

Zur Geologie der Karnischen Alpen.

Von F. Heritsch und R. Schwinner.

(Mit 2 Profilen.)

Die Kenntnis der Karnischen Alpen, die sowohl für die Stratigraphie des Paläozoikums im allgemeinen, als für die Alpengeologie im besonderen von hoher Wichtigkeit ist, hat in den letzten Jahrzehnten beträchtliche Fortschritte gemacht, hauptsächlich — wie es uns eine angenehme Pflicht ist, zu betonen — durch die Bemühung der Herren P. Vinassa de Regny und M. Gortani. Bei der Wichtigkeit des Gegenstandes ist es aber doch nicht überflüssig, kleinere Beobachtungen beizusteuern und Gesichtspunkte hervorzuheben, die vielleicht noch zu berücksichtigen wären. In der Hoffnung, daß auch solche bescheidene Beiträge, ohne Anspruch auf Vollständigkeit und systematische Zusammenstellung, nützlich sein mögen, seien die folgenden Zeilen gewidmet.

I. R. Schwinner. Profile durch die Schuppenzone des Wolayergebietes.

Das Wolayergebiet enthält die reichsten Fossilfundpunkte auf kleinem Raum und hat daher gleich anfangs zu stratigraphischen Studien Anlaß gegeben; allerdings auch, da die ersten Bearbeiter den Schuppenbau verkannten, Anlaß zu beträchtlichem Irrtum. Im folgenden soll an Hand der zwei Hauptprofile, die ausführlich gegeben werden, die über diesen Gegenstand etwas reichlich angewachsene Literatur geordnet, vergleichbar und auch für den Fernerstehenden übersehbar gemacht werden.

A. Das Valentintörl („Törl“, in Spezialkarte 1:75000 und Plan 1:25000, bei den älteren Autoren „Wolayerlörl“ — irrig!) ist die Scharte zwischen Rauchkofel (2460 *m*) und M. Coglians (2702 *m*), über die der Weg von Mauthen durchs Valentintal zur Alpenvereinshütte am Wolayersee führt. Der Südhang des Rauchkofel zeigt eine breite Terrasse, die Rauchkofelböden, an deren talseitigem Rand der Plan die Kote 2238 angibt. Von diesem Punkt führt ein mäßig erhaltener Steig — er ist 1903 für die Exkursion des Internationalen Geologenkongresses angelegt worden — durch einen klammähnlichen Einschnitt hinab gerade auf die tiefste Einsattelung (2138 *m*), das eigentliche Törl, über das der markierte Hüttenweg geht. Südlich folgt ein mehrzackiger Felskopf (2195 *m*), dann eine Scharte, die etwas höher als das nördliche Törl ist, und von dieser steigt zuerst stufig zurücktretend, dann aber in praller Wand der Fels zum Coglians empor. Frech und Geyer empfehlen den Törlkopf auf der Westseite im Schutt zu umgehen. Ihn zu überklettern (für Schwindelfreie leichte Kletterei) ist besser für die Übersicht und wahrscheinlich auch weniger mühsam. Das südliche Törl ist von W über eine schutterfüllte Rinne mühsam, aber ohne Schwierigkeit zu erreichen, aber auch in der ostwärts abfallenden, z. T. begrüneten Rinne, die ja etwas steiler ist und daher einige interessante Aufschlüsse des anstehenden Fels zeigt, wird jemand, der gehen kann, kein Hindernis finden, ganz gleich, wie die Schneeverhältnisse sind. (Geyers Bemerkung, l. c. S. 33, unterschätzt die Bergtüchtigkeit der Herren Kollegen.)

Die ganze Strecke zwischen Rauchkofelböden und Cogliansfuß fallen die Schichten mittelsteil gegen S. Man hat im einzelnen, von N nach S, also von unten nach oben fortschreitend:

- a schwärzlichgraue Tonschiefer und Sandsteine (Rauchkofelböden).
- b graue Massen- und Netzkalke (Rand der Terrasse 2238 und Anfang der Klamm).
- c rote Netzkalke.
- d schwarze Tonschiefer (verquälte Lage von wenigen Metern im unteren Teil der Klamm).
- e rote Flaserkalke und Kalkschiefer.
- f schwarze Tonschiefer (z. T. überrollt, Törlhöhe 2138 m).
- g lichtgrauer, klotziger Kalk (Wand)
- h₁ grauer, geschichteter, z. T. späterer Kalk
- h₂ detto, oft rötlich mit kl. Orthozeren
- i graue, z. T. spätere, z. T. genetzte Kalke, 5 m.
- f₁ brauner Eisenkalk (vgl. Rauchkofelgipfelbau!), 1/2—1 m
- f₂ verquälter und ausgequetschter roter Flaserkalk, 30—35 cm
- l lichtgrauer Krinoidenkalk mit kl. Orthozeren, 2 m (darin in halber Höhe an einer Ecke der Felsrippe Postenstand der österreichischen Linien ausgesprengt).
- m grauer Netzkalk, 10—15 m (Gipfel des Törlkoptes 2195 m).
- n schwarzer Plattenkalk, ockerig anwitternd, 5 m.
- o lichtgraue genetzte Kalke in dezimeterdicken Bänken, 10—15 m.
- p rote Kalkschiefer und dünnplattige flaserige Mergelkalke, stark gestaucht, 15—20 m.
- q dickbankige rote Knollen- und Netzkalke, 20—25 m.
- r weißlichgraue, etwas späthige, genetzte Kalke 1—2 m.

Westseite	Ostseite	Insel in der Ostrinne
s Schutt	schwarze sandigglimmerige Schiefer, 4—5 m; Abschluß eine Rippe Grauwackensandstein, 3—4 m, fast saiger	— Schutt — roter Netz-K, hellgrauer K.
t Schutt	Daran gelehnt, grauer eisenschüssiger Krinoidenkalk mit kl. Orthozeren und Rh. Megaera usw., 2—3 m — (tiefste Scharte) Schutt, einige Meter	— Schutt — roter Netz-K, hellgrauer K.
u schwarze Sch.	schwarze Sch. darin eingeknetet Linsen von grauem ockerigem Netzkalk 20—25 m.	schwarze Sch., verquält, 1/2 m
v brauner knolliger Eisenkalk (wie f ₁).	Schutt	Eisenkalk 2 m
w grauer Netzk., unten dünn oben dick geschichtet	Schutt	grauer Netzk. 4—5 m
x dunkelgrauer Krinoiden K. der Megaera Sch.	Schutt	dunkler Krin. K.
y schwarzer Plattenkalk mit Mergellagen (f ₁ -Fund unterm Judenkopf.)	Schutt	— Schutt —
z hellgrauer Riffkalk, unten gebankt, oben ganz massig; mit Korallen, Brachiopoden = f ₂ .		

B. Seekopfsockel. Dieses berühmte Profil beginnt in der Einsattelung (zirka 1975 *m*) südlich von dem Felskopf 1999 *m* aus rotem Netzkalk (Spitz' Zug II.), an dem die Alpenvereinshütte liegt, und steigt über die Stufen eines mäßig scharfen Gratabsenkers empor, der bei zirka 2200 *m* an die pralle Nordwand des Seekopfes stößt. Beiderseits dieses Grates reichen die Schutthalden bis an den Devonkalk $\frac{3}{4}$ hinauf; doch tauchen im W noch einige anstehende Klippen heraus (Spitz l. c., S. 308), im O ist das von Vinassa de Regny studierte Profil vom Wolayerpaß (1987 *m*) zur Casera Pian das Buses (1891 *m*) die unmittelbare Fortsetzung. Die italienische Stellung ging von der Paßhöhe (1987 *m*, „Corona rossa“) auf den Felskopf *g* und dann über den Profilgrat: daher hinter der Front gebaute Steige, vor ihr ist der Stacheldraht etwas lästig, Kletterkunst ist nirgends erforderlich. (Geyers Bedenken, l. c., S. 21, Anmerkung, etwas übertrieben!)

Auch hier fallen die Schichten isoklinal mittelsteil S, und zwar folgt von N nach S, das ist von unten nach oben:

- | | | | | |
|------------|---|------------------------|-----------------|----------------|
| f | 1. schwarze Tonschiefer zirka 150 <i>m</i> (vom Sattel 1975 <i>m</i>). | | | |
| | 2. weißgrauer glimmeriger Sandstein 5 <i>m</i> . | | | |
| | 3. schwarzer Tonschiefer, 1 <i>m</i> . | | | |
| g | klotzige Wand, grauer Kalk, hellanwitternd | } 20 <i>m</i> . | | |
| h | detto mit Krinoiden (= Megaera-Sch.?) | | | |
| f | schwärzlicher Plattenkalk mit Orthozeren, 1—2 <i>m</i> . | | | |
| m | graue, ockerige, dickbankige Netzkalke, 10 <i>m</i> . | | | |
| p | gelbe und braunrote Mergelschiefer, flaserig und genetzt, 15 <i>m</i> . | | | |
| p \times | grauer Netzkalk, unten dicker gebankt, oben dünn-schichtig, 6 <i>m</i> . | | | |
| q | roter Netzkalk, 25 <i>m</i> . | | | |
| r | grauer Netzkalk, im obern Teil viel Spatadern (tektonisch?), 10 <i>m</i> . | | | |
| | 1. grünschwärzer rostiger Sandst. | } nur auf der Ostseite | } 40 <i>m</i> . | |
| | 2. Quarz-Lydit-Konglomerat | | | } 5 <i>m</i> ; |
| | 3. schwarzgraue sandige Tonschiefer | | | |
| | 4. milde schwarze, gelbbraun anwitternde phyllitische Thonschiefer (in diesen auf der Westseite einzelne Quarz-Konglomerat-Schmitzen) | | | |
| (b)? | überrollt, zirka 5 <i>m</i> . | | | |
| w | blaugrauer, braunanwitternder sandiger Kalkschiefer, 2 <i>m</i> . | | | |
| w \times | roter Kalkschiefer mit Krinoiden und Brachiopoden, 6 <i>m</i> . | | | |
| z | grauer, splittiger, rauher Kalk, zum Teil mit Krinoiden, 3—5 <i>m</i> . | | | |
| h | dunkelgrauer, hie und da rotgefleckter Kalk, 3—4 <i>m</i> . | | | |
| z | lichtgrauer, dickgebankter Kalk (pralle Wand des Seekopfs). | | | |

Die Gesamtmächtigkeit der Schichten *g*—*h* (inkl.) dürfte bei Berücksichtigung der Unsicherheit der Schätzung in beiden Profilen *A* und *B* ziemlich die gleiche, und zwar ungefähr 150 *m* sein.

