

Geologische Studien in den zentral-karnischen Alpen.

Von **Albrecht Spitz.**

(Mit 2 Profiltafeln und einer geologischen Karte.)

Die verdienstvollen Arbeiten von Stache, Frech und Geyer haben uns mit den Hauptzügen in der Stratigraphie und Tektonik der Karnischen Alpen bekannt gemacht; auf Grundlage dieser Forschungen kann nunmehr die Detailuntersuchung einsetzen. Eine solche ist der Inhalt dieser Studie. Wenn sie auch die Resultate Geyers im wesentlichen bestätigt, so dürfte dennoch eine genaue Darstellung der so verwickelten Verhältnisse in der zentral-karnischen Region nicht ohne Interesse und vor allem eine detaillierte Karte dem geologischen Wanderer nicht unerwünscht sein.

Zum ersten Male besuchte ich dieses Gebiet auf einer Schülerexkursion, die mein hochverehrter Lehrer, Herr Professor Uhlig, im Juni des Jahres 1903 unternahm. Im folgenden Jahre verbrachte ich einige Tage in der Gegend des Wolayer Sees, die wegen ungünstigen Wetters hauptsächlich zum Fossilsammeln benützt wurden. Erst im Jahre 1905 konnte ich fünf Wochen der Begehung des kartierten Gebietes widmen, der im nächsten Sommer ein kurzer Revisionsbesuch folgte. Im Herbst 1906 war die Arbeit bereits im wesentlichen abgeschlossen, doch wurde die Bewilligung zur Publikation der Originalaufnahmen im Maßstabe 1:25.000 von seiten des Militär-geographischen Institutes nicht erteilt. Ich entschloß mich daher, zur Vergrößerung der Spezialkarte 1:75.000 zu greifen; da jedoch die neue, auf den von mir benutzten Originalaufnahmen basierende Karte damals noch nicht erschienen, die alte aber für meine Zwecke ungeeignet war, so mußte die Publikation bis zur Fertigstellung der neuen Karte verschoben werden. Die kleinen Inkongruenzen zwischen Profilen und Profillinien der Karte sind auf die Uebertragung der geologischen Aufnahme auf eine veränderte topographische Grundlage zurückzuführen. — Dem k. u. k. Militär-geographischen Institute in Wien bin ich für die Erlaubnis, die noch nicht publizierte neue Karte benützen zu dürfen, sowie für die Herstellung der

topographischen Grundlage meiner Karte zu großem Danke verpflichtet.

Sämtliche Hand- und Belegstücke befinden sich im Geologischen Institut der k. k. Universität in Wien.

Die Literatur über die Karnischen Alpen, bis zum Jahre 1900, bzw. 1905, ist zusammengestellt in:

Geyer, Erläuterungen zur geol. Karte der österr.-ungar. Monarchie, SW-Gruppe, N, 71, Oberdrauburg-Mauthen 1900 und

Gortani, Bibliografia Geologica del Friuli 1737—1905. Boll. soc. geol. ital. 1906.

Die seither erschienenen, wichtigsten Arbeiten, welche mir zugänglich waren, sind nachstehende:

(1905—1906.) Scupin, Das Devon der Ostalpen, IV; Die Fauna des devonischen Riffkalkes, II. Zeitschr. der Deutsch. Geol. Ges., Bd. LVII, LVIII.

(1906.) Caneva, Fauna del Calcarea a Bellerophon. Boll. soc. geol. ital.

Gortani, Sopra alcuni fossili neocarbon. delle Alpi carniche. Boll. soc. geol. ital.

Gortani, Contribuzione allo studio del Palaeozoico carnico, I. La Fauna permocarbon. del Col Mezzodi presso Forni Avoltri. Palaeont. ital.

Gortani, Studi sulle rocce eruttive delle Alpi carniche. Rivista Palaeont. ital., Bologna. (Mit wertvoller Uebersichtskarte der Umgebung von Paluzza und Paularo.)

Krause, Ueber das Vorkommen von Kulm in der karnischen Hauptkette. Verhandl. d. k. k. Geol. Reichsanstalt.

Vinassa de Regny, Zur Kulmfrage in den karnischen Alpen. Verhandl. d. k. k. Geol. Reichsanstalt.

Vinassa de Regny, A proposito della esistenza del Culm nelle Alpi carniche. Rendiconti della R. Acad. dei Lincei, Roma.

Vinassa de Regny, Sul estensione del carbonifero sup. nelle Alpi carniche. Boll. soc. geol. ital.

Und die Referate von:

Geyer, Verhandl. d. k. k. Geol. Reichsanstalt, S. 189, 240, 242.

(1907.) Gortani, Sopra l'esistenza del Devoniano inferiore fossilifero nel versante italiano delle Alpi carniche. Rendiconti della R. Acad. dei Lincei Roma.

Gortani, Contribuzione allo studio del Palaeozoico carnico, II. Fauna devoniana, Palaeont. ital.

Gortani, Contribuzioni allo studio del Palaeozoico carnico, III. La Fauna a Climenie del Monte Primosio. Memoria R. Acad. d. Scienze dell' Istituto di Bologna.

Spitz, Die Gastropoden des karnischen Unterdevons. Beiträge zur Geologie und Paläontologie Oesterreich-Ungarns und des Orients.

Vinassa de Regny, Graptoliti carniche. Atti del Congresso dei naturalisti ital. Milano, 15—19 sett. 1906.

(1908.) De Angelis d'Ossat, Per il Palaeozoico della Carnia. Boll. soc. geol. ital.

Vinassa de Regny, Fossili dei Monti di Lodin. Palaeont. ital.

Vinassa de Regny, Fauna dei calcari con Rh. megaera del Passo di Volaja. Boll. soc. geol. ital.

Vinassa de Regny, Il Devoniano medio nella Giogaia del Coglians. Rivista ital. di Palaeontologia.

Vinassa de Regny. Nuove osservazioni geolog. sul nucleo centrale delle Alpi carniche. Proc. verb. soc. toscana di Scienze naturali.

Vinassa de Regny e Gortani, Nuove ricerche geolog. sul nucleo centrale delle Alpi carniche. Rendiconti della R. Acad. dei Lincei, Roma.

