

**PETROGRAPHIE DES ÜBERGANGES VOM SCHNEEBERG COMPLEX IN DEN ÖTZTAL
COMPLEX ENTLANG DER TIMMELSJOCHE PAßSTRASSE (SÜDTIROL, ITALIEN)**

von

Andreas Pedevilla & Peter Tropper

Institut für Mineralogie und Petrographie
Universität Innsbruck, Innrain 52, A-6020 Innsbruck, Österreich

Abstract

In the southern Ötztal Alps, three Austroalpine tectonic units occur from N to S: the Ötztal Complex (ÖC), the Schneeberg Complex (SC) and the Texel Complex (TC). The ÖC and the TC represent a polymetamorphic basement while the SC represents the remnant of a Paleozoic metasedimentary cover with normal stratigraphic relations and consists of several E-W trending synforms overturned to the S with a strikingly different lithology compared to the adjacent ÖC. The rocks of the SC are eo-Alpine monometamorphic and sandwiched between the overlying ÖC and the underlying TC. Close to the Austrian/Italian border it is possible to trace the lithological and tectonic contact between the ÖC and SC with respect to their mineral assemblages and metamorphic overprint. Along the Timmelsjoch street the distinction is not so straight forward due to the occurrence of monotonous paragneisses in the outermost part of the SC as well as in the ÖC. The distinction was only possible using petrographic and mineral chemical characteristics (garnet zoning patterns). The investigated profile can be divided into three areas: 1.) rocks of the Bunte Randserie (monometamorphic), 2.) rocks of the “transition between the SC and the ÖC (monometamorphic), and rocks of the ÖC (polymetamorphic). In contrast to the SC the ÖC gneisses were affected by both Variscan and eo-Alpine metamorphism, which led to discontinuous chemical garnet zoning.

Zusammenfassung

In den südlichen Ötztaler Alpen treten drei unterschiedliche tektonische Einheiten auf, nämlich der Ötztal Komplex (ÖC), der Schneeberg Komplex (SC) und der Texel Komplex (TC). Der ÖC stellt das polymetamorphe Basement und der SC monometamorphe Reste einer paläozoischen, stark karbonat-betonen Sedimentbedeckung dar. In der Nähe der Grenze Österreich/Italien lässt sich die lithologische und tektonische Grenze zwischen diesen beiden Einheiten beobachten. Entlang der Timmelsjoch Paßstrasse ist die Unterscheidung zwischen beiden Komplexen nicht so einfach, da der äusserste Rand des SC und der des ÖC als monotone Paragneise vorliegen.

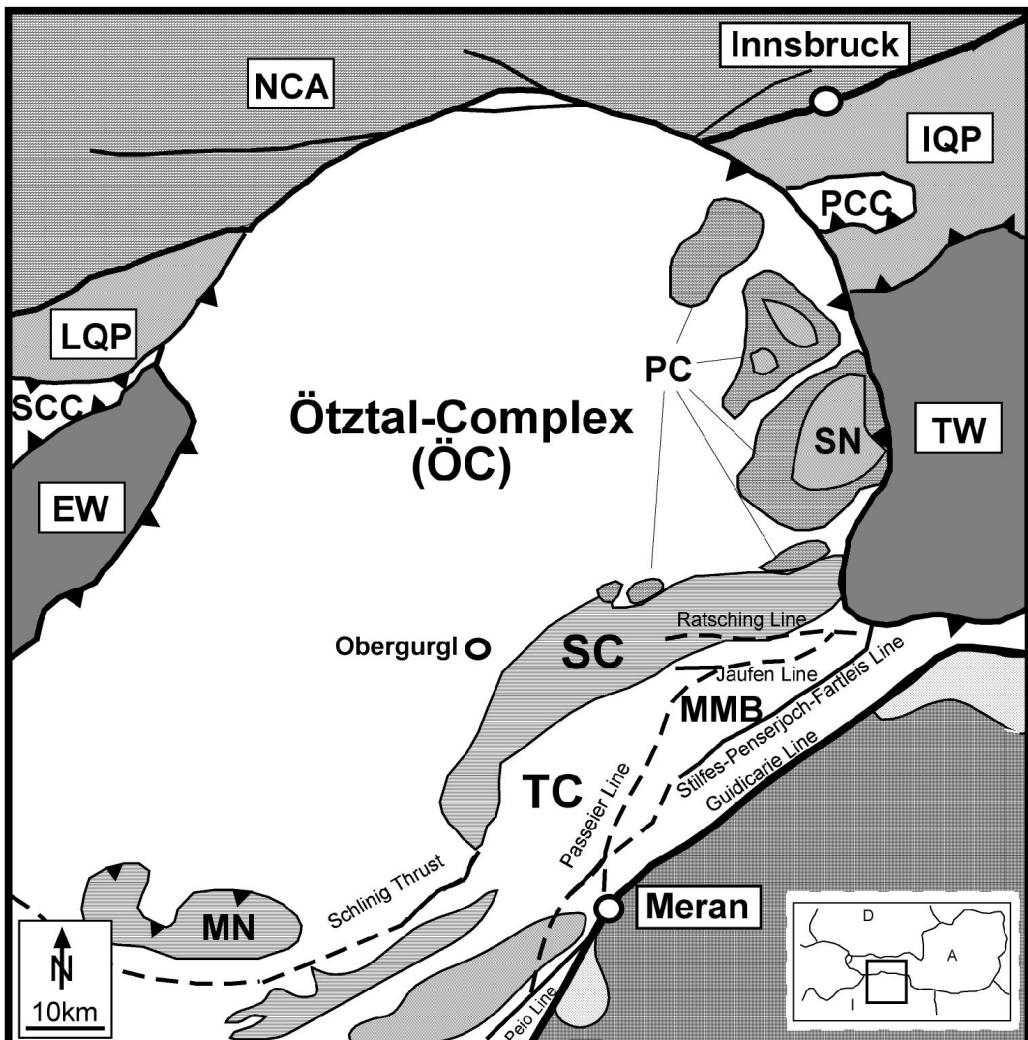
Die Unterscheidung war daher nur mittels petrographischer und mineralchemischer Daten (Granatzonierungen) möglich. Im Zuge dieser Untersuchungen konnte petrographisch eine Dreigliederung des Kontaktbereiches SC/ÖC durchgeführt werden. 1.) die Gesteine der bunten Randserie des SC sind durch das Auftreten von einphasig chemisch zonierte Granaten charakterisiert. 2.) Darauf folgt ein Bereich monotoner Paragneise, die durch eine ausgeprägte Biotitblastese charakterisiert sind. Dieser Bereich ist ebenfalls durch einphasig chemisch zonierte Granate charakterisiert und wird als Übergangsbereich zwischen SC und ÖC interpretiert. 3.) Darauf folgen feinkörnige Paragneise, aber ohne Biotitblastese. Diese Gesteine enthalten zweiphasig chemisch zonierte Granate und daher wird dieser Bereich dem ÖC zugeordnet.

Geologischer Überblick

Im Bereich des Grenzüberganges zwischen Österreich und Italien am Timmelsjoch und im nördlichsten Passeier Tal sind nach SÖLVA et al. (2005) folgende Kristallinkomplexe aufgeschlossen; der Ötztal Komplex (ÖC), der Schneeberg Komplex (SC) und der Texel Komplex (TC) (Abb. 1). Entlang der Timmelsjochstrasse ist der tektonische Kontakt zwischen dem SC und dem ÖC aufgeschlossen (KONZETT et al., 2003). Obwohl sich die Gesteine der Bunten Randserie des SC deutlich von den meist monotonen Paragnesien unterscheiden war es das Ziel dieser Untersuchung die exakte Position des Kontaktes zwischen den beiden tektonischen Einheiten mittels petrographischer und mineralchemischer Untersuchungen zu definieren.

