

Die Entwicklung der Steinbergkalke (Oberdevon, Grazer Paläozoikum) an ihrer Typuslokalität

Von Manfred F. BUCHROITHNER, Fritz EBNER & Rouben SURENIAN

Mit 3 Abbildungen und 6 Tabellen (im Text)

Eingelangt am 5. Februar 1979

Zusammenfassung

An der Typuslokalität der Steinbergkalke werden 5 Profile hinsichtlich Lithologie, Mikrofazies, Geochemie und Conodonten-Zonen-Mächtigkeiten untersucht. Die stark schwankenden Mächtigkeiten der einzelnen Zonen lassen die Präsentation eines Typusprofils als nicht zweckmäßig erscheinen. In ihren stratigraphisch tieferen Anteilen (bis *triangularis*-Zone) erweisen sich die Steinbergkalke als rücksandsreicher (> 16%). Ihre unterschiedliche Färbung wird als eine Funktion des Fe_2O_3 - bzw. Fe-Gesamtgehaltes erkannt, wobei der Farbumschlag von kalten zu warmen Farbtönen im Bereich von 0,7% Gesamteisen erfolgt. Die Mn-Werte (74–1240 ppm) weisen mit der Mikrofazies (Mikrite) und den pelagischen Faunenelementen (Cephalopoden) auf einen relativ flachen, ruhigen Ablagerungsraum, der sich jedoch unter der durchlichteten Zone befand. Für das generelle Ansteigen der Mn-Werte von der dm/do-Grenze bis in die *crepida*-Zone, ihrer Abnahme bis in die *styriacus*-Zone und dem abermaligen Ansteigen im höchsten Devon werden bathymetrische Veränderungen (Transgression – Regression – Transgression) verantwortlich gemacht, die sich in den östlichen Bereichen der Rannachfazies in Schichtlücken zwischen dem Oberdevon und Unterkarbon dokumentieren.

Summary

At the type locality of the Steinberg Limestone five sections are investigated concerning their lithology, microfacies, geochemistry and the thicknesses of conodont zones. The presentation of a type section appears inappropriate because of the considerable fluctuation of zone thicknesses. The stratigraphically lower parts of the Steinberg Limestone (up to the *triangularis* zone) show relatively higher contents of insoluble residue (> 16%). The varying colours are subject to the content of Fe_2O_3 resp. Fe total. The turn from cold to warm hues falls into the reach of 0,7% Fe total. Mn contents (74–1.240 ppm) combined with microfacies data (micrites) and pelagic faunal elements (cephalopods) indicate a relatively shallow, quiet environment below the euphotic zone. The general increase of Mn contents from the dm/do boundary to the *crepida* zone and the subsequent decrease up to the *styriacus* zone followed by another increase are due to bathymetric changes (transgression – regression – transgression). These changes are also indicated by stratigraphic gaps in the eastern area of the Rannach Facies of the Graz Paleozoic.

I. Einleitung

Die Erforschungsgeschichte der seit ROLLE 1856:241 als Steinbergkalke bezeichneten buntgefärbten Cephalopoden führenden Oberdevon-Flaserkalke in der Rannachfazies des Grazer Paläozoikums bis 1957 ist bei FLÜGEL & ZIEGLER 1957 dargestellt. In letztgenannter Arbeit wird auch anhand conodontenstratigraphischer Untersuchungen nachgewiesen, daß an der Typuslokalität, am Forstkogel N Steinberg bei Graz, das Oberdevon lückenlos vorhanden ist und eine idente Lithofazies auch im Visé auftritt.

NÖSSING 1974 a, b, 1975 zeigte dann, daß sich am Sanzenkogel (westlich von Steinberg) ebenso wie am Eichkogel bei Rein (NÖSSING, EBNER & FLÜGEL 1977) die Steinbergkalke des Oberdevon kontinuierlich in das Unterkarbon (Sanzenkogelschichten) fortsetzen. Diese vollständige do/cu-Entwicklung im Westen der Rannachfazies steht somit im Gegensatz zu Profilen im Osten, wo zwischen Steinbergkalken und Sanzenkogelschichten unterschiedlich große Lücken auftreten (HOSCHKE-MÜHLHEIM unveröff., KODSI 1967, EBNER 1978). Die von einigen Lokalitäten des Grazer Paläozoikums genannten Phosphoritknollen (MEGGENDORFER 1944, HÖLLER 1958) wurden bis zu den Untersuchungen von NÖSSING, der Phosphorite am Sanzenkogel innerhalb der Sanzenkogelschichten fand, stets als Einschaltungen in den Steinbergkalken gedeutet. Mittlerweile zeigte sich aber, daß auch die von MEGGENDORFER 1944 gefundenen Phosphorite von Gratwein/Au ebenso wie die von HÖLLER 1958 aus der Nordwand des Steinbruchs Freilichtbühne am Forstkogel beschriebenen Phosphorite den Sanzenkogelschichten angehören (EBNER 1978, SURENIAN 1977).

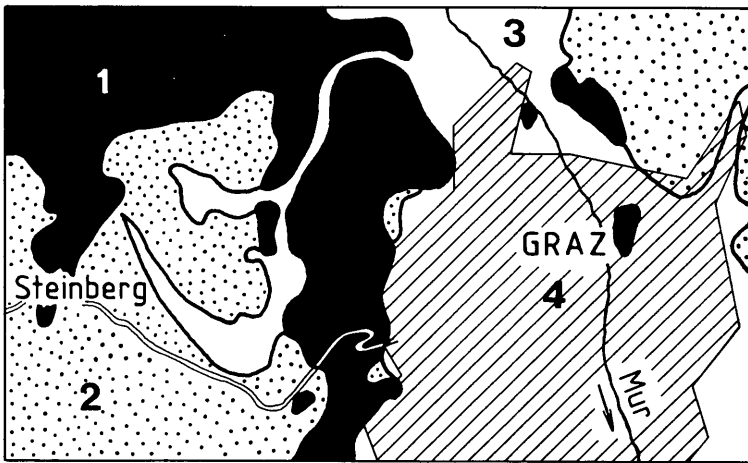


Abb. 1: Die Lage des untersuchten Gebietes. 1 Paläozoikum, 2 Miozän, 3 Quartär, 4 Stadtgebiet von Graz.

