

Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck	Bd. 10, 11,	S. 305-353	Innsbruck, Juni 1981
--------------------------------	-------------	------------	----------------------

Zur Metamorphose der Grauwackenzone in Salzburg/Österreich -
Ein Exkursionsführer¹⁾

Field-Guide on Metamorphism of the Graywacke Zone in Salzburg/
Austria

Guide d'Excursion sur le thème "Métamorphose de la Zone Grauwack"
dans la région de Salzburg/Autriche

Guida dell'Escursione dal tema "Metamorfismo della Zone delle
Grovacche" di Salisburgo/Austria

von

D. BECHTOLD, J. KLEBERGER & J.-M. SCHRAMM²⁾

Mit 28 Abbildungen und 6 Tabellen

Zusammenfassung

Dieser Exkursionsführer bietet 10 ausgewählte Haltepunkte zum Thema "Metamorphose der Grauwackenzone in Salzburg" samt einem knapp gefaßten geologischen Rahmen (Abb. 1 - 3).

Bekanntlich wurden die paläozoischen Gesteine der Grauwackenzone (Oberostalpin) im Zuge der variszischen und alpidischen Ereignisse wenigstens drei jeweils sehr schwachen bis schwachen Metamorphosen unterworfen. Deren Spuren können an Mineralneubildungen (wie z.B. Prehnit, Pumpellyit, Pyrophyllit, mixed-layer Paragonit/Muscovit, Paragonit, Margarit, Chloritoid, Biotit, Stilpnomelan und Ca-Amphibol) einerseits (Abb. 4) und anhand der Illit-Kristallinität andererseits studiert werden. (Abb. 5).

Summary

This field-guide "Metamorphism of the Graywacke Zone in Salzburg/Austria" presents 10 selected stops with a concise geological setting (fig. 1 - 3). As well known the paleozoic rocks of the Graywacke Zone (Upper Austro-alpine Unit) were affected by, at least three, metamorphic events of very low up to low grade intensity during the variscan and alpine orogenesis. Nevertheless most of the metamorphic effects can be attributed to an alpine event.

1) Publ. Nr. 6 des Forschungsschwerpunktes S-15 des "Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung in Österreich" (Projekt S-15/08).

*) Anschrift der Verfasser:

2) Institut für Geowissenschaften, Universität Salzburg, Akademiestr. 26, A-5020 Salzburg.

Very low grade metamorphism is indicated by prehnite, pumpellyite, pyrophyllite and mixed-layer paragonite/muscovite. Paragonite, margarite, chloritoid, biotite, stilpnomelane and Ca-amphibole occur with increasing metamorphism to the south (fig. 4).

Values of illite-crystallinity are corresponding with these results (fig. 5). All captions (outline and stops) are given in English too.

Resumé

Ce Guide d'excursion offre 10 points d'arrêt sur le thème "Metamorphose de la Zone Grauwack" dans la région de Salzbourg ainsi qu'une courte introduction géologique.

Comme nous le savons, les pierres paléozoïques de la Zone Grauwack (Autriche-alpine Supérieure) soumises pendant les événements varisziens et alpidiques ou moins à trois différentes très molles jusqu'à molles métamorphoses.

On peut étudier leurs traces, d'une part sur de nouvelles formations minéralogiques (comme par exemple prehnite, pumpellyite, pyrophyllite, mixed-layer paragonite/muscovite, paragonite, margarite, chloritoïde, biotite, stilpnomélane et Ca-amphibole) et d'autre part sur la cristallinité d'illite. (fig. 4 et 5).

Tous les textes des illustrations sont traduits en Français.

Riassunto

Questa guida offre dieci posti scelti in relazione al tema "Metamorfismo della Zona delle Grovacche di Salisburgo, Austria" con una breve informazione sulla situazione geologica (fig. 1 - 3).

È noto che le rocce paleozoiche della Zona delle Grovacche (Austroalpino Superiore) sono state soggette nel corso degli avvenimenti di orogenesi ercinica e alpina almeno a tre metamorfismi da molto deboli a deboli (very low grade up to low grade). Le loro tracce possono essere analizzate da una parte in base a nuove formazioni minerali (come a.e. prehnite, pumpellyite, pirofillite, mixed-layer paragonite/mica potassica, paragonite, margarite, cloritoide, biotite, stilpnomelane e anfibolo ricco di Ca) e dall'altra in base alla cristallinità della illite (fig. 4 - 5).

I testi di tutte le illustrazioni sono tradotti in italiano.

Einleitung

Die im Rahmen des Teilprojekts S-15/08 des Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung in Österreich von einer Salzburger Arbeitsgruppe in der hiesigen Grauwackenzone durchgeführten Metamorphosestudien haben zu einer Reihe von neuen Erkenntnissen über das Metamorphosegeschehen geführt, worüber etliche Veröffentlichungen vorliegen (teilweise zitiert bei J.-M. SCHRAMM 1980b).

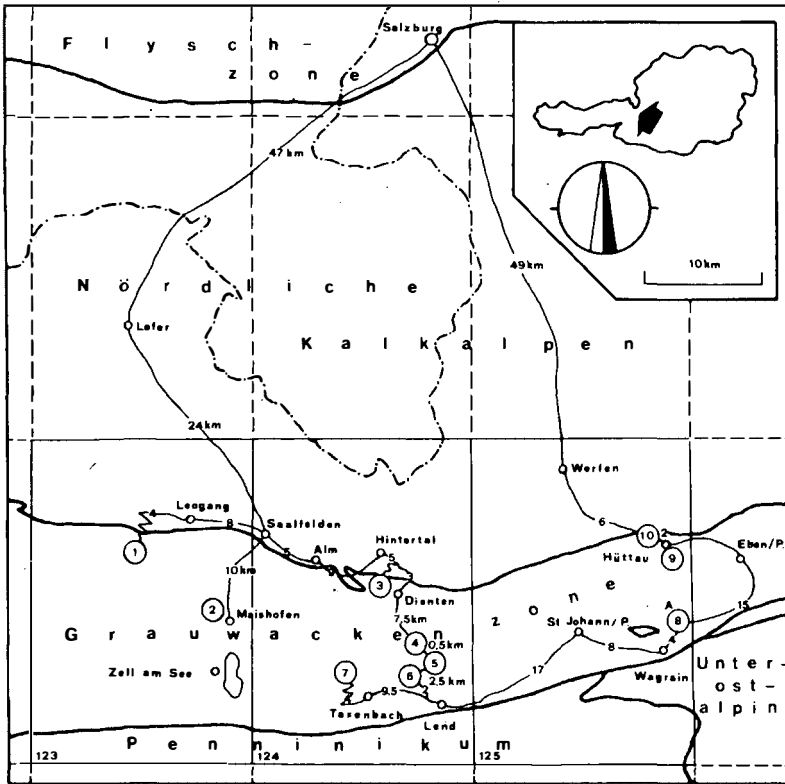


Abb. 1. Tektonische Übersicht und vorgeschlagene Exkursionsroute.
 Tectonic sketchmap and proposed excursion-route.
 L'aperçu tectonique et la route d'excursion proposée.
 Carta sinottica tettonica e proposto percorso d'escursione.

Durch diese orientierenden Untersuchungen konnten zahlreiche Geländepunkte erfaßt werden, an welchen Metamorphosespuren aufgrund charakteristischer Mineralneubildungen bzw. spezieller Kristallgitterdaten evident sind.

Verschiedene dieser Punkte wurden bereits anlässlich von Fachexkursionen präsentiert (intern vervielfältigte Exkursionsführer), jedoch nie veröffentlicht. Die im folgenden dargestellte Auswahl von 10 Haltepunkten zum Thema "Metamorphose der Grauwackenzone in Salzburg" kann - bei beliebiger Wahl der Ausgangs- und Endpunkte sowie Route der Exkursion - einen repräsentativen Querschnitt vermitteln. Ein Teil der Haltepunkte (und zwar 1, 3, 5, 6 und 7) ist ident mit den anlässlich der ÖMG/DMG-Tagung 1981 (Exkursion E 1) (V. HÖCK et al., 1981) besuchten Punkten 1/1 bis 1/5, allerdings hat die redaktionelle Konzeption jenes Exkursionsführers die Verfasser bewogen, über die Salzburger Grauwackenzone folgende ausführlichere und regional erweiterte Fassung zu veröffentlichen.

Geologisch-tektonischer Überblick

Die durchschnittlich 5 bis 10 km breite Grauwackenzone folgt auf etwa 350 km dem allgemeinen WSW-ENE-Streichen der Ostalpen und erreicht dabei maximale Nord-Süd-Breitenentwicklungen (um 25 km) in den Bereichen Eisenerz-Leoben und Kitzbühel-Mittersill. Sie beinhaltet jene paläozoischen Gesteinsserien des Oberostalpins, die von ihrem primären Untergrund (ostalpinisches Altkristallin) abgeschert wurden, als im Zuge des alpidischen Geschehens Teile des Penninikums samt anliegenden Bereichen unter ostalpine Einheiten nach Süden subduziert wurden. Durch diese Relativbewegung gelangte die - bereits variszisch überprägte - Grauwackenzone über die ursprünglich weiter im Norden gelegenen Teilbereiche des Ostalpins (Mittel- und Unterostalpin), sowie über das Penninikum an ihre heutige Position nördlich der genannten tektonisch tieferen Einheiten.

Dementsprechend begrenzen heute Gesteine des Penninikums, Unter- und Mittelostalpins die Grauwackenzone im Süden, während nach Norden permomesozoische Gesteine der Nördlichen Kalkalpen anschließen. Im Süden liegt die Grauwackenzone also den Zentralalpen mit tektonischem Kontakt auf. So trennt im Salzburger Bereich eine annähernd E-W-verlaufende Störung - die Salzach-Längstalstörung - die Grauwackenzone vom südlich anschließenden Penninikum (Klammkalk und Schieferhülle) sowie vom Unterostalpin der Radstädter Tauern (H.MOSTLER, 1964). An jener Störung eingeklemmtes klastisches Miozän (bei Wagrain) weist auf die geologisch junge Wirksamkeit hin (W.HEISSEL, 1951). Möglicherweise dauern geringe Vertikal-Verstellungen entlang dieser Längstalstörung noch rezent an. Auf Grund orientierender Untersuchungen an Grüngesteinen und Metapeliten beiderseits des Salzach-Längstales (Penninikum und Grauwackenzone zwischen Bruck und Lend) konnten J.KLEBERGER & J.-M.SCHRAMM (1980) feststellen, daß an beiden Seiten kein nennenswerter Unterschied in der jeweiligen Metamorphoseintensität nachzuweisen ist.

Auch im Norden liegt über weite Strecken eine tektonische Begrenzung (intensive Verschuppung) vor, obwohl Grauwackenzone und Nördliche Kalkalpen ursprünglich durch Transgressionsbildungen stratigraphisch verbunden waren. Die Transgression setzte zu unterschiedlichen Zeiten (Oberkarbon bis Unterperm) über einem spät-bis postvariszisch angelegten Relief der Grauwackenzone ein. Ein ausnahmsweise ungestörter Transgressionsverband zwischen Devonkalken und permischen Prebichlschichten konnte bisher lediglich am Polster (bei Eisenerz/Steiermark) gefunden werden. Im Salzburger Bereich sind Gesteine der Grauwackenzone und der anschließenden Nördlichen Kalkalpen intensiv verschuppt, wobei die Breite der Schuppenzone bis zu 5 km Nord-Süd-Erstreckung betragen kann (Werfen-St.Martin). Eine der Schuppen - die sogenannte Mandling-Trias - reicht bis zum Unterostalpin der Radstädter Tauern und unterbricht somit die Grauwackenzone

in ihrer Ost-West-Erstreckung (siehe Abb. 1 und 2).

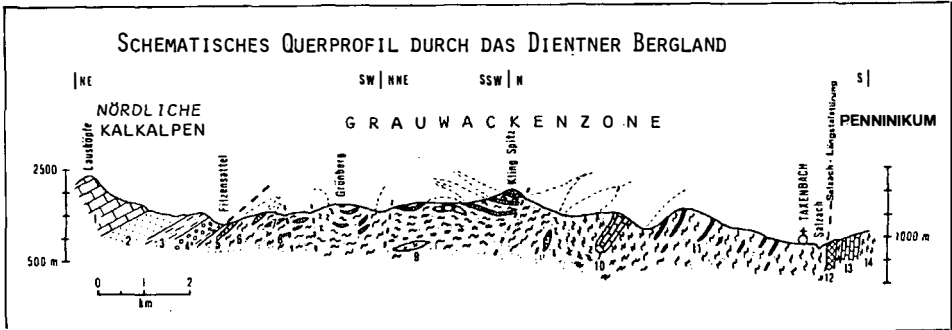


Abb. 2 Schematisches Querprofil durch das Dientner Bergland.
Schematic cross section through the Dienten mountains.
Le Profil transversal schématique sur les montagnes de Dienten.
Profilo trasversale schematico attraverso il paese montuoso di Dienten.

1 = Karbonatische Trias, 2 = Werfener Schichten, 3 = Grüne Serie
2 = Hochfilzener Schichten und Violette Serie; 5 = grauer Dolomit und Magnesit, 6 = Wildschönauer Schiefer, 7 = bunte Karbonatgesteine und Kieselschiefer, 8 = Dientner Schiefer, 9 = Quarzkeratophyr und saure Metatuffe, 10 = Schwarzer Kalk, 11 = Metabasite, -tuffe und -tuffite, 12 = Mylonit (Salzach-Längstalstörung); 13 = Klammkalk, 14 = Bündner Schiefer. Nach K.F.BAUER et al. (1969), J.-M.SCHRAMM & G.TICHY (1980).

Innerhalb der Grauwackenzone liegt ein einfacher Deckenbau vor, im ostwärtigen Abschnitt können 2 Decken unterschieden werden: Die tektonisch liegende Veitscher Decke ist aus jungpaläozoischen Gesteinen aufgebaut, die tektonisch hangende Norische Decke besteht aus überwiegend altpaläozoischen Gesteinen. Dem gegenüber lassen sich im Westabschnitt der Grauwackenzone (Tirol) 4 Decken unterscheiden (H.MOSTLER, 1973). Ein einfacher Deckenbau dürfte auch im Salzburger Abschnitt vorliegen, entsprechende Studien werden derzeit durchgeführt.

Verglichen mit den Nachbargebieten ist der Salzburger Bereich der Grauwackenzone durch eine eintönigere Lithologie gekennzeichnet, welche nach den bisherigen Erkenntnissen lediglich altpaläozoische Formationen umfaßt. Jedoch werden auf Grund von Serienvergleichen mit Abfolgen in Sunk sowie in der Veitsch (Steiermark) hier am Südrand ostwärts Lend auch jungpaläozoische Gesteine vermutet, haben sich allerdings bisher mangels Fossilien nicht entsprechend bestätigen lassen. Deshalb findet diese Vermutung im stratigraphischen Schema vorerst keine Berücksichtigung (siehe Abb. 3).

Das Liegende der Grauwackenzone ist nirgends unmittelbar aufgeschlossen, jedoch dürften mesozonal metamorphe Kristallinkomponenten (Albitgneis,

Granat-Hornblendegneis, Granatamphibolit), welche in grobklastischen Lagen an der Basis der tieferen Wildschönauer Schiefer gefunden wurden, der ehemaligen stratigraphischen Unterlage (ostalpinen Altkristallin) entstammen. In die vorwiegend feinklastisch ausgebildeten tieferen Wildschönauer Schiefer (Phyllite, Subgrauwacken) sind basische Magmatite (Diabase, Spilite) sowie Tuffe und Tuffite (Grünphyllite) syngenetisch eingeschaltet. Pillow-Strukturen (Bereich Maishofen) weisen auf submarine Effusionen. Nach E.COLINS, H.HOSCHEK & H.MOSTLER (1980) dürfte ein tholeiitisches basaltisches Ausgangsmagma mit einer Förderposition im Bereich eines ozeanischen Rückens bzw. Übergänge zu ozeanischen Inselbereichen vorliegen. Diese Folge wurde an der Wende Ordoviz/Silur gehoben (takonische Phase). Im Zuge der Hebung kam es zur Förderung eines sauren Vulkanismus (teils subaerisch, Ignimbrite).