Der **Ötztal Komplex**: Lithologisch besteht der ÖC hauptsächlich aus polymetamorphen Basementgesteinen mit amphibolitfaziell (ca. 500-600°C und 4-8 kbar) metamorph geprägten mittel- bis feinklastischen Metasedimenten, Orthogneisen und Amphiboliten. Im ÖC kann man drei weitere auflagernde Einheiten unterscheiden (Abb. 1) nämlich das Brenner Mesozoikum, die Steinacher Decke und die Blaser Decke und die Matscher Decke. Mindestens drei Metamorphoseereignisse lassen sich im ÖC unterscheiden die jedoch regional unterschiedlich ausgeprägt sind (Abb. 1) nämlich die Kaledonische Metamorphose (Ordovizium), die Variszische Metamorphose (Karbon) und die eo-Alpine Metamorphose (Oberkreide). Die Unterscheidung dieser Metamorphoseereignisse basiert hauptsächlich auf der Anzahl der im Gestein nachweisbaren Stadien des Mineralwachstums. Die Kaledonische Metamorphose ist durch die lokale Bildung von Migmatiten charakterisiert. Diese treten z.B. am Reschenpass (SCHWEIGL, 1995), im Winnebachsee-Gebiet (HOINKES et al., 1972, HOINKES, 1973, KLÖTZLI-CHOWANETZ et al., 1997, THÖNY et al., 2008) und im Verpeiltal (BERNHARD, 1994) auf. Es gibt von diesen Migmatiten nur wenige P-T Daten, die auf eine T-betonte Metamorphose von 670-750°C und Drucken von <2.8 kbar (THÖNY et al., 2008) oder >4 kbar (HOINKES, 1973) hinweisen.

Während die Kaledonische Metamorphose nur sehr lokal begrenzt auftritt, ist die Variszische Metamorphose die dominante prä-Alpidische Metamorphose (PURTSCHELLER et al., 1987, HOINKES & THÖNI, 1993). Die Metamorphosebedingungen werden mit 500-650°C und 4-8 kbar angegeben (HOINKES & THÖNI, 1993, TROPPER & HOINKES, 1996, TROPPER & RECHEIS, 2003). Die regionale Verbreitung der Indexminerale Kyanit, Sillimanit und Andalusit in Abbildung 1 nach PURTSCHELLER (1969) ist nach heutigem Wissenstand nicht das Resultat eines einzigen Metamorphoseereignisses.



Austroalpine units		Penninic units		Northern Calcareous Alps	
	Northern Calcareous Alps		Penninic units		IQP - Innsbruck Quartzphyllite
	Sedimentary cover units (Paleozoic)		Southalpine basement		LQP - Landek Quartzphyllite
	Quartzphyllite units (Paleozoic)		Periadriatic plutons (Paleozoic)		TW - Tauern Window
	Crystalline basement units (Paleozoic)		Tectonic borders		EW - Engadine Window
	Crystalline basement units (Polymetamorphic)		Fault zone		SC - Schneeberg Complex
			presumed fault zone		MN - Matscher Nappe
					ÖC - Ötztal Complex
					SN - Steinach Nappe
					SCC - Silvretta Crystalline Complex
					PCC - Patscherkofel Crystalline Complex
					MMB - Meran Mauls Basement
					PC - Permocysthian Cover
					TC - Texel Complex

Abb. 1

Geologischer Überblick über die Kristallinkomplexe westlich des Tauernfensters (aus TROPPER & RECHEIS, 2003).

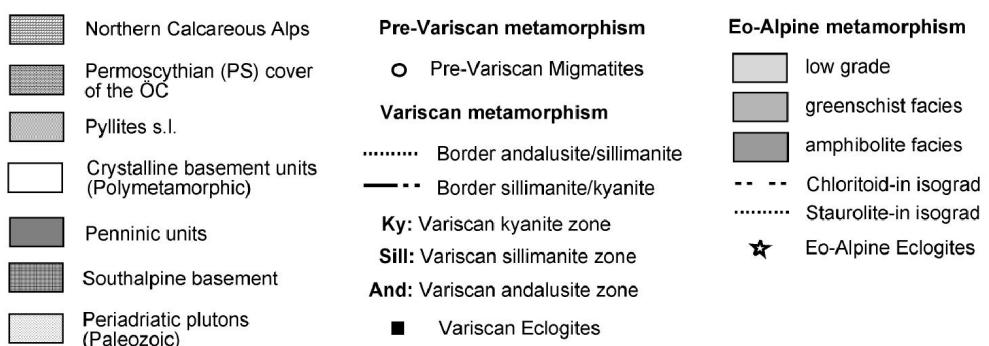
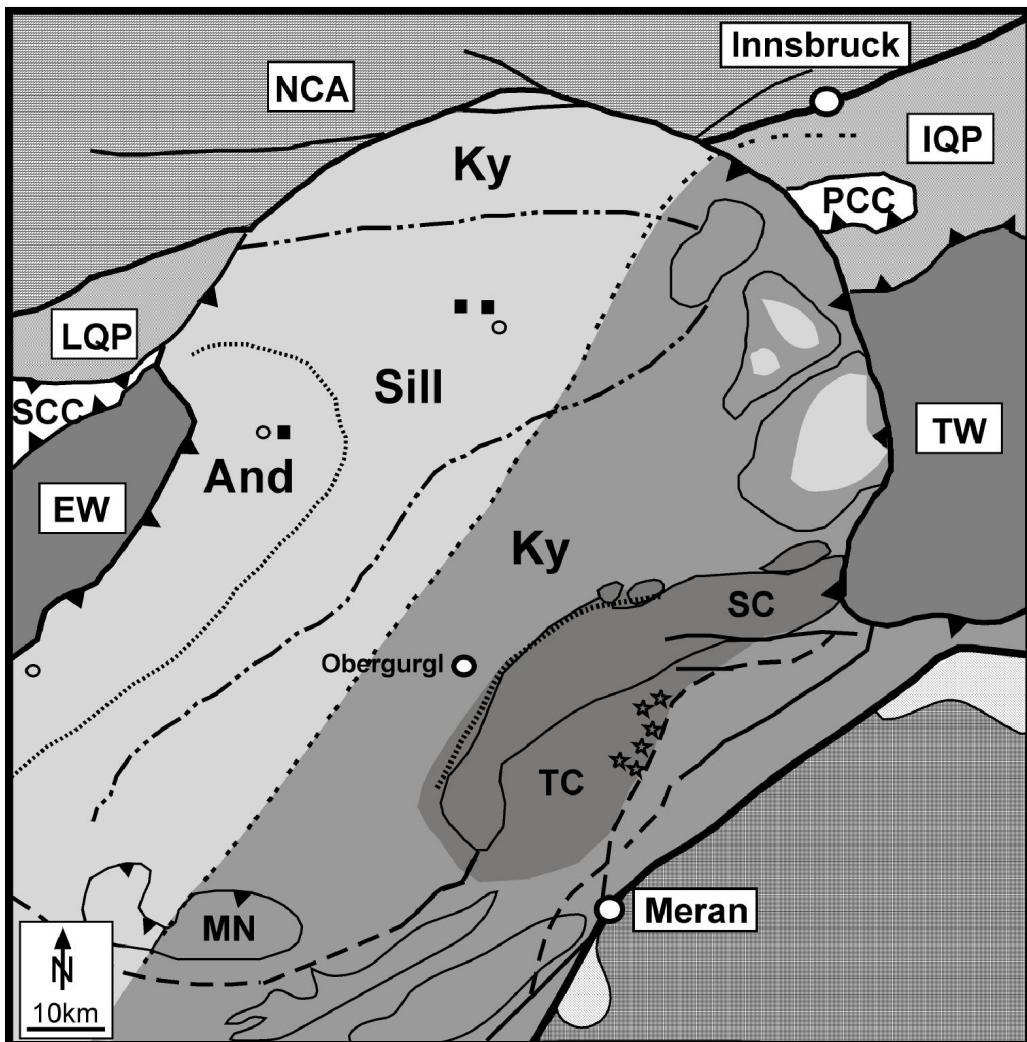


