

Ein geröllführender Marmor im Radegunder Kristallin

VON FRANZ R. NEUBAUER & KARL STATTEGGER*)

Mit 1 Abbildung, 2 Tafeln und 1 Tabelle

Schlüsselwörter

Steiermark
Marmor
Geröllführung
Kristallinkomponenten
Liefergebiet

Österreichische Karte 1 : 50.000
Blätter 164, 165

INHALT

Zusammenfassung	93
1. Einleitung	93
2. Geländebefund	94
3. Petrographie der Nebengesteine	95
4. Mikroskopische Beobachtungen an den Geröllen	96
5. Diskussion	100
Literatur	101

Zusammenfassung

Aus dem Radegunder Kristallin wird ein geröllführender Marmorhorizont beschrieben. Die Komponentenanalyse ergab zwei Gruppen von Geröllen: 1. Kristallingerölle: Pegmatoide bzw. Quarz-Plagioklas-Felse (?); 2. in situ metamorphosierte Metapelite (Glimmerschiefer) und Mergel (verschiedene Amphibolittypen und Kalksilikatschiefer). Beide Gruppen sind mit Ausnahme der Amphibolite bzw. Kalksilikatschiefer als Metamorphite im Radegunder Kristallin nicht bekannt. Mögliche paläogeographische Bezüge für Ablagerungsraum und Liefergebiet werden diskutiert.

Summary

A pebbly marble from the Radegund Crystalline Complex is described. The analysis of components yields two groups of pebbles: (1) Pebbles of probably crystalline source: pegmatoids and gneisses; (2) in situ metamorphosed metapelites (variegated mica schists) and marls (various types of amphibolites and calc-silicate rocks). Both groups are unknown as metamorphites in the Radegund Crystalline Complex except the amphibolites and calc-silicate rocks. Paleogeographic relations of the depositional and source area are discussed.

1. Einleitung

Das Radegunder Kristallin wird von KUNTSCHNIG (1927) und ROBITSCH (1949) (siehe auch FLÜGEL, 1975; cum lit.), in einen oberen Glimmerschieferanteil (Stau-

*) Anschrift der Verfasser: Dr. FRANZ R. NEUBAUER, Institut und Museum für Geologie und Paläontologie, Sigwartstraße 10, D-7400 Tübingen; Dr. KARL STATTEGGER, Institut für Geologie und Paläontologie, Universität Graz, Heinrichstraße 28, A-8010 Graz, Österreich.

rolithglimmerschiefer), der über Helglimmerschiefer und Glimmerquarzite kontinuierlich in einen Schiefergneisanteil übergeht, gegliedert. Letzterer ist durch verschiedene Gneistypen gekennzeichnet, die denen der Koralm weitestgehend ähneln.

Als Einlagerungen kommen unter anderem in den Glimmerschiefern Linsen von Amphiboliten und Kalksilikatschiefern vor (NEUWIRTH, 1951). Für die Gneise ist ein im Raabtal weit zu verfolgender Marmorhorizont charakteristisch (KUNTSCHNIG, 1927), in dessen Nähe mitunter Amphibolitlinsen auftreten. In Glimmerschiefern, wie Gneisen liegen teilweise quergreifende Pegmatite. Im Zuge der Probennahme für radiometrische Alterstbestimmungen (siehe NEUBAUER & STATTEGGER, 1980, bzw. in Vorbereitung) wurden im Rabatal mehrere Aufschlüsse eines geröllführenden Marmors wiedergefunden, die teilweise seit PURKERT (1951) bekannt sind, bisher aber keine Beachtung gefunden haben.

2. Geländebefund

Der offenbar einzige Marmorhorizont läßt sich in der NW—SE-Richtung ca. 5,5 km verfolgen (siehe Abb. 1). Er wird durchschnittlich 0,5 bis maximal ca. 2 m mächtig und ist schieferungskonkordant den Gneisen eingeschaltet. Anhand dieses Marmors läßt sich eine flachwellige Verfaltung des Komplexes um WSW abtauchende Achsen erkennen. Dieser Marmor scheint (aufschlußbedingt?) in Linsen aufgelöst zu sein. Er wurde von KUNTSCHNIG in Kalzitmarmor, hornblende-zoisitführende Kalksilikatschiefer und granatführende Kalksilikatschiefer gegliedert.

Vor allem im Bereich zwischen dem E-Werk Pichler in Mortantsch und dem Steg nördlich Schloß Gutenberg führen die Marmore klar erkennbare Gerölle. Nördlich und südlich davon überwiegen mineralreiche Marmore und Kalksilikatschiefer ohne sicher erkennbare Gerölle.

Auf ihre Geröllführung (Komponentenanalyse) wurden folgende Aufschlüsse untersucht (siehe Abb. 1, zur Geröllführung vgl. Tab. 1):

1. Fahrweg wenige m S des E-Werkes Pichler (Punkt 1 in Abb. 1, Proben R 20 in Tab. 1): Das Marmorband ist etwa 50—70 cm mächtig und beinhaltet 1—8 cm große, manchmal plattige Gerölle, unter denen dunkle biotitreiche Glimmerschiefer dominieren. Daneben kommen Plagioklas-Quarz-Felse und Zoisit-Amphibolite vor.

2. Aufschluß südostseitig der Raab etwa in Mitte zwischen E-Werk und Schloß Gutenberg (Punkt 2 in Abb. 1): Der 40—80 cm mächtige, hell- bis mittelgraue, straff gebänderte Marmor führt zahlreiche, häufig gut gerundete Gerölle (Taf. 1, Fig. 1, 3; Taf. 2, Fig. 1). Es dominieren dunkle Glimmerschiefer (Gerölldurchmesser bis etwa 30 cm), untergeordnet kommen porös anwitternde Amphibolite bzw. Epidosit-Amphibolite und helle, fleckig-schiefrige, glimmerarme Gneise (bis ca. 12 cm im Durchmesser) vor. Manchmal gewinnt man infolge des Farbunterschiedes den Eindruck, als wären auch Marmorgerölle erkennbar; dies ließ sich jedoch durch Schliifuntersuchungen nicht belegen. Die Geröllführung setzt sich auch in das Nebengestein (Plagioklasglimmerschiefer bis -gneis) fort und ist durch einige, genau im Übergang liegende Amphibolitblöcke (größter Durchmesser bis etwa 80 cm) kenntlich.