A. Profil über das Valentin-Törl. (N. » S.)

		Schwinner	Geyer	Frech	Spitz					
δ	Unter Devon	Riff-K. massig	18. Lichte Riff-K.	11. Riff-K.	d Riff-K	Silur-Zug IV.				
		" " gebankt dunkle K. u. M.	17. dunkle Platten K.	10. Platten-K.						
ε	Ober-Silur	<i>Megaera</i> -Sch.	16. Crinoiden K.	Crinoiden K.	br Brachiop. Sch.		Silur-Zug III.			
		graue Netz K. Eisen K.		9b Eisenoolith ⁶⁾	bs bunte Grauw. ¹⁰⁾ n gelbe Netz K. bs bunte Grauw.					
u t s	Karbon (mit Silur-Schuppen)	schw. Sch. mit Netz-K-Linsen ¹⁾ <i>Megaera</i> -Sch. Sandstein schwarze Sch.	15. schw. Ton Sch. ⁴⁾	9a. massige gr.K. 8c. Ton-Sch.	h massige Bank br Brachiop. Sch. 5 Ton-Sch.			Silur-Zug (Schuppe) III.		
		r q p o	Ober Silur	graue Netz K. rote " "	14. graue Netz K. 13 rote Flaster K.				8b. Kramenzel K. rot	n graue Netz K. rote " "
				rote Kalk Sch. graue Netz K.						
n m l	Silur	schw. Platten K. graue Netz K. Crinoiden K. ²⁾	12. dunkle Platten K.	8a. gr. Platten K.	schw. Platten K.				Silur-Zug I	
		f i h	Silur	Eisen K. graue Netz K. " Spath K. ³⁾	11. braune Kruste					8x Roteisenstein
g	Devon			" Massen K.	10. lichte Bank					7. gr. massige K.
j	Karbon	9. sch. Ton Sch.	9. schw. Ton Sch.	6 b. Ton Sch. ⁷⁾ 6 a. Grauwacke	5 Ton Sch.	Zug II				
e	Silur Devon	rote Netz K.	8. rote Netz K.	5 b. Netz K rot u. grau m. <i>Tornoc. inexp.</i> ⁸⁾	n Netz K. d-Fluppen-Blöcke ⁸⁾					
		b	Karbon	schwarze Sch.	? ⁵⁾	5a. Tonsch. Grauw.	5 Ton Sch.			
c	Silur	rote Netz K.	7 rote Flaser K.	4. Netz K. rot u. grau 3. rote Netz K. mit <i>Orth. alticola</i>	n Netz K.	Silur-Zug I				
		b	Devon	graue K.	6. massige gr. K.		2b. gr. Platten K.	h helle Bank		
a	Karbon	schwarze Sch. ³⁾	5. schw. Ton Sch.	2 a. Eisen K. mit ⁹⁾ <i>Orth potens</i>	5 Ton Sch.					

B. Profil am Seekopf-Sockel aufwärts.

Spitz	Vinassa 1908	Vinassa 1914	Geyer	Stache	Schwinner	
d R. K. massig " gebankt	11. Riff K. 11. gebankter K. 10. schwarzer K.	VIII Riff K.	12. Riff K. 11. dunkle zuckerkörn. K.		Riff K. dunkler K.	δ η
ks bunte K. Sch. bs " Grauw. n Netz K. grau ¹¹⁾	9. <i>Megaera</i> -Sch. 8. dolomit. K. ¹²⁾ 7. Netz K. (<i>Tornoc.</i>) ¹³⁾	VII rote K. Sch. VI " sandige "	10. rote Schiefer grüngraue "	8. Stufe d. bunten sandigen K. Sch.	Crinoiden K. rote Kalk-Sch. braune " " ¹⁸⁾	ε ι κ
s Ton-Sch.	6. Sch. u. Sdst. ¹⁴⁾	? ¹⁵⁾	9. Ton Sch. 8. Grauwacke ¹⁶⁾	7. Stufe d. dunkl. Ton Sch. usw.	milde Sch. Sds. Breccie	ξ
n Netz K. grau " " rot	5. gr. M. K. <i>O. potens</i> 7. rötliche N. K. 3. rote Netz K. mit <i>Orth. alticola</i>	V. graue K. IV rote Netz K. III rote dünn- platt. K.	7. gr. dünnsch. K. 6. rote u. graue Netz K. 5. rote K. Sch.	6. Stufe d. roten Sch. u. Netz K.	graue Netz K. rote " " graue " " rote Kalk-Sch.	ν q p p
schw. u. graue Platten u. Netz K.				5. Stufe der weißen und grauen K.	graue Netz K.	m
braune Kr.	2. graue dick- bankige K.		4. Platten K. mit <i>Orth. potens</i> usw. ¹⁷⁾		schw. Platten K. Crinoiden K.	ξ η
helle B.		II helle Bank	3. massige Bank		gr. Massen K.	g
s Ton Sch.	1. braune Ton Sch.	I Sch. u. Grauwacke	2. Breccie usw. 1. Ton Sch.		Sandstein schw. Schiefer	f

An Hand der hier ausführlich wiedergegebenen Profile können wir nun die bisher über dieselben gemachten Angaben zusammenstellen und vergleichen; es handelt sich hauptsächlich um folgende: **A. Seekopf:**

1. Stache G. (an mehreren Stellen, aber zuletzt und am ausführlichsten): Über die Silurbildungen der Ostalpen. Zeitschr. deutsch. geol. Ges., 1884, (36.), 277—378.

3. Geyer G. (in Aufnahmeberichten usw., aber am ausführlichsten in): Führer für die Exkursionen in Österreich. IX. Internat. Geolog. Kongreß, Wien 1903. XI. Exkursion in die Karnischen Alpen. 51 S. — Ergänzung dazu der „Bericht über die Exkursion XI“ in den Comptes rend. des Kongresses, II. fasc., bes. S. 884—886.

4. Vinassa de Regny P. Fauna dei calcari con „*Rhynchonella Megaera*“ del Passo di Volaiia. Boll. Soc. geol. It. vol. 27, 1908, 547—592.

5. Spitz A. Studien in den zentralkarnischen Alpen. Mitt. geol. Ges. Wien, II. 1909, 278—334.

6. Vinassa de Regny P. Die geologischen Verhältnisse am Wolayersee. Verhandl. der k. k. geol. Reichsanst., Wien, 1914, 52—56.

Für Valentintörl vgl. Geyer und Spitz wie oben, außerdem:

Frech Fr. (Hauptwerk.) Die Karnischen Alpen. Halle 1894, bes. S. 224—229.

Von den geologischen Karten hat die von Frech wohl nur mehr historischen Wert; sehr gut zu gebrauchen ist dagegen auch heute noch die von Geyer aufgenommene (Blatt Ober Drauburg—Mauthen der geologischen Spezialkarte 1 : 75.000, Zone 19, Kolonne VIII, 5350, herausgegeben von der k. k. geol. Reichsanstalt, SW-Gruppe, Nr. 71, 2. Lieferung, Wien 1900, mit Erläuterungen, Wien 1901). Man muß nur den Übersetzungsschlüssel haben und die Gegend bereits ein bißchen kennen. Für das Gebiet Plöcken—Wolayeralpe hat Spitz (l. c.) ein Kärtchen 1 : 25.000 gegeben, das ungemein detailliert und genau ist, aber ebenfalls schwierig zu übersetzen. Eine Anleitung dazu soll hier gegeben werden.

Lichtbilder¹⁾ und Zeichnungen finden sich sehr reichlich und gut bei Frech und Geyer (l. c.), außerdem bei

Geyer G. Die Karnische Hauptkette der Südalpen. Geolog. Charakterbilder, 9. Heft, Berlin 1911.

In vorstehenden Tabellen sind die Angaben der genannten sechs Geologen über die betrachteten zwei Profile zusammengestellt, bei jedem mit der von ihm gewählten Bezifferung seines Profils, nach der die ausführliche Beschreibung im Original leicht gefunden werden kann, geordnet und parallelisiert mit meinen detaillierteren Profilen.

Anmerkungen zur Tabelle.

Die kleinen Frakturbuchstaben in der 1. und 14. Spalte sind die Ordnungszahlen meiner Profile (siehe oben). Die 2. Spalte bringt eine Deutung der Stratigraphie und Tektonik, die Pfeile bedeuten normales Fortschreiten in einer Schichtfolge vom älteren zum jüngeren. Die übrigen Spalten bringen die von den betreffenden Autoren publizierten Profile mit ihren eigenen Ordnungsziffern und Buchstaben. Bei Spitz ist seine tektonische Deutung (l. c., S. 305 ff.) eingetragen. Das Profil über Wolayerpaß—Casera Pian das Buses ist unter Vinassa 1908 ohne weiteres in die des Seekopfes eingereiht. Im einzelnen ist noch zu bemerken:

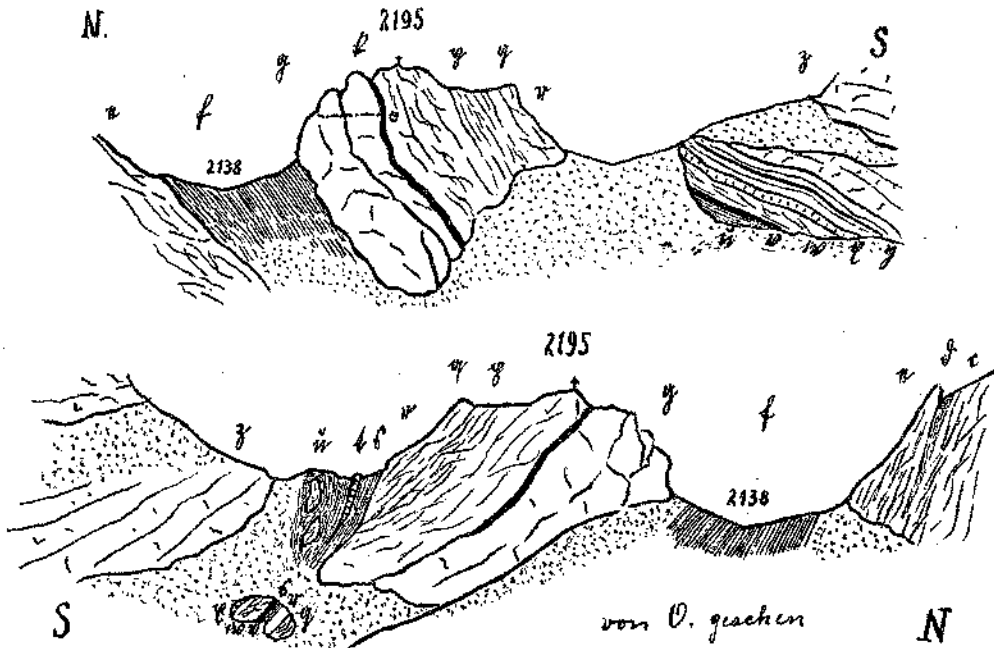
1. Die tektonische Mischzone des südlichen Törls wurde so ins Profil eingetragen, wie sie sich etwa längs der Kammlinie darstellt, mit Ergänzung durch die Aufschlüsse im W. Alles einzutragen, wäre für den Zweck der Tabelle — Vergleichung mit den älteren Profilen — ohne Nutzen.

2. Die tektonische Deutung von Spalte 2 (für Valentintörl) stützt sich neben der Annahme, daß der Eisenkalk zutiefst in der Serie läge,

¹⁾ Eine Ansicht des Seekopfes (als Diapositiv erhältlich) gibt W. Paulcke in „Geologische Lichtbilder, herausgegeben von der geologischen Vereinigung“. Geolog. Rundsch. I. 1910, S. 345, Taf. VI. (Erläuterung allerdings verbesserungsbedürftig.)

hauptsächlich darauf, daß die Krinoidenkalke (h, l) Wiederholung der Megaera-Schichten seien. Sie sind zwar etwas weniger eisenschüssig als t und g, aber im Gestein doch sehr ähnlich; l führt auch dieselben kleinen Orthozeren, die in t fast häufiger als die Brachiopoden sind. (Weitere Fossilauflistung wäre da aussichtsvoll — aber etwas mühsam). Es mag befremden, daß gerade die Megaeraschicht sich so schnell im Profil wiederholt (in Abstand von 10 m), aber es bleibt kein Zweifel, daß man im Profil zurückklettern muß, wenn man von dem Postenstand (Fossilfund!) rechts draußen an der Rippe zur Schicht f kommen will, längs der eine Rinne den Aufstieg zur Scharte N. vom Gipfelblock 2195 vermittelt.

Valentin-Törl — von W gesehen.



3. Ob und in welchem Ausmaß die Zone der Rauchkofelböden Karbon ist, will ich hier offen lassen.

4. Geyer kannte, „daß vielfach Längs- und Querstörungen das Normalmäßige dieses Profils beeinträchtigen“, besonders zwischen südlichen Törl und Valentinkar (Führer, S. 33). Er versuchte ihren Einfluß aber zu eliminieren, und gibt daher hier als normales Profilglied nur die Sandsteine, Grauwacken und Tonschiefer.

5. Aus demselben Grund hat wohl Geyer auch die „zungenförmige Ineinanderquetschung von Schiefeln und Kalken“ in der Klamm oberm Törl (l. c., S. 29) nicht ins Profil aufgenommen. In unsere Darstellung der Schuppen müssen wir diese Schieferzunge natürlich aufnehmen.

6. Frechs „Eisenoolith mit Quarzkörnern“ (l. c., S. 228) ist entweder silurischer Eisenkalk oder ein eisenschüssiger Sandstein des Karbon.

7. Frech schreibt (Karn. Alp., S. 228): „6 b. . . Tonschiefer, in der Mitte eine 2 m mächtige Bank von Kieselschiefer“. Silur-Lydit hat hier

kein zweiter Beobachter anstehend gesehen, wohl aber auf zweiter Lagerstätte, als Kieselschieferbreccie (Spitz, l. c., S. 281), das ist als Karbon!

8. Über die Schichten mit *Tornoceras inexpectatum* und über ihren mutmaßlichen Zusammenhang mit den von Spitz im gleichen Zug entdeckten f_2 -Klippenblöcken ausführlich später (vgl. S. 261).

9. Hier kann ich Frechs Angaben (l. c., S. 225, Nr. 1 und 2 sowie Profil IV, S. 76) mit der Wirklichkeit gar nicht mehr in Einklang bringen. (Vgl. dagegen Spitz, besondere S. 311, Fig. 1.)

10. Spitz' Beschreibung des südlichen Törl (S. 308, Profil und Karte) ist schwer zu deuten. In den unglückseligen Kautschukbegriff „bunte Grauwacken“ scheint Silur (Eisenkalk usw.) und Karbon (Sandstein) hineingestopft zu sein. Die „massige Bank“, die auch hier mit h bezeichnet, aber gar nicht „h.ell“ sondern „durch Eisenoxyd gelbbraun gefärbt ist“ (l. c., S. 291) suche ich in der obersten Linse, die in den Tonschiefer u eingeknetet ist, die nach ihrem Gestein allerdings nicht mit der „hellen Bank“ g (Devon, f_2) übereinstimmt, sondern mit den daneben anstehenden grauen, gelbbraun anwitternden Netzkalken. In der Ostseite des Törls ist diese Linse als Felsköpfl aufgeschlossen, sie reicht aber nicht bis in die Kammlinie hinauf, sondern es legt sich der schwarze Schiefer oben gewölbeförmig darüber. Daß die Brachiopodenbank zweimal vorkommt, stimmt zu meinem Befund und danach habe ich das in der Karte dargestellte Profil eingeordnet. Auf die Einzelheiten der Profile auf S. 308 einzugehen, ist kein Platz, hier ist nur anzumerken, daß ich die Parallelisierung unter ihnen für verfehlt halte.

11. Der graugelbe Netzkalk kommt im Profilgrat nicht vor, aber in der 1. Nase im W desselben beobachtete Spitz (S. 308): (von oben nach unten).

Schiefer	$m_x - w$	} (vgl. Anmerkung 17).
gelbe Netzkalke	$w - b$	
Schiefer	g	
gelbe, rotgelbe Netzkalke	r, q, p, m	

12. Für den „dolomitischen Kalk“, weißlich, kompakt kann ich eigentlich nirgends eine sichere Parallele finden; vorläufig schließe ich ihn den Megaera-Schiefer an.

13. Die rötlichgrauen Netzkalke mit *Tornoceras* können der ganzen Lage nach nur mit w_x oder w parallelisiert werden (vgl. Anmerkung 14 und 17).

14. Die braunen und gelblichen Schiefer und Sandsteine bei Casera Pian des Buses folgen im Hangenden des Netzkalkzuges der Paßhöhe, sind somit Äquivalente des Karbonzuges g . Wenn Heritsch in seinem Referat (Neues Jahrbuch 1915/II, S. 233) dazu anmerkte, „jetzt als Caradoc bestimmt“, so war das darauf gestützt, daß Vinassa 1914 die Karbonzone — als übergreifend — ganz aus dem Schuppenprofil entfernt hatte. Da das nicht zutrifft (vgl. Anmerkung 15 und S. 264) so ist die hier gegebene Gleichstellung wahrscheinlicher.

15. Vinassas Ansicht, daß die Karbonzone g nicht ins Profil gehört, ist später ausführlich zu besprechen (S. 263 ff.).

16. In „rostigen Sandsteinplatten“ der unteren Hälfte der Schichtgruppe β fand Geyer einige jener schlecht erhaltenen Pflanzenstengeln, um die in der karnischen Geologie so viel gestritten worden ist. (Geyer G. Verh. der k. k. geol. Reichsanstalt 1897, S. 247 und 1906, S. 241; Spitz Mitt. Wr. geol. Ges. II 1909, S. 320.) Heute wird man *sine ira et studio* die fraglichen Pflanzenreste für gewöhnliche Kalamiten und als Beleg für Karbon im allgemeinen gelten lassen.

17. In dieser Schicht fand Stache außerdem (Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 1884, S. 337)

Cyphaspis cf. Halli und *cf. Beaumonti*

Pentamerus cf. pelagicus

Rhynchonella Niobe

Atrypa obolina

Diese Faunula deutet auf Obersilur.

18. Die sandigen Schiefer m , die im Seekopfprofil unter den auffälligen roten Kalkschiefern liegen, sind nur angewittert braun, (Geyer nennt sie „gelbgrau oder grünlich“); der unverwitterte Kern der Bänke erinnert etwas an den grauen, gelb anwitternden Netzkalk oder gar an den Eisenkalk. Leider sind heute die tieferen Bänke von m überschüttet und unzugänglich. Durch die Sprengungen ist dieser Teil des Aufschlusses schlechter geworden als vor dem Krieg.

Allgemeinere Bemerkungen zu den Wolayerprofilen.

Die Gesteinstypen des Wolayergebietes können — wie dies die meisten Autoren tun — mit den auch sonst im Paläozoikum vorkommenden Faziesbildungen identifiziert werden, so das Devon mit den Riffkalken von Konjeprus, die Silur-„Netzkalke“ — wie man diese Knollenkalke nennt, wegen der netzförmigen Zeichnung, die an der Oberfläche herauswittert — mit Kramenzelkalken (Frech) usf. Doch ist der auffallend jugendliche Habitus vieler Gesteine hervorzuheben: viele Netzkalke sind ohne weiteres zu vergleichen mit Cephalopodenknollenkalken des alpinen Jura, ja sogar aus der Lage m_x am Seekopf bekommt man Typen, die ebenso gut aus der Scaglia von SW-Tirol stammen könnten, und gewisse devonische Gesteine sind von mesozoischen Riffkalken (Trias, Jura) nicht zu unterscheiden. Ferner, die einzelnen Typen sind in ihrer spezifischen Ausprägung gewiß sehr verschieden, aber es gibt reichlich vermittelnde Zwischenformen; sieht man von einzelnen Sprüngen und Rekurrenzen ab, so kann man im großen die stratigraphische Folge der Schichten ansehen als eine Evolution des Sedimentes, bei der mit der Zeit der Gehalt an Tonerde, Eisen, Kohlenstoff geringer, der Anteil reinen Kalkes dagegen größer wird. Die ältesten Schichten dürften die schwarzen, ockerig überkrusteten, z. T. kalkigen Schiefer mit Trilobiten (am Rauchkofel, siehe Heritsch II) sein. Wahrscheinlich sind auch Spitz' „Tonflaserkalke“ (S. 283, 284) hierher zu rechnen, wenigstens zum Teil. Die nächsthöhere Gruppe sind die „Eisenkalke“, grau bis schwarz, außen tiefbraun anrostend, immerhin doch schon mit entschiedenerer Vorherrschaft des Kalkes. Fauna vorherrschend

Cephalopoden. Anzuschließen dürfte hier ein Teil von Spitz „blauschwarzen Plattenkalken“ (S. 288) sein, wenn schon deren Hauptmasse an die Basis des Devon gehört. Aber die Plattenkalke f vom Seekopfsockel können weder nach Fauna (Anmerkung 17 zur Tabelle) noch nach Lagerung zu f₁ gehören, und ähnliches würde ich von f und n am Valentintörl vermuten sowie von den Plattenkalken im Rauchkofelgipfelbau.¹⁾ Die folgenden „Netzkalke“ sind bereits ziemlich reiner Kalk, mäßiger Fe-Gehalt drückt sich in mehr minder lebhaft roter Färbung aus oder er konzentriert sich (durch Adsorption?) auf die tonigen Flasern und Häute zwischen den Kalknollen; angewittert graugelb, braun genetzt. Den Übergang zum Devon bezeichnet ein Wechsel im Charakter der Fauna und ein Rückschlag in der Entwicklung des Sedimentes. Die Cephalopoden treten zurück; schon in den oberen Netzkalken treten Krinoiden auf. Die Megaera-Schichten sind aber stellenweise reine Krinoidenbreccie, danach sind vorwiegend die Brachiopoden, allerdings sind auch die Orthozeren noch ziemlich reichlich vertreten. Sie sind schwarz bis dunkelgrau und rosten heftig an, sind also wahrscheinlich viel mehr verunreinigt als die liegenden Netzkalke; das dürfte auch noch für die folgenden Schichten der Devonbasis, die f₁-Plattenkalke, schwarz, mit Mergelzwischenlagen, gelten, erst in der Wechsellagerung, mit der diese in die hangenden reinen f₂-Riffkalke übergehen,²⁾ kommt die ursprüngliche Entwicklungstendenz der Sedimentation wieder zum Durchbruch. Die beiden Zonen f und s, grauschwarze Tonschiefer und Sandsteine mit Lydit- und Kieseltrümmerlagen,³⁾ gehören nicht in diese Lokalserie des Altpaläozoikums, sondern sind als Karbon anzusprechen. Zone s, deren tektonische Stellung bedenklicher ist, hat gerade hier Kalamiten geliefert (Anmerkung 16 zur Tabelle); Zone f, aus der hier kein Fund bekannt geworden,⁴⁾ ist das tektonische Äquivalent der Angertalschieferzone, aus der Ost von der Plöcken Karbonfossilien angegeben worden sind.

