

## POLYMETAMORPHOSE IM OSTALPIN WESTLICH DER TAUERN (ÖTZTALER MASSE, SCHNEEBERGER ZUG, BRENNERMESOZOIKUM)

Zusammenfassung der petrographischen Neuergebnisse

von G. Hoinkes, F. Purtscheller und R. Tessadri\*)

### Zusammenfassung

Im Ostalpin westlich des Brenners liegt eine variszische Hauptmetamorphose in Amphibolitfazies vor, deren ca. E-W verlaufende Temperaturachse (ca. 670°C im Maximum) im nördlichen Bereich der Ötztaler Masse liegt, und deren Intensität nach N und S abnimmt. Dieser Wärmedom wird von einer kretazischen Metamorphose mit einem Temperaturhöhepunkt von ca. 600°C im Bereich südlich des Alpenhauptkammes der Ötztaler Alpen überprägt. Die Temperatur dieser jüngeren Metamorphose nimmt nach NW (Richtung Landeck) allmählich ab (bis unter 300°C), wobei die kretazischen Isograde die variszischen Mineralzonen diskordant in NE-SW-Richtung schneiden:

Dieses Gebiet ist ein instruktives Beispiel für die Überprägung durch zwei annähernd gleich starke Metamorphosen, deren räumliche Lage der Höhepunkte aber ca. 35 km voneinander entfernt sind.

### Summary

The dominant metamorphism of the Austroalpine to the west of the Penninic Tauern Window is of Variscan age. The temperature climax of approximately 670°C forms an E-W striking zone in the northern Ötztal Alps. Intensity of metamorphic grade decreases towards the north and south. This heatdome is overprinted by a Cretaceous metamorphism with a temperature climax of approximately 600°C south of the Ötztal Alps. Metamorphic grade of this younger event decreases slightly to the northwest, until temperatures below 300°C are reached near Landeck. The NE-SW striking Cretaceous isogrades cut the Variscan mineral zones.

This area is an instructive example of an overprint by two succeedingly metamorphic events which now appear as heatdomes of similar grade, but are geographically separated by a distance of about 35 km.

---

\*) Anschrift der Verfasser: Univ.-Doz. Dr. Georg Hoinkes, Univ.-Prof. Dr. Fridolin Purtscheller, Dr. Richard Tessadri, Institut für Mineralogie und Petrographie, Universitätsstraße 4/1, A-6020 Innsbruck

## Einleitung

Seit den Kartierungen und petrographischen Arbeiten von HAMMER (1923, 1929), OHNESORGE (1905), SANDER & HAMMER (1924), SANDER (1921, 1929) und SCHMIDEGG (1932, 1933) ist die Gliederung der Petrogenese in eine voralpidische Metamorphose ("Laaserkristallisation" nach SANDER, 1929) und eine alpidische Phase ("Tauernkristallisation" nach SANDER, 1921) bekannt. Die jüngere "Tauernkristallisation" hat dabei das auflagernde Permomesozoikum (z.B. Brennermesozoikum, Piz Lad) erfaßt und dort zur Bildung von Biotit und Granat geführt; die ältere "Laaserkristallisation" war vor allem im Altkristallin wirksam und ist durch das Auftreten von Staurolith, Disthen, Sillimanit und Granat charakterisiert.

Aufbauend auf diesen grundlegenden Arbeiten wurde in den letzten Jahren von verschiedenen Arbeitsgruppen (München, Padua, Wien, Innsbruck) ein detailliertes Bild der metamorphen Geschichte dieses Gebietes entwickelt, welches im folgenden zusammenfassend vorgestellt werden soll.

Die Diskussion gliedert sich dabei in folgende drei Themenkreise:

1. Polymetamorphose im Altkristallin nördlich des Alpenhauptkamms
2. Alpidische Metamorphose im Permomesozoikum
3. Alpidische Amphibolitfazies im Schneeberger Zug und angrenzenden Altkristallin.

### 1. Polymetamorphose im Altkristallin nördlich des Alpenhauptkamms

Aufgrund von petrologisch-geologischen Überlegungen und geochronologischen Altersdatierungen können im Altkristallin voralpidische und alpidische Metamorphosen unterschieden werden:

#### I. Voralpidische Metamorphosen

##### a) Variszische Metamorphose

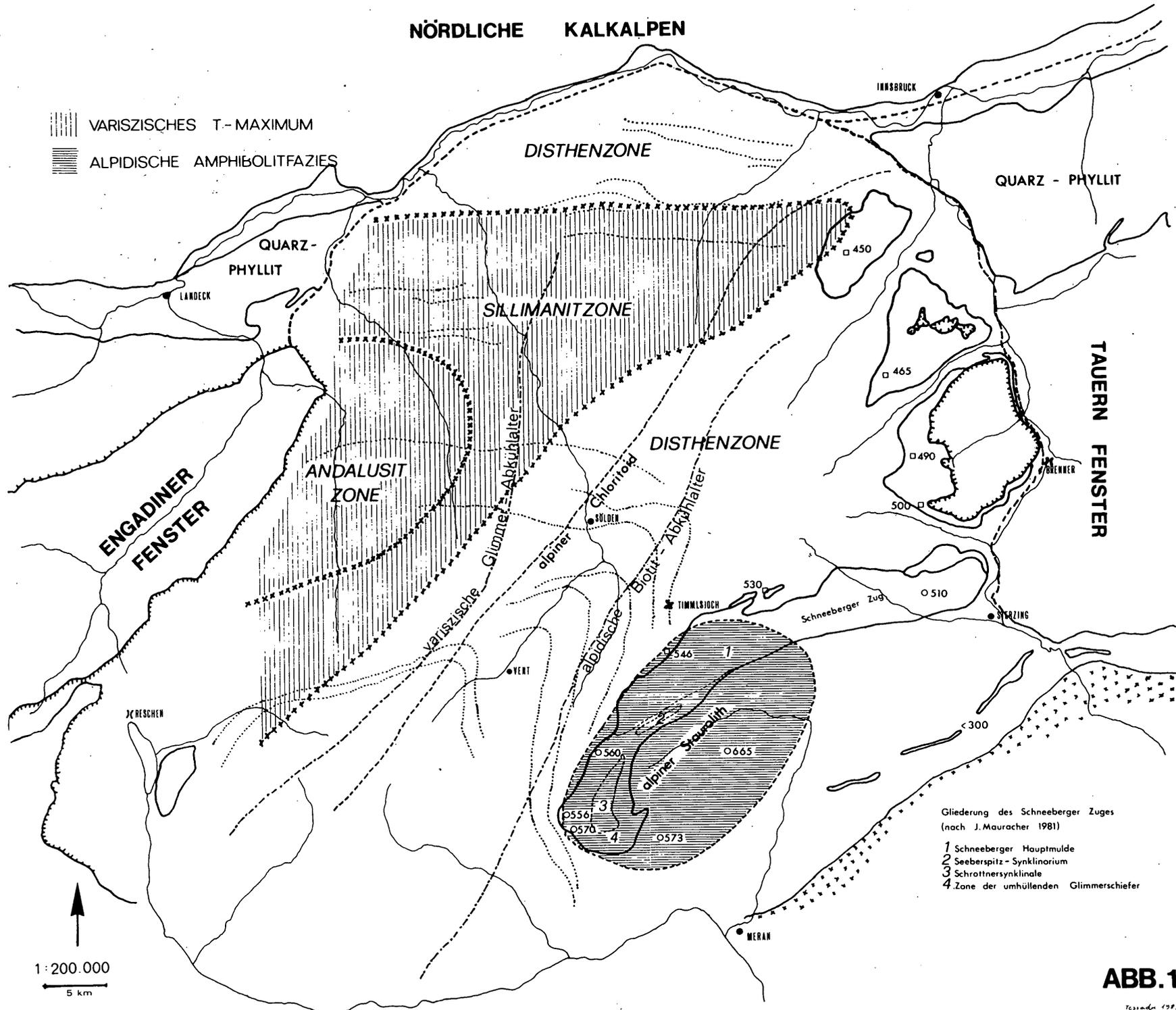
Diese Metamorphose ist eindeutig das dominierende, die wesentlichen Paragenesen bildende und das gefügeprägende thermische Ereignis. Das Alter dieser Metamorphose ist mit Rb/Sr- und K/Ar-Abkühlaltern von 270 bis 300 m.y. als variszisch belegt (SCHMIDT et al., 1967; MILLER et al., 1967; GRAUERT, 1969; THÖNI, 1981).

An den Metapeliten wurde eine postdeformative Hauptmetamorphose in Amphibolitfazies festgestellt: die wesentlichen Merkmale sind Staurolith, Granat und alle drei Aluminiumsilikate, wobei Sillimanit (meist fibrolithisch, selten grobkörnig) und Andalusit im Zentrum, und Disthen im Norden und Süden an den Flanken einer Wärmebeule auftreten (PURTSCHELLER, 1969) (Abb. 1).