3. Aufschluß westseitig der Raab östlich Schloß Gutenberg (Punkt 3 in Abb. 1): Der knapp über 1 m mächtige, steilgestellte Marmor führt vor allem wenige cm große, gut gerundete, dunkle Glimmerschiefergerölle. Sie sind stets ungleichmäßig im Marmor eingestreut und berühren sich nicht („mud supported“). Nach Rückstandsanalysen beträgt der durchschnittliche Geröllanteil etwa 21 Gewichtsprozent.

Die Schieferungsflächen der Gerölle liegen in allen Aufschlüssen meist parallel zur Bänderung des Marmors. Jedoch konnten auch einige Beispiele gefunden werden,

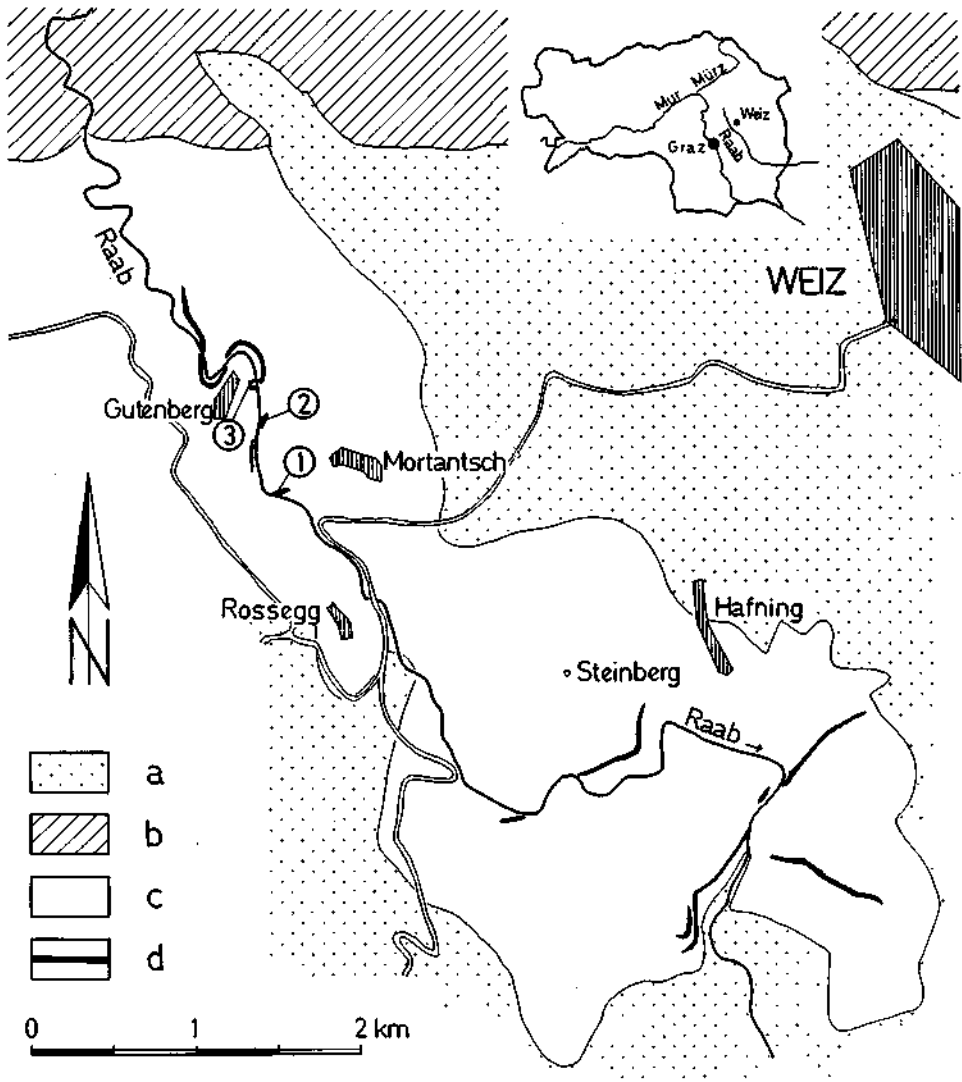


Abb. 1: Lage der detailliert untersuchten Aufschlüsse des geröllführenden Marmors im Radegunder Kristallin (Punkt 1—3)

Legende: a: Quartär, Tertiär; b: Grazer Paläozoikum; c: Radegunder Kristallin; d: Marmor im Radegunder Kristallin

in denen die Schieferung quer dazu steht (siehe Taf. 2, Fig. 2, 3). Häufig ist eine flatschige Zerschierung der Gerölle nahe dem Übergang des Marmors zum Nebengestein festzustellen.

3. Petrographie der Nebengesteine

Der Marmor besteht aus sehr ungleichkörnigen (durchschnittliche Korngröße 0,03—0,30 mm), verzwilligten Kalziten mit undeutlichen, beanspruchten Korn-

grenzen. Die dunklen Lagen (dunkle Bänderung) werden durch eine Pigmentierung der Kalzite erzeugt. Als Mineralneubildung im Marmor sind Hellglimmer, Biotit, Klinozoisit, Amphibol, Titanit, Quarz und klare bis schwach getrübe, unverzwilligte Plagioklase vorhanden. Quarz und Plagioklas sind häufig von stylolithartigen Lösungssäumen umgeben.

Beim Nebengestein des Marmors lassen sich makroskopisch auf Grund des Gefüges zwei Typen unterscheiden: Während das Gestein im nördlichen Teil des Gebietes als granatführender Plagioklasglimmerschiefer bis Zweiglimmergneis zu bezeichnen ist, ist im südlichen Teil eine gegen S zunehmende Plagioklasporphyroblastenbildung zu beobachten (Plagioklasporphyroblastengneis). Im Mineralbestand ähneln sich beide Typen.

