Verh. Geol. B.-A.	ISSN 0016-7819	Jahrgang 1982	Heft 2	S. 73-83	Wien, April 1982

Überlegungen zur Metamorphose des klastischen Permoskyth der Nördlichen Kalkalpen vom Alpenostrand bis zum Rätikon (Österreich)*)

Von JOSEF-MICHAEL SCHRAMM**)

Mit 1 Abbildung

Grauwackenzone
Nördliche Kalkalpen
Permoskyth
Metamorphose

Zusammenfassung

Dieser Abriß faßt die Ergebnisse von Metamorphosestudien zusammen, welche seit mehreren Jahren an ausgewählten Feinklastika des Oberostalpins nördlich der Zentralalpen durchgeführt werden. Und zwar wurden bislang rund 1100 Proben aus der Grauwackenzone und den Nördlichen Kalkalpen zwischen dem inneralpinen Wiener Becken und dem Rätikon hauptsächlich röntgenographisch untersucht. Dabei wurden folgende Formationen berücksichtigt:

○ Ordovicium-Silur (Silbersberg-Serie, Grauwackenschiefer, Wildschönauer Schiefer und Dientener Schiefer),

○ Permoskyth (Hochfilzener Schichten, Präbichl Schichten, Mitterberger Schichten und Werfener Schichten); und ergänzend

○ Stichproben aus der Obertrias (Lunzer Schichten und Partnachschichten) sowie aus der Oberkreide (Gosau Schichten).

Die Gesteine der wenigstens dreimal (jeweils ähnlich intensiv) überprägten Grauwackenzone liegen generell in epimetamorpher Ausbildung vor (= „schwache Metamorphose" nach H. G. F. WINKLER, 1979). Pyrophyllit, Paragonit und Chloritoid treten als weit verbreitete metamorphe Neubildungen auf. Nahe dem Südrand der Grauwackenzone (also nächst den tieferen Elementen des Alpenkörpers) erscheinen in den karbonatführenden Phylliten überdies Margarit, und in den vulkanogen beeinflußten Metapeliten Stilpnomelan und Biotit (Salzburger Bereich). Die K-Hellglimmer (Muscovit, Phengit) sind ausschließlich durch $2M_1$ Polymorphe vertreten. Der Gitterordnungsgrad der Ka-Hellglimmer (Illit-Kristallinität, Index nach B. KUBLER, 1967) weist ausnahmslos mit Werten kleiner 4.0 ins epimetamorphe Feld. Die regionalmetamorphen Bedingungen, welche aus den Metasedimenten abgeleitet werden konnten, stimmen mit jenen an den Metavulkaniten ermittelten bestens überein.

Eine etwas stärkere Prägung deutet sich im steirischen Segment der Grauwackenzone an, wo örtlich sogar Kluftdisthen und Mn-reicher Granat auftreten, aber auch die organische Substanz bereits in Form von feinkristallinem Graphit vorliegt.

Die metamorphe Prägung der permoskythischen Feinklastika am Südrand der Nördlichen Kalkalpen schließt ohne Hiatus an diejenige der altpaläozoischen Metapelite der Grauwak-

---

*)Publikation Nr. 11 des Forschungsschwerpunktes S 15 des „Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung in Österreich" (Projekt S 15/08).

**)Anschrift des Verfassers: Dr. JOSEF-MICHAEL SCHRAMM, Institut für Geowissenschaften, Universität Salzburg, Akademiestraße 26, A-5020 Salzburg.

kenzone an. Das Auftreten kritischer Mineralneubildungen wie Pyrophyllit, Verwachsung von Paragonit/Muscovit, Paragonit, sowie vereinzelt Chloritoid (südlich des Hochschwabs, Dachsteins, Tennengebirges und des Hochkönigs), weiters IK-Werte um 4.0 weisen auf den Übergang von der Epi- zur Anchizone hin. Wie u.a. die im Gelände festgestellte Iso-Reaktionslinie Kaolinit-Pyrophyllit südlich des Kaisergebirges anzeigt, nimmt die Stärke der Prägung entlang der Kalkalpenbasis nach Westen gering ab. Generell nimmt die anchizonale Prägung (= „sehr schwache Metamorphose" nach H. G. F. WINKLER, 1979) nach Norden ab. Die IK-Werte betragen in diesem bis 30 Kilometer breiten Streifen zwischen 4.0 und 7.5. Gleichzeitig verringert sich mit der (etwa 5 bis 10 Kilometer südlich des Kalkalpennordrandes) ausklingenden Anchimetamorphose die Verbreitung der stabilen $2M_1$ Muscovit-Polymorphe. Dagegen sind im Permoskyth nahe dem Nordrand die $1M$ und $1Md$ Illit-Polymorphe überwiegend erhalten, überdies tritt örtlich sogar unregelmäßiger mixed-layer Illit/Montmorillonit auf. IK-Werte größer als 7.5 weisen ebenfalls auf die unmetamorphe Ausbildung der Sedimente hin.

Das frühalpidische Alter dieser Metamorphose wird allgemein anerkannt. Darüberhinaus weisen jedoch verschiedene Indizien, wie z.B. die anchizonale Überprägung des postgosauisch wiederbelebten Deckenbaues, und vor allem die beginnende Anchimetamorphose in der feinklastischen Gosau nahe dem Südrand der Nördlichen Kalkalpen (Grünbach) auf eine zusätzliche spätalpidisch metamorphe Beeinflußung hin.