Absenkung und bruchtektonische Zerlegung der starren Porphyrrplatte bedingte eine neuerliche Transgression (Transgressionskonglomerate mit Diabas-, Subgrauwacken- und Quarzporphyrgeröllen) mit einer Ausbildung von Becken und Schwellen; die Korrelierung der einzelnen Faziestypen war erst mit Hilfe von Conodonten möglich (H.MOSTLER, 1970). Im Flachwasser- und Schwellenbereich gelangten verschiedene Karbonatgesteine zur Ausfällung, im Becken ging die Ablagerung bituminöser Pelite weiter (höhere Wildschönauer Schiefer, Dientener Schiefer) (H.MOSTLER, 1968). Ab Wenlock (mittl. Silur) treten als typische Gesteine der Grauwackenzone Kieselschiefer und Lydite auf. Die kieselige Karbonatentwicklung setzt im Obersilur (Ludlow/Pridoli) aus und es folgen im Devon hellere (oft rötliche) Kalke und Dolomite (Sauburger Flaserkalk). Der Sauburger "Kalk" ist häufig metasomatisch vererzt (Magnesit, Ankerit-Siderit). Im Oberdevon setzt wiederum eine stärkere Faziesdifferenzierung ein. Oberdevon und Karbon dürften im Salzbürger Bereich der Grauwackenzone in den Kalkphylliten, Bändermarmoren und Magnesiten (Bänder- und Pinolitmagnesite), welche am Südrand zwischen Lend und Wagrain auftreten, vertreten sein.

Die Gesteine der Grauwackenzone wurden variszisch und alpidisch regionalmetamorph überprägt. Die Spuren des alpidischen Metamorphosegeschehens sind bis in die tieferen Niveaus der Nördlichen Kalkalpen hinein verfolgbar (J.-M.SCHRAMM, 1977; 1980a; 1980b). Auf Grund der ähnlichen Intensitäten lassen sich in der Grauwackenzone variszische und alpidische Metamorphose Spuren nicht in allen Fällen eindeutig auseinanderhalten.

In den klastischen Metasedimenten wurden bisher folgende neugebildete Minerale nachgewiesen: Pyrophyllit, mixed-layer Paragonit/Muskovit, Paragonit und Chloritoid; in karbonatischen Partien (Einschaltungen in Phylliten) am Südrand überdies Margarit; sowie in vulkanogen beeinflussten Metasedimenten (ebenfalls nur im Süden) Stilpnomelan und Biotit. In den Metabasiten treten als metamorphe Neubildungen Biotit, Stilpnomelan und Ca-reicher Amphibol, sowie (am Nordrand) Prehnit und Pumpellyit auf, in den sauren Vulkaniten Chloritoid (siehe Abb. 4).

Stratigraphisches Schema (nicht maßstäblich) der Grauwackenzone und der Basis der Nördlichen Kalkalpen zwischen Zell am See und Werfen (Salzburg).
 Nach K.F.ZAUER et al. (1969), G.GABL (1964), H. MOSTLER (1968, 1972),
 H.P.SCHÖNLAUB (1979) und J.-M.SCHRAMM (1973). Nach J.-M.SCHRAMM & G.TICHY (1980).

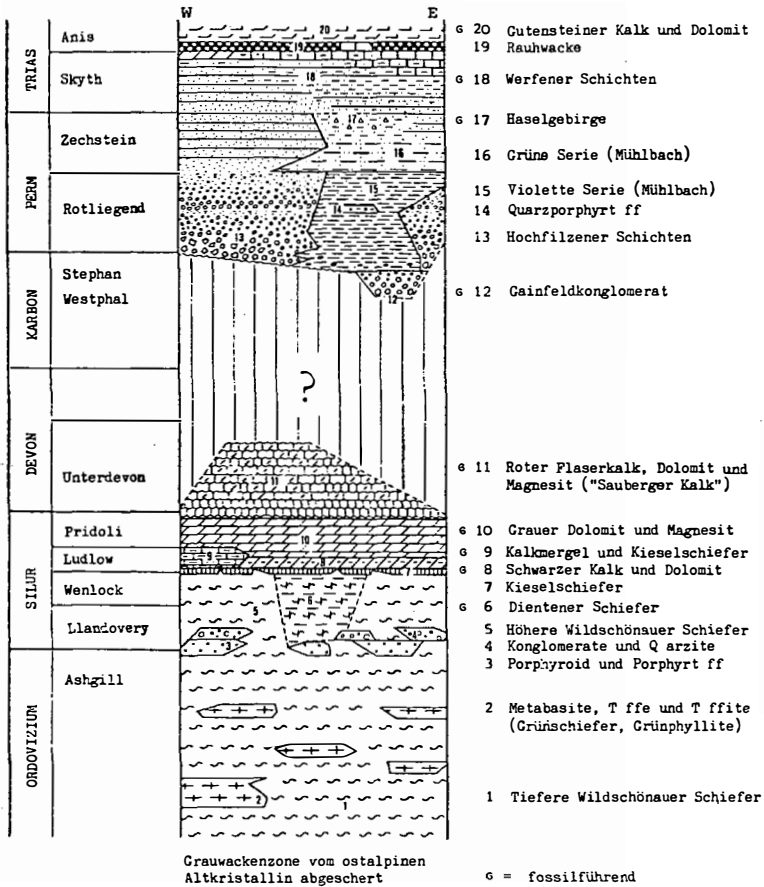


Abb. 3 Stratigraphisches Schema der Grauwackenzone und der Basis der Nördlichen Kalkalpen zwischen Zell am See und Werfen (nicht maßstäblich).

Stratigraphical scheme of the Graywacke Zone and the base of the Northern Calcareous Alps between Zell am See and Werfen (not according to any scale).

Le schema stratigraphique de la Zone Grauwacke et la base des Alpes Calcaires entre Zell am See et Werfen (sans échelle).

Schema stratigrafico della Zona delle Grovacche e della base delle Alpi Calcaree Settentrionali (non conforme alla scala).

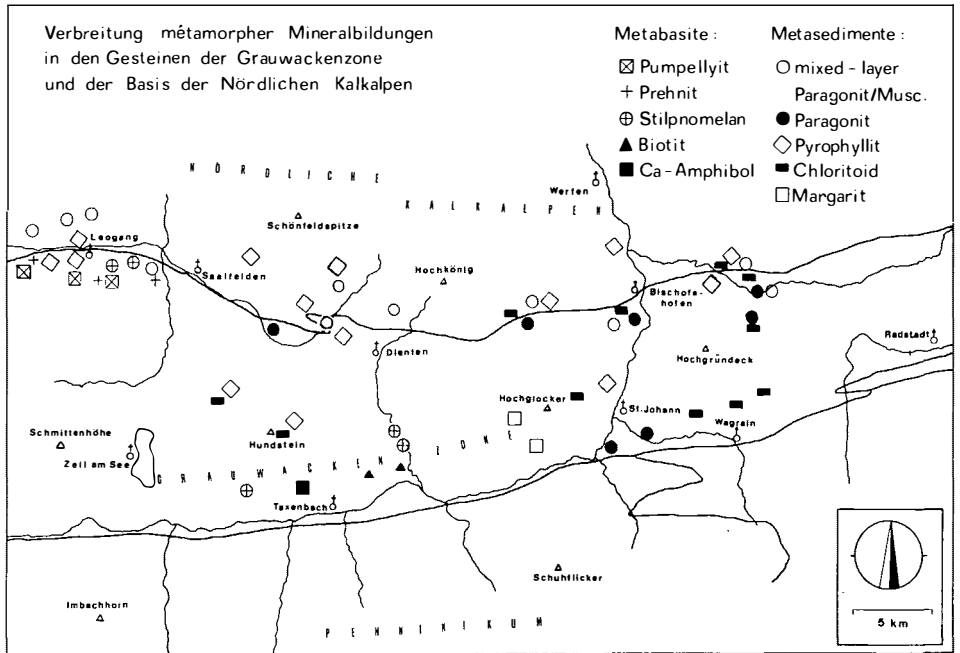


Abb. 4 Verbreitung metamorpher Mineralneubildungen in der Grauwackenzone und der klastischen Basis der Nördlichen Kalkalpen Salzburgs. Distribution map of metamorphic minerals in the Graywacke Zone and the clastic base of the Northern Calcareous Alps in Salzburg. La distribution des nouvelles formations minéralogiques métamorphosées dans la Zone Grauwacke et de la base clastique des Alpes Calcaires de Salzburg. Carta della distribuzione dei minerali metamorfici della Zona delle Grovacche e della base clastica delle Alpi Calcaree Settentrionali di Salisburgo.

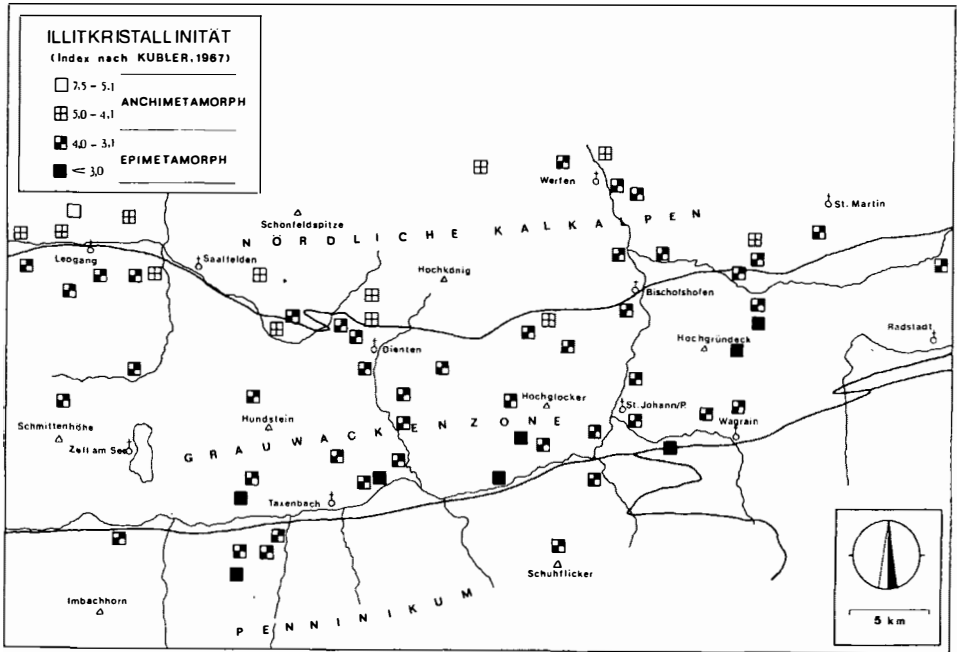


Abb. 5 Werte der Illit-Kristallinität (Index nach B.KUBLER, 1967) in penninischen und oberostalpinen Metasedimenten zwischen Zell am See und Radstadt.

Illite-cristallinity (Index according to B.KUBLER, 1967) in meta-sediments of the Penninic domain and Upper Austroalpine units between Zell am See and Radstadt.

Les valeurs de la cristallinitée d'Illite (l'index de B.KUBLER, 1967) dans le sédiments métamorphique dans le Pennin et l'Autriche-alpine Supérieur entre Zell am See et Radstadt.

Cristallinità della illite (index secondo B.KUBLER, 1967) nelle rocce sedimentarie metamorfiche dell'unità penninica degli Alti Tauri e delle unità austroalpino superiori tra Zell am See e Radstadt.

Während mit Prehnit und Pumpellyit signifikante Minerale der sehr schwachen Metamorphose (H.G.F.WINKLER, 1979) vorliegen, weisen die übrigen Phasen auf Bedingungen hin, welche durchwegs der schwachen Metamorphose entsprechen. In Einklang zu diesen Befunden stehen Werte der Illit-Kristallinität (Index nach B.KUBLER, 1967), die von Norden nach Süden eine zunehmend bessere Kristallinität zeigen. Im Grenzbereich Nördliche Kalkalpen/ Grauwackenzonen liegen Werte größer bzw. um 4.0 (Epizone) vor, sinken in der Grauwackenzonen generell unter 4.0 (Epizone) und reichen an deren Süd-

rand sogar unter 3.0. Diese angegebenen Mittelwerte beruhen auf etwa 1000 Messungen (siehe Abb. 5). Der überwiegende Teil der metamorphen Neubildungen ist postkinematisch bezüglich der Hauptdeformation sowohl im Bereich der Grauwackenzone als auch der Nördlichen Kalkalpen und kann somit einem alpidischen Ereignis zugeschrieben werden. Nach J.-M.SCHRAMM (1980b) dürfte das Hauptereignis frühalpidisch sein, während in einzelnen Bereichen - wie z.B. entlang der Salzach-Längstalstörung (J.KLEBERGER & J.-M.SCHRAMM, 1980) oder ostwärts Bischofshofen noch jungalpidische Umwandlung zur Diskussion steht. K/Ar-Daten, welche an den Fraktionen kleiner 2µm permoskythischer Metasedimente zwischen Saalfelden und Bischofshofen gemessen wurden (M.KRALIK, M.THONI & W.FRANK, 1981), weisen meist auf Mischalter hin, jedoch zeigen Alter um 110 Millionen Jahre eine starke Verjüngung (Aggradation) der Kalihellglimmer an, welche der frühalpidischen Metamorphose, aber sogar auch einem jüngeren thermischen Ereignis entsprechen kann.

Übersichts- bzw. Einführungsliteratur (Auswahl)

Mit + versehene Seitenangaben (Übersichtsarbeiten) beziehen sich auf die Salzburger Grauwackenzone.

- BAUER, K.F., LOACKER, H. & H.MOSTLER, 1969: Geologisch-tektonische Übersicht des Unterpinzgaues, Salzburg. -Veröff.Univ.Innsbruck, 13, Alpenkundl.Studien VI, 30 S., 5 Abb., 2 Tab., 1 Kt., Innsbruck.
- BÜGEL, H. & K.SCHMIDT, 1976: Kleine Geologie der Ostalpen. - 231 S., 101 Abb., 8 Taf., Thun (Ott-Verl.). + S. 108-117.
- COLINS, E., HOSCHEK, G. & H.MOSTLER, 1980: Geologische Entwicklung und Metamorphose im Westabschnitt der Nördlichen Grauwackenzone unter besonderer Berücksichtigung der Metabasite. -Mitt.Österr.Geol. Ges., 71/72, Jg. 1978/1979, 343-378, 17 Abb., 4 Tab., Wien.
- DEL-NEGRO, W., 1970: Salzburg. - Verh.Geol.B.-A., Bundesländerserie, Heft Salzburg, 2. Aufl., 101 S., 2 Tafelbeil., Wien (Geol.B.-A.). + S.30-33, 79-81 (lit.).
- DEL-NEGRO, W., 1977: Abriß der Geologie von Österreich. - Bundesländerserie, 138 S., 30 Abb., 4 Taf., Wien (Geol.B.-A.). + S.58-63, 120-121 (lit.).
- GABL, G., 1964: Geologische Untersuchungen in der westlichen Fortsetzung der Mitterberger Kupfererzlagerstätte. - Arch.f.Lagerstättenforschung i.d.Ostalpen, 2, 2-31, 4 Abb., 1 Kt., 1 Taf., Leoben.
- GWINNER, M., 1978: Geologie der Alpen. Stratigraphie, Paläogeographie, Tektonik. - 2. Aufl., 480 S., 394 Abb., Stuttgart (Schweizerbart). + S.32, 233-236.
- HEISSEL, W., 1951: Grauwackenzone der Salzburger Alpen. -Verh.Geol. B.-A., Sonderh.A, Jg. 1950/51, 71-76, 1 Abb., (Taf. 12, Nr. 4),Wien.
- HEISSEL, W., 1968: Zur Großtektonik der westlichen Grauwackenzone und deren Vererzung, mit besonderem Bezug auf Mitterberg. -Z.Erzbergbau u. Metallhüttenwesen, 21, 227-231, 4 Abb., Stuttgart.
- HÖCK, V., KOLLER, F., MEIXNER, H., SEEMANN, R., SCHRAMM, J.-M. & H.P. STEYRER, 1981: Petrographie und Mineralogie der Grauwackenzone und der Nordabdachung der Hohen Tauern im Land Salzburg. - Fortschr.Min., Beih., im Druck.
- HOSCHEK, G., KIRCHNER, E.Ch., MOSTLER, H. & J.-M.SCHRAMM, 1980: Metamorphism in the Austroalpine Units between Innsbruck and Salzburg (Austria) - A Synopsis. - Mitt.Österr.Geol.Ges., 71/72, Jg. 1978/1979, 335-341, 1 Abb., Wien.

- JANOSCHEK, W.R. & A. MATURA, 1980: Outline of the Geology of Austria.-
Abh.Geol.B.-A., 34, 7-98, 20 Fig., 14 Tab., 1 Kt., Wien.
+ S.61-62.
- KIRCHNER, E., SCHRAMM, J.-M., TICHY, G. & W. VETTERS, 1978:
Geological Excursion to Austria. - 192 S., mit Abb., Salzburg
(Inst.f.Geologie und Paläontologie).
+ S.117-141.
- KLEBERGER, J. & J.-M. SCHRAMM, 1980: Ein Metamorphosehiatus an der
Salzach-Längstalstörung? (Vorbericht).Anz.math.-naturw.Kl.Öst.Akad.
Wiss., 117, Jg. 1980, Nr. 5, 69-74, Wien.
- KRALIK, M., THÖNI, M. & W. FRANK, 1981: Metamorphoseuntersuchungen
in den feinklastischen und karbonatischen Sedimenten der Nördlichen
Kalkalpen im Salzburger Bereich. - Jahresber.1980,Hochschulschwer-
punkt S 15,2, im Druck.
- MEIXNER, H., 1964: Zur Landesmineralogie von Salzburg 1878-1962.
Mit Nachtrag 1964. - 23 S., Imst (Egger Verl.).
- MOSTLER, H., 1964: Einige Bemerkungen zur Salzach-Längstalstörung und
der sie begleitenden Gesteine (Im Bereich Wagrain bis Lend, Salzburg).-
Mitt.Ges.Geol.Bergbaustud., 14, Jg. 1963, 185-196, 1 Taf., Wien.
- MOSTLER, H., 1968: Das Silur im Westabschnitt der Nördlichen Grauwacken-
zone (Tirol und Salzburg). - Mitt.Ges.Geol.Bergbaust., 18, Jg. 1967,
89-150, 41 Abb., Wien.
- MOSTLER, H., 1970a: Der Westabschnitt der Nördlichen Grauwackenzone
(Tirol und Salzburg). - Nachr.Deutsch.Geol.Ges., H.2, 52-54, Hannover.
- MOSTLER, H., 1970b: Struktureller Wandel und Ursachen der Fazies-
differenzierung an der Ordoviz/Silur-Grenze in der Nördlichen Grau-
wackenzone (Österreich). - Festb.Geol.Inst., 300-Jahr-Feier Univ.
Innsbruck, 507-522, 5 Abb., Innsbruck.
- MOSTLER, H., 1973: Alter und Genese ostalpinen Spatmagnesite unter be-
sonderer Berücksichtigung der Magnesitlagerstätten im Westabschnitt
der Nördlichen Grauwackenzone (Tirol, Salzburg). - Veröff.Univ.
Innsbruck, 86, Festschrift Heißel, 237-226, 1 Abb., Innsbruck.
- ÖBERHAUSER, R. (Red.), 1980: Der geologische Aufbau Österreichs. -
699 S., 164 Abb., 1 Farbkt., Wien/New York (Springer Verl.).
+ S.3-20, 90-107, 265-289.
- SCHÖNLAUB, H.P., 1979: Das Paläozoikum in Österreich. Verbreitung,
Stratigraphie, Korrelation, Entwicklung und Paläogeographie nicht-
metamorpher und metamorpher Abfolgen. - Mit einem geochrono-
logischen Beitrag von S. SCHARBERT. Abh.Geol.A.-A., 33, 124 S.,
79 Abb., 4 Tab., 7 Taf., Wien.
+ S.76-97.
- SCHRAMM, J.-M., 1973: Magnesitkomponenten in der Basalbreccie (? Unter-
Rotliegend) östlich Saalfelden (Salzburg). - Veröff.Univ.Innsbruck, 86,
Festschrift Heißel, 281-288, 2 Abb., Innsbruck.
- SCHRAMM, J.-M., 1977: Über die Verbreitung epi- und anchimetamorpher
Sedimentgesteine in der Grauwackenzone und in den Nördlichen Kalk-
alpen (Österreich) - ein Zwischenbericht.. - Geol.Paläont.Mitt.Innsbruck,
7, H.2, 3-20, 8 Abb., 3 Tab., Innsbruck.
- SCHRAMM, J.-M., 1980a: Frühalpide Metamorphose in Gesteinen der
Grauwackenzone und der Nördlichen Kalkalpen. - In: Jahresber. 1979
Hochschulschwerpunkt S. 15, H.1, 77-82, Leoben.
- SCHRAMM, J.-M., 1980b: Bemerkungen zum Metamorphosegeschehen in
klastischen Sedimentgesteinen im Salzburger Abschnitt der Grauwacken-
zone und der Nördlichen Kalkalpen. - Mitt.Österr.Geol.Ges., 71/72,
Jg. 1978/1979, 379-384, 2 Abb., Wien.
- SCHRAMM, J.-M. & G. TICHY, 1980: siehe TOLLMANN, A. 1980.

- TOLLMANN, A., 1977: Geologie von Österreich. Band I. Die Zentralalpen. - 766 S., 200 Abb., 25 Tab., Wien (Deuticke Verl.).
- TOLLMANN, A., 1980: Geology and Tectonics of the Eastern Alps (Middle Sector). - Mit Beiträgen von A. FENNINGER, W. FRANK, B. PLÖCHINGER, S. PREY, J.-M. SCHRAMM & G. TICHY. Abh.Geol.B.-A., 34, 197-255, 52 Fig., Wien.
+ S.246-250.
- TRAUTH, F., 1925: Geologie der nördlichen Radstädter Tauern und ihres Vorlandes. Erster Teil. - Denkschr.Akad.Wiss.Wien, math.-naturw.Kl., 100, 101-212, 5 Taf., Wien.
- TRAUTH, F., 1927: Geologie der nördlichen Radstädter Tauern und ihres Vorlandes. Zweiter Teil. - Denkschr.Akad.Wiss.Wien, math.-naturw.Kl., 101, 29-65, 4 Abb., 4 Taf., Wien.

Exkursion

Route: siehe Abb. 1

Salzburg - Lofer - Saalfelden - Leogang - Kühbichl Alm (Haltepunkt 1) - Maishofen (Haltepunkt 2) - Hintertal - Fuchs Alm (Haltepunkt 3) - Dienten - Feroli Säge (Haltepunkt 4) - Abzweigung Böldlsee/Vorwald (Haltepunkt 5) - Mühlwirt (Haltepunkt 6) - Taxenbach - Klausgraben (Haltepunkt 7) - Lend - St. Johann i.P. - Wagrain - Schwaighof (Haltepunkt 8) - Eben i.P. - Hüttau (Haltepunkt 9) - Formau (Haltepunkt 10) - Werfen - Salzburg.

Topographische Karten:

Generalkarte Österreich 1:200 000 (Straßenkarte);
Blatt 4 oder Blatt 7.

Österreichische Karte 1:50 000; Blatt 123 (Zell am See), Blatt 124 (Saalfelden am Steinernen Meer), Blatt 125 (Bischofshofen).

Geologische Karten:

VETTERS, H., 1937: Geologische Karte der Republik Österreich und der Nachbargebiete 1:500 000; Westblatt.

Geologische Spezialkarte der Republik Österreich 1:75 000;
Blatt 5049 Kitzbühel und Zell am See.

Stadt Salzburg - Saalfelden - Kühbichl Alm: Fahrzeit ca. 75 - 90 Minuten.

Bei Anreise von der Stadt Salzburg aus werden die Nördlichen Kalkalpen bis Lofer (B 1, B 312) über das "Deutsche Eck" zunächst in SW-Richtung, dann bis Saalfelden (B 311) in SE-Richtung durchfahren.

Blick vom Walserberg über das Salzburger Becken: An der Linie Festungsberg - Kapuzinerberg - Kühberg - Nockstein zeichnet sich der Verlauf der Kalkalpenstirn ab, nach Norden schließt das sanfte Hügelland der Flyschzone an.

Die weitere Fahrt verläuft entlang der Saalach, welche die Nördlichen Kalkalpen tektonisch vorgezeichnet in Engtälern, teilweise tief eingeschnittenen Schluchten (Kniepaß) und glazial weit ausgeschürften Talbecken (Unken, Lofer) durchquert (Blick von Melleck in Richtung SW).

Die Berge an der (in Fahrtrichtung gesehen) rechten Saalachseite, also Hochstaufen (N Bad Reichenhall), Sonntagshorn (N Unken) und Steinplatte (W Lofer) werden von mesozoischen Karbonatgesteinsfolgen des Tirolikums (der verbreitetsten Teileinheit der Nördlichen Kalkalpen) aufgebaut. Die Massive südlich bzw. südöstlich der Saalach - also Untersberg, Lattengebirge

und Reiteralpe - gehören einer tektonisch höheren und auch lithofaziell unterschiedlichen Teileinheit (Juvavikum) an.

Die große Reliefenergie wird ersichtlich durch die Vielzahl kleinerer und größerer meist postglazialer Massenbewegungen, z.B. jeweils nördlich von Unken und Lofer, aber auch im Bereich "Hohlwegen" zwischen Lofer und Saalfelden.

Die Loferer und Leoganger Steinberge westlich bzw. das Steinerne Meer ostwärts des Saalchtales werden ebenfalls dem Tirolikum zugezählt, wobei die Fahrt nach Süden ins Liegende (bis Unterperm) erfolgt. Der Südrand der Nördlichen Kalkalpen wird mit dem Becken von Saalfelden erreicht und zeigt gegenüber den niedrigeren und sanfter geformten Schieferalpen (Grauwackenzone) einen morphologischen Kontrast. Rundblick von Kote 766 (B 311, ca. 1 km NNW Saalfelden): Im Norden Kalkalpensüdrand (wandbildende schroffe Mittel- und Obertrias, Permoskyth morphologisch wie Grauwackenzone), Grauwackenzone im Vordergrund (E, S, W), im Hintergrund (S) Kulisse des Penninikums (Mittlere Hohe Tauern).

In Saalfelden Abzweigung Richtung Hochfilzen bzw. St. Johann/T. (B 164). Fahrt nach W ins Tal der Leoganger Ache. In Fahrtrichtung rechts (=N) Leoganger Steinberge, links (=S) sowie im Hintergrund (W) Kitzbüheler Alpen (Grauwackenzone).

Der Ausstrich des tektonischen Kontakts zwischen Grauwackenzone und Nördlichen Kalkalpen verläuft zunächst entlang des südlichen Talrandes und steigt gegen W an den Südhängen an.

Entlang der Straße (Bereich Leogang) Anschnitte von klastischen Metasedimenten der unterpermischen Hochfilzener Schichten.

Haltepunkt 1

Aufschluß 100 m westlich Kühbichl Alm, 1245 m SH.

Anweg: siehe Abb. 6.

a) Talstation Sessellift Asitz ca. 5 km W Leogang. Parkplatz - für Bus, PKW. Fahrt zur Bergstation Asitz I (1347 m), Fußmarsch entlang Fahrweg bergab zur Kühbichl Alm (etwa 20 Minuten).

oder

b) Abzweigung Embachhof ca. 4 km W Leogang. Fahrt über schlechte Schotterstraße (nur für PKW) am Embachhof, am Weiler Ried, an der Forsthofalm sowie Piberg Alm vorbei zur Kühbichl Alm (hier Parkmöglichkeit). Fahrzeit etwa 20 Minuten.

Aufschluß:

Am Fahrweg in 1240 m feinschiefrige, dunkelgraue Metapelite (lagenweise siltig, Pyrit führend) mit bunten Anlauffarben auf den s-Flächen. Gefüge möglicherweise infolge Hakenwerfens leicht verstellt (s 125/15). Klüftung (k 290/70) engständig (dm-Bereich) Illit-Kristallinität um 3.6 (Index nach B. KUBLER, 1967).

Zuordnung: Tiefere Wildschönauer Schiefer (Ordovizium). Als syngenetische Einschaltungen finden sich örtlich begrenzte Züge von überwiegend feinkörnigen, massigen Metabasiten (morphologische Härtlinge). Der Kontakt zwischen Metasediment und Effusivgestein ist in diesem Aufschluß nicht freigelegt.

U.d.M. (Metabasit): Bis zu 0.2 mm lange lamellierte Albitleisten bilden ein ophititisches Gebälk. In dessen Zwickeln brauner Amphibol, Klinopyroxen, Chlorit, Oxychlorit, Leukoxen, Titanit, Ilmenit und vereinzelt Hämatit. Bei größeren Varietäten fallweise idiomorphe Plagioklase (teilweise zerbrochen). In den Hohlräumen der Plagioklase Büschel von Pumpellyit mit intensiv grüner Eigenfarbe (A. DIMOULAS, 1979) und auch radialstrahlige Aggregate von bräunlichgelbem Prehnit (F. ANGEL, 1956).

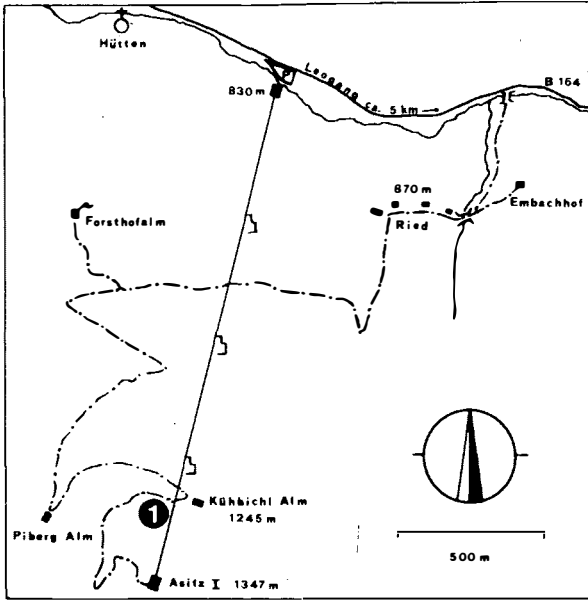


Abb. 6 Topographische Skizze - Haltepunkt 1.
 Topographical sketch - stop 1.
 Esquisse topographique - point d'arrêt 1.
 Planimetria di posto 1.

Diskussion: Dieser Nachweis von koexistierendem Pumpellyit und Prehnit ermöglicht nach K.-H. NITSCH (1971) bei einem möglichen p_{tot} von 2 kb die Annahme einer Temperatur bis maximal $345^{\circ} \pm 20^{\circ} \text{C}$, zumal die Paragenese Prehnit + Pumpellyit + Chlorit + Quarz nach experimentell ermittelten Daten (ohne Berücksichtigung des Verhältnisses Mg/Fe^2) bis zu diesen Bedingungen stabil ist. Über etwa $350^{\circ} \pm 20^{\circ} \text{C}$ tritt bei 2 kb die Paragenese Aktinolith ± Chlorit + Epidot + Quarz auf. A. AICHHORN (1978) beschreibt aus den ca. 3 km südlicher liegenden Metabasiten tremolitisch-aktinolitischen Amphibol und feine Bildung von Epidot. Daraus könnte abgeleitet werden, daß Prehnit und Pumpellyit knapp südlich der Kühbichl Alm bei nur gering unterschiedlicher Metamorphoseintensität wegreaktiert haben.



Abb. 7 Metamorphe Bildung von Pumpellyit in Albit. Sch 386/K/79, Nic. x (A. DIMOULAS, 1979).
 Occurrence of pumpellyite in albite.
 La formation métamorphique de pumpellyite en albit.
 Formazione metamorfica della pumpellyite nell' albit.

Literatur:

- AICHHORN, A., 1978: Geologische Untersuchungen im Raum Viehhofen - Zell am See (Nördliche Grauwackenzone, Salzburg) unter besonderer Berücksichtigung der Vulkanite und der Vererzungen. - Diss.Phil.Fak. Univ.Innsbruck, 113 S., 40 Abb., 10 Tab., Innsbruck.
- ANGEL, F., 1956: Über die spilitisch-diabasische Gesteinssippe in der Grauwackenzone Nordtirols und des Pinzgaues. - Mitt.Geol.Ges.Wien, 48, Jg. 1955, 1-15, 2 Taf., Wien.
- COLINS, E., HOSCHEK, G., MOSTLER, H., 1980: op.cit.
- DIMOULAS, A., 1979: Geologische Untersuchungen im Bereich um Leogang, Land Salzburg (Österreich). - Diss.Naturwiss.Fak.Univ.Salzburg, 146 S., 44 Abb., 7 Beil., Salzburg.
- NITSCH, K.-H., 1971: Stabilitätsbeziehungen von Prehnit- und Pumpellythaltigen Paragenesen. - Contrib.Mineral.Petrol., 30, 240-260, 6 Abb., 7 Tab., Berlin.
- VETTERS, W., 1981: Aufsuchung und Erforschung ausgewählter Diabasvorkommen im Bundesland Salzburg für industrielle Zwecke (Steinwolle, Splitt, etc.). - Unveröff.Gutachten, in Ausarbeitung.