Unter dem Mikroskop zeigen sich ähnliche Durchbewegungserscheinungen wie in den Geröllen (siehe unten). Die Glimmer (Hellglimmer und Biotit, 0,1–1 mm lang) liegen als linsig deformierte Lepidoblasten vor. Der tiefrotbraune Biotit führt pleochroitische Höfe um ein unbekanntes Mineral und randliche Er- und Leukoxenausscheidungen, der Hellglimmer ist häufig geknittert (kink bands) und manchmal von Erz parallel zur Spaltung besetzt. Plagioklas kommt im Grundgewebe (0,1–0,3 mm) vor und bildet bis 8 mm große, rundliche Porphyroblasten (Anorthitgehalte bis 35%). Besonders letztere führen zahlreiche Einschlüsse (Biotit, Quarz, Zoisit, Klinozoisit, Apatit, Zirkon, Turmalin, Erz) und eine Serizitfülle. Granat (\varnothing ca. 1–2 mm) ist in wenig beanspruchten Bereichen teilweise durch Quarz und Biotit (olivbrauner Pleochroismus) ersetzt, während er in deformierten Zonen bis um das dreifache gelängt und dabei größtenteils in Biotit, Chlorit, Erz, Quarz, Hellglimmer maschenartig umgewandelt ist. Der Quarz des Grundgewebes ist häufig gelängt und zeigt Polygonisation und Subkornbildung. Akzessorisch treten Erz, Apatit, Zoisit/Klinozoisit, gerundeter Zirkon, hypidiomorpher Turmalin (selten mit Andeutung eines Zonarbaues) auf.

Die Gneise sind aus Metapeliten herzuleiten (vgl. Analysen von KUNTSCHNIG, 1927), die Übergänge zu gröberklastischem Material (Glimmerquarzite) aufweisen.

4. Mikroskopische Beobachtungen an den Geröllen

Im Schliff zeigen sich Gerölle unterschiedlich beansprucht, wobei sich alle Übergänge von wenig deformierten, bzw. zerscherten Geröllen zu extrem flatschenartig zerscherten Typen finden. Dabei sind, soweit sich dies aus An- und Dünnschliff sagen läßt, die Gerölle im allgemeinen gut gerundet (siehe Taf. 2, Fig. 4) und zeigen keine oder nur geringe Längung parallel zur Bänderung des Marmors. Die im Aufschluß erkennbaren Druckschattenhöfe der Gerölle sind mit grobem Kalzit gefüllt.

In Bezug auf Deformation und Metamorphose lassen sich in allen Geröllen zwei Akte erkennen: Ein älterer Mineralbestand wird von einer jüngeren, extremen Deformation betroffen (Zerschering, Schieferung), wobei die Korngrenzen diffus sind, bzw. von einer Kataklase betroffen werden, Granat bis zum Fünffachen gelängt und in manchen Fällen fast vollständig biotitisiert wird, Plagioklase eine unterschiedliche Serizitisierung zeigen, Amphibole bzw. Aktinolithe zerfetzt werden und Biotite mit randlicher und spaltungspareller Erz- und Leukoxenausscheidungen Instabilität (JÄGER et al., 1967; VOLL, 1978) zeigen. An Quarz lassen sich Rekrystallisationserscheinungen wie Polygonisation, Subkornbildung und Suturierung der Korngrenzen erkennen (VOLL, 1978; 1980). Manche Gerölle sind als Protomylonite (SPRY, 1969) zu bezeichnen. Die Grenzen verschiedener Gerölle zum Marmor sind von einem stylolithartigen Lösungssaum umgeben.

Die Gerölle lassen sich auf Grund ihres Modalbestandes (siehe Tab. 1) in folgende Typen gliedern (Nomenklatur nach FARRSCH et al., 1967):

Modaltyp A:

Mikroklin-Plagioklas-Quarz-Fels: In einem zonenweise extrem deformierten Grundgewebe aus Quarz, Plagioklas und wenig Hellglimmer/Serizit schwimmen bis 3,5 mm große, etwas gelängte und zerbrochene Plagioklas- und Alkalifeldspatblasten.

Tabelle 1: Modalbestand der untersuchten Geröllschliffe (Volumsprozent, nach Vergleichsschaubildern geschätzt): 3 Punkte: mehr als 10%; 2 Punkte: 5–10%; 1 Punkt: weniger als 5%.