Abb. 2

Petrologischer Überblick über ÖC, SC und TC (aus TROPPER & RECHEIS, 2003).

Von besonderer Bedeutung ist das Auftreten von Eklogiten im zentralen ÖC welche eine früh-variszische Hochdruckmetamorphose anzeigen. Die eklogitfaziellen Bedingungen werden mit < 730°C und < 27 kbar angegeben (MILLER & THÖNI, 1995).

Die eo-Alpine Metamorphose weist im ÖC eine Metamorphosezonierung mit ansteigendem Metamorphosegrad von NW nach SO auf wie in Abb. 2 dargestellt (THÖNI, 1981, HOINKES et al., 1982, PURTSCHELLER et al., 1987, THÖNI & HOINKES, 1987, HOINKES et al., 1999). Im NW wurde maximal die untere Grünschieferfazies, im SO wurden amphibolitfazielle Bedingungen erreicht (HOINKES et al., 1991). Die T-Zunahme von <300°C auf 550-600°C äußert sich durch das Auftreten der Indexminerale Stilpnomelan, Chloritoid, Granat und Staurolith in den Metapeliten (PURTSCHELLER, 1969, HOINKES et al., 1982). Diese Metamorphosezonierung ist auch an post-variszischen Diabasgängen, die im gesamten ÖC verbreitet auftreten und in den Permo-Mesozoischen Einheiten ersichtlich sind (PURTSCHELLER & RAMMLMAIR, 1982). Der Höhepunkt der eo-Alpinen Metamorphose westlich des Tauernfensters wird im TC erreicht (HOINKES et al., 1991). Es kommt zur Bildung von Eklogiten. Die P-T Bedingungen werden von HOINKES et al. (1991) mit 11-12 kbar für den Druckhöhepunkt und 600-650°C für den Temperaturhöhepunkt angegeben. HABLER et al. (2006) ermittelten leicht erhöhte P-T Bedingungen von 540-620°C und 12-14 kbar.

Der **Schneeberg Komplex (SC)** ist eine eigenständige tektonische Einheit und liegt im Südosten des ÖC. Es handelt sich um mehrere enge, O-W streichende Synformen (Schneeberger Hauptmulde und den Seeberspitz-, Schrottner Synformen) MAURACHER, 1980). Der SC wird als paläozoische Bedeckung auf dem TC interpretiert (HOINKES et al., 1987). Die Lithologien des Schneeberg Komplexes sind im Gegensatz zum ÖC stark karbonatisch. Nach MAURACHER (1980) wird die Schneeberger Hauptmulde lithologisch in die „Bunte Randserie“ und die „Monotone Serie“ unterteilt. Die „Bunte Randserie“ tritt am Rand auf und besteht aus Wechsellagerungen von Granatglimmerschiefern, Amphiboliten, Karbonatschiefern, Quarziten und Marmoren. Die zentrale „Monotone Serie“ besteht aus einer Wechsellagerung von Granatglimmerschiefern und Quarziten. Im Gegensatz zum polymetamorphen ÖC und TC zeigt sich im SC nur die eo-Alpine Metamorphose (HOINKES, 1981, 1983, 1986a, b). Die Granate sind dementsprechend chemisch einphasig zoniert, da sie nur während eines einzigen Metamorphoseereignisses gewachsen sind. Die kretazische Metamorphose erreicht im Schneeberger Komplex 550-600°C und 8-10 kbar (HOINKES, 1981, 1986a, b; KONZETT & HOINKES, 1996, TROPPER & RECHEIS, 2003, KRENN, 2010).

Der **Texel Komplex (TC)** befindet sich südlich des SC (Abb. 1) und zeigt lithologisch starke Ähnlichkeiten zum ÖC. Im Gegensatz zum ÖC zeigt er aber eine eklogitfazielle eo-Alpine Überprägung (HABLER et al., 2006). Eklogite treten im Bereich zwischen dem SC und der Passeier Störung auf (HOINKES et al., 1991). Die Eklogite des TC stellen somit die westlichsten Vorkommen im Koralpe-Wölz Hochdruck Deckensystem dar (HABLER et al., 2006, THÖNI, 2006, SÖLVA, et al. 2005).

Lithologisches Profil durch den Kontakt ÖC-SC

Im Bereich des hinteren Ötztales ist der Kontakt zwischen dem ÖC und dem SC an mehreren Stellen sehr gut aufgeschlossen. Detaillierte Daten zum Kontakt zwischen beiden Einheiten liegen aus dem Gaisbergtal bei Obergurgl und entlang der Timmelsjoch Paßstrasse (PEDEVILLA, 2011; TROPPER et al., 2012) nahe der Grenze Österreich/Italien auf Südtiroler Seite vor. Die beiden Einheiten ÖC und SC fallen alle nach NW ein, auffallend ist aber der starke lithologische Wechsel zwischen den beiden Einheiten. Während der ÖC hauptsächlich aus monotonen, feinkörnigen Glimmerschiefern und Paragneisen mit Einschaltungen von Quarziten und untergeordnet Amphiboliten besteht, treten im SC im Bereich der „Bunten Randserie“ eine Vielzahl von Lithologien auf, wie im Gaisbergtal beobachtet (TROPPER et al., 2012).

Das untersuchte Profil von ca. 220 m Länge liegt entlang der Timmelsjoch-Hochalpenstraße auf italienischer Seite nach der vierten 180° Kehre vom Timmelsjoch aus auf einer Höhe von ca. 2150 m. Ein weiterer Aufschlusspunkt befindet sich in der fünften 180° Kehre vom Timmelsjoch aus auf einer Höhe von 2030 m am Eingang zum Seewertal. Hierbei handelt es sich um die Gesteine der monotonen Serie (MS).