Summary

This paper summarizes the results of studies on metamorphism on selected fine grained clastic sediments of the Upper Austroalpine units in the north of the Central Alps. The research was done during the last five years. About 1100 rock samples from the Graywacke Zone and the Northern Calcareous Alps between the inner-alpine Vienna basin (E) and the Rätikon (W) were analysed mainly by means of X-ray.The following formations have been taken into consideration:

○ Ordovician-Silurian Silbersberg group, Graywacke schists, Wildschönau schists, and Dienten schists;

○ Permoskythian Hochfilzen beds, Präbichl beds, Mitterberg beds, and Werfen beds; and supplementary

○ random-samples from the Upper Triassic Lunz beds and Partnach beds, and the Upper Cretaceous Gosau beds.

The Graywacke Zone was affected at least by three metamorphic events of similar intensities. Pyrophyllite, paragonite and chloritoid occure widespread and indicate the physical conditions of the epizone (= „low grade metamorphism" sensu H. G. F. WINKLER, 1979). Besides, in the Salzburg part of the Graywacke Zone nearby the southern edge (closest to the deeper elements of the Alps) margarite is occasionally present in calcphyllites, and stilpnomelane and biotite in metatuffs. According to illite crystallinity data below 4.0 (index sensu B. KUBLER, 1967) the metasediments from the whole Graywacke Zone may be placed in the epizone . Similar P-T-conditions are indicated by mineral assemblages from the metabasic rocks of the Graywacke Zone. In the Styrian segment kyanite (in fissures) and Mn-bearing garnet refer to an increasing grade of epimetamorphism. Moreover, organic matter is changed to graphite in the latter region.

No hiatus may be observed between the metamorphic overprint on phyllites of the Graywacke Zone in comparison to the clastic sediments of the adjoining Northern Calcareous Alps. The rock forming minerals include new formations of pyrophyllite, paragonite/muscovite, and paragonite.

Blastoids of chloritoid – without exeption postkinematic – appear in the south of the Hochschwab, Dachstein, Tennengebirge and Hochkönig. The above mentioned observation corresponds with a mean illite crystallinity about 4.0 and points to the boundary between the low grade and the very low grade metamorphism. As documented by the reaction-isograde kaolinite-pyrophyllite in the southern base of the Kaisergebirge, the intensity of metamorphism decreases along the southern edge of the Northern Calcareous Alps to the west. However, the anchimetamorphism (= „very low grade metamorphism" sensu H. G.F. WINKLER, 1979) –

defined by an illite crystallynity between 4.0 and 7.5 – generally decreases to the north and ceases about 5 – 10 Kilometers southward the northern edge of the Calcareous Alps.

The distribution of $2M_1$ muscovites decreases in the same manner as anchimetamorphism ceases. On the other hand the $1M$ and $1Md$ illites are well preserved nearby the northern edge. Besides, irregular mixed-layer illite/montmorillonite appear locally. The mean illite crystallinity above 7.5 lies already outside of anchizone.

An early Alpine metamorphism is widely acknowledged as well as the effects of a late Alpine metamorphic event, that has been detected now in many places of the Northern Calcareous Alps, for instance the very low grade overprinting of postgosauic reactivated nappe structures, and – above all – the beginning of anchimetamorphism in the fine grained clastic Gosau beds nearby the southern edge of the Calcareous Alps (Grünbach).

Einleitung

Seit dem Erscheinen der „Metamorphic map of the Alps (1:1.000.000)" 1973, sowie deren Erläuterungen (M. Frey et al., 1974; E. Niggli, 1978) hat sich vor allem in den Nördlichen Kalkalpen der Kenntnisstand über den Einfluß des alpidischen Metamorphosegeschehens wesentlich erweitert. Unter anderem werden im Rahmen des Forschungsschwerpunktes S-15 „Frühalpidische Entwicklung der Ostalpen" die Auswirkungen alpidischer Prägungen auf feinklastische Sedimentgesteine oberostalpiner Einheiten nördlich der Zentralalpen untersucht, um die Intensität, regionale Verbreitung und das Alter der schwachen bis sehr schwachen Metamorphose genauer zu erfassen. Dazu wurden an bisher rund 1100 Gesteinsproben insbesondere die Fraktionen kleiner 2µm mittels tonmineralogischer Methoden untersucht. In diese Studien sind die altpaläozoischen Metapelite der Grauwackenzone (Silbersberg-Serie, Grauwackenschiefer, Wildschönauer Schiefer und Dientener Schiefer), sowie permoskythische Feinklastika der Nördlichen Kalkalpen (Hochfilzener Schichten, Präbichl Schichten, Mitterberger Schichten und Werfener Schichten) einbezogen. Überdies wurden erste orientierende Untersuchungen an Stichproben aus der Obertrias (Lunzer Schichten bzw. Reingrabener Schiefer, Partnachschichten) sowie der Gosau (Zweiersdorfer Schichten, Gießhübler Schichten) der Nördlichen Kalkalpen vorgenommen, um auch zweifelsfreie Resultate bezüglich einer Einstufung der Metamorphosealter zu gewinnen. Während bisher lediglich die Ergebnisse aus örtlich begrenzten Kalkalpenbereichen veröffentlicht vorliegen, wird nun versucht, die aus den bisherigen und aktuellen Erkenntnissen resultierenden Überlegungen in einem größeren Zusammenhang darzustellen (siehe Abb. 1).

Metamorphose – Grauwackenzone

Die Grauwackenzone schließt als primäre Basis der Nördlichen Kalkalpen heute an diese meist mit tektonischem Kontakt, örtlich noch mit ungestörtem Transgressionskontakt (z.B. Polster bei Eisenerz) nach Süden an. Der durchschnittlich 5 (maximal 23) Kilometer breite paläozoische Streifen verläuft von Ternitz (Niederösterreich) bis Schwaz (Tirol) und wird von der triadischen Mandling-Schuppe, welche bis zum Radstädter Unterostalpin durchspießt, zweigeteilt.