Zum ständigen Vergleich mögen dienen Frech, die Karnischen Alpen, 1894, und Geyer, Exkursion in die Karnischen Alpen, Führer des IX. internationalen Geologenkongresses, Wien, 1903.

I. Stratigraphie.

Man kann im Obersilur des zentral-karnischen Gebietes zwei lithologisch und faunistisch deutlich getrennte Fazies unterscheiden. Ich nenne sie zur Einfachheit Plöckener und Wolayer Fazies. Dazu kommt noch als dritte die halbmetamorphe oder Bänderkalkfazies.

Plöckener Fazies.

Grauwacken, Quarzite, Sandsteine, Tonschiefer.
Kieselschieferbreccien, Kieselschiefer. (s)

Alle diese Glieder bilden einen, für den kartierenden Geologen schwer zerlegbaren Komplex. Ihre Hauptmasse (mit Ausschluß der beiden letzten Glieder) gehört dem Untersilur an; vielleicht ist auch das Kambrium noch in ihnen vertreten.

Die Grauwacken scheinen zum Teil einen tieferen Horizont zu bezeichnen, denn sie pflegen an den Stellen stärkster Aufwölbung vorzuwiegeln (Ob. Wolayeralp), während sie in den untergeordneten Antiklinalen (Rauchkofel, Cellonetta), gegenüber den Tonschiefern wesentlich zurücktreten. Sie sind fein- bis grobkörnig, von grauer und grünlicher Farbe, und durch ihren charakteristischen Ueberzug von grauen und gelb-

grünen Flechten schon von weitem zu erkennen. Häufig treten in ihnen weiße Quarzeinlagerungen auf, am Ostabhange des Hinteren Jochs kommen inmitten der Tonschiefer sogar dünnbankige, weiße, reine Quarzite vor. Hie und da schalten sich Kieselschieferbreccien ein (Valentintörl).

In Wechsellagerung mit dieser grobklastischen Gruppe treten die Tonschiefer. Sie sind meist sehr dünn und brüchig, und zerfallen oft griffelförmig; ihre Farbe ist gewöhnlich dunkel: grau, schwarz, grünlich, bräunlich. Häufig zeigen sich, besonders gegen das Hängende, in ihnen braune und ockergelbe, knollige Flecke und Knollen — wohl Reste von Versteinerungen —, die allmählich zu den kompakten Tonschiefer- und Eisenkalken hinüberleiten. In ähnlichen Gesteinen des Uggwagrabens fanden Stache,¹⁾ Sueß und Frech²⁾:

<i>Leptaena aff. sericea</i> Sow.	<i>Orthis cf. vespertilio</i> Sow.
<i>Strophomena expansa</i> Sow.	<i>Strophom. grandis</i> Sow.
<i>Orthis cf. solaris</i> .	<i>Porambonites cf. intercedens</i> var.
<i>Orthis calligranma</i> .	<i>filosa</i> Mc. Coy bei Dav.
<i>Orthis cf. hybrida</i> .	<i>Strophom. n. sp.</i>
<i>Monticulipora petropolitana</i> Eichw.	<i>Bryozoen.</i>
<i>Orthis Actoniae</i> Sow.	

Doch liegen diese Schiefer nach der Darstellung von Frech³⁾ derart inmitten von Orthozerenkalken, daß der Verdacht eines jüngeren Alters — etwa des Kardiolaniveaus Geyers nicht ganz abgewiesen werden kann.

Im Süden des Kellerwandmassivs und im Sockel des Seekopfes treten gelbbraune Sandsteine auf. Das Vorkommen von Pflanzenresten in ihnen, welche früher als *Archaeocalamites radiatus* Stur. bestimmt wurden, die aber, wie sich später gezeigt hat, keine Nodien tragen, hat früher die Deutung der gesamten, im Süden der karnischen Hauptkette gelegenen Schiefermassen als Kulm zur Folge gehabt, bis sie Geyer⁴⁾ auf Grund von Graptolithenfunden für untersilurisch ansprach. Neuerdings ist die Karbonfrage in diesem Gebiete wieder aktuell geworden (vgl. Vinassa de Regny, Zur

¹⁾ Stache, Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges. 1884, S. 324.

²⁾ Frech, Karn. Alp., S. 219.

³⁾ Frech, Karn. Alp., Profil. S. 15.

⁴⁾ Geyer, Verhandl. d. k. k. Geol. Reichsanstalt 1897, S. 237.

Kulmfrage in den Karnischen Alpen, Verhandlungen der k. k. Geologischen Reichsanstalt, 1906, S. 238, mit weiteren Literaturangaben und die anschließende Besprechung von Görtani, Relazione sommaria delle escursioni fatte in Carnia dalla soc. geol. ital. durch Geyer). Durch diese Arbeiten wurde der Nachweis erbracht, daß die oberkarbonische Transgression nicht an der Ahornachalpe endet, sondern auch nach Süden und Westen fortsetzt, und hier in einzelnen Lappen erhalten ist. Doch ist eine genaue, kartographische Trennung von Oberkarbon und Untersilur infolge der großen faziellen Ähnlichkeit beider Formationen ungemein schwierig und dürfte auch trotz der Fossilfunde immer etwas unsicher bleiben. Es wäre daher nicht zu verwundern, wenn sich auch anderwärts durch glückliche Funde ein Teil des „Untersilur“-Schiefers als Karbon erwiese.⁵⁾ Mir fehlen bisher alle Anhaltspunkte dafür.

Tonschiefer und Grauwacken tragen die schönen, grünen Almen, treten aber oft aus dem Graswuchs nackt zutage. Tief eingerissene, wilde Gräben durchreißen sie, deren Wände wegen der großen Brüchigkeit und Unverläßlichkeit des Gesteines oft schwer zu erklettern sind.

Im Osterniggebiete und im Süden des Pal und der Kellerwandgruppe (Forca Moreret, in der Nähe der pflanzenführenden Sandsteine), kommen schwarze Kieselschiefer⁶⁾ mit Graptolithen vor, welche zumeist an der Basis des kalkigen Obersilurs e_2 (also ganz entsprechend dem böhmischen e_1) liegen.

Am Osternig und im Uggwagebiete fanden Stache⁷⁾, Tietze und Frech⁸⁾:

Diplograptus folium His.
Diplograptus pristis His.
Monograptus Proteus
Grapt. triangulatus Harkn.
Grapt. Nilssoni B.