Proben-Nr.	1/79 (W.VETTERS, 1981)	Sa'56 (F.ANGEL, 1956)	Sch 49 (J.-M.SCHRAMM, 1974)
Lokalität	Kühbichl Alm	Steinbruch Bieberg	Grünberg E Dienten
SiO ₂	50.2	47.11	49.70
TiO ₂	2.29	0.48	1.64
Al ₂ O ₃	14.67	15.04	15.14
Fe ₂ O ₃	1.20	4.52	10.12 ^{+))}
FeO	10.4	12.39	
MnO	0.16	0.34	0.20
MgO	5.89	5.07	6.77
CaO	10.11	5.91	10.71
Na ₂ O	2.99	4.02	3.05
K ₂ O	0.18	0.91	0.10
P ₂ O ₅	0.37	0.42	0.23
H ₂ O ⁺	2.41	3.02	
H ₂ O ⁻	0.12	0.95	n.b.
Summe	100.99	100.18	97.66
CIPW-Norm			+))
Q	0.73	-	4.54
OR	1.05	5.37	0.61
AB	25.05	33.94	26.43
AN	25.82	20.26	27.98
WO	8.96	2.74	8.29
EN	14.52	3.09	17.27
FS	14.48	4.62	-
FO	-	6.66	-
FA	-	10.96	-
MT	1.72	6.54	-
HM	-	-	10.36
IL	4.31	0.91	0.44
TN	-	-	3.56
AP	0.87	0.99	0.56
DI	17.75	5.46	15.45
HY	20.22	4.96	10.10
OL	-	17.62	-
Analytiker	P.DOLEZEL	W.WALLUSCHEK-WALLFELD	I.SACHER

+) Fe₂O₃ als Gesamteisen

Tab. 1 Chemische Gesteinsanalysen an Metabasiten der Grauwackenzone.
Chemical analyses of selected metabasalts and metadiabases of the graywacke Zone.

Les analyses chimiques des metabasites de la Zone Grauwack.
Analisi chimiche di metabasalti scelti della Zona delle Grovacche.

Kühbichl Alm - Saalfelden - Maishofen: Fahrzeit ca. 20 - 30 Minuten.

Rückkehr ins Leoganger Tal (wie Anweg: Sessellift oder PKW), Fahrt bis Saalfelden, dann auf der B 311 Richtung Zell am See rund 8 km. An der Westseite des Saalfeldener Beckens Diabassteinbrüche Bieberg (J.G.HADITSCH, 1979). Blick durch die rund 1,5 km breite Zeller Furche (Talwasserscheide Saalach/Salzach) nach Süden zum Penninikum der mittleren Hohen Tauern (Imbachhorn, Kitzsteinhorn).

Haltepunkt 2:

Aufgelassener Steinbruch, 1.5 km NW Maishofen, 770 m SH.

Anweg: siehe Abb. 8

50 m nördlich des Vorwegweisers nach Saalbach (Glemmtal) spitzwinkelig von der Bundesstraße abzweigender Weg zu einem Sägewerk. Hier Parkmöglichkeit für Bus bzw. PKW. Kurzer Fußmarsch zum Steinbruch (5 Minuten).

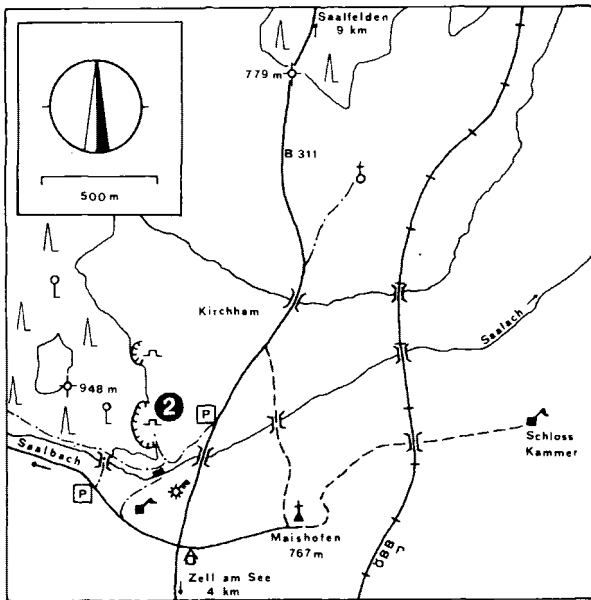


Abb. 8 Topographische Skizze - Haltepunkte 2.
Topographical Sketch - stop 2.
Esquisse topographique - point d'arrêt 2.
Planimetria di posto 2.

Aufschluß:

Undeutlich gebankter, feinkörniger Metabasit. Pillow-Strukturen weisen auf submarine Effusionen hin (H. MOSTLER, 1970b). Die Pillows zeigen randlich glasige Säume und Erzschnüre (siehe Abb. 9). In den Zwickeln auftretende dunkelgraue Felse lassen noch teilweise die ursprüngliche sedimentäre Ton-

schiefertextur erkennen. Felseinschlüsse bis zu 20 cm Größe.

Drei steil nordfallende Klüfte führen Klinozoisit/Epidot, Axinit, "schwarzen" Calcit, Chlorit, Hornblendeasbest, Pyrit und Magnetkies (H. MEIXNER, 1964; A. STRASSER, 1977). Technisch-petrographische Daten bei A. KIESLINGER (1964, S. 35).

U.d.M.: Feinkörnige, filzige Matrix aus Amphibol, Albit, Chlorit, Leukoxen und fallweise Quarz mit wenigen Einsprenglingen von Amphibol und Calcit bzw. Erz. An den Pillowrändern leichte Verglasung. Die Korngrößenfraktion $< 2 \mu\text{m}$ der Felse enthält neben Quarz an Phyllosilikaten 56% Chlorit und 44% Muscovit (Illit-Kristallinität, Index nach B. KUBLER, 1967, beträgt 3,6), sowie etwas organische Substanz.

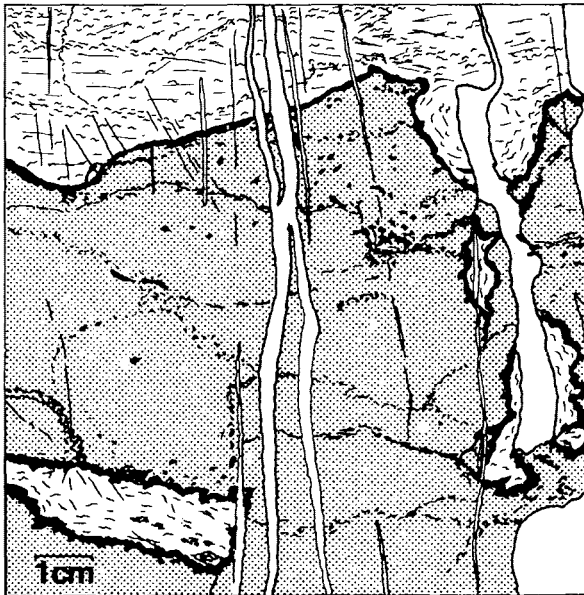


Abb. 9 Pillowstrukturen in einem feinkörnigen Metabasit (dunkelgrau), in Zwickeln Kontaktfels (hellgrau) und Gänge mit Calcitfüllungen (weiß). Natürliche Größe.

Pillow-structures in a fine grained metadiabase (dark grey) with intercalations of hornfels (light-grey) and infilled fissures with calcite (white). Original scale.

La structure de "pillow" dans un metabasite à grain fin (gris foncé). Dans les coins traces d'une métamorphose de contact (gris clair) sont visible. Les fissures contenant du calcite (blanc), (grandeur nature).

Strutture "pillow" in un metabasalto a grana fine (grigio scuro) con intercalazioni di rocce di contatto (grigio chiaro) e filoni di calcite (bianco), a scala naturale.

Literatur

- HADITSCH, J.G., 1979: Der Diabas von Saalfelden, seine Eigenschaften und technische Nutzbarkeit. - Geol.Paläont.Mitt.Innsbruck, 9, H.3, 133-154, 2 Abb., 8 Tab., 2 Taf., Innsbruck.
- KIESLINGER, A., 1964: Die nutzbaren Gesteine Salzburgs. - 436 S., 134 Abb., Farb- und Falttaf., Salzburg/Stuttgart (Verl. "Das Bergland Buch").
- KUBLER, B., 1967: La cristallinité de l'illite et les zones tout à fait supérieures du métamorphisme. - Etages tectoniques, Colloque à Neuchâtel, 105-122, 12 Fig., Neuchâtel.
- MEIXNER, H., 1964: op. cit.
- MOSTLER, H., 1970b: op. cit.
- STRASSER, A., 1977: Exkursionen M3 und M4: Bieberg - Maishofen - Felbertal im Pinzgau, Salzburg. - Karinthin, F.77, 346-349, Salzburg.

Maishofen - Saalfelden - Fuchs Alm: Fahrzeit ca. 30 Minuten.

Fahrt bis Saalfelden. Vor der Ortseinfahrt Saalfelden Blick nach NNE auf die wandbildende "Saalfeldener Rauhwacke" (loc.typ. hinter Schloß Lichtenberg und Einsiedelei).

Abzweigung Richtung Alm/Dienten/Mühlbach (B 164), Fahrt entlang der Ursula Ache nach Osten (quartäre Terrassensedimente). Ab Alm bis südwestlich Hintertal häufig Anschnitte von Phylliten der Wildschönauer Schiefer. Zwischen Hintermoos und Hintertal Blick nach ENE zur Entachental (Abfolge von bunten Karbonatgesteinen des Obersilur bis Unterdevon; H. MOSTLER, 1968), im Hintergrund Westrampe des Filzensattels ab etwa 1200 m SH Straßenanschnitte von violetten bis weinroten polymikten Konglomeraten der Hochfilzener Schichten (Unter-Rotliegend).

Haltepunkt 3:

Forststraße ca. 500 m NW Fuchs Alm, 1320 m SH.

Anweg: siehe Abb. 10

Parkmöglichkeit für Bus bzw. PKW unmittelbar an der Bundesstraße, 100 m W Gittermast (1260 m). Fußmarsch entlang privater Schotterstraße (Fahrverbot, Schranken!) nach W (entlang Hochspannungsleitung). Gehzeit 20 bis 30 Minuten.

Aufschluß:

Blaßviolette, polymiktes Feinkonglomerat mit sandigen Lagen (Quarzsandstein). Zuordnung zu höheren Partien der Hochfilzener Schichten (wahrscheinlich Ober-Rotliegend). Diese Gesteine gehören also der postvariszischen Kalkalpenbasis an!

Mittelsteiles Nordfallen der Schichtflächen ($s_2 = s_1$ 340/35), südfallende engständige Transversalschieferung (s_2 175/30).

U.d.M.: Bis zu 1,5 mm (\emptyset) große, häufig zerbrochene Quarzkörner sind ohne im Schriff erkennbare Vorzugsrichtung in eine Matrix aus feinerem Quarz, Pyrophyllit, Chlorit und Muscovit eingestreut. In den Quarzkörnern häufig Gas- bzw. Flüssigkeitseinschlußreihen, Korngrenzen ausgefranst (typische Faserbärte aus Phyllosilikaten). Pigmentierung durch Hämatit. Paragenese: Quarz, \pm Chlorit, Muscovit, Pyrophyllit, Hämatit, Apatit, Baryt (J.-M. SCHRAMM, 1974).

Phyllosilikate: 80% Pyrophyllit, 14% Muscovit, 6% Chlorit.

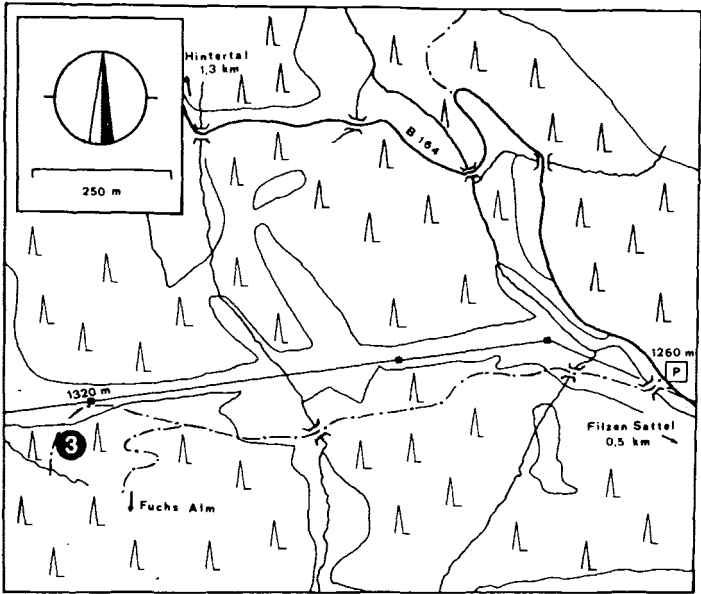


Abb. 10 Topographische Lageskizze - Haltepunkt 3
 Topographical sketch - stop 3.
 Esquisse topographique - point d'arrêt 3.
 Planimetria di posto 3.

Proben-Nr.	Sch 34 L1	Sch 34 L2	Sch 34 L3	Sch 34 L4	Sch 34 L5
Lokalität	Fuchs Alm, Haltepunkt 3				
SiO ₂	64.22	67.72	67.63	70.15	66.36
Al ₂ O ₃	29.81	29.28	28.98	27.88	27.87
TiO ₂	-	-	0.02	-	0.04
Fe ₂ O ₃ ⁺	0.83	0.36	0.40	0.22	0.19
MnO	-	0.01	-	0.01	-
MgO	0.07	0.08	0.08	0.01	0.01
CaO	0.01	0.01	0.03	0.03	0.05
Na ₂ O	0.06	0.16	0.08	0.10	0.08
K ₂ O	1.89	0.04	0.06	0.15	1.34
Summe.	96.89	97.66	97.28	98.55	95.96
Si	7.701	7.928	7.946	8.12	7.966
Al ^{IV}	0.299	0.072	0.054	-	0.034
	8.0	8.0	8.0	8.12	8.0
Al ^{VI}	3.914	3.968	3.960	3.803	3.909
Tl	-	-	0.002	-	0.004
Fe ^{III}	0.075	0.032	0.035	0.020	0.017
Mn	-	0.002	-	0.002	-
Mg	0.002	0.014	0.014	0.002	0.002
	3.99	4.01	4.01	3.82	3.93
Ca	0.002	0.002	0.004	0.004	0.006
Na	0.002	0.037	0.018	0.022	0.019
K	0.040	0.006	0.009	0.022	0.205
	0.04	0.04	0.03	0.05	0.23
Basis	22 O	22 O	22 O	22 O	22 O

+) Fe₂O₃ als Gesamteisen

Tab. 2 Chemische Analysen an Pyrophyllit (Sch. 34).

Chemical analyses of pyrophyllite.

Les analyses chimiques de pyrophyllite.

Analisi chimiche di pirofillite.

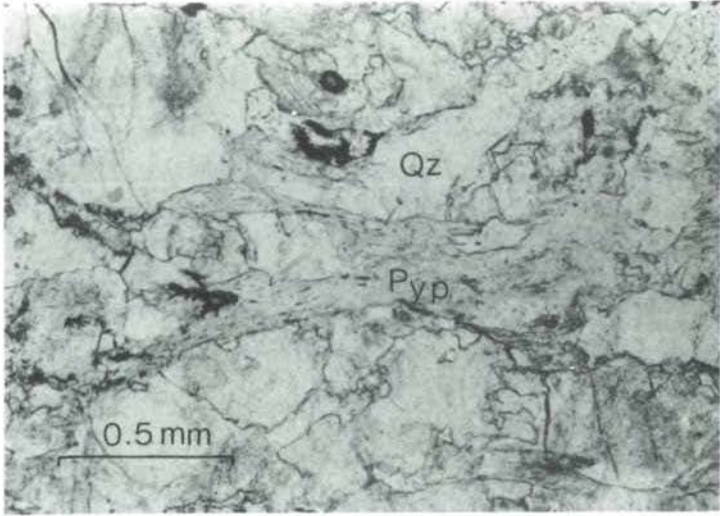


Abb. 11 Pyrophyllit bildet in diesem Metapsammite die überwiegende Phyllosilikatphase. Sch 34 Nic. //.
 Sheets of pyrophyllite are the dominant phyllosilicates in this metapsammite.
 Pyrophyllite domine dans cette metapsammite.
 Strati di pirofillite, il fillosilicato in questa metapsammite.

Diskussion:

Das gesteinsbildende Auftreten von Pyrophyllit in den klastischen Sedimentgesteinen der Hochkönigbasis kann entweder auf Anlieferung als detritisches Material oder auf Neubildung im Zuge des alpidischen Metamorphosegeschehens zurückgeführt werden.

Die erste Deutungsmöglichkeit kann aus denselben Gründen (Verwitterungsstabilität, Paläogeographie) wie von J.-M. SCHRAMM (1978) an der Basis des Kaisergebirges beschrieben, ausgeschlossen werden. Demgegenüber spricht für die zweite vorhin genannte Möglichkeit - also die metamorphe Neubildung - vor allem das Auftreten anderer metamorpher Neubildungen (wie z.B. Paragonit, Chloritoid) in benachbarten Gesteinen unter vergleichbaren PT-Bedingungen, aber auch der Grad der Illit-Kristallinität. Die Bildung von Pyrophyllit dürfte dementsprechend entweder nach der bekannten Entwässerungsreaktion (A. B. THOMPSON, 1970).

- (1) $1 \text{ Kaolinit} + 2 \text{ Quarz} \rightarrow 1 \text{ Pyrophyllit} + 1 \text{ H}_2\text{O}$
 oder nach der von M. FREY (1978) vorgeschlagenen Ionenreaktion
 (2) $2 \text{ Muscovit} + 6 \text{ Quarz} + 2 \text{ H}^+ \rightarrow 3 \text{ Pyrophyllit} + 2 \text{ K}^+$
 abgelaufen sein. Allerdings fehlen die chemisch entsprechenden Gesteine weiter nördlich, um diese Frage überzeugend beantworten zu können.

