

Carinthia II	179./99. Jahrgang	S. 371–382	Klagenfurt 1989
--------------	-------------------	------------	-----------------

Zum gegenwärtigen Stand der Permoskythforschung im Drauzug*

Von Karl KRAINER, Innsbruck

Mit 1 Abbildung

Kurzfassung: In der vorliegenden Arbeit werden die bisherigen Ergebnisse der Permoskythforschung des Drauzuges (Gailtaler Alpen und Lienzer Dolomiten) in kurzer Form zusammengefaßt. Die einzelnen lithologischen Einheiten – Laas Fm. (Unterrotliegend), Gröden Fm. (Oberperm), Unterer und Oberer Alpiner Buntsandstein (Alpine Buntsandstein Fm., Unterskyth) und Werfen Fm. (Oberskyth) – werden faziell und sedimentpetrographisch charakterisiert. Abschließend werden die den Sedimentationsablauf kontrollierenden geotektonischen Prozesse kurz diskutiert und einige noch offene Probleme aufgezeigt.

Summary: The present paper summarizes previous results of research work within the Permian and Scythian sequence of the Drau Range. The lithologic units – Laas Fm. (Unterrotliegend), Gröden Fm. (Upper Permian), Lower and Upper Alpine Buntsandstein (Alpine Buntsandstein Fm., Lower Scythian) and Werfen Fm. (Upper Scythian) are characterized concerning depositional history and sedimentary petrology. Finally the geotectonic processes controlling the depositional pattern during the Permian and Scythian are briefly discussed and some still unresolved problems pointed out.

EINLEITUNG

Die ersten modernen sedimentologischen, vor allem sedimentpetrographischen Untersuchungen der Permoskythabfolge des Drauzuges gehen auf NIEDERMAYR und Mitarbeiter zurück (NIEDERMAYR 1975, 1985a, b, NIEDERMAYR et al. 1978, 1979, 1980, 1981, 1984, NIEDERMAYR & SCHERIAU-NIEDERMAYR 1973, 1982, KURAT et al. 1974, STREHL et al. 1980).

Die im basalen Perm und Skyth nördlich von Kötschach gefundenen fossilen Pflanzenreste haben VAN AMEROM et al. (1974, 1976a, b, c) und zuletzt FRITZ & BOERSMA (1987) bearbeitet.

In den letzten Jahren konnte auch der Verfasser durch sedimentpetrographische und fazielle Studien einen Beitrag zur besseren Kenntnis sowohl der permischen als auch der skythischen Abfolge liefern (KRAINER 1985, 1987, 1989, KRAINER & SPÖTL 1989).

* Publiziert im Rahmen der „Kärntner Perm-Gespräche 1987“

Lithostratigraphische Gliederung der Permoskythabfolge im Drauzug

Die lithostratigraphische Gliederung der Permoskythabfolge, die zunächst mangels sedimentpetrographischer Daten Schwierigkeiten bereitete, geht vor allem auf die Untersuchungen von NIEDERMAYR und Mitarbeitern zurück und wurde zuletzt von NIEDERMAYR & SCHERIAU-NIEDERMAYR (1982) in einer zusammenfassenden Arbeit vorgestellt. Diese Gliederung konnte der Verfasser z. T. noch verfeinern (KRAINER 1985, 1987), sodaß die Permoskythabfolge des Drauzuges aus folgenden Einheiten (Formationen) aufgebaut wird (siehe Abb. 1):

Werfener Schichten
Oberer Alpiner Buntsandstein
Unterer Alpiner Buntsandstein
Grödener Schichten
Laaser Schichten

Diese lithologischen Einheiten unterscheiden sich sowohl in ihrer faziellen Entwicklung als auch in ihrer Zusammensetzung recht deutlich voneinander, sodaß eine Unterscheidung bereits im Gelände relativ leicht möglich ist. Im folgenden sollen die Einheiten kurz charakterisiert werden.

LAAS FORMATION

Die über dem Gailtalkristallin bzw. am Nordrand des Drauzuges (Bereich Stockenboi) über schwach metamorphem Altpaläozoikum der Goldeckgruppe liegende Sedimentabfolge einschließlich der im Westabschnitt des Drauzuges (Kötschach-Lienzer Dolomiten) im oberen Teil auftretenden sauren Vulkanite wird als Laas Formation zusammengefaßt.

Die Mächtigkeit der Laas Fm. ist stark schwankend, generell am Nordrand des Drauzuges (Riedgraben, Tiebelgraben) mit rund 50 m geringmächtiger als am Südrand im Raume Kötschach (bis 150 m) (vgl. NIEDERMAYR & SCHERIAU-NIEDERMAYR 1982, KRAINER 1989). Daraus läßt sich ein genereller Schüttungstrend von N bis NW nach S bis SE ableiten.

* Publiziert im Rahmen der „Kärntner Perm-Gespräche 1987“

Abb. 1: Die lithostratigraphische Gliederung der Permoskythabfolge des Drauzuges mit den wichtigsten faziellen und sedimentpetrographischen Daten (letztere beziehen sich auf die Sandsteine der einzelnen Einheiten). GK Gailtalkristallin, A. M. Alpine Muschelkalkformation, * Zusammensetzung der Feldspäte im Westabschnitt des Drauzuges, ** im Ostabschnitt des Drauzuges (Dobratisch-Südseite).