Einzelne Vorkommen von Gesteinen der Grauwackenzone finden sich noch im äußersten Westen (Landeck und Schruns/Montafon). Bezüglich der Stratigraphie, Lithofazies und Tektonik sei auf die umfassenden Darstellungen von H. P. Schönlaub (1979; 1980:265f.) und A. Tollmann (1977:480f.) verwiesen, wo auch weiterführende Literatur verzeichnet ist.

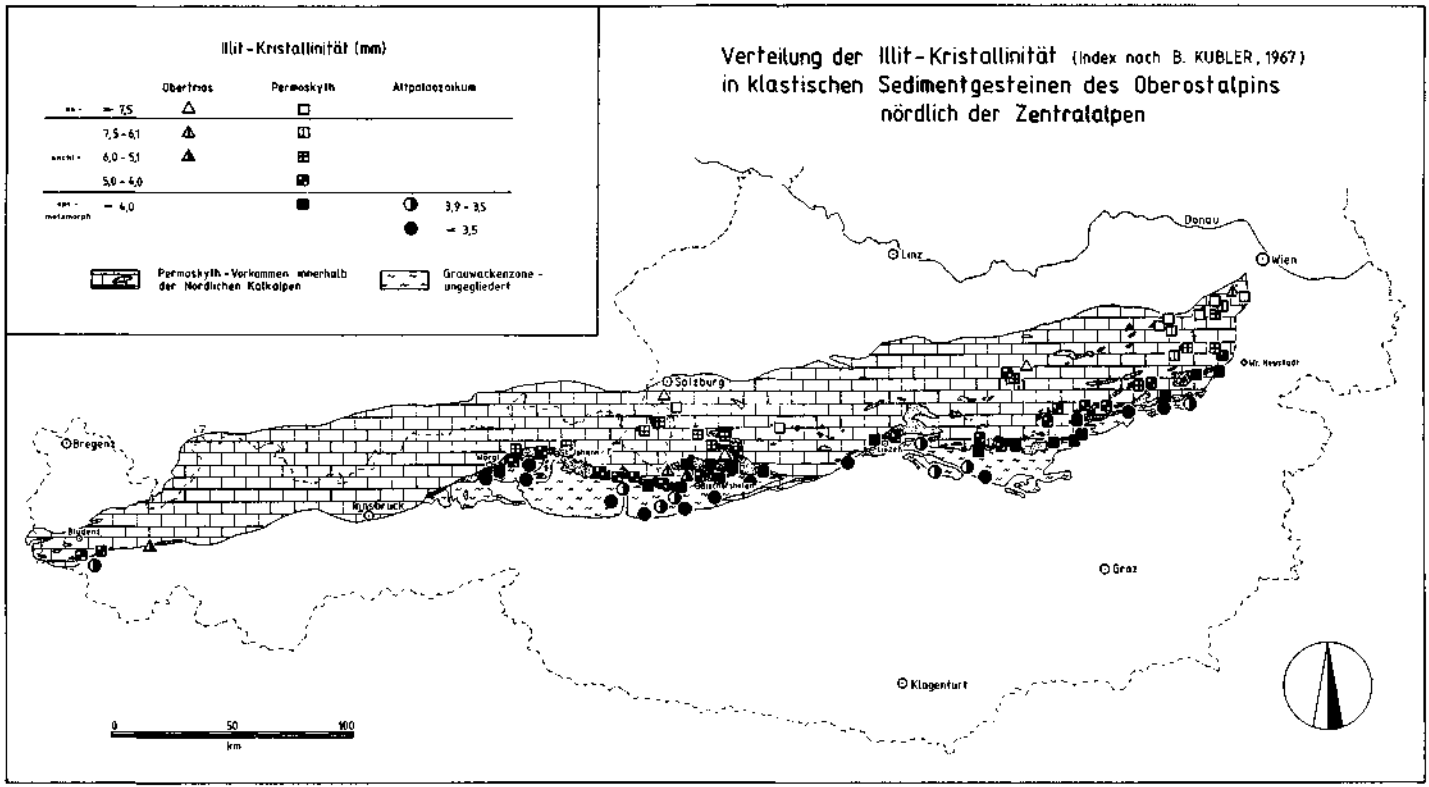

Abb. 1: Verteilung der Illit-Kristallinität (Index nach B. KUBLER, 1967) in klastischen Sedimentgesteinen des Oberostalpins nördlich der Zentralalpen.

Metamorphe Mineralneubildungen, wie Pyrophyllit und Verwachsungen von Paragonit/Muscovit beschränken sich auf den nördlichen Streifen. Nach Süden zu treten Paragonit, sowie in den karbonatführenden Phylliten örtlich Margarit (NW Schwarzach) und in den vulkanogen beeinflußten Sedimenten Stilpnomelan und Biotit (Dientener Tal) auf. Chloritoid findet sich als Durchläufer über die gesamte Grauwackenzone verbreitet. Die drei letztgenannten Mineralphasen sind in Bezug auf die Hauptdeformation ohne Ausnahme postkinematisch gesproßt. Hinsichtlich der Mineralanalysen und Diskussion über die Bildungsbedingungen der erwähnten Mineralsprossungen sei auf die Arbeit von D. BECHTOLD et al. (1981: 317 f.) verwiesen. Die Verteilung metamorpher Minerale in den Gesteinen ostalpiner Einheiten zwischen Salzburg und Innsbruck findet sich bei G. HOSCHEK et al. (1980:336) dargestellt. Im steirischen Abschnitt der Grauwackenzone deutet sich, wie bereits K. METZ (1953:24) festgestellt hat, eine etwas stärkere Metamorphoseprägung an. Es wäre aber auch denkbar, daß das Erscheinen von Biotit und Mn-reichem Granat in den Tuffiten an der Basis der Norischen Decke nördlich Kalwang (A. DAURER & H. P. SCHÖNLAUB, 1978:82), aber auch die Verbreitung von Disthen an Klüften westlich von Admont (G. HIESSLEITNER, 1958:60) auf erniedrigte Stabilitätsbedingungen der genannten Phasen zurückzuführen seien. Im Gegensatz zu den ost- und westwärts anschließenden Segmenten der Grauwackenzone, wo die organische Substanz noch röntgenamorph vorliegt, fällt in diesem Bereich das häufige Auftreten von feinkristallinem Graphit auf.