Die frühere Deutung dieser Schieferzonen als Silur brachte folgende Schwierigkeit mit sich: Was an Altpaläozoikum paläontologisch gesichert ist, sind pelagische, küstenferne Bildungen (selbst für die „Cardiola-Plattenkalke“ und das Caradoc des Uggwa-Grabens möchte ich das

¹⁾ Über diese unteren Plattenkalke, das „Cardiola-Niveau“ Geyers, vgl. Spitz, S. 286.

²⁾ Spitz, S. 289 und Spitz A. Die Gastropoden des karnischen Unterdevon. Beitr. z. Pal. u. Geol. Öst.-Ung. u. d. Orientes. Bd. XX, 1907. 115—190.

³⁾ Die Lydittrümmer sind meist eckig, höchstens kantengerundet; splitteriger und nur auf kürzerem Weg transportiert als die stets gut gerundeten Gangquarzgerölle; denn der Lydit stammt aus dem tieferen Silur der Karnischen Alpen selbst (das also im Karbon bereits teilweise der Erosion anheimfiel), der Quarz aus der Zentralzone. Daher besteht kein grundsätzlicher Unterschied in der Entstehung zwischen „Lyditbreccie“ und „Quarzkonglomerat“.

⁴⁾ Man könnte hier den Quarzglimmerporphyrit anführen, der am Hüttenweg 400 m westlich vom Wolayersee ansteht, weil diese basischen Gesteine in den Karnischen Alpen häufig mit dem Karbon verbunden sind. Aber seine Lagerung ist zu unklar. Wenn Spitz (S. 290) sagt, daß er „innerhalb der Tonschiefer auftritt“, behauptet er eigentlich schon zu viel. Er kommt in einem Terrain vor, wo in spärlichen Aufschlüssen nur Tonschiefer festgestellt sind, aber der Verband mit irgendeinem Nebengestein ist nicht festzustellen.

behaupten) und dazu passen grobklastische Schichten mit Landpflanzen nicht gut. Nunmehr, da dieses störende Element ausgeschieden, ist das Bild unserer Lokalerie einheitlich und wäre leicht als Geschichte eines Meeresraumes zu deuten. Natürlich, mit dem „Gesetz von der Korrelation der Fazies“ allein dürfte man bei der Gliederung der Schichtfolge nicht arbeiten, aber wenn die anderweitig gewonnenen Ergebnisse mit jener Regel übereinstimmen, so ist das eine erfreuliche Bekräftigung.

Zur Gesteinsbeschreibung ist auch noch zu erwähnen, daß die Gesteine des Wolayergebietes tektonisch nicht verändert sind (von Kleinigkeiten abgesehen, vgl. Profil A, p und B, r). Dabei sind alle Gesteine dieser Schichtfolge für tektonische Beanspruchung ungemein empfänglich und gehen leicht in die halbmetamorphe „Bänderkalkfazies“ über. So treffen wir diese in der Zone Mauthneralpe—Moos- und Gamskofel—mittleres Wolayerthal, deren Metamorphose ihren Grund in einer großen Diagonalstörung hat, in einem Ausläufer der Suganerlinie.¹⁾ Die Gesteine des Triassporne, der als Markstein dieser Querstörung in Val Bordinglia so eigenartig eingeklemmt ist,²⁾ sind aber gar nicht so arg verändert. Da ihre Beanspruchung kaum geringer war, als die des an der gleichen Bewegungsbahn gelegenen Paläozoikums, so kann das nur daran liegen, daß letztere leichter umformbar sind.

Was wir von der Entwicklung und Folge der Faunen in unseren Profilen wissen, befriedigt noch gar nicht. Frech hatte das Obersilur, gerade der Wolayerprofile, in sechs durch Leitfossilien gekennzeichnete Zonen gegliedert.³⁾ Sobald man erkannte, daß hier nicht eine einfache Schichtfolge vorliegt, sondern wiederholte Schuppen, war dieser Gliederung die Grundlage entzogen.⁴⁾ Aber auch ohne dem wäre sie durch die weite Vertikalverbreitung vieler sogenannter Zonenfossilien ins Wanken gekommen. So galt *Cardiola interrupta* als Leitfossil einer der tiefsten Zonen des Valentintörlprofils (Nr. 2 bei Geyer).⁵⁾ aber sie geht bis zur Devongrenze hinauf und ist in den Megaera-Schichten anscheinend nicht so selten, denn sie wurde dort schon mehrfach festgestellt.⁶⁾ *Orthoceras potens*, das Leitfossil der Eisenkaike (Nr. 1 bei Geyer),⁷⁾ fand Vinassa

1) Schwinner R. Dinariden und Alpen. Geolog. Rundsch. Bd. VI. 1915, S. 5.

2) Vgl. hierzu die Karte von Geyer, welche die Verhältnisse dieser verwinkelten Gegend recht gut gibt. Die Darstellung von Frech (Karnische Alpen, S. 105—107 mit 3 Figuren) ist hier viel ungenauer.

3) Frech (K. A., S. 223 u. 247): a) Schichten mit *Diplograptus*; b) Zone des *Orthoceras potens*; c) Zone des *Orthoceras alticola*; d) Zone des *Orthoceras Richteri* — irrig ins Devon gestellt — e) Zone des *Tornoceras inexpectatum*; f) Zone des *Rhynchonella Megaera*.

4) Es ist ein beachtenswertes Beispiel für das Beharrungsvermögen einmal festgelegter Gedankengänge, daß Spitz diese selbstverständliche Folgerung aus seinen (richtigen) tektonischen Anschauungen nicht gezogen hat, sondern es für zweckmäßig hielt, an Frechs Zonen festzuhalten (S. 285); nur mit kleinen Verbesserungen (S. 286, 303).

5) Geyer (Führer) S. 28. Spitz S. 286.

6) Scupin H. Das Devon der Ostalpen IV. Zeitschr. deutsch. geol. Ges., 1906, S. 305 (in Aufsammlungen von Spitz), Geyer G. in C. R. IX. Intern. Geol. Kongr. 2. Teil, S. 886 (Fund von W. Paulecke, auch die Exkursion des Geol. Instituts der Universität Graz (Juli 1924) hat sie in den Megaera-Schichten des Valentintörls gefunden.

7) Geyer (Führer), S. 26, Spitz, S. 286.

de Regny in B, v: d. i. im Hangende der „Zone des *Orthoceras alticola*“;¹⁾ und wie zum Ausgleich geht letzteres Zonenfossil — das übrigens auch in den Megaera-Schichten nicht fehlt — hinunter bis in die Eisenkalke.²⁾ Überhaupt ist von den aus den beiden Zonen des *Orthoceras potens* und des *Orthoceras alticola* angegebenen Formen der größere Teil beiden gemeinsam,³⁾ und wenn der faunistische Abstand der „Megaera-Zone“ viel größer ist, so kann man kaum auseinanderhalten, was auf die Rechnung des Altersunterschiedes kommt und was auf die geänderte Fazies zu schieben ist. Vorläufig ist also der Altersunterschied der Glieder unseres Obersilurprofils paläontologisch nicht zu erfassen.⁴⁾

Nach Vinassa de Regny würden die Schichten w und w_x am Seekopf auch aus unserer Obersilurserie herausfallen und ins Caradoc zu stellen sein;⁵⁾ aber der paläontologische Nachweis scheint nicht völlig sicher. Auch ist es merkwürdig, daß diese Schiefer mit *Orthis sp. ind.* gegen W an graue Netzkalke anzuschließen scheinen (Anmerkung 11 und 17 zur Tabelle) und in der östlichen Fortsetzung nur dem Netzkalk mit *Tornoceros sp.* im Wolayerpaßprofil gleichgestellt werden können. In einer vielgeschuppten Zone, wie hier, ist manches möglich, also auch eine ganz vereinzelt Caradocschuppe, aber eine weitere Klärung der hier gegebenen Bedenken (zu denen noch solche tektonischer Art kommen, wäre wünschenswert.

Gut und endgültig begründet ist die Abgrenzung von Silur und Devon ober den Schichten mit *Rhynchonella Megaera*; sie verläuft in einem Komplex von ungefähr gleichbleibender Fazies, und daher muß einem Wechsel der Formen in einer Tiergesellschaft von gleichem Charakter (Krinoiden und Brachiopoden) ein reeller Altersunterschied entsprechen. Ebenso scheint der Nachweis schlüssig, daß die Bank g im Seekopfsockel die Fauna der tieferen Riffkalke der Kellerwand führt (f₂);⁶⁾ das

1) Vinassa de Regny P. Boll. Soc. geol. It. 1908, S. 547, Nr. 5, vgl. dazu Spitz S. 309.

2) Spitz S. 286.

3) Gortani M. c. P. Vinassa de Regny: Fossili neosilurici del Pizzo di Timau e del Pal nell'Alta Carnia. Mem. Acad. Bologna. Ser. VI. vol. 6, Mai 1909, S. 211 ff.

4) Der schroffen Formulierung bei Vinassa und Gortani kann ich nicht zustimmen, weil man sie dahin mißverstehen könnte, daß die vier Faziesgebilde des Neosilurico einander regellos vertreten könnten, bzw. jedes das ganze Obersilur repräsentieren. Tatsächlich liegt aber nur ein Mangel in unserm Meßapparat vor: Die Schichten, die übereinander liegen, sind natürlich verschieden alt, und die Fazies folgen ziemlich regelmäßig übereinander. Wenn z. B. jemand eine Serie angäbe: 1. Megaera-Schichten, 2. Orthocerenkalk, 3. Schiefer mit *Monograptus*, 4. Devonriffkalk, so würde ich unbesehen sagen: 1—3 liegen invers, zwischen 3 und 4 geht eine Schubfläche durch; obwohl man den Altersunterschied zwischen 1, 2, 3 paläontologisch nicht definieren kann, besteht er doch in der Natur.

5) Vinassa de Regny P. Fossili ordoviciani del Capolago (Seekopf) presso il Passo di Volaja (Alpi Carniche). Paleontografica Ital. XXI 1915, S. 97—115. Die Bryozoen und die Gastropoden sind ohne stratigraphische Bedeutung. Und die Brachiopoden? Man sehe tav. XIII. Fig. 13 und S. 110. „un esemplare incompleto che ho fatto figurare completandolo“ [!] Wenn das das Beste ist! Die schlechtesten Fossilien bildet man doch nicht ab?

6) Gortani M. Contribuzioni allo studio del Paleozoico Carnico. V. Fossili eoddevonici della base del Capolago (Seekopfsockel). Paleontograf. It. XXI 1915, S. 117 bis 188. Sehr lehrreich ist es, Staches kleine Fossilliste (Zeitschr. deutsch. geol.

gilt nun auch als Altersnachweis für das entsprechende Glied am Valentin-törl (g) und vielleicht auch für den hellen Kalkzug am Südrand der Rauchkofelböden (b).

Hier möchte ich ferner eine Vermutung zur Diskussion stellen, die mir beim Zusammenstellen betreff Frechs vielbesprochener Zone des *Tornoceras inexpectatum* aufgestiegen ist. Der Fund Frechs — der leider der einzige geblieben ist — stammt aus 5b = e, das ist sicher. Er braucht aber nicht unmittelbar aus der Profillinie zu stammen; denn Frech gibt hier eine Art Sammelprofil und auch nach dem Wortlaut von S. 227 kann „das ganze Nordgehänge des Tales vom Törl bis zum Wolayersee“ in Frage kommen. Geyer sieht diesen ganzen Netzkalkzug für Frechs Goniatitenlager an und glaubt, denselben Horizont in den roten Netzkalken, südlich vom Wolayerpaß, d. i. Vinassas Nr. 3 = B, p wiederzufinden.¹⁾ Frechs Goniatiten stammen aus grauem Kalk (u. zw. alle aus einem Block), wie ausdrücklich mehrmals angegeben in Frech F. „Über devonische Ammoneen“ (Beitr. z. Pal. u. Geol. Öst.-Ung., Bd. XIV, 1902, S. 68). Ebendort steht allerdings auch einmal: grauer Kramenzelkalk; doch nehme ich das nicht so schwer; es liegt in der Sache, daß der Ausdruck „Kramenzel“ bei schnellem Schreiben auch ohne weiteres in die Feder fließen könnte — und Frech hat manchmal schnell geschrieben. Nun ist daran zu erinnern, daß Spitz „in den Schiefern zwischen I und II“ (= b) große Blöcke von Riffkalk gefunden hat (S. 305—306), aus denen Scupin (ZDG. 1906, S. 213) bestimmte:

<ul style="list-style-type: none"> * <i>Rhynchonella postmodica</i> Scup. * <i>Karpinskia Tschernyschewi</i> Scup. <i>Retzia Haidingeri</i> Barr. * <i>Spirifer togatus</i> Barr. 	}	(* diese nach Gortani auch in g.)
---	---	-----------------------------------

Diese Blöcke scheinen also Reste einer Devonbank zu sein, die ursprünglich im Liegenden von Netzkalkzug II ebenso vorhanden gewesen, wie jetzt noch im Liegenden von I. und III. Frechs Goniatitenblock könnte nun von genau derselben Herkunft sein. Läge aber diese Fauna im Unterdevon, so hätten offenbar die Biostratigraphen viel weniger Mühe mit ihr;²⁾ und das wäre einer neuerlichen Nachsuche wert, bei der man sich natürlich an die obere Kante von e halten müßte.

Die Mächtigkeiten sind in solchen Schuppenzonen kaum genau zu ermitteln, aber da es an ziffermäßigen Angaben in der karnischen Stratigraphie stark mangelt, mögen auch beiläufige Schätzungen einigen

Ges. 1884, S. 334) daneben zu halten. Es mahnt zur Vorsicht, wenn man sieht, wie aus dem zweifellos ganz gleichen Material ein so verschiedener Horizont abgeleitet werden konnte: e₂ statt f₂. Frech wieder hat Staches Angaben über die „weiße Kalklage“ mißverstanden (K. A., S. 224.), was schon Spitz (S. 291) richtiggestellt hat.

¹⁾ Geyer G. (Führer), S. 21, 29, 33.

²⁾ Vgl. Schindewolf O. H. Versuch einer Paläogeographie des europäischen Oberdevonmeeres. Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 1921. S. 186 und Scupin H. der geologische Wert der Leitfossilien. Centralbl. f. Mineral. etc. 1923, S. 377, übrigens auch Scupin H. Devon der Ostalpen IV. Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 1906, S. 305.

Nutzen haben. Devon haben wir mindestens 800 m.¹⁾ Für die Megaeraschichten südlich vom Wolayerpaß gibt Vinassa de Regny bis 50 m an; sonst sind es sicher nur wenige Meter (2—3 vielleicht), wenn sie überhaupt nachweisbar sind. Graue Netzkalke haben in den Profilen nie über 10 m, rote Netzkalke und Kalkschiefer stellenweise 35—40 m, der Eisenkalk ist wieder gering mächtig (bis 5 m vielleicht). Wieviel von den schwarzen Schiefen am Rauchkofel (a) zum Silur gehört, wage ich nicht zu entscheiden. Alles in allem dürfte hier das ganze Obersilur wenig über 50—60 m mächtig sein.

Die ja tatsächlich augenfälligen Faziesunterschiede im Streichen hat Spitz durch die Abgrenzung einer Plöckener und einer Wolayer Fazies darzustellen versucht;²⁾ unter falschen Voraussetzungen allerdings, wie wir heute wissen: weswegen seine Angaben schwer zu benutzen sind. Spitz stellte unter anderm fest, daß die tiefste Abteilung des Devon, die schwarzen Kalke und Mergel mit der f_1 -Gastropodenfauna, im Osten des Kellerwandzuges (Cellonterrasse z. B.) gut entwickelt, gegen W durch helle Bänke von Typus der f_2 -Riffkalke verdrängt werden, indem diese sich in die oberen Schichten des Komplexes einschalten und dann gegen W so an Mächtigkeit zunehmen, daß die schwarze Zwischenlage verschwindet. Diese seitliche Verzahnung beweist, daß die f_1 - und die f_2 -Fazies im untersten Devon einander zeitlich zum Teil übergreifen.

Die Mächtigkeit des ganzen Devon nimmt gegen O stark ab. Schon im Cellonkofel können die 800 m der Kellerwand nicht mehr untergebracht werden, im Freikofel ist aber zwischen den Netzkalken von Mga. Pal piccolo und dem Karbon des Angertales nicht viel über $\frac{1}{2}$ km Horizontalabstand. Rechnen wir mit 45° Nordfallen (was im Durchschnitt zu steil ist) so gibt das kaum 400 m Mächtigkeit. Allerdings besteht hier Verdacht auf tektonische Reduktion, Störungen sind in der Pal-Antiklinale ja vorhanden; in der Scharte zwischen Pal grande und \odot 1709 (Kuppe östlich unmittelbar neben dem Freikofel) fand ich sogar Fetzen von schwarzen Schiefen und Sandstein (Karbon) im Devonkalk eingeklemmt,³⁾ allerdings wie es scheint, auf zirka nord-südlich streichenden Blättern, was die Mächtigkeiten nicht fälschen würde. Die nördlich gelegene Polinig-Gruppe scheint der Devonentwicklung im Kellerwandzug sich in abgeschwächter Form anzuschließen, die dunkle Mergelzone an der Basis

1) Geyer G. (Führer), S. 23.

2) In der Kartenlegende von Spitz (Mitt. Wr. geol. Ges. II.) setze man: unter Wolayer Fazies h, helle massige Bank = Devon (ausgenommen Zug III im südlichen Törl). lege die Orihozerenkalke n, r, b zusammen, und teile die bunten kalkigen Grauwacken b s auf e und Karbon auf. S ist zum größten Teil Karbon, nur die Schiefer zwischen den Tonflaserkalken t und dem Eisenkalk e, deren von der Hauptmasse der Schiefer abweichende Beschaffenheit Spitz (S. 284) aufgefallen ist, dürften silurisch sein. Mit diesen Umnumerierungen dürfte wohl das meiste ins Lot gebracht sein und die äußerst sorgfältig aufgenommene Karte wieder verwendungsbereit.

3) Diese kleinen Vorkommen sind in Laufgräben der alten italienischen Stellung aufgeschürft, aber gleich wieder mit Kalkschutt überschüttet worden, ihre Lagerung erscheint daher nicht völlig klar. Bemerken will ich aber, daß so viel sicher zu erkennen ist, daß diese Fetzen nicht transgressiv oben drauf liegen.

des Riffkalkes ist ständig vorhanden, aber nicht sehr mächtig, die Gesamtmächtigkeit des Devon dürfte geringer als in der Kellerwand sein (die gewaltige Polinig-Nordwand zeigt sie mehrmals übereinander) aber größer als im Palzug.

In einer Schichtfolge, die so viele Kennzeichen darbietet wie das bunte Obersilur, sollten die Faziesveränderungen leicht zu verfolgen sein. Aber eben deswegen bieten die noch recht spärlichen diesbezüglichen Angaben das verwirrende Bild eines regellosen Durcheinanders. Unnötig zu bemerken, daß in der Natur eine solche Unordnung nicht besteht; aber es fehlen uns vorläufig die Anhaltspunkte, alle diese kleinen Faziesübergänge zu erkennen und aus ihnen ein geschlossenes Bild der Verhältnisse in den Sedimentationsräumen zu gewinnen. Kaum daß wir einige grobe Züge erkennen können. So liegen von den Netzkalken meist die grauen unten, die roten oben,¹⁾ so noch im Polinizug; aber in den Wolayerprofilen folgt über dem roten wieder grauer Netzkalk, oft besser ausgebildet als der liegende; tektonische Wiederholung kann das nicht immer sein. Die lichten, „blutroten“, „pfirsichblütenroten“ Netzkalke vom Wolayersee finden sich noch in der Talstufe unter Plöckenalm (Plöckenterrasse Spitz), im Polinig usw., aber knapp nördlich und südlich von diesem Strich kommen sie nicht vor; sind sie sowohl im Rauchkofelgipfelbau als in der Cellonterrasse tektonisch unterdrückt oder durch braune, dunkle Eisenkalke vertreten?

Was die Lagerung der Schichten in unseren Wolayerprofilen betrifft, so ist der Widerspruch aufzuklären, der zwischen den Angaben von Vinassa de Regay und denen aller anderen Autoren besteht. Letztere geben an, daß alle Schichten ungefähr gleich, und zwar mittelsteil gegen Süd einfallen, sei es nun als normale Schichtfolge, oder als isoklinales Schuppenpaket. Vinassa de Regny sagt aber:²⁾ „Auf V und VI ausgebreitet finden sich dunkle Tonschiefer, Grauwacken und Breccien. Von der Ferne aus gesehen, scheinen diese Schiefer usw., als regelmäßig eingefaltet . . . Das ist aber nur ein trügerisches Aussehen. Man sieht eben, wenn man Schritt für Schritt den Grat begeht, daß dieser dunkle Komplex, welcher identisch ist mit jenem am Ufer des Sees, transgredierend über die rötlichen Sandsteine und Kalke gebreitet ist, welche hie und da aus dieser Hülle herausragen.“ Auf diese klare Beschreibung folgt ein dunkler Nachsatz: „Da aber die ganze Serie einer postkarbonischen Faltung unterworfen war, so sind diese dunklen Schiefer und Grauwacken mitgefaltet,³⁾ nicht aber in die Kalke eingefaltet.“ Auf „postkarbone Faltung“ usw. will ich hier nicht eingehen; es kann sich doch fürs erste nur darum handeln, wie diese gewissen Schiefer heute wirklich liegen; daher will ich mich nur an den ersten, rein beschreibenden Absatz halten, und an die Zeichnung,

¹⁾ Vgl. Vinassa de Regny P. et M. Gortani. Le paléozoïque des Alpes Carniques. Compte rendu du XI^e Congr. géol. Intern. Stockholm 1910. S. 1011. Für Wolayergebiet dagegen vgl. Spitz, S. 292/93.

