

Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck	Band 8 Festschrift W. HEISSEL	S. 101-111	Innsbruck, Sept. 1978
-----------------------------------	-------------------------------------	------------	-----------------------

Anchimetamorphes Permoskyth an der Basis des Kaisergebirges (Südrand der Nördlichen Kalkalpen zwischen Wörgl und St. Johann in Tirol, Österreich). +)

von J.-M. Schramm ++)

Zusammenfassung

An der Basis des Kaisergebirges (Nördliche Kalkalpen, Tirol) werden die klastischen Ablagerungen des Permoskyths (Basalbrekzie und Sandsteinserie) auf ihre Tonmineral- bzw. Serizitgehalte röntgenographisch untersucht. Dabei konnten bisher u.a. mixed-layer Paragonit/Muscovit sowie Paragonit und Pyrophyllit nachgewiesen werden. Das Auftreten dieser Minerale ist auf eine alpidische anchizonale Metamorphose zurückzuführen. Deren Stärke nimmt vom Nordrand der Grauwackenzone leicht ab und klingt nach 3 bis 4 km S-N-Erstreckung noch in den Sandsteinen und Tonschiefern ab. Detaillierte Studien zur Mineralogie und Petrologie, insbesondere zur Pyrophyllitbildung sind derzeit in Arbeit.

+) Herrn Univ.-Prof. Dr. Werner HeißeI zur 70. Wiederkehr seines Geburtstags mit dem Wunsch "ad multos annos" gewidmet

++) Anschrift des Verfassers: Dr. Josef-Michael Schramm, Institut für Geologie und Paläontologie an der Universität Salzburg, Akademiestraße 26, A-5020 Salzburg

Summary

Rock samples from the Permoskythian base of the Kaisergebirge (Northern Calcareous Alps, Tyrol) were analysed mainly by X-ray diffractometer. In the northernmost part of the investigated area shales, sandstones and the matrix of the coarse-grained sediments consist of muscovite, kaolinite, quartz, chlorite, carbonates and hematite with accessory feldspars. Furthermore, in the southernmost area of the Northern Calcareous Alps pyrophyllite, paragonite and mixed-layer paragonite/muscovite are appearing in the clastic sediments. These minerals indicate very low grade metamorphism. As shown in the figures 1 and 2, the breakdown of kaolinite and conjointly the formation of pyrophyllite can be studied within distances of a few hundred meters. The consecuting petrological problems are being studied by the author.

Einleitung

Im Rahmen des Hochschulschwerpunktprogramms N 25 "Geologischer Tiefbau der Ostalpen" werden vom Verfasser unter anderem die klastischen Sedimentgesteine des Permoskyths der Nördlichen Kalkalpen speziell auf ihre Phyllosilikatphasen untersucht, um die bislang spärlichen Kenntnisse über die Reichweite des schwächsten Metamorphosegrads in den nördlichen Ostalpen zu erweitern. Solche Erkenntnisse lassen ja relativ genaue Rückschlüsse auf die PT-Verhältnisse in den einzelnen Stockwerken des Orogens, hier also auf den geologischen Tiefbau der Ostalpen, zu. Die nun vorgestellten ersten Ergebnisse von der Basis des Kaisergebirges schließen thematisch an entsprechende Studien an, die seit einigen Jahren weiter im Osten, nämlich am Südrand der Kalkalpen Salzburgs und der Rax, durchgeführt werden (J.-M. SCHRAMM, 1977).

Geologie und Petrographie

Die permoskythischen Basisgesteine der Nördlichen Kalkalpen liegen nur an deren Südrand mehr oder weniger zusammenhängend vor, wobei das Permoskyth infolge des Abgleitens der Nördlichen Kalkalpen von der Grauwackenzone heute mit seiner tektonischen Basis jeweils intensiv verschuppt ist und zudem mit verschiedenen Niveaus über dem älteren Paläozoikum einsetzt.