In mineralreichen Glimmerschiefern treten zudem noch jüngere Quarz-Feldspatknuern auf, die in der Sillimanitzone z.T. sehr große Andalusite und in der Disthenzone große Disthene enthalten. Die Andalusiteinkristalle sind sehr häufig, ganz oder teilweise, in ein Haufwerk von Disthen und randlich in Pyrophyllit umgewandelt (PURTSCHELLER et al., 1972). Diese Umwandlungen werden durch die Temperaturabnahme nach dem Höhepunkt der variszischen Metamorphose erklärt. Die Grenze der Sillimanit-Disthenzone verläuft im Norden etwa parallel dem stofflichen Lagenbau und den hier Ost-West-verlaufenden Großfaltenachsen;

# NÖRDLICHE KALKALPEN

 VARISZISCHES T-MAXIMUM  
 ALPIDISCHE AMPHIBOLITFAZIES



Gliederung des Schneeberger Zuges  
 (nach J. Mauracher 1981)  
 1 Schneeberger Hauptmulde  
 2 Seeberspitze - Synklinorium  
 3 Schrottnersynklinale  
 4 Zone der umhüllenden Glimmerschiefer

**ABB. 1**

1982

weiter im Süden, im Bereich der steilstehenden Großfalten ("Schlingentektonik"; SCHMIDEGG, 1933, 1936) schneidet diese Grenze die Großstrukturen diskordant. Die Metamorphose ist somit jünger als die Hauptstrukturen.

Das Alter der "Schlingentektonik" wurde von GRAUERT (1981) als variszisch geochronologisch bestätigt, da im variszischen Zyklus intrudierte Orthogneise von dieser Schlingentektonik erfaßt wurden, und postdeformative Hellglimmer derselben Orthogneise variszische Abkühlalter ergeben.

Im äußersten Nordosten werden die sillimanitführenden Metapelite von parautochthonem Permomesozoikum der Kalkkögel überlagert, das seinerseits eine jüngere Metamorphose in Grünschieferfazies (Biotitneubildung in den Raibler Schichten) aufweist. Das Alter der unterlagernden Gesteine mit Sillimanit ist damit auch feldpetrographisch als voralpidisch belegt.

Aufgrund der Mineralparagenesen in den Metapeliten werden die P-T-Bedingungen im Hochtemperaturbereich der variszischen Metamorphose mit ca. 670°C und 3-4 kbar angenommen. Diese Temperaturabschätzung wird durch das Auftreten relativ jüngerer ungeschieferter granitoider Migmatite ("Winnebachgranit"; HAMMER, 1925), deren Bildungstemperatur durch Schmelzversuche mit ca. 670°C gut bekannt ist (HOINKES et al., 1972; HOINKES, 1973), bestätigt.

In letzter Zeit haben SÖLLNER & SCHMIDT (1981) und SÖLLNER et al. (1982) "kaledonische" Rb/Sr-Gesamtgesteinsalter des Migmatits ( $460 \pm 24$  m.y.) sowie U/Pb-Alter an Zirkonfraktionen ( $\sim 465$  m.y.) als Alter der Anatexis interpretiert.

Wir sind nicht dieser Ansicht und glauben, daß hier eine Fehlinterpretation der Alter vorliegt, die auf einer falschen Vorstellung über die Genese von Neosom und Schollen im Migmatit beruht.

Nach unserer Meinung enthalten beide sowohl ehemalige Schmelze als auch kristallinen Rest, jedoch in unterschiedlichen Mengenverhältnissen, so daß im Neosom das Gneisgefüge durch hohe Schmelzanteile zerstört wurde, während es in den Schollen noch erhalten blieb. Randliches Zerfransen und Auflösen der Schollen zeigt, daß alle Übergänge zwischen diesen beiden Extremen existieren.

Das bedeutet aber, daß der Migmatit auch bei der Anatexis ein geschlossenes System für die Sr-Isotope darstellte und keine Homogenisierung der Sr-Isotope stattfand. Ebenso hat auch die variszische Regionalmetamorphose im ostalpinen Altkristallin nie zu einer Sr-Isotopenhomogenisierung oder Störung des U/Pb-Systems in Zirkonen geführt (siehe auch GRAUERT, 1969). Die "kaledonischen" Alter des Winnebachmigmatits entsprechen daher den üblichen "kaledonischen" Altern der Paragneise und müssen in beiden Gesteinen demselben "kaledonischen" Ereignis zugeordnet werden. Sie sind jedenfalls kein Beweis, daß die Migmatitbildung im Winnebachgebiet "kaledonisches" Alter hat. Ein variszisches Alter der Anatexis scheint uns vor allem aufgrund der strukturellen Kriterien (siehe bereits HAMMER, 1925) und der Übereinstimmung im Metamorphosegrad mit umliegenden Metapeliten und Alumo-Silikatgneisen viel wahrscheinlicher. Es ist nicht möglich, die Anatexis des Winnebachgebietes mit den "kaledonisch" datierten strukturkonkordanten Orthogneisen (Rb/Sr-Gesamtgesteinsalter: 436-410 m.y.) gleichzusetzen.

Eine Bestätigung der voralpinen Temperaturverteilung, mit dem Temperaturmaximum im mittleren Ötztal und einer Temperaturabnahme nach Norden und Süden, ergibt sich auch aus gegenwärtig laufenden Untersuchungen an Hornblenden aus Amphiboliten (A. MOGESSIE, pers. Mitt.).

## b) Ältere Metamorphosen

Trotz des dominierenden Charakters der zuvor geschilderten Metamorphose treten gelegentlich Relikte einer älteren metamorphen Phase auf; im Metabasitzug zwischen Längenfeld und Sölden kommen zahlreiche linsenförmige Eklogitkörper vor (HETZNER, 1903; HAMMER, 1926). Diese Eklogite wurden zuletzt petrographisch von MILLER (1966, 1970) untersucht und ihre Bildungsbedingungen nach neueren Vorstellungen mit ca. 14 kbar und 690°C bestimmt (MILLER, pers. Mitt.). Dieser hohe Druck widerspricht eindeutig den aus den benachbarten Metapeliten ableitbaren Bedingungen (Sillimanit-Andalusit). Die Eklogite zeigen zudem randlich eine Umwandlung in Amphibolite und somit eine Angleichung an die P-T-Bedingungen der variszischen Metamorphose.

Somit sind die Eklogite als Relikte einer älteren Metamorphose ("kaledonisch"?) anzusehen. Ähnliche Vorstellungen sind auch für andere Bereiche des altkristallinen Grundgebirges der Ostalpen entwickelt worden (PURTSCHELLER & SASSI, 1975).

## II. Alpidische Metamorphose

Die alpidische Metamorphose ist eindeutig an den parautochthonen permomesozoischen Auflagerungen nachweisbar und hat daher auch das kristalline Grundgebirge mit erfaßt.

Diese Überprägung ist vor allem erkennbar an a - den Altersdaten, b - der Metamorphose postvariszischer Diabase und c - jungen Mineralneubildungen.

Altersbestimmungen an Glimmern zeigen eine Zone von altalpidischen Abkühlaltern (73-86 m.y.) im Hochtemperaturbereich der alpidischen Metamorphose (südliche Ötztalmasse), die nach Nordwesten hin, über eine Zone von Mischaltern, in einen Bereich mit variszischen Altern (ca. 270-300 m.y.) übergeht (siehe Abb. 1; zusammenfassende Darstellung siehe THÖNI, 1981). Diese Zonierung wird durch die Vorstellung einer kretazischen Metamorphose mit einer Temperatur von ca. 600°C im Südosten und einer allmählichen Temperaturabnahme nach Nordwesten in die Anchizone erklärt.

Diese alpine Temperaturzonierung ist im altkristallinen Grundgebirge besonders deutlich an den postvariszisch intrudierten Diabasgängen ersichtlich. Diese bereits seit HAMMER (1923, 1924, 1929) und SCHMIDEGG (1932) als jüngste Orthogesteine erkannten Bildungen zeigen eine, vom Raum Landeck gegen den Schneeberger Zug hin zunehmende, metamorphe Überprägung. Die Metamorphose äußert sich in einer Abfolge von sechs verschiedenen kartierbaren Paragenesen (PURTSCHELLER & RAMMLMAIR, 1981), welche eine Temperatur von ca. 300°C bei Landeck (Stilpnomelan + Chlorit) bis 550°C beim Timmelsjoch (Granat + grüne Hornblende + Oligoklas) anzeigt.