In der Rannachfazies scheint die Liegendgrenze der Flaserkalkentwicklung zu den unterlagernden korallenführenden Kanzelkalken heterochron zu sein. So wird beispielsweise einerseits eine den Steinbergkalken vergleichbare Flaserkalkentwicklung des höchsten Mitteldevon im Bereich der Kanzel als Goniatitenbank (F. HERITSCH 1927:224) von den Steinbergkalken abgetrennt (vgl. KHOSROVI SAID 1962, FLAJS 1966, H. W. FLÜGEL 1975), andererseits scheint sich der Fazieswechsel von Korallenkalk (Kanzelkalk) zum pelagischen, cephalopodenführenden Flaserkalk (Steinbergkalk) aber auch im tiefsten do I zu vollziehen (EBNER 1977:37).

PENECKE 1893 und F. HERITSCH 1915 gliederten die Steinbergkalke am Eichkogel bei Rein in eine tiefere Abteilung aus hellen, grauen, hellroten oder ockergelben, dickbankigen Kalken und eine obere Abteilung dunkelfleischroter, dünngeschichteter, tonreicher „Kramenzelkalke“. NÖSSING, EBNER & FLÜGEL 1977 erkannten, daß es sich hierbei um eine inverse Folge handelt. Sie beginnt mit grauen plattigen Kalken des tiefen do I. Darüber folgen bis zur *rhomboidea*-Zone (do II) reichende graurange bis braunrote, stark geflaserte Kalke, die in höheren Anteilen etwas heller und kompakter werden. Ab der *marginifera*-Zone (do II β bis do III α) finden sich hell- bis olivgraue,

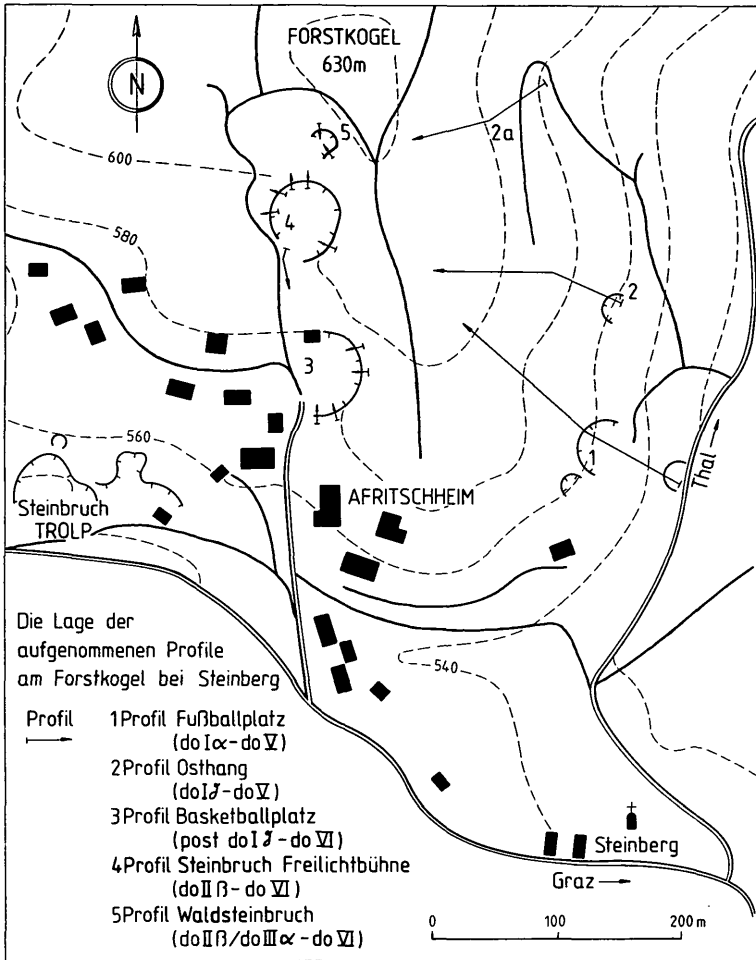


Abb. 2: Die Lage der untersuchten Profile am Forstkogel N Steinberg.

leicht geschieferte Kalke. In der *styriacus*-Zone (do IV/V) werden die Gesteine zum Teil gelborange. Damit ergab sich die Frage, inwieweit auch die Kalke der Typuslokalität lithostratigraphisch gegliedert werden können.

Aufschlußlücken und tektonische Störungen ermöglichen es am Forstkogel bei Steinberg nicht, ein lückenloses Oberdevon-Profil nachzuweisen. Weiters zeigten die Untersuchungen innerhalb der einzelnen Conodontenzonen auf kürzeste Entfernungen beträchtliche Mächtigkeitsschwankungen, die bis zum Ausfall ganzer Zonen führen können (vgl. Tab. 1). Es erscheint uns daher nicht zweckmäßig, die Steinbergkalke in einem Typusprofil zu charakterisieren. Vorliegende Arbeit soll in kurzer, teilweise tabellarischer Form die am Forstkogel aufgenommenen, sich meistens stratigraphisch überlappenden Profile dokumentieren und vor allem auf die großen Mächtigkeitsschwankungen innerhalb der einzelnen Conodontenzonen hinweisen. Eine zonenmäßige Zusammenfassung der in diesen Profilen auftretenden Conodontenfaunen findet sich bei SURENIAN 1978. Anhand geochemischer Daten wird der Ablagerungsraum diskutiert.

STRAT. GLIEDERUNG		CONODONTENZONEN					ZONENMÄCHTIGKEIT IN M						
		1	2	3	4	5							
OBERDEVON	FAMENNE	do VI	Protognathodus-Fauna										
		do V/VI	costatus					>3				?	
		do V	styriacus					>20	>4 (10)	3,5 (2)	3,7 (>5,5; * * >4,5)	2,0	
	FAMENNE	do IV	velifer					3,4	4,5 (>15)	2	3,7	* *	
		do IIIß	marginifera					14	12	3 (6; 3,5)	>3	>2,8	
		do IIIa	rhomboidea					24	7	* (2,5;1,5)			
	FRASNE	Cheloniceras	do IIB	crepida					>0,8	11	*		
			do IIA	triangularis					>1,6	*	>3,5		
		Manticoceras	post	gigas					1,8	>7			
			do Iß	A. triangularis					2,2	(>5)			
			do Iß?	asymmetricus					0,9				
	MITTELDEVON	hermanni cristatus	do Ia	Gesamtmächtigkeit in m					~70	~55	~15	~13	~9

Tab. 1 : Stratigraphische Reichweite und Zonenmächtigkeiten in den aufgenommenen Profilen. Die Werte in der Klammer geben die Zonenmächtigkeiten der im Text erwähnten Parallelprofile an. * : Zone nicht nachgewiesen.
 1 Profil Fußballplatz, 2 Profil Osthang, 3 Profil Basketballplatz, 4 Profil Freilichtbühne, 5 Profil Waldsteinbruch.
 Die Conodontenzonierung folgt ZIEGLER 1971 und HOUSE & ZIEGLER 1977.