GK	LAAS FM.	GRÖDEN FM.	UNTERE-	OB.ALP.B.FM.	WERFEN F.	AM		
	UNTERROTLEGEND	OBERPERM	S	K	Y	T	H	ANS
	alluviale Schurfächer	alluviale Ebene mit verzweigtem Flußsystem, ephemerale Schüttungen	z.T. Playa-fazies mit Caliche	distales verzweigtes Flußsystem	proximales z.T. marine Melfazies	distales verzweigtes Flußsystem	proximales z.T. marine Melfazies	Evaporite (Regression) flaches, gezeiten-beeinflußtes Schelfmeer, im W größer-klastisch
	Schichtdicke							
	Vulkanismus							
	Lokal distale Schurfächer-Playafazies							
	schlecht-sehr schlecht							
	angular							
	Lithische Arenite (Qz, met. GR)							
	0-97, 7A62, 9A40, 3 0-70, 0A029, 2A40, 8							
	Sanidin In Vulkaniten							
	Kalifeldspäte (Mikroklin) an der Basis selten							
	0-93, 0A65, 9A40, 1 =0, 8A499, 7A40, 5							
	0-93, 1A65, 5A40, 4 0-1, 8A496, 9A41, 3							
	untergeordneter Plag. (Albit)							
	0-89, 2A89, 2A40, 4C60, 1 0-1, 5A494, 1A44, 3C60, 1							
	Kalifeldspäte (Mikroklin) sehr selten Plagiokl. (Albit)							
	0-87, 0A412, 7A40, 3 0-2, 7A492, 8A44, 5 Silicite: 0-95, 6A44, 3A40, 1							
	Apetit Zirkon Tumalin Rutil (Granat)							
	apitige Qz u. Fsp-Amesitesteine z.T. karbonatzenent Hämatitbildung							
	0-93, 1A65, 5A40, 4 0-1, 8A496, 9A41, 3							
	0-97, 7A62, 9A40, 3 0-70, 0A029, 2A40, 8							
	0-93, 0A65, 9A40, 1 =0, 8A499, 7A40, 5							
	0-89, 2A89, 2A40, 4C60, 1 0-1, 5A494, 1A44, 3C60, 1							
	0-87, 0A412, 7A40, 3 0-2, 7A492, 8A44, 5 Silicite: 0-95, 6A44, 3A40, 1							
	0-93, 1A65, 5A40, 4 0-1, 8A496, 9A41, 3							
	0-97, 7A62, 9A40, 3 0-70, 0A029, 2A40, 8							
	0-93, 0A65, 9A40, 1 =0, 8A499, 7A40, 5							
	0-89, 2A89, 2A40, 4C60, 1 0-1, 5A494, 1A44, 3C60, 1							
	0-87, 0A412, 7A40, 3 0-2, 7A492, 8A44, 5 Silicite: 0-95, 6A44, 3A40, 1							
	0-93, 1A65, 5A40, 4 0-1, 8A496, 9A41, 3							
	0-97, 7A62, 9A40, 3 0-70, 0A029, 2A40, 8							
	0-93, 0A65, 9A40, 1 =0, 8A499, 7A40, 5							
	0-89, 2A89, 2A40, 4C60, 1 0-1, 5A494, 1A44, 3C60, 1							
	0-87, 0A412, 7A40, 3 0-2, 7A492, 8A44, 5 Silicite: 0-95, 6A44, 3A40, 1							
	0-93, 1A65, 5A40, 4 0-1, 8A496, 9A41, 3							
	0-97, 7A62, 9A40, 3 0-70, 0A029, 2A40, 8							
	0-93, 0A65, 9A40, 1 =0, 8A499, 7A40, 5							
	0-89, 2A89, 2A40, 4C60, 1 0-1, 5A494, 1A44, 3C60, 1							
	0-87, 0A412, 7A40, 3 0-2, 7A492, 8A44, 5 Silicite: 0-95, 6A44, 3A40, 1							
	0-93, 1A65, 5A40, 4 0-1, 8A496, 9A41, 3							
	0-97, 7A62, 9A40, 3 0-70, 0A029, 2A40, 8							
	0-93, 0A65, 9A40, 1 =0, 8A499, 7A40, 5							
	0-89, 2A89, 2A40, 4C60, 1 0-1, 5A494, 1A44, 3C60, 1							
	0-87, 0A412, 7A40, 3 0-2, 7A492, 8A44, 5 Silicite: 0-95, 6A44, 3A40, 1							
	0-93, 1A65, 5A40, 4 0-1, 8A496, 9A41, 3							
	0-97, 7A62, 9A40, 3 0-70, 0A029, 2A40, 8							
	0-93, 0A65, 9A40, 1 =0, 8A499, 7A40, 5							
	0-89, 2A89, 2A40, 4C60, 1 0-1, 5A494, 1A44, 3C60, 1							
	0-87, 0A412, 7A40, 3 0-2, 7A492, 8A44, 5 Silicite: 0-95, 6A44, 3A40, 1							
	0-93, 1A65, 5A40, 4 0-1, 8A496, 9A41, 3							
	0-97, 7A62, 9A40, 3 0-70, 0A029, 2A40, 8							
	0-93, 0A65, 9A40, 1 =0, 8A499, 7A40, 5							
	0-89, 2A89, 2A40, 4C60, 1 0-1, 5A494, 1A44, 3C60, 1							
	0-87, 0A412, 7A40, 3 0-2, 7A492, 8A44, 5 Silicite: 0-95, 6A44, 3A40, 1							
	0-93, 1A65, 5A40, 4 0-1, 8A496, 9A41, 3							
	0-97, 7A62, 9A40, 3 0-70, 0A029, 2A40, 8							
	0-93, 0A65, 9A40, 1 =0, 8A499, 7A40, 5							
	0-89, 2A89, 2A40, 4C60, 1 0-1, 5A494, 1A44, 3C60, 1							
	0-87, 0A412, 7A40, 3 0-2, 7A492, 8A44, 5 Silicite: 0-95, 6A44, 3A40, 1							
	0-93, 1A65, 5A40, 4 0-1, 8A496, 9A41, 3							
	0-97, 7A62, 9A40, 3 0-70, 0A029, 2A40, 8							