In der gesamten Grauwackenzone sind die K-Hellglimmer (Muscovit, Phengit) ausschließlich durch das stabile $2M_1$ Polymorph vertreten. Messungen der Illit-Kristallinität ergeben stets Werte kleiner 4.0 und bestätigen die epizonalen Bedingungen. Statistisch gesehen zeichnet sich eine leichte Abnahme der Gitterordnungsgrade (= abnehmende Metamorphoseintensität) über den Deckenbau hinweg nach Norden an. Dieser Trend kommt jedoch in der Abbildung 1 nicht deutlich zum Ausdruck, weil mit dem gewählten Maßstab

- erstens die Wiedergabe kleinerer Intervalle der IK nicht mehr darzustellen wäre, und
- zweitens jedes einzelne Symbol einen gemittelten Wert (bis zu 10 Proben aus dem jeweiligen Bereich) repräsentiert.

Metamorphose – Nördliche Kalkalpen

Die Nördlichen Kalkalpen streichen vom inneralpinen Wiener Becken im Osten in WSW-Richtung als unterschiedlich (rund 50 Kilometer) breite Zone bis zum Vorarlberger Rheintal im Westen. Ihr Gesteinsbestand umfaßt einen Zeitraum vom Oberkarbon bis ins Alttertiär. Am Bau sind drei Deckensysteme (Bajuvarikum, Tirolikum und Juvavikum) beteiligt. Hinsichtlich stratigraphischer, lithofazieller und tektonischer Einzelheiten wird auf die Arbeiten von B. PLÖCHINGER, (1980:218f.) und A. TOLLMANN (1976a, b) verwiesen.

Bis in die Siebziger-Jahre schien es selbstverständlich, daß die Nördlichen Kalkalpen – mit Ausnahme des entlang ihres Südrandes gelegenen Permoskyth-Streifens – vom alpidischen Metamorphosegeschehen weitgehend unbeeinflußt geblieben seien. Aus dem eher spärlichen Kenntnisstand folgten in der „Metamorphic map of the Alps" (1973) dementsprechend nur 2 Abstufungen der Metamorphose: Einzelne Areale am Kalkalpensüdrand wurden der „Laumonit und Prehnit-Pumpellyit Faziesgruppe" zugeordnet, hingegen der nördlich anschließende, weitaus brei-

tere Streifen durch „gefaltete, aber unmetamorphe Gesteine" charakterisiert. Tatsächlich wäre im klastischen Gesteinsbestand des Permoskyth mangels entsprechender vulkanogener Edukte die Bildung der erwähnten fazieskritischen Minerale gar nicht möglich gewesen.

Wie das heutige Verteilungsbild von Metamorphoseindikatoren zeigt, bedarf es innerhalb der Nördlichen Kalkalpen nicht mehr des theoretischen Einfügens „fehlender Zonen" (siehe Abb. 1, vgl. mit G. HOSCHEK et al., 1980:336). Der nachweisbare Metamorphose-Einflußbereich hat sich beträchtlich nach Norden verschoben. Die Festlegung von Isograden (H. G. F. WINKLER, 1979:66) war nicht möglich, auch Reaktions-Isolinien, z.B. Kaolinit-Pyrophyllit an der Kaisergebirgsbasis (J.-M. SCHRAMM, 1978b:103) konnten bloß lokal verfolgt werden. Dabei zeigte sich ein sehr flach nordfallender Gradient, sodaß häufig schleifende Winkel mit der rezenten Morphologie vorliegen und das Verteilungsbild verfälschen. Deshalb wurde bei der Interpretation der einzelnen Metamorphoseanzeiger (z. B. Illit-Kristallinität) der Einfluß der quartären Morphogenese, aber auch der Tektonik entsprechend berücksichtigt (J.-M. SCHRAMM, 1977:10;, 1981b:246; 1982b:65).

Entlang des Südrandes der Nördlichen Kalkalpen konnten im Permoskyth metamorphe Neubildungen von Pyrophyllit, Verwachsung von Paragonit/Muscovit und Paragonit häufig nachgewiesen werden. Eine beginnende Chloritoidsprossung – ausschließlich postkinematisch bezüglich der Hauptdeformation – wurde südlich des Hochschwabs, Dachsteins, Tennengebirges und Hochkönigs beobachtet. Die Metamorphose hat am Südrand der Nördlichen Kalkalpen auch stratigraphisch höhere (entsprechend metamorphosesensible) Schichten mit anchizonaler Stärke erfaßt, wie das Auftreten von Verwachsung von Paragonit/Muscovit in den Reingrabener Schiefern (SE Hochkönig) und in den Partnachschichten (E Langen am Arlberg) (J.-M. SCHRAMM, 1978a:41)zeigt.