Modaltyp	Schliffnummer	Alkalifeldspat	Plagioklas	Quarz	Hellglimmer	Biotit	Disthen	Chlorit	Granat	Amphibol	Zoisit	Klinozoisit/Epidot	Karbonat	Turmalin	Apatit	Pyrit	Titanit	Leukozyen	Erz	Hämatit	Gesteinsbezeichnung
A	R 9/21A	**	***	***	**						*	*							*		Mikroklin-Plagioklas-Quarz-Fels
B	R 9/17		***	***	*	?		*			*	*									Quarz-Plagioklas-Fels
	R 9/21B		***	***	*			*	*		*	*							*		Plagioklas-Quarz-Fels
	R 20/4		***	***	**	*					*	*		*					*		Plagioklas-Quarz-Fels
	R 9/22		***	***	*						?	*		*							Plagioklas-Quarz-Fels
	R 9/18		***	***	*				*		*	*		*					*	*	Plagioklas-Quarz-Fels
	R 9/12		***	***	*	*			*		*	*		*					*	*	Quarz-Plagioklas-Fels
	R 9/23		***	***					*		*	*		*					*	*	Plagioklas-Quarz-Fels
R 9/26		***	***	*	*			*		*	*		*					*	*	Quarz-Plagioklas-Fels	
	R 9/13		***	***							*										Zoisitführender Plagioklasgneis
C	R 9/6		**	**	***	*		*			*	*			*	*	*	*	*	*	Glimmergneis
	R 9/19		***	***	**	**			**		*	*			*	*	*	*	*	*	Gneis
	R 9/15		***	***	***			**			*	*			*	*	*	*	*	*	Gneis
	R 9/16		***	***	**			*			*	*		*			*	*	*	*	Gneis
	R 9/14		***	***	***	*		*			*	*		*			*	*	*	*	Glimmergneis
D	R 20/6	*	**	***	***	**		**					*			*	*	*	*	*	Zweiglimmerschiefer
E	R 20/1		**	***	***	***		*	**		*	*		*	*		*	*	*	*	Granatführender Zweiglimmerschiefer
	R 9/9		***	***	***	***		*	**		*	*		*	*		*	*	*	*	Plagioklas-Quarz-Glimmerschiefer
	R 20/3		***	***	***	**		*	**		*	*		*	*		*	*	*	*	Plagioklas-glimmerschiefer
	R 20/5		**	***	**	**		*	**		*	*		*	*		*	*	*	*	Granatführender Zweiglimmerschiefer
	R 9/20		**	***	**	***		*	**		*	*		*	*		*	*	*	*	Quarzglimmerschiefer
	R 11		**	***	***			*	**		*	*		*	*		*	*	*	*	*
F	R 9/5		***		*	***		*	**	**			*	*		*	*	*	*	*	Granat-Amphibol-Plagioklas-Biotit-Schiefer
	R 9/8		***			***		*	**	**			*	*		*	*	*	*	*	Plagioklas-Amphibol-Biotit-Schiefer
	R 9/7		***			***		*	***		?		*	*		?	*	*	*	*	Amphibol-Plagioklas-Biotit-Schiefer
G	R 9/4		***	*	*		*	*	***		*	*	*		*	*	*	*	*	*	Amphibolit
H	R 9/3		***	*	*		*	*	***		***		*	*		*	*	*	*	*	Epidosit-Amphibolit
I	R 20/2		*	*			*	*	***		***		*	*		*	*	*	*	*	Aktinolith-Zoisit-Schiefer

Der nie verzwillingte Plagioklas zeigt eine Fülle mit Serizit, der Alkalifeldspat eine scharf ausgebildete Mikroklingitterung und selten randliche Myrmekitbildungen. Gefüge und Mineralbestand lassen einen verschieferten Pegmatit („Pegmatoid“) als Ausgangsgestein vermuten.

Modaltyp B:

Quarz-Plagioklas-Fels: Quarz bildet in weniger beanspruchten Bereichen ein gleichkörniges Pflastergefüge (durchschnittliche Korngröße 0,3–0,5 mm), in welches Zoisitstengel eingelagert sind. Die Plagioklase sind schwach getrübt und besitzen einen Anorthitgehalt von maximal etwa 20%. In wenig beanspruchten Teilbereichen sind Biotit und Hellglimmer regellos eingelagert, in beanspruchten Bereichen durch Kataklasten zerkleinert und in das s eingeregelt. Akzessorisch sind Granat, Erz, Klinozoisit, Turmalin (Zonarbau: blaugrüner Kern, olivbraune Randzone 1 und eine schmale bläulichgrüne Randzone 2) und Apatit vorhanden. Auffallenderweise findet sich um Apatit häufig ein Saum von Klinozoisitkristallen.

Modaltyp C:

Gneis, Glimmergneis: Dieses Gestein unterscheidet sich vom Modaltyp B durch einen zunehmenden Glimmergehalt, der sich in Lagen wie auch Plagioklas anordnet. Der Plagioklas ist stark serizitiert, Biotit randlich von Erzkörnern gesäumt.

Akzessorisch treten Granat, Chlorit, Zoisit, nicht zonarer Turmalin, Apatit, Titanit, Leukoxen und Erz auf.

Quarz-Plagioklas-Fels bzw. Glimmergneis und Gneise lassen sich in die Gruppe der „Anortho-Feldspathic rocks“ nach TURNER (1968) bzw. MIYASHIRO (1973) einordnen, für die eine Herkunft aus Arkosen bzw. sauren Eruptiva anzunehmen ist.

Modaltyp D:

Dieser Typ eines Glimmerschiefers unterscheidet sich von den unten angeführten (Modaltyp E) durch einen geringen Gehalt an Mikroklin.

Modaltyp E:

Hier werden alle Glimmerschiefervarianten zusammengefaßt, ausgenommen der Mikroklin führende Modaltyp D. Es lassen sich biotit- und granatführende Typen von nur biotitführenden und biotitgranatfreien Varietäten unterscheiden. Die auftretenden Plagioklase liegen häufig als Rundlinge im Glimmergewebe vor, der Granat ist unterschiedlich stark teils in Spalten nur in Biotit, teils fast vollständig in Biotit, Serizit, Chlorit (?) umgesetzt.

Modaltyp D und E sind aus Peliten herzuleiten.

Modaltyp F:

(Granat-)Amphibol-Plagioklas-Biotit-Schiefer: Das Grundgewebe wird von einem unregelmäßigen, feinkörnigen Biotitfilz gebildet, in dem bis 1 mm große Amphibolblasten (n_x hell, n_y hellgrün, n_z blaugrün) eingelagert sind. Daneben finden sich ca. 0,2 mm große, randlich umgesetzte bzw. teilweise gefüllte, nie verzwillingte Plagioklase. In einem Schlift ist teilweise maschenartig in Biotit, Hellglimmer, Erz umgesetzter Granat vorhanden. Akzessorien sind Erz, Leukoxen, Titanit, Turmalin.

Modaltyp G:

Amphibolit: Das Gestein ist lagig mit amphibol- und plagioklasreichen Lagen aufgebaut. Kurzstengelige Amphibole (n_x hell, n_y grasgrün, n_z bläulichgrün, Winkel, ϵ_z 20°) sind extrem deformiert und bilden ein nematoblastisches Teilkorngefüge,

dessen Zwickel mit Oligoklas (Anorthitgehalt ca. 20%), Quarz, Biotit aufgefüllt sind. Der Biotit ist häufig von Erz durchsetzt. Akzessorisch tritt fast vollständig in Biotit umgewandelter Granat (Formrelikte), Titanit, Leukoxen, Erz, zonarer Turmalin (grüner Kern, brauner, idiomorph begrenzter Rand), Chlorit nur als Füllung von Rissen auf.