In den Metapeliten des Altkristallins überwiegen die alten, höher temperierten Paragenesen der älteren variszischen Metamorphose. Im Bereich der Mischalterzone treten retrograde Umwandlungen des älteren Stauroliths in Chloritoid (PURTSCHELLER, 1969, "Chloritoidlinie", siehe Abb. 1) auf. Weiter im Süden schließt eine kretazische Zone mit neugebildetem Staurolith an (HOINKES, 1981 a) (siehe Kapitel 3).

Granat, der erfahrungsgemäß träge auf neue P-T-Bedingungen reagiert, zeigt diese junge Metamorphose in Form von scharf abgegrenzten Anwachs säumen, die nach Nordwesten hin schmaler werden und im Bereich der Mischalterzone gänzlich verschwinden (VELTMAN, pers. Mitt.).

## 2. Alpidische Metamorphose im Permomesozoikum

Die von SANDER (1921) als "Tauernkristallisation" bezeichnete posttriadische Metamorphose wurde von MILLER et al. (1967) als kretazische Metamorphose datiert (Rb/Sr-Abkühlalter an Biotiten der Raibler Schichten mit  $77 \pm 3$  m.y.).

Die Änderung der Temperaturbedingungen dieser Metamorphose wurde im Brennermesozoikum, von den Kalkkögeln im Norden bis zum Tribulaun im Süden, von LANGHEINRICH (1965) aufgrund der Zunahme der Korngröße von Biotit in den Raibler Schichten bereits erkannt; mit Hilfe des Calcit-Dolomit-Geothermometers konnte festgestellt werden, daß die Temperaturen von Nord nach Süd von 450°C bis 500°C zunehmen (DIETRICH, 1981; PURTSCHELLER et al., 1981) (siehe Abb. 1).

Auf ähnliche Werte kommen HOERNES & FRIEDRICHSEN (1978 a, b), die aus  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ -Bestimmungen die Temperatur für das südliche Brennermesozoikum mit geringer als 510°C, für den nördlichen Abschnitt mit geringer als 470°C angeben.

Mit Annäherung an die Amphibolitfazies des Schneeberger Zuges steigen die Temperaturen im Mesozoikum (Raum Schneeberger Weiße) auf 530°C (PURTSCHELLER et al., 1981). Bei diesen Bedingungen bildete sich in den Dolomitmarmoren Tremolit; in den tonigeren Lagen Disthen und Granat (GEYSSANT et al., 1973). Im grobklastischen Permoskyth des Egetenjochs erfolgte Neubildung von Biotit und Granat, wobei die Granate einen für eine einphasige Bildung typischen Zonarbau zeigen.

Das südlichste Permoskyth, im Bereich des Penser Joches, hingegen zeigt nur eine schwache epizonale Metamorphose, die im allgemeinen über Bildung von phengitischem Hellglimmer nicht hinausgeht (siehe Abb. 1).

## 3. Alpidische Amphibolitfazies im Schneeberger Zug und angrenzenden Altkristallin

Der Schneeberger Zug ist schon seit vielen Jahren Gegenstand von geologisch-petrologischen Untersuchungen von verschiedenen Arbeitsgruppen, welche teils unterschiedliche Gliederungen verwenden. Nach SCHMIDEGG (1933) sind die Gesteine des Schneeberger Zuges von oben in das Altkristallin eingefaltete enge Synklinale, die am Westende mit dem Altkristallin um steile Achsen verbogen wurden ("Schlingentektonik").

Die Gliederung des Schneeberger Zuges in verschiedene "Zonen, die sich im Gesteinsmaterial unterscheiden", wurde zum ersten Mal von SCHMIDEGG (1933) durchgeführt, und auch von neueren Bearbeitern (HELBIG, 1969; ZANETTIN & JUSTIN-VISENTIN, 1971; MAURACHER, 1981) wurde diese Gliederung übernommen - wenn auch mit verschiedenen, teils von Lokalitäten abgeleiteten Namen bezeichnet:

Die von SCHMIDEGG (1933) als "breite Zone mit typischen grauen Granatglimmerschiefern" im Nordwesten ausgeschiedene Zone 1 ist identisch mit der "Schneeberger Hauptmulde" von MAURACHER (1981), sowie der "Gspell"- und "Saltnuss"-Serie von ZANETTIN & JUSTIN-VISENTIN (1971). Die Schneeberger Hauptmulde reicht von Sterzing im Osten bis in das Rotmoostal im Westen (Abb. 1) und ist symmetrisch gebaut, mit mächtigen Metapeliten im Zentrum (Saltnuss-Serie nach ZANETTIN & JUSTIN-VISENTIN, 1971), "zentrale Schieferserie" nach PURTSCHELLER (1978).

Im Norden und Süden wird die Schneeberger Hauptmulde von einer bunt zusammengesetzten Serie mit Marmoren, Hornblendegesteinen und Quarziten begrenzt (Gspell-Serie nach ZANETTIN & JUSTIN-VISENTIN, 1971). Südwestlich der Schneeberger Hauptmulde unterscheidet SCHMIDEGG (1933) eine "mannigfaltig zusammengesetzte Zone 2 aus Kalkglimmerschiefern, Marmorlagen, Hornblendegesteinen und Granatglimmerschiefern". Diese Zone entspricht dem "Seeberspitzen-Synklinorium" von MAURACHER (1981, siehe Abb. 1).

Weiter im Südwesten folgt nach SCHMIDEGG (1933) eine Zone 3 mit "lang dahinziehenden gelblichen Quarzitenlagen sowie Amphibolitlagen, die in Schiefer eingelagert sind, die durch das Zurücktreten des Granatgehalts mehr an das Altkristallin erinnern". MAURACHER (1981) hat diese Schiefer als "Zone der umhüllenden Glimmerschiefer" bezeichnet, in der die quarzitschieferreiche "Schrottner-Synklinale" eingelagert ist (siehe Abb. 1).

Die weiter südlich von SCHMIDEGG (1933) unterschiedene Zone 4 mit mächtigen weißen Marmoren bildet einen kontinuierlichen Übergang zu den altkristallinen Gesteinen südlich des Schneeberger Zuges. Diese Zone wurde von SANDER (1921) als Teil der "Laaser Serie" angesehen, während SCHMIDEGG (1933) diese Zone rein lithologisch zum Schneeberger Zug stellt, ebenso wie ZANETTIN & JUSTIN-VISENTIN (1971), die die Bezeichnung "Laaser Serie" für diese Zone ablehnen. Lithologisch sind die mächtigen Calcitmarmore dieser Serie wohl eher mit der Laaser Serie südlich des Vinschgaus zu vergleichen und weniger mit den meist geringmächtigen Marmoren des Schneeberger Zuges. Wenn man die "Laaser Serie" als karbonatreiche Gesteinsfazies des Altkristallins ansieht, so ist dieser Begriff auch hier zutreffend.

### Metamorphose

Aufbauend auf den ausgezeichneten petrographischen Beobachtungen von SCHMIDEGG (1933) hat sich in den letzten Jahren mit Hilfe moderner Methoden folgendes Bild der metamorphen Entwicklungsgeschichte des Schneeberger Zuges ergeben:

SCHMIDT et al. (1964) haben als erste in den südlichen Ötztaler Alpen kretazische Abkühlalter an Biotiten und Hellglimmern festgestellt. Später hat SATIR (1975) kretazische Rb/Sr-Alter von über 100 m.y. an Hellglimmern in der unmittelbaren Umgebung des Schneeberger Zuges gemessen und diese als Bildungsalter gedeutet. Neue Rb/Sr-Daten von THÖNI (pers. Mitt.) an Hellglimmern vom Altkristallin südlich des Schneeberger Zuges ergeben ungefähr 90 m.y. und sprechen für einen Höhepunkt der kretazischen Metamorphose zu dieser Zeit im Altkristallin südlich des Schneeberger Zuges. SATIRs (1975) Alter von über 100 m.y. müssen in diesem Zusammenhang als Mischalter interpretiert werden.

Das erste Auftreten von Staurolith im nördlichen Grenzbereich Altkristallin/Schneeberger Zug (siehe Abb. 1) ist durch hohe Zinkgehalte in Staurolith zu relativ geringeren Temperaturen verschoben (HOINKES, 1981 a, b). Das bereits von SCHMIDEGG (1933) beobachtete seltene Auftreten von Staurolith im Schneeberger Zug kann daher durch teils mangelnde chemische Voraussetzungen im Gestein (mangelndes ZnO) bzw. durch zu geringe Temperaturen für die Staurolithbildung im zinkfreien System im nördlichen Schneeberger Zug erklärt werden. Die Tatsache, daß Metapelite des variszisch hochmetamorphen Altkristallins unmittelbar im Liegenden des Schneeberger Zuges stets alten Staurolith (häufig pseudomorph) enthalten,

legt die Deutung nahe, daß das Altkristallin nördlich des Schneeberger Zuges variszisch eine relativ stärkere Metamorphose erfahren hat als der Schneeberger Zug.