Retiolites sp.
Rastrites peregrinus B.
Diplograptus acuminatus Nich.
Climacograptus.
Cladograptus(?) Dendrograptus(?).

⁵⁾ Von Geyer wiederholt hervorgehoben.

⁶⁾ Vgl.: Stache, Verhandl. der k. k. Geol. Reichsanstalt 1872, S. 234; Taramelli, Rendiconti dell Ist. Lomb. di scienze e lettere. Milano 1881, ser. II, V. 14, S. 509 und Geyer, Verhandl. d. k. k. Geol. Reichsanstalt 1897, S. 237.

⁷⁾ Verhandl. d. k. k. Geol. Reichsanstalt 1872, S. 323.

⁸⁾ Frech, Karn. Alp. S. 221.

Neuerdings hat Vinassa de Regny⁹⁾ eine größere Fauna von Casera Meledis gesammelt:

<i>Dendrograptus</i> (?) <i>carnicus</i> Vin.	<i>Monograptus convolutus</i> His.
<i>Desmograptus italicus</i> Vin.	„ <i>resurgens</i> Lim.
<i>Tetragraptus</i> sp. ind.	„ <i>triangulatus</i> Harkn.
<i>Diplograptus</i> cf. <i>palmeus</i> B.	„ <i>communis</i> Lapw.
„ <i>bellulus</i> Tornq.	„ <i>gregarius</i> Lapw.
„ cf. <i>tamariscus</i> Vin.	„ cf. <i>cyphus</i> Lapw.
„ cf. <i>sinuatus</i> Nich.	„ <i>Becki</i> Barr. em. Pern.
„ <i>ovatus</i> B.	„ <i>lobifer</i> Mc. Coy.
„ <i>modestus</i> Lapw.	„ <i>nuntius</i> Barr.
„ cf. <i>vesiculosus</i> Nich.	und auch Taramellis Material
<i>Cephalograptus folium</i> His.	von Rio del Musch bestimmt;
<i>Climacograptus scalaris</i> L.	<i>Monograptus colonus</i> Barr. em.
<i>Rastrites peregrinus</i> B.	<i>Monograptus colonus</i> v. <i>inter</i>
<i>Monograptus leptotheca</i> Lapw.	<i>media</i> Vin.
„ <i>Hisingeri</i> Carr.	<i>Cyrtograptus</i> (?) sp.

Aehnliche Gesteine finden sich in unserem Abschnitte an der Basis der Oberen Silurkalke in der Angerklamm und inmitten der Tonschiefer und Grauwacken des Südhanges vom Maderkopf. Graptolithen wurden darin bisher nicht gefunden. Die Grenze zwischen Untersilur und e₂ ist in unserer Region vielmehr charakterisiert durch Einlagerung von

Tonflaserkalken (t)

das sind sehr tonige, netzförmig gezeichnete Kalke mit oft wabenförmig auswitternden Kalklagen. Die Mächtigkeit schwankt je nach dem Vorhandensein des Tongehaltes; Vorwiegen des letzteren kann zu Kalktonschiefem führen, die sich kaum von den Tonschiefern der Umgebung abheben. Auch die kompakten Kalkzüge zergliedern sich oft durch Aufnahme von Tonschieferzwischenlagen und senden dann kurze Kalkarme aus, welche in den Tonschiefern bald auskeilen. (Rauchkofel, Nordseite.)

Sehr auffallend ist auch das häufig zu beobachtende, streckenweise völlige Aussetzen der Züge; ob hier linsenförmig auskeilende Einlagerungen oder tektonisch auseinandergerrissene Keile vorliegen, läßt sich nicht sicher beurteilen.

⁹⁾ Grapoliti carnice, Atti del congresso dei naturalisti ital. Milano 1906 (erschienen 1907).

Ihre Farbe ist bräunlichgrau bis hellgeblichgrau; innen sind sie meist grau bis grünlich. Durch ihre Färbung heben sie sich oft schon aus der Ferne deutlich von den Schiefen ab. An mehreren Stellen (Rauchkofel, Südhang, Südschluchten) führen sie undeutliche Orthozeren. Auf der Cellonetta fand Frech in ihnen *Orthoceras Richteri* und bezeichnet sie deshalb als Zone des *O. Richteri*; wenn diese Bestimmung zutrifft, wären sie schon zu e_2 zu stellen. Die Tonflaserkalke verlaufen durchwegs nahe der Basis der Obersilurkalke; es sind meist ein bis drei durch geringmächtige Tonschieferlagen getrennte Züge vorhanden und es bleibt auch hier unentschieden, ob diese Wiederholung tektonischer oder stratigraphischer Natur ist.

Von den Eisenkalken des Obersilurs sind sie durch eine wenig mächtige Zwischenlagerung von Schiefen getrennt, welche eine von der Hauptmasse der Schiefer meist etwas abweichende Beschaffenheit zeigen;¹⁰⁾ sie werden schwarz und erdig oder violett, braun und rostfarbig und gehen durch allmähliche Einlagerung von eisenreichen Kalkknollen (Plöckener Talstufe) oder durch Zurücktreten des Tongehaltes über in die tonreichen oberlisurischen

Eisenkalke.

(Zone mit *Orthoceras potens* Barr. nach Frech.) (e.)

Diese sind das konstanteste Glied der Plöckener Fazies; es sind innen schwarze, graue, auch rötliche, tiefbraun anwitternde Kalke; oft zeigen sie schiefrige Zwischenlagen und braune eisenschüssige Krusten, besonders, wenn sie als Knollenkalke entwickelt sind. Sie sind immer deutlich gebankt. Unter dem Eiskar werden sie von braunem Kalkschiefer vertreten. Sie sind ganz erfüllt von Orthozerenresten; man kennt aus ihnen:¹¹⁾

¹⁰⁾ Auf der Karte wurden sie, der Einfachheit halber, mit der Farbe der letzteren ausgeschieden, obwohl sie einem höheren Niveau angehören.