Die Intensität der alpidischen Prägungen nimmt an der Basis der Kalkalpen nach Westen hin leicht ab (J.-M. SCHRAMM, 1980b:382), was mit dem Zuendegehen des oberostalpinen Deckenstapels (S. PREY, 1978:19) ursächlich zusammenhängt. Dies manifestiert sich u.a. dadurch, daß im Ost- und Mittelabschnitt Kaolinit nahe dem Südrand stets wegreagiert hat, während im Westen noch sämtliche Phasen der bekannten Entwässerungsreaktion (Kaolinit + Quarz $\rightleftharpoons$ Pyrophyllit + Wasser) stabil vorliegen (J.-M. SCHRAMM, 1978b:108). Auch M. FREY et al. (1974:265) und S. SCHARBERT (Abb. 13 bei R. OBERHAUSER, 1980:46) weisen auf eine entsprechende Prägung im Permoskythsandstein der Kalkalpenbasis westlich bzw. nördlich von Landeck hin.

Die an den Sedimenten ermittelten Daten lassen wie die aus den basischen Vulkaniten abgeleiteten Befunde (E. Ch. KIRCHNER, 1980:394) auf übereinstimmende P-T-Bedingungen (Epi-/Anchizone) schließen.

Die jeweilige Metamorphoseprägung spiegelt sich in den Mittelwerten der Illit-Kristallinität deutlich wieder (siehe Abb. 1). IK-Werte um 4.0 wurden entlang des Kalkalpensüdrandes vom Wiener Becken bis etwa Saalfelden festgestellt (E. DACHS, 1981:94; G. JUNG, 1980:21; J.-M. SCHRAMM, 1977:17; 1982a:60); 1982b:68) und weisen in den Übergangsbereich von der Epi- zur Anchizone. Im westlich anschließenden Kalkalpensüdrand (Saalfelden bis Schruns) liegen die IK-Werte durchwegs zwischen 4.0 und 5.0, also in der tieferen Anchizone (A. DIMOULAS, 1979:89; J.-M. SCHRAMM, 1978a:41; 1980a:80). Ähnlich wie in der Grauwakkenzone lassen sich auch in den Nördlichen Kalkalpen anhand der Gitterkonstanten unterschiedliche K-Hellglimmer nachweisen (Muscovit, Phengit). Entlang des Südrandes liegen ausschließlich $2M_1$ Muscovite vor.

Die vorhin erwähnten metamorphen Neubildungen beschränken sich auf den Südsaum der Nördlichen Kalkalpen, sodaß das Durchschreiten des anchimetamorphen Feldes ausschließlich am Grad der Illit-Kristallinität (zwischen 4.0 und 7.5) gemessen werden kann. So zeigt sich eine üüber 20 bis 30 km nach Norden abnehmende Anchimetamorphose (J.-M. SCHRAMM, 1977:12), welche schließlich 5 bis 10 km südlich des Kalkalpennordrandes ausklingt. (J.-M. SCHRAMM, 1981a:97; 1982a:Abb 2; 1982b:68); siehe auch Abb. 1. Gleichzeitig nimmt mit der geringeren Metamorphoseintensität auch der Anteil der $2M_1$ K-Hellglimmer zugunsten weniger stabiler Polymorphe (1*M*, 1*M*d) ab. D. T. MAXWELL & J. HOWER (1967:855) konnten in der präkambrischen Belt-Serie von W-Montana und N-Idaho (USA) aufzeigen, daß sich 1*M*d und 1*M* Polymorphe mit zunehmender Versenkungstiefe und Durchwärmung in stabile $2M_1$ Muskovite umwandeln. In den Permoskythvorkommen nahe dem Kalkalpennordrand treten also überwiegend 1*M* und 1*M*d Illite auf, überdies konnten sich örtlich sogar noch mixed-layer Illit-Montmorillonit sowie Kaolinit erhalten. Eine mittlere Illit-Kristallinität über 7.5 stimmt mit diesen Befunden überein.

Gedanken zum Metamorphosealter

Die Metamorphosegeschichte der Grauwackenzone beinhaltet variszische und alpidische Ereignisse und ist eng mit derjenigen der Nördlichen Kalkalpen verknüpft.

H. P. CORNELIUS (1952:226) gelangte im Ostabschnitt zu dem Schluß, daß während der einzelnen Prägungen jeweils ähnliche Bedingungen geherrscht haben. Dies läßt sich auch ohne Einschränkung für den Westabschnitt der Grauwackenzone feststellen, was jedoch die Alterszuordnung der einzelnen Prägungen erschwert. In den meisten Fällen dürften ja die heute abgebildeten Metamorphosezeugen auf die stärkste der mindestens drei Prägungen zurückgehen. Bei Annahme einer beispielsweise spätalpidisch stärksten Phase würde dies bedeuten, daß die frühalpidischen und variszischen Metamorphosespuren weitgehend überprägt (aber möglicherweise nur teilweise verjüngt) worden seien. Das Auftreten von Fragmenten altpaläozoischer Metasedimente in den permischen Grobklastika am Südrand der Nördlichen Kalkalpen würde – entgegen H. P, CORNELIUS (1952:225) nur dann auf eine präpermisch (also variszisch) erfolgte Metamorphose hinweisen, wenn die permischen Sedimente selbst keine weiteren Umwandlungen mehr erfahren hätten. Jedoch scheidet infolge der alpidischen Prägungen, welche in den basalen Gesteinen des Kalkalpenkörpers an deren Südrand bis zu epizonale Stärke erreicht haben (wovon Komponenten und Bindemittel gleichermaßen erfaßt wurden), dieser zeitliche Bezugspunkt für eine variszische Metamorphose aus. Dennoch gelang der Nachweis einer variszischen Prägung sowohl an den Metasedimenten (J.-M. SCHRAMM, 1980b:380) als auch an den Metavulkaniten (E. COLINS et al., 1980:358) im Westabschnitt der Grauwackenzone durch gefügekundliche Studien an den Mineralabfolgen (z. B. bis zu drei Glimmergenerationen)

