ]</b>												
$\text{SiO}_2$	73.03	72.37	74.83	65.72	66.78	76.23	80.46	77.45	80.17	77.14	79.04	77.42
$\text{TiO}_2$	0.13	0.12	0.19	0.17	0.17	0.13	0.12	0.11	0.12	0.13	0.13	0.12
$\text{Al}_2\text{O}_3$	14.62	14.86	12.72	20.70	20.95	14.65	13.51	13.16	13.23	13.07	13.72	14.17
$\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$	1.82	2.14	3.11	2.22	1.91	2.40	1.12	1.22	0.98	1.19	0.98	1.49
$\text{MnO}$	0.04	0.04	0.06	0.03	0.02	0.04	0.02	0.02	0.02	0.04	0.02	0.02
$\text{MgO}$	1.16	0.44	<0.04	0.33	0.04	0.36	<0.04	0.39	<0.04	0.66	<0.04	0.05
$\text{CaO}$	0.24	1.27	0.54	0.08	0.09	0.37	0.07	0.12	0.05	0.60	0.38	0.28
$\text{Na}_2\text{O}$	2.25	0.46	0.92	<0.30	<0.30	<0.30	<0.30	2.25	<0.30	1.88	<0.30	<0.30
$\text{K}_2\text{O}$	5.18	8.03	3.92	7.38	7.17	4.75	4.28	4.58	4.23	4.19	4.49	4.78
$\text{P}_2\text{O}_5$	0.05	0.04	0.04	0.06	0.08	0.05	0.04	0.06	0.05	0.10	0.07	0.04
$\text{H}_2\text{O}$ ber.	1.81	0.35	0.84	2.11	2.38	0.77	0.83	1.09	1.52	1.64	1.50	1.62
Total	100.33	100.12	97.17	98.80	99.59	99.75	100.45	100.45	100.37	100.64	100.33	99.99
<b>Spurenelemente [ ppm ]</b>												
Ba	128	156	98	192	226	152	126	130	63	81	134	93
Rb	214	343	156	287	282	225	157	161	154	163	163	223
Sr	28	33	18	22	16	<15	23	41	24	32	55	19
Th	11	15	<5	16	29	14	<5	7	12	7	13	11
Nb	13	14	11	16	22	13	10	6	18	12	16	12
La	50	80	31	54	75	74	<20	33	29	55	37	31
Ce	113	124	93	111	160	153	<15	85	75	102	77	77
Nd	36	56	50	49	62	75	<25	37	30	44	<25	29
Y	40	30	50	48	87	69	33	52	53	38	45	29
Zr	155	175	334	223	197	170	167	158	184	176	182	142
V	11	16	12	17	27	12	<10	<10	<10	10	11	12
W	(3	(3	5	(3	(3	(3	(3	3	(3	(3	(3	(3
Co	9	10	18	8	7	12	15	17	20	7	8	7
Ga	20	18	15	27	34	22	16	14	15	17	18	18
Sc	19	20	9	27	29	18	13	13	11	17	16	18

Tabelle 1. XRF-Daten der basalen vulkanischen Serie. Die makroskopische Unterteilung der basalen Serie in drei Untereinheiten (1. BAS56, BAS58, BAS101 – 2. BAS57, BAS100 – 3. BAS69, BAS104, BAS59, BAS59b, BAS99, BAS247, BAS248) wieder spiegelt sich in den  $\text{Al}_2\text{O}_3$ - und  $\text{SiO}_2$ -Werten der Analysen.  
Folgende Elemente liegen unterhalb der Nachweisbarkeitsgrenze (ppm): Pb(5), U(10), Cr(6), Cu(3), Zn(3), S(50).

XRF-Daten mit Analysen von Rhyolithen und Rhyodaziten aus LEMAITRE (1976) verglichen, so fallen markante Abweichungen in  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -,  $\text{SiO}_2$ -,  $\text{Na}_2\text{O}$ -,  $\text{K}_2\text{O}$ - und  $\text{CaO}$ -Werten auf.

Analysen der zweiten Untereinheit (BAS57, BAS100) zeigen die relative Zunahme von  $\text{K}_2\text{O}$  und  $\text{Al}_2\text{O}_3$  bezüglich erniedrigten  $\text{SiO}_2$ -,  $\text{CaO}$ - und  $\text{Na}_2\text{O}$ -Werten gut auf.