Die Untersuchungen wurden im Rahmen des IGCP-Projekts Nr. 5 „Prevariscic and variscic events of the alpine mediterranean mountain belts“ mit Unterstützung des Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung (Projekt 3326) durchgeführt. Für das Interesse, das dieser Arbeit entgegengebracht wurde, sind wir Herrn Prof. Dr. H. W. FLÜGEL, für Diskussionen und praktische Hilfestellungen Herrn Doz. Dr. A. FENNINGER zu Dank verpflichtet.

II. Lage und Beschreibung der Profile am Forstkogel

1. Fußballplatz

Lage: Beim Fußballplatz an der SE Flanke des Forstkogels, zwischen SH 525 und 580 m.
Stratigraphischer Umfang: do I α bis do IV/V (unterste *asymmetricus*- bis *styriacus*-Zone).
Mächtigkeit: ca. 70 m.
Lagerung: aufrecht; 244–300/12–18.

do-STUFEN		CONODONTENZONEN	LITHOLOGIE	F A R B E			MIKROFAZIES	
				GELÄNDEBEFUND	ROCK COLOR CHART	GRUPPE		
CONV. PLATYCL.	do V	<i>styriacus</i> > 20 m	> 50 m cm- bis dm-gebankte Kalke-Flaserkalke	grau bis grünlich-grau	5GY6/1 N/6	A	Pellet- u. biogenführende Mikrite - Mikrospatite < 2% Biogene (Brachiopoda, Echinodermata, Mollusca, Ostracoda) ↑ Styliolina	
	do IV	<i>velifer</i> 3,4 m						
	do III β do III α							
CHEILO CERAS-	do II β	<i>marginifera</i> 14 m		bräunlich bis bläBrot	10R6/6 10R6/2 10YR7/4	B		
		<i>rhomboidea</i> 24 m						
	do II α	<i>crepida</i> > 0,8 m						
7 m Aufschlußlücke								
MANTIOCERAS-	post do I δ	<i>triangularis</i> > 1,6 m	> 6,5 m schlecht gebankte Flaser-Knollenkalke	grau bis bräunlich	5Y7/2 10YR7/4 5GY6/1	A/B		
	do I δ	<i>gigas</i> 1,8 m						
	do I γ	<i>A. triangularis</i> 2,2 m						
	do I (β)?	<i>unt.-ob. asymmetricus</i> > 0,9 m						
	do I α							

Tab. 2: Profil „Fußballplatz“ an der SE-Flanke des Forstkogels (do I α bis do V).

Im Liegenden des Profils treten ca. 50–60 m von der Basis des Profils entfernt, unterhalb der Straße nach Thal, Kalke auf, die eine Conodontenfauna des tiefen do I enthalten. Der primäre Verband dieses Aufschlusses mit dem darüberliegenden Profil kann nur vermutet werden. Mikrofazial sind diese Kalke abweichend ausgebildet: bis in den Handstückbereich wechseln Partien von biogenreichem Mikrit (< 10% Biogene, darunter reichlich Styliolinen) und spartische Bereiche mit Echinodermen, Intraklasten und Pelloiden. Die Grenzen beider Mikrofaziestypen sind meist stylolithisch überprägt.

Die dm/do-Grenze konnte nicht erfaßt werden, sie muß sich im Liegenden der o. g. Kalke befinden.

2. Osthang

Lage: Im Wald am Osthang des Forstkogels, beginnend bei einem aufgelassenen Steinbruch in 560 m SH, ca. 300 m SE des Gipfels, und endend am Weg zum Gipfel des Forstkogels.

Stratigraphischer Umfang: do I γ bis do IV/V (*A. triangularis*- bis *styriacus*-Zone).

Mächtigkeit: ca. 55 m.

Lagerung: aufrecht; 150–245/30–40.

do-STUFEN		CONODONTENZONEN	LITHOLOGIE	F A R B E			MIKROFAZIES
				GELÄNDE-BEFUND	ROCK COLOR CHART	GRUPPE	
PLATYCLIVIA	do V	<i>styriacus</i> > 4 m	> 24,5 m dm-gebante Kalke bis Flaserkalke	hellgrau bis blaßviolett	5RP6/2 N/6	A/B	Pellet- u. biogenf. Mikrosparite < 2% Biogene (Brachiopoda, Echinodermata, Ostracoda, Mollusca, Trilobita)
	do IV	<i>velifer</i> 4,5 m					
	do III β						
	do III α						
CHEILOCERAS	do II β	<i>rhomboidea</i> 7 m	> 21 m dm-gebante Flaser-Knollenkalke	oliv/gelblichbraun	10YR5/4 5Y5/6	B	
	do II α	<i>crepida</i> 11 m					
	Post do I δ	<i>triangularis</i> *					
MANTYOCERAS	do I δ	<i>gigas</i> - <i>A. triangularis</i> > 7 m	> 21 m dm-gebante Flaser-Knollenkalke	oliv/gelblichbraun	10YR5/4 5Y5/6	B	
	do I γ						

Tab. 3: Profil „Osthang“ am E-Hang des Forstkogels (do I δ bis do V). *: Zone nicht nachweisbar.

Zur Kontrolle wurde ca. 100 m östlich des oben dargestellten Osthangprofils ein weiteres, teilweise lückenhaft aufgeschlossenes Profil aufgenommen. In geflaserten Kalcken (Farbgruppe B; siehe S. 79) wurden folgende Zonen mit nachstehend angeführten Mächtigkeiten belegt:

A. triangularis-Zone (> 500 cm), *marginifera*-Zone (> 1500 cm), *styriacus*-Zone (> 1000 cm).

Stratigraphisch tiefere, mächtigkeitsmäßig nicht erfaßbare Profiltile finden sich längs des Forstweges, der westlich der Straße nach Thal Richtung N bis zu einer Höhe von 560 m bergwärts und von hier mit einer Kehre ca. 60 m nach S führt. In massigen bis gebanten, geflaserten Kalcken (Farbgruppe A, B) konnte der Bereich do I α bis do I γ (untere *asymmetricus*- bis *triangularis*-Zone) erkannt werden.