J. KLEBERGER &. J.-M. SCHRAMM (1980:72) konnten entlang der vermutlich bis heute aktiven) Salzach-Längstalstörung eine einheitliche metamorphe Prägung nachweisen. Diese übergreift von Süden nach Norden ohne Hiatus mesozoische Bündenerschiefer und Klammkalk des Penninikums sowie altpaläozoische Wildschönauer Schiefer der Grauwackenzone. Aber auch entlang der Grenze zwischen Grauwackenzone und Nördlichen Kalkalpen übersteigt die Metamorphose die Gesteine beider tektonischen Einheiten ohne Sprung (G. FRASL et al., 1975:6), womit

also alpidische Anteile an der Metamorphosegeschichte der Grauwackenzone gesichert sind. Die Frage nach früh- und/oder spätalpidischem Alter dieser Prägungen läßt sich nur im Zusammenhang mit entsprechend jungen Gesteinen (Gosau) lösen. Jedoch können solche Befunde ausschließlich lokal gelten, wie z. B. im Bereich Hüttau/Fritzbachtal (J.-M. SCHRAMM, 1980:383). In der Fraktion <2µm zahlreicher Phyllitproben konnten zwei bis drei verschiedene K-Hellglimmer mittels ihrer Gitterkonstanten unterschieden werden (J.-M. SCHRAMM, 1976:22). Dies deutet zwar auf mehrere metamorphe Prägungen hin (u. a. auch auf spätalpidische Metamorphose), dürfte sich allerdings wegen der Schwierigkeit einer exakten Mineraltrennung kaum durch entsprechende Isotopen-Alter bestätigen lassen.

Die Frage, ob die heute in den Nördlichen Kalkalpen vorliegende zonierte Anordnung von Mineraltypen, Polymorphen und Gitterordnungsgraden rein sedimentärer Entstehung oder auf eine progressive Regionalmetamorphose zurückzuführen sei, wurde u. a. bei J.-M. SCHRAMM (1982a:56) diskutiert und zugunsten der alpidischen Metamorphose entschieden.

Allerdings bereitet die Unterscheidung von früh- und spätalpidischen Prägungen Probleme. Es wird allgemein anerkannt, daß es im Zuge des prägosauisch angelegten kalkalpinen Deckenbaues zu einer ersten – frühalpidischen – Metamorphose gekommen ist. Dabei verwundert es, daß die Gesteine des tektonisch tiefsten Systems (bajuvarische Decken) keine nachweisbaren Umwandlungen erfahren haben, während in den höheren Einheiten Prägungen bis zu beginnend epizonaler Stärke erfolgt sind, welche z. T. auch bereits durch radiometrische Altersdaten bestätigt wurden (M. KRALIK et al, 1981:38; S. SCHARBERT (Abb. 13 bei R. OBERHAUSER, 1980:46)). Neben den Beweisen einer frühalpidischen (also transportierten) Metamorphose läßt sich vielenorts zeigen, daß die Regionalmetamorphose postgosauisch angelegte Strukturen übergreift (J.-M. SCHRAMM, 1982a:60; 1982b:66). Die Sedimente der Gosau bieten dabei in allen Fällen den entscheidenden zeitlichen Bezugspunkt.

Deshalb wurden orientierende Untersuchungen an den Ton- Silt- und Mergelschiefern der obersten, fossilbelegten Gosau (Dan) nahe dem Südranmd der Nördlichen Kalkalpen (Zweiersdorf) vorgenommen. Erste Ergebnisse weisen auf eine beginnende anchizonale Prägung in der Fraktion <2µm hin und könnten eventuell mit dem Inkohlungsgrad (Gasflammkohle) im nahegelegenen Grünbacher Kohlenrevier (vgl mit E. PETRASCHECK, 1947:385; M. TEICHMÜLLER & R. TEICHMÜLLER, 1978:52) übereinstimmen (M. FREY et al., 1980:1297; M. TEICHMÜLLER et al., 1978:45).

Mit diesem relativen Altershinweis sind also auch spätalpidische Anteile am Metamorphosegeschehen in den Nördlichen Kalkalpen gesichert. Offen bleibt, ob die sehr schwach metamorphen Bedingungen für eine entsprechende Verjüngung der Illite ausgereicht haben, um diesen Befund durch eine absolute Altersdatierung zu bestätigen.

Die Untersuchungen an den feinklastischen Gosausedimenten (einschließlich ihrer organischen Beimengungen) werden vom Verfasser fortgesetzt.

Dank

Zu herzlichem Dank bin ich verpflichtet Herrn Prof. Dr. G. FRASL (Salzburg) für die Anregung, dieses Thema zu bearbeiten sowie für zahlreiche förderliche Hinweise; Herrn Prof. Dr. M. FREY (Basel) für die Überlassung von IK-Standards; zahlreichen Kollegen für kritische Diskussionen, Einblicke in unveröffentlichte Arbeiten, Exkursionen und sonstige Hilfe, sowie nicht zuletzt dem „Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung in Österreich" für Zuschüsse zu Reise- und Materialkosten.

Literatur

BECHTOLD, D., KLEBERGER, J. & SCHRAMM, J.-M.: Zur Metamorphose der Grauwackenzone in Salzburg/Österreich – Ein Exkusionsführer. – Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck, **10**, H. 11, 305–353, 28 Abb., 6 Tab., Innsbruck 1981.

COLINS, E., HOSCHEK, G. & MOSTLER, H.: Geologische Entwicklung und Metamorphose im Westabschnitt der Nördlichen Grauwackenzone unter besonderer Berücksichtigung der Metabasite. – Mitt. Österr. Geol. Ges., **71/72**, Jg. 1978/79, 343–378, 17 Abb., 4 Tab., Wien 1980.

CORNELIUS, H. P.: Gesteine und Tektonik im Ostabschnitt der nordalpinen Grauwackenzone, vom Alpen-Ostrand bis zum Aflenzer Becken. – Mitt. Geol. Ges. Wien, **42/43**, Jg. 1949/50, 1–234, 10 Abb., 4 Taf., Wien 1952.

DACHS, E.: Metamorphoseuntersuchungen an klastischen Sedimentgesteinen südwestlich des Dachsteins (Grauwackenzone/ Nördlichen Kalkalpen). – Jahresber. 1980 Hochschulschwerpunkt S-15, H. 2, 93–95, 1 Abb., Graz 1981.

DAURER, A. & SCHÖNLAUB, H. P.: Anmerkungen zur Basis der Nördlichen Grauwackenzone. – Mitt. Österr. Geol. Ges., **69**, Jg. 1976, 77–88, 4. Abb., 3 Tab., 1 Taf., Wien 1978.

DIMOULAS, A.: Geologische Untersuchungen im Bereich um Leogang, Land Salzburg (Österreich). – Diss. Naturwiss. Fak. Univ. Salzburg, 146 Bl., 44 Abb., 7 Beil., Salzburg 1979.

FRASL, G., HÖCK, V., KIRCHNER, E., SCHRAMM, J.-M. & VETTERS, W.: 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 N-25), **2**. Bericht 1974, 6–8, 2 Abb., Graz/Innsbruck/Salzburg/Wien 1975.

FREY, M., HUNZIKER, J. C., FRANK, W., BOUQUET, J., DAL PIAZ, G. V., JÄGER, E. & NIGGLI, E.: Alpine Metamorphism of the Alps – A Review. – Schweiz. Miner. Petrogr. Mitt., **54**, 247–290, 1 Fig., 2 Taf., Zürich 1974.

FREY, M., TEICHMÜLLER, M., TEICHMÜLLER R., MULLIS, J., KUNZ, B., BREITSCHMIED, A., GRUNER, U. & SCHWIZER, B.: Very low-grade metamorphism in external parts of the Central Alps: Illite crystallinity, coal rank and fluid inclusion data. – Eclogae geol. Helv., **73**, 173–203, 10 Fig., 4 Tab., Basel 1980.

HIESSLEITNER, G.: Zur Geologie der Erz führenden Grauwackenzone zwischen Admont – Selztal – Liezen. – Jb. Geol. B.-A., **101**, 35–78, 8 Abb., 2 Taf. (4,5), Wien 1958.

HOSCHEK, G., KIRCHNER, E. Ch., MOSTLER, H. & SCHRAMM, J.-M.: Metamorphism in the Austroalpine Units between Innsbruck and Salzburg (Austria) – A Synopsis. – Mitt. Österr. Geol. Ges., **71/72**, Jg. 1978/79, 335–341, 1 Abb., Wien 1980.

JUNG, G.: Radiometrische Altersdatierung und Metamorphoseuntersuchungen der Kalkalpenbasis und der Grauwackenzone in der Radmer und am Steirischen Erzberg. – Jahresber. 1979 Hochschulschwerpunkt S 15, H. **1**, 20–27, 2 Abb., Graz/Leoben 1980.

KIRCHNER, E. Ch.: Vulkanite aus dem Permoskyth der Nördlichen Kalkalpen und ihre Metamorphose. – Miit. Österr. Geol. Ges., **71/72**, Jg. 1978/79, 385–396, 6 Abb., 2 Tab., Wien 1980.

KLEBERGER, J. & SCHRAMM, J.-M.: Ein Metamorphosehiatus an der Salzach-Längstalstörung? (Vorbericht). – Anz. mathem.-naturwiss. Kl. Österr. Akad. Wiss., **117**, 69–74, Wien 1980.

KRALIK, M., THÖNI, M. & FRANK, W.: Metamorphoseuntersuchungen in den feinklastischen und karbonatischen Sedimenten der Nördlichen Kalkalpen im Salzburger Bereich. – Jahresber. 1980 Hochschulschwerpunkt S 15, H. **2**, 37–43, 1 Tab., Graz 1981.

KUBLER, B.: La cristallinité de l'illite et les zones tout à fait supérieures du métamorhisme. – In: Etages tectoniques, Colloque à Neuchâtel, 105–122, 12 Fig., Neuchâtel 1967.

MAXWELL, D. T. & HOWER, J.: High-grade diagenesis and low-grade metamorphism of illte in the Precambrian Belt series. – Amer. Min., **52**, 843–857, 6. Fig., 1 Tab., Washington D.C. 1967.

METZ, K.: Die stratigraphische und tektonische Baugeschichte der steirischen Grauwackenzone. – Mitt. Geol. Ges. Wien, **44**, Jg. 1951, 1–84, 2 Fig., 1 Taf., 1 Karte, Wien 1953.

NIGGLI, E. (comp.): Metamorphic map of the Alps 1 : 1.000.000. Explanatory text. – Subcomm. Cartogr. Metamorph. Belts World, 181–242, mit Abb., Leiden 1978.

OBERHAUSER, R.: Das Altalpidikum. (Die geologische Entwicklung von der mittleren Kreide bis an die Wende Eozän–Oligozän). – In: Der geologische Aufbau Österreichs, hrsg. von der Geol. B.-A., 35–48, 3 Abb. (11–13), Wien–New York (Springer) 1980.

PETRASCHECK, W.: Die Metamorphose der Kohle und ihr Einfluß auf die sichtbaren Bestandteile derselben. – Sitzungsber. Österr. Akad. Wiss., mathem.-naturwiss. Kl., Abt. I, **156**, 375–444, 10 Abb., Wien 1947.

PLÖCHINGER, B.: Die nördlichen Kalkalpen. – In: Der geologische Aufbau Österreichs, hrsg. von der Geol. B.-A., 218–264, 12 Abb. (47–58), Wien–New York (Springer) 1980.

PREY, S.: Rekonstruktionsversuch der alpidischen Entwicklung der Ostalpen.– Mitt. österr. geol. Ges., **69**, Jg. 1976, 1–25, 6 Abb., Wien 1978.

SCHÖNLAUB, H. P.: Das Paläozoikum in Österreich. Verbreitung, Stratigraphie, Korrelation, Entwicklung und Paläogeographie nicht-metamorpher und metamorpher Abfolgen. Mit einem geochronologischen Beitrag von S. SCHARBERT. – Abh. Geol. B.-A., **33**, 1–124, 79 Abb., 4 Tab., 7 Taf., Wien 1979.

SCHÖNLAUB, H. P.: Die Grauwackenzone. – In: Der geologische Aufbau Österreichs, hrsg. von der Geol. B.-A., 265–289, 14 Abb. (59–72), Wien–New York (Springer) 1980.

SCHRAMM, J.-M.: 1. Teilbericht über die Metamorphose in den nördlichen Kalkalpen und in der nördlichen Grauwackenzone.– Zentralanst. Meteorol. Geodynamik, Publ. Nr. **212**, 19–25, 3 Abb., 1 Tab., Wien 1976.

SCHRAMM, J.-M.: Über die Verbreitung epi– und anchimetamorpher Sedimentgesteine in der Grauwackenzone und in den Nördlichen Kalkalpen (Österreich) – ein Zwischenbericht.– Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck, **7**, (2), 3–20, 8 Abb., 3 Tab., Innsbruck 1977

SCHRAMM, J.-M.: Verbreitung der schwachen Metamorphose in Sedimentgesteinen des Westabschnittes der Grauwackenzone und der Nördlichen Kalkalpen (Tirol und Vorarlberg). – Zentralanst. Meteorol. Geodynamik, Publ. Nr. **230**, 41–42, Wien 1978(a).

SCHRAMM, J.-M: 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 Heißel, 101–111, 2 Abb., Innsbruck 1978 (b).

SCHRAMM, J.-M: Über die Metamorphose klastischer permoskythischer Sedimentgesteine der Nördlichen Kalkalpen (Österreich). – Jahresber. 1979 Hochschulschwerpunkt S 15, H. **1**, 79–82, Graz–Leoben 1980 (a).

SCHRAMM, J.-M: Bemerkungen zum Metamorphosegeschehen in klastischen Sedimenten der Grauwackenzone und der Nördlichen Kalkalpen (Salzburg). – Mitt. Österr. Geol. Ges., **71/72**, Jg. 1978/79, 379–384, 2 Abb., Wien 1980 (b).

SCHRAMM, J.-M.: Alpines Metamorphosekonzept und Bauprinzip der Nördlichen Kalkalpen – Konträre Paradigmen? – Jahresber. 1980 Hochschulschwerpunkt S 15, H. **2**, 96–99, Graz 1981 (a).

SCHRAMM, J.-M.: Über den Einfluß der Verwitterung auf die Illit-Kristallinität. – Karinthin, F. **84**, 238–249, 5. Abb., Salzburg 1981 (b).

SCHRAMM, J.-M.: Anchimetamorphose im klastischen Permoskyth der Schuppenzone von Göstling (Nördliche Kalkalpen, N.Ö.). – Verh. Geol. B.-A., **1982**, 53–62, 2 Abb., Wien 1982a.

SCHRAMM, J.-M.: Zur Metamorphose des feinklastischen Permoskyth im Ostabschnitt der Nördlichen Kalkalpen (Ostösterreich). – Verh. Geol. B.-A., **1982**, 63–73, 2 Abb., 4 Tab., Wien 1982b.

TEICHMÜLLER, M. & TEICHMÜLLER, R.: Coalification studies in the Alps. – In: CLOSS, A. et al. (Hrsg.): Alps, Apennines, Hellenides, 49–55, 3 Fig., Stuttgart (Schweizerbart) 1978.

TEICHMÜLLER, M., TEICHMÜLLER, R. & WEBER, K.: Inkohlung und Illit-Kristallinität als Maßstäbe der Diagenese und Anchimetamorphose und Vorlage eines Inkohlungsprofils von der Eifel zum Aachener Revier. – Nachr. Dt. Geol. Ges., H. **19**, 44–46, 1 Abb., Hannover 1978.

TOLLMANN, A.: Analyse des klassischen nordalpinen Mesozoikums. Stratigraphie, Fauna und Fazies der Nördlichen Kalkalpen. – Monographie der Nördlichen Kalkalpen, Teil II, xv + 580 S., 256 Abb., 3 Taf., Wien (Deuticke) 1876 (a).

TOLLMANN, A.: Der Bau der Nördlichen Kalkalpen. Orogene Stellung und regionale Tektonik. – Monographie der Nöördlichen Kalkalpen, Teil III, ix + 449 S., 130 Abb., 7 Taf., Wien (Deuticke) 1976 (b).

TOLLMANN, A.: Geologie von Österreich. Band I. Die Zentralalpen. – xvi + 766 S., 200 Abb., Wien (Deuticke) 1977.

WINKLER, H. G. F.: Petrogenesis of metamorphic rocks. – 5. Aufl., x + 348 S., New York–Heidelberg–Berlin (Springer) 1979.

Manuskript bei der Schriftleitung eingelangt am 29. Oktober 1981.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt

Jahr/Year: 1982

Band/Volume: 1982

Autor(en)/Author(s): Schramm Josef-Michael

Artikel/Article: Überlegungen zur Metamorphose des klastischen Permoskyth der Nördlichen Kalkalpen vom Alpenostrand bis zum Rätikon (Österreich) 73-83