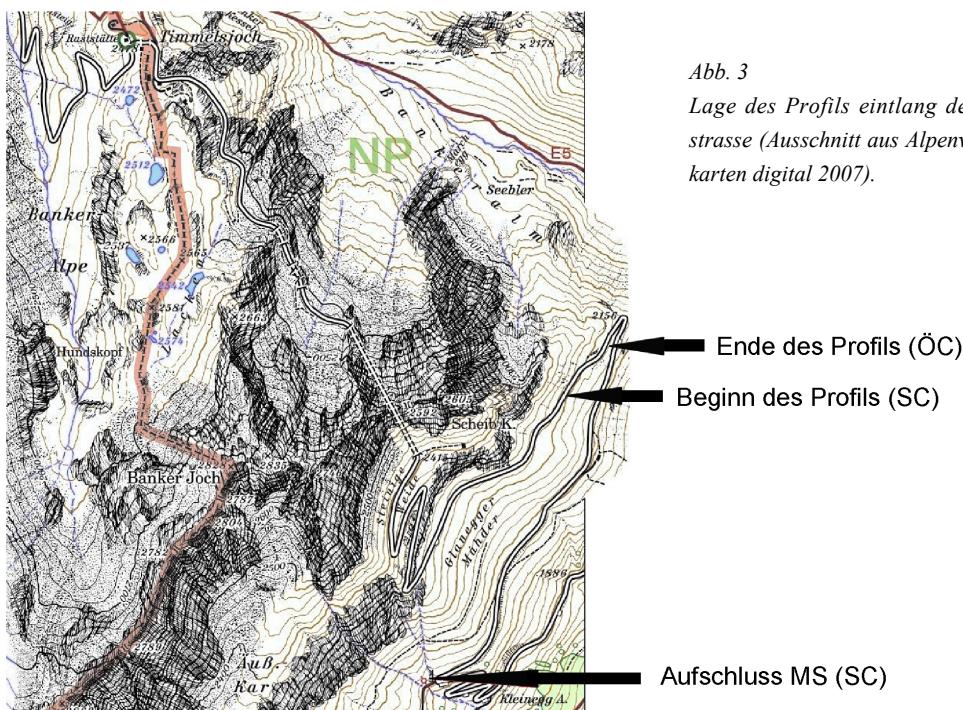


Abb. 3

Lage des Profils entlang der Paßstrasse (Ausschnitt aus Alpenvereinskarten digital 2007).

Lithologisch und mineralogisch konnte der untersuchte Bereich Kontakt entlang der Timmelsjoch Paßstrasse dreigeteilt werden: 1.) die Gesteine der bunten Randserie des SC sind durch das Auftreten von Amphiboliten, Marmoren, Hornblendegarbenschiefen und mineralreichen Paragneisen charakterisiert. 2.) Darauf folgt ein Bereich monotoner Paragneise, die durch eine ausgeprägte Biotitblastese charakterisiert sind. Dieser Gesteinstyp wurde schon von SCHMIDEGG (1932) als „Grenzglimmerschiefer bzw. Biotitporphyroblastenschiefer“ auskariert. Dieser Bereich wird als Übergangsbereich zwischen SC und ÖC interpretiert. 3.) Darauf folgen feinkörnige Paragneise, aber ohne Biotitblastese. Dieser Bereich wird als die Gesteine des ÖC interpretiert.

Den Übergang von der Bunten Randserie des SC zum angrenzenden Übergangsbereich zum ÖC hin stellt eine Marmorlinse und das anschließende Einsetzen der Biotitblastese in den Paragneisen dar. Dabei sind die Lithologien der Bunten Randserie innerhalb des Schneeberger Zuges Granatglimmerschiefer mit bis zu 5 cm großen Granaten, Hornblendengarbenschiefen, die z.T. bis zu 3 cm große Hornblendengarben besitzen, Granatamphibolite und Glimmerschiefer bzw. Paragneise mit variablen Karbonatgehalt sowie eine Marmorlage (Abb. 4). Die Gesteine aus dem Übergangsbereich des SC/ÖC sind Glimmerschiefer und Paragneise mit Einschaltungen von Quarziten sowie Quarzgängen. Diese Paragneise/Glimmerschiefer sind teilweise granatführend. Auffallend hierbei ist die immer wieder zu beobachtende Biotitblastese, wobei einzelne Biotite einen Durchmesser bis 0.5 cm erreichen (Abb. 5).

*Abb. 4
Marmorlage in den Gesteinen der Bunten Randserie, ca. 0.5 m darüber beginnen die Gesteine des Übergangsbereiches SC/ÖC.*



*Abb. 5
Typische monotone Paragneise mit Biotitblastese aus dem Übergangsbereich SC/ÖC.*



Danach setzen die makroskopisch feinkörnigeren granatführenden Glimmerschiefer und Paragneise des Ötztal-Stubai Kristallins ein. In diesen Gesteinen fehlt die Biotitblastese. Dieser Übergang ist aber hauptsächlich nur mit Hilfe von mikroskopischen Untersuchungen der einzelnen Proben sowie unter Zuhilfenahme der Elektronenstrahlmikrosonde bestimmbar. Makroskopisch kann man diesen Übergang im Gelände schwer feststellen. Darauf wird aber in den nachfolgenden Kapiteln dieser Arbeit noch genauer eingegangen. Alle in diesem Profil beschriebenen Lithologien kennzeichnen sich durch ein mit ca. 50° steiles Einfallen in Richtung NNW. Die Mächtigkeiten der einzelnen Schichten variieren von 0.5 m bis 10er-Meter.



Abb. 6

Übergang zwischen dem SC und dem Übergangsbereich zwischen SC/ÖC (=ÖSC).

Abbildung 6 zeigt den Übergang zwischen der Bunten Randserie (SC) und den monotonen Paragneisen mit der Biotitblastese (Übergangsbereich SC/ÖC) entlang der Timmelsjochpaßstrasse. Hier lässt sich der Kontaktbereich zwischen den monotonen Gneisen des äussersten Randes des SC und den Amphibol-dominierten Lithologien der Bunten Randserie festlegen. Abbildung 7 zeigt dann den tatsächlichen Kontakt (rote Linie) zwischen dem SC (links unterhalb) und dem ÖC (rechts oberhalb). Da es sich bei den Gesteinen beider Einheiten aber um monotone Paragneise handelt, war eine Unterscheidung beider Einheiten allerdings nur mittels weiterer petrographischer und mineralchemischer Methoden möglich.

Petrographie

SC: Der Großteil der untersuchten Proben des SC stammt aus der Bunten Randserie, lediglich die Probe am Eingang zum Seewertal ist Teil der Monotonen Serie. Eine Probe aus der Monotonen Serie wurde untersucht und es handelte sich um einen Granatglimmerschiefer gekennzeichnet durch viel Muskovit und nur wenig Quarz. Auffallend sind die Granat-, Biotit- und die gelängten Ilmenit-Porphyroblasten, die regellos innerhalb des Muskovits verteilt sind und somit auf ein postkinematisches Kristallwachstum hinweisen.



Abb. 7

Übergang zwischen dem Übergangsbereich SC/ÖC und dem ÖC (=ÖSC).

Die Proben der Bunten Randserie im aufgenommenen Profil zeichnen sich durch verschiedene mineralreiche Lithologien aus. Es handelt sich um fein- bis grobkörnige Granatglimmerschiefer (Abb. 8A), Hornblendengarbenschiefer mit variablem Karbonatgehalt (Abb. 8B) sowie Amphibolite (Abb. 8C), monotone quarzitische Glimmerschiefer bzw. Paragneise (Abb. 8D), Kalksilikatgesteine wie Kalkglimmerschiefer (Abb. 8E), die z.T. auch Granat enthalten, und ein Marmor (Abb. 8F).

Die Hauptgemengteile dieser Proben sind im Wesentlichen Muskovit, Biotit, Granat, Amphibol (Hornblende), Kalzit/Dolomit, Plagioklas und Quarz. Die Amphibole und Granate sind stark zersetzt und werden von Mineralen wie Plagioklas, Quarz, Ilmenit, Rutil, Apatit sowie von Muskovit und Biotit verdrängt. Häufig zu beobachtende Nebengemengteile sind Rutil und Ilmenit, wobei Rutil häufig von Ilmenit umwachsen wird, Turmalin, Apatit, Titanit sowie Graphit.