¹¹⁾ Frech, Karnische Alpen, S. 225, 231. Die Zusammenstellung S. 223 ist nicht ganz verlässlich; siehe die Anmerkung auf S. 286 dieser

<p><i>Cheirurus propinquus</i> Mstr. = <i>Cheirurus Quenstedti</i> Barr. e₂. <i>Phacops Grimburgi</i> Frech. <i>Arethusina Haueri</i> Frech. <i>Encrinurus Novaki</i> Frech. <i>Cromus Beaumonti</i> Barr. <i>Orthoceras potens</i> Barr. e₂. " <i>truncatum</i> Barr. " <i>zonatum</i> Barr. var. <i>littoralis</i> Barr. e₂.</p>	<p><i>Orthoceras pectinatum</i> Barr. " <i>cf. pelagicum</i> Barr. " <i>currens</i> Barr. <i>Murchisonia attenuata</i> Ldström. <i>Cardiola spuria</i> Mstr. = <i>persignata</i> Barr. e₂. <i>Nucleospira elegans</i> Barr. (?) <i>Petraia</i> sp.¹²⁾</p>
--	--

Am Kock haben Stache und Frech folgende Fauna gesammelt:¹³⁾

<p><i>Cheirurus propinquus</i> Mstr. = <i>Quenstedti</i> Barr. <i>Arethusina Haueri</i> Frech. <i>Encrinurus Novaki</i> Frech. <i>Bronteus, Acidaspis, Cyphaspis,</i> <i>Ampyx, Proetus, Illaenus, Dionide,</i> <i>Sphaerexochus, Lichas, Phacops,</i> <i>Plumulites.</i> <i>Orthoceras potens</i> Barr. " <i>truncatum</i> Barr. " <i>pleuromotum</i> Barr. " <i>originale</i> Barr. " <i>Michelini</i> Barr. <i>Cyrtoceras patulum</i> Barr. <i>Trochoceras, Nautilus</i> und wahr- scheinlich <i>Goniatites.</i> <i>Hyolites, Conularia, Cornulites.</i> <i>Murchisonia attenuata</i> Ldström. = <i>Lox. (?) attenuatum</i> Ldström. <i>Polytropis discors</i> Sow. <i>Natiria carinthiaca</i> Stache.</p>	<p><i>Pleurotomaria, Holopella, Nati-</i> <i>copsis.</i> <i>Cardiola cornu copiae</i> Gdf. = <i>inter-</i> <i>rupta</i> Sow. <i>Cardiola gibbosa</i> Barr. " <i>signata</i> Barr. " <i>migrans</i> Barr. <i>Cardiola contrastens</i> Barr. <i>Tiaraconcha cf. decurtata</i> Barr. <i>Matercula, Lunulicardium, Hemi-</i> <i>cardium.</i> <i>Conocardium, Praelucina.</i> <i>Orthis aff. humillima</i> Barr. <i>Strophomena aff. tristis</i> Barr. <i>Dayia navicula</i> Barr. <i>Atrypa cannaliculata</i> Barr. <i>Meristella ypsilon</i> Barr. <i>Monograptus aff. priodon.</i> <i>Retiolites.</i> <i>Petraia semistriata</i> Mstr.</p>
---	---

Zeitschrift. — Geyer, Exkursionsführer S. 11, Erläuterungen zur geologischen Karte, Blatt Oberdrauburg-Mauthen, S. 30.

Eine Kritik der karnischen Obersilurfaunen wird erst möglich sein, wenn Stache seine in Vorbereitung befindliche Monographie über das karnische Silur veröffentlicht haben wird. Bis dahin erscheint es auch zweckmäßig, an der von Frech vorgeschlagenen Zoneneinteilung festzuhalten.

¹²⁾ Aus dem „schwarzen Orthozerenkalke“ (?) des Cellonetta-Nordzuges führt Frech noch an: *Pleurot. extensa* Heidenh. var. *clausa* Frech, *Platyceras Mathildae* Frech.

¹³⁾ Frech, Karnische Alpen, S. 234 ff.

Am häufigsten kommt *Orthoceras potens* vor. Doch habe ich auch hie und da *Orthoceras alticola* Barr., nach Frech das Zonenfossil des nächsthöheren Gliedes, darin gefunden (Rauchkofel, Südwestgrat).¹⁴⁾

Gegen oben stellen sich fast überall einige Bänke von schwarzem Plattenkalk mit Zwischenlagen von schwarzem Mergelschiefer ein (Kardiolaniveau Geyers), die recht fossilreich sind. Sie führen:¹⁵⁾

Cheirurus Quenstedti Barr.
Orthoceras sp.
Platyostoma sp.
Cardiola interrupta Sow.

Rhynchonella Sappho Barr.
Atrypa Thisbe Barr.
Graptolithen.¹⁶⁾

¹⁴⁾ Auf dem Vorkommen von *Orth. alticola* in der tieferen Zone (dem Eisenkalk) im Cellonetta-Nordzug beruht ein Irrtum Frechs (Karn. Alp., S. 230), der infolgedessen die Schichtfolge in verkehrter Reihenfolge deutet. Geyer hat später wiederholt die richtige Schichtfolge festgestellt. Frech sieht daher seine Zone mit *Orth. Richteri* als die Grenzzone gegen das Devon an (Karn. Alp., S. 231); seine Schicht 4 b „Kramenzkalk mit Orthozeren“ entspricht nicht der Schicht 4 (graue und rote Orthozerenkalk) des Valentintörls (Wolayertörl Frech), sondern ist nichts anderes, als jener mächtige Zug von Tonflaserkalken, der quer zum Streichen über den Rücken des Cellonvorberges hin verläuft. Wenn man also die Tonflaserkalk als Zone des *Orth. Richteri* bezeichnen will, so hat man es hier nicht mit der Grenzzone von e_2 gegen das Devon, sondern gegen e_1 oder das Untersilur zu tun.

Im Profil des Valentintörls verlegt Frech an die Basis des Eisenkalkes „graue und schwarze Plattenkalk mit Hornsteinausscheidungen, ca. 200 m“ (Frech, Karn. Alp., S. 225). Diese Plattenkalk (unsere Schicht p) sind das jüngste Glied des Silurs und folgen im Hangenden der grauen und roten Orthozerenkalk mit *Orth. alticola* (Frechs Schichten 3 und 4). Sie liegen hier in einer Syncline, der Eisenkalk ist daher nicht zwischen ihnen und den Schichten 3, 4, sondern an der Basis letzterer gegen die Tonschiefer eingeschaltet; gerade an der untersuchten Stelle fehlt er aber infolge von Störungen. Geyer (Kongreßführer, S. 28, Anmerkung) hat den Plattenkalk natürlich im Liegenden des Eisenkalkes nicht gefunden, er nimmt daher Fazieswechsel an; der Plattenkalk ist aber ident mit seiner Schicht 3; allerdings ist die durch die Faltung verdoppelte Mächtigkeit nicht 25 m, sondern eher 250 m.