	0-93, 0A65, 9A40, 1 =0, 8A499, 7A40, 5							
	0-89, 2A89, 2A40, 4C60, 1 0-1, 5A494, 1A44, 3C60, 1							
	0-87, 0A412, 7A40, 3 0-2, 7A492, 8A44, 5 Silicite: 0-95, 6A44, 3A40, 1							
	0-93, 1A65, 5A40, 4 0-1, 8A496, 9A41, 3							
	0-97, 7A62, 9A40, 3 0-70, 0A029, 2A40, 8							
	0-93, 0A65, 9A40, 1 =0, 8A499, 7A40, 5							
	0-89, 2A89, 2A40, 4C60, 1 0-1, 5A494, 1A44, 3C60, 1							
	0-87, 0A412, 7A40, 3 0-2, 7A492, 8A44, 5 Silicite: 0-95, 6A44, 3A40, 1							
	0-93, 1A65, 5A40, 4 0-1, 8A496, 9A41, 3							
	0-97, 7A62, 9A40, 3 0-70, 0A029, 2A40, 8							
	0-93, 0A65, 9A40, 1 =0, 8A499, 7A40, 5							
	0-89, 2A89, 2A40, 4C60, 1 0-1, 5A494, 1A44, 3C60, 1							
	0-87, 0A412, 7A40, 3 0-2, 7A492, 8A44, 5 Silicite: 0-95, 6A44, 3A40, 1							
	0-93, 1A65, 5A40, 4 0-1, 8A496, 9A41, 3							
	0-97, 7A62, 9A40, 3 0-70, 0A029, 2A40, 8							
	0-93, 0A65, 9A40, 1 =0, 8A499, 7A40, 5							
	0-89, 2A89, 2A40, 4C60, 1 0-1, 5A494, 1A44, 3C60, 1							
	0-87, 0A412, 7A40, 3 0-2, 7A492, 8A44, 5 Silicite: 0-95, 6A44, 3A40, 1							
	0-93, 1A65, 5A40, 4 0-1, 8A496, 9A41, 3							
	0-97, 7A62, 9A40, 3 0-70, 0A029, 2A40, 8							
	0-93, 0A65, 9A40, 1 =0, 8A499, 7A40, 5							
	0-89, 2A89, 2A40, 4C60, 1 0-1, 5A494, 1A44, 3C60, 1							
	0-87, 0A412, 7A40, 3 0-2, 7A492, 8A44, 5 Silicite: 0-95, 6A44, 3A40, 1							
	0-93, 1A65, 5A40, 4 0-1, 8A496, 9A41, 3							
	0-97, 7A62, 9A40, 3 0-70, 0A029, 2A40, 8							
	0-93, 0A65, 9A40, 1 =0, 8A499, 7A40, 5							
	0-89, 2A89, 2A40, 4C60, 1 0-1, 5A494, 1A44, 3C60, 1							
	0-87, 0A412, 7A40, 3 0-2, 7A492, 8A44, 5 Silicite: 0-95, 6A44, 3A40, 1							
	0-93, 1A65, 5A40, 4 0-1, 8A496, 9A41, 3							
	0-97, 7A62, 9A40, 3 0-70, 0A029, 2A40, 8							
	0-93, 0A65, 9A40, 1 =0, 8A499, 7A40, 5							
	0-89, 2A89, 2A40, 4C60, 1 0-1, 5A494, 1A44, 3C60, 1							
	0-87, 0A412, 7A40, 3 0-2, 7A492, 8A44, 5 Silicite: 0-95, 6A44, 3A40, 1							
	0-93, 1A65, 5A40, 4 0-1, 8A496, 9A41, 3							
	0-97, 7A62, 9A40, 3 0-70, 0A029, 2A40, 8							
	0-93, 0A65, 9A40, 1 =0, 8A499, 7A40, 5							
	0-89, 2A89, 2A40, 4C60, 1 0-1, 5A494, 1A44, 3C60, 1							
	0-87, 0A412, 7A40, 3 0-2, 7A492, 8A44, 5 Silicite: 0-95, 6A44, 3A40, 1							
	0-93, 1A65, 5A40, 4 0-1, 8A496, 9A41, 3							
	0-97, 7A62, 9A40, 3 0-70, 0A029, 2A40, 8							
	0-93, 0A65, 9A40, 1 =0, 8A499, 7A40, 5							
	0-89, 2A89, 2A40, 4C60, 1 0-1, 5A494, 1A44, 3C60, 1							
	0-87, 0A412, 7A40, 3 0-2, 7A492, 8A44, 5 Silicite: 0-95, 6A44, 3A40, 1							
	0-93, 1A65, 5A40, 4 0-1, 8A496, 9A41, 3							
	0-97, 7A62, 9A40, 3 0-70, 0A029, 2A40, 8							
	0-93, 0A65, 9A40, 1 =0, 8A499, 7A40, 5							
	0-89, 2A89, 2A40, 4C60, 1 0-1, 5A494, 1A44, 3C60, 1							
	0-87, 0A412, 7A40, 3 0-2, 7A492, 8A44, 5 Silicite: 0-95, 6A44, 3A40, 1							
	0-93, 1A65, 5A40, 4 0-1, 8A496, 9A41, 3							
	0-97, 7A62, 9A40, 3 0-70, 0A029, 2A40, 8							
	0-93, 0A65, 9A40, 1 =0, 8A499, 7A40, 5							
	0-89, 2A89, 2A40, 4C60, 1 0-1, 5A494, 1A44, 3C60, 1							
	0-87, 0A412, 7A40, 3 0-2, 7A492, 8A44, 5 Silicite: 0-95, 6A44, 3A40, 1							
	0-93, 1A65, 5A40, 4 0-1, 8A496, 9A41, 3							
	0-97, 7A62, 9A40, 3 0-70, 0A029, 2A40, 8							
	0-93, 0A65, 9A40, 1 =0, 8A499, 7A40, 5							
	0-89, 2A89, 2A40, 4C60, 1 0-1, 5A494, 1A44, 3C60, 1							
	0-87, 0A412, 7A40, 3 0-2, 7A492, 8A44, 5 Silicite: 0-95, 6A44, 3A40, 1							
	0-93, 1A65, 5A40, 4 0-1, 8A496, 9A41, 3							
	0-97, 7A62, 9A40, 3 0-70, 0A029, 2A40, 8							
	0-93, 0A65, 9A40, 1 =0, 8A499, 7A40, 5							
	0-89, 2A89, 2A40, 4C60, 1 0-1, 5A494, 1A44, 3C60, 1							
	0-87, 0A412, 7A40, 3 0-2, 7A492, 8A44, 5 Silicite: 0-95, 6A44, 3A40, 1					</		