Übergangsbereich SC/ÖC: Der Übergangsbereich beginnt mit der bereits im Handstück zu erkennenden Biotitblastese. Die Lithologien sind Granatglimmerschiefer (Abb. 9A) und granatführende Paragneise (Abb. 9B), die sich teils durch große Biotite auszeichnen. Die Granate sind teils idiomorph und stark variable in ihrer Grösse. Neben Quarz, Muskovit, Biotit und Granat erkennt man Plagioklas, Turmalin, Apatit, Ilmenit und Rutil, wobei Rutil häufig wiederum von Ilmenit umwachsen wird.

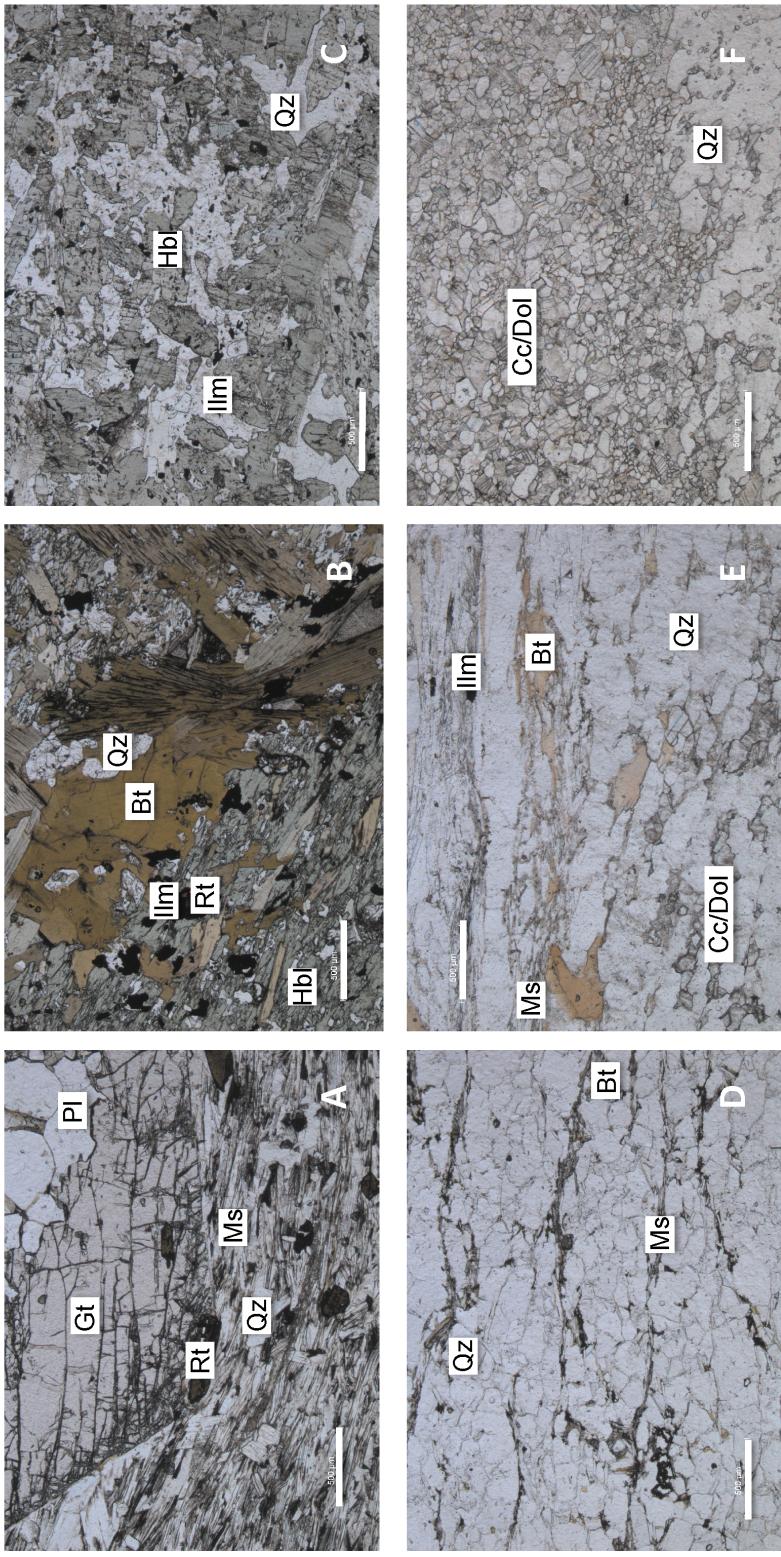


Abb. 84-F
Diinnschliffbilder aus der Bunten Randserie. A: Granatlimmerschiefer unter II Nichols; Grt: Granat, Rt: Rutit; Ms: Muskovit; Qz: Quarz, Pl: Plagioklas; B: Hornblendegarbenschiefer mit großen Biotiten unter II Nichols; Bt: Biotit; Ilm: Ilmenit; Hbl: Hornblende; C: Amphibolit unter II Nichols; Bt: Biotit, Ilm: Ilmenit; Qz: Quarz; D: Monotoner, quarzitischer Paragneis unter II Nichols; Bt: Biotit, Ms: Muskovit; E: Quarz; F: Kalklimmerschiefer unter II Nichols; Bt: Biotit, Ilm: Ilmenit; Ms: Muskovit; Cc/Dol: Karbonat; Qz: Quarz; Cc/Dol: Karbonat; C: F: Kalzit/Dolomit-führender Marmor unter II Nichols; Qz: Quarz; Cc/Dol: Karbonat.