Die permoskythischen Ablagerungen des Bereichs Wörgl-St. Johann in Tirol gehören dem Südrand des Tirolikums an (F.F. HAHN, 1913: 285; A. TOLLMANN, 1969: 146) und erreichen eine Mächtigkeit von rund 350 m (G. EISBACHER, 1963: 79). Die Abfolge kann vom Nord-

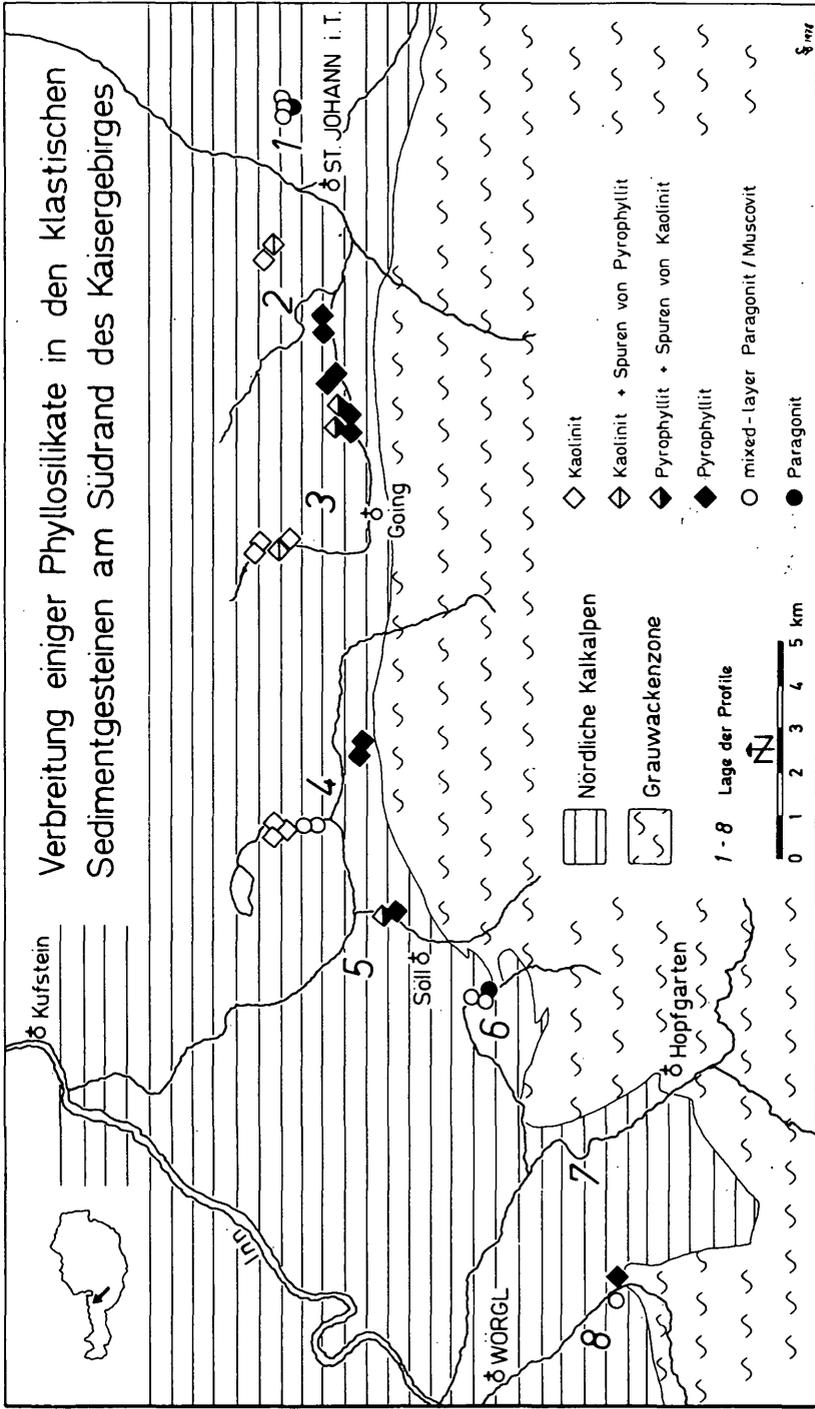


Abb. 1: Verbreitung einiger charakteristischer Minerale in den anchimetamorphen klastischen Sedimentgesteinen (Permoskyth) am Südrand der Nördlichen Kalkalpen zwischen Würgl und St. Johann in Tirol. Die zonierte Anordnung der einzelnen Phyllosilikate ist deutlich zu erkennen (weitere Erläuterungen im Text).