Faziell handelt es sich um unreife, rot gefärbte Sedimente, die am Nordrand in einer grobklastischen (konglomeratischen) proximalen Schutt-fächerfazies entwickelt sind. Nördlich Kötschach ist die Laas Fm. teilweise auch feinkörnig ausgebildet mit häufig stark durchwühlten Siltsteinbänken, die auf eine Playafazies hindeuten.

Unterschiedliche Mächtigkeit und fazielle Entwicklung deuten auf ein Relief mit einem Liefer- bzw. Abtragungsgebiet im N bis NW und einem Ablagerungsgebiet bzw. Beckenbereich im S bis SE hin. Dieses Relief ist zumindest teilweise auf synsedimentäre Bruchtektonik zurückzuführen.

Die Sedimente der Laas Fm. sind durchwegs aus Komponenten des unterlagernden Basements (Gaitalkristallin, schwach metamorphes Altpaläozoikum) zusammengesetzt (diverse Glimmerschiefer, Phyllite und Granitgneisgerölle, die erstmals EXNER (1974) beschrieben hat), zeigen einen schlechten Sortierungs- und Rundungsgrad sowie einen relativ hohen Anteil an Matrix. Die Sandsteine sind als lithische Arenite mit einem sehr geringen Feldspatgehalt zu bezeichnen, die Zusammensetzung des Schwermineralspektrums variiert stark und wird vom lokalen Untergrund bestimmt.

Bei dem im Westabschnitt des Drauzuges im oberen Teil der Laas Fm. auftretenden Vulkaniten handelt es sich um bis zu mindestens 80 m mächtige rhyolithische Pyroklastika (diverse Tuffe, z. T. typische Ignimbrite).

Auf Grund der in der basalen Laas Fm. enthaltenen fossilen Flora und der im oberen Teil auftretenden Vulkanite wird die Laas Fm. übereinstimmend in das Unterrotliegend (Autun) eingestuft (siehe ausführliche Darstellung und Diskussion bei NIEDERMAYR & SCHERIAU-NIEDERMAYR 1982, KRÄINER 1989). Die feinkörnige Fazies N Kötschach hat auch weitere Fossilreste geliefert (Abb. 1), die jedoch keine stratigraphischen Aussagen erlauben.

GRÖDEN FORMATION

Die die Laas Fm. überlagernde, durch einen hohen Anteil an vulkanischen Aufarbeitungsprodukten der intrapermischen Vulkanite der Laas Fm. gekennzeichnete Serie haben NIEDERMAYR & SCHERIAU-NIEDERMAYR (1982) als Grödener Schichten bzw. Gröden Fm. neu definiert.

Unter- und Obergrenze der Gröden Fm. sind scharf ausgebildet. Teilweise liegen die Sedimente der Gröden Fm. direkt auf den Vulkaniten der Laas Fm. Wo die Vulkanite fehlen, wird die Grenze durch das scharfe Einsetzen massiver Vulkanitgeröllschüttungen markiert.

Auch die Gröden Fm. ist am Nordrand des Drauzuges geringmächtiger (unter 100 m) als am Südrand (bis 350 m), woraus sich ein ähnlicher Schüttungstrend wie zur Zeit der Sedimentation der Laas Fm. ergibt.

Am Nordrand und im Westen des Drauzuges (S Abfaltersbach) ist die Gröden Fm. durchwegs grobklastisch ausgebildet (hpts. Konglomerate, untergeordnet Sandsteine). Teilweise handelt es sich bei den Sedimenten um schichtflutartige, ephemerale Schüttungen, teilweise um Sedimente eines verzweigten Flußsystems mit diversen Rinnenfüllungen. An der Südseite des Drauzuges (Reißkofel- und Dobratschbasis) sind die Gröden Schichten nicht nur wesentlich mächtiger, sondern gehen auch in eine feinklastische Fazies über, die als Charakteristika u. a. Konkretionen und Lagen von Dolomit und Magnesit beinhaltet. Aus diesen Dolomit- und Magnesitlagen haben NIEDERMAYR et al. (1979) zeitweise marines Milieu (kurzzeitige marine Ingressionen) innerhalb der Gröden Fm. abgeleitet. Der Verfasser konnte jedoch zeigen, daß es sich dabei um kontinentale Ablagerungen in Form distaler fluviatiler und lakustriner Bildungen mit Caliche-Krusten handelt (KRAINER, 1989).

Die Sedimente unterscheiden sich in ihrer Zusammensetzung deutlich von jenen der Laas Fm. Charakteristisch ist der hohe Anteil an vulkanischen Komponenten (Porphy Quarze, diverse vulkanische Gesteinsbruchstücke), der meist vollkommen fehlende Feldspatgehalt, der mäßige Rundungs- und Sortierungsgrad der Sandsteine (lithische Arenite) und relativ hohe Anteil an Matrix.

Da die Gröden Fm. praktisch fossilifer ist, ist ihre zeitliche Einstufung problematisch. NIEDERMAYR & SCHERIAU-NIEDERMAYR (1982) stellen die Gröden Fm. in das Oberrotliegend und nehmen an der Grenze Gröden Fm. – Alpine Buntsandstein Fm. eine Schichtlücke größeren Umfangs an.

Da die unterlagernde Laas Fm. in das Unterrotliegend und der überlagernde Alpine Buntsandstein in das tiefere Skyth zu stellen sind, kommt für die Gröden Fm. als Ablagerungszeitraum nur das Oberrotliegend (Saxon) oder der Zechstein (Thuring) in Frage.

Der Verfasser hat klar herausgearbeitet, daß der deutliche Sedimentationsumschwung an der Grenze Gröden Fm. – Alpine Buntsandstein Fm. durch einen Klimaumschwung zu erklären ist und es für das Vorhandensein einer größeren Schichtlücke keine Hinweise gibt. Hinweise gibt es dagegen für eine größere Schichtlücke an der Grenze Laas Fm. – Gröden Fm. (KRAINER 1985, 1987a, b, 1989), sodaß nach Ansicht des Verfassers die Gröden Fm. zeitlich im wesentlichen in das Oberperm (Thuring) zu stellen ist.

ALPINE BUNTSANDSTEIN FORMATION

Die Untergliederung der früher als „Permoskythsandstein“ zusammengefaßten Sedimentabfolge in die Gröden Fm. und Alpine Buntsandstein Fm. haben erstmals NIEDERMAYR (1975) und NIEDERMAYR et al. (1978), basierend auf sedimentpetrographischen Untersuchungen durchgeführt. Mit dem Einsetzen des Alpenen Buntsandsteins ist ein deutlicher Um-

schwung in der Sedimentation verbunden, der sich sowohl in der Lithofazies als auch in der Zusammensetzung und den Diageneseerscheinungen manifestiert (KRAINER, 1985, 1987a).

Die Sedimente zeigen einen höheren Rundungs- und Sortierungsgrad, einen geringeren Matrixgehalt und sind häufig zementiert (Quarz-, Feldspat-, Karbonatzement). Im Vergleich zu den Sandsteinen der Grödener Schichten ist der Quarzgehalt deutlich höher, der Gehalt an vulkanischen Gesteinsbruchstücken dagegen deutlich geringer. Charakteristisch für die Sandsteine der Alpenen Buntsandstein Formation ist auch die mäßig hohe Feldspatführung. Im Schwermineralspektrum dominiert nun Apatit neben Zirkon, Turmalin und Rutil sowie vereinzelt Granat.

Die fazielle Entwicklung (Lithofaziestypen bzw. strukturelles Inventar) ist wesentlich vielfältiger als im Oberperm, die fluviatilen, gut ausgewaschenen Sedimente sind durchwegs durch fließendes Wasser in einem verzweigten Flußsystem entstanden, was auf ein höheres Wasserangebot sowie eine kontinuierlichere Wasserführung der einzelnen Gerinne schließen läßt. Das Klima muß also zur Zeit der Sedimentation des Alpenen Buntsandsteins zumindest im Hinterland humider gewesen sein als im Oberperm, woraus eine Klimaänderung an der Grenze Gröden Fm. – Alpine Buntsandstein Fm. abgeleitet wird.

Der Alpine Buntsandstein wird im Drauzug aus 2 Unten-grob – Oben-fein – Megasequenzen (Unterer, Oberer Alpiner Buntsandstein) aufgebaut.

Unterer und Oberer Alpiner Buntsandstein beginnen jeweils an der Basis mit grobklastischen, quarzreichen Sedimenten eines verzweigten Flußsystems, die nach oben zunehmend feinkörniger werden und häufig in eine marine, klastische Wattfazies, vereinzelt mit Anzeichen einer Küsten-sabkha überleiten.

Die Sandsteine der marinen Fazies sind durch einen höheren texturellen Reifegrad (besser sortiert und gerundet), durch einen höheren Feldspatgehalt und stärkere Zementation gekennzeichnet (Details siehe KRAINER 1985, 1987a, NIEDERMAYR 1985).

An Fossilien sind aus dem Alpenen Buntsandstein Pflanzenreste (VAN AMEROM et al. 1976b) und Sporen bekannt (z. B. Simmerlacher Klamm, MOSTLER, 1972), vereinzelt konnten in der marinen Fazies fragliche Muschelabdrücke, verbreitet Spurenfossilien (Diplocraterion, Rhizocoralium) nachgewiesen werden (KRAINER, 1987a).

WERFEN FORMATION

Über dem Alpenen Buntsandstein folgen mit einer Transgression die durchwegs in einer flachmarinen Fazies entwickelten Werfener Schichten. Unterschiede in der Fazies und Mächtigkeit innerhalb der Werfener Schichten des Drauzuges sind auf die von SE nach NW fortschreitende

Transgression des Werfener Meeres zurückzuführen. Vielfach zeigen die Werfener Schichten eine Tendenz von unten-grob zu oben-fein, erst im Übergangsbereich zum Anis (Alpine Muschelkalk Formation) macht sich durch verstärkte gröberklastische (sandige) Einschüttung und dem Auftreten von Evaporiten (Gips, Rauhdecken) eine Regression bemerkbar.

Entsprechend dem transgressiven Vordringen des Meeres sind die Werfener Schichten an der Südseite mächtiger (gut 100 m an der Dobratsch-Südseite, max. rund 100 m an der Südseite der Lienzer Dolomiten) als an der Nordseite (30–40 m) und setzen an der Südseite demnach vermutlich auch früher ein, was jedoch paläontologisch nicht nachweisbar ist.

An der Dobratsch-Südseite (Kranzwandgraben) sind die Werfener Schichten am feinkörnigsten und fossilreichsten ausgebildet (vgl. KRAINER, 1985). Es handelt sich um eine Abfolge von meist grünlichgrauen, teilweise rötlichen Tonschiefern und Siltsteinen mit gröberen, höherenergetischen Bänken eingeschaltet (Lumachellen-, Crinoidenschuttlagen, stark karbonatische Sandsteinlagen), die teilweise als Tempestite gedeutet werden und häufig Mikrofossilien führen (Foraminiferen, Echinodermereste, Spirorben, Conodonten, Fischreste).

Aus den Tonschiefern sind Makrofossilien bekannt (*Costatoria cf. costata* u. a.). Im oberen Profilteil kommt es zu einer verstärkten sandigen Einschüttung, das basale Anis ist in Form von grauen, dünngebankten Dolomiten und Tonschiefern mit 3 bis zu über 20 m mächtigen Gipshorizonten ausgebildet, deren S-Isotopenwerte ($\sigma^{34}\text{S}_{\text{‰}}(\text{CDT}) + 21.0$ bis $+ 26.9$) auf oberskythisches bis unteranisches Alter hinweisen (ähnlich wie im Lammergraben bei Laas: $+ 22.7$ bis $+ 27.7$, vgl. STREHL et al. 1980).

Weiter im Westen (Lienzer Dolomiten, z. B. Mensalwald) sind an der Südseite des Drauzuges die Werfener Schichten an der Basis in einer grobklastischen Gezeitenfazies (hpts. schräggeschichtete Sandsteine mit Megarippeln, Kleinrippeln, bimodale Schrägschichtung, Lebensspuren) entwickelt, die nach oben zunächst in eine Wechsellagerung von schräggeschichteten Sandsteinen und siltig-tonigen, häufig bioturbaten Zwischenlagen und schließlich in eine tonig-siltige Abfolge mit eingeschalteten karbonatischen Sandsteinbänken übergeht.