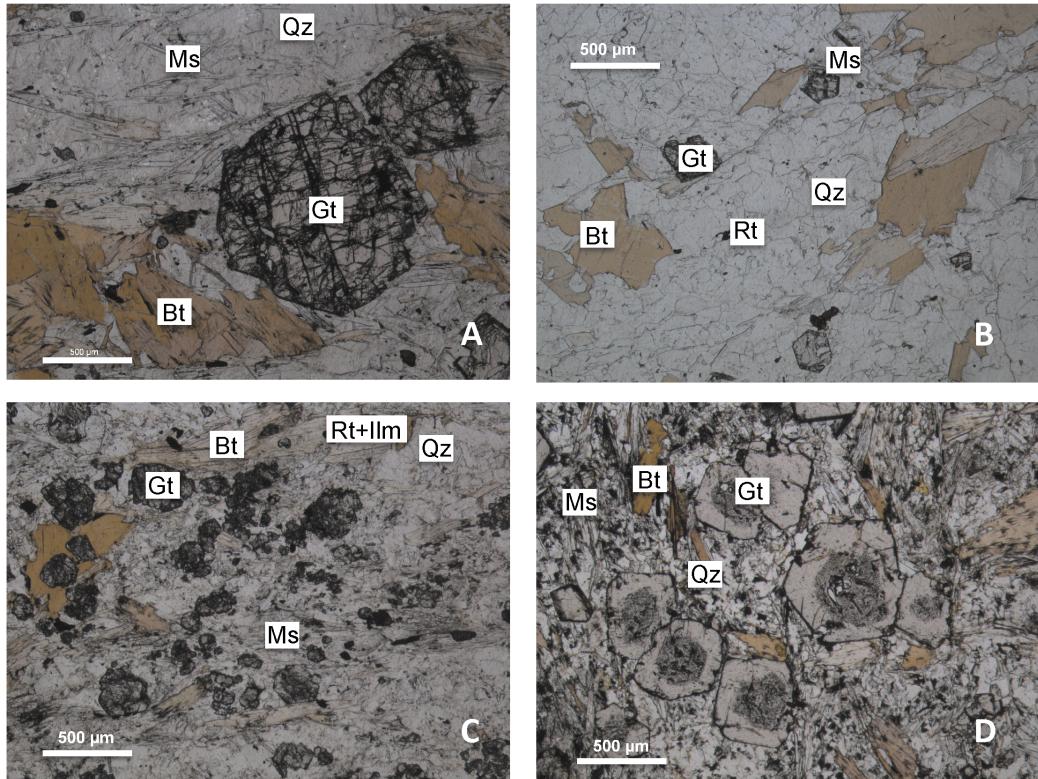


Abb. 9A-D

Dünnschliffbilder aus dem Übergangsbereich SC/ÖC (A, B) und dem angrenzenden ÖC (C, D). A: Granatglimmerschiefer mit großen Biotiten unter II Nichols; Grt: Granat; Ms: Muskovit; Bt: Biotit, Qz: Quarz; B: Granat-führender Paragneis mit großen Biotiten unter II Nichols; Grt: Granat; Ms: Muskovit; Bt: Biotit, Rt: Rutil; Qz: Quarz; C: Kleine, teils idiomorphe Granate sowie Granatnester unter II Nichols; Grt: Granat; Ms: Muskovit; Bt: Biotit, Qz: Quarz; D: Granatglimmerschiefer mit optisch „zonierten“ Granaten unter II Nichols; Grt: Granat; Ms: Muskovit; Bt: Biotit, Qz: Quarz.

ÖC: Der Mineralbestand der ÖC Proben unterscheidet sich von den vorhergehenden Proben des Übergangsbereiches SC/ÖC kaum. Auffallend sind allerdings die zahlreichen kleineren Granate, die Granatnester bilden (Abb. 9C). Die Granate kennzeichnen sich durch eine optisch sichtbare Zonierung, indem sie einen dunkleren Kern und einen helleren Rand besitzen (Abb. 9D). Dabei entstehen aus einem ursprünglich größerem Granat im Zuge eines zweiten tektonometamorphen Ereignisses zahlreiche kleine Granate. Diese rekristallisierten Granatnester geben einen Hinweis auf eine zweite tektonometamorphe Überprägung und sind damit Teil des ÖC und werden nicht mehr zum monometamorph überprägten SC bzw. zum Übergangsbereich SC/ÖC gezählt.

BSE-Petrographie und Röntgenverteilungsbilder der Granatzonierungen

Zusätzlich zur petrographischen Untersuchung mittels Durchlichtmikroskopie wurden die Proben mit der Elektronenstrahlmikrosonde bearbeitet. Es wurden ausgewählte v.a. granathältige Proben untersucht um mittels rückgestreuter Elektronenbildern (BSE Bilder) und Röntgenverteilung von Mg, Fe, Ca und Mn kontinuierliche bzw. diskontinuierliche Wachstumszonierungen im Granat zu ermitteln.

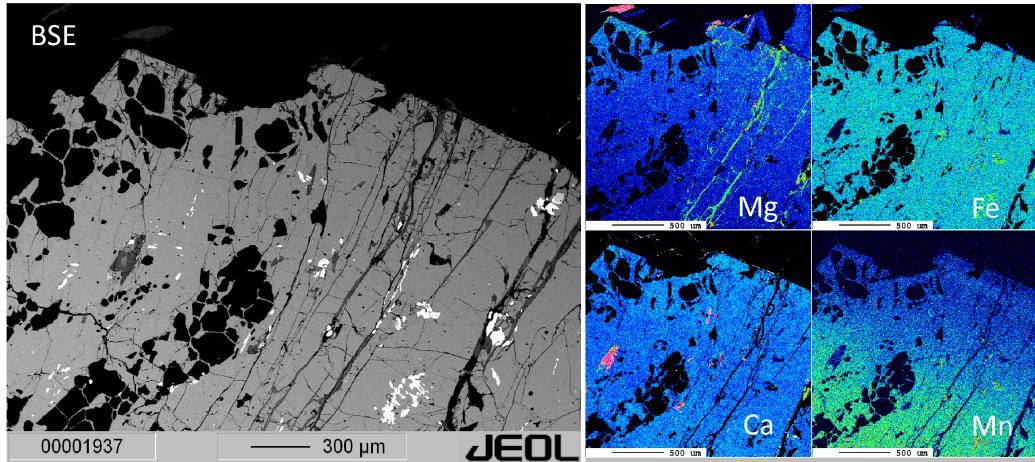


Abb. 10

BSE-Bild und Röntgenverteilungsbilder eines Randbereiches eines Granaten mit rotiertem Intengefüge aus der Bunten Randserie aus dem SC. Im BSE Bild ist keinerlei Wachstumszonierung zu erkennen. Die Röntgenverteilungsbilder zeigen nur schwach ein kontinuierliches Wachstum des Granats an. Nur Mn zeigt eine deutliche Zonierung hin zu geringeren Gehalten am Rand.

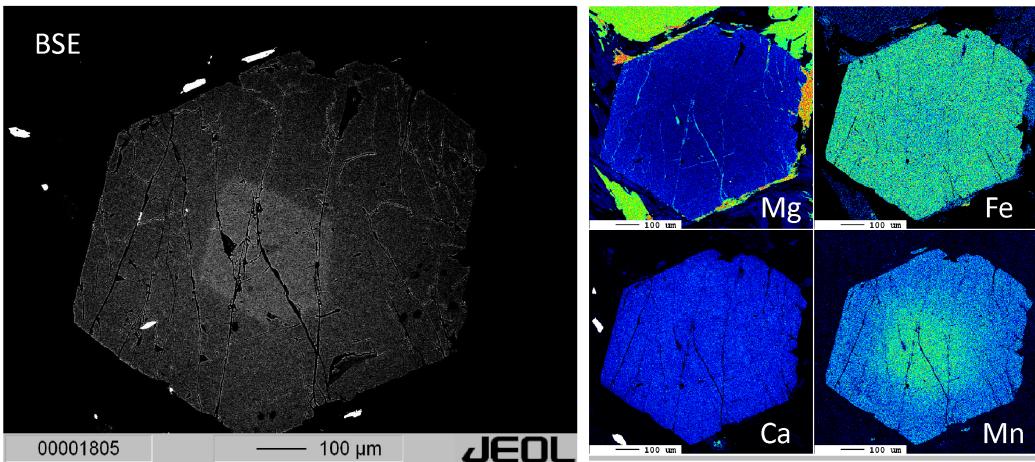


Abb. 11

BSE-Bild und Röntgenverteilungsbilder eines Granats aus dem Übergangsbereich SC/ÖC. Im BSE Bild ist ein heller ideomorpher Kern zu erkennen. Die Röntgenverteilungsbilder zeigen ebenfalls nur schwach ein kontinuierliches Wachstum des Granats an. Nur Mn zeigt eine deutliche Zonierung hin zu geringeren Gehalten am Rand.