rand der Grauwackenzone an über 3 bis 4 km nach Norden, wo sie schließlich unter die Kaisergebirgsscholle eintaucht, studiert werden. Am Nordrand des Kaisergebirges (also rund 10 km weiter entfernt) hat O. AMPFERER (1933: 51) nur mehr "kleine, verschlepp-te Fetzen" von Buntsandstein beschrieben.

Das das klastische Permoskyth (Basalbrekzie und "Buntsandstein"-Serie im alten Sinn) dieses Raumes bereits regionalgeologisch, stratigraphisch und sedimentpetrographisch ausführlich untersucht und beschrieben worden ist, werden im folgenden nur die mineralogischen Zusammensetzungen (röntgenographisch ermittelt) von 56 Gesteinsproben - nach den einzelnen Profilen geordnet (vgl. mit Abb. 1) - in Tabellenform zusammengestellt (Profile 1 bis 8). Eine ausführliche Studie zur Mineralogie und Petrographie ist derzeit in Arbeit. Im übrigen wird auf die Veröffentlichungen von O. AMPFERER (1933, samt geologischer Karte 1:25 000), H. BARNICK (1962), G. EISBACHER (1963, 1969), W. HEISSEL (1972a, b), H. MOSTLER (1972), H. PIRKL (1961), O. SCHULZ & W. LUKAS (1970) und W. SIEGL (1964) verwiesen.

Der liegenden Basalbrekzie gehören nach der von H. MOSTLER (1972: 157, Profil 1) für diesen Bereich erarbeiteten Idealstratigraphie nur die Profile 5 (ausgenommen Gesteinsproben Sch 439 bis 441), 6 und 7 an, alle übrigen Profile lassen sich verschiedenen Horizonten des darüberliegenden Permoskyth-Sandsteinkomplexes zuordnen. Die Profilbereiche umfassen Horizontalerstreckungen zwischen 0,5 und 4 km.

Verwendete Abkürzungen:

Qz	=	Quarz	Cc	=	Calcit
Chl	=	Chlorit	Dol	=	Dolomit
Mu	=	Muscovit	Mg	=	Magnesit
Kao	=	Kaolinit	Häm	=	Hämatit
Pyp	=	Pyrophyllit	Ab	=	Albit
Pa/Mu	=	mixed-layer Paragonit/Muscovit			
Pa	=	Paragonit	Kf	=	Kalifeldspat

Profil 1: Mitterndorf-Aiglsau (WSW-ENE)

(ÖK 50, Bl. 91: rund 2 km NE St. Johann in Tirol).
Rosa, braunrote, grünliche und graue Sand- und Siltsteine, z.T. feingeschichtet.

	Probe	Qz	Chl	Mu	Pa/Mu	Pa	Kf	Mg	Häm
	WSW Sch 414	+	+	+					
	Sch 418	+		+	+	+		+	
rd. 0,5 km	Sch 417	+		+	+			+	
	Sch 416	+	+	+	+				
	ENE Sch 415	+	+	+			+		+

Profil 2: Hinterkaiser-Aschau (NE-SW)

(ÖK 50, Bl. 91: W St. Johann in Tirol).

BlaBrote, lila bis weinrote, meist feingeschichtete Sand- und Siltsteine und fahlgrüne Tonschiefer.

Probe		Qz	Chl	Mu	Kao	Pyp	Ab	Kf	Cc	Mg	Häm
rd. 2,5 km	NE Sch 419	+	±	+					+		
	Sch 420	+		+							
	Sch 421	+	+	+	+	+			±		+
	Sch 423	+	+	+		+				+	
	Sch 424	+	+	+		+	±	±		+	+
	Sch 425	+		+		+	±	±		+	
	SW Sch 426	+	±	+		+	±	±		+	

Profil 3: Wochenbrunner Graben-Going-Stangl (NW-SE)

(ÖK 50, Bl. 90 und 91).