3. Basketballplatz

Lage: In einem Steinbruch am S-Hang des Forstkogels, ca. 75 m N des Afritsch-Kinderheimes.

Stratigraphischer Umfang: post-do I δ bis do V/VI (obere *triangularis*- bis *costatus*-Zone).

Mächtigkeit: ca. 15 m.

Lagerung: invers; 200–228/25–40.

do-STUFEN		CONODONTENZONEN	LITHOLOGIE	F A R B E			MIKROFAZIES
				GELÄNDEBEFUND	ROCK COLOR CHART	GRUPPE	
MOCK.	do VI	<i>costatus</i> > 3 m	> 8,5 m nicht bis leicht geflaserte Kalke	blaßrot bis rötlichbraun	10R6/6 10R5/4 5YR6/1	B	schwach biogenführende (~18) Mikrite - Mikrosparite (Echinodermata, Filamente)
COM.	do V	<i>styriacus</i> 3,5 m (> 1,5 m)					
PLATYCLYN.	do IV do III β do III α	<i>velifer</i> 2 m					
CHEILOCERAS	do II β	<i>marginifera</i> 3 m (4 m)	7 m leicht bis stark geflaserte Kalke	hellbraun	10YR7/4		
		<i>rhomboidea</i> *					
	do II α	<i>crepida</i> *					
MANT.	post do I δ	ob. <i>triangularis</i> > 3,5 m	>				

Tab. 4: Profil in der E-Wand des Steinbruchs „Basketballplatz“ (post do I δ bis do VI). *: Zone nicht nachweisbar, Lagerung invers!

In der S-Wand des Steinbruchs wurde in teilweise geflaserten, 10,5 m mächtigen Kalken (Farbgruppe B) die *rhomboidea*- (250 cm), *marginifera*- (600 cm) und *styriacus*-Zone (200 cm) belegt. Testproben aus der N-Wand des Steinbruchs ergaben eine Zugehörigkeit dieser stark durchbewegten Kalke (Farbgruppe B) zur *costatus*-Zone. Weiters wurde SW des Steinbruchs in einem 5 m mächtigen Profil neben dem Brunnenhaus in leicht bis nicht geflaserten Kalken (Farbgruppe B) der Bereich von *rhomboidea*- (150 cm) bis *marginifera*-Zone (350 cm) nachgewiesen.

4. Steinbruch Freilichtbühne

Lage: Im bewaldeten S-Hang des Forstkogels, ca. 200 m N des Afritsch-Kinderheimes.

Stratigraphischer Umfang: do II β /III α bis do VI (*marginifera*- bis *costatus*-Zone). Teilweise setzen sich die Profile im Unterkarbon bis in das cu II δ (*Gnathodus typicus*-Zone) fort.

Mächtigkeit: Oberdevon bis 13 m; Unterkarbon 8,5 m.

Lagerung: Die Gesteine des Steinbruchs Freilichtbühne gehören einer liegenden Isoklinalfalte an. Bedingt durch die Überfaltung wird in einigen Profilen über der aufrecht gelagerten do/cu-Schichtfolge des Liegendschenkels im Hangendschenkel eine inverse Abfolge angetroffen. 188-225/05-25.

Im nördlichsten Abschnitt des Hohlweges, der in den Steinbruch Freilichtbühne führt, wurden die *styriacus*- (550 m) und südlich davon die *costatus*-Zone (> 900 cm) in cm-gebankten Kalken (Farbgruppe B) angetroffen. Zwischen der Einmündung des Hohlweges in den Steinbruch und dem oben dargestellten Profil in der NW-Ecke des Steinbruchs wurden in der Steinbruch-Westwand *velifer*- (> 180 cm) und *styriacus*-Zone (> 270 cm) in aufrecht gelagerten, dm-gebankten, teilweise geflaserten Kalken (Farbgruppe A, B) nachgewiesen.

In der Steinbruch-Nordwand setzen sich die Profile bis in das Unterkarbon (cu II δ , *Gnathodus typicus*-Zone) fort, wobei infolge Überfaltung ein aufrechter Liegendschenkel und ein invers gelagerter Hangendschenkel auftritt. Im aufrechten Ober-

do-STUFEN		CONODONTENZONEN	LITHOLOGIE	F A R B E			MIKROFAZIES
				GELÄNDE-BEFUND	ROCK COLOR CHART	GRUPPE	
MOCK.	do VI	<i>costatus</i> > 2,5 m	> 12,9 m cm- bis nicht gebankte nicht-leichtgeflaserete Kalke	hell grau- braun	5YR5/2 10YR7/4	B	biogenführender (bis 5%) Mikrit - Mikrosparit Echinodermata, Filamente
GON.	do V	<i>styriacus</i> 3,7 m					
PLATYCLYM.	do IV	<i>velifer</i> 3,7 m					
	do III β						
	do III α						
CHEIL.	do II β	<i>marginifera</i> > 3 m					

Tab. 5: Profil in der NW-Ecke des Steinbruchs „Freilichtbühne“ (do II β bis do VI).

devon-Anteil an der Basis der Steinbruch-Nordwand konnten nur die *marginifera*- (> 600 cm) und die *costatus*-Zone (300 cm) in stark durchbewegten Kalken (Farbgruppe A, B) nachgewiesen werden; *velifer*- und *styriacus*-Zone wurden nicht erfaßt. Ebenso konnte bisher die *Protognathodus*-Fauna trotz einer im do/cu-Grenzbereich in ca. 10-cm-Abständen erfolgten Beprobung nicht nachgewiesen werden. Im Oberdevon des inversen Hangendschenkels wurden im E-Teil der Steinbruch-Nordwand ebenfalls nur *marginifera*- (400 cm) und *costatus*-Zone (100 cm) in gleichfalls tektonisch stark beanspruchten, teilweise geflasernten Kalken (Farbgruppe B) belegt. Dagegen wurde in der SE-Ecke des Steinbruchs in streichender Fortsetzung des Westwandprofils neben der *costatus*- (> 750 cm) auch die *styriacus*-Zone (> 450 cm) in einer aufrechten Folge von leicht geflasernten Kalken (Farbgruppe B) nachgewiesen.