Den Übergangsbereich in das Anis bilden auch hier Evaporite.

An Fossilien konnten innerhalb der grobklastischen Fazies nur an der Basis an verschiedenen Stellen schlecht erhaltene Pflanzenreste gefunden werden (vgl. KRAINER, 1987a).

Die Werfener Schichten an der Nordseite des Drauzuges (Riedgraben, Simmerlach) sind aus grünlich-bräunlichen und rötlichen Tonschiefern-Siltsteinen mit eingeschalteten, teilweise rippelgeschichteten Sandsteinbänken aufgebaut. Bezüglich ihrer textuellen Merkmale unterscheiden sich die Sandsteine kaum von jenen des Alpenen Buntsandsteins, zeigen

jedoch einen etwas höheren Feldspatgehalt und höheren Glimmergehalt. Während im Riedgraben Karbonatzement selten ist und Karbonatbänke erst im Übergangsbereich zum Anis auftreten, finden sich klastisch beeinflusste, biogenführende Karbonatbänke (Foraminiferen, Ostrakoden, Echinodermerreste, Kleingastropoden) im Profil der Simmerlacher Klamm schon im tieferen Teil, wobei die Foraminiferenvergesellschaftung bereits anisischen Charakter zeigt (vgl. KRAINER, 1987a).

Insgesamt ergibt sich für die Werfener Schichten das Bild eines flachen, ausgedehnten, stark klastisch beeinflussten epikontinentalen Schelfmeeres mit Gezeitenbeeinflussung, wobei die artenarme aber individuenreiche Fauna auf normale Salinitätsverhältnisse in einem Extrembiotop hinweist.

SCHLUSSBEMERKUNGEN

Mit dem Einsetzen der Laas Fm. im untersten Unterperm (unteres Autun) setzt im Drauzug das an die variszische Orogenese anschließende Molassestadium ein. Starke Bruchtektonik, ausgelöst durch die Ostdrift der europäischen Platte und Westdrift der afrikanischen Platte und der damit verbundenen Scherbeanspruchung in weiten Teilen Mittel- und Westeuropas (ARTHAUD & MATTE, 1977) führten im Oberkarbon und Unterperm zur Herausbildung intermontaner Tröge und Senken, die mit dem Abtragungsschutt der variszischen Gebirge aufgefüllt wurden. Die Richtung dieser intermontanen Tröge wird dabei vom damals herrschenden Streßfeld sowie von alten, neu aktivierten Strukturen kontrolliert, wobei in Mitteleuropa folgende Richtungen vorherrschend sind: NW–SE und NE–SW bis E–W (z. B. FALKE 1974, LORENZ & NICHOLLS 1976, SCHWAB 1977, LÜTZNER 1981, 1987) bzw. in den Südalpen NE–SW und z. T. WNW–ESE-Richtungen (VENTURINI 1982, WÖPFNER 1984).

Der sowohl innerhalb der Laas Fm. als auch innerhalb der Gröden Fm. auf Grund der Fazies- und Mächtigkeitsverteilung ableitbare, ungefähr von NW nach SE gerichtete Schüttungstrend fügt sich gut in das Gesamtbild, doch muß dies nicht unbedingt der Trogrichtung entsprechen.

Ausgehend von den Schüttungs- bzw. Trogrichtungen im Oberkarbon der Karnischen Alpen (WNW–ESE, VENTURINI, 1982) und Stangalmkarbon (ungefähr W–E, KRAINER, 1989) und der Nördlichen Kalkalpen (ungefähr W–E-verlaufende oberpermische Haselgebirgsbecken) ist auch für das Perm des Drauzuges ein W–E-gerichteter Trog nicht auszuschließen, sofern keine späteren tektonischen Rotationen stattgefunden haben.

Die unterpermische Bruchtektonik („saalische Bewegungen“) war auch im Drauzug von einem rhyolithischen Vulkanismus begleitet. Der Höhepunkt der stellenweise schon im Oberkarbon einsetzenden vulkanischen Tätigkeit war in Mitteleuropa im höheren Unterrotliegend und endete recht plötzlich an der Autun-Saxon-Grenze, nur an wenigen Stellen reichen die Vulkanite geringfügig über diese Grenze hinauf.

Damit endet auch das an die variszische Orogenese anschließende „Taphrogenesestadium“ bzw. „Hauptmolassestadium“.

Mit dem Einsetzen der Gröden Fm. erfolgt eine deutliche Umstellung und Ausweitung des Sedimentationsraumes, wobei im Drauzug jedoch die Trogrichtung scheinbar unverändert bleibt. Aus dem Geröllbestand der Gröden Fm. geht hervor, daß riesige Mengen an unterpermischen Vulkaniten aufgearbeitet wurden, was auf vorangehende Bruchtektonik, Heraushebung und Abtragung einzelner Schollen und somit auf größere Schichtlücken zwischen Laas Fm. und Gröden Fm. schließen läßt.

Schichtlücken treten zu dieser Zeit in Mitteleuropa verbreitet auf und markieren vermutlich beginnende Riftprozesse im N-Atlantik und Tethysbereich. Auch die mächtigen oberpermischen marinen Haselgebirgsvorkommen der Nördlichen Kalkalpen, die vereinzelt mit basischen Vulkaniten vergesellschaftet sind (KIRCHNER, 1977), deuten ebenfalls auf die Herausbildung eines Meeresbeckens mit Anzeichen von beginnenden Riftprozessen.

Diese Riftprozesse, die letztlich zum Zerfall der Pangaea führen, leiten gleichzeitig das Spätmolassestadium ein. Das Relief wird zunehmend eingeebnet, ein Klimaumschwung, der in etwa mit der Perm-Trias-Grenze zusammenfällt, markiert schließlich die Grenze Gröden Fm. – Alpine Buntsandstein Fm. Das Skyth des Drauzuges ist durch drei Unten-grob-/Oben-fein-Megasequenzen charakterisiert (Unterer und Oberer Alpiner Buntsandstein, Werfener Schichten), deren Entstehung auf Trans- und Regressionereignisse zurückzuführen ist. Eine Korrelation mit den Trans- und Regressionereignissen innerhalb des südalpinen Skyth (südalpine Werfener Schichten) ist möglich (BRANDNER et al. 1984, 1986, KRAINER 1985, 1987a).

Das regressive Ereignis an der Grenze Unterer-Oberer Alpiner Buntsandstein, im Profil der Simmerlacher Klamm durch Sporen zeitlich einigermaßen fixiert, entspricht dabei ungefähr dem regressiven Campill-Event in den Südalpen, das transgressive Einsetzen der Werfen Fm. läßt sich mit der Val Badia Transgression der Südalpen korrelieren. Auch die Regression am Top der Werfener Schichten, im Skyth-Anis-Grenzbereich, ist sowohl in den Südalpen (evaporitisches San Lucano Member) als auch in den Nördlichen Kalkalpen (Reichenhaller Rauhwacken) nachweisbar. Als Ursache für diese trans- und regressive Abfolge innerhalb des Skyth (überhaupt innerhalb der gesamten Trias) werden durch plattentektonische Prozesse ausgelöste eustatische Meeresspiegelschwankungen in Betracht gezogen (BRANDNER 1984, KRAINER 1987a).

Abschließend soll noch darauf hingewiesen werden, daß eine Reihe von Problemen nach wie vor nicht oder nur unbefriedigend gelöst sind. So wird die sedimentologische Bearbeitung weiterer Profile eine genauere und bessere paläogeographische Rekonstruktion ermöglichen als es bisher der Fall ist.

Die unterpermischen Vulkanite wurden bisher petrographisch ebenfalls nicht oder nur randlich bearbeitet, wichtig erscheint dem Verfasser vor allem eine radiometrische Altersdatierung dieser Vulkanite.

Betrachtet man die Rotliegendebetten Mitteleuropas mit ihrer auffallend ähnlichen faziellen Entwicklung, aus deren feinkörnigen Abfolgen eine Reihe von z. T. biostratigraphisch verwertbaren Fossilien bekannt sind (vgl. z. B. LÜTZNER, 1987), so besteht nach Ansicht des Verfassers vor allem in der feinklastischen Fazies der Laas und Gröden Fm. die berechnete Hoffnung, durch systematische und gezielte Aufsammlungen ebenfalls Fossilreste wie z. B. weitere Pflanzenreste, Tetrapodenfährten, Conchostraken, Insektenreste u. a. zu finden und damit diese Serien stratigraphisch besser in den Griff zu bekommen.

LITERATUR

- ARTHAUD, F., & P. MATTE (1977): Late Paleozoic strike-slip faulting in Southern Europe and Northern Africa: Result of a right lateral shear zone between the Appalachians and the Urals. – *Geol. Soc. Am. Bull.* 88:1305–1320.
- BRANDNER, R. (1984): Meeresspiegelschwankungen und Tektonik in der Trias der NW-Tethys. – *Jb. Geol. B.-A.* 126/4:435–475.
- BRANDNER, R., D. A. DONOFRIO, K. KRÄINER, H. MOSTLER, W. RESCH & V. STINGL (1984): Correlation of transregional and regression events in the Lower Triassic of the Northern and Southern Alps (Buntsandstein-, Servino-, Werfen-Formation). 5th European regional meeting of sedimentology (IAS), Marseille, April 1984, poster presentation, abstract (2 p).
- BRANDNER, R., D. A. DONOFRIO, K. KRÄINER, H. MOSTLER, N. A. NAZAROW, W. RESCH, V. STINGL & H. WEISSERT (1986): Events at the Permian-Triassic boundary in the Southern and Northern Alps. – In: *Field Conference on Permian and Permian-Triassic boundary in the South-Alpine segment of the western Tethys, and additional reports*, p. 15–16 (abstract), Brescia.
- EXNER, Ch. (1974): Granitgerölle im Permo-Skyth-Sandstein des Drauzuges bei Stockenboi (Kärnten). – *Verh. Geol. B.-A.*, Jg. 1974/1:131–137.
- FALKE, H. (1974): Die Unterschiede in den Sedimentationsvorgängen zwischen dem Autunien und Saxonien von Mittel- und Westeuropa. – *Geol. Rdsch.* 63:819–849.
- FRITZ, A., & M. BOERSMA (1987): Fundberichte über Pflanzenfossilien aus Kärnten 1987, Beitrag 16: Kötschach, Gailtaler Alpen (Unterperm). – *Carinthia II*, 177./97.:395–407, Klagenfurt.
- KIRCHNER, E. Ch. (1977): Vorläufige Mitteilung über eine Pumpellyitführende Kissenlava von Wienern am Grundlsee, Stmk. – *Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck*, 7, H. 2:1–2.
- KRÄINER, K. (1985): Zur Sedimentologie des Alpenen Buntsandsteins und der Werfener Schichten (Skyth) Kärntens. – *Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck*, 14, H. 2:21–81.
- (1987a): Zusammensetzung und fazielle Entwicklung des Alpenen Buntsandsteins und der Werfener Schichten im westlichen Drauzug (Kärnten/Osttirol). – *Jb. Geol. B.-A.* 130/1:61–91.
- (1987b): Das Perm der Gurktaler Decke: eine sedimentologische Analyse. – *Carinthia II*, 177./97.:49–92.
- (1989): Fazielle und sedimentpetrographische Untersuchungen im Perm des Drauzuges. – *Mitt. österr. geol. Ges.* (in Druck).