Weinrote, violette bis rosa Sandsteine, meist feingeschichtet, und sandige Schiefer.

Probe		Qz	Chl	Mu	Kao	Pyp	Ab	Cc	Dol	Mg	Häm
rd. 4 km	NW Sch 446	+	+	+	+	±		+			
	Sch 447	+		+	+	±					
	Sch 449	+		+				+			
	Sch 448	+		+	+						+
	Sch 451	+		+							+
	Sch 452	+		+				+			
	Sch 453	+		+			+				+
	Sch 427	+	±	+	±	+			+		
SE Sch 428	+	±	+	±	+	+		+			

Profil 4: Seebachgraben-Breuergraben (NW-SE)

(ÖK 50, Bl. 90: W bzw. S Scheffau am Wilden Kaiser).

Braunrote Tonschiefer, graue und weinrote Sandsteine, grünlich-graue Quarzite.

Probe		Qz	Chl	Mu	Pa/Mu	Kao	Pyp	Ab	Kf	Cc	Mg	Häm
rd. 3 km	NW Sch 435	+		+	+						±	
	Sch 436	+		+	+	+				+		+
	Sch 437	+	+	+		+				±	+	
	Sch 438	+	±	+	+	+					+	
	Sch 432	+		+	+						+	
	Sch 433	+	±	+	+						+	
	Sch 434	+	±	+	+			±			+	
	Sch 455	+	+	+						+	+	
	Sch 454	+	+	+					+			+
	Sch 450	+	+	+			+					+
	SE Sch 422	+	+	+			+					+

Profil 5: Weißachtal-Söll (NW-SE)

(ÖK 50, Bl. 90: N Söll).

Rosa Sandsteine, tonige Sandsteine und polymikte Brekzien mit weinrotem Bindemittel.

	Probe	Qz	Chl	Mu	Pa/Mu	Kao	Pyp	Ab	Kf	Cc	Dol	Mg	Häm
	NW Sch 439	+		+					+				+
	Sch 440	+	±	+					+		+		+
	Sch 441	+		+									+
rd.	3 km Sch 442	+	+	+				+		+	+		+
	Sch 443	+	+	+		+	+			+	+		
	Sch 364	+	+	+				+					
	SE Sch 456	+	+	+	+			+		+	+		

Profil 6: Steinergraben-Saukogel (NE-SW)

(ÖK 50, Bl. 121: rund 4 km NW Hohe Salve).

Polymikte Brekzien und Feinkonglomerate mit weinrotem bis violetterem Bindemittel.

	Probe	Qz	Chl	Mu	Pa/Mu	Pa	Ab	Cc	Häm
	NE Sch 444	+	+	+	+			+	
rd.	1 km Sch 445	+	+		+		+	+	+
	SW Sch 457	+	+	+	+	+		+	+

Profil 7: Itter-Hopfgarten in Nordtirol (NW-SE)

(ÖK 50, Bl. 121).

Polymikte Brekzien und Feinkonglomerate mit blaßvioletterem bis weinrotem Bindemittel.

	Probe	Qz	Chl	Mu	Ab	Kf	Dol	Häm
	NW Sch 471	+	+	+			+	
	Sch 472	+		+		+		
rd.	3 km Sch 473	+		+		+	+	
	Sch 469	+	±	+				+
	SE Sch 470	+		+	+		+	

Profil 8: Wörgler Klamm (NW-SE)

(ÖK 50, Bl. 120 und 121: rund 2,5 km SE Wörgl).

Graue, grüngraue und violette Quarzite und Serizitquarzite sowie rosa Sandsteine (feingeschichtet).

	Probe	Qz	Chl	Mu	Pa/Mu	Pyp	Ab	Kf	Dol	Häm
	NW Sch 458	+		+				+	+	
	Sch 459	+		+				+	+	
	Sch 460	+		+				+		
1,7 km	Sch 461	+		+				+		
	Sch 462	+		+				+		
	Sch 463	+		+				+	+	+
	Sch 464	+		+				+		
	Sch 465	+		+			+		+	
	SE Sch 466	+	±	+	+	+			+	

Zur Bildung des Pyrophyllits

Im klastischen Permoskyth der Kaisergebirgsbasis treten neben Muscovit, Chlorit und Kaolinit (vorläufig noch nicht näher untersucht) gesteinsbildend auch mixed-layer Paragonit/Muscovit sowie Paragonit und Pyrophyllit auf.

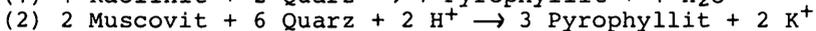
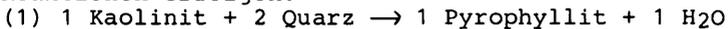
Es erhebt sich nun die Frage, ob die Existenz der drei letztgenannten Minerale in den Ablagerungen der Kaisergebirgsbasis - auf Anlieferung als detritisches Material oder - auf Neubildung im Zuge des alpidischen Metamorphosegeschehens zurückzuführen ist.

Ein Zutreffen der ersten Lösungsmöglichkeit dürfte wohl aus mineralogischen, und im Fall des Permoskythsandsteins auch aus paläogeographischen Gründen auszuschließen sein, zumal diese Phyllosilikate schon aufgrund ihrer Struktur eine relativ geringe Resistenz gegenüber den verschiedenen Vorgängen des exogenen Stoffkreislaufs aufweisen. Allothigene Paragonite, Pyrophyllite und mixed-laxer Paragonit/Muscovit, welche aus den Gesteinen eines voralpidischen Liefergebiets stammen, hätten demnach während der Verwitterung, Abtragung und des subaquatischen Transports abbauende Umbildungen (Degradationen) erlitten, so daß letztlich in den Feinstfraktionen der erwähnten Sedimente nur mehr Tonminerale vorgelegen wären. Sowohl H. BARNICK (1962) als auch G. EISBACHER (1963, 1969) und H. MOSTLER (1972) haben auf derartige Bedingungen (subaerische Verwitterung im ariden bis semiariden Klimabereich, subaquatische Transporte) hingewiesen, in welchen bevorzugt Degradationsprozesse stattfinden können.

Außerdem dürfte die in Abb. 1 dargestellte zonierte Anordnung dieser "kritischen" Minerale entlang eines etwa Ost-West-verlaufenden Streifens (bisher auf rund 25 km nachgewiesen) nur schwerlich auf selektive Schüttungen (räumlich und zeitlich) zurückzuführen sein, da Paragonit und Pyrophyllit innerhalb jener Zone heute in verschiedenen stratigraphischen Horizonten des Permoskyths vorhanden sind, in den entsprechenden Abfolgen einige Hunderte von Metern weiter nördlich hingegen nicht mehr auftreten.

Dagegen liegen für die Annahme metamorpher Neubildungen - also der zweiten vorhin angeführten Möglichkeit - eine Reihe von wesentlichen Indizien vor. Aufgrund der Beobachtungen an vielen natürlichen und künstlichen Aufschlüssen, wie auch anhand zahlreicher experimentell gewonnener Daten, gilt ja heute das Erstauftreten jener Minerale für den Beginn der Anchizone als signifikant ("very low grade", H.G.F. WINKLER, 1976).

Die Bildung des Pyrophyllits kann nach einer der beiden folgenden Reaktionen erfolgen:



Nach den von der Kaisergebirgsbasis bisher vorliegenden Ergebnissen hat vorwiegend die Entwässerungsreaktion (1) zur Bildung des Pyrophyllits geführt, da die unmittelbar nördlich anschließenden unmetamorphen Psammite und Psammopelite (im Liegenden der

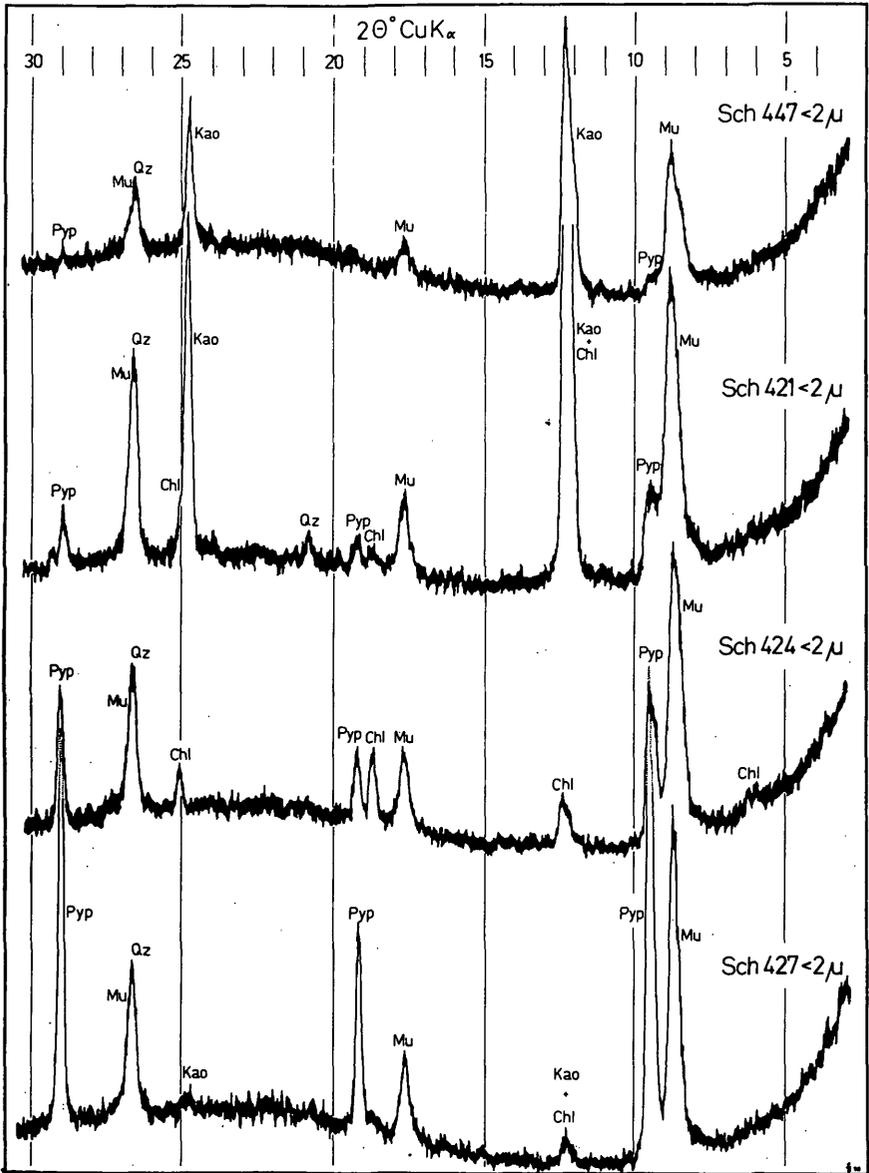


Abb. 2: Röntgendiffraktogramme von Gesteinsproben (Permoskyth-Sandsteinserie) aus dem Bereich der beginnenden Anchi-metamorphose (Sch 447) bis zum Übergang Anchi-/Epizone (Sch 427). Kaolinit wird bei zunehmendem Metamorphosegrad durch Pyrophyllit ersetzt. Gleichzeitig nimmt die Illit-kristallinität zu (meßbar an der Halbwertsbreite des 10 \AA Basisreflexes von Muscovit).
 Verwendete Abkürzungen: Qz = Quarz, Chl = Chlorit, Mu = Muscovit, Kao = Kaolinit, Pyp = Pyrophyllit.

karbonatischen Trias) reichlich Quarz und Kaolinit führen.

Besonderes Interesse verdient das innerhalb eines Saums von einigen 100 Metern Horizontaler Streckung erkennbare Ersetzen von Kaolinit durch Pyrophyllit (siehe Abb. 2). Diese Beobachtung gewinnt deshalb an Bedeutung, da damit ein in der Natur bislang nicht näher gefaßter Grenzbereich nun eingehend studiert werden kann.

Rückschlüsse auf die PT-Bedingungen des untersuchten Bereichs können vorläufig nicht gezogen werden, da umfassende Studien der verschiedenen Mineralphasen noch ausstehen. Jedoch ist - ähnlich wie im Fall der liassischen Pelite der nördlichen Glarner Alpen - eine erniedrigte untere Stabilitätsgrenze des Pyrophyllits anzunehmen. In den nördlichen Glarner Alpen ist dies nach M. FREY (1970, 1978) auf die erniedrigte Wasseraktivität und eine hauptsächlich aus Methan bestehende Gasphase zurückzuführen, im hiesigen Bereich dürfte die Stabilität eher durch eine zusätzliche CO₂-Gasphase erniedrigt worden sein.

Es kann zusammengefaßt werden, daß im Bereich zwischen Wörgl und St. Johann in Tirol die an die Grauwackenzone grenzenden permoskythischen Ablagerungen anchizonal metamorph überprägt worden sind, während in den darüber anschließenden, unmittelbar am Fuß der Triasdolomite und -kalke gelegenen klastischen Sedimentgesteinen erst die ersten Spuren einer beginnenden Anchimetamorphose vorliegen. Verglichen mit den altersmäßig und auch stofflich gut entsprechenden Permoskythabfolgen des rund 50 km weiter östlich gelegenen "Salzburger Querschnitts" (J.-M. SCHRAMM, 1977) fällt der geringere Metamorphosegrad auf. Dies dürfte an der hier geringeren Mächtigkeit der kalkalpinen Überdeckung liegen. O. AMPFERER (1933: 47) gibt für den hiesigen Bereich rund 4000 m Mächtigkeit an, während J.-M. SCHRAMM (1974: 205) im Salzburger Bereich (Saalfelden-Bischofshofen) 6000 bis 8000 m für den kalkalpinen Deckenstapel annimmt. Überdies ist in diesem Zusammenhang zu bemerken, daß die Basisgesteine des Kaisergebirges im Durchschnitt 10 km weiter nördlich liegen als die entsprechenden Serien am Fuß des Steinernen Meers und des Hochkönigs in Salzburg (bezogen auf das generelle Ost-West-Streichen der Ostalpen).

Die Untersuchungen werden vom Verfasser fortgeführt.

Dank

Herrn Univ.-Prof. Dr. Günther FRASL danke ich für sein stets persönliches Interesse am Fortgang meiner Untersuchungen an anchimetamorphen Gesteinen der nördlichen Ostalpen und für die kritische Durchsicht dieses Manuskripts. Herr Univ.-Prof. Dr. Heinz MEIXNER und Frau Dr. Elisabeth KIRCHNER vom benachbarten Institut für Mineralogie und Petrographie ermöglichten mir jederzeit in dankenswerter Weise die Benützung der Röntgeneinrichtungen.

Dem Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung in Österreich verdanke ich einen finanziellen Zuschuß zur Einholung des umfangreichen Probenmaterials.

Literatur

- AMPFERER, O. (1933): Geologischer Führer für das Kaisergebirge. Mit einer geol. Karte 1:25 000, etc. - 132 S., 48 Abb., Wien (GBA).
- BARNICK, H. (1962): Tektonite aus dem Verband der permotriadischen Basisschichten der mesozoischen Auflagerung auf der Nördlichen Grauwackenzone. - Verh.Geol.B.A., Jg. 1962, H. 2, 295-316, 5 Abb., Wien.
- EISBACHER, G. (1963): Sedimentpetrographische Untersuchungen am alpinen Buntsandstein im Raume Innsbruck-Saalfelden. - Diss. Phil. Fak.Univ. Innsbruck, Maschinschrift 85 Bl., mit Beilagen, Innsbruck.
- FREY, M. (1970): The step from diagenesis to metamorphism in pelitic rocks during Alpine orogenesis. - Sedimentology, 15, 261-279, 10 Fig., 1 Tab., Amsterdam.
- FREY, M. (1978): Progressive low-grade metamorphism of a black shale formation, Central Swiss Alps, with special reference to pyrophyllite and margarite bearing assemblages. - Journ. of Petrology, 19, no. 1, 93-135, 13 Fig., 14 Tab., Oxford.
- HAHN, F.F. (1913): Grundzüge des Baues der Nördlichen Kalkalpen zwischen Inn und Enns. - Mitt.Geol. Ges. Wien, 6, 238-357, 374-501, 6 Fig., 7 Taf., Wien.
- HEISSEL, W. (1958): Zur Tektonik der Nordtiroler Kalkalpen. - Mitt.Geol. Ges. Wien, 50, Jg. 1957, 95-132, 2 Abb., 1 Taf., Wien.
- HEISSEL, W. (1972a): Verrucano in Westösterreich. - Verh.Geol. B.A., Jg. 1972, 79-81, Wien.
- HEISSEL, W. (1972b): Permoskythische Ablagerungen im Tiroler Raum. - Verh.Geol.B.A., Jg. 1972, 163-165, Wien.
- HOEFS, J. & FREY, M. (1976): The isotopic composition of carbonaceous matter in a metamorphic profile from the Swiss Alps. - Geochimica et Cosmochimica Acta, 40, 945-951, 3 Fig., 1 Tab., Oxford.
- MOSTLER, H. (1972): Zur Gliederung der Permoskyth-Schichtfolge im Raume zwischen Wörgl und Hochfilzen (Tirol). - Verh.Geol. B.A., Jg. 1972, 155-162, 1 Abb., Wien.
- PIRKL, H. (1961): Geologie des Trias-Streifens und des Schwazer Dolomits südlich des Inn zwischen Schwaz und Wörgl (Tirol). - Jb.Geol.B.A., 104, 1-150, 9 Abb., 7 Taf., Wien.
- SCHRAMM, J.-M. (1974): Vorberichte über Untersuchungen zur Metamorphose im Raume Bischofshofen-Dienten-Saalfelden (Grauwackenzone/Nördliche Kalkalpen, Salzburg). - Anz. math.-naturw. Kl. Österr.Akad. Wiss, Jg. 1974, Nr. 12, 199-207, 2 Tab., Wien.
- SCHRAMM, J.-M. (1977): Über die Verbreitung epi- und anchimeta-morpher Sedimentgesteine in der Grauwackenzone und in den Nördlichen Kalkalpen (Österreich) - ein Zwischenbericht. - Geol.Paläont.Mitt.Innsbruck, 7, H. 2, 3-20, 8 Abb., 3 Tab., Innsbruck.
- SCHULZ, O. & LUKAS, W. (1970): Eine Uranlagerstätte in permotriadischen Sedimenten Tirols. - TMPM 14, 213-231, 7 Abb., Wien.
- SIEGL, W. (1964): Die Magnesite der Werfener Schichten im Raume

- Leogang bis Hochfilzen sowie bei Ellmau in Tirol. - Radex-Rundschau, Jg. 1964, H. 3, 178-191, 18 Abb., Radenthein.
- THOMPSON, A.B. (1970): A note on the kaolinite-pyrophyllite equilibrium. - Am. Journ.Sci., 268, 454-458, 1 Fig., 1 Tab., New Haven.
- TOLLMANN, A. (1969): Tektonische Karte der Nördlichen Kalkalpen. 2. Teil: Der Mittelabschnitt. - Mitt. Geol. Ges. in Wien, 61, Jg. 1968, 124-181, 1 Karte, Wien.
- WINKLER, H.G.F. (1976): Petrogenesis of metamorphic rocks. - 4. Aufl., 334 S., zahlr. Abb. u. Tab., New York-Heidelberg-Berlin (Springer).