Dabei kennzeichnen sich die Granate der Bunten Randserie des SC und des Übergangsbereiches SC/ÖC durch eine kontinuierliche Wachstumszonierung die einphasig im Zuge der eo-alpinen Metamorphose entstanden ist aus (Abb. 10, 11). Die Granate des ÖC weisen hingegen eine zweiphasige, diskontinuierliche Wachstumszonierung auf (Abb. 12) und sind somit im Zuge zweier voneinander getrennten Wachstumsphasen entstanden. Diese Mehrphasigkeit weist neben der eo-alpinen Überprägung auch auf die frühere variszische Überprägung hin (HOINKES, 1981).

Die SC/ÖC Proben aus dem Übergangsbereich zeigen kein mehrphasiges Wachstum, lediglich in wenigen Proben stellt man einen helleren, teils idiomorphen Kern und einen etwas dunkleren Rand bei den Granaten fest. Ein diskontinuierlicher, zweiphasig entstandener Zonarbau wurde aber durch die Röntgenverteilungsbilder widerlegt (Abb. 11). Daher kann aus der BSE-Bild Analyse und der Dünnschliffanalyse darauf geschlossen werden, dass die Grenze zwischen dem Übergangsbereich SC/ÖC und dem ÖC innerhalb von Paragneisen auftritt, die in der Abbildung 7 eingezeichnet ist.

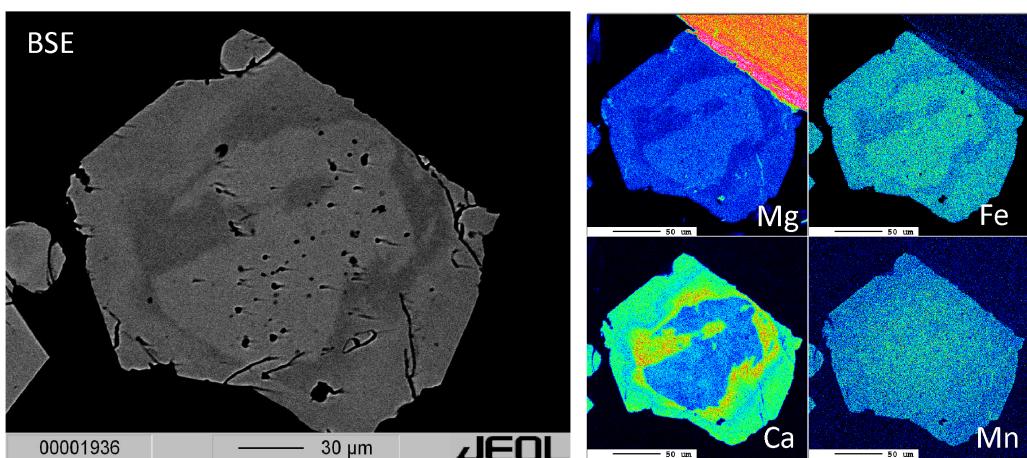


Abb. 12

BSE Bild und Röntgenverteilungsbilder eines sichtbar diskontinuierlich zonierten Granats aus dem ÖC. Im BSE Bild ist ein heller älterer resorbierter Kern zu erkennen. Die Röntgenverteilungsbilder zeigen deutlich ein diskontinuierliches Wachstum des Granats an. Der ältere, relikтив erhaltene Granat im Kern ist deutlich Ca-ärmer. Nur Mn zeigt eine wenig deutliche diskontinuierliche Zonierung an.

Diskussion

Die Grenzziehung zwischen dem SC und ÖC entlang der Timmelsjoch Paßstrasse

KONZETT et al. (2003) definieren nur einen ungefähren, mehrere 10er m breiten Grenzbereich zwischen dem SC und dem ÖC, basierend auf dem Auftreten der Gesteine der Bunten Randserie, da die genaue Grenze im Gelände nicht festgestellt werden konnte. PEDEVILLA (2011) beprobte ein detailliertes Profil (ca. 220 m) über diesen Grenzbereich entlang der Timmelsjoch Paßstrasse auf einer Höhe von ca. 2150 m. Es wurden 36 Proben genommen, welche anschliessend mikroskopiert wurden. Vier ausgewählte Proben wurden an der Elektronenstrahlmikrosonde bezüglich ihrer Granatzonierungen untersucht.

Die Proben aus dem SC (Monotone Serie, Bunte Randserie, Monotone Paragneise mit Biotitblastese aus dem Übergangsbereich SC/ÖC) weisen alle einen einphasigen kontinuierlichen Zonarbau auf. Die monotonen Paragneise mit Biotitblastese wurden zwar schon von SCHMIDEGG (1932) als „Grenzglimmerschiefer bzw. Biotitporphyroblastenschiefer“ auskariert, wurden jedoch zum ÖC gestellt, was in dieser Untersuchung widerlegt werden konnte. Erst das Auftreten von diskontinuierlich zonierten Granaten in feinkörnigen, monotonen Paragneisen erlaubte eine eindeutige Zuordnung zum ÖC (PEDEVILLA, 2011). Dies zeigt, dass erst die mineralchemischen Daten, zusammen mit den petrographischen Daten es erlauben eine Grenze zwischen dem SC und dem ÖC zu ziehen wie in Abbildung 7 dargestellt, da der Geländebefund aufgrund der Ähnlichkeit der Gesteine keine sichere Grenzziehung zulässt.

Literatur

- BERNHARD, F. (1994): Zur magmatischen und metamorphen Entwicklung im westlichen Ötztal-Stubai Kristallin (Bereich Feichten-Verpeil, mittleres Kaunertal). - Unveröffentlichte Diplomarbeit, Universität Graz, 314 S.
- HABLER, G., THÖNI, M. & SÖLVA, H. (2006): Tracing the high pressure stage in the polymetamorphic Texel Complex (Austroalpine basement unit, Eastern Alps): P-T-t-d constraints. - Mineralogy and Petrology, 88, 269-296.
- HOINKES, G. (1973): Die Anatexis des Winnebachgranites (Ötztaler Alpen, Österreich) am Beispiel eines Aufschlusses. - Tschermaks Mineralogische und Petrographische Mitteilungen, 20, 225-239.
- HOINKES, G. (1981): Mineralreaktionen und Metamorphosebedingungen in Metapeliten des westlichen Schneebergerzuges und des angrenzenden Altikristallins (Ötztaler Alpen). - Tschermaks Mineralogisch Petrographische Mitteilungen, 28, 31-54.
- HOINKES, G. (1983): Cretaceous metamorphism of metacarbonates in the Austroalpine Schneeberg complex, Tirol. - Schweizerische Mineralogische und Petrographische Mitteilungen, 63, 95-114.
- HOINKES, G. (1986a): Eoalpine metamorphism of the Austroalpine Schneeberg-Complex and the adjacent Ötztal crystalline basement (summary). - Schweizerische Mineralogische und Petrographische Mitteilungen, 66, 135-138.
- HOINKES, G. (1986b): Effect of grossular-content in garnet on the partitioning of Fe and Mg between garnet and biotite: An empirical investigation on staurolite-zone samples from the Austroalpine Schneeberg Complex. - Contributions to Mineralogy and Petrology, 92, 393-399.
- HOINKES, G., PURTSCHELLER, F. & SCHANTL, J. (1972): Zur Petrographie und Genese des Winnebachgranites (Ötztaler Alpen, Tirol). - Tschermaks Mineralogische und Petrographische Mitteilungen, 18, 292-311.
- HOINKES, G. & THÖNI, M. (1993): Evolution of the Ötztal-Stubai, Scarl-Campo and Ulten basement units. - In: Raumer, J.F. & Neubauer, J.F. (eds.) Premesozoic geology in the Alps, Springer Verlag, 485-494.
- HOINKES, G., KOSTNER, A. & THÖNI, M., (1991): Petrologic constraints for Eoalpine eclogite facies metamorphism in the Austroalpine Ötztal basement. - Mineralogy and Petrology, 43, 237-254.
- HOINKES, G., PURTSCHELLER, F. & TESSADRI, R. (1982): Polymetamorphose im Ostalpin westlich der Tauern (Ötztaler Masse, Schneeberger Zug, Brennermesozoikum). - Geologisch-Paläontologische Mitteilungen der Universität Innsbruck, 12, 95-113.
- HOINKES, G., FRANK, W., MAURACHER, J., PESCHEL, R., PURTSCHELLER, F. & TESSADRI, R. (1987): Petrography of the Schneeberg Complex. - In: Flügel, H.W. & Faupl, P. (eds.) Geodynamics of the Eastern Alps, Deuticke, Wien, 190-199.