²⁾ Vinassa de Regny P., Verhandlungen der k. k. geol. Reichsanstalt 1914, S. 54, oben.

³⁾ Vom Autor selbst gesperrt.

welche ihn zu erläutern bestimmt ist. Und da muß ich nach zweimaliger Prüfung (1914 und 1924) feststellen, daß die Darstellung von Vinassa de Regny unrichtig ist, sowohl die Beschreibung als die Zeichnung.

Die dunklen Tonschiefer, Sandsteine und Grauwacken (B, §) liegen parallel zu den Netzkalken unter ihnen und den Kalkschiefern ober ihnen, d. h. mittelsteil südabfallend; Streichen und Fallen schwankt in mäßigem Spielraum, nicht mehr als sonst in dieser Isoklinalserie vorkommt, weniger z. B. als in den Kalkschiefern p am Valentintörl. Die Abgrenzung gegen die Nebengesteinskomplexe entspricht dem, daß die Schiefer § als isoklinal durchstreichendes Paket zwischen den Netzkalken r unten und den Kalkschiefern m oben liegt. Vinassas Profil zeichnet zwischen V und VI eine merkwürdig gewellte Linie, welche eine dünne transgredierende Hülle, die nur auf der Gratschneide erhalten ist, von der Unterlage abgrenzen soll. An Ort und Stelle ist gar nichts von dieser Art zu sehen. Im Gegenteil! Gegen W setzt der Grat in einer Steilwand ab, da müßte eine derart transgressiv überdeckte (und zwar nach der Zeichnung ganz dünn überdeckte) Unterlage zu allererst „aus der Hülle herausragen“. Steigt man hier ab (bei einiger Vorsicht nicht gerade schwer), so sieht man, daß die Tonschiefer usw. in gleichbleibendem Fallen einen überall gleich breiten Streifen bilden, innerhalb dessen in der völlig aufgeschlossenen Bratschenwand von mehr als 100 m Höhe weder die angeblich transgredierte Unterlage, noch überhaupt irgendwelche Durchragungen fremder Gesteine zu sehen sind. Die Ostseite des Grates ist weniger überzeugend, weil da der Schutt bis nahe an den Grat hinaufreicht. Doch scheint mir, daß die Schiefer und Sandsteine bei Casera Pian des Buses nichts anderes als die Fortsetzung der Zone § sein können, und diese liegen nach der Beschreibung¹⁾ ganz gewöhnlich im Schichtpaket mitten drin. Der Irrtum, daß Schichten der Unterlage durch die transgredierende Tonschieferhülle durchstechen, ist vielleicht zurückzuführen auf die Verwechslung eines karbonischen Sandsteines, von dem ja Lagen den Tonschiefern stratigraphisch eingeschaltet sind mit den sandigen Schiefen m. Die klastischen Lagen im Karbon keilen manchmal schnell aus und können dadurch den Eindruck erwecken, als ob stellenweise eine fremde Unterlage durchstäche. Der breite Aufschluß der Westwand zeigt gute Beispiele derart kurz abschneidender Konglomeratschmitzen, auch daß ich die klastischen Gesteine der tieferen Lagen von §, die mir von der Ostseite her bekannt waren, am Westfuß nicht wiederfinden konnte, möchte ich einfach auf stratigraphisches Auskeilen zurückführen; übrigens ohne die Möglichkeit einer tektonischen Ursache dieser Unregelmäßigkeit in Abrede stellen zu wollen. Ohne einige Gewalttätigkeit kann das Karbon nicht in seine heutige Lage gekommen sein, auch zeigt der liegende Netzkalk mechanische Beanspruchung. Schließlich, wie das immer zustande gekommen sein mag, heute liegen die Schichten des Karbon ungefähr konkordant

¹⁾ Vinassa de Regny P., Fauna dei calcari con „Rhynchonella Megaera“ pel Passo di Volaja. Boll. Soc. geol. Ital., vol. XXVII. 1908. S. 548—549.

zwischen denen des Silur,*) der nördliche sowohl wie der südliche Karbonzug, am Seekopf und am Valentintörl, genau so wie alle Beobachter von Stache bis Spitz es beschrieben haben. Über ursprüngliche Konkordanz oder Diskordanz ist in dieser schön isoklinal eingeschichteten Schuppenzone nicht zu entscheiden. Ob man das nun besser „mitgefaltet“ oder „eingefaltet“ nennen soll? Nach dem allgemeinen Sprachgebrauch ist das Karbon unbedingt als eingefaltet zu bezeichnen. Man wird aber vielleicht besser tun, überhaupt nicht viel von Faltung zu sprechen, da man im Wolayergebiet Schubflächen, Schuppen, Gleitbretter, aber gar keine Faltenumbiegungen sieht.

Durch das eingefaltete Karbon wird das Silur der Wolayer Schuppenzone in vier streichende Streifen gegliedert — übereinstimmend mit der Einteilung von Spitz (siehe die Tabelle). Zug I—III (von N her gezählt) sind gegen N überkippt, Silurzug IV ist das normale Liegende Riffkalkmasse der Kellerwand. Der mächtigste Silurzug (III) scheint noch weiter in Schuppen zweiter Ordnung gegliedert (ein Deutungsversuch ist in die Tabelle eingetragen) doch scheint diese Unterteilung im Streichen nicht weit durchzugehen, es treten da schon zwischen Valentintörl und Seekopf merkbare Unterschiede auf (vgl. Tabelle). Von der Basis des Silurzuges IV sind am Valentintörl Schubspäne abgerissen und in die liegende Karbonzone eingeknetet worden. Diese Erscheinung ist hier sonst nicht häufig, erst in der Zone der Rauchkofelböden nimmt sie überhand. Wenn meine Deutung der Felsinsel (s. S. 250) richtig ist, so wird gegen das obere Valentinkar hinab die Karbonsynklinale des südlichen Törls sehr schmal. Ein Auskeilen oder Herausheben hat man aber darin kaum zu sehen. Dagegen spricht die vermutliche Fortsetzung der Wolayer Schuppenzone gegen O. Zum Beleg dafür das

C. Profil von der oberen Valentinalpe südwärts hinauf zum Eiskar.
Geyer (Führer. S. 13—15).

Geyer (Führer. S. 13—15).	Spitz.
<ul style="list-style-type: none"> z dickbankige graue Korallen-K. allmählicher Übergang η graue Platten-K. mit Schieferlagen röll. Orthoceren K. dunkle Platten K. und Sch. mit <i>Cardiola interrupta</i> ν brauner Eisen-K. mit Orthoceren graue Platten-K. und Mergellagen u_x dickbankige gelbe Netz-K.²⁾ § grüngraue } Tonschiefer und Wacken dunkle } † Hornsteinf. Platten-K.⁴⁾ ‡ blaugraue Krinoiden-K. § † Tonschiefer, Grauwacken 	<ul style="list-style-type: none"> helle Riff-K. (f₂) Wechselagerung schwarze Platten-K. (f₁) K. von Devon-Habitus, grau¹⁾ braun anwitternd Eisen-K. (z. T. reduziert) Eisen-K. z. T. ähnlich Tonflaser-K. Gelbgrauer Netz-K.²⁾ Tonflaser-K. und Schiefer Tonschiefer Tonflaser-K.³⁾ Eisen-K.³⁾ graubraune Orthoceren-K.³⁾ schwarze Platten-K. Krinoiden-K. } Stufe 30—40 m⁵⁾ massiger-K. } Tonschiefer, Grauwacken

*) Danach sind auch die Angaben in Vinassa de Regny (Fossili ordoviciani del Capolago; Paleontogr. It. XXI. 1915), zu verbessern. An der eingeschuppten

Anmerkungen zu Profil C.

1) Wenn Spitz (S. 288) sagt „in diesem Horizont“ (sc. der Orthozerenkalk) treten braun anwitternde, innen hellgrüne K. von fast devonischem Habitus auf, so ist gar nicht ausgeschlossen, daß doch auch Orthozeren-K. selbst vorhanden ist (wenn auch dort kein Wort davon erwähnt ist. Das würde die Parallele mit Geyer herstellen.

2) Der gelbe Netzkalk, der bald wieder im Streichen verschwindet (Spitz, S. 317) entspricht den gelben Netzkalklinsen, die in den schwarzen Schiefer des südlichen Törl eingeknetet sind, daher Ordnungsbuchstabe u*.

3) Diese drei Schichtglieder habe ich nach Spitz' Karte eingetragen. Die Besprechung des Profils auf S. 290 beginnt gleich mit den silurischen Plattenkalken und sagt über deren Hangendes nichts.

4) Hornsteinführung bezeichnet die tieferen Plattenkalke, die mit den Eisenkalken verbunden sind, so auch am Rauchkofel.

5) Die Schichten g, h erklärt Spitz für überkipptes Devon, weil dieser Gesteinszug unmittelbar in das Devon des Pal hinüberstreicht (S. 318), was ganz richtig ist. Merkwürdig ist nur, daß Spitz nicht auf den naheliegenden Gedanken gekommen ist, das Profil des Valentintörl zum Vergleich heranzuziehen. Es ist übrigens möglich, daß in dieser Felsstufe nicht bloß das unterste Devon steckt, sondern, daß die Krinoidenkalke den Megaeraschichten zu parallelisieren sind.

Die Übereinstimmung dieses Profils mit dem des Valentintörls scheint genügend, um einen ursprünglichen unmittelbaren Zusammenhang wahrscheinlich zu machen. Wir treffen hier wieder die überkippte Schuppe III (g—f), allerdings ohne die Schuppung zweiter Ordnung. Die Silurbasis der Riffkalkwände ist anscheinend reicher ausgestattet als im W, bemerkenswert ist die Parallele mit u_x (vgl. Anmerkung 2 zu Profil C). Insbesondere ist aber die eigenartige Stellung des Karbonzuges § hier wieder anzutreffen. Dieser schließt sich mit so großer Regelmäßigkeit nur an die Silurschichten an, daß ihn der Tektoniker, den Lagerungsverhältnissen nach, fast selbstverständlich als Kern der Antiklinale anzusehen veranlaßt ist (vgl. Spitz, S. 316). Dieses abnorme Verhalten, welches der Karbonzug § in seiner ganzen streichenden Länge, vom Wolayersee bis zum Plöckenpaß (6 km) zeigt, kann kein Zufall sein, sondern muß sich im Wesen des Gebirgsbaues begründen. Am einfachsten vielleicht folgendermaßen: Die regelmäßige Sedimentation hört in den Karnischen Alpen mit, vielleicht sogar etwas vor Ende des Oberdevon auf.¹⁾ Die Schichten wurden in Ostwest streichende, mäßig akzentuierte Falten gelegt; dieses etwa dem Jura ähnliche Kettengebirge fiel gleich darauf der Abtragung anheim und wurde eingeebnet: in der

Karbonzone muß mindestens eine große Bewegungsfläche durchgehen. Daher ist das angebliche Caradoc (w—w_x) mit der Serie im Liegenden des Karbon (g—r) nicht in normalem Kontakt, und die Altersbestimmung von (w—w_x) ist für die Entscheidung der Frage, ob g—r überkippt liegt, ohne Bedeutung.

1) Die einschlägigen Bemerkungen bei Schindewolf O. H., Zeitschr. deutsche geol. Ges. 1921, S. 184—186, haben mich nicht ganz befriedigt. Es sind mehr Ungenauigkeiten darin, als einem so allgemein anerkannten Spezialkenner des Oberdevon hätten unterlaufen sollen. Das Lager des *Beloceras praecursor* kann man nicht mit zwei Worten in den Clymenienkalk transportieren (vgl. S. 261) Und daß die Schiefer, die am Gr. Pal überm Devon liegen, nicht Graptolithenschiefer sind, ist schon vor 20 Jahren zwischen Geyer, Krause, Vinassa ausgemacht worden. Derartiges macht den Laien gegen die Feinheiten mißtrauisch, die er nicht kontrollieren kann, wie etwa die Realität der sieben Clymenienstufen.

Synklinale der Kellerwand blieb das Devon fast ganz erhalten, die Valentin-Wolayer Antiklinale wurde bis auf den Silurkern gekappt, nur in den Mulden der Spezialfältchen, welche diese große Aufwölbung gliederten, wurden Reste der Devonkalkdecke bewahrt. Gams-Moos-Kofel entsprechen der nächsten Großsynklinale mit erhaltenem Devon usw. Über diesen Rumpf transgredierte nun das Karbon, lag also von Anbeginn an im Kellerwand-Palzug auf Oberdevon, in der Valentin-Wolayerzone auf Obersilur (bzw. auf den geringmächtigen Erosionsresten des Unterdevon). Neuerliche, vielleicht mehrphasige Faltung mit gleichem Streichen schlichtete nun Unterlage und Hülle um und in eine ungefähr isoklinale Schuppenzone ein, wobei das Karbon seiner Unterlage folgte, und daher auf dem ursprünglichen Antiklinalkern mitten ins Silur geriet. Erklärt man die Absonderlichkeiten der Lagerung in der Wolayer Zone auf diese Art (wie ich glaube, ganz ungezwungen; denn die Annahme der Erosion, Transgression, mehrphasigen Faltung usw. sind nicht ad hoc erfunden, sondern stratigraphisch allgemein gesichert), so gewinnt man auch den Vorteil, diesen krausen Aufbau mit dem kleinstmöglichen tektonischen Aufwand zu erklären. Ich will nicht darauf bestehen, daß dies auf alle Fälle von Vorteil ist, sondern nur betonen, daß der Befund fehlender oder sehr geringer tektonischer Beanspruchung der Gesteine (vgl. S. 259) eine solche Lösung fordert. Makro- und Mikrotektonik müssen einander entsprechen, unversehrtes Gestein kann nicht stark strapaziert worden sein. Insbesondere, wenn das Devon im Zug IV 800 m, im Zug III 40 m mächtig ist, so zeigt ein Blick aufs Gestein und die eingeschlossenen Fossilien, daß dies nicht auf Lamination, *étirage* oder ähnliches zurückgehen kann. Es bleibt somit als beste Erklärung die vorkarbone Erosion.

Die ursprünglich zusammenhängenden O—W-streichenden Schuppenzüge sind von späteren Querstörungen zerstückelt¹⁾ und gegeneinander verstellt worden. Die Schuppenzone des Seekopfssockels stößt ostwärts fortstreichend gegen die Devonkalkmasse des Judenkopfes [ob diese durch den Wolayerpaß gehende Verwerfung etwa auch die Silurzüge I und II (NW von der Alpenvereinschütte) schief abschneidet, muß noch offen bleiben.] Die östliche Fortsetzung ist nordwärts gerückt ans Valentintörl (300—400 m Betrag der horizontal gemessenen Verstellung.) Das Silur des Valentintörl zielt nun mit seinem Streichen mitten in den Devonklotz der Kellerwand hinein, und zwar gerade dorthin, wo scharfe Umbiegungen in den basalen f_1 -Plattenkalken eine scharfe, gegen N blickende Flexur erkennen lassen.²⁾ Die östliche Fortsetzung der Schuppenzone erscheint nun bei der Oberrn Valentinalpe wieder, abermals, und zwar um ganze 700—800 m gegen N vorgeschoben. Die Grenze beider Teile ist die Querstörungszone zwischen den beiden Kalkklötzen des Kollin- und des Frischenkofels,³⁾ in der die Bewegungs-

1) Betreffs einiger kleinerer Details siehe Geyer und Spitz.

2) Lichtbild bei Frech, Taf. VII und Abb. 35, S. 89.

3) Bei der Häufung von Abwandlungen des Wortes *collina* unter den Namen dieser Gegend, dürfte es sich zur Vermeidung von Mißverständnissen empfehlen, den alten Namen Frischenkofel für Cellaonkofel wieder in Gebrauch zu nehmen.

flächen auch hauptsächlich gegen NW bis NNW streichen dürften.¹⁾ Von hier zieht unsere Schuppenzone zusammenhängend gegen O bis zur Querstörungszone des Plöckenpasses. Auch hier streicht die Bewegungsfläche etwa meridional, allein der Bewegungssinn ist diesmal ein anderer, hier wird der östliche Flügel gegen S zurückgesetzt, die Silurzone biegt im Streichen gegen SO um und spitzt in der Gegend der Paßfurche aus. Beachtet man, wie die Schichten sich im Querschnitt des Frischenkofels nach und nach fast saiger aufrichten und auch die Bänke der überkippten Dervonkalkstufe (*g*) in den N-flügel des Pal übergehen, wo sich dann das entgegengesetzte (N-)fallen einstellt,²⁾ so erkennt man in diesem Ausspitzen das Untertauchen einer Antiklinale, als deren Fortsetzung der Silurantiklinalaufbruch von Mga. Pal piccolo angesehen werden muß, wenn auch die Möglichkeit nicht auszuschließen ist, daß bei der geschilderten windschiefen Umdrehung der Schichten der unmittelbare Zusammenhang durch sekundäre Auseinanderzerrung oder Verquetschung stellenweise unterbrochen sein könnte. Auch im Palzug finden sich noch Querstörungen derselben Schar; die mit Schiefereinquetschungen östlich vom Freikofel habe ich bereits erwähnt; auch das Ende des Devonzuges am Großen Pal wird von einer gut aufgeschlossenen Schubfläche dieser Schar glatt abgeschnitten.

Welches war der Bewegungsvorgang an diesen submeridionalen Störungszonen? Es ist geometrisch evident, daß in dem isoklinal S-fallenden Schuppenpaket westlich vom Plöckenpaß eine einfache vertikale Absenkung des jeweils östlich der Verwerfung gelegenen Flügels die Silurzüge desselben östlichen Teiles, so gegenüber den westlichen Fortsetzungen gegen N verstellen würde, wie wir es auf der geologischen Karte sehen; und in den N-fallenden Schichten des Palzuges würde gleicher Bewegungssinn der Verwerfungen die Grenzen in umgekehrter Staffellung gegen S zurücktreten lassen. Wenn ich trotzdem annehme, das neben der gewiß vorhandenen vertikalen Komponente der Verstellung die Hauptrolle die horizontale Verschiebung spielt, so gründet sich das auf mehreres: Beobachtungen und Theoretisches. Erstens beobachtet man in der engen Schlucht, durch die die Straße von der Plöckenalm zum Zollhaus führt, eine heftige Fältelung; Faltenachsen, Klüftung, Rutschflächen streichen O—W, ein Teil der Fältchen steht symmetrisch, ein Teil gegen S überkippt, viele Klüfte stehen saiger, einige Rutschflächen steigen gegen S an. Das ist sicher nicht das Bild, das wir an einer N—S streichenden Verwerfung erwarten, an der eine

1) Eine Verwerfung am Judengras, zwischen Rauch- und Gamskofel (Frech, S. 98) existiert allerdings nicht (Spitz, S. 324). Aber die hakenförmige Umbiegung der Silurzüge des Rauchkofel-Osthangs suggeriert förmlich ein Ausweichen vor der gegen NNW rammenden Eiskarscholle (vgl. Spitz, Karte und Profile). Spitz betont den Gegensatz zu Frech etwas zu scharf, hier und bezüglich des „Plöckenbruches“ (S. 318). Wenn eine Falte im Streichen geknickt und einige hundert Meter seitlich versetzt worden, so ist das ein wichtiges tektonisches Ereignis, und wenn Frech in der damals noch üblichen, grob vereinfachenden Bezeichnungsweise das „Bruch“ nannte, so ist der Fehler geringer, als wenn er es nicht erwähnt hätte.

2) Vgl. die Beschreibung bei Spitz, S. 318, Lichtbild bei Frech, S. 84 und bei Geyer, S. 10.