Literatur

- FREY, M., 1978: Progressive Low-Grade Metamorphism of a Black Shale Formation, Central Swiss Alps, with Special Reference to Pyrophyllite and Margarite Bearing Assemblages. - J.Petrol., 19, 95-135, 13 Fig., 14 Tab., Oxford.
- SCHRAMM, J.-M., 1974: Geologische Untersuchungen im Raume Saalfelden - Filzensattel - Dienten (Grauwackenzone/Nördliche Kalkalpen, Salzburg). - Diss.Phil.Fak.Univ.Innsbruck, 100 S., 22 Abb., 3 Beil., 6 Tab., Innsbruck.
- SCHRAMM, J.-M., 1978: Anchimetamorphes Permoskyth an der Basis des Kaisergebirges (Südrand der Nördlichen Kalkalpen zwischen Wörgl und St. Johann in Tirol, Österreich). - Geol.Paläont.Mitt.Innsbruck, 8, Festschrift W. Heißel, 101-111, 2 Abb., Innsbruck.
- THOMPSON, A.B., 1970: A note on the kaolinite-pyrophyllite equilibrium. - Am.J.Sci., 268, 454-458, 1 Fig., 1 Tab., New Haven.

Fuchs Alm - Dienten - Feroli Säge: 20 Minuten Fahrzeit.

Fahrt über den Filzensattel (1291 m SH) in Richtung Dienten, bei 1180 m an beiden Seiten der Straße bunte Dolomite und Spatmagnesite (Obersilur bis Unterdevon), ab 1100 m SH (nördlich Dienten, Nagelschmiedpalfen) Abfolge von Kieselschiefern, kieseligen Kalken und Schwarzphylliten. Blick nach NE über das Hochkönigmassiv. Die Kirche von Dienten steht auf kieseligen dunklen Phylliten (Dientener Schiefer = höhere Wildschönauer Schiefer).

Etwa 3 km S Dienten quert eine Reihe linsenförmiger Körper von Magnesiten das Dientener Tal: Unmittelbar N Wirtshaus "Ronachbäck" grauer Bänder- und Pinolitmagnesit samt angrenzenden Schwarzphylliten (steil nordfallend) aufgeschlossen. Deutlicher Unterschied zu den bunten Spatmagnesiten des Westabschnitts der Grauwackenzone! Eher vergleichbar mit den jungpaläozoischen Magnesiten von Sunk und Veitsch (Steiermark). Zwischen Ronachbäck und Feroli Säge mehrere Züge von Pyritphylliten (alte Bergbautätigkeit).

Haltepunkt 4:

Straßenschnitt ca. 100 m S Feroli Säge, 870 m SH.

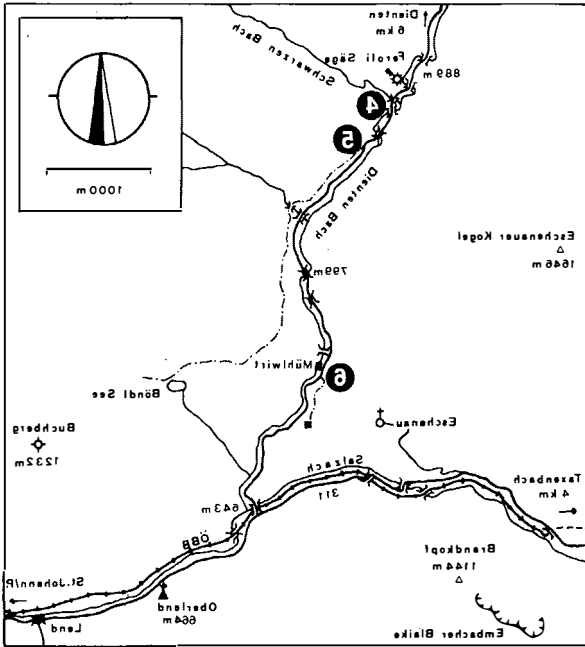


Abb. 12 Topographische Skizze - Haltepunkte 4, 5 und 6.
Topographical sketch - stops 4, 5 and 6.
Esquisse topographique - points d'arrêt 4, 5 et 6.
Planimetria dei posti, 4, 5 e 6.

Anweg: siehe Abb. 12

Aufschluß an der Ostseite der Dientener Landesstraße, Parkmöglichkeit für Bus und PKW unmittelbar gegenüber (Holzlagerplatz).

Aufschluß: Graue Metapelite mit grünlichgrauen Metasiltsteinen (dm- bis m-mächtige tuffitische Einstreuungen), steil nordfallend.

Sensu Ch. EXNER (1979) "Grünphyllit und Diabasschiefer".

Zuordnung zur Serie der tieferen Wildschönauer Schiefer.

U.d.M.: Undeutlich planar geregeltes Gefüge mit alternierend größeren und feineren Lagen. Größere Lagen (Korndurchmesser bis 0,8 mm) aus Albit, Quarz (z.T. mit Böhm'scher Streifung) und Chlorit. Feinlagen: Gewebe aus Serizit und Chlorit mit Albit, Quarz und Calcit. Postkinematischer Stilpnomelan (um 0,5 mm Länge). (Pleochroismus von farblos bis braungrün). Siehe Abb. 13.

Paragenese: Quarz, Chlorit, Muscovit, Albit, Stilpnomelan, Calcit, Titanit, Rutil, Kuperkies, Pyrrhotin und Pyrit (W. VETTERS, 1974).

Illit-Kristallinität: 3,7.

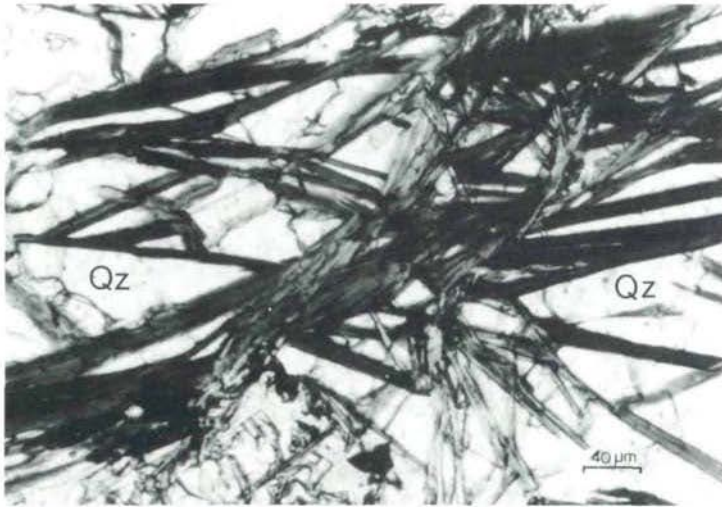


Abb. 13 Postkinematisch gesproßter Stilpnomelan in einem Metatuffit südlich Feroli Säge. V 6/74, Nic. //, (W. VETTERS, 1974).
Postkinematically grown stilpnomelane in a metatuffite south of Feroli Säge.
Le stilpnomélane posttectonique en metatuff au Sud de Feroli Säge.
Stilpnomelane cresciuta posttettonicamente in un tufo metamorfico a sud di Feroli Säge.

Literatur:

- EXNER, Ch., 1979: Geologie des Salzachtales zwischen Taxenbach und Lend.-
Jahrb.Geol.B.-A., 122, H.1, 1-73, 7 Abb., 3 Taf., Wien.
- FRASL, G., HÖCK, V., KIRCHNER, E., SCHRAMM, J.-M., & W. VETTERS,
1975: Metamorphose von der Basis der Nördlichen Kalkalpen bis in die
tiefsten Einheiten der Ostalpen im Profil Salzburg - mittlere Hohe Tauern.
In: "Geologischer Tiefbau der Ostalpen" (Hochschulschwerpunkt N25),
2. Bericht 1974, 6-8, 2 Abb., Graz/Innsbruck/Salzburg/Wien.
- VETTERS, W., 1974: Grünschiefer am Südrand der Salzburger Grauwacken-
zone (Metamorphose und Erzparagenesen). - Unveröff.Manuskript (Vor-
bericht für Forschungsfonds), 2 S., Salzburg.

Feroli Säge - Abzweigung Böndl See: Fahrzeit 2 - 3 Minuten.

Kurze Fahrt längs des Dientener Tales bachabwärts. Profil durch Kalk-,
Schwarz- und Grünphyllite (nach Ch. EXNER, 1979). Nordschenkel der Steig-
wand-Synklinale (K.F. BAUER, H. LOACKER & H. MOSTLER, 1969).

Haltepunkt 5:

Abzweigung Fahrweg Böndl See (ca. 500 m S Feroli Säge), 860 m SH.

Anweg: siehe Abb. 12

Aufschluß an der Ostseite der Dientener Landesstraße, nördlich der Ab-
zweigung. Parkmöglichkeit für Bus und PKW etwa 30 m N Aufschluß bei
Ausweiche (km-Stein 4.0).

Aufschluß:

Grünlichgrauer, gebänderter Phyllit, steil nordfallend ($s_s = s_1$ 010/75),
spitzwinkelig zu s_1 verlaufende Transversalschieferung (s_2 030/50). Dunkle,
dünne (bis 2 mm) Bänder aus Stilpnomelan.

Zuordnung: Metatuff in der Serie der tieferen Wildschönauer Schiefer.

U.d.M. Dominierendes, planar geregeltes Gefüge (ursprünglicher Lagen-
bau durch Chloritanreicherungen), s_2 und s_3 spitzwinkelig zu s_1 . Hauptge-
mengteile Quarz, Albit, Chlorit und Stilpnomelan, daneben Calcit und Leu-
koxen.

Albite reich an Einschlüssen, deutliche breite Zwillingslamellierung
(magmatische Reliktminerale?). Bis 0,5 mm große, zerbrochene Knoten von
Leukoxen regellos verteilt. Stilpnomelan tritt in dünnen Nadeln bis 50 μ m
breit und 0,8 mm lang auf; lagenweise Anreicherung von bräunlich- bis
olivgrünen Stilpnomelanen. Postkinematische Sprossung! Siehe Abb. 14 und
15.

Paragenese: Albit, \pm Kalifeldspat, Chlorit, Calcit, Stilpnomelan, Leu-
koxen, \pm Limonit.



Abb. 14 Postkinematisch gesproßter Stilpnomelan in einem Metatuff, Lokalität Abzweigung zum Böndl See im Dientener Graben, undeutlich planar geregeltes Gefüge (s_1). Sch 368, Nic. // -
 Postkinematically grown stilpnomelane in a metatuff.
 Le stilpnomélane posttectonique en metatuff.
 Stilpnomelane cresciuta posttettonicamente in un tufo metamorfico con tessitura piana vaga.



Abb. 15 Detail aus Abbildung 14.
 Detail from figure 14.
 Detail de figure 14.
 Dettaglio di figura 14.

Proben-Nr.	Sch 367 L1	Sch 367 L2	Sch 367 L3	HM 45 (COLINS et al., 1980)	Analyse B (HÄBERLE, 1969)
Lokalität	Böndlsee, Haltepunkt 5				Wolfbachtal
SiO ₂	50.87	50.69	51.55	48.7	37.86
Al ₂ O ₃	6.11	6.22	6.31	6.70	18.20
TiO ₂	-	-	0.05	0.02	0.12
FeO	22.54 ^{+))}	23.09 ^{+))}	21.91 ^{+))}	n.b.	12.12
Fe ₂ O ₃	n.b.	n.b.	n.b.	25.50 ^{+))}	20.51
MnO	0.38	0.38	0.22	0.56	-
MgO	11.43	10.87	11.81	7.80	3.75
CaO	0.42	0.41	0.44	0.27	2.06
Na ₂ O	0.10	0.10	0.19	0.28	0.65
K ₂ O	0.23	0.23	0.05	0.76	0.65
H ₂ O ⁺	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	4.46
H ₂ O ⁻	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	0.51
Summe	92.07	91.99	92.52	90.59	101.30
Si	8.0	8.0	8.0	8.0	
Al	1.133	1.157	1.154	1.299	
Ti	-	-	0.006	0.004	
Fe ⁺)	2.964 ^{II}	3.048 ^{II}	2.844 ^{II}	3.502 ^{III}	
Mn	0.064	0.062	0.066	0.047	
Mg	2.680	2.558	2.732	1.909	
Ca	0.064	0.062	0.066	0.047	
Na	0.020	0.019	0.042	0.091	
K	0.061	0.062	0.013	0.157	
Summe	14.99	14.97	14.89	15.09	
Basis	8 Si	8 Si	8 Si	8 Si	

+) Gesamteisen

n.b. = nicht bestimmt

Tab. 3 Chemische Analysen an ausgewählten Stilpnomelanen der Grauwackenzone und der angrenzenden penninischen Schieferhülle. Chemical analyses of selected stilpnomelanenes of the Graywacke and the adjacent penninic Schieferhülle.

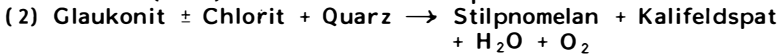
Les analyses chimiques des stilpnomélanes choisis de la Zone Grauwack et de la Schieferhülle (penninique).

Analisi chimiche di stilpnomelani scelte della Zona delle Grovacche e della Schieferhülle pennidica confinante.

Diskussion:

Als Edukt der hier schwach metamorph geprägten Gesteine ("schwach metamorph" nach H.G.F. WINKLER, 1979 = früher: niedrigtemperierte Subfazies der Grünschieferfazies) dürfen basisch bis intermediär vulkanogen beeinflusste Pelite angenommen werden. Der postkinematisch gesproßte Stilpnomelan dürfte sich entsprechend der von W.S. WISE & H.P. EUGSTER (1964) vorgeschlagenen Reaktion

(1) Seladonit + Chlorit \rightarrow Stilpnomelan
gebildet haben. Die von M. FREY, J.C. HUNZIKER, P. ROGGWILER & C. SCHINDLER (1973) aus den Glarner Alpen beschriebene Reaktion



scheidet aufgrund des Ausgangsmaterials (Glaukonitkalke) eher aus. Die in Tabelle 2 gezeigten Analysen von Stilpnomelan unterscheiden sich von denen der Glarner Alpen durch höhere MgO-, bzw. niedrigere FeO- und K₂O-Anteile.

Literatur:

- BAUER, K.F., LOACKER, H., & H. MOSTLER, 1969: op. cit.
FREY, M., HUNZIKER, J.C., ROGGWILER, P. & C. SCHINDLER, 1973: Progressive niedriggradige Metamorphose glaukonitführender Horizonte in den helvetischen Alpen der Ostschweiz. - Contr.Mineral.and Petrol., 39, 185-218, 9 Abb., 8 Tab., Heidelberg.
HÄBERLE, H., 1969: Die Stilpnomelan-Mineralien und ihr Vorkommen in Österreich. - Tschermaks Miner.u.Petrogr.Mitt., 13, 85-110, 6 Abb., Wien.
WINKLER, H.G.F., 1979: Petrogenesis of metamorphic rocks. - 5. Aufl., 348 S., New York/Heidelberg/Berlin (Springer Verl.).
WISE, W.S. & H.P. EUGSTER, 1964: Celadonite: Synthesis, thermal stability and occurrence - Am.Mineralogist, 49, 1031-1083, 22 Fig., 11 Tab., Washington D.C.

Abzweigung Böndl See - Mühlwirt: (3-4 Minuten Fahrzeit).

Fahrt in den sich schluchtartig verengenden Südabschnitt des Dientener Tales durch eine Abfolge von steil nordfallenden, dunkelgrauen Kalkphylliten, Bänderkalken, Kalkmarmoren mit Einschaltungen von Schwarzphylliten und Pyritphylliten. Der Kalkmarmor der Steigwandmulde weist eine auffallende lithologische Ähnlichkeit mit dem als jurassisch eingestuften Klammkalk des Penninikums auf (Hinweis u.a. bei Ch. EXNER, 1979), jedoch haben condontenstratigraphische Untersuchungen an den Karbonatgesteinen der Steigwand ober-silurische bis unterdevonische Alter ergeben (K.F. BAUER, H. LOACKER & H. MOSTLER, 1969).

Haltepunkt 6:

Straßenanschnitt etwa 80 m südlich Mühlwirt, 735 m SH.

Anweg: siehe Abb. 12.

Aufschluß an der Westseite der Dientener Landesstraße, Parkmöglichkeit für Bus unmittelbar N Mühlwirt (Postautohaltestelle), für PKW ca. 100 m S Mühlwirt (Ausweiche, Ziehweg nach Schackendorf).

Aufschluß:

In dunkelgrauen bis graugrünen Phylliten Einschaltungen von dunkelgrün

Proben-Nr.	Sch 369 L1	Sch 369 L2	Sch 369 L3	Sch 369 L4	K 82/78 (KLEBERGER, im Druck)	EN 8999 (5b), grün (FREY et al., 1973)
Lokalität	Mühlwirt, Haltepunkt 6				Wolfbachtal	Faschas/Schweiz
SiO ₂	39.37	39.26	39.52	39.09	39.00	40.7
Al ₂ O ₃	14.62	14.63	14.46	14.61	16.44	11.0
TiO ₂ ⁺	1.82	1.87	1.73	1.98	0.32	0.08
FeO	17.00	17.10	17.25	17.57	16.68	19.4
MnO	0.07	0.07	0.11	0.11	0.21	-
MgO	12.18	12.38	12.26	12.54	14.46	15.6
CaO	-	-	-	-	0.05	0.15
Na ₂ O	0.07	0.06	0.09	0.09	-	-
K ₂ O	9.43	9.62	9.42	9.61	9.33	9.2
H ₂ O	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	4.0
Summe	94.56	94.99	94.84	95.60	96.49	100.1
Si	5.940	5.908	5.950	5.863	5.748	6.11
Al ^{IV}	2.060	2.092	2.050	2.137	2.252	1.89
	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0
Al ^{VI}	0.540	0.501	0.516	0.446	0.604	0.06
Ti	0.207	0.212	0.197	0.243	0.035	0.01
Fe ^{II}	2.145	2.153	2.172	2.204	2.057	2.44
Mn	0.009	0.009	0.015	0.014	0.027	-
Mg	2.740	2.777	2.752	2.803	3.174	3.49
	5.64	5.65	5.65	5.69	5.90	6.0
Ca	-	-	-	-	0.008	0.02
Na	0.020	0.020	0.027	0.027	-	-
K	1.815	1.845	1.809	1.838	1.754	1.76
	1.83	1.86	1.84	1.86	1.76	1.78
Basis	22 O	22 O	22 O	22 O	22 O	22 O

+) FeO als Gesamteisen

Tab. 4 Chemische Analysen an ausgewählten Biotiten der Grauwackenzone und der angrenzenden penninischen Schieferhülle.
 Chemical analyses of selected biotites of the Graywacke Zone and the adjacent penninic Schieferhülle.
 Les analyses chimiques des biotites choisis de la Zone Grauwack et de la Schieferhülle (penninique).
 Analisi chimiche di bioti scelte della Zona delle Grovacke e della Schieferhülle pennidica confinante.

bis gelblichgrün fleckigen Metasiltsteinen (Metatuffe) mit biotitreichen Lagen. Schichtung bzw. Schieferung steil nordfallend (s_1 030/70), Transversalschieferung flach nordostfallend (s_2 045/25). Die aufgeschlossene Partie dürfte im Verband leicht verrutscht sein. Zuordnung: Metatuff in der Serie der tieferen Wildschönauer Schiefer.

U.d.M.: Deutlich planar geregeltes Gefüge (s_1); Calcit-, Albit- und Quarz-betonte gröbere Lagen (Korndurchmesser um 0,25 mm) alternieren im mm- bis cm-Bereich mit feinen gefälteten Serizitlagen. Anreicherungen von opaken Phasen sowie von organogenem Pigment in den feineren Lagen lassen die Deformationen deutlicher erkennen. Postkinematisch, bezüglich der Hauptdeformation, gesproßter Stilpnomelan und Biotit koexistieren mit Calcit, Quarz, opaken Phasen und Chlorit (olivbräunliche Interferenzfarben). Siehe Abb. 16. Biotit findet sich auch vereinzelt in den feinen Serizitlagen.

Paragenese: Quarz, Chlorit, Muscovit, Biotit, Kalifeldspat, Albit, Calcit, Stilpnomelan, ± Hämatit, Pyrit, Pyrrhotin, Rutil. Illit-Kristallinität: 3.6.

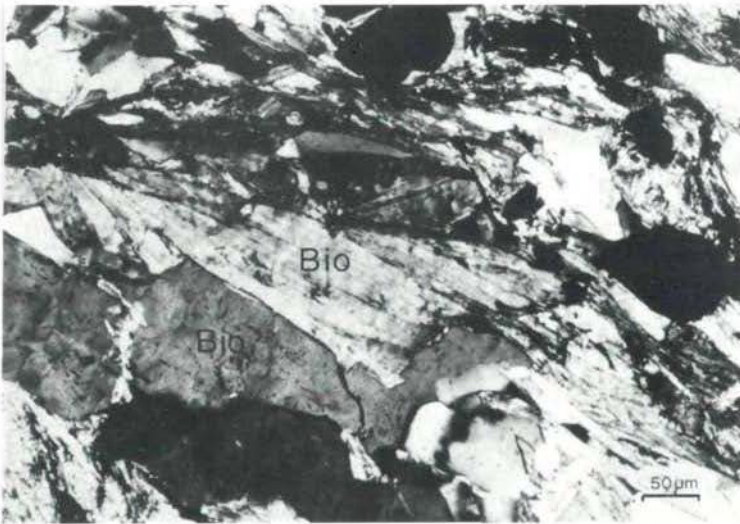


Abb. 16 Postkinematisch gesproßter grüner Biotit in einem Metatuff südlich des Mühlwirtes. Sch 369, Nic. x.
 Postkinematic green biotite in a metatuff south of Mühlwirt.
 Le verte biotite posttectonique en metatuff au Sud de Mühlwirt.
 Biotite verde cresciuta posttettonicamante in un tufo metamorfico a sud del Mühlwirt.

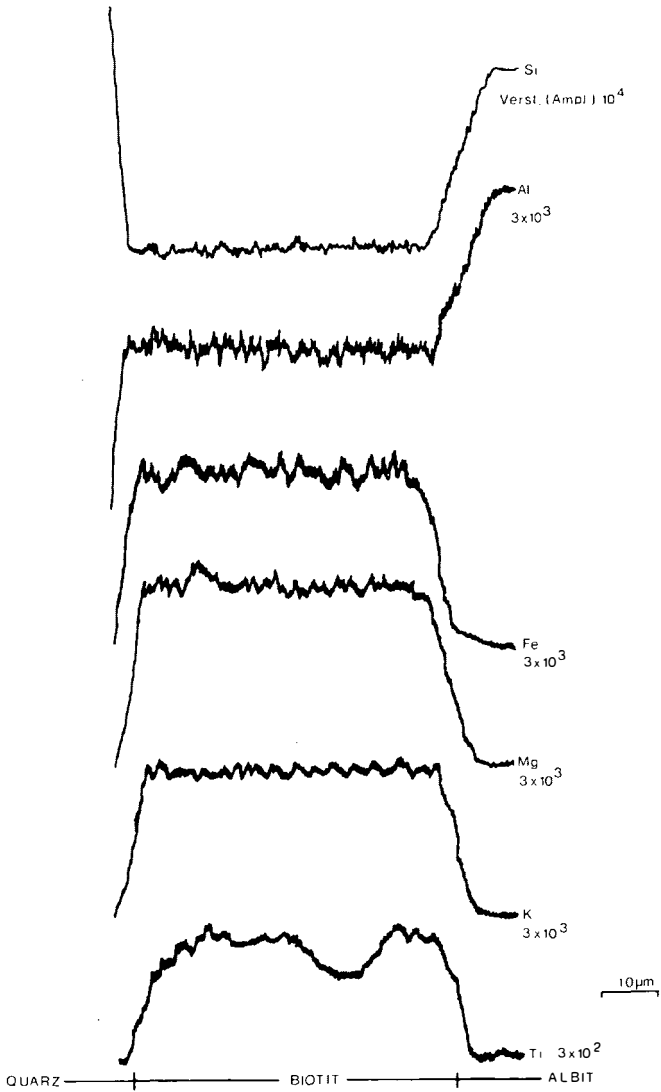


Abb 17 Line-scans (EMS) von Si, Al, Fe, K und Ti über einem Biotit. (Sch 369)

Line-scans of Si, Al, Fe, K and Ti across a biotite.

Line-scans sur le biotit, Si, Al, Fe, K et Ti.

Line-scans su una biotite di Si, Al, Fe, K e Ti.

Diskussion:

Es handelt sich um den in der hiesigen Grauwackenzone bisher am weitesten im Norden (d.h. vom Penninikum entfernt) nachgewiesenen, postkinematisch gesproßten Biotit. Dieser weist höhere Fe/Mg-Verhältnisse auf als die grünen (ebenfalls postkinematisch gesproßten) Biotite des Nordrandes der penninischen Schieferhülle im Wolfbachtal (J. KLEBERGER, im Druck), sowie der helvetischen Unterkreide der Glarner Alpen (M. FREY et al., 1973). Diese mineralchemischen Befunde bestätigen einerseits die von G. FRASL et al. (1975) vermutete Annahme, nämlich daß höhere Fe/Mg-Verhältnisse in den Gesteinen der Grauwackenzone als in den Bündnerschiefern eine Verdoppelung der Biotitzone verursachen würden, und bestätigen andererseits den von J. KLEBERGER & J.-M. SCHRAMM (1980) (u.a. durch Vergleiche der Illit-Kristallinität in Al-ärmeren Metasedimenten) erbrachten Nachweis einer unmittelbar zu beiden Seiten der Salzach-Längstalstörung weitgehend einheitlichen Regionalmetamorphose.

Der im Metatuff S Mühlwirt nur röntgenographisch nachgewiesene Kalifeldspat, aber auch der geringere Chloritgehalt lassen vermuten, daß diese beiden Mineralphasen bei einer Reaktion nach dem Muster

(1) Chlorit + Kalifeldspat \rightarrow Biotit + Stilpnomelan + Quarz + H₂O
(M. FREY et al., 1973) oder

(2) Chlorit + Mikroklin \rightarrow Biotit + Muscovit (E.H. BROWN, 1971) verbraucht worden sind. Sowohl lichtoptisch als auch mittels EMS (siehe Abb. 17) zeigt sich ein gleichmäßiger Bau der Biotite.

Literatur:

BAUER, K.F., LOACKER, H. & H. MOSTLER, 1969: op. cit.

BROWN, E.H., 1971: Phase Relations of Biotite and Stilpnomelane in the Greenschist Facies. - Contr. Mineral. and Petrol., 31, 275-299, 12 Fig., 5 Tab., Heidelberg.

EXNER, Ch., 1979: op. cit.

FRASL, G., HÖCK, V., KIRCHNER, C., SCHRAMM, J.-M. & W. VETTERS, 1975: op. cit.

FREY, M., HUNZIKER, J.C., ROGGWILER, P. & C. SCHINDLER, 1973: op. cit.

KLEBERGER, J.: Bericht 1979 über geologisch-petrographische Aufnahmen im penninischen Anteil des Wolfbachtals/Pinzgau und seiner Umgebung auf Blatt 154, Rauris. - Verh.Geol.B.-A., im Druck.

VETTERS, W., 1974: op. cit.

Mühlwirt - Taxenbach - Klausgraben: 30 Minuten Fahrzeit

Weiterfahrt bis zur Mündung des Dienten Baches in die Salzach durch mehr oder weniger steil nordfallende dunkle Phyllite mit grünlichen vulkanogenen Einschaltungen (Serie der tieferen Wildschönauer Schiefer). S Salzachbrücke und Bahnschranken Einmündung in B 311, Fahrt Richtung Zell am See. Etwa 500 m W Bahnhof Taxenbach nach Hasenschwandt abbiegen und den Güterweg Hopfberg bis zum Gehöft Pfisterer-Hochberg (1056 m SH) bergan fahren. Blick entlang des Salzach-Längstales nach W: nördlich des Salzachtals Grauwackenzone, entlang des südlichen Talbereiches Verlauf der Salzach-Längstalstörung (= Tauernnordrand-Störung), nach Süden anschließend pennini-

sche Gesteine (Klammkalk, Bündnerschiefer).

Haltepunkt 7:

Anschnitt an der Forststraße Hochberg - Klausgraben, 1250 m SH.

Anweg: siehe Abb. 18

Abstellmöglichkeit für Bus und PKW nördlich Gehöft Hochberg. Etwa 2 km Fußmarsch entlang Forststraße (Schranken!) bis zur ersten Kehre (1170 m SH), dann Richtung SW (= links) vorbei an nordfallenden Phylliten mit quarzitäen Partien und bereichsweise starker Pyritführung (teils Ausblü-
bung von "Brandenzonen", Ausblühungen von Halotrichit) bis zur 2. Kehre (1220 m SH). Hier nach NE (= rechts) abbiegen und etwa 450 m bis zum markanten Seitengraben (genau W-E-verlaufend) gehen. Der Aufschluß liegt etwa 200 m südlich des Forststraßenendes.

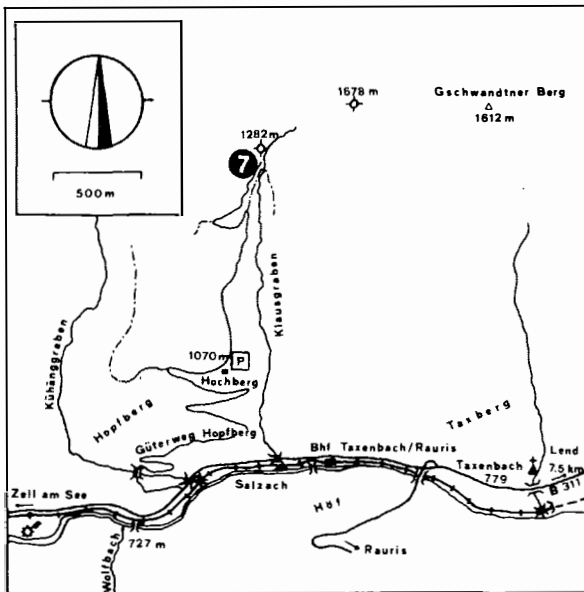


Abb. 18 Topographische Skizze - Haltepunkt 7.
Topographical sketch - stop 7.
Esquisse topographique - point d'arrêt 7.
Planimetria di posto 7.

Aufschluß:

Massiger, weitständig gebankter (Bankungsflächen mittelsteil nordfallend) und geklüfteter Metabasitkörper, ins Hangende übergehend in schiefrige Metasilte und Phyllite (Tuffe und Tuffite). Unregelmäßig, feinrauh brechender, blaß- bis mittelgrün sowie hellgrau bis weiß gesprenkelter, feinkörniger Metabasit.

Bevorzugt auf den Bankungsflächen Chloritnester und dunkelgrüne sternförmig gesproßte Büschel von Amphibolen.

U.d.M.: Porphyrisches Gefüge, ca. 70% Grundmasse aus einem feinkörnigem Gemenge von Plagioklas, Epidot/Klinozoisit, Chlorit, Oxychlorit und Quarz (mit Korndurchmessern unter 10 μm Plagioklase bis zu 100 μm). An Einsprenglingen sind bis zu mm-große Pseudomorphosen von Leukoxen (nach Titanit) sowie Amphibole regellos im Gestein verteilt (siehe Abb. 19). Amphibole: gedrunen stengeliger bis faseriger Habitus, vollkommene Spaltbarkeit, fallweise feine Einschlüsse von Epidot, keine Zwillingsbildungen, Pleochroismus von farblos bis blaßgrün, Doppelbrechung ca. 0,02, maximale Interferenzfarbe Gelb I. Ordnung, optischer Charakter 2 negativ, Achsenwinkel 80-90°, Auslöschungsschiefe ca. 6°, (Abb. 19 und 20).

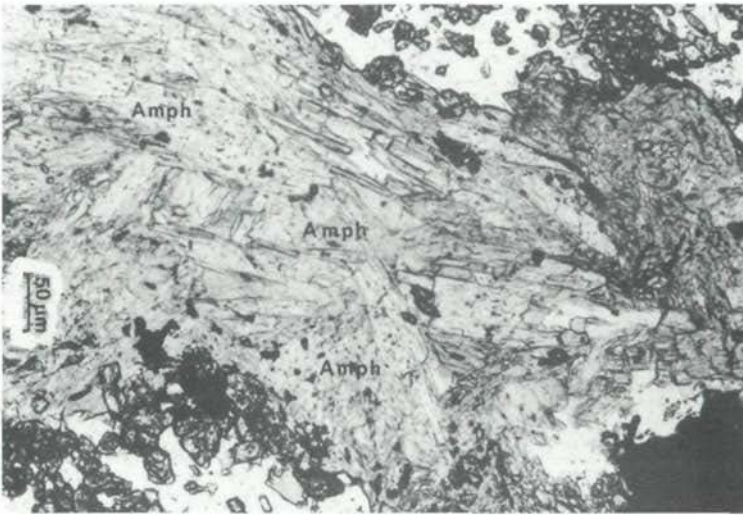


Abb. 19 Postkinematisch gesproßte Ca-Amphibole in einer Grundmasse aus Albite, Epidot/Klinozoisit, Leukoxen, Chlorit und Quarz (feinkörniger Metabasit). K 147, Nic. //.

Posttectonic Ca-amphiboles in a matrix of albite, epidote/clinozoisite, leucoxene, chlorite and quartz (fine grained metadiabase).
 Les Ca-amphiboles posttectoniques en une matrice d'albite, épidote/clinozoisite, leucoxène, chlorite et quartz (métabasite à grain fin).

Ca-anfiboli cresciuti postte'tonicamente in una matrice di albite, epidoto/clinozoisite, leucoxene, clorite e quarzo (metadiabase a grana fine).

Diskussion:

Die vorliegenden Ca-Amphibole gehen wahrscheinlich aus Ca-reichen Phasen (Epidot/Klinozoisit und Anorthit-reicher Plagioklas) hervor. Die Individuen sind postkinematisch bezüglich der Hauptdeformation. J. KLEBERGER (im Druck) hat auf ebenfalls postkinematisch gebildete Ca-Amphibole aus einem Metabasit (K82/78) der südlich angrenzenden penninischen Schieferhülle

(Wolfbachtal S Taxenbach) hingewiesen (siehe Tab. 5).

Der Südrand der Grauwackenzone liegt in der Albit-Aktinolith-Chlorit-Zone (= tiefer temperierter Teil der "Lowgrade zone" nach H.G.F. WINKLER, 1979). Damit manifestiert sich an den Metabasiten eine deutliche Metamorphosezunahme gegenüber dem nördlichen Rand der Grauwackenzone (z.B. Haltepunkt 1), wo in ähnlichen Gesteinen noch Pumpellyit und Prehnit stabil sind.

Proben-Nr.	K 147 L1	K 147 L2	K 147 L3	K 147 L4	K 82/78 (KLEBERGER, im Druck)
Lokalität	Klausgraben, Haltepunkt 7				Wolfbachtal
SiO ₂	54.12	53.30	54.19	53.70	55.40
Al ₂ O ₃	1.37	1.37	1.38	1.89	2.11
TiO ₂	-	-	-	-	0.02
FeO +	14.00	14.92	13.49	13.15	9.96
MnO	0.20	0.26	0.25	0.29	0.24
MgO	14.47	14.80	14.96	14.69	16.94
CaO	13.08	12.48	12.58	12.51	13.05
Na ₂ O	0.07	0.27	0.21	0.26	0.11
K ₂ O	0.06	0.04	0.04	0.05	0.19
Summe	97.37	97.44	97.10	96.54	98.03
Si	7.867	7.787	7.872	7.838	7.833
Al ^{IV}	0.133	0.213	0.128	0.162	0.167
	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0
Al ^{VI}	0.101	0.023	0.109	0.163	0.185
Ti	-	-	-	-	0.004
Fe ^{II}	1.702	1.823	1.639	1.605	1.177
Mn	0.025	0.033	0.031	0.036	0.029
Mg	3.135	3.223	3.240	3.197	3.571
	4.96	5.10	5.02	5.00	4.97
Ca	2.037	1.953	1.958	1.957	1.977
Na	0.020	0.077	0.059	0.074	0.015
K	0.011	0.007	0.007	0.010	0.034
	2.07	2.04	2.02	2.04	2.03
Basis	23 O	23 O	23 O	23 O	23 O

+) FeO als Gesamteisen

Tab. 5 Chemische Analysen an ausgewählten Ca-Amphibolen der Grauwackenzone und der angrenzenden penninischen Schieferhülle.
 Chemical analyses of selected Ca-amphiboles of the Graywacke Zone and the adjacent penninic Schieferhülle.
 Les analyses chimiques des Ca-amphiboles choisis de la Zone Grauwack et de la Schieferhülle (penninique).
 Analisi chimiche di Ca-anfiboli scelte della Zona delle Grovacche e della Schieferhülle pennidica confinante.

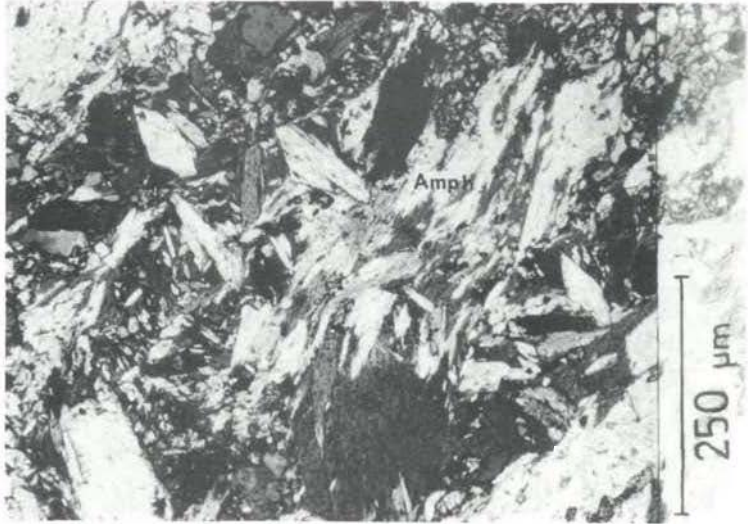


Abb. 20 Wirrstrahlige Aggregate von Ca-Amphibolen sprossen über Albit, Epidot/Klinozoisit und Chlorit. K. 147, Nic. x.
 Divergent structured Ca-amphiboles are growing through albite, epidote/clinozoisite and chlorite.
 Les aiguilles embrouillées de Ca-amphibole poussent par dessus l'albite, épidote/clinozoisite et chlorite.
 Strutture divergenti di Ca-anfiboli crescono attraverso l'albite, epidoto/clinozoisite e clorite.

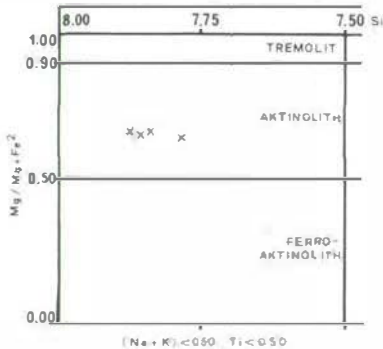


Abb. 21 Darstellende Punkte der analysierten Ca-Amphibole im Mg/Mg+Fe² : Si - Diagramm (nach B.E. LEAKE, 1978).
 Position of the analysed Ca-amphiboles in the Mg/mg+Fe² : Si - diagram (after B.E. LEAKE, 1978).
 Les points des Ca-amphiboles au diagram Mg/Mg+Fe² : Si (après B.E. LEAKE, 1978).
 Situazione dei Ca-anfiboli analizzati nel diagramma Mg/Mg+Fe² : Si (secondo B.E. LEAKE, 1978).

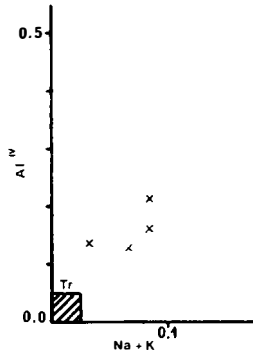


Abb. 22 Darstellende Punkte der analysierten Ca-Amphibole im Na+K : AL^{IV} - Diagramm (nach W.A. DEER et al., 1963).
 Position of the analysed Ca-amphiboles in the Na+K : AL^{IV} - diagram (after W.A. DEER et al., 1963).
 Les points des Ca-amphiboles au diagram Na+K : AL^{IV} (apres W.A. DEER et al., 1963).
 Situazione dei Ca-anfiboli analizzati nel diagramma Na+K : AL^{IV} (secondo W.A. DEER et al., 1963).

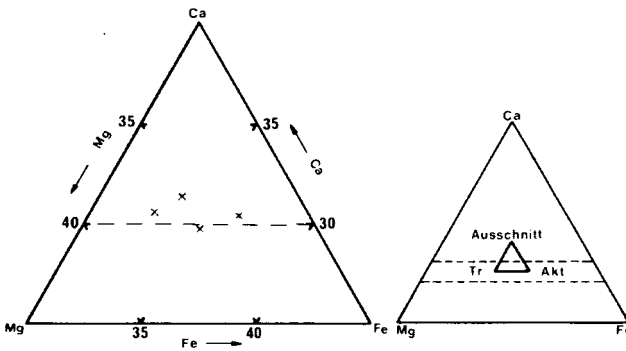


Abb. 23 Darstellende Punkte der analysierten Ca-Amphibole im Ca-Fe-Mg-Diagramm (nach W.A. DEER et al., 1963).
 Position of the analysed Ca-amphiboles in the Ca-Fe-Mg - diagram (after W.A. DEER et al., 1963).
 Les points representes des Ca-amphiboles au diagram Ca-Fe-Mg (apres W.A. DEER et al., 1963).
 Situazione dei Ca-anfiboli analizzati nel diagramma Ca-Fe-Mg (secondo W. A. DEER et al., 1963).

Literatur:

- DEER, W.A. & R.A. HOWIE & J. ZUSSMAN, 1963: Rock Forming Minerals. Vol. 2 Chain Silicates. - 379 S., 89 Fig., 58 Tab., London (Longmans, Green & Co.).
- KLEBERGER, J. & J.-M. SCHRAMM, 1980: op. cit.
- KLEBERGER, J., im Druck: op. cit.
- LEAKE, B.E., 1978: Nomenclature of amphiboles. - Can.Min., 16, H.4, 501-520, 5 Abb., Toronto.
- LEAKE, B.E., 1978: Nomenclature of amphiboles. - Miner.Petrogr.Acta, 22, 195-224, 5 Abb., Bologna.
- WINKLER, H.G.F., 1979: op. cit.

Klausurgraben - Schwaighof: Fahrzeit etwa 50 bis 60 Minuten

Rückmarsch bzw.-fahrt zur B 311, dann Richtung E (Taxenbach/Bischofshofen). Blick zur "Embacher Blaike", einem mit dem Abklingen der letzten Hauptvereisung aktiv gewordenen Rutschhang von insgesamt 40 ha Ausdehnung. Massenbewegung von quartären Lockersedimenten infolge Vernäsung und Übersteilung der Hänge (Sohlerosion der Salzach). Letztes Großereignis 1974: Abgang von ca 30 Mio. m³ Gesteinsmaterial nach einem Erdbeben.

Fahrt durch Lend bis "Maut" entlang der Salzach - Längstalstörung, SE Schwarzach beginnendes Umbiegen des Salzachtales zum Quer- bzw. Durchbruchstal. Zwischen Schwarzach und St. Johann i.P. an der W-Seite Steinbruch in südfallendem Bändermarmor (Hochglockler), an der orographisch rechten Talseite mächtige Salzachschotterterrassen, südlich St. Johann (Zederberg) Nagelfluh (Interglazial). Abzweigung bei St. Johann nach Wagrain (B 163), im Wagrainer-Bachtal Anschnitte von intensiv deformierten Phylliten der Wildschönauer Schiefer. In Wagrain (bei der Kirche) nach Radstadt abbiegen, etwa 1 km NE dieser Abzweigung Anschnitte von klastischem inneralpinem Tertiär (bräunliche und rötliche Sandsteine des Miozän).

Haltepunkt 8:

Aufschluß 20 m W Volksschule Schwaighof bei Wagrain, 975 m SH.

Anweg: siehe Abb. 24

Abzweigung nach Schwaighof; Parkmöglichkeit für PKW unmittelbar bei der Volksschule, für Bus gegenüber dem Franz-Schmid-Denkmal. Aufschluß etwa 10 m (Fallinie) oberhalb Volksschule Schwaighof.

Aufschluß:

Über grünlichgrauen Chloritphylliten folgt ein etwa 5 m mächtiger, steil nordfallender (ss = 010/75) bräunlichgrauer dolomitischer Kalkphyllit mit Chloritoid-reichen Partien. Schwach gebogene Chloritoid bis 3 mm Größe.

U.d.M.: Feinkörnige Grundmasse, bestehend aus Calcit, Dolomit, Quarz, Albit, Serizit, Chlorit, Hämatit und opakem Pigment (Korngrößen unter 0,1 mm). Durch opake Phasen Andeutung eines undeutlich planaren Gefüges. Chloritoid-Individuen sowie fallweise rosettenförmige Aggregate (Pleochroismus von farblos bis blaßblaugrünlich) sprossen über den Altbestand (Längen bis 3 mm, Zwillingslamellen 1-100 µm breit).

Chloritoid bildet mit allen aufgezählten Mineralphasen Berührungsgenese (siehe Abb. 25).

Die Röntgendaten stimmen mit den von L.B. HALFERDAHL (1961) angegebenen Kriterien für monoklinen Chloritoid weitgehend überein. Illit-Kristallinität (Index nach B. KUBLER, 1967): um 3.3.

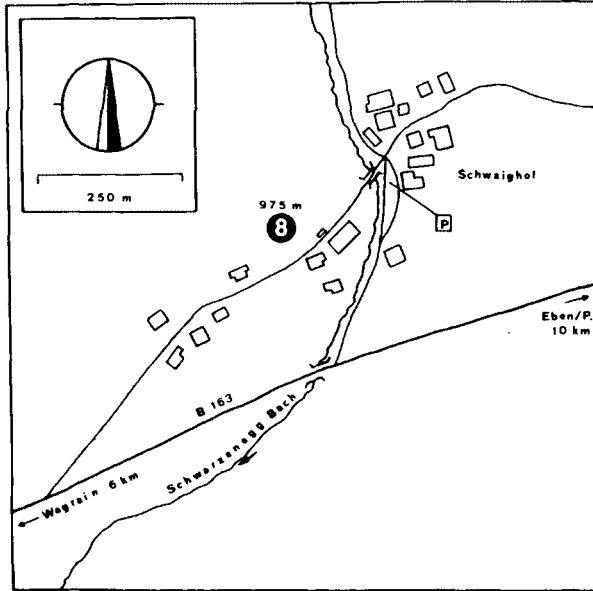


Abb. 24 Topographische Skizze - Haltepunkt 8.
 Topographical sketch - stop 8.
 Esquisse topographique - point d'arrêt 8.
 Planimetria di posto 8.

Diskussion:

Die undeutlichen Verbiegungen bzw. Knicke in den Chloritoiden widersprechen der Deutung nicht, daß die Sprossungen dennoch postkinematisch in bezug auf die Hauptdeformation erfolgt sind, zumal die - nachweislich bis in die jüngste geologische Vergangenheit wirksam gewesene - Fortsetzung der Salzach-Längstalstörung nur etwa 1 km südlich dieses Aufschlusses verläuft. Wie die Analysen (Tab. 6) zeigen, sind die Chloritoide homogen gebaut, vergleichende Analysen an weiteren Chloritoiden der Grauwackenzone stehen bislang nicht zur Verfügung.



Abb. 25 Postkinematisch gesproßte Chloritoide in feinkörnigem Serizit-Quarz-Gewebe mit Dolomit. Sch 970, Nic. //.

Posttectonically grown chloritoids in a fine grained sericite-quartz matrix with dolomite.

Les chloritoides posttectoniques en une matrice de séricite et quartz avec dolomite.

Cloritoidi cresciute posttettonicamente in tessitura da grana fine di miche chiare e quarzo con dolomiti.

Tab. 6 Chemische Analysen: siehe S. 347

Literatur:

HALFERDAHL, L.B., 1961: Chloritoid: Its Composition, X-ray and Optical Properties, Stability, and Occurrence - J.Petrol., 2, no. 1, 49-135, 16 Fig., 25 Tab., 2 Taf., Oxford.

Proben-Nr.	Sch 970 L1	Sch 970 L2	Sch 970 L3	Sch 970 L4	Sch 970 L5
Lokalität	Schwaighof, Haltepunkt 8				
SiO ₂	22.85	23.33	23.05	23.39	22.97
Al ₂ O ₃	41.22	40.70	40.65	40.10	40.23
TiO ₂ f)	-	-	0.01	0.01	0.07
FeO	24.35	24.29	24.55	24.60	25.15
MnO	0.06	0.12	0.13	0.03	0.06
MgO	1.55	1.57	1.60	1.41	1.48
CaO	0.01	0.01	0.02	0.01	0.03
K ₂ O	-	0.01	-	0.02	0.03
Summe	90.05	90.03	90.01	89.56	90.02
Si	1.94	1.98	1.96	2.0	1.96
Al	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Al	1.127	1.072	1.077	1.040	1.050
Ti	-	-	0.001	0.001	0.005
	1.13	1.07	1.08	1.04	1.06
Fe ^{II}	1.730	1.725	1.747	1.759	1.797
Mn	0.004	0.009	0.009	0.002	0.004
Mg	0.193	0.196	0.203	0.177	0.186
Ca	0.001	0.001	0.009	0.001	0.003
K	-	0.001	-	0.003	0.003
	1.94	1.93	1.96	1.94	1.99
Basis	12 O	12 O	12 O	12 O	12 O

+) FeO als Gesamteisen

Tab. 6 Chemische Analysen an Chloritoiden (Sch. 970).
 Chemical analyses of chloritoids.
 Les analyses chimiques des chloritoides.
 Analisi chimiche di cloritoide.