- HOINKES, G., KOSTNER, A. & THÖNI, M. (1991): Petrologic constraints for Eoalpine eclogite facies metamorphism in the Austroalpine Ötztal basement. - *Mineralogy and Petrology*, 43, 237-254.
- HOINKES, G., KOLLER, F., RANTITSCH, G., DACHS, E., HÖCK, V., NEUBAUER, F. & SCHUSTER, R. (1999): Alpine Metamorphism of the Eastern Alps. - *Schweizerische Mineralogische und Petrographische Mitteilungen*, 79, 155-181.
- KLÖTZLI-CHOWANETZ, E., KLÖTZLI, U. & KOLLER, F. (1997): Lower Ordovician migmatisation in the Ötztal crystalline basement (Eastern Alps, Austria): linking U-Pb and Pb-Pb dating with zircon morphology. - *Schweizerische Mineralogische und Petrographische Mitteilungen*, 77, 315-324.
- KONZETT, J. & HOINKES, G. (1996): Paragonite-hornblende assemblages and petrological significance: an example from the Austroalpine Schneeberg Complex, Southern Tyrol, Italy. - *Journal of Metamorphic Geology*, 14, 85-101.
- KONZETT, J., HOINKES, G. & TROPPER, P. (2003): 5th Workshop of Alpine geological studies. Field trip guide E4: Alpine metamorphism in the Schneeberg Complex and neighboring units (immediate vicinity of Obergurgl). - *Geologisch Paläontologische Mitteilungen Innsbruck*, 26, 21-45.
- KRENN, K. (2010): Fluid inclusions related to subsequent stages of foliation development during a single metamorphic cycle (Schneeberg Fault Zone, Eastern Alps, Austria). - *Lithos*, 118, 255-268.
- MAURACHER, J. (1980): Alpidische und voralpidische Metamorphose und Strukturprägung am Westende des Schneeberger Zuges (Ötztaler Alpen). - Unveröffentlichte Dissertation, Universität Wien, 155 S.
- MILLER, C. & THÖNI, M. (1995): Origin of eclogites from the Austroalpine Ötztal basement (Tyrol, Austria): geochemistry and Sm-Nd vs. Rb-Sr isotope systematics. - *Chemical Geology*, 122, 199-225.
- PEDEVILLA, A. (2011): Petrographische Untersuchungen des Übergangs Ötztal-Stubai Kristallin-Schneeberger Zug im Bereich des Timmelsjoches. - Unveröffentlichte Bachelorarbeit, Universität Innsbruck, 53 S.
- PURTSCHELLER, F. (1969): Petrographische Untersuchungen an Aluminosilikatgneisen des Ötztaler-Stubaier Altkristallins. - *Tschermaks Mineralogisch Petrographische Mitteilungen*, 13, 35-54.
- PURTSCHELLER, F. & RAMMLMAIR, D. (1982): Alpine metamorphism of diabase dikes in the Ötztal-Stubai metamorphic complex. - *Tschermaks Mineralogisch Petrographische Mitteilungen*, 29, 205-221.
- PURTSCHELLER, F., HAAS, R., HOINKES, G., MOGESSIE, A., TESSADRI, R. & VELTMAN, C. (1987): Eoalpine metamorphism in the crystalline basement. - In: Flügel, H.W. & Faupl, P. (eds.), *Geodynamics of the Eastern Alps*. Deuticke, Wien, 187-189.
- SCHMIDEGG, O. (1932): *Geologische Spezialkarte der Republik Österreich, Blatt Sölden und St. Leonhard*. - Geologische Bundesanstalt Wien 1932.
- SCHWEIGL, J. (1995): Neue geochronologische und isotopengeologische Daten zur voralpidischen Entwicklungsgeschichte im Ötztalkristallin (Ostalpen). - *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt*, 138, 131-149.
- SÖLVA, H., GRASEMANN, B., THÖNI, M., THIEDE, R. & HABLER, G. (2005): The Schneeberg Normal Fault Zone: normal faulting associated with Cretaceous SE-directed extrusion in the Eastern Alps (Italy/Austria). - *Tectonophysics*, 401, 143-166.
- THÖNI, M. (2006): Dating eclogite-facies metamorphism in the Eastern Alps – approaches, results, interpretations: a review. - *Mineralogy and Petrology* 88: 123-148.
- THÖNI, M. & HOINKES, G. (1987): The Southern Ötztal Basement: Geochronological and Petrological Consequences of Eoalpine Metamorphic Overprinting. - In: Flügel, H.W. & Faupl, P. (eds.), *Geodynamics of the Eastern Alps*, Deuticke, Wien, 379-406.
- THÖNI, M. (1981): Degree and evolution of the Alpine metamorphism in the Austroalpine unit W of the Hohe Tauern in the light of K/Ar and Rb/Sr age determinations on micas. - *Jahrbuch der geologischen Bundesanstalt*, 124, 111-174.

- THÖNY, W., TROPPER, P., SCHENNACH, F., KRENN, E., FINGER, F., KAINDL, R., BERNHARD, F. & HOINKES, G. (2008): The metamorphic evolution of migmatites from the Ötztal Complex (Tyrol, Austria) and constraints on the timing of the pre-Variscan high-T event in the Eastern Alps. - *Swiss Journal of Geosciences*, 101, 111-126.
- TROPPER, P., KRENN, K. & HOINKES, G. (2012): Mineralogie und Petrologie des austroalpinen Kristallins in der südlichen Umgebung von Obergurgl: Der Übergang vom Ötztal Complex in den Schneeberg Complex (Ötztal, Österreich, Passeiertal, Südtirol). In: Koch, E.M. & Erschbamer, B. (Eds.) *An den Grenzen des Waldes und der menschlichen Siedlung*, Alpine Forschungsstelle Obergurgl, 2, Innsbruck University Press, 181-209.
- TROPPER, P. & HOINKES, G. (1996): Geothermobarometry of Al_2SiO_5 -bearing metapelites in the western Austroalpine Ötztal-basement. - *Mineralogy and Petrology*, 58, 145-170.
- TROPPER, P. & RECHEIS, A. (2003): Garnet zoning as a window into the metamorphic evolution of a crystalline complex: the northern and central Austroalpine Ötztal-basement as a polymetamorphic example. - *Mitteilungen der Österreichischen Geologischen Gesellschaft*, 94, 27-53.

received: 12.04.2012
 accepted: 19.04.2012