Modaltyp H:

Epidosit-Amphibolit: Es lassen sich epidot- und amphibolreiche Lagen unterscheiden. 0,1–0,4 mm große, undeutlich begrenzte Pistazite bzw. Klinozoisite bilden ein Pflaster, in dem hypidiomorphe, zerbrochene Titanite ebenfalls stoffliche Lagen nachzeichnen. Die deformierten, poikiloblastisch mit Quarz und Titanit durchsetzten Amphibole (n_x hell-, n_y grasgrün, n_z bläulichgrün, Winkel cn_z 20°) zeigen einen fleckigen Pleochroismus, während Biotit stets an amphibolreiche Lagen gebunden ist. Stark fein gefüllter Plagioklas ist in Teilindividuen aufgelöst.

Modaltyp I:

Das Gestein zeigt einen stofflichen Wechsel mit dünnen, an Quarz und Biotit reichen Lagen und zoisit-aktinolithreichen Lagen. In letzteren bilden Zoisit und Aktinolith (n_x farblos, n_y schwach grünlich, n_z farblos, Winkel n_zc 17°) ein stark zeretztes und karbonatdurchtränktes Gefüge. Untergeordnet tritt zerlegter, etwas getrübler Plagioklas, Quarz, Leukoxen, Titanit, Erz, Apatit, Zirkon auf, während Chlorit vor allem an Reaktionszonen zu Karbonat bzw. an den Rand der Aktinolithe gebunden ist.

Die Modaltypen G, H, I sind wohl aus Mergeln herzuleiten und scheinen über Modaltyp F (Amphibol-Plagioklas-Biotitschiefer) kontinuierlich mit den Metapeliten verbunden. Ob Metabasite beteiligt sind, kann aus den Schliffuntersuchungen nicht sicher ausgeschlossen werden.

Modaltyp J:

Zu den oben beschriebenen Komponenten tritt noch ein Geröll (\varnothing ca. 25 cm) eines dunklen grantführenden Glimmerschiefers, der völlig dem oben beschriebenen Modaltyp E entspricht. Bemerkenswerterweise scheint dieses Geröll zwei Komponenten (siehe Taf. 1, Fig. 4) zu enthalten: Der zentrale Teil führt einen zerscherten grünlichen, hell gesprenkelten Kalksilikatschiefer mit lagigem Interngefüge, der im Mineralbestand und Gefüge dem Epidosit-Amphibolit (Modaltyp H) nahesteht. Die Größe beträgt ca. 20 × 3 cm im Anschliff. Ein weiterer heller Bereich (ca. 3,5 × 3 cm im Anschliff) konnte als großer Oligoklas identifiziert werden: Er ist etwas zerbrochen und undulös, enthält geregelt eingelagerte Serizitfitter und führt Quarzeinschlüsse; Risse sind mit Chlorit-Quarz-Erz verheilt. Am Übergang zum Nebengestein (granatführender Glimmerschiefer) ist ein feinkörniges Pflaster mit gefüllten Plagioklasen und wenig Quarz entwickelt. Diese Bereiche ähneln den Gneisen des Modaltyps B (Quarz-Plagioklas-Felse). Beide Komponenten sind scharf gegen die Umgebung abgegrenzt. Dieses Geröll wird auf Grund des oben beschriebenen Habitus als Konglomeratgeröll gedeutet.

Die beschriebenen Gesteinstypen sind, mit Ausnahme der verschiedenen Amphibolitvarietäten aus dem Radegunder Kristallin nicht bekannt. Dies gilt ganz besonders für die verschiedenen Quarz-Plagioklas-Felse, die sich makro- und mikroskopisch von den Gneisen des Radegunder Kristallins klar unterscheiden. Ähnliches gilt für die dunklen Glimmerschiefer, die sich durch einen bedeutend höheren Biotitgehalt, fehlendes graphitisches Pigment wie fehlender Staurolithführung von den dunklen, oberen Granatglimmerschiefen mit Staurolith (Робртсн, 1949) unterscheiden.

5. Diskussion

Bei der Bearbeitung von Konglomeraten in mehrphasig tektonisch und metamorph überprägten Gebieten stellen sich folgende Probleme:

1. Das sichere Erkennen bzw. Abgrenzung von Geröllen: Linsen von Fremdkomponenten in einem Paragestein werden im ostalpinen Kristallin meist als Boudinagebildung erklärt (z. B. PURTSCHELLER, 1971; PURTSCHELLER & SASSI 1975; HEINISCH & SCHMIDT, 1976; KLEINSCHMIDT & RITTER, 1976).
2. Die Frage, ob bereits metamorph ins Sediment eingebrachte Gerölle als solche erkannt werden können.
3. Möglichkeiten der zeitlichen Korrelation von Konglomerathorizonten in Kristallinaren.
4. Die Erklärung der Genese von Metakonglomeraten und der daraus folgenden paläogeographischen Konsequenzen.

Die eindeutige Identifizierung von Metageröllen im Radegunder Kristallin wird durch folgende Kriterien belegt: Die Gerölle liegen häufig als gut gerundete Komponenten in einer klar davon abzutrennenden Matrix vor und sind petrographisch von den Begleitgesteinen eindeutig zu unterscheiden (siehe S. 97 ff.) bzw. kommen sonst im Radegunder Kristallin nicht vor.