Granatrelikte einer älteren variszischen Metamorphose sind im Schneeberger Zug nur am Westende in der "Schrottner-Synklinale" und den umhüllenden Glimmerschiefern häufig (HELBIG & SCHMIDT, 1978; HOINKES, 1981). In den weiter nordöstlich anschließenden Synklinorien der Seeberspitze und Schneeberger Hauptmulde fehlen solche Relikte in der Regel. Das heißt, daß die Gesteine des Schneeberger Zuges zu variszischer Zeit lediglich als Phyllite vorgelegen haben.

#### Kretazischer Metamorphosegrad

Die Gleichgewichtstemperaturen aufgrund der Fe/Mg-Verteilung zwischen Granat und Biotit nach FERRY & SPEAR (1978) liegen zwischen ca. 510°C und höher als 600°C, wobei die höchsten Temperaturen im Altkristallin südlich des Schneeberger Zuges vorhanden sind (HOINKES, 1981; HOINKES & THONI, 1982) (siehe Abb. 1). In Metapeliten des Schneeberger Zuges bildeten sich bei diesen Temperaturen Disthen in paragonitreichen Schiefern, Staurolith (im zinkreichen System), sowie generell die AFM-Paragenese Granat + Chlorit + Biotit neben Muskovit + Quarz. In reinen Metakarbonaten ist eine prograde Abfolge von Talk + Calcit bis Tremolit + Calcit feststellbar (HOINKES & PURTSCHELLER, 1976; HOINKES, 1978; HOINKES, in Druck).

Südlich des Schneeberger Zuges wird der Staurolith-Isograd im Zn-freien System überschritten, wohl meist auf Kosten von Granat + Chlorit + Muskovit. GREGNANIN & PICIRILLO (1969) beschreiben dort auch fibrolithischen Sillimanit als texturell jüngste Bildung. Nahe bei Meran deutet das Vorkommen von Chloritoid in altkristallinen Gesteinen wieder das Abklingen der kretazischen Metamorphose im Süden an.

Aufgrund der kretazischen Rb/Sr-Hellglimmeralter, der Gleichgewichtstemperaturen von über 600°C und der postdeformativen frischen Texturen muß der Höhepunkt der kretazischen Metamorphose im Altkristallin südlich des Schneeberger Zuges zwischen Alpenhauptkamm und Passeiertal, sowie Tschigat im Südwesten und Hohe Kreuzspitze im Nordosten gelegen haben (Abb. 1)

Das Altkristallin südöstlich der Linie Jaufen-Passeier führt stets alten variszischen Staurolith, der teilweise retrograd umgewandelt ist. Diese Beobachtung weist auf einen gering temperierten Einfluß hin, wie auch im auflagernden Permoskyth des Penser Joches bereits festgestellt wurde.

Auch die variszischen Rb/Sr-Hellglimmeralter (SPIESS, pers. Mitt.) aus diesem Gebiet bestätigen den geringen Einfluß der kretazischen Metamorphose. Als Ursache kann man eine tektonische Trennfläche im Bereich des Passeier vermuten.

## Zitierte Literatur

- FERRY, J.M. & F.S. SPEAR (1978): Experimental Calibration of the Partitioning of Fe and Mg between Biotite and Garnet. - *Contrib. Mineral. Petrol.*, 66, 113-117.
- GEYSSANT, J.; JUSTIN-VISENTIN, E. & F.P. SASSI (1973): Sur la présence de filons sédimentaires dans la série Triasique du Tribulaun et sur leur évolution métamorphique (Brenner, Alpes Orientales). - *Consiglio Nazionale delle ricerche, Mem. Ist. Geol. Min. Univ. Padova*, XXVIII, 3-24.
- GRAUERT, B. (1969): Die Entwicklungsgeschichte des Silvretta-Kristallins auf Grund radiometrischer Altersbestimmungen. - *Diss., Univ. München.*
- GRAUERT, B. (1981): Das Alter der Schlingentektonik im Silvretta-Ötztal-kristallin aufgrund radiometrischer Altersbestimmungen. - *Fortschr. Mineral.*, 59, Beiheft 1, 54-56.
- GREGNANIN, A. & E.M. PICCIRILLO (1969): Analisi microstrutturale di metamorfiti pelitico-psammitiche: evoluzione degli scisti austridici offioranti fra le Valli Passiria e Senales (Alto Adige). - *Mem. Museo Trid. Sc. Nat.*, 18, 1-56.
- HAMMER, W. (1923): Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte der Republik Österreich 1:75 000, Blatt Nauders. - *Geol. B.-A.*, Wien.
- HAMMER, W. (1924): Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte der Republik Österreich 1:75 000, Blatt Landeck. - *Geol. B.-A.*, Wien.
- HAMMER, W. (1925): Cordierit-führende metamorphe Granite aus den Ötztaler Alpen. - *TMPM* 38, 67-87.
- HAMMER, W. (1926): Eklogit und Peridotit in den mittleren Ötztaler Alpen. - *Jb. Geol. B.-A.*, 76/1 und 2, Wien.
- HAMMER, W. (1929): Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte der Republik Österreich 1:75 000, Blatt Ötztal. - *Geol. B.-A.*, Wien.
- HELBIG, P. (1969): Petrographische und gefügekundliche Untersuchungen am Westende des Schneeberger Zuges (südlich Ötztal-Kristallin). - *Diss., TH München.*
- HELBIG, P. & K. SCHMIDT (1978): Zur Tektonik und Petrogenese am W-Ende des Schneebergerzuges (Ostalpen). - *Jb. Geol. B.-A.*, 121, H. 2, 177-217, Wien.
- HETZNER, L. (1903): Ein Beitrag zur Kenntnis der Eklogite und Amphibolite mit besonderer Berücksichtigung der Vorkommen des mittleren Ötztals. - *TMPM*, 2, 437-471.
- HOERNES, S. & H. FRIEDRICHSEN (1978 a): Oxygen and Hydrogen Isotope Study of the Polymetamorphic Area of the Northern Ötztal-Stubai Alps (Tyrol). - *Contrib. Mineral. Petrol.*, 67, 305-315.
- HOERNES, S. & H. FRIEDRICHSEN (1978 b): Oxygen Isotope Studies of the Austroalpine and Penninic Units of the Eastern Alps. In: *Alps, Apennines, Hellenides*, Editors: CLOSS, H.; ROEDER, H.; SCHMIDT, K., Stuttgart.
- HOINKES, G. (1973): Die Anatexis des Winnebachgranites (Ötztaler Alpen, Österreich) am Beispiel eines Aufschlusses. - *TMPM*, 20, 225-239.

- HOINKES, G. (1978): Petrogenetic Significance to the Mg-Content in Reaction-Calclites of Siliceous Dolomitic Rocks of the Schneebergerzug (Ötztal Alps). - Fortschr. Mineral., 56, Beih. 1, 44-45.
- HOINKES, G. (1981): Mineralreaktionen und Metamorphosebedingungen in Metapeliten des westlichen Schneebergerzuges und des angrenzenden Altkristallins (Ötztaler Alpen). - TMPM, 28, 31-54.
- HOINKES, G. (in Druck): Cretaceous Metamorphism of Metacarbonates in the Austroalpine Schneeberg Complex, Tirol. - SMPM (1983).
- HOINKES, G.; PURTSCHELLER, F. & J. SCHANTL (1972): Zur Petrographie und Genese des Winnebachgranites (Ötztaler Alpen, Tirol). - TMPM, 18, 292-311.
- HOINKES, G. & F. PURTSCHELLER (1976): Die Petrogenese der Karbonatgesteine im Schneebergerzug, Ötztaler Alpen, Tirol. - N. Jb. Min. Mh., H. 10, 467-476.
- HOINKES, G. & M. THONI (1982): Zur Abgrenzung der kretazischen Amphibolitfazies im südlichen Ötztal-Kristallin. - Jber. 1981, Hochschulschwerpunkt S 15, 87-91.
- LANGHEINRICH, G. (1965): Zur Tektonik und Metamorphose des zentralalpinen Permomesozoikums westlich der Brennersenke. - Nachr. Akad. Wiss. Göttingen, II. math.-phys. Kl. 10, 133-149.
- MAURACHER, J. (1981): Alpidische und voralpidische Metamorphose und Strukturprägung am Westende des Schneeberger Zuges (Ötztaler Alpen). - Diss., Univ. Wien.
- MILLER, C. (1966): Petrographische Untersuchungen an Peridotiten und Eklogiten vom Loibiskogel (Ötztal). - Diss., Univ. Innsbruck.
- MILLER, C. (1970): Petrology of Some Eclogites and Metagabbros of the Ötztal Alps, Tirol, Austria. - Contrib. Mineral. Petrol., 28, 42-56.
- MILLER, D.S.; JÄGER, E. & K. SCHMIDT (1967): Rb-Sr-Altersbestimmungen an Biotiten der Raibler Schichten des Brenner Mesozoikums und am Muskovitgranitgneis von Vent (Ötztaler Alpen). Eclog. Geol. Helv., 60, 537-541.
- OHNESORGE, T. (1905): Die vorderen Kühtai-er Berge (Hocheder Gruppe). - Verh. Geol. R.-A., Wien.
- PURTSCHELLER, F. (1969): Petrographische Untersuchungen an Alumosilikatgneisen des Ötztaler-Stubai-er Altkristallins. - TMPM, 13, 35-54.
- PURTSCHELLER, F. (1978): Ötztaler und Stubai-er Alpen. - Sammlung Geol. Führer, 53, 1-128, Verlag Borntraeger, Berlin-Stuttgart, 2. Auflage.
- PURTSCHELLER, F.; BROWN, G.C. & W.S. FYFE (1972): A Note on the Controls of the Retrograde Transformation of Andalusite to Kyanite. - Mineral. Magazine, 38, 760-762.
- PURTSCHELLER, F. & F.P. SASSI (1975): Some Thoughts on the Pre-Alpine Metamorphic History of the Austridic Basement of the Eastern Alps - TMPM, 22, 175-199.
- PURTSCHELLER, F. & D. RAMMLMAIR (1981): Alpine Metamorphism of Diabase Dikes in the Ötztal-Stubai Metamorphic Complex. - TMPM, 29, 205-221.

- PURTSCHELLER, F.; HOINKES, G.; DIETRICH, H.; RAMMLMAIR, D & R. TESSADRI (1981): T-Bedingungen der alpidischen Metamorphose im Ostalpin westlich der Tauern. - Fortschr. Mineral., 95, Beiheft 1, 161-162.
- SANDER, B. (1921): Tektonik des Schneeberger Gesteinszuges zwischen Sterzing und Meran. - Jb. Geol. B.-A., 70, H. 3 und 4, 325-334.
- SANDER, B. (1929): Erläuterungen zur geologischen Karte Meran-Brixen. - Schlern-Schriften, 16, 111 S.
- SANDER, B. & W. HAMMER (1924): Carta Geologica delle Tre Venezie, Foglio "Merano", 1:100 000. - Uff. Idr. R. Mag. Acque Sez. Geol. Venezia.
- SATIR, M. (1975): Die Entwicklungsgeschichte der westlichen Hohen Tauern und der südlichen Ötztal-Masse aufgrund von radiometrischen Altersbestimmungen. - Diss. Univ. Berlin, Mem. Ist. Geol. Min. Univ. Padova, XXX, 84 S.
- SCHMIDEGG, O. (1933): Der Bau der Ötztaler-Stubaier Alpen. - Mitt. D. u. Ö.A.V.
- SCHMIDEGG, O. (1936): Steilachsige Tektonik und Schlingenbau auf der Südseite der Tiroler Zentralalpen. - Jb. Geol. B.-A., 86, 115-149.
- SCHMIDEGG, O. (1932): Geologische Spezialkarte der Republik Österreich 1:75 000, Blatt Sölden und St. Leonhard. - Geol. B.-A., Wien.
- SCHMIDEGG, O. (1933): Neue Ergebnisse in den südlichen Ötztaler Alpen. Verh. Geol. B.-A., 5/6, 83-95.
- SCHMIDT, K.; JÄGER, E., GRÜNENFELDER, M. & N. GRÖGLER (1967): Rb/Sr- und U/Pb-Altersbestimmungen an Proben des Ötztalkristallins und des Schneebergerzuges. - Eclog. geol. Helv., 60, 529-536.
- SÖLLNER, F. & K. SCHMIDT (1981): Rb/Sr- und U/Pb-Datierungen am Winnebach-Migmatit (Ötztaler Alpen, Österreich). - Fortschr. Mineral. 59, Beiheft 1, 188.
- SÖLLNER, F.; SCHMIDT, K.; BAUMANN, A. & B. TAUBER-HANSEN (1982): Zur Altersstellung des Winnebach-Migmatits im Ötztal (Ostalpen). - Verh. Geol. B.-A., 2, 95-106.
- THONI, 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. - Jb. Geol. B.-A., 124, 111-174.
- ZANETTIN, B. & E. JUSTIN-VISENTIN (1971): Considerazioni geologico-petrologiche sul Tratto di Monteneve ("Schneeberger Gesteinszug") (Alto Adige). - Mem. Ist. Geol. Min. Univ. Padova, XXIX, 1-41.

#### Weiterführende Literatur seit 1960

- ADAMI, C.; JUSTIN-VISENTIN, E. & B. ZANETTIN (1964): Ricerche petrografiche sulle formazioni scistose-cristalline affioranti fra Val Ridanna e Val Racines (Alto Adige). - Rend. Soc. Min. Ital., col. 20, 3-23.
- ALBER, H.; FRANK, W. & M. THONI (1977): Bericht 1976 über Untersuchungen im Permoskyth des Münstertales, des Jaggl un Maulser-Penserjochzuges sowie über den Aufbau der K/Ar-Methode. - Jber. 1976, Hochschulschwerpunkt S 15, 5, 10-22.

- BAGGIO, P., et al. (1971): Note illustrative della Carta d'Italia alla scala 1:100 000, Foglio 4, "Merano". - Min. Ind. Comm. Art. Serv. Geol. d'Italia, Roma, 161 S.
- BAUMANN, M. (1964): Geologische Spezialuntersuchungen im Kristallin des südlichen Ötztals zwischen Vent und Obergurgl (Ramelkamm). - Diplomarbeit, TH München.
- BAUMANN, M. (1967): Geologische Untersuchungen am Ostende des Schneeberger Zuges zwischen Sterzing und Schneeberg/Passieiertal (Südtirol). - Diss., München.
- BAUMANN, M.; HELBIG, P. & K. SCHMIDT (1967): Die steilachsige Faltung im Bereich des Gurgler und Venter Tales (Ötztaler Alpen). - Jb. Geol. B.-A., Bd. 110, 1-72.
- BORSI, S.; DEL MORO, A.; SASSI, F.P. & G. ZIRPOLI (1980): New Petrographic and Radiometric Data on the Oetztal and Stubai orthogneisses (Eastern Alps): - N. Jb. Miner., Mh., 2, 75-87.
- BRIGO, L. (1960): Il giacimento a Pb e Zn di S. Martino di Monteneve nell'alta Val Passiria. - Diss., Padova.
- BRIGO, L. (1965): Il giacimento di Pb-Zn di S. Martino di Monteneve in Alto Adige. - Econ. Trent. C.C.I.A., vol. 5-6, 62-117.
- D'ALBISSIN, M. & J. GEYSSANT (1976): Exemples de Variation de la microstructure de roches carbonatées des Alpes Orientales centrales en fonction de leur position structurale. - Bull. Soc. Géol. France, 18, 1405-1416.
- DE PIERI, R. & G. GALETTI (1972): Analisi alla microsonda di granati zonati di scisti austroalpini dell'alta Val Passiria (Alto Adige). - Mem. Ist. Geol. Min. Univ. Padova, 28, 1-39.
- DE VECCHI, G.P.; JUSTIN-VISENTIN, E. & F.P. SASSI (1971): Analisi microstrutturale degli scisti raibliani del Tribulaun, degli scisti post-erincini del Greiner e degli scisti di Monteneve in Alto Adige. - Mem. Ist. Geol. Min. Univ. Padova, 29, 1-25.
- DIETRICH, H. (1980): Mineralogisch-petrographische Untersuchungen zur Metamorphose des Brennermesozoikums. - Diss., Univ. Innsbruck.
- DIETRICH, H.; HOINKES, G.; PURTSCHELLER, F.; RAMMLMAIR, D. & R. TESSADRI (1981): Bericht über petrologische Arbeiten im Kristallin westlich des Brenners. - Jber. 1980, Hochschulschwerpunkt S 15, 101-103.
- ERISMANN, T.H. (1977): Der Bimsstein von Köfels, Impaktit oder Friktionit? - Material und Technik, 4, 190-196.
- ERISMANN, T.H.; HEUBERGER, H. & E. PREUSS (1977): Der Bimsstein von Köfels (Tirol), ein Bergsturz-"Friktionit". - TMPM, 24, 67-119.
- FENTI, V. & C. FRIZ (1973): Il progetto della galleria ferroviaria Vipiteno-Innsbruck. Ricerche geostutturali sulla regione del Brennero. - Mem. Mus. Trid. Sc. Nat., 20, 1-59.
- FÖRSTER, H. (1963): Die Blei-Zinklagerstätte Schneeberg in Südtirol. - Diss., TH Aachen.
- FÖRSTER, H. (1966 a): Alter und Entstehung der Blei-Zink-Erze von Schneeberg in Südtirol. - Simp. Intern. Giacimenti Minerari delle Alpi, Trento-Mendola, 11-18 Settembre.

- FÖRSTER, H. (1966 b): Ein Beitrag zur Geologie des Lagerstättenbezirks Schneeberg-Gossensass in Südtirol. - N. Jb. Geol. Paläont., Mh., 4, 227-233.
- FÖRSTER, H. (1967): Kristallisation und Tektonik des Schneeberger Gesteinszuges. - Geol. Rdsch., 56, 480-494.
- FÖRSTER, H. & A. SCHMITZ-WIECHOWSKI (1970): Zur Tektonik im Bereich der Brennerlinie. - Geol. Rdsch., 59, 637-648.
- FÖRSTER, H. & J. LEONHARDT (1972): Die Ötztaler Masse - ein präkambri-sches Element in den Ostalpen. - Geol. Rdsch., 61, 69-87.
- FRANK, W.; ALBER, J. & M. THÖNI (1977): Jungalpine K/Ar-Alter von Hellglimmern aus dem Permotriaszug von Mauis - Penser Joch (Südtirol). - Anz. Österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., 7, 102-107.
- FRIZ, C. (1967): Considerazioni stratigrafico-strutturale sulla zona ad occidentale dell'Isarco nei pressi di Vipiteno (Alto Adige). - Mem. Acc. Pat. SS.LL.AA., vol. 79, 369-385.
- FRIZ, C. (1970): Il conglomerato della Val di Fleres. - St. III. Carta Geol. Ital. Form. Geol., 1-8, Roma.
- FRIZ, C. & E. ZANETTIN-LORENZONI (1969): La zona di Montenevoso ed i suoi rapporti con il complesso roccioso delle Breonie ed il cristallino antico Merano-Mules tra la Valgiovè e la Val di Fleres (Alto Adige). - Studi Trent. Sci. Nat., Sez. A, vol. 50, 2, 156-189.
- FRIZZO, P. (1974): L'antimonite della Cima dal Tempo (Wetterspitze) - Alto Adige. - L'Ind. Min. nel Trentino, Alto Adige, 4, 70-76.
- FRIZZO, P. (1976): La serie metallifera delle Breonie affiorante nelle valli Ridanna e Fleres, in Alto Adige. Mineralizzazioni a Pb e Zn "primarie" e loro mobilitazione nei marmi del Complesso di Montenevè a sud delle Cime Bianche di Telves. - Studi Trent. Sci. Nat., 53, 75-106.
- FRIZZO, P.; MILLS, J. & D. VISONA (1982): Ore Petrology and Metamorphic History of Zn-Pb-Ores, Monteneve, Tyrol, N-Italy. - Mineral. Deposita, 17, 333-347.
- FUCHS, H.; KÖRNER, A. & K. SCHMIDT (1969): Faltung und Kristallisation im Vernagt-Marzell-Gebiet der Ötztaler Alpen. - Jb. Geol. B.-A., 112, 31-80.
- GATTO, G.O.; LORENZONI, S.; SASSI, F.P.; ZANETTIN, B. & G. ZIRPOLI (1964): Paragneiss e gneiss granitoidi attraversati dalla galleria di derivazione Vernago-Montesole in Val Senales (Alto Adige) (I a). - Mem. Acc. Pat., SS.LL.AA., 74, 1-21.
- GATTO, G.O.; LORENZONI, S.; SASSI, F.P.; ZANETTIN, B. & G. ZIRPOLI (1964): Paragneiss e gneiss granitoidi attraversati dalla galleria di derivazione Vernago-Montesole in Val Senales (Alto Adige) (II a). - Mem. Acc. Pat., SS.LL.AA., 76, 1-32.
- GEYSSANT, J. (1966): Etude sur la stratigraphie et la tectonique du pic de Kirchdach dans le massif de Serles-Kesselspitze (Région du Brenner - Tyrol, Autriche). - Bull. Soc. Géol. France, 7, 383-386.
- GEYSSANT, J. (1968): Sur la structure du Massif du Tribulaun (Région du Brenner, Tyrol, Autriche). - Bull. Soc. Géol. France, 10, 225-231.

- GEYSSANT, J. (1970): La nappe du Blaser et son substratum (région du Brenner, Tyrol, Autriche). - Bull. Soc. Géol. France, 12, 426-430.
- GEYSSANT, J. (1971): Tectoniques tangentielles successives dans les Alpes de Stubai au Tyrol (NW du Brenner, Autriche). - Rev. Géogr. Phys. Géol. Dyn., 13, 351-358.
- GEYSSANT, J. (1973 a): Stratigraphische und tektonische Studien in der Kalkkögelgruppe bei Innsbruck in Tirol. - Verh. Geol. B.-A., 377-396.
- GEYSSANT, J. (1973 b): A propos de l'âge des lambeaux de l'Austro Alpin supérieur dans les Alpes orientales centrales: Essai sur la paléogéographie jurassique des unités supérieures austro-alpines et des Alpes méridionales. - Géol. Alpine, 49, 41-50.
- GEYSSANT, J. (1974): Sur la présence d'éléments détritiques cristallophylliens dans la série post-triasique des massifs des Alpes de Stubai (Alpes orientales centrales). Conséquences paléotectoniques. - C.R. Acad. Sci., 278, 1155-1158.
- GREGNANIN, A. & F.P. SASSI (1966): Genesi per differenziazione metamorfica degli gneiss a bande delle Alpi Breonie. - Rend. Soc. Min. Ital., 22, 83-111.
- GREGNANIN, A.; JUSTIN-VISENTIN, E. & F.P. SASSI (1968): Petrologia delle formazioni leucocratiche stratoidi nei paragneiss delle Alpi Breonie (Alto Adige), Nota 1: Gneiss del Tumulo. - Mem. Acc. Pat. SS.LL.AA. cl. Sc. Mat. Nat., LXXXI, 437-482.
- GREGNANIN, A. & E.M. PICCIRILLO (1969): Indagini preliminari geologico-petrografiche sulla zona compresa fra la Valle di Plan e Val Clava (Alto Adige). - Soc. Ital. Min. Petr., 25, 439-473.
- GREGNANIN, A.; JUSTIN-VISENTIN, E. & F.P. SASSI (1969): Petrologia delle formazioni leucocratiche stratoidi nei paragneiss delle Alpi Breonie (Alto Adige). - Mem. Acc. Pat. SS.LL.AA., cl. Sc. Mat. Nat., 82, 1-36.
- GREGNANIN, A. & E.M. PICCIRILLO (1972): Litostratigrafia, tettonica e petrologia degli scisti austriaci di alta e bassa pressione dell'area Passiria-Venosta (Alto Adige). - Mem. Ist. Geol. Min., Univ. Padova, 28, 1-57.
- GREGNANIN, A. & E.M. PICCIRILLO (1974): Hercynian Metamorphism in the Austriac Crystalline Basement of the Passiria and Venosta Alps (Alto Adige). Mem. Soc. Geol. Ital., 13, 13-27.
- HARRE, W.H.; KREUZER, H.; LENZ, P.; MÜLLER, P.; WENDT, I. & K. SCHMIDT (1968): Rb/Sr- und K/Ar-Altersbestimmungen an Gesteinen des Ötztalkristallins (Ostalpen). - Geol. Jb., Hannover, 86, 797-826.
- HEISSEL, W. (1965): Das "Bimssteinvorkommen" von Köfels im Ötztal. - N. Jb. Min., Mh., 285-287.
- HELBIG, P. (1964): Geologische Spezialuntersuchungen im Altkristallin der südlichen Ötztaler Alpen (Venter Tal). - Diplomarbeit, TH München.
- HOERNES, A. (1967): Der Amphibolitzug des Sulztalkammes im mittleren Ötztal. - Diss., Univ. Innsbruck.
- HOERNES, S.; MILLER, C. & F. PURTSCHELLER (1971): Neue Mineralfunde aus den westlichen Tiroler Zentralalpen. - Veröff. Museum Ferdinandeum, 51, 79-86.

- HOERNES, S. & E. HOFFER (1973): Der Amphibolitzug des mittleren Öztal (Tirol). - Veröff. Museum Ferdinandeum, 53, 159-180.
- HOFFER, E. (1967): Der Amphibolitzug des Geigenkammes im mittleren Öztal. - Diss., Univ. Innsbruck.
- HOINKES, G. (1971): Petrographie und Petrogenese eines Migmatites im "Winnebachgranit". - Diss., Univ. Innsbruck.
- HOINKES, G. (1978): Zur Mineralchemie und Metamorphose toniger und mergeliger Zwischenlagen des südwestlichen Schneebergerzuges (Öztaler Alpen, Südtirol). - N. Jb. Min., Abh., 131, 272-303.
- HOINKES, G. & F. PURTSCHELLER (1979): Zur Metamorphose des Schneebergerzuges. - Jahresbericht 1977, Hochschulschwerpunkt S 15, H. 7, 11-16.
- HOINKES, G. (1980 a): Mineralogie und Metamorphose im westlichen Schneebergerzug und angrenzenden Altkristallin. - Habilitationsschrift, Univ. Innsbruck.
- HOINKES, G. (1980 b): Zur geologischen Entwicklung des Naturparks Texelgruppe. - Natur und Land, 4, 140-144.
- JUSTIN-VISENTIN, E. & B. ZANETTIN (1965): Gli scisti cristallini dell'alta Val Passiria fra Moso e Passo del Rombo (Alto Adige). - Rend. Soc. Min. Ital., vol. 21, 121-142.
- JUSTIN-VISENTIN, E. & B. ZANETTIN (1973): On the Age of the White Mica Porphyroblasts in the Schneeberger Schists. - Contrib. Mineral. Petrol., 39, 341-342.
- KNATZ, H. (1961): Zur Genese saurer Einschaltungen im Verbands des Öztaler Altkristallins. - Diss., Univ. Innsbruck.
- KNATZ, H. (1963): Zur Genese saurer Einschaltungen im Verbands des Öztaler Altkristallins. - TMPM, 8, 523-578.
- KÜBLER, H. & W.E. MÜLLER (1962): Die Geologie des Brenner-Mesozoikums zwischen Stubai- und Pflerschtal (Tirol). - Jb. Geol. B.-A., 105, 173-242.
- KURAT, G. & W. RICHTER (1968): Ein Alkalifeldspat-Glas im Impaktit von Köfels/Tirol. - Naturwiss., 55, 490.
- KURAT, G. & W. RICHTER (1971): Impaktite von Köfels, Tirol. - TMPM, 17, 23-45.
- LADURNER, J. & O. SCHULZ (1969): Der ehemalige Bergbau von Haderlehen (Öztal). - Veröff. Museum Ferdinandeum, 49, 101-108.
- LEONHARDT, J. (1971): Untersuchung der Faltenstrukturen und Migmatitbildungen im Südteil der Öztaler Masse. - Diss., TH Aachen.
- MARVASTIAN, R. (1968): Die Geologie der Kalkkögel bei Innsbruck. - Diss., Univ. Innsbruck.
- MATTHIAS, E.P. (1961): Die metallogenetische Stellung der Erzlagerstätten im Bereich Engadin und Arlberg. - BHM, 106, H. 1 und 3, 1-13, 45-55.
- MILLER, C. (1974): Reaction Rims between Olivine and Plagioclase in Metaperidotites, Öztal Alps, Austria. - Contrib. Mineral. Petrol., 43, 333-342.

- MILTON, D.J. (1965): Fused Rock from Köfels, Tyrol. - *TMPM*, 9, 86-94.
- MONESE, A.; OGNIBEN, G. & S. STOCCHO (1964): Il granato almandino dei micascisti granitiferi di Passo del Rombo. - *Mem. Acc. Pat. SS.LL.AA.*, vol. 76, 1-9.
- MPOSKOS, E. (1969): Petrographische Untersuchungen an alumosilikatführenden Gesteinen der östlichen und südlichen Sellrainger Berge. - *Diss., Univ. Innsbruck.*
- MUTSCHLECHNER, G. (1962): Zur Geologie der Saile bei Innsbruck. - *Veröff. Museum Ferdinandeum*, 41, 37-47.
- PESCHEL, R. (1979): Geologische Entwicklungsgeschichte des Schneeberger Zuges und der Laaser Serie im Timmelsjoch-Querschnitt (oberes Passeiertal, Südtirol, Italien). - *Diss., Univ. Wien.*
- PREUSS, E. (1971): Über den Bimsstein von Köfels/Tirol. - *Fortschr. Min.*, 49, Beiheft 1, 70.
- PREUSS, E. (1974): Der Bimsstein von Köfels im Ötztal/Tirol. - *Verein zum Schutz der Alpenpflanzen und -tiere e.V.*, 39, 85-95.
- PURTSCHELLER, F. (1966): Exkursionsführer zur Nachexkursion: Ötztal-Sulztal. - *Dt. Min. Ges. München.*
- PURTSCHELLER, F. (1967 a): Mineralzonen im Ötztaler und Stubaijer Altkristallin. - *Anz. Österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl.*, 66-70.
- PURTSCHELLER, F. (1967 b): Zur Gliederung der Metamorphose im Bereich des Ötztaler-Stubaijer Altkristallins. - *Mineralog. Mitt.*, Bd. 1-2, 80-85.
- PURTSCHELLER, F. (1980): Altpidische Metamorphose im Kristallin westlich des Brenners. - *Jber. 1979 Hochschulschwerpunkt S 15*, 83.
- PURTSCHELLER, F. & E. MPOSKOS (1971): Über den Eisengehalt von Alumosilikaten aus Quarzknuern. - *TMPM*, 16, 176-186.
- PURTSCHELLER, F.; HOERNES, S. & G.C. BROWN (1972): An Example of Occurrence and Breakdown of Paragonite. - *Contrib. Mineral. Petrol.*, 35, 34-42.
- PURTSCHELLER, F. & G. HOINKES (1977): Jahresbericht 1976 über die petrographischen Untersuchungen zur Metamorphose des Schneeberger Zuges. - *Jber. 1976 Hochschulschwerpunkt S 15*, 5, 54-58.
- PURTSCHELLER, F.; HOINKES, G.; RAMMLMAIR, D.; TESSADRI, R. & H. DIETRICH (1980): Bericht über petrologische Neuergebnisse im Brennermesozoikum, Schneeberger Zug und Altkristallin im Jahre 1979. - *Jber. 1979 Hochschulschwerpunkt S 15*, 84-85.
- RAMMLMAIR, D. (1980): Petrographie der Diabase der Ötztaler-Stubaijer Masse. - *Diss., Univ. Innsbruck.*
- SARNTHEIN, M. (1965): Sedimentologische Profilreihen aus den mitteltriadischen Karbonatgesteinen der Kalkalpen nördlich und südlich von Innsbruck. - *Verh. Geol. B.-A.*, 119-162.
- SASSI, F.P. (1968): Petrogenesi dei corpi pegmatoidi di Val Racines (Alto Adige). - *Mem. Mu. Trid. Sc. Nat.*, vol. 17, 1-60.
- SATIR, M. (1976): Rb/Sr- und K/Ar-Altersbestimmungen an Gesteinen und Mineralen der südlichen Ötztalmasse und der westlichen Hohen Tauern. - *Geol. Rdsch.*, 65, 394-410.

- SAUPER, B. (1967): Gefügekundliche und petrographische Untersuchungen der Gesteine im mittleren und hinteren Sulztal (Ötztal in Tirol); ihre petrographische Gliederung und der Versuch einer Klärung ihrer Petrogenese. - Diss., Univ. Innsbruck.
- SCHANTL, J. (1972): Feldpetrographische Untersuchungen des Winnebach-migmatites und der angrenzenden Gesteine. - Diss., Univ. Innsbruck.
- SCHMIDEGG, O. (1964): Die Ötztaler Schubmasse und ihre Umgebung. - Verh. Geol. B.-A., H. 1, 24-47.
- SCHMIDT, K. (1965): Zum Bau der nördlichen Ötztaler und Stubaiier Alpen. - Verh. Geol. B.-A., Sonderheft G, 199-213.
- SCHMIDT, K. (1965): Zum Bau der südlichen Ötztaler und Stubaiier Alpen. - Z. Dt. Geol. Ges., vol. 116, 455-469.
- SCHMITZ, N. (1971): Die Blei-Zink-Lagerstätten des Pflerschtals bei Gossensass in Südtirol/Italien - zur genetischen Kennzeichnung eines ostalpinen Erzvorkommens. - Diss., TH Aachen.
- SCHMITZ, N. (1974): Die Blei-Zinklagerstätten des Pflerschtals. - Geol. Rdsch., 63, 148-165.
- SCHMITZ-WIECHOWSKI, A. (1973): Experimentelle Untersuchungen zur Frage der Metamorphose einiger ostalpiner Gesteine unter besonderer Berücksichtigung des Brenner-Mesozoikums. - Diss., TH Aachen.
- SCOLARI, A. (1971): Studio chimico-petrografico delle "Anfiboliti" di Monte dei Granati nel Complesso di Monteneve (Alta Val Passiria, Alto Adige). - Stud. Trent. Sc. Nat., vol. 48, 282-338.
- SIMON, W. (1975): Bimsstein zwischen Gneistrümmern im Ötztal. - Aufschluß, 26, 161-168.
- STORZER, D.; HORN, P. & B. KLEINMANN (1971): The Age and the Origin of Köfels Structure, Austria. - Earth Planet. Sc. Lett., 12, 238-244.
- TENTSCHERT, E. (1974): Petrographische und geochemische Untersuchungen am Granit bis Granodioritgneis Acherkogel/Sellrain und Engelswand. - Diss., Univ. Innsbruck.
- TESSADRI, R. (1981): Metamorphose am Ostende des Schneeberger Zuges (Sterzing, Südtirol). - Diss., Univ. Innsbruck.
- THÖNI, M. (1980): Zur Westbewegung der Ötztaler Masse. Räumliche und zeitliche Fragen an der Schlinigüberschiebung. - Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., 26, 247-275.
- THÖNI, M. (1980): Distribution of Prealpine and Alpine Metamorphism of the Southern Ötztal Mass and the Scarl Unit Based on K/Ar-age Determination. - Mitt. Österr. Geol. Ges., 71/72, 139-165.
- THÖNI, M. (1982): Der Einfluß der kretazischen Metamorphose im Westabschnitt der ostalpinen Einheit: Interpretation geochronologischer Daten. - Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., 28, 17-34.
- TURINSKY, F. (1976): Zur Geologie der Kesselspitze (Bennermesozoikum), Tirol/Österreich. - Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck, 5, 9/10, 1-41.
- VAVTAR, F. (1979): Ein polymetallisches Erzlager in Paragneisen des Wörgetales (Ötztaler Kristallin). - TPM, 26, 175-185.
- VAVTAR, F. (1979): Syngenetische metamorphe Erzgefüge der Kies- und Kupferlagerstätte Tschingl bei Feichten im Kaunertal (Ötztalkristallin). -