Verschiebung nur in lotrechter Richtung stattgefunden hat; viel eher verträgt sich die Internfaltung mit einem System von horizontalen („Blatt“-)Verschiebungen. Ferner ist zu erwägen, daß man rein geometrisch, durch reine Verwerfung natürlich, jede horizontale Verschiebung der Grenzen erhalten kann, aber nur bei sehr großen Sprunghöhen, wenn die Schichten etwas steiler liegen (bei 45° Neigung, die als Mittel gelten mag, müßte zwischen Kellerwand und Eiskarscholle ein Sprung von 800 *m* stattgehabt haben, zwischen Seekopf und Judenkopf ein solcher von 400 *m* Sprunghöhe) und außerdem nur dann, wenn die Schichten auch ursprünglich weit genug gereicht haben, d. h. wenn sie das heute innegehabte Areal auch damals schon mit ihrer Vertikalprojektion im Grundriß überdeckt haben. Das gäbe für die Schuppen bei der obern Valentalpe eine Überdeckungslänge von mindestens 1200 *m*. Rechnet man dazu, daß die eingeklemmten Karbonsynklinale auch noch ein Stück tiefer eingreifen, so dürfte die Schubweite auf über 1500 *m* bis 2000 *m* kommen; dazu noch 800 *m* Verstellung im Lot, das ist wirklich etwas viel, nämlich unter den oben auseinandergesetzten Verhältnissen, die in unserer Schuppenzone nur mäßige Beanspruchung verlangen: und es ist daher sicher vorteilhaft, durch eine zweckmäßige Kombination von Vertikal- und Horizontalverschiebungen die Ziffern alle auf die Hälfte oder weniger herabzusetzen. Es ist auch noch folgendes zu überlegen: die besprochenen meridionalen Querstörungen sind der großen Diagonalstörung Bladen—V. Bordaglia—Mauthen zuzuordnen, als eine Schar von Scherflächen zweiter Ordnung, subnormal zur Hauptscherungsrichtung. Letztere ist aber von sehr junger Entstehung; nicht nur, daß sie das Triasgebirge usw. in gleicher Weise ergreift wie das Paläozoikum, sie kommt heute noch in der Gestaltung der Oberfläche zum Ausdruck: ihr Auslaufen gegen ONO ist bezeichnet durch die junge Hebungsstufe, mit der das Lessachtal gegen den Boden von Mauthen absetzt, welche die Gail zwar zersägt, aber noch nicht in breiter Flur ausgeräumt hat — eine Hebung, die anscheinend erst nach der großen Interglazialzeit eingetreten ist, da deren lakustre Ablagerungen bei Podlanig als Schieferkohlen oben auf der Terrasse liegen.¹⁾ Die weitere Fortsetzung dieser Hebungswelle scheint über den Gailberg zu gehen: sie hat das breite Tal Gailberg—Laas—Rötschach gekippt (ein Gefälle von 50 ‰ ist bei einem Flußtal dieser Größe, Breite und Ausgestaltung gar nicht anders zu erklären), dabei wahrscheinlich am Gailberg einen stauenden Antiklinalriegel gebildet und dadurch die Ablenkung der Drau von diesem ihrem früheren Lauf, wenn auch vielleicht nicht ganz allein verursacht, aber doch eingeleitet und begünstigt. Wann dies geschehen ist, kann nicht angegeben werden, weil hier leider keine ähnlichen diluvialen Ablagerungen bekannt geworden sind und die Morphologie vom Drau- und Gailgebiet bisher noch gar nicht bearbeitet worden ist. Jedoch kann auch diese Flußablenkung nicht vor Diluvium erfolgt sein, Gleichzeitigkeit mit der Hebung der Lessachtalstufe scheint ganz plausibel. Auch im Rahmen weiterer Zusammenhänge ist ein derart

³⁾ Bruno Kubart und Robert Schwinner. Interglaziale Schieferkohlen von der obern Gail (SW Kärnten). Österreichische botanische Zeitschr., Jg. 1923, S. 305—309.

junges Alter ganz gut denkbar; denn die Diagonalstörung Borgo—Primör—Agordo—Pieve di Cadore—Lorenzago—Ober-Enge—Bladen—V. Bordaglia—Mauthen, welche die Südalpen also ihrer ganzen Breite nach durchreißt, ist ein ablenkender Ausläufer der Suganer Faltenzone, in welcher tektonische Bewegungen, und zwar von recht beträchtlichem Ausmaß bis ins jüngere Diluvium nachgewiesen sind.¹⁾ Als Begleiter dieser ganz jungen Hauptstörung müssen auch die Querstörungen im Kellerwandzug jung sein, und ebenfalls noch deutlich in der Oberflächenform zum Ausdruck kommen. Die Art, wie die Kellerwandgruppe unvermittelt über den sanften Höhenrücken im Osten, deren wenig hervortretende Gipfel 2200 *m* nicht überschreiten, fast 600 *m* in jähem Aufschwung emporsteigt, legt den Gedanken an ganz junge Hebung nahe. Auch die Höhenziffern Kollinkofel—Frischenkofel—Pal würden zu einer in diesem Sinn absteigenden Verwerfungstreppe stimmen; aber wenn man auch W von der Kellerwand nur vertikale Verstellungen zur Erklärung der Tektonik zuließe, würden tektonische und morphologische Treppe im Gefäll einander entgegenlaufen. Wenn nun einmal, dann ist es besser ganz allgemein sowohl Horizontal- als Vertikalverstellungen anzunehmen, etwa derart, daß das Maximum der Hebung und der weiteste Vorschub gegen N in der Kellerwandgruppe liegen, die Flügel im O und W bleiben in beidem gegen das Zentrum zurück (wobei gegen O wahrscheinlich das treppenartige Absinken, gegen W das staffelweise Zurücktreten die größere Rolle spielt), entsprechend dem größeren oder geringeren Abstand, den die betreffenden Stücke der O—W streichenden Falte von der ONO streichenden Hauptdiagonalstörung hatten, d. h. den Spielraum, den die betreffenden Schollen für ihre Bewegungen hatten.

II. Heritsch F. Aus dem Wolayergebiete.

Der Kamm von der Wolayerhütte des D. Oe. A. V. zum Rauchkofel hat in ca. 2220 *m* Höhe ein kurzes flaches Stück, von dem man zu den Verflachungen der Rauchkofelböden gelangen kann, und erhebt sich erst dann sehr steil zum Gipfel. In dieser Verflachung streichen in saigerer Stellung schwarze Tonschiefer durch, in welchen ich Trümmer von Trilobiten fand, deren Zahl durch die Teilnehmer meiner Sommerexkursion 1924 wesentlich vermehrt wurde. Die Trilobiten zerfallen in zwei Gruppen.

A. Eine Reihe von Pygidien und Koptschilderfragmenten. Generische Bestimmung unsicher. Soweit sich die Reste überhaupt vergleichen lassen, kämen die bei Barrande abgebildeten vier Arten von *Cromus* aus E in Betracht. Eventuell könnte man an *Encrinurus Novaki Frech* denken.

B. Eine Anzahl von Pygidien und Fragmenten von Koptschildern. Ein Koptschild läßt sich annähernd auf *Phacops*, vielleicht auf *Ph. grimburgi Frech*, beziehen. Auch für einige Pygidien gilt das.

¹⁾ Schwinner R., Zur Oberflächengestaltung des östlichen Suganergebietes, Ostalpine Formenstudien III/2, Berlin 1923.

In denselben Schichten fand ich eine unbestimmbare *Rhynchonella*. Der Erhaltungszustand der Fossilien hat Ähnlichkeit mit dem von P. Vinassa de Regni und M. Gortani beschriebenen Caradoc.

Doch stimmen die Trilobiten nicht mit den wenigen, aus dem Caradoc bekannten Trilobiten überein, sondern deuten auf E. Ich meine daher, daß es Obersilur ist. Das ist um so wahrscheinlicher, weil Geyer aus einem tektonisch tiefer gelegenen Band von schwarzen Schiefer *Cardiola interrupta* erwähnt.

Die Schichte mit den Trilobiten ist das Glied *a* in Schwinners Profil Rauchkofel—Coglians. Um die tektonische Lage dieser Schichten zu fixieren, gebe ich die folgende tabellarische Übersicht. Zu dieser sei bemerkt, daß zu den vorzüglichen Beobachtungen Geyers nur in der Gruppe 5 Ergänzungen nötig sind.

Geyer, V. 1894 und Kongreßführer 1903.	Spitz, M. W. G. II. 1909.	Heritsch, 1924.
Tonschiefer.	Tonschiefer.	Tonschiefer, das sind schwarze Schiefer ohne Sandstein.
1. Blaugrauer, oft braun verwitternder Eisenkalk mit Orthozeren und Knollenkalke.	1. Eisenkalk.	1. Eisenkalk mit Orthozeren.
2. Dünnbankige oder dünn-schichtige, schwarzgraue Mergelkalke und Schiefer mit <i>Cardiola interrupta</i> ; nur einige Meter mächtig.	—	2. Schwarze Tonschiefer.
3. 25m blaugrauer, plattiger, wulstiger Hornsteinkalk, lagenweise mit blauen Bänderkalken und Kalkschiefern; mit Krinoiden; nach oben in 4 übergehend.	3. Blauschwarze Plattenkalke.	3. Blauer und schwarzer Plattenkalk.
4. Lichtbläulichrote Plattenkalke mit <i>Orth. alticola</i> , Trilobiten, Brachiopoden, usw.; ohne scharfe Grenze darüber graue und rote, lichtgefärbte, wohlgeschichtete Kalke mit seltenen Orthozeren.	4. a) Graue und rote Orthozerenkalke. b) Grauer Orthozerenkalk.	4. a) Orthozerenkalk. b) Schwarze Tonschiefer ohne Sandstein. c) Orthozerenkalk.
5. Rostbraun gefleckte Tonschiefer mit Grauwacken und Kieselschiefern.	5. Tonschiefer usw.	5. a) Schwarze Schiefer mit Trilobiten b) Schwarze Schiefer des Karbon c) Sandstein des Karbon
6. Grau ausgebleichter, gelblich genetzter grauer Kalk.	6. Heller Kalk.	6. Netzkalk = b bei Schwinner.
7. Tiefrote, tonige oder schieferige Flaserkalke.	—	—

Zur tabellarischen Übersicht braucht nur hinsichtlich der Gruppe 5 eine Bemerkung gemacht werden. Im untersten Teile des Steilhangs

des Räuchkofels, unmittelbar über dem eingangs genannten flachen Stück des Kammes, stehen die Orthozerenkalke 4 c fast senkrecht. Im flachen Kammstücke und, besonders gut aufgeschlossen nördlich unter diesem, stehen die schwarzen Tonschiefer mit den Trilobiten senkrecht. Sie stehen auf eine Breite von zirka 80 Schritten an und bilden einen etwa um 10 m das ebene Kammstück überragenden, westlich davon gelegenen Kopf.

• Dann folgen die unter 5 b genannten Schiefer, die wildgefaltet sind und mit unregelmäßiger Grenze an die Trilobitenschiefer stoßen. Diese Schiefer, deren Mächtigkeit etwa 20 m beträgt, halte ich wegen der Verbindung mit 5 c für Karbon, wofür auch die Ähnlichkeit mit den Schiefen des Angertales spricht.

In senkrechter Aufrichtung folgt dann Sandstein, d. i. 5 c. Er ist zirka 100 m mächtig und hat unterschiedliche Einlagerungen von schmalen Schieferbändern. Er kann wohl nur karbonisch sein. Er grenzt mit senkrechter Grenze an den Silurkalkzug 6. Wenn es sich um Karbon handelt, dann bildet es mit dem Silur ein Schuppenpaket.

Von den Schichten mit *Rhynchonella Megaera* des Wolayertörls haben Frech und Spitz¹⁾ Fossilisten gegeben. Die Sommerexkursion des Grazer Geologischen Universitätsinstitutes hat in diesen, reichlich Fossilien führenden Schichten ein ansehnliches Material zustande gebracht, darunter die für den Fundort neuen Arten *Strophomena Phillippsi* (E₂-F₂) und *Merista securis* (E₂-F₂).

Die Gesamtheit der Fauna der Megaera-Schichten des Valentintörls stellt sich nun in folgender Weise dar: Bei Ausscheidung der aff-, cf- und mut-Formen sind 10 Arten nur Obersilurisch, 2 Arten Obersilurisch bis unterdevonisch und eine Art nur unterdevonisch. Wir kommen daher zum selben Schluß wie Vinassa de Regny für die Fauna des Passo di Volaja — es kann nur Obersilur sein. Klar tritt die Beziehung der Fauna zu Böhmen hervor.

¹⁾ Mitteil. d. Geol. Ges., II. Bd., Wien 1909, S. 293.