Schwierig ist die Frage zu beantworten, ob die Gerölle die Metamorphose in situ erlitten haben, oder ob einige Typen bereits metamorph in das Sediment eingebracht wurden. Das Radegunder Kristallin machte eine komplexe, polyphasige Metamorphosegeschichte mit (NEUBAUER & STATTEGGER, 1980 bzw. in Vorbereitung). Ähnliches gilt für die Gerölle. Ein Argument für die Metamorphose in situ liefert das Konglomeratgeröll, für das ein Transport als nicht metamorphe Komponente hohe Wahrscheinlichkeit besitzt. Ob der Oligoklas darin bereits als Klast eingebracht oder durch Rekristallisation aus einem Gneis entstanden ist, ist unsicher.

Auch die Überlegung, daß eine schräg zur Schieferung des Nebengesteins stehende Schieferung im Geröll als ein ins Sediment gebrachtes Merkmal zu betrachten sei (PURTSCHELLER & SASSI, 1975; DAURER & SCHÖNLAUB, 1978) scheint in einem hochplastischen Marmor nicht stichhältig (Möglichkeit von Rotation).

Demnach könnte man mit gebotener Vorsicht zwei Gruppen von Geröllen unterscheiden:

1. Kristallingerölle: Dazu wird der Pegmatoid gestellt. Vielleicht sind auch die Quarz-Plagioklas-Felse hierher zu rechnen.
2. Gerölle aus Sedimentgesteinen, das ist der Großteil der Gerölle (Konglomeratgeröll bzw. alle Glimmerschiefergerölle, auch die diversen Amphibolitvarietäten).

Die Schiefergneise des Radegunder Kristallins lassen sich mit Teilen der Serie der pegmatoiden Gneise in der Koralpe vergleichen (KUNTSCHNIG, 1927; ROBITSCH, 1949; FLÜGEL, 1961). Durch HERITSCH (1978, 1980), PACHER & RIEPL (1978) wurde nachgewiesen, daß es sich um Metapelite handelt, womit der sedimentäre Ursprung dieser Gneise belegt ist. Gerölmarmore wurden von KIESLINGER (1926a, 1926b), vom Südrand der Koralpe bei St. Lorenzen beschrieben, die KLEINSCHMIDT (1975) und KLEINSCHMIDT & RITTER (1976) mit der Plankogelserie der Saualpe vergleichen, wobei jedoch KLEINSCHMIDT & RITTER für ein Geröllvorkommen einen tektonischen Ursprung annehmen. Im allgemeinen kommen Marmore in den pegmatoiden Gneisen der Koralpe selten und meist nur als linsige Einschaltungen vor. KIESLINGER (1926) bezeichnet sie als tektonische Fremdlinge. Als mögliches Konglomerat könnte

auch ein von HERITSCH & LIEB (1924) beschriebener Aufschluß (Marmor mit „boudinageartigen“ Amphibolitblöcken gedeutet werden).

Möglicherweise sind auch die kleinen Amphibolit- und Kalksilikatschieferkörper im Radegunder Kristallin als Gerölle zu interpretieren, auf deren Vorkommen in isolierten Einzelblöcken bereits NEUWIRTH (1951) und auch ROBITSCH (1949: 112) hingewiesen haben. Dazu kommt der Fund eines ca. 80 cm großen Amphibolitgerölls im Übergang zu den Schiefergneisen im Hangenden des Gerölmarmors. Für eine Interpretation des Gerölmarmors und der ihn umgebenden Schiefergneise ist eine Rekonstruktion des vormetamorphen Zustandes erforderlich, um die Geschichte des Ausgangsmaterials erfassen zu können. Die Schiefergneise des Radegunder Kristallins sind aus relativ einförmigen klastischen Sedimentgesteinen entstanden, in die offenbar ein einzelner Kalkhorizont eingeschaltet ist. Das Alter dieser Sedimente muß älter als Perm sein. Das geht aus ersten radiometrischen Altersbestimmungen an Pegmatiten hervor, die in den Schiefergneisen auftreten und deren Helglimmer ein spätvariszisches Alter besitzen (NEUBAUER & STATTEGGER, 1980 bzw. in Vorbereitung). Als sedimentäres Ausgangsmaterial wird eine klastische Tonschiefer- und eventuell grauackereiche flyschartige (?) Sedimentfolge (Schiefergneise) mit Einschaltung eines Kalkolistolithes (Gerölmarmor) in Betracht gezogen.

Bei einem Interpretationsversuch stellt sich auch nach den bisherigen Vorstellungen die Frage nach den lithostratigraphischen Vergleichsmöglichkeiten, wofür sich die jetzt benachbarten Bereiche im nicht und schwach metamorphen Paläozoikum anbieten (SCHÖNLAUB, 1979). Neuerdings wies jedoch FLÜGEL (1980) auf zahlreiche Unterschiede in der paläozoischen Entwicklung von Oberostalpin bzw. Südalpen und Mittelostalpin hin.

Konglomeratvorkommen sind im prävariszischen, gesicherten Paläozoikum der Ostalpen relativ selten (siehe SCHÖNLAUB, 1979, cum. lit.; EBNER et al., 1981): Nach bisherigen Daten sind diese einerseits an das Ordovizium bzw. die Ordovizium/Silur-Grenze und an das flyschartig entwickelte Karbon gebunden. Es sind im gesicherten Paläozoikum jedoch nur zwei Konglomeratvorkommen bekannt, wo nichtkarbonatische bzw. Kristallingerölle in Karbonatgesteinen vorkommen:

1. Keratophyrmarmor der südlichen Saualpe: Die Genese ist umstritten: Keratophyngerölle nach NEUGEBAUER (1970), Keratophyrlapilli nach PILGER & WEISSENBACH (1970).
2. Hochwipfelschichten bzw. Dimonfolge der Südalpen: Hier sind nach VAI (Vortrag in Graz 1978) weithin verfolgbare Kalkolistolithe bekannt; zu Kalkvorkommen im Hochwipfel-Flysch der Karawanken vgl. TESSENHORN (1971).

Diese Kalkolistolithe im Karbon-Flysch könnten als genetisches Modell für die Entstehung des Radegunder Gerölmarmors dienen, jedoch ist ein höheres Alter ebenso gut möglich. Aufschlüsse über das Metamorphosealter und ev. das Sedimentalter der Gerölle könnten zur Zeit laufende radiometrische Untersuchungen bringen (zur Methode vgl. LONGMAN et al., 1979).

Literatur

- DAURER, A. & SCHÖNLAUB, H. P.: Anmerkungen zur Basis der Nördlichen Grauackenzone. — Mitt. österr. geol. Ges., 69, (1976), 77–88, 4 Abb., 3 Tab., 1 Taf., Wien 1978.
- EBNER, E., FENNINGER, A., HOLZER, H.-L., NEUBAUER, F. & STATTEGGER, K.: Stratigraphic Correlation Forms (SCF) of the Austrian Part of Geotraverse B. — In: SASSI, F. P. (Ed.), IGCP No. 5, Newsletter 3, Padova 1981.
- FLÜGEL, H. W.: Die Geologie des Grazer Berglandes. — Mitt. Abt. Geol. Paläont. Bergb. Landesmus. Joanneum, SH. 1, 288 S., Graz (2. Auflage) 1975.

- FLÜGEL, H. W. & MAURIN, V.: Geologische Karte des Weizer Berglandes, 1: 25.000. — Wien (Geologische Bundesanstalt) 1958.
- FRITSCH, W., MEIXNER, H. & WIESENEDER, H.: Zur quantitativen Klassifikation der kristallinen Schiefer. 2. Mitteilung. — N. Jb. Min. Mh., 1967, 364—376, 6 Abb., Stuttgart 1967.
- HANSELMAYER, J.: Neue Funde von Kalksilikatschiefern im Radegunder Kristallin. — Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark, 95, 84—88, 2 Abb., Graz 1965.
- HEINISCH, H. & SCHMIDT, K.: Zur Kaledonischen Orogenese in den Ostalpen. — Geol. Rdsch., 65, 459—482, 9 Abb., 3 Tab., Stuttgart 1976.
- HERITSCH, F. & LIEB, F.: Ein mineralreicher Marmor im Stubalpengebiet. — Centralblatt Min. Geol. Pal., 1924, 334—339, Stuttgart 1924.
- HERITSCH, H.: Die Metamorphose des Schiefergneis-Glimmerschiefer-Komplexes der Koralpe, Steiermark. — Mitt. naturwiss. Ver. Steierm., 108, 19—30, 1 Tab., 6 Abb., Graz 1978.
- HERITSCH, H.: Einführung zu Problemen der Petrologie der Koralpe. — Mitt. Abt. Geol. Paläont. Bergb. Landesmus. Joanneum, 41, 9—44, 13 Abb., 9 Tab., Graz 1980.
- JÄGER, E., NIGGLI, E. & WENK, E.: Rb-Sr-Altersbestimmungen an Glimmern der Zentralalpen. — Beitr. geol. Karte Schweiz, N. F. 134, 1—67, Bern 1967.
- KIESLINGER, A.: Geologie und Petrographie der Koralpe. I. — Sitzber. Akad. Wiss. Wien, Abt. 1, 135, 1—42, Wien 1926a.
- KIESLINGER, A.: Aufnahmsbericht über das kristalline Gebiet auf Blatt Unterdrauburg (5354). — Verh. Geol. B.-A., 1926, 13—14, Wien 1926b.
- KLEINSCHMIDT, G.: Die „Plankogelserie“ in der südlichen Koralpe unter besonderer Berücksichtigung von Manganquarziten. — Verh. Geol. B.-A., 1974, 351—362, 3 Abb., 1 Tab., Wien 1975.
- KLEINSCHMIDT, G. & RITTER, U.: Geologisch-petrographischer Aufbau des Koralpenkristallins von Soboth/Steiermark-Kärnten (Raum Hühnerkogel—Laaken). — Carinthia II, 86/166, 57—91, 20 Abb., Klagenfurt 1976.
- KUNTSCHNIG, A.: Das Bergland von Weiz. — Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark, 63, 91—110, 1 Karte, Graz 1927.
- LONGMAN, C. D., BLUCK, B. J. & BREEMEN, O. VAN: Ordovician conglomerates and the evolution of the Midland Valley. — Nature, 280, No. 5723, 578—581, 2 Abb., 1 Tab., London 1979.
- MIYASHIRO, A.: Metamorphism and Metamorphic Belts. — 492 S., London (Allen & Unwin) 1973.
- NEUBAUER, F. & STATTEGGER, K.: Bericht über petrographische und radiometrische Untersuchungen im Radegunder Kristallin und den „Passailer Phylliten“. — In: FLÜGEL, H. W. (Ed.): Die frühalpiner Geschichte der Ostalpen, H. 1, 98—101, Graz—Leoben 1980.
- NEUGEBAUER, J.: Alt-paläozoische Schichtfolge, Deckenbau und Metamorphose-Ablauf im südwestlichen Saualpen-Kristallin (Ostalpen). — Geotekt. Forsch., 35, 23—93, 18 Abb., Taf. 1—3, Stuttgart 1970.
- NEUWIRTH, E.: Die Amphibolite von Radegund. — Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark, 79/80, 149—164, Graz 1951.
- PACHER, F. & RIEPL, K.: Über die chemische Zusammensetzung von Gneisen und Glimmerschiefern der Koralpe, Steiermark. — Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark, 108, 45—54, 3 Abb., 7 Tab., Graz 1978.
- PILGER, A. & WEISSENBACH, N.: Stand und Aussichten der Forschung über Stratigraphie, Metamorphose und Tektonik in der Saualpe in Kärnten. — Clausthaler geol. Abh., 5, 39 S., 16 Abb., Clausthal 1970.
- PURKERT, R.: Bericht (1949) über lagerstättenkundliche Arbeiten. — Verh. Geol. B.-A., 1950/51, H. 1, 108—109, Wien 1951.
- PURTSCHELLER, F.: Ötztaler und Stubai Alpen. — Sammlung geol. Führer, 58, 111 S., 17 Abb., 1 Karte, Berlin—Stuttgart (Borntraeger) 1971.

- PURTSCHELLER, F. & SASSI, F. P.: Some thoughts on the pre-Alpine metamorphic history of the Austric basement of the Eastern Alps. — *Tschermaks Min. Petr. Mitt.*, **22**, 175—199, Wien 1975.
- ROBITSCH, J.: Das Radegunder Kristallin. — *Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark*, **77/78**, 101—138, 1 Karte, Graz 1949.
- SCHÖNLAUB, H. P. (mit einem Beitrag von S. SCHARBERT): Das Paläozoikum in Österreich. — *Abh. Geol. B.-A.*, **33**, 1—124, 79 Abb., 4 Tab., 7 Taf., Wien 1979.
- SPRY, A.: *Metamorphic Textures*. — 350 S., 65 Abb., 10 Tab., Oxford (Pergamon Press) 1969.
- TESSENHORN, F.: Der Flysch-Trog und seine Randbereiche im Karbon der Karawanken. — *N. Jb. Geol. Paläont., Abh.*, **138**, 169—220, 17 Abb., 2 Beil., 1 Karte, Stuttgart 1971.
- TURNER, F. J.: *Metamorphic Petrology*. — 403 S., New York (Mc Graw Hill) 1968.
- VOLL, G.: Recrystallization of Quartz, Biotite and Feldspars from Erstfeld to the Levantina Nappe, Swiss Alps, and its Geological Significance. — *Schweiz. Miner. Petr. Mitt.*, **56**, 641—647, Zürich 1976.
- VOLL, G.: Ein Querprofil durch die Schweizer Alpen vom Vierwaldstätter See zur Wurzelzone — Strukturen und ihre Entwicklung durch Deformationsmechanismen wichtiger Minerale. — *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, **160**, 321—335, Stuttgart 1980.

Manuskript bei der Schriftleitung eingelangt am 16. Februar 1981.

Tafel 1

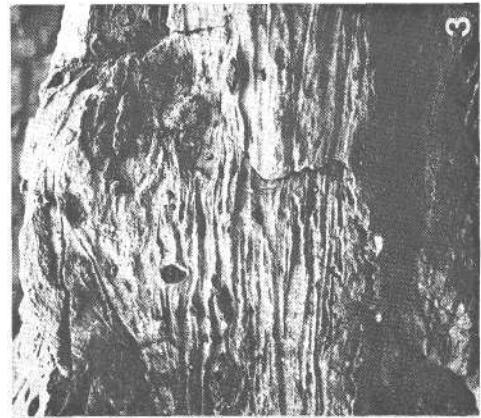
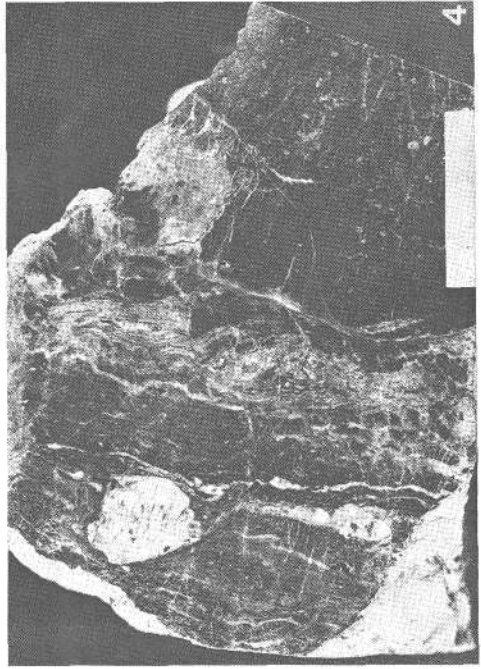
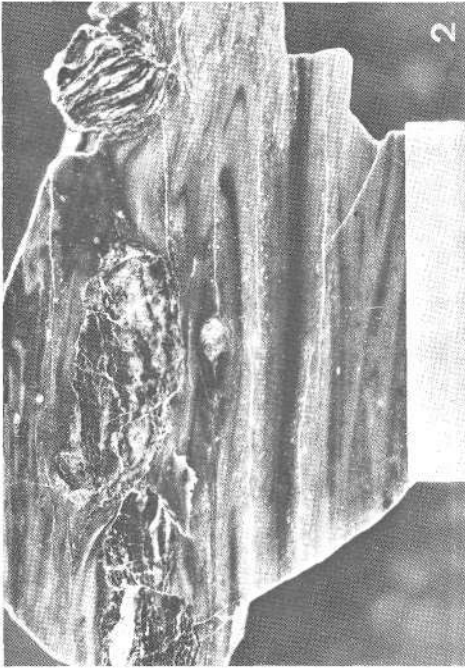
Fig. 1: Geröllführender Marmor, Aufschluß 2.

Fig. 2: Anschliff eines gebänderten, isoklinal gefalteten geröllführenden Marmors. Länge des Maßstabs: 5,5 cm.

Fig. 3: Geröllführender Marmor, Aufschluß 2. Höhe des Bildausschnittes ca. 60 cm.

Fig. 4: Fragliches Konglomeratgeröll. Länge des Maßstabs: 5,5 cm.

TAFEL 1



Tafel 2

- Fig. 1: Geröllführender Marmor mit gelängten Geröllen. Aufschluß 2, Höhe des Aufschlusses ca. 60 cm.
- Fig. 2: Zweiglimmerschiefergeröll (Schliff 20/6). Schieferung des Gerölls ist gegen die Bänderung des Marmors verdreht. Schliffnegativ. Lange Bildkante entspricht 2,4 cm.
- Fig. 3: Aktinolith-Zoisit-Schiefer (Schliff 20/2). Schliffnegativ. Lange Bildkante entspricht 1,7 cm.
- Fig. 4: Anreicherung von verschiedenen, gut gerundeten Komponenten (Grobsandfraktion) im Übergang zwischen wenig und stark pigmentierten Marmor. Schliff R9/13. Schliffnegativ. Lange Bildkante entspricht 1,2 cm.