- (1989): Die fazielle Entwicklung der Oberkarbonsedimente (Stangnock-Formation) am NW-Rand der Gurktaler Decke. – *Carinthia* II, 179./99. (in diesem Band Seite 563–601).
- KRAINER, K., & Ch. SPÖTL (1989): Controlling parameters on detrital and authigenic feldspars in Permian and Lower Triassic sandstones, Eastern Alps (Austria). – *Sedimentary Geology* (in Druck).
- MOSTLER, H. (1972): Die permoskythische Transgressions-Serie der Gailtaler Alpen. – *Verh. Geol. B.-A.* 1972:143–149.
- KURAT, G., G. NIEDERMAYR, J. KORKISCH & R. SEEMANN (1974): Zur Geochemie der postvariszischen Basis-Serien im westlichen Drauzug, Kärnten–Osttirol. – *Carinthia* II, 164./84.:87–98, Klagenfurt.
- LORENZ, V., & I. A. NICHOLLS (1976): The Permocarboneous basin and range province of Europe. An application of plate tectonics. – In: FALKE, H. (Ed.): *The Continental Permian in Central, West and South Europe*, 313–339, Dordrecht: D. Reidel.
- LÜTZNER, H. (1981): Sedimentation der variszischen Molasse im Thüringer Wald. – *Schriftenr. geol. Wiss.* 17:1–217.
- (1987): Sedimentary and Volcanic Rotliegendes of the Saale Depression (Symposium on Rotliegendes in Central Europe, Erfurt, May 1987). – *Academy of Sciences of the GDR, Central Institute for Physics of the Earth, Potsdam*, 197 S. (Excursion Guidebook).
- NIEDERMAYR, G. (1975): Gedanken zur lithofaziellen Gliederung der postvariszischen Transgressions-Serie der westlichen Gailtaler Alpen, Österreich. – *Mitt. Geol. Ges. Wien* 66/67, 1973/1974:105–126.
- (1985): Fluvial Braidplain Passing into an Intertidal Belt at the Margin of the Tethys Sea in the Alpine Buntsandstein of the Drauzug in Carinthia and Eastern Tyrol (Austria). – In: MADER, D. (Ed.): *Aspects of fluvial sedimentation in the Lower Triassic Buntsandstein of Europe*. *Lecture Notes in Earth Sciences* 4:487–496, Berlin: Springer.
- (1985b): Die postvariszische Transgressionsabfolge des Drauzuges. – *Exkursionsführer zur Arbeitstagung der Geol. B.-A. 1985 in Körschach-Mauthen, Gailtal*, 23–28, Wien.
- NIEDERMAYR, G., & E. SCHERIAU-NIEDERMAYR (1973): Vorläufiger Bericht über die durch neue Pflanzenfunde belegte, postvariszische Transgressions-Serie aus dem Raum Körschach in den Gailtaler Alpen, Kärnten. – *Ann. Naturhist. Mus. Wien* 77:115–123.
- (1982): Zur Nomenklatur, Seriengliederung und Lithofazies der permo-skythischen Basisschichten des westlichen Drauzuges. – *Verh. Geol. B.-A.*, Jg. 1982/2:33–51.
- NIEDERMAYR, G., R. SEEMANN & E. SCHERIAU-NIEDERMAYR (1978): Die Perm-Trias-Grenze im westlichen Drauzug, Kärnten–Osttirol. – *Ann. Naturhist. Mus. Wien* 81:1–17.
- NIEDERMAYR, G., E. SCHERIAU-NIEDERMAYR & A. BERAN (1979): Diagenetisch gebildeter Magnesit und Dolomit in den Grödener Schichten des Dobratsch, Kärnten, Österreich. – *Geol. Rdsch.* 68:979–995.
- NIEDERMAYR, G., E. SCHERIAU-NIEDERMAYR & R. SEEMANN (1980): Magnesit in der Untertrias des westlichen Drauzuges, Kärnten–Osttirol. – *Carinthia* II, 170./90.:91–102, Klagenfurt.
- NIEDERMAYR, G., E. SCHERIAU-NIEDERMAYR, A. BERAN & R. SEEMANN (1981): Magnesit im Perm und Skyth der Ostalpen und seine petrogenetische Bedeutung. – *Verh. Geol. B.-A.*, Jg. 1981:109–131.
- NIEDERMAYR, G., J. MULLIS, E. NIEDERMAYR & J. M. SCHRAMM (1984): Zur Anchimeta-morphose permo-skythischer Sedimentgesteine im westlichen Drauzug, Kärnten–Osttirol (Österreich). – *Geol. Rdsch.* 73:207–221.
- SCHWAB, M. (1977): Zur paläotektonischen Entwicklung des Halleschen Permosilesgebietes (Nordöstlicher Saaletrog). – *Hall. Jb. f. Geowiss.* 1:69–84.
- STREHL, E., G. NIEDERMAYR, E. SCHERIAU-NIEDERMAYR & E. PAK (1980): Die Gipsvorkommen an der Südseite des Dobratsch (Villacher Alpe), Kärnten. – *Carinthia* II, 170./90.:77–89, Klagenfurt.

- VAN AMEROM, H. W. J., & M. BOERSMA (1974): Vorläufige Untersuchungsergebnisse an älteren und neu aufgesammelten jungpaläozoischen Pflanzenfunden der Ostalpen (Österreich). – *Carinthia* II, 164./84.:9–15, Klagenfurt.
- VAN AMEROM, H. W. J., M. BOERSMA, G. NIEDERMAYR & E. SCHERIAU-NIEDERMAYR (1976): Das permische Alter der „Karbon“-Flora von Kötschach (Kärnten, Österreich). – *Carinthia* II, 166./86.:93–101, Klagenfurt.
- VAN AMEROM, H. W. J., M. BOERSMA & G. NIEDERMAYR (1976b): Notes on the sedimentology and paleobotany of the Werfener Schichten in the western Gailtaler Alps near Kötschach (Carinthia, Austria). – *Geol. en Mijnbouw* 55:218–226.
- (1976c): Bericht über erste Pflanzenfunde aus der Trias-Basis der westlichen Gailtaler Alpen bei Kötschach (Kärnten, Österreich). – *Carinthia* II, 166./86.:103–112, Klagenfurt.
- VENTURINI, C. (1982): Il bacino tardoerocinico di Pramollo (Alpi Carniche): Un'evoluzione regolata della tettonica sinsedimentaria. – *Mem. Soc. Geol. It.* 24:23–42.
- WOPFNER, H. (1984): Permian deposits of the Southern Alps as product of initial alpidic taphrogenesis. – *Geol. Rdsch.* 73:259–277.

Anschrift des Verfassers: Dr. K. KRÄINER, Institut für Geologie und Paläontologie, Innsrain 52 (Bruno SANDER Haus), A-6020 Innsbruck.