### Vulkanische Lage (Quarzporphyr)

Erhöhte  $\text{Al}_2\text{O}_3$ - und  $\text{K}_2\text{O}$ -Werte korrelieren auch in Analysen des Quarzporphyrs mit erniedrigten  $\text{SiO}_2$ - und  $\text{Na}_2\text{O}$ -Werten (Tabelle 2). Im Vergleich zur basalen vulkanischen Serie sind für die vulkanische Lage erhöhte  $\text{TiO}_2$ - und  $(\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO})$ -Werte charakteristisch.

Analyse	POR46	POR77	POR47	POR212	POR230	POR228
<b>Hauptelemente [ Gew.-% ]</b>						
$\text{SiO}_2$	72.50	70.14	70.92	68.57	71.04	71.22
$\text{TiO}_2$	0.60	0.51	0.51	0.51	0.48	0.48
$\text{Al}_2\text{O}_3$	16.43	15.46	15.25	15.71	16.10	15.47
$\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$	4.14	4.10	3.20	4.41	4.15	3.92
$\text{MnO}$	0.07	0.07	0.08	0.05	0.08	0.06
$\text{MgO}$	<0.04	0.68	0.64	0.70	0.57	0.49
$\text{CaO}$	0.04	1.90	1.46	1.02	0.84	1.19
$\text{Na}_2\text{O}$	<0.30	1.92	0.88	2.83	0.38	1.02
$\text{K}_2\text{O}$	6.43	4.37	5.60	4.57	4.55	4.31
$\text{P}_2\text{O}_5$	0.05	0.16	0.19	0.17	0.19	0.16
$\text{H}_2\text{O}$ ber.	0.73	0.51	0.74	0.78	1.26	1.28
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Total	100.99	99.82	99.47	99.32	99.64	99.60
<b>Spurenelemente [ ppm ]</b>						
Ba	372	508	306	463	212	233
Rb	275	188	245	185	184	204
Sr	40	69	29	66	17	29
Pb	<5	<5	7	<5	<5	<5
U	11	8	9	8	<4	6
La	92	51	42	50	21	37
Ce	87	72	65	82	66	62
Dy	35	28	<25	26	<25	<25
Y	20	25	26	25	22	27
Zr	214	179	182	194	183	180
V	84	62	50	65	18	43
Cr	18	13	12	14	17	15
W	7	5	<3	3	4	4
Co	16	20	17	17	14	13
Zn	<7	<7	<7	8	<7	<7
Ga	16	15	15	17	14	14
Sc	13	12	12	14	3	11

Tabelle 2. XRF-Daten der vulkanischen Lage. Folgende Elemente liegen unterhalb der Nachweisbarkeitsgrenze (ppm): Th(5), U(10), Cu(3), S(50).

### Diskussion der XRF-Daten

Normaler Rhyolith enthält durchschnittlich 3–4 Gew %  $\text{Na}_2\text{O}$  und 3–5 Gew %  $\text{K}_2\text{O}$ . Die starke Abreicherung an  $\text{Na}_2\text{O}$  in den untersuchten Vulkaniten ist auf die postmag-

matische Verwitterung der Kalifeldspäte zurückzuführen, bei der  $\text{Na}_2\text{O}$  weggeführt wurde und sich  $\text{K}_2\text{O}$  anreicherte.

Die Zunahme von  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , verbunden mit der Abnahme von  $\text{SiO}_2$ , ist auf die Plagioklashydrolyse zurückzuführen, bei der Kieselsäure abtransportiert wurde und  $\text{Al}_2\text{O}_3$  sich im Gestein anreicherte.

Erhöhte  $\text{Al}_2\text{O}_3$  und  $\text{K}_2\text{O}$ -Werte werden in Dünnschliffen am Serizitreichtum ersichtlich. Dessen Modalbestand variiert jedoch in der untersten Einheit stark.

## Korrelation

### *Basale vulkanische Serie*

Die durch PEYRONEL PAGLIANI (1965), ORIGONI GIOBBI et al. (1979) und CASSINIS & PEYRONEL PAGLIANI (1976) beschriebenen lithologischen Charakteristika der Collio-Vulkanite in den Brescianer Alpen sowie die stratigraphische Lage der basalen vulkanischen Serie im Referenzprofil A belegen deren Zuordnung zu rhyolithischen Tuffen und Ignimbriten der Collio Formation.