do-cu STUFEN		CONODONTENZONEN	LITHOLOGIE	F A R B E			MIKROFAZIES
				GELÄNDE-BEFUND	ROCK COLOR CHART	GRUPPE	
KARBON	III cu I	<i>ob.Siph.crenulata</i> - <i>G.typicus</i> > 2,5 m x-x-x-x-x-x-x-x-x-x-x-x-x-x-x-x <i>Protognathodus</i> ?	leicht geflaser- te Kalke	hell- bis dunkelgrau	564/1 5B5/1 N/6 5GY4/1	A	Schwach biogenführender (< 1%) Mikrit - Mikrosparit mit undeutlicher Lamination Ostracoda ? Bioturbation
MOCK.	do VI	<i>costatus</i> > 2,4 m	> 8,7 m dm- bis m-gebankte Flaserkalke	hell- bis rötlichgrau	N/6 5YR4/1 5Y4/1 5YR6/1 5G6/1	A/B	
GON.	do V	<i>styriacus</i> 2,0 m					
PLATYCLYM.	do IV	<i>velifer</i> 1,2 m					
	do III β						
	do III α						
CHEIL.	do II β	<i>marginifera</i> > 2,8 m					

Tab. 6: Profil „Waldsteinbruch“ (do II β/III α bis do VI; cu). Lagerung invers!

5. Waldsteinbruch

Lage: Im Forstkogel-S-Hang im Wald, ca. 25 m nördlich des Steinbruchs Freilichtbühne, in ca. 605 m SH.
Stratigraphischer Umfang: do II β /III δ bis do VI (*marginifera*- bis *costatus*-Zone). Das Profil setzt sich im Unterkarbon bis in das cu II δ (*Gnathodus typicus*-Zone) fort.

Mächtigkeit: Oberdevon 870 cm; Unterkarbon 220 cm.

Lagerung: Invers gelagerter Hangendschenkel der liegenden Falte; 180–223/04–32.

Die stratigraphisch tieferen Anteile dieses Profils wurden in der S-Wand des Steinbruchs, die hangenden mit der Karbon-Fauna in der N-Wand aufgenommen. Der Überlappungsbereich beider Profile liegt innerhalb der *costatus*-Zone.

Die *Protognathodus*-Fauna und tiefsten Anteile des Unterkarbons konnten trotz einer durchgehenden Probennahme nicht erfaßt werden. Ihr Fehlen dürfte im Zusammenhang mit einer in diesem Bereich auftretenden Störung stehen. Auf ihr primäres Vorhandensein deutet jedoch eine bei SURENIAN 1978 angeführte Fauna, die von einer Probe aus diesem Störungsbereich stammt, und *Protognathodus*-Elemente neben den Gattungen *Bispathodus* und *Palmatolepis* sowie (?) *Gnathodus*-Fragmenten (? ex gr. *typicus*) enthält. Auch tieferes Unterkarbon konnte in Einzelproben aus dem Waldgelände oberhalb des Steinbruchs gefunden werden.

III. Färbung und Sedimentchemie der Steinbergkalke

Die Steinbergkalke zeigen im Bruch die unterschiedlichsten Farbschattierungen. Diese lassen sich zu zwei großen Farbgruppen (A, B) vereinen, wobei in Gruppe A Gesteine mit grau-grünlichen bis bläulichen (kalten) Farbtönen und in Gruppe B solche mit rötlich-bräunlichen bis gelben (warmen) Farbtönen zusammengefaßt werden.

Gruppe A¹⁾: N5, N6, N8, 5G6/1, 5GY6/1, 5B5/1, 5Y6/1.

Gruppe B¹⁾: 5R6/2, 5R6/6, 5YR4/1, 5YR4/4, 5YR5/2, 5YR6/1, 10YR4/2, 10YR5/4, 10YR6/2, 10YR6/6, 10YR7/4, 5Y4/1, 5Y5/2, 5Y6/4, 5Y7/2, 5RP4/2, 5RP6/2.

Die Ursache für diese beiden Farbgruppen wird meist im unterschiedlichen Gehalt an zwei- bzw. dreiwertigem Eisen gesehen (WELLER 1960, KIESLINGER 1964 u. a.). Eine diesbezügliche Untersuchung der Steinbergkalke zeigte, daß bei Zunahme des Gesamteisens bis etwa 0,7 % ein konstanter Gehalt an FeO zwischen 0,1 und 0,2 % auftritt. Oberhalb dieser Grenze sind stärkere Schwankungen des FeO bis maximal 1,96 % zu verzeichnen. Die Korrelation FeO/Gesamteisen ist mit 0,631 positiv hoch signifikant. Bei dem Gehalt an Fe₂O₃ ist dagegen bei Zunahme des Gesamteisens ein gleichmäßiges Ansteigen des Fe₂O₃-Gehaltes bis 2,92 % festzustellen, wobei auch hier über 0,7 % Gesamteisen stärkere Schwankungen auftreten. Die Korrelation ist 0,902 positiv hoch signifikant.

Der Umschlag von kalten zu warmen Farbtönen (Gruppe A zu B) entspricht etwa einem Wert von 0,7 % Gesamteisen. Beiderseits dieses Punktes kann es in der Größenordnung bis zu 0,15 % durchaus zu Farbabweichungen kommen. Lediglich zwei Proben fallen aus unbekanntem Gründen hinsichtlich ihrer Färbung aus dem oben dargestellten Schema, in dem die Farbgruppe als eine Funktion des Fe₂O₃- bzw. Gesamteisengehaltes dargestellt wird.

Parallel zum Ansteigen des Fe₂O₃-Gehaltes bzw. des Gesamteisens erfolgt auch eine Zunahme des unlöslichen Rückstandes.

Einen guten Überblick über eine eventuelle Gliederungsmöglichkeit der Steinberg-

¹⁾ Farbbezeichnungen nach der Rock Color Chart.

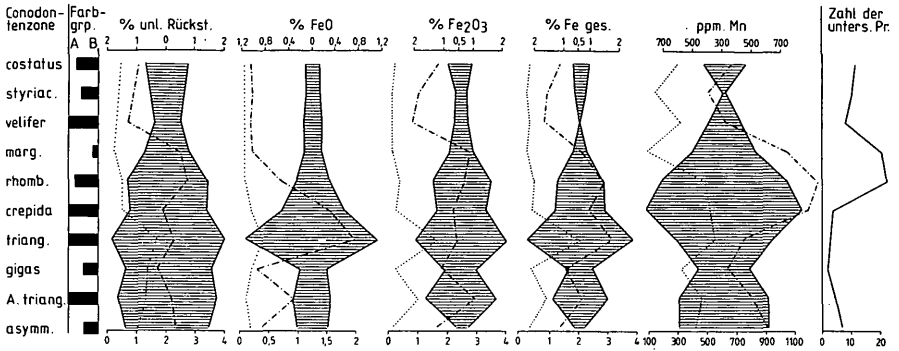


Abb. 3: Farbe, unlöslicher Rückstand und sedimentchemische Daten der Steinbergkalke in den einzelnen Conodontenzonen der Typuslokalität.
 Schraffiert: Mittelwerte. Gepunktet: Minimalwerte. Strichpunktirt: Maximalwerte.

kalke aufgrund ihrer Färbung, Sedimentchemie und des unlöslichen Rückstandes gibt Abb. 3.

Bezüglich der Verteilung der Farbgruppen A und B im Profil zeigen sich im Bereich *asymmetricus*- bis *gigas*-Zone A/B Farbtöne mit Dominanz von B, in der *triangularis*- und *crepida*-Zone ausschließlich B. In der *rhomboidea*- und *marginifera*-Zone nimmt bei A/B-Farbtönen die Gruppe B immer mehr ab, bis in der *velifer*-Zone ausschließlich Farbgruppe A auftritt. Danach (*styriacus*- und *costatus*-Zone) tritt die Farbgruppe B wieder in den Vordergrund. Daß diese Farbabfolge im Profil aber nicht generalisiert werden darf, zeigen z. B. Steinbergkalk-Stiegenplatten im Landesmuseum Joanneum in Graz, wo innerhalb eines Meters Farbübergänge von Grau (A) bis zu Gelbbraun (B) erfolgen!

Besser als die Färbung scheint für eine Gliederung der unlösliche Rückstand geeignet zu sein, da sich gezeigt hat, daß höhere Rückstandswerte nicht ausschließlich an die Farbgruppe B und die niedrigere Farbgruppe A gebunden sind. Hinsichtlich des Rückstandes läßt sich ein rückstandsreicher (> 14 %) Anteil (*asymmetricus*- bis *rhomboidea*-Zone) von einem rückstandsärmeren Hangenteil (< 8%; *marginifera*-Zone bis *costatus*-Zone) abtrennen, wobei im Hangenteil vom Minimum in der *velifer*-Zone weg wieder eine Zunahme des Rückstandes beobachtet werden kann.

Eng verbunden mit dem Rückstandsgehalt ist auch das lithologische Erscheinungsbild der Kalke. Dem rückstandsreichen Abschnitt entsprechen stark geflaserte bis knollige Kalke mit zum Teil schlechter Bankung, die darüber folgenden rückstandsärmeren Partien sind nicht oder nur teilweise geflasert (Zunahme der Flaserung gegen das Hangende) und gut gebankt.

Eine Gliederung der Steinbergkalke aufgrund dieser Kriterien scheint jedoch zur Zeit nicht ratsam, da ihre regionale Beständigkeit noch nicht erwiesen ist. Möglicherweise kommt es in Bereichen lückenloser und lückenhafter Steinbergkalkentwicklungen bezüglich Rückstandsgehalt, Flaserung und Bankung zu divergierenden Ausbildungen. Darauf deutet beispielsweise das Auftreten der dunkelroten „Kramenzelkalke“ in den vollständigen Abfolgen am Steinberg wie auch am Eichkogel (NOSSING, EBNER & FLUGEL 1977) und ihr teilweises Fehlen in zeitgleichen lückenhaften Profilen (z. B. im Bereich des Hartbauern südlich Gratkorn).

Der Mn-Gehalt schwankt bei einem Durchschnittswert von 500 ppm zwischen 75 und 1240 ppm (Abb. 3). Gründe für die möglichen Ursachen dieser Schwankungen werden auf S. 82 diskutiert.

IV. Interpretation des Ablagerungsraums

Im dm/do-Grenzbereich der Rannachfazies stellt sich das Environment von einem flachen Sublitoral mit Crinoidenrasen, Algen, Brachiopodenschillbänken und Stromatoporen-Biostromen (FLÜGEL 1972, 1977, FENNINGER & HOLZER 1978) zu einer an Conodonten und Cephalopoden reichen Fazies um. In der Lithologie dokumentiert sich dieser Wechsel durch einen Übergang von den meist massigen, hellen Kanzelkalken zu den bunten, geflaserten Steinbergkalken. Lithologie, Mikrofazies und Faunencharakter (Ausnahme: Tentakuliten, nur im do I) der Steinbergkalke überschreiten örtlich unverändert die Devon/Karbon-Grenze (NÖSSING 1974 a, b, 1975) und setzen sich in den Sanzenkogelschichten bis in das tiefe Namur fort (EBNER 1978).

In den Schlifften präsentieren sich die Steinbergkalke meist als Mikrite bis Mikrosparte (mudsupported nach DUNHAM 1962; Energieindex I/2 nach PLUMLEY et al. 1962) mit maximal bis zu 5% pelagischen Biogenkomponenten und partienweiser bioturbater Verwühlung. Dadurch wurde die selten erkennbare primäre Feinschichtung zerstört. Biogenreichere Partien treten nur in stratigraphisch tiefen Anteilen (*asymmetricus*-Zone) in Form lokaler Crinoidenschuttanreicherungen auf, die lithologisch jedoch zu den Kanzelkalken überleiten. Fauna, Mikrofazies und der hohe Fe_3^+ -Gehalt (Abb. 3) deuten dabei auf einen unter der durchlichteten Zone und der Wellenbasis liegenden, sauerstoffreichen Stillwasserraum mit Bodenleben hin.

Der durchschnittliche Mangengehalt der Steinbergkalke liegt um 500 ppm, Extremwerte erreichen 75 bzw. 1240 ppm. Da nach Ansicht von BENCINI & TURI 1974 die Mn-Gehalte durch diagenetische Prozesse weitgehend unverändert bleiben, wird dadurch eine grobe Bathymetrie ermöglicht. Übereinstimmend mit rezenten Beobachtungen (z. B. HARTMANN 1964, wo in Tiefs der Ostsee erhöhte Mn-Konzentrationen auftreten) erkennt BUGGISCH 1972 in Schwellensedimenten Mn-Konzentrationen um 500 ppm, die in der Beckenfazies bis auf 10.000 ppm ansteigen. Die Werte für Schwellensedimente entsprechen dabei auch den Angaben von TUCKER 1973 mit Werten um 570 ppm für auf Schwellen gebildete Cephalopodenkalken, während die dazu relativ tiefer liegenden Beckensedimente bedeutend höhere Gehalte (2500–3000 ppm) aufweisen. Dies entspricht auch der Mn-Verteilung im tiefen Oberdevon des Südwest-Harzes (LÜTKE 1976) mit Mn-Werten bis maximal 1200 ppm in Schwellen-Cephalopodenkalken und unter 500 ppm in Flachwassersedimenten. Von der peritidalen Dolomitsandsteinfolge des Grazer Paläozoikums wurden ebenfalls niedrige Mn-Werte bekannt (FENNINGER & HOLZER 1978).

Neben Angaben, die Mn-Werte bis zu einem gewissen Maß für bathymetrische Aussagen geeignet erscheinen lassen, existieren aber auch rezente Untersuchungen im Indischen Ozean (MARCHING 1974), wo unterschiedliche Mn-Konzentrationen in Abhängigkeit zur Entfernung von der Küste auftreten. Bereiche innerhalb der 100-km-Zone zeigen im Mittel 330 ppm, küstenferne jedoch um 3000 ppm.

Überträgt man die bisherigen Erkenntnisse bezüglich Mn-Verteilung auf die Steinbergkalke, so können diese als Bildungen eines relativ flachen Ablagerungsraumes angesehen werden, wobei die Bildungstiefe aufgrund des Faunencharakters jedoch unter der durchlichteten Zone zu suchen ist. Dies entspricht durchaus den Angaben von NÖSSING 1974 b, 1975 für die Sanzenkogelschichten, die örtlich ohne Hiatus über den Steinbergkalken folgen und für die – geschlossen aus dem gemeinsamen Vorkommen von nicht angelösten, flaserigen Cephalopodenkalken und Phosphoritknollen – eine Bildungstiefe zwischen 60 und 300 m postuliert wird.

Die Angabe einer generellen Sedimentationsrate erscheint, abgesehen von den nachgewiesenen großen Mächtigkeitsschwankungen mit dem Ausfall ganzer Conodontenzonen, der auf Omission infolge submariner Strömungen zurückzuführen sein

könnte, auch aufgrund der vielfältigen diagenetischen und postdiagenetischen Beeinflussung nicht angebracht.

Ohne bezüglich des Mn-Gehaltes innerhalb der Steinbergkalke eine Gliederung durchführen zu wollen, zeigen sich jedoch vom Liegenden zum Hangenden klare Trends. Nach annähernder Konstanz bzw. sehr geringer Abnahme des Mn-Gehaltes im tiefen do I sinkt dieser in der *gigas*-Zone merklich ab, was auf eine Verflachung des Ablagerungsraumes hindeutet. Die darauffolgende Zunahme des Mn-Gehaltes bis zur *crepida*-Zone weist auf eine Eintiefung bzw. ein Abrücken von der Küste, eine Entwicklung, die auch mit der Faziesumgestaltung Kanzelkalk/Steinbergkalk vereinbar ist. Ab der *crepida*-Zone ist bei den Mn-Werten die Tendenz einer Abnahme bis in für Flachwasser charakteristische Bereiche unter 500 ppm festzustellen, wobei ab der *styriacus*-Zone eine Umkehr dieses Trends erfolgt, der dann bis in das tiefe Namur anhält (EBNER 1978), wobei im cu III wieder Mn-Werte um 800 ppm erreicht werden (NÖSSING 1974 b). Eine positive Korrelation zwischen Mn-Gehalt und unlöslichem Rückstand ist nicht gegeben.

Gut fügen sich in dieses Bild einer Eintiefung ab der dm/do-Grenze bis in die *crepida*-Zone, einer Regression bis in die *styriacus*-Zone und abermaliger Transgression bis in das tiefe Namur auch die in den östlichen Bereichen der Rannachfazies auftretenden Schichtlücken zwischen dem Oberdevon und Unterkarbon ein. EBNER 1978 führt diese unterschiedlich langen Hiaten (Maximalbereich do II β bis cu II/III) auf ein Trockenfallen der östlichen Bereiche der Rannachfazies zurück. Aus der räumlichen Verbreitung und dem generell nach Osten zunehmenden stratigraphischen Umfang der Lücken läßt sich daraus im Oberdevon eine E-W gerichtete Regression und anschließende entgegengerichtete Transgression rekonstruieren, die sich nun auch in den Mn-Werten der Steinbergkalke des Forstkogels und den Kalken der Sanzenkogelschichten widerspiegeln.

Paläoökologische Modellstudien mit Conodonten liegen derzeit aus dem Oberdevon nur aus der *styriacus*-Zone vor (SANDBERG 1976). Danach entspricht die in der *styriacus*-Zone der Steinbergkalke auftretende Fauna mit Dominanz von *Palmatolepis*, *Polygnathus*, *Bispathodus*, *Spathognathodus* und einigen Vertretern von *Pseudopolygnathus* der *Palmatolepis*-*Bispathodus*-Biofazies, für die eine Ablagerung in „shallow to moderately deep water on the continental shelf“ angenommen wird.

V. Literatur

- BENCINI A. & TURI A. 1974. Mn Distribution in the Mesozoic Carbonate Rocks from Lima Valley, Northern Appennines. – J. sediment. Petrol., 44.
- BUGGISCH W. 1972. Zur Geologie und Geochemie der Kellerwasserkalke und ihrer begleitenden Sedimente (Unteres Oberdevon). – Abh. hess. Landes-Amt Bodenforsch., 62:1–68.
- DUNHAM R. J. 1962. Classification of carbonate rocks according depositional texture. In: Classification of carbonate rocks. – Amer. Assoc. Geol. Mem., 1:108–121.
- EBNER F. 1977. Die Transgression der Folge der Dult (Oberkarbon, Paläozoikum von Graz). – Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark, 107:35–53.
- 1978. Stratigraphie des Karbon der Rannachfazies im Paläozoikum von Graz. – Mitt. österr. geol. Ges., 69/1976:163–196.
- FENNINGER A. & HOLZER H. L. 1978. Die Genese der Dolomitsandstein-Folge des Grazer Paläozoikums. – Mitt. österr. geol. Ges., 69/1976:109–162.

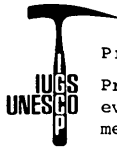
- FLÜGEL H. W. 1960. Geologische Wanderkarte des Grazer Berglandes. – Maßstab 1 : 100.000, Geologische Bundesanstalt, Wien.
- 1972. Das Paläozoikum von Graz. – Exk. Führer 42. Jahresvers. paläont. Ges. 1972:117–140.
 - 1975. Die Geologie des Grazer Berglandes. – Mitt. Abt. Geol. Paläont. Bergb. Landesmus. Joanneum, SH 1:288 S.
 - 1977. Paläogeographie und Tektonik des alpinen Variszikums. – N. Jb. Geol. Paläont. Mh., 1977:659–674.
- FLÜGEL H. & ZIEGLER W. 1957. Die Gliederung des Oberdevons und Unterkarbons am Steinberg westlich von Graz mit Conodonten. – Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark, 87:25–60.
- HARTMANN M. 1964. Zur Geochemie von Mangan und Eisen in der Ostsee. – Meyniana, 14:3–20.
- HERITSCH F. 1917. Untersuchungen zur Geologie des Paläozoikums von Graz II. Die Geologie und Stellung der Schichten mit Heliolites Barrandei in der Umgebung von Graz (mit Ausschluß des Hochlantschgebietes). – Denkschr. Akad. Wiss. Wien, math.-naturwiss. Kl., 94:53–113.
- 1927. Neue Stratigraphie des Paläozoikums von Graz. – Verh. geol. Bundesanst., 1927:223–228.
- HÖLLER H. 1958. Phosphoritknollen im Grazer Paläozoikum. – Mineral. Mitt.-Bl., Abt. Mineral. Landesmus. Joanneum, 1958/1:35–36.
- HOUSE M. & ZIEGLER W. 1977. The Goniaite and Conodont sequences in the early Upper Devonian at Adorf, Germany. – Geologica et Palaeontologica, 11:69–108.
- KHOSROVI SAID A. 1962. Stratigraphische Ergebnisse im Paläozoikum beiderseits des Pailgrabens (Graz-N) mit Hilfe von Conodonten. – Anz. österr. Akad. Wiss. Wien, math.-naturwiss. Kl., 99:80–89.
- KIESLINGER A. 1964. Die nutzbaren Gesteine Salzburgs. – 436 S., Bergland-Buch Verlag, Salzburg.
- KODSI M. G. 1967. Zur Kenntnis der Devon/Karbon-Grenze im Paläozoikum von Graz. – N. Jb. Geol. Paläont. Mh., 1967:415–427.
- LÜTKE F. 1976. Sedimentologische und geochemische Untersuchungen zur Genese der Flinzfazies im Harz (Givet und Oberdevon). – Z. dt. geol. Ges., 127:499–508.
- MARCHING V. 1974. Zur Geochemie rezenter Sedimente des Indischen Ozeans, II. Arabisches Meer, afrikanischer Kontinentalrand und Vergleich mit dem indisch-pakistanischen Kontinentalrand. – „Meteor“-Forschungsergebnisse, C, 18:1–35.
- MEGGENDORFER I. 1944. Das Paläozoikum der Rannachdecke bei Gratwein. – Unveröff. Diss. Univ. Graz, 32 S.
- NÖSSING L. 1974 a. Nachweis des tieferen Unterkarbons im Paläozoikum von Graz. – Anz. österr. Akad. Wiss. Wien, math.-naturwiss. Kl., 111:39–41.
- 1974 b. Beitrag zur Kenntnis des Oberdevons und Unterkarbons des Grazer Paläozoikums. – Unveröff. Diss. Univ. Graz, 103 S.
 - 1975. Die Sanzenkogelschichten (Unterkarbon), eine biostratigraphische Einheit des Grazer Paläozoikums. – Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark, 105:79–92.
- NÖSSING L., EBNER F. & FLÜGEL H. W. 1977. Die Geologie des Eichkogels bei Rein nordwestlich von Graz. – Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark, 107:81–88.
- PLUMLEY W. J., RISLEY G. A., GRAVES R. W. jr. & KALEY M. E. 1962. Energy index for limestone interpretation and classification. In: Classification of carbonate rocks. – Amer. Assoc. Petrol. Geol. Mem., 1:84–107.
- ROLLE F. 1856. Geologische Untersuchungen in dem Theile Steiermarks zwischen Gratz, Obdach, Hohenmauthen–Marburg. – Jb. geol. Reichsanst., 7:219–250.

- SANDBERG C. A. 1976. Conodont biofacies of Late Devonian *Polygnathus styriacus* zone in Western United States. – Spec. Pap. Geol. Assoc. Canada, 15:171–186.
- SURENIAN R. 1977. Biostratigraphie und Sedimentologie der Steinbergkalke (Oberdevon) des Steinberges westlich Graz. – Unveröff. Diss. Univ. Graz, 139 S.
– 1978. Die Conodontenfauna des Steinbergkalkes (Oberdevon, Paläozoikum von Graz). – Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark, 108:121–135.
- TUCKER M. E. 1973. Sedimentology and diagenesis of Devonian pelagic limestones (Cephalopodenkalk) and associated sediments of the Rhenohercynian Geosyncline, West Germany. – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 142:320–350.
- WELLER J. M. 1960. Stratigraphic Principles and Practice. – 725 S., Harper & Row, New York.

Anschrift der Verfasser: Dr. Manfred F. BUCHROITHNER, Universität Graz, Heinrichstraße 26, A-8010 Graz.

Univ.-Doz. Dr. Fritz EBNER, Landesmuseum Joanneum, Abteilung für Geologie, Paläontologie und Bergbau, Raubergasse 10, A-8010 Graz.

Dr. Rouben SURENIAN, Universität Graz, Heinrichstraße 26, A-8010 Graz.



Project

Prevariscic and variscic
events of the alpine
mediterranean mountain belts