¹⁵⁾ Geyer, Kongreßführer, S. 11; Erläuterungen zur geol. Spezialkarte. Blatt Oberdrauburg-Mauthen, S. 31.

¹⁶⁾ Comptes rendus, IX. congr. internat. géol. II, S. 883.

Graue und rote Orthozerenkalke (Frechs Zone mit *Orthoceras alticola*) und Äquivalente (r und b).

Dieses Schichtglied weist die größte fazielle Mannigfaltigkeit auf. Meist folgen auf das Kardiolaniveau zunächst graue, oft gelb oder braun genetzte, sehr oft knollige Kalke; allmählich entwickeln sich aus ihnen hellrosenrote Kalke mit grauen Flecken, welche die reichste Fauna¹⁷⁾ führen:

<i>Harpes unguis</i> Barr. (?) e ₂ .	<i>Orthoceras cf. Neptunium</i> Barr. e ₂ .
<i>Encrinurus</i> n. f.	<i>Bellerophon</i> n. f. aus der Bilobatusgruppe.
<i>Bronteus, Primitia</i> .	<i>Pleurotomaria</i> .
<i>Orthoceras alticola</i> Barr. e ₂ .	<i>Cardiola cornucopiae</i> Gdf. = <i>interrupta</i> Sow. e ₂ .
„ <i>electum</i> Barr. var. e ₁ , e ₂ .	<i>Lunulicardium emissum</i> Barr. e ₂ .
„ <i>firmum</i> Barr. e ₂ .	<i>Glassia obovata</i> Sow. bei Barr. e ₂ —g.
„ <i>Michelini</i> Barr. e ₂ .	<i>Meristella tumida</i> Barr. non Dalm.
„ <i>amoenum</i> Barr. e ₁ , e ₂ .	<i>Petraia semistriata</i> Mstr. e ₂ .
„ <i>pleuromotum</i> Barr. (?) e ₁ , e ₂ .	
<i>Orthoceras subannulare</i> Mstr. bei Barr. e ₁ , e ₂ .	

Ueber diesen roten Kalken stellen sich nach und nach wieder graue Kalke ein, welche den unteren ganz gleich sehen. Sie führen noch häufig Orthozeren durchschnitte. Hie und da kann einer der beiden grauen Kalkkomplexe zurücktreten.

Diese durch das Auftreten der roten Kalke charakterisierte Fazies ist vorhanden am westlichen Rand der westlichen (unteren) Rauchkofelsynkline¹⁸⁾ und im südlichen Celonettazuge; in allen übrigen Fällen (mit geringen Ausnahmen) fehlen die roten Kalke und werden ersetzt durch graue, ziemlich stark braun gefleckte, oft netzförmig gezeichnete Kalke mit spärlichen Orthozeren (b). Diese beiden Ausbildungsweisen lassen sich im großen und ganzen recht gut voneinander trennen, weshalb auch der Versuch gemacht wurde, sie auf der Karte auszuscheiden; doch sei ausdrücklich hervorgehoben, daß diese Trennung keine scharfe ist und daß Uebergänge stattfinden, indem sich in den bräunlichen Kalken hie und da

¹⁷⁾ Frech, Karn. Alp., S. 226.

¹⁸⁾ Die Schichtfolge auf dem Nordhange des Rauchkofel sehe ich, im Gegensatz zu Geyer (Verhandl. d. k. k. Geol. Reichsanstalt 1894, S. 110), als durchaus normal an, auch das Vorkommen von *Orth. alticola*; nur tritt das den Plattenkalken recht ähnliche Kardiolaniveau etwas zurück.

rötliche Partien einstellen, welche zu den rötlichen Orthozerenkalcken hinüberleiten. (Rauchkofel, östliche Synklinen, in den Südschluchten; Cellonetta, sekundär eingeschaltete Antikline nördlich von P. 1840.) Immerhin verdient die so häufige Beschränkung jeder Fazies auf einen anderen Flügel derselben Falte Beachtung.

Unter den Wänden des Eiskars treten in diesem Horizonte mächtige, braun oder rötlichgelb anwitternde, innen aber hellgraue, splittrige, dolomitische Kalke von fast devonischem Habitus auf. Sie sind entweder dünn geschichtet oder undeutlich grobgebankt und schließen sich mehr der bräunlichen Fazies an.

In der westlichen Rauchkofelsynkline fehlen am Südhange dieses Berges merkwürdigerweise die Orthozerenkalcke auf der nördlichen (oberen) Seite der Synkline vollständig, während sie im Gegenflügel reichlich vertreten sind. Es ist schwer zu entscheiden, ob dieses Glied hier disloziert oder in der Fazies der Plattenkalke entwickelt ist. Von einer Störung ist nichts zu sehen. Gerade in diese Region fallen die am meisten untersuchten Profile und die eben erwähnte und andere Störungen haben die Feststellung der normalen Schichtfolge hier erschwert.

Die Grenze gegen das Hangende ist nicht scharf. Es schalten sich oft schwarze Plattenkomplexe ein, welche gegen oben allmählich vorherrschen und zu den

Blauschwarzen Plattenkalcken mit Hornsteinen (p) führen.

Am Südhange des Rauchkofels beginnen sie mit einer etwas mächtigeren, außen auffallend weißen Bank, die gesimseartig herauswittert. Dann folgen sehr schön plattige Kalke, welche tiefschwarz oder bläulichschwarz gefärbt sind. Sie enthalten häufig Einlagerungen von dünnen, in sehr großen Platten brechenden Kalkschiefern, die gebändert sind wie die halbmetamorphen Kalke im unteren Valentintal. Mächtige Spataern durchziehen sie häufig nach allen Richtungen. Oft führen sie breite Hornsteinbänder, die stark herauswittern.

Ihre Mächtigkeit ist schwankend, meist sehr bedeutend. Diese Kalke erinnern an die schwarzen, dünn gebankten Budňaner Kalke e_2 ; am Rauchkofel ist aber die Aehnlichkeit mit den dünnbankigen, schwarzen Kalkschiefer und Hornsteine führenden f_1 -Kalken von Kosoř bei Radotin geradezu aufdringlich. Beide stehen an der Grenze von e_2 und f_2 .

Die Fossilführung ist leider recht spärlich und genügt nicht, um die Frage, ob e_2 oder f_1 , zu entscheiden.

Frech¹⁹⁾ fand in ihnen einen *Camerocrinus*. Im Cello-
netta-Südzug führen sie über den Orthozerenkalken zahlreiche Orthozeren, die gegen oben allmählich verschwinden. Leider konnte ich kein bestimmbares Stück sammeln. Auch Krinoidenreste und ein kleines *Cyrtoceras* (?) habe ich hier gefunden, ferner einen Abdruck von *Avicula* (*Pteronitella?*) *cf. explanata* Barr. (v. VI, Bivalven, pl. 224, f. IV, 1—5). Dieser Fund würde auf e_2 verweisen; man darf ihn aber nicht zu hoch einschätzen, da ähnliche Formen (z. B. *Avicula* (*Pterinea?*) *ala* Barr. pl. 217, f. V, 1—3, die freilich viel stärker gerundet ist), auch in f_2 vorkommen, und auch sonst die Bivalvenfauna von e_2 und f_1 viele gemeinsame Züge aufweist.

Am Rauchkofel bilden die Plattenkalke das jüngste Glied. Im Kellerwandzug ist der Uebergang ins

Devon (d).

gut aufgeschlossen. Zwischen die Plattenkalke schalten sich nämlich gegen das Hangende allmählich mächtigere Bänke ein, welche die Plattenkalke schließlich gänzlich zurückdrängen. Das dünn-schichtige Zwischenmittel zwischen je zwei dieser mächtigen Bänke wird zunächst von Plattenkalken gebildet, nimmt aber sehr bald den Charakter der karnischen f_1 -Knollenkalke an, welche schwarz und bituminös sind und unter dem Judenkopf eine reiche Fauna geliefert haben.²⁰⁾ Die massigen Bänke sind zum Teil hell und führen dann f_2 -Fossilien, zum Teil sind sie aber auch dunkel und somit als f_1 zu bezeichnen; dieses ist namentlich im Osten unseres Gebietes der Fall.

¹⁹⁾ Frech, Karn. Alp., S. 225.

²⁰⁾ Vergleiche A. Spitz, Die Gastropoden des karn. Unterdevons. Beiträge zur Geol. und Pal. Oesterreich-Ungarns und des Orients, 1907.

Dieser Komplex wechsellagernder f_1 - und f_2 -Schichten schließt gegen oben mit einer auffallend mächtigen, äußerlich etwas helleren Bank ab, die sich vom Cellon bis unter den Coglians verfolgen läßt. Darüber folgen im Osten (auf dem Plöckenpasse sehr schön aufgeschlossen) recht mächtige, dünnebankte, plattige Kalke, welche innen dicht und grau, außen gelb genetzt sind. Auch sie ziehen ins Valentinkar, verlieren aber hier allmählich ihre Schichtung und verwachsen mit dem nächsten Gliede, mächtigen, weißen und hellgrauen, massigen Riffkalcken; diese letzteren haben am Grate zwischen Collinkofel und Kellerwand eine Fauna des höheren Mitteldevon geliefert, die bisher fossilleeren, gelblichen Kalke im Liegenden mögen also die Stufe G vertreten. Darüber folgen nochmals helle, geschichtete Kalke, welche am Osthang des Collinkofels dem unteren Oberdevon angehören. Neuerdings wurde diese Stufe, sowie auch die Clymenienkalke auf der Südseite des Cellon- und Collinkofels nachgewiesen.²¹⁾ Der Cellonkofel weist also die vollständige Schichtenfolge von Untersilur bis zum Oberdevon auf! Diese Clymenienkalke sind rötlichgraue und schwärzliche Netz- und Flaserkalke, welche gewissen Obersilurtypen der Wolayer- und Bänderkalkfazies zum Verwechseln ähnlich sehen.

Eine Bemerkung verdient noch das Devon, welches den Nordzug der Cellonetta an der Grenze gegen die Untersilurschiefer des Valentintals begleitet; die silurischen Plattenkalke gehen allmählich über in eine fast massige, etwa 30 bis 40 m mächtige Felsstufe, die im Innern bald dunkel, bald heller gefärbt ist; sie ist vielfach spätig und führt hie und da Krinoiden. Gegen die Tonschiefer stellen sich oft deutlicher geschichtete, gelblich genetzte, dichte Kalke ein. Die Analogie mit der Entwicklung des Unterdevon am Plöckenpasse ist nicht zu verkennen, auffallend ist nur der Mangel an Schichtung.

Eruptivgesteine (π).

Innerhalb der untersilurischen Tonschiefer treten auf der oberen Wolayeralpe und am Lahna Quarzglimmerporphyrite auf.

²¹⁾ Vinassa de Regny e Gortani, Nuove ricerche geol. sul nucleo centrale delle Alpi carniche. Rendic. R. acad. Lincei. 1908, S. 607, 608.

Quartäre Bildungen (q).

Der Gehängeschutt ist überall mit Moränen und glazialen Bildungen vermischt; größere Moränenreste trifft man auf der oberen Wolayeralpe, der oberen Valentinalpe, beim Eder im unteren Valentintal und auf der Plöcken.

Wolayer Fazies.

Ganz abweichend ist die Entwicklung des Obersilurs im Gebiete des Valentintörls, der Rauchkofelböden und des Biegengebirges. Die Basis bilden Grauwacken und Tonschiefer in derselben Ausbildung wie im Osten; Tonflaserkalke scheinen zu fehlen. Das Gebiet ist stark gestört, die Schichtfolge aber im großen und ganzen folgende:

Helle, massige Bank (h).