Bimssteinkomponenten und Grundgebirgskomponenten, sowie feinstkörnige Matrixschlieren deuten in den unteren Einheiten auf einen bewegten Transport der aus Aschenkörnern bestehenden Ablagerung.

### *Tuffitisches Konglomerat*

Grobklastische Sedimente mit vulkanischen Komponenten und Tuffeinschaltungen im frühen Perm wurden aufgrund ihrer lokalen Variation mit verschiedenen Formationsnamen belegt. Eine einheitliche Benennung der «Conglomerati del Ponteranica», «Conglomerati della Val Daone» und der «Conglomerati del Dosso dei Galli» drängt sich auf, da diese Gesteinsserien auf denselben Prozess zurückzuführen sind (CASSINIS, 1985).

Die tuffitische Konglomeratserie des Corno delle Granate kann mit oben erwähnten Serien korreliert werden. Ich schlage vor, für grobklastische Sedimente der Beckenrandfazies, welche die andauernde vulkanische Aktivität im frühen Perm dokumentieren, den Formationsnamen «Conglomerato del Dosso dei Galli» zu verwenden. Diese Einheit drängt sich auf, da an ihrem Typusprofil weitere wichtige Formationen des Perm erstmals beschrieben wurden.

### *Vulkanische Lage*

Die vulkanische Lage am Corno delle Granate dokumentiert ein letztes vulkanisches Ereignis. Die Korrelation des Quarzporphyrs mit den «Vulcaniti di Auccia» ist gesichert durch Gefügebeobachtungen und XRF-Daten. ASSERETO & CASATI (1965), CASSINIS (1968b) und PEYRONEL PAGLIANI & CLERICI RISARI (1973) beschrieben eine charakteristische Zone der «Vulcaniti di Auccia» mit linsenartigen «Einschlüssen». Im Referenzprofil sind diese, durch die Kontaktmetamorphose herausgehobenen Knollen, gut sichtbar. PEYRONEL PAGLIANI & CLERICI RISARI (1973) erklären diese Struktu-

ren mit lokal ändernden Kristallisationsbedingungen innerhalb der ignimbritischen Masse. XRF-Daten der «Vulcaniti di Auccia» in PEYRONEL PAGLIANI & CLERICI RISARI (1973), ORIGONI GIOBBI et al. (1979), RIKLIN (1983) und Analysen der vulkanischen Lage des Referenzprofiles stimmen in den charakteristischen Titan-, Kalium-, Calcium-, Eisen- und Aluminiumoxidwerten überein.

Die schichtparallele Anordnung der Metakarbonatkonkretionen im obersten Teil der Lage deutet auf eine Paläobodenbildung hin. Schon SALOMON (1908–10) deutete Amphibolkugeln als ehemalige Karbonatkonkretionen.

### *Sandsteinserie*

CASATI & GNACCOLINI (1967) beschrieben eine Winkeldiskordanz zwischen dem «Conglomerato del Ponteranica» und dem «Verrucano Lombardo». Die Existenz der «pedogenic nodules» im Dach der «Vulcaniti di Auccia» belegt ebenfalls eine Sedimentationslücke. WOPFNER (1981) beobachtete auch am Typusprofil der «Vulcaniti di Auccia» einen Paläoboden.

Die darauffolgenden klastischen Sedimente können mit der «Arenaria di M. Mignòlo», einem Äquivalent des «Verrucano Lombardo» und der «Grödener Sandsteine», korreliert werden.

### **Ablagerungsmodell**

Lithologiebeschreibungen und Faziesanalysen der dem Grundgebirge aufliegenden Sedimente (Fig. 3) ermöglichen eine chronologische Rekonstruktion der Ereignisse und Prozesse, welche zur Sedimentabfolge im Baitone-Gebiet führten.

Tektonische Aktivität, verbunden mit aktivem Vulkanismus, sind die Ereignisse, welche Sedimentationsprozesse am Rand eines Beckens auslösten. Diese können in 5 Punkten aufgezeigt werden:

1. Einsetzende vulkanische Tätigkeit ist belegt durch die basale vulkanische Serie. Saure Ascheneruptionen werden als «pyroclastic flow deposits» abgelagert.
2. Eine Abnahme der vulkanischen Tätigkeit führt zu einem stärkeren Einfluss der grobklastischen Schüttung aus der im SSW gelegenen Hochzone. Die mächtige, grobklastische Abfolge zeigt, dass im Einzugsgebiet Erosionsprozesse über vulkanische Aktivität dominieren. Matrixgestützte Sedimente mit schlechtsortierten Komponenten deuten auf einen «debris flow» im proximalen Bereich eines Alluvialfächers. Die Abnahme der Komponentengröße und «channel deposits» (Fig. 3), weisen weiter auf eine Verschiebung des Ablagerungsraumes gegen das Becken hin.
3. Das markante Einsetzen einer vulkanischen Lage dokumentiert eine letzte vulkanische Aktivität.
4. Das Vorhandensein eines Paläobodens belegt eine nicht kontinuierliche, terrestriische Sedimentation in semiaridem Klima.
5. Die Sedimentation von Konglomeraten und Sanden zeigt die fortschreitende Erosion des Grundgebirges an. Das Nachlassen von grobkörnigem Detritus deutet auf eine Reliefänderung hin und ist der Grund für die folgende Transgression.

## Schlussfolgerungen

Die Lithologien am Corno delle Granate können mit Abfolgen der Beckenrandfazies in den Brescianer Alpen korreliert werden. Im Baitone-Gebiet dokumentieren die nachgewiesenen «Vulcaniti di Auccia», im Gegensatz zu Abfolgen des Orobischen Beckens, einen weit nach Norden reichenden Einfluss vulkanischer Aktivität.

Die im SSW des Baitone-Gebietes lokalisierte Paläo-Hochzone ist aus diesen Gründen, wie von DE SITTER & DE SITTER-KOOMANS (1949) richtig gezeichnet, nach Osten hin begrenzt.

## Verdankungen

Ich möchte den Professoren V. Trommsdorff und E. Callegari, als Betreuer meiner Diplomarbeit, sowie Prof. V. Dietrich für ihre Unterstützung herzlich danken. Mein Dank geht auch an Dr. Chr. Schlüchter und A. Ründal für die englische Übersetzung der Zusammenfassung sowie an P. Cereghetti und L. Jemmi.

## LITERATURVERZEICHNIS

- ARDIGÒ, G. 1955: Geologia della regione fra il Sebino e l'Eridio. Atti Ist. Geol. Univ. Pavia 5, (1951), 65–82.
- ASSERETO, R., BOSELLINI, A., & FANTINI-SESTINI, N. 1973: The permian-triassic boundary in the Southern Alps (Italy). In: LOGAN A., & HILLS V. (eds.). The Permian and Triassic System and their mutual Boundary. Can. Soc. Petrol. Geol. Sp. Publ. 2, 176–199.
- ASSERETO, R., & CASATI, P. 1965: Revisione della stratigrafia permo-triassica della Val Camonica meridionale (Lombardia). Riv. It. Paleont. Strat. 71, 999–1097.
- BONI, A., & CASSINIS, G. 1973: Carta geologica delle Prealpi bresciane a sud dell'Adamello. Atti Ist. Geol. Univ. Pavia 23, 119–159.
- BRACK, P. 1984: Geologie der Intrusiva und Rahmengesteine des Südwest-Adamello (Nord-Italien). Diss. ETH Zürich 7612 (unpubl.).
- 1985: Multiple intrusions-examples from the Adamello batholith (Italy) and their significance on the mechanisms of intrusion. Mem. soc. Geol. It. 26, (1983), 145–157.
- BRACK, P., CALLEGARI, E., CASSINIS, G., CASTELLARIN, A., FONTANA, D., GAETANI, M., ORI, G., ORIGONI GIOBBI, E., RIKLIN, K., SARTORI, R., & ULMER, P. 1985: Guida all'escursione sull'Adamello meridionale. Mem. Soc. Geol. It. 26, (1983), 391–419.
- CADEL, G. 1986: Geology and Uranium mineralisation of the Collio basin (Central Southern Alps, Italy), Uranium 2, 215–240.
- CALLEGARI, E. 1985: Geological and petrological aspects of the magmatic activity at Adamello (northern Italy). Mem. Soc. Geol. It. 26, (1983), 83–103.
- CASATI, P., & GNACCOLINI, M. 1965: Una nuova formazione paleozoica dell'alta Val Brembana: la Formazione del Ponteranica. Riv. It. Paleont. Strat. 71, 791–804.
- 1967: Geologia delle Alpi Orobie occidentali. Riv. It. Paleont. Strat. 73, 25–162.
- CASSINIS, G. 1966a: Rassegna delle formazioni permiane dell'alta Val Trompia (Brescia). Atti Ist. Geol. Univ. Pavia 17, (1965–66), 50–66.
- 1966b: La Formazione di Collio nell'area-tipo dell'alta Val Trompia (Permiano inferiore bresciano). Riv. It. Paleont. Strat. 72, 507–590.
  - 1968a: Sezione stratigrafica delle «arenarie rosse» permiane presso il Passo di Croce Domini (Brescia). Atti Ist. Geol. Univ. Pavia 19, 3–14.
  - 1968b: La sezione-tipo delle Vulcaniti di Auccia (Permico bresciano). Atti Ist. Geol. Univ. Pavia 19, 40–49.
  - 1969a: Conglomerato del Dosso dei Galli. St. Ill. Carta Geol. Italia, Form. Geol. 2, 13–22.
  - 1969b: Vulcaniti di Auccia. St. Ill. Carta Geol. Italia, Form. Geol. 2, 23–30.
  - 1985: Il Permiano nel gruppo dell'Adamello, alla luce delle ricerche sul coevi terreni delle aree contermini. Mem. Soc. Geol. It. 26, (1983), 119–132.

- CASSINIS, G., DAL PIAZ, G.V., EUSEBIO, A., GOSSO, G., MARTINOTTI, G., MASSARI, F., MILANO, P.F., PENNACCHIONI, G., PERELLO, M., PESSINA, C.M., ROMAN, E., SPALLA, M.I., TOSSETTO, S., & ZERBATO, M. 1986: Report on a structural and sedimentological analysis in the Uranium province of the Orobic Alps, Italy. *Uranium* 2, 241–260.
- CASSINIS, G., GIOBBI, E., NERI, C., & ORI, G.G. 1988: The continental Permian south of the Adamello Massif. In: Field conference on Permian and Permian – Triassic boundary in the south – alpine segment of the western Tethys; July 1986; p. 135–148. Excursion guidebook. Ed. Italian IGCP 203 Group Members.
- CASSINIS, G., & PEYRONEL PAGLIANI, G. 1976: Le Permien des Préalpes lombardes orientales. In: Falke H. (ed.): The continental Permian in Central, West and South Europe. NATO Adv. St. Inst. Ser. 22, 148–168.
- CEREGHETTI, P. 1988: Geologia e petrografia della regione del Baitone, Adamello settentrionale; Parte II: Rocce intrusive. Diplomarbeit ETH Zürich (unpubl.).
- DAL PIAZ, G. 1940: Scoperta di nuovi affioramenti di Verrucano e di Trias inferiore nell'alta Val Camonica. *Atti. R. Acc. Sci. Lett. Art. Padova* 56, 5–9.
- DE SITTER, L.U., & DE SITTER-KOOMANS, C.M. 1949: The Geology of the Bergamasco Alps, Lombardia, Italy. *Leidse Geol. Med.* 14B, 1–257.
- DOZY, J.J., & TIMMERMANS, P.D. 1935: Erläuterungen zur geologischen Karte der zentralen Bergamasker Alpen. *Leidse Geol. Med.* 7, 85–109.
- GOTTFRIED, C. 1930: Über kontaktmetam. Gesteine des Baitonegebietes in der Adamellogruppe. Heidelberg Akad. der Wiss., 1. Abh.
- IMBACH, TH. 1988: Geologie und Petrographie des Baitone-Gebietes, NW-Adamello; Teil III: Sedimente. Diplomarbeit ETH Zürich (unpubl.).
- KÜNG, A. 1983: Geologie und Petrographie am Westrand des Adamello: 9. «Sedimentbucht» der Val Saviore. Diplomarbeit ETH Zürich (unpubl.).
- LEMAITRE, R.W. 1976: The chemical variability of some common igneous rocks. *J. Petrol.* 17, 589–637.
- LIBORIO, G., & MOTTANA, A. 1969: Lineamenti geologico-petrografici del complesso sudalpino nelle Alpi Orobie orientali. *Rend. Soc. It. Miner. Petr.* 25, 475–519.
- LORENZONI, S. 1955: Studio geologico-petrografico dell'Alpe di Bos (Adamello occidentale). *Mem. Ist. Geol. Miner. Univ. Padova* 19.
- MASSARI, F., & CADEL, C. 1979: La successione continentale permiana del Monte Ignaga nel massiccio dell'Adamello. *Mem. Sci. Geol.* 32.
- MOK, U. 1988: Geologie und Petrographie des Baitone-Gebietes, NW-Adamello; Teil I: Grundgebirge und Intrusiva. Diplomarbeit Univ. Zürich (unpubl.).
- MOTTANA, A., & SCHIAVINATO, G. 1973: Metamorfismo regionale e di contatto nel settore nord-occidentale del Massiccio dell'Adamello. *Mem. Ist. Geol. Miner. Univ. Padova* 29, 1–71.
- ORIGONI GIOBBI, E., PEYRONEL PAGLIANI, G., & ZANCHINI CAMERINI, R.M. 1979: Contributo alla conoscenza chimico-petrografica delle vulcaniti permiane affioranti tra la Val Trompia e le Valli Giudicarie. *Rend. Soc. It. Min. Petr.* 35, 277–298.
- PEYRONEL PAGLIANI, G. 1965: Studio petrografico delle vulcaniti della «Formazione di Collio» in alta V. Trompia (Brescia). *Rend. Ist. Lomb. Sc. Lett., Cl. Mat. Fis. Chim. Geol.* 99, 148–174.
- PEYRONEL PAGLIANI, G., & CLERICI RISARI, E. 1973: Le ignimbriti paleozoiche costituenti la Formazione «Vulcaniti di Auccia» (Permico bresciano). *Atti Ist. Geol. Univ. Pavia* 23, 160–169.
- PELOSO, G.F., & VERCESI, P.L. 1982: Stratigrafia e tettonica della porzione di SW del Gruppo di Brenta tra la Val Rendena e la Val d'Algole (Trentino occidentale). *Mem. Sci. Geol.* 35, 377–395.
- RIKLIN, K.A. 1983: Kontaktmetamorphose permischer Sandsteine im Adamello-Massiv (Nord-Italien). Dissertation 7415 ETH Zürich (unpubl.).
- 1985: Contact metamorphism of the Permian «red sandstones in the Adamello area. *Mem. Soc. Geol. It.* 26, (1983), 159–169.
  - SALOMON, W. 1894: Sul metamorfismo di contatto subito dalle arenarie permiane della Val di Daone. *Giorn. Mineral. Cristall. Petr.* 5, 97–147.
  - 1895: Sul metamorfismo di contatto nel gruppo dell'Adamello. *Boll. Soc. Geol. It.* 14/2, 286–289.
  - 1907: Die Entstehung der Sericitschiefer in der Val Camonica (Lombardia). Sonderabdruck aus dem Bericht über die 40. Versammlung des Oberrheinischen geologischen Vereins zu Lindau, 22–28.
  - 1908–10: Die Adamellogruppe, ein alpines Zentralmassiv und seine Bedeutung für die Kenntnis von dem Mechanismus der Intrusionen, Teil I & Teil II. *Abh. k.k. Geol. Reichsanst.* 21, 1–433, 22, 432–603.
  - 1928: Neue geologische Beobachtungen im Baitonegebiet des Adamello. *Sb. Heidelberg Akad. Wiss. math. nat. Kl.*, 1928, 15. Abh.

- SCHIAVINATO, G. 1951: Relazione sul rilevamento geologico-petrografico del gruppo del Baitone (Adamello Nord-occidentale). *Rend. Soc. Min. It.* 7, 94–108.
- WOPFNER, H. 1981: Fossile Boden- und Verwitterungsprofile im Perm der Südalpen. *Sonderveröff. Geol. Inst. Univ. Köln* 41, 291–304.
- 1984: Permian deposits of the Southern Alps as product of initial alpidic taphrogenesis. *Geol. Rdsch.* 73/1, 259–277.
- ZANETTIN, B. 1956: Il Gruppo del Marsèr (Adamello occidentale): Studio geologico-petrografico. *Mem. Ist. Geol. Miner. Univ. Padova* 19, 1–86.

Manuskript eingegangen am 26. August 1988

Revision angenommen am 20. Januar 1989