Veröff. Museum Ferdinandeum, 59, 151-163, Innsbruck.

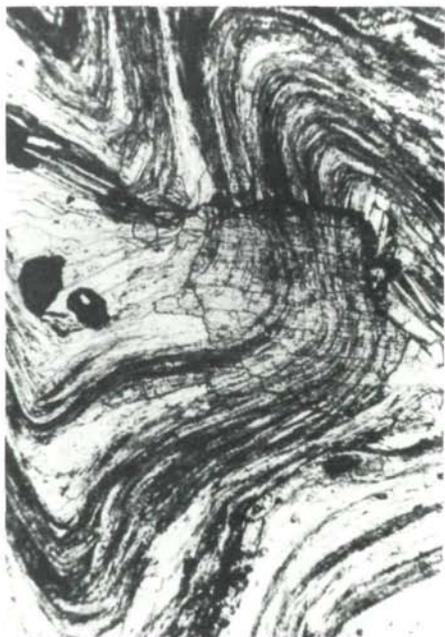
- VAVTAR, F. (1980): Boden, eine metamorphe syngenetische Fe-Cu-Anreicherung in Paragneisen des Ötztalkristallins; Kaunertal, Tirol. - BHM, 125, H. 4, 194-200.
- VAVTAR, F. (1981): Syngenetische metamorphe Kiesanreicherungen in Paragneisen des Ötztalkristallins (Kaunertal, Tirol). - Veröff. Museum Ferdinandeum, 61, 151-169, Innsbruck.
- VENZO, G.A. & A. FUGANTI (1969): Studio geologico per il progetto della galleria ferroviaria del Brenner da Vipiteno ad Innsbruck. - Mem. Mus. Trid. Sc. Nat., vol. XVII, Nr. 85.
- WENNING, P. (1973): Der Granat der Alumosilikatgneise des Ötztal-Stubai-Alt-kristallins. - Diss., Univ. Innsbruck.
- ZANETTIN, B. (1971): Recent Geological Investigation in Southern Tyrol - Alto Adige, Eastern Alps. - Verh. Geol. B.-A., 2, 315-325.

#### Erläuterungen zu den Fototafeln

- Abb. 2: a) Grobkörniger Sillimanit der variszischen Hauptmetamorphose (Tumpenalp).  
b) Alpin neugebildeter Granat umgibt variszisches Relikt (Schneeberger Zug, Pfossental).  
c) Alpiner Tremolit aus dem Mesozoikum der Schwarzseespitze bei Schneeberg.  
d) Postdeformativer Alpiner Disthen (Schneeberger Zug, Rotmoostal).
- Abb. 3: a) Alpine Stilpnomelanneubildung in Diabas bei Landeck.  
b) Alpine Neubildung von Biotit, Hornblende, Epidot und Granat in Diabas am Timmelsjoch.  
c) Ca-K<sub>α</sub>-Verteilung an Granat aus dem Norden (c) und Süden (d) des Altkristallins (alpidische Anwachssäume um variszische Kerne).

#### Nachtrag zum Literaturverzeichnis

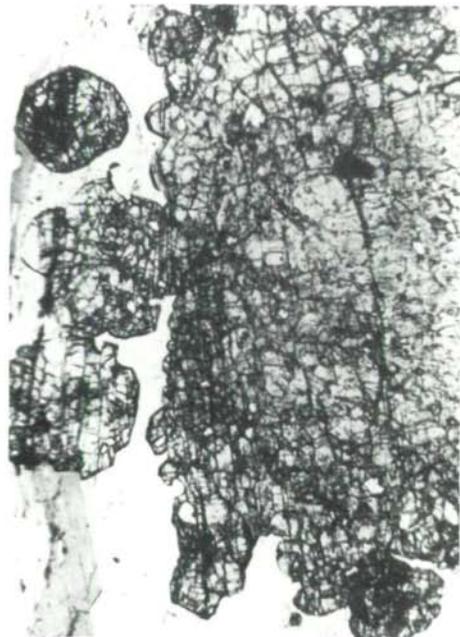
- HOINKES, G. (1981): Mg/Fe-Austausch und Zn-Staurolith mit zunehmendem Metamorphosegrad in Metapeliten des Schneebergerzuges. - Fortschr. Mineral., 95, Beiheft 1, 74-76.
- MPOSKOS, E. (1973): Petrographische Untersuchungen an alumosilikatführenden Gesteinen der Stubai-Alpen (Tirol). - Bull. Geol. Soc. Greece, T.X, 108-133, Athen.



d



c



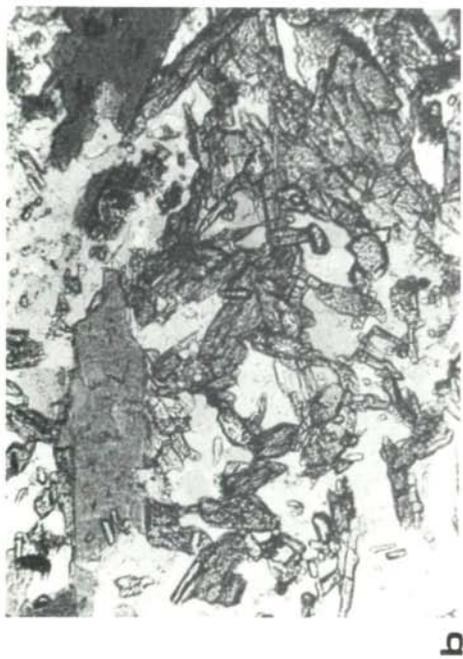
b



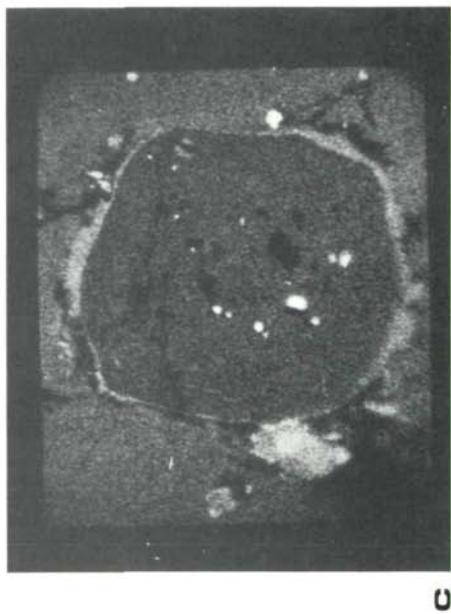
e



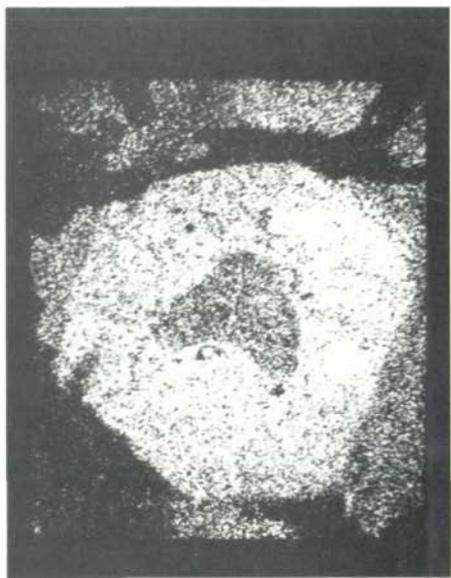
a



b



c



d

Abb.3