Schwaighof - Eben im Pongau - Hütttau: Fahrzeit ca. 20 Minuten.

Fahrt über die Wagrainner Höhe (Wasserscheide Salzach/Enns) ins Ennstal (Fortsetzung der Salzach-Längstalstörung nach E) zur Auffahrt Salzburg. Blick nach Süden: Radstädter Tauern (Unterostalpin). Tauernautobahn (A 10) bis Abfahrt Eben/P. Blick nach Osten zum Becken von Altenmarkt und Radstadt: Im Vordergrund Roßbrand (Grauwackenzone), Südbegrenzung der Talung durch die "Mandling-Trias", eine kalkalpine Schuppe. Nördlich Eben auf der B 99 durch das Fritzbachtal nach W. Das Fritzbachtal folgt in etwa der durch intensive Verschuppung gekennzeichneten Grenze Grauwackenzone/Nördliche Kalkalpen (Werfener Schuppenland).

Haltepunkt 9:

Straßenanschnitt rund 350 m ESE Kirche Hütttau, 705 m SH.

Anweg: siehe Abb. 26.

Parkmöglichkeit für Bus und PKW ca. 50 m NE Aufschluß.

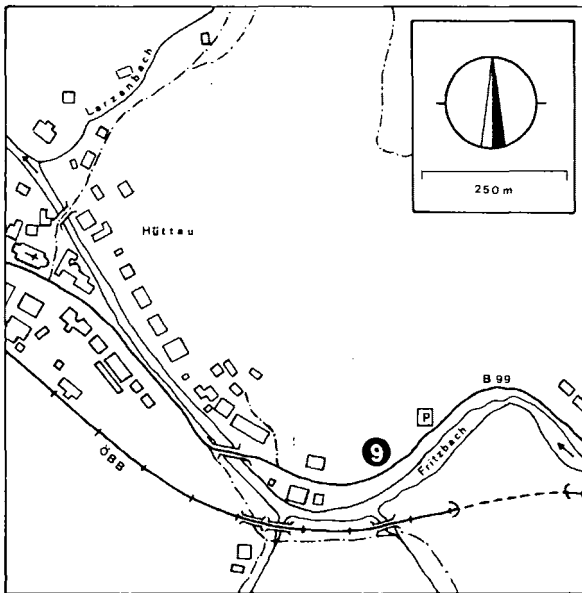


Abb. 26 Topographische Skizze - Haltepunkt 9.
Topographical sketch - stop 9.
Esquisse topographique - point d'arrêt 9.
Planimetria di posto 9.

Aufschluß:

Nordseitig an der Ortseinfahrt (gegenüber dem Westportal des kurzen Eisenbahntunnels) überwiegend feinblättrige, graugrüne bis gelblichgrüne Serizitphyllite. Einfallen mittelsteil nach NW, Fältelung bis in den cm-Bereich. Das Gefüge ist durch Talzuschub wahrscheinlich en bloc verstellt. Wenn auch ähnliche Gesteine im Westabschnitt der Grauwackenzone als "Porphyroid-schiefer" bezeichnet werden, wäre bei den hier vorliegenden Phylliten der Schluß auf saure Vulkanite bzw. deren Tuffe sehr gewagt.

U.d.M.: Feines, gefälteltes Serizit-Quarz-Gewebe, wenigstens zwei Transversalschieferungen; die Quarze zeigen keine undulöse Auslöschung und weisen keine magmatischen Korrosionserscheinungen auf.

Paragenese: Quarz, Chlorit, Muscovit, mixed-layer Paragonit/Muscovit und Paragonit. Die Na-Hellglimmer machen bis zu 40% des Phyllosilikatanteiles aus. Der Chlorit kann aufgrund der aus Röntgendaten ermittelten chemischen Zusammensetzung (R. WETZEL, 1973) nach dem Klassifikationsschema von M.H. HEY (1954) dem Ripidolit-Feld zugeordnet werden.

Diskussion:

Das Auftreten von mixed-layer Paragonit/Muscovit sowie von Paragonit wird einem schwachen Regionalmetamorphoseereignis zugeschrieben und läßt sich zwanglos mit den aus anderen Befunden für den Nordrand der Grauwackenzone abgeleiteten Metamorphosekriterien vergleichen.

Formation der Na-Hellglimmer wahrscheinlich entsprechend der von M. FREY (1970) vorgeschlagenen Abfolge (Aggradation):

1/1 regulärer mixed-layer Illit/Montmorillonit →
mixed-layer Paragonit/Muscovit → Paragonit.

Literatur:

FREY, M., 1970: The step from diagenesis to metamorphism in pelitic rocks during alpine orogenesis. - *Sedimentology*, 15, 261-279, 10 Fig., 1 Tab., Amsterdam.

HEY, M.H., 1954: A new review of the chlorites. - *Min.Mag.*, 30, 277-292, 4 Fig., London.

WETZEL, R., 1973: Chemismus und physikalische Parameter einiger Chlorite aus der Grünschieferfazies. - *Schweiz.Min.Petr.Mitt.*, 53, 273-298, 18 Fig., 6 Tab., Zürich.

Hüttau - Formau: Fahrzeit 3 - 4 Minuten.

Fahrt durch Hüttau auf der B 99 in nordwestlicher Richtung bis zur zweiten Eisenbahnbrücke. An den südseitigen Talhängen nagelfluhartig verfestigte Terrassenschotter (Interglazial), an beiden Talflanken stellenweise Felsfreilegungen an Blaiken (vorwiegend Phyllite).

Haltepunkt 10:

Straßenanschnitt 100 m N Eisenbahnbrücke Formau, 670 m SH.

Anweg: siehe Abb. 27

Parkmöglichkeit für PKW unmittelbar südlich der Eisenbahnbrücke, für Bus etwa 400 m NW des Aufschlusses, kurze Fußmärsche.

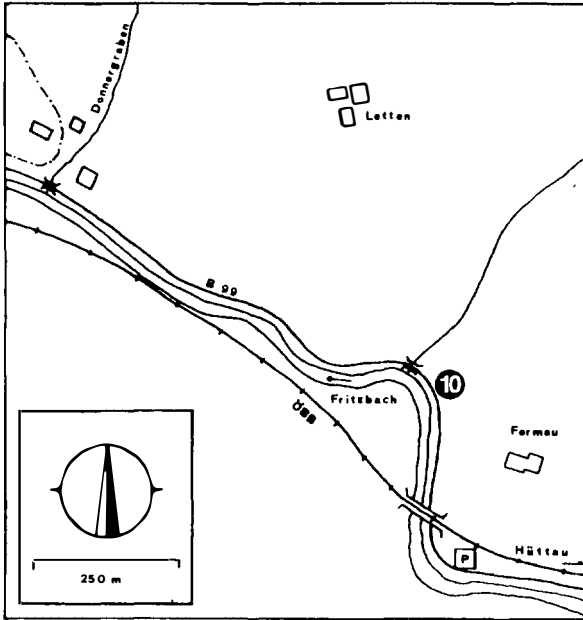


Abb. 27 Topographische Skizze - Haltepunkt 10.
 Topographical sketch - stop 10.
 Esquisse topographique - point d'arrêt 10.
 Planimetria di posto 10.

Aufschluß:

Beschreibung von der Eisenbahnbrücke nach N (Linkskurve, kleiner Seitengraben). Abfolge von mehr oder weniger steil nordfallenden grauen bis grünlichgrauen Phylliten mit Quarz-Ankerit-Lagen, Pyritphylliten (teilweise "brandig"), Schwarzphylliten, dunkelgrauen, gelblichgrünen und grau-violetten Phylliten. Das s_1 folgt dem ss (010/70), eine weitständige Transversalschieferung fällt steil nach Süden ein. In den gelblichgrünen und grau-violetten Phylliten lagenweise Porphyroblasten von Chloritoid (makroskopisch sichtbar). Der Seitengraben in der Kurve folgt einer Störung: an dessen Ostseite gelblichgrüner Phyllit mit Quarzlagen, an dessen Westseite violett-graues, polymiktes Metakonglomerat der Hochfilzener Schichten (Unter-Rotliegend) ebenfalls mit Chloritoidsprossung im Bindemittel. Die Position dieses Metakonglomerates ist auf spätalpine Einschuppung zurückzuführen (Diskussion bei J.-M. SCHRAMM, 1980b).

U.d.M.: (grauvioletter Chloritoid führender Phyllit, Sch 122): Deutlich planares Gefüge mit s -parallelen, mm- bis cm-dicken Grobkornlagen (Dolomit, Quarz, Hämatit, Kalifeldspat). Die bis mm-großen Individuen sind häufig kataklastisch zerbrochen. Feinste Lagen (Serizit-Quarz-Filz) mit reichlich organischem Pigment im 0,1 mm-Bereich gefältelt. In diesen Feinbereichen sprossen bis zu 500 μm (im Durchmesser) große Chloritoidrosetten (Abb. 28) quer zum s_1 . Vereinzelt Zerbrechung der Chloritoiden senkrecht c , diese Deformation ist jedoch eindeutig postkinematisch zur Hauptdeformation.

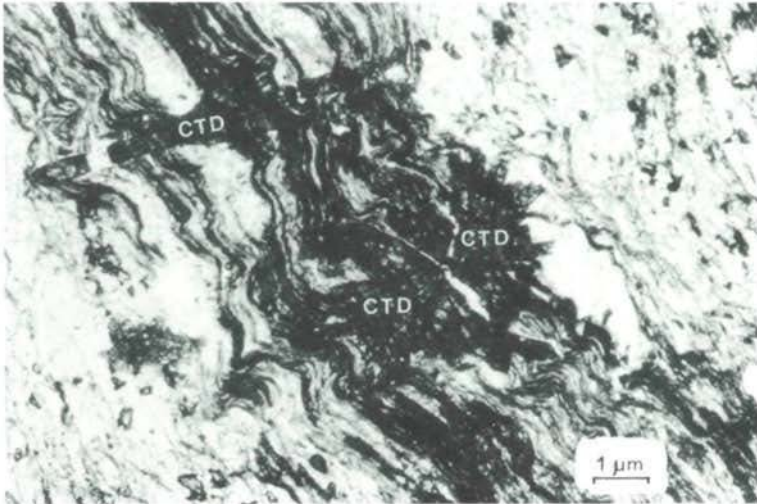


Abb. 28 Chloritoid-Rosetten sprossen postkinematisch über den alten Mineralbestand Sch 122, Nic. //.
 Rosette-textured chloritoides are growing across the older minerals.
 Rosettes de chloritoïde posttectonique par dessus les minéraux vieilles.
 Rosette di cloritoide crescono posttettonicamente sui minerali vecchi.

Die Illitkristallinität beträgt 3.8 - 3.9.

Diskussion:

J.-M. SCHRAMM (1980b) wies darauf hin, daß u.a. an der Südseite des Tennengebirges, wo nämlich die Chloritoidsprossung miteinander intensiv verschuppte variszische und postvariszische Gesteine gleichermaßen übergreift, ein besonders spätes alpidisches Metamorphoseereignis festzustellen ist, zumal ja das Alter der Schuppenbildung generell als postgosauisch anerkannt wird. Die Chloritoides des hiesigen Nordrandes der Grauwackenzone sind deutlich kleiner als jene am Südrand (man vergleiche mit Haltepunkt 8). Auch andere Indizien (Illit-Kristallinität, Auftreten anderer Mineralneubildungen) deuten eine geringe Intensitätszunahme der Metamorphose nach S an.

Das Fehlen von Chlorit und Pyrophyllit in den Chloritoid-Phylliten bei Formau läßt darauf schließen, daß diese beiden Phasen bei einer Bildungsreaktion nach dem Muster

Pyrophyllit + Fe-reicher Chlorit → Chloritoid + Quarz + H₂O
 (M. FREY, 1972) reagiert haben.

Literatur:

- FREY, M., 1972: Progressive low-grade metamorphism of a black-shale formation, central Swiss Alps. - Ann.Meet.Geol.Soc.Am.Minneapolis, abstracts with progr., 4, no. 7, 512, Boulder.
SCHRAMM, J.-M., 1980b: op. cit.

Formau - Werfen - Salzburg: Fahrzeit 40 - 60 Minuten.

Fahrt durch das Fritzbachtal (B 99) nach W. Nordseitig Straßenanschnitte von Metasedimenten der Grünen Serie sowie der tiefsten Niveaus der Werfener Schichten. Westlich Kreuzbergmaut (Salzachbrücke) Einmündung ins Salzachquertal (B 159). Zwischen Salzachbrücke und Fischerwirt gefaltete bunte Quarzite der Werfener Schichten (Straßen-Westseite). Blick nach N: Tennengebirgssüdabfall.

Rückfahrt nach Salzburg:

- a) Entweder Auffahrt N Imlau auf die Tauernautobahn A 10 bis Salzburg (Fahrzeit 30 Minuten), oder
b) B 156 über Werfen (Panorama vom Werfener Berg nach S über das Werfener Schuppenland im Vordergrund und die Grauwackenzone im Hintergrund) - Paß Lueg (alte Paßstraße, unmittelbar an der Paßhöhe: Gletscherschliffe im Dachsteinkalk mit Querschnitten von *Conchodus infraliasicus*).
Südwestlich Golling (Kote 476, Einmündung der B 162 aus dem Lammerthal) Rundblick: Im Süden Abtauchen der tirolischen Deckenstirn (Tennen- und Hagengebirge) unter die Lammereinheit (unruhige Morphologie aufgrund zahlreicher kleinerer permischer Haselgebirgsvorkommen). Im Norden trichterförmige Weitung des Salzburger Beckens (Quartärfüllung), im Westen lehrbuchmäßige Trogform des glazial ausgeschürften Bluntautales.
Zwischen Golling, Hallein und Salzburg im Osten flachgelagertes Tirolikum (vorwiegend Jura) der Osterhorngruppe (samt Gaisberg), im Westen nordfallendes Tirolikum (Mitteltrias bis Unterkreide) des Hohen Göll und des Roßfeldes, sowie Juvavikum des Halleiner und Berchtesgadener Salzberges und des Untersberges.

Anmerkungen zu den mineralogischen Untersuchungen:

Gesamtgestein:

An sämtlichen hier beschriebenen Gesteinsproben wurden röntgendiffraktometrische Untersuchungen des Mineralbestandes vorgenommen. (Siemens Diffraktometer, 35 kV, 20 mA, Cu-Strahlung).

Fraktion < 2 µm:

Qualitative und semiquantitative röntgendiffraktometrische Untersuchungen der Phyllosilikate (Basisreflexe) (M. FREY, 1978); Messung der Illit-Kristallinität (Halbwertsbreite) (B. KUBLER, 1967); Erfassung ausgewählter Kristallgitterdaten mit Hilfe der Guinier-Kamera (Enraf-Nonius).

Mineralphasen:

Chemische Mineralanalysen mittels Elektronenstrahlmikrosonde (Cambridge Microscan V) in Verbindung mit den von A.E. BENCE & A.L. ALBEE (1968) und J.W. COLBY (1969) vorgeschlagenen Korrekturverfahren.

Literatur:

- BENCE, A.E. & A.L. ALBEE, 1968: Empirical correction factors for the electron microanalysis of silicates and oxides. - J.Geol., 76, 382-403, 11 Fig., 6 Tab., Chicago.
- COLBY, J.W., 1969: A computer program for quantitative electron microprobe analysis. - Adv.X-ray Anal., 11, 297-315, Plenum Press, New York.
- FREY, M., 1978: op. cit.
- KUBLER, B., 1967: op. cit.

Dank:

Die Verfasser danken folgenden Personen und Stellen (alphabetisch gereiht) herzlich:

Herrn Ing. M. BERNROIDER für die Unterstützung bei einigen EMS-Messungen, Herrn P. BRANDMAIER für die Reinzeichnung des Großteils der Abbildungen, dem FONDS ZUR FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTLICHEN FORSCHUNG IN ÖSTERREICH für die finanzielle Unterstützung bei der Probeneinholung (Projekt S-15/08), Herrn Prof. Dr.G. FRASL für die Ermöglichung der reibungslosen Benützung sämtlicher Institutseinrichtungen, Frl. G. HALEK für die Reinschrift des Manuskripts, Herrn H. HASSFURTHER für die fotografische Hilfe, Frau Doz.Dr.E.Ch. KIRCHNER für fachliche Diskussionen, Frl. B. LACKNER für die Übersetzung ins Italienische, Herrn Prof. Dr.H. MOSTLER für die rasche Drucklegung dieser Arbeit in den "Geologisch-Paläontologischen Mitteilungen Innsbruck", Herrn Dr. W.VETTERS für die Einsichtnahme in unveröffentlichte Gutachten bzw. Manuskripte sowie für die Übersetzung ins Französische und schließlich Herrn W.WALDHÖR für die rasche Anfertigung der polierten Dünnschliffe.