An der Basis über den Schiefen. Sie wird bis zu 10 m mächtig; außen wittert sie immer sehr hell an, im Zug IV (Valentintörl, südliche Einsattlung) ist sie durch Eisenoxyd stark gelbbraun gefärbt. Hie und da ist sie oberflächlich leicht gelb genetzt. Innerlich ist sie auch hell, manchmal rötlich, auch grau, oft spätig; hie und da zeigen sich Krinoidenspuren. Von den folgenden dunkelgrauen Netzkalken ist sie immer recht gut zu trennen. Sie ist im allgemeinen fossilarm, doch dürfte die von Stache am Seekopfsockel entdeckte weiße Kalklage²²⁾ mit

Cheirurus Sternbergi e—g.
Rhynchonella princeps e—g.
" *cuneata* e₂.
Spirifer secans e—f.
" *viator* e₂.

hierher gehören.

Graue und rote Netzkalke.

(Frechs Zone mit *Tornoceras inexpectatum* und *Cyrtoceras miles*.) (n.)

Sie bilden im großen und ganzen einen Komplex, lassen sich aber doch in drei, durch Uebergänge recht engverbundene Glieder auflösen.

²²⁾ Stache, Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges. 1884, S. 337. Hier sei auf ein Mißverständnis hingewiesen. Während Stache diese Lage unter dem Seekopf entdeckt hat, sucht Frech (Karn. Alp., S. 224) sie vergeblich im Profil des Valentintörls. Uebrigens fehlen ihre Aequivalente auch hier nicht.

An der Basis liegen fast immer graue Netzkalke, gut plattete, tonige, dichte, stark netzförmig gezeichnete, innen graue bis schwärzlichgraue Kalke. Ihre Aehnlichkeit mit den grauen, braungefleckten Orthozerenkalken der Plöckener Fazies ist sehr auffallend (besonders im I. Zug der Rauchkofelböden) und entspricht tatsächlich ihren Beziehungen. Ihr Grenzniveau gegen die weiße Bank im Liegenden ist eine dünne Kruste von tiefbraun anwitternden, zähen Kalken (Zug III), deren Spuren auch im Zug I und unter dem Seekopf, hier etwas rötlich gefärbt, zu finden sind. Dann folgen dünnplattige, dunkle, oft ganz schwarze Netz- und Plattenkalke von geringer Mächtigkeit, die von Orthozeren ganz erfüllt sind; im Zug I führen sie auch massenhaft *Cardiola interrupta*.

Unter dem Seekopf fand Stache²³⁾ in ihnen:

<i>Cyphaspis cf. Halli</i> e ₁ .		<i>Atrypa obolina</i> B. e ₂
<i>Cyphaspis cf. Beaumonti</i> d—g.		und Geyer ²⁴⁾
<i>Pentamerus cf. pelagicus</i> B.		<i>Orthoceras potens</i> B.
<i>Rhynchonella Niobe</i> .		

Man kann diese Kalke als Kardiolaniveau der Wolayer Fazies bezeichnen.

Die eigentlichen grauen Netzkalke führen hier und da schlecht erhaltene Orthozeren.

Aus ihnen entwickeln sich allmählich rote Netzkalke von beträchtlicher Mächtigkeit. Sie sind blutrot bis hellrötlichgelb oder rötlichgrau gefärbt und enthalten zahlreiche grünliche Tonzwischenlagen. Je nach dem Vorherrschen oder Zurücktreten der letzteren findet man alle Zwischenstufen von tonigen Kalkschiefern bis zu fast massigen Netzkalken. Sie führen vielfach schlecht erhaltene Orthozerenreste, im Zug II beim Valentintörl überdies²⁵⁾

<i>Beloceras</i> n. f.		<i>Aphyllites</i> .
<i>Tornoceras Stachei</i> Frech.		<i>Gomphoceras</i> .
<i>Tornoceras inexpectatum</i> Frech.		<i>Cyrtoceras miles</i> Barr.
<i>Anarcestes lateseptatus</i> Beyr.!		<i>Crinoiden</i> .

Auch im Seekopfsockel (auf dem Hügel im Wolayertörl) und beim Abfluß des Sees führen sie Goniatiten. Das Er-

²³⁾ Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges. 1884, S. 337.

²⁴⁾ Exkursionsführer, S. 20.

²⁵⁾ Frech, Karn. Alp., S. 227.

scheinen dieser Goniatitenfauna, die ausschließlich auf die Wolayer Fazies beschränkt ist, bestimmte bekanntlich Frech, diese Schichten schon dem Devon zuzuzählen.²⁶⁾

Graue Netzkalke bilden den Beschluß. Sie sind von gleicher Beschaffenheit wie die basalen grauen Netzkalke.

Darüber folgen im ganzen, von mir untersuchten Gebiete Tonschiefer und Grauwacken, welche auf das Obersilur aufgeschoben sind.

Im Zug IV tritt über den basalen Tonschiefern sowohl am Valentintörl wie am Seekopf neuerdings eine abweichende Entwicklung des Obersilurs auf.

Am Valentintörl (westliche Seite der südlichen Einsattelung) folgen von unten nach oben über den Tonschiefern:

Bunte, meist bräunlich-violette, kalkige Sandsteine und Grauwacken (bs); gelbgrauer Netzkalk von gewöhnlicher Beschaffenheit; neuerdings bunte Grauwacken wie oben; Krinoiden- und Brachiopodenbank (Frechs Zone mit *Rhynchonella Megaera*) (br), die zunächst braun anwittert, dann mehr grau wird und ganz aus organischen Resten zusammengesetzt ist.

Die Fauna besteht aus:²⁷⁾

<i>Cheirurus Quenstedti</i> Barr. e ₂ mut.	<i>Atrypa marginalis</i> Dalm. e ₂ .
<i>devonicans</i> Frech (Eisenkalk, Kardiolaniveau, Alticolazone).	<i>Nucleospira pisum</i> Sow. (?).
<i>Orthoceras Argus</i> Barr. e ₂ .	<i>Athyris cf. fugitiva</i> Barr.
<i>Platyceras cf. naticoides</i> Roem.	„ <i>subcompressa</i> mut. <i>progona</i> Frech.
bei Kayser.	<i>Athyris obolina</i> Barr. (Kardiolaniveau der Wolayer Fazies).
<i>Platyceras cf. cornutum</i> His.	<i>Retzia umbra</i> Barr.
<i>Murchisonia Megaerae</i> Frech.	<i>Rhynchonella Megaera</i> Barr.
<i>Capulus, Modiolopsis</i> , Vlasta.	„ <i>Zelia</i> Barr.
<i>Cardiola interrupta</i> Sow. ²⁸⁾ (Eisenkalk bis roter Orthozenkalk).	„ <i>Sappho</i> Barr. (Kardiolaniveau).
<i>Stava bohémica</i> Barr.	

²⁶⁾ Die Grenze zwischen Silur und Devon verlege ich in Uebereinstimmung mit Geyer und Scupin (Das Devon der Ostalpen: Die Fauna der devon. Lamellibranch. und Brachiop., Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges. 1905) an den Beginn der Riffazies (Vergleiche A. Spitz, Gastrop. des karnischen Unterdevons. Beiträge zur Geol. und Pal. Oesterreich-Ungarns, 1907, Schlußkapitel, Textfigur 3.) Neuerdings wurde diese Anschauung auch wieder von Vinassa de Regny vertreten (Boll. soc. ital. 1908, S. 547 ff.).

²⁷⁾ Frech, Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges. 1887, S. 687, Karn. Alp., S. 249. Geyer, Exkursionsführer, S. 32.

²⁸⁾ Comptes rendus, IX. congrès géol. internat. II., S. 886.

verweist entschieden auf e_2 und wurde von Frech als Superstitenfauna im Devon gedeutet.

Neuerdings wurde diese Schicht von Vinassa de Regny²⁹⁾ auf der Ostseite des Seekopfes mit viel reicherer Fauna aufgefunden:

<i>Petraia laevis</i> Pocta.	<i>Rhynchonella tarda</i> Barr.
<i>Orthis elegantula</i> Dalm.	„ <i>famula</i> Barr.
<i>Strophomena corrugatella</i> Dav.	„ <i>famula</i> var. <i>modica</i>
„ <i>Ivanensis</i> Barr.	Barr.
„ <i>costatula</i> Barr.	<i>Lucina</i> cf. <i>crassiuscula</i> Barr.
„ <i>rhomboidalis</i> Wilck.	<i>Slava bohemica</i> Barr.
<i>Atrypa marginalis</i> Dalm.	<i>Murchisonia Megaerae</i> Frech.
„ (?) <i>fugitiva</i> var. <i>depressa</i>	„ <i>sculpta</i> Barr.
Vin.	<i>Cyclonema Gortanii</i> Vin.
<i>Spirifer</i> cf. <i>nucula</i> Barr.	<i>Naticopsis plebeia</i> Barr.
<i>Nucleospira pisum</i> Sow.	<i>Turbonitella</i> cf. <i>fraterna</i> Barr.
<i>Retzia</i> (?) <i>umbra</i> Barr.	<i>Spirina Consuelo</i> Barr.
<i>Spirigera subcompressa</i> Frech.	<i>Platyceras minus</i> Barr.
„ <i>obolina</i> Barr. (Kardiolaniveau d. Wolayer Fazies).	„ <i>foecundum</i> Barr.
<i>Pentamerus optatus</i> Barr.	„ <i>Mathildae</i> Frech.
„ <i>pelagicus</i> Barr.	<i>Tubina</i> (?) <i>patula</i> Barr.
„ cf. <i>undatus</i> Sow.	„ <i>patula</i> var. <i>devonicans</i>
<i>Rhynchonella Megaera</i> Barr.	Pern.
„ <i>Zelia</i> Barr.	<i>Macrocheilus</i> cf. <i>intermedius</i> Barr.
„ <i>Harpyia</i> Barr.	<i>Cheirurus Quenstedti</i> Barr. (Eisenkalk, Kardiolaniveau, Altikolazone.)
„ <i>serva</i> Barr.	<i>Encrinurus Novaki</i> Frech (Potenszone des Kok).
„ <i>Sappho</i> Barr. (Kardiolaniveau der Plöckener Fazies).	<i>Deiphon</i> (?) n. sp.
<i>Rhynchonella Sappho</i> var. <i>hircina</i> Barr. der Plöckener Fazies.	

Vinassa deutet diese Fauna in Uebereinstimmung mit der von Geyer, Scupin und mir vertretenen Ansicht als e_2 , Obersilur.

Es ist bemerkenswert, daß — von dem Durchläufer *Cheirurus Quenstedti* abgesehen — drei Arten dieser Fauna (*Athyris obolina*, *Rhynchonella Sappho* und *Encrinurus Novaki*) anderwärts in tieferen Gliedern des karnischen Obersilurs auftreten. Da unsere Brachiopodenkalke nach oben unmittelbar in die unterdevonischen Korallen- und Krinoidenkalke des Monte Co-

²⁹⁾ Fauna dei calcari e Rh. Megaera del Passo di Volaja. Boll. soc. ital. 1908, S. 588.

glians, bzw. Seekopf übergehen, so dürften wir es hier mit einer Vertretung des gesamten Obersilurs zu tun haben, so daß die Schiefer und Grauwacken an der Basis die Grenze gegen das Untersilur bilden und eine neue Schuppe andeuten. Auch die im tektonischen Teile angeführten Gründe sprechen hiefür.

Im Sockel auf der Nordseite des Seekopf folgen über den Tonschiefern, Grauwacken und Sandsteinen mit Pseudokalamiten. sandige Kalke, braun, violett oder rötlich gefärbt (bs) und bunte tonige Kalkschiefer (ks), ganz erfüllt mit schlecht erhaltenen, verdrückten Fossilien (*Orthis*, *Strophomena*). Sie gehen ganz allmählich in die grauen, zunächst gebankten, dann massigen, oben wieder geschichteten Riffkalke des Devons über, die an der Basis oft etwas rötlich gefärbt sind.

Die sandigen Kalke sind mit der untersten Schicht des Valentintörls identisch, die Kalkschiefer entsprechen daher der Brachiopodenbank, und wir dürften es auch hier mit einer vollständigen Vertretung des Obersilurs zu tun haben.

Die Wolayer Fazies tritt neben den Zügen der Rauchkofelböden noch auf der Nordseite des Rauchkofels und auf der Innenseite der westlichen Syncline auf, ferner in den östlichen Synklinen des Rauchkofels und in der Plöckener Talstufe, wo sich im weiteren Verlaufe allmählich der Uebergang in die halbmetamorphe Fazies vollzieht.

Halbmetamorