Mitt. österr. geol. Ges.	71/72 1978/1979	S. 379—384 2 Abb.	Wien, Juni 1980

Bemerkungen zum Metamorphosegeschehen in klastischen Sedimentgesteinen im Salzburger Abschnitt der Grauwackenzone und der Nördlichen Kalkalpen

Von J.-M. SCHRAMM*

Mit 2 Abbildungen

Zusammenfassung

An Sedimentgesteinen der oberostalpinen Grauwackenzone und der Nördlichen Kalkalpen wurden die Auswirkungen der alpinen Metamorphoseereignisse studiert. Rund 600 Gesteinsproben der altpaläozoischen Wildschönauer Schiefer und der Werfener Schichten wurden dafür mittels Röntgenmethoden und anhand von Dünnschliffen untersucht. Aufgrund der Beziehung von Kristallisation zu Deformation wird eine Diskussion des relativen Zeitablaufes der Ereignisse versucht. Demnach kann in der Grauwackenzone und in den tiefsten stratigraphischen Anteilen der Nördlichen Kalkalpen eine frühalpine Metamorphose festgestellt werden, die bis in die beginnende Grünschieferfazies reicht. Einige Funde postkinematischer Chloritoidporphyroblasten im Werfener Schuppenland weisen dagegen auf ein spätalpines Ereignis hin.

Summary

The effects of Alpine metamorphic events have been studied on sedimentary rocks of the Upper Austroalpine Grauwackenzone and the Northern Calcareous Alps. Therefore, about 600 rock samples of the Lower Paleozoic Wildschönauer Schiefer and of the Permoskythian schists (e.g. Werfener Schichten) have been analysed mainly by means of X-ray and also by thin section.

A short discussion on relative timing is being attempted on the base of the relation of crystallinity with deformation.

Thus, an Early Alpine metamorphic event (intensity up to "low grade") can be observed in the Grauwackenzone and in the deepest stratigraphical units of the Northern Calcareous Alps. Some findings of postkinematic blastoids (chloritoid) in the Werfener Schuppenland can be correlated with a Later Alpine event.

Einleitung

Seit einigen Jahren bearbeitet der Verfasser feinklastische, schwach metamorphe Sedimentgesteine der Grauwackenzone und der Nördlichen Kalkalpen mit dem

* Adresse des Verfassers: Institut für Geowissenschaften der Universität Salzburg, Akademiestraße 26, A-5020 Salzburg.

Ziel, die Intensität und Reichweite des Metamorphosegeschehens in diesen Einheiten des Ostalpenbaues zu erfassen, aber auch um die einzelnen Metamorphoseakte nach Möglichkeit zu unterscheiden und relativ einzustufen.

Zu diesem Zweck wurden bisher knapp über 600 Gesteinsproben aus der altpaläozoischen Wildschönauer Schiefer-Serie und aus verschiedenen Niveaus des klastischen Permoskyth (u. a. Werfener Schichten) überwiegend mittels Röntgenmethoden auf ihre Phyllosilikatphasen untersucht, worüber bereits mehrmals berichtet wurde (J.-M. SCHRAMM, 1974–1978). Den aktuellen Kenntnisstand stellen G. HOSCHEK et al (1980, im selben Band) zusammenfassend dar (Karte samt Begleittext), sodaß im Folgenden eine kurze geologische Interpretation dieser Befunde genügen mag.

Grauwackenzone

In den Phylliten der Wildschönauer Schiefer-Serie und deren ostwärts gelegenen Äquivalenten (Grauwackenschiefer, Silbersbergserie) belegen fazieskritische Mineralneubildungen wie auch andere Indizien eine Metamorphoseintensität, welche im Gesamtbereich der Grauwackenzone einer schwachen Metamorphose (sensu H. G. F. WINKLER, 1976) entspricht. Im älteren Fazieskonzept WINKLERs käme dies also der niedrigtemperierten Subfazies der Grünschieferfazies gleich. Dies bestätigen auch die Ergebnisse aus den Magmatiten der Grauwackenzone (G. HOSCHEK & H. MOSTLER, 1976; E. COLINS et al., 1980, im selben Band). Sämtliche nachgewiesenen metamorphen Minerale – Pyrophyllit, mixedlayer Paragonit/Muscovit, Paragonit und Chloritoid – treten als Durchläufer über die gesamte Breitenerstreckung der Grauwackenzone von S nach N auf. Allerdings deutet der im N geringere Ordnungsgrad im Kristallgitter einzelner Phyllosilikate eine geringe Abnahme der Metamorphoseintensität von S nach N hin an.

Jedoch bleibt die Illitkristallinität mit Werten unter 4.0 (Index nach B. KUBLER, 1967) in dem der o. a. schwachen Metamorphose entsprechenden Feld der Epizone.

Die Frage nach einer Unterscheidung des variszischen vom alpidischen Metamorphosegeschehen kann in den Metasedimenten vorläufig nicht so eindeutig geklärt werden, wie dies E. COLINS et al. (1980, im selben Band) mit Hilfe der Magmatite im Westabschnitt der Grauwackenzone gelungen ist. Jedoch läßt sich trotz der enormen Feinkörnigkeit der Metapelite eine genetische Abfolge in manchen Dünnschliffen feststellen.

In s_1 (fallweise deuten Merkmale, wie etwa geringfügige Schwankungen der Korngrößen und der Pigmentierung sogar ein ss an) liegen deformierte (gefältelte Kalihellglimmer) vor. Detritische „Illite" haben sicherlich dem primären klastischen Mineralbestand der im Ordovicium abgelagerten Tonschlämme angehört. Allerdings haben diese Schichtgittersilikate mit zunehmender Versenkung, im Zuge der variszischen Ereignisse, aggradierende Umwandlungen in einem Ausmaß erfahren, wie sie einer etwa schwachen Metamorphose (sensu H. G. F. WINKLER, 1976) entsprechen. Diese deformierten Kalihellglimmer unterscheiden sich deutlich von den später gebildeten Hellglimmern. Tatsächlich konnten in zahlreichen Fraktionen $\langle 2\mu$ jeweils in einer Probe zwei verschiedene Kalihellglimmerphasen

festgestellt werden, deren unterschiedliche b_0-Werte auf koexistierende Muscovite und Phengite hindeuten. Die Vielzahl röntgenographisch ermittelter b_0-Werte aus der Grauwackenzone und den Nördlichen Kalkalpen (im Salzburger Querschnitt) legt darüberhinaus den Schluß nahe, daß der variszischen Metamorphose eher die Muscovite zuzuschreiben sind, während in den postvariszischen Sedimentgesteinen die phengitischen Hellglimmer überwiegen. Demnach dürften im primären Mineralbestand des klastischen Permoskyth detritäre Muscovite eines variszischen Abtragungsgebietes gesteinsbildend beteiligt gewesen sein. Jedoch wurden diese „Illite" im Zuge zunächst diagenetischer und später metamorpher Aggradation durch den Einbau von K-Kationen in die Zwischenschicht (anstelle von OH-Gruppen) sowie infolge der Substitution von Fe^{2+} und Mg für Al-Kationen in der Oktaederschicht zu Phengiten umgewandelt, wie sie heute vorliegen.

Fallweise können noch ein bis zwei jüngere Hellglimmergenerationen beobachtet werden. Diese sind durchwegs gröber als die „alten" Glimmer und teils syn-, teils postkinematisch bezüglich s_1 bis s_2 gesproßt, jedoch stets älter als die Haupt-

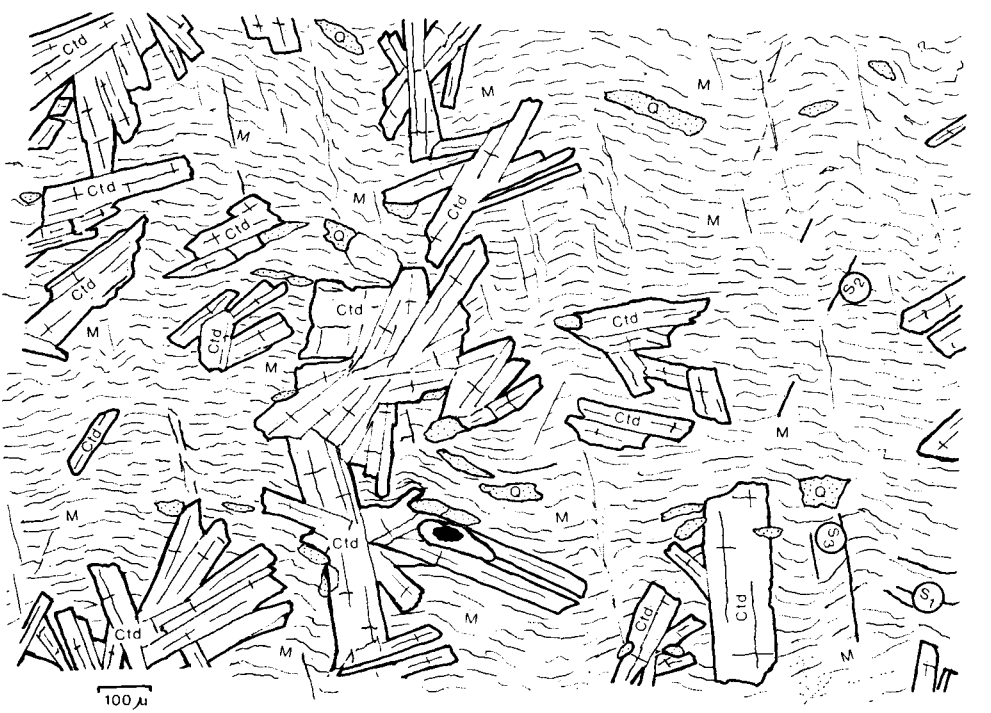

Abb. 1

Dünnschliffbild eines ordovicischen Wildschönauer Schiefers (ÖK 50, Bl. 125, Koordinaten 0747950/5253625, Höhe 850 m; Nordportal Reit-Tunnel/Tauernautobahn nördlich Hüttau; Probe Sch 520). Die Chloritoide sprossen in allen Richtungen postkinematisch über den „Altbestand". Außerdem konnte im Schliff festgestellt werden, daß die Chloritoide das s_e als s_i übernehmen (hier nicht dargestellt).

Erläuterung: Ctd = Chloritoid, Q = Quarz, M = Matrix (feinstes Serizitgewebe), s_1 bis s_3 = Schieferung bzw. Transversalschieferungen.

deformation (s_3). Je nach Gesteinschemismus treten schließlich fallweise Chloritoide auf, und zwar ausschließlich als postkinematische Neusprossung in Bezug auf die Hauptdeformation (siehe Abb. 1).

In einigen Fällen kann – als jüngstes beobachtbares Ereignis – noch eine postmetamorphe, weitständige, schwache Transversalschieferung festgestellt werden.

Hinsichtlich der zweiten und dritten Hellglimmergeneration sowie der Chloritoide wird alpidische Entstehung kaum noch bezweifelt, zumal u. a. nicht anzunehmen ist, daß etwa die verschiedenen Schieferungen (ab einschließlich s_2) präalpidische Zeugen sind. Es wäre unrealistisch zu behaupten, daß die bewegungsintensive alpidische Ära in der oberostalpinen Grauwackenzone zu keinerlei Deformationen geführt hat und demnach auch alle Mineralblasten variszischen Alters sein müßten. Daher steht also lediglich zur Diskussion, welches alpidische Ereignis die einzelnen metamorphen Neubildungen verursacht hat. Dabei darf keinesfalls in „unitaristischer Manier" verallgemeinert werden, z. B. durch Behauptung ausschließlich frühalpidischer Metamorphose!

Nördliche Kalkalpen

Unter anderem in Zusammenhang mit der Altersfrage des Metamorphosegeschehens kommt dem klastischen Permoskyth der Nördlichen Kalkalpen eine Schlüsselrolle zu. Wie bereits mehrmals erwähnt (J.-M. SCHRAMM, 1974, 1977, 1978), wurden die Gesteine dieses stratigraphischen Niveaus ebenfalls von einer schwachen Metamorphose erfaßt. Neben vereinzelt postkinematischen Chloritoid-Blasten (siehe Abb. 2) – hauptsächlich im Bereich des Werfener Schuppenlandes – treten Pyrophyllit, mixed-layer Paragonit/Muscovit sowie Paragonit gesteinsbildend häufig am Südrand der Nördlichen Kalkalpen auf (siehe auch Abb. 1 bei G. HOSCHEK et al., 1980, im selben Band).

Damit in Einklang steht auch die Illitkristallinität mit Werten knapp unter bzw. um 4.0 (Epizone). Das Feld der anschließenden Anchizone wird mit Illitkristallinitäten bis 7.5 in den klastischen Gesteinen des Skyth (Werfener Schichten) bis zu 20 km nördlich der Grenze Grauwackenzone/Nördliche Kalkalpen angezeigt.

Allerdings fällt der schräge Verlauf der Grenze Epi-/Anchizone – bezogen auf die generelle Streichrichtung der Gesteine der Grauwackenzone und der Nördlichen Kalkalpen – auf. Dies zeigt sich in der abnehmenden Intensität der alpidischen Metamorphose (in äquivalenten Gesteinen am Südrand der Nördlichen Kalkalpen) nach Westen hin. Als Ursache dafür dürften am ehesten unterschiedliche primäre Überlagerungsmächtigkeiten des kalkalpinen Deckenstapels gelten, bzw. die Tatsache, „daß das oberostalpine Deckensystem hier [im Westen] überhaupt allmählich zuendegegangen ist" (S. PREY, 1978, p. 19). Generell darf diese Regionalmetamorphose wohl auf den bereits frühalpidisch – also noch vor dem Übersteigen des Penninikums – angelegten kalkalpinen Deckenbau zurückgeführt werden. Es handelt sich daher um eine transportierte Metamorphose.

In einzelnen, auffallenderweise den penninischen Zentralalpen naheliegenden Bereichen, wie etwa an der Südseite des Hochkönigs, Tennengebirges und Dach-

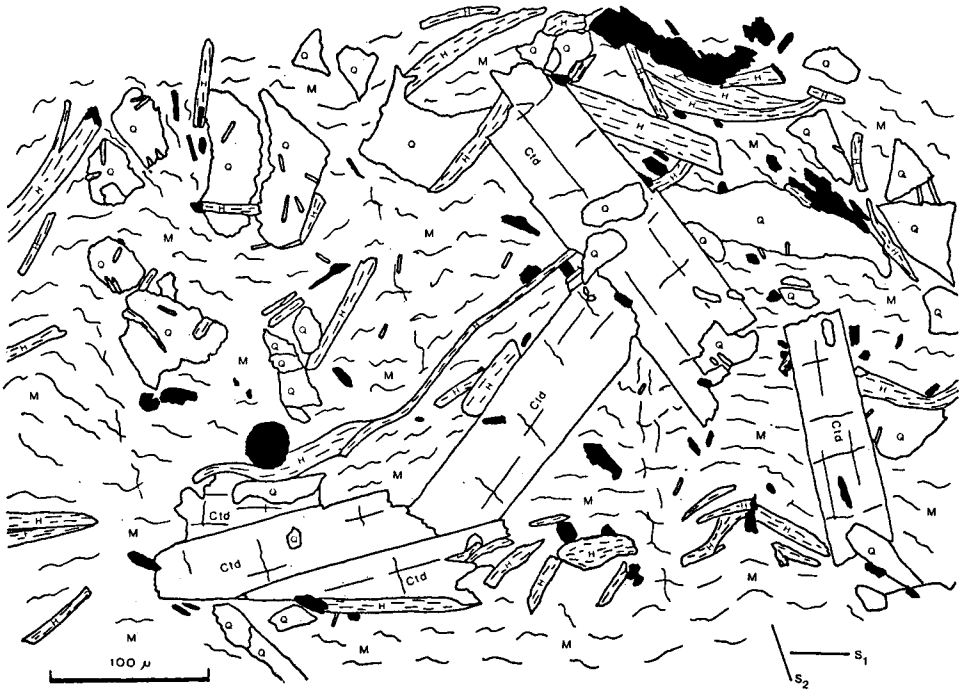

Abb. 2
Dünnschliffbild eines Schiefers der postvariszischen violetten Serie (ÖK 50, Bl. 125, Koordinaten 0735225/5251650, Höhe 1680 m; nördlich Hochkeil, Probe Sch 87). Quer aufsprossende Chloritoide durchsetzen einen „älteren" bereits schwach metamorphen Mineralbestand (div. Hellglimmer).
Erläuterung: Ctd = Chloritoid, Q = Quarz, H = Hellglimmer, M = Matrix (feinstes Serizitgewebe), s_1 = Schieferung, s_2 = Transversalschieferung, Opake = Hämatit.

steins, belegen postkinematisch gesproßte Chloritoide ein besonders spätes alpidisches Metamorphoseereignis, wo nämlich die Blastese gleichermaßen ordovicische Wildschönauer Schiefer und skythische Werfener Schichten – beide intensiv miteinander verschuppt – übergreift, wie dies sowohl nördlich (Larzenbachgraben) als auch nordwestlich von Hüttau (Formau im Fritzbachtal) festzustellen ist. Das postgosauische Alter der Schuppenbildung (pyrenäische Bewegung) wird ja – obgleich die Frage der Vergenz noch diskutiert wird (R. ROSSNER, 1977) – generell anerkannt, wie ja auch „die Gosau des Hühnerkogels südlich vom Dachstein südvergent überschoben ist, also n a c h gosauisch" (freundliche briefliche Mitteilung A. TOLLMANN, 14. 2. 1979), weshalb der begründete Verdacht besteht, daß in manchen Bereichen – wie eben im Larzenbachgraben und bei Formau – die Kristallisation bis in die nachgosauische, also jungalpidische Ära hinein wirksam war. Jedoch sind zur endgültigen Klärung des Alters der Chloritoidbildung in diesem Bereich noch umfangreiche kleintektonische Studien notwendig, um das entscheidende Alter der Bewegungen im Detail zu erfassen.

Daran, wie auch an anderen aus diesen Studien resultierenden Spezialproblemen, z. B. Lokalisierung der Reaktionsgrenze Pyrophyllit + Chlorit/Chloritoid am Süd-

rand der Salzburger Kalkalpen, sowie Kaolinit/Pyrophyllit an der Kaisergebirgsbasis (Tirol) wird vom Verfasser weiter gearbeitet.

Die anschließend zitierte Literatur bezieht sich auch auf die vom Verfasser geschriebenen Kapitel der Gemeinschaftsarbeit von G. HOSCHEK et al. (im selben Band).

Literatur

COLINS, E., HOSCHEK, G. & MOSTLER, H.: Geologische Entwicklung und Metamorphose im Westabschnitt der Nördlichen Grauwackenzone unter besonderer Berücksichtigung der Metabasite. — Mitt. Öst. Geol. Ges., **71—72**, Jg. 1978/1979, p. 343—378, Wien, 1980.

HOSCHEK, G. & MOSTLER, H.: Jahresbericht über das Jahr 1975. — Zentralanst. Meteor. Geodyn. Publ. Nr. 212, p. 47—50, 1 Abb., Wien, 1976.

HOSCHEK, G., KIRCHNER, E. Ch., MOSTLER, H. & SCHRAMM, J.-M.: Metamorphism in the Austroalpine Units between Innsbruck and Salzburg (Austria). — A Synopsis. — Mitt. Öst. Geol. Ges., **71—72**, Jg. 1978/1979, p. 335—341, Wien, 1980.

KIRCHNER, E. Ch.: Vulkanite aus dem Permoskyth der Nördlichen Kalkalpen und ihre Metamorphose. — Mitt. Öst. Geol. Ges., **71—72**, Jg. 1978/1979, p. 385—396, Wien, 1980.

KUBLER, B.: La cristallinité de l'illite et les zones tout à fait supérieures du métamorphisme. — Etages tectoniques, Coll. Neuchâtel, p. 105—122, 12 Fig., Neuchâtel, 1967.

PREY, S.: Rekonstruktionsversuch der alpidischen Entwicklung der Ostalpen. — Mitt. Öst. Geol. Ges., **69**, Jg. 1976, p. 1—25, 6 Abb., Wien, 1978.

ROSSNER, R.: N-Vergenz oder S-Vergenz im Schuppenbau der Werfen — St. Martiner Zone (Nordkalkalpen, Österreich)? (Ein Diskussionsbeitrag). — N. Jb. Geol. Paläont. Mh., Jg. 1977, H. 7, p. 419—432, 3 Abb., Stuttgart, 1977.

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**, p. 1—124, 79 Abb., 4 Tab., 7 Taf., Wien, 1979.

SCHRAMM, J.-M.: Vorbericht über Untersuchungen zur Metamorphose im Raume Bischofshofen — Dienten — Saalfelden (Grauwackenzone/Nördliche Kalkalpen, Salzburg). — Anz. math.-naturw. Kl. Öst. Akad. Wiss., Jg. 1974, Nr. 12, p. 199—207, 2 Tab., Wien, 1974.

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**, H. 2, p. 3—20, 8 Abb., 3 Tab., Innsbruck, 1977.

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 W. Heißel, p. 101—111, 2 Abb., Innsbruck, 1978.

TOLLMANN, A.: Der Bau der Nördlichen Kalkalpen. Orogene Stellung und regionale Tektonik. — Monographie der Nördlichen Kalkalpen, Teil III, 449 p., 130 Abb., 7 Taf., Wien (Deuticke), 1976.

TOLLMANN, A.: Plattentektonische Fragen in den Ostalpen und der plattentektonische Mechanismus des mediterranen Orogens. — Mitt. Öst. Geol. Ges., **69**, Jg. 1976, p. 291—351, 11 Abb., Wien, 1978.

WINKLER, H. G. F.: Petrogenesis of metamorphic rocks. — 4. Aufl., 334 p., mit Abb., New York — Heidelberg — Berlin (Springer), 1976.

Dank:

Herrn Prof. Dr. Günther FRASL danke ich für viele Diskussionen und kritische Durchsicht dieser Arbeit herzlich.

Manuskript eingelangt am 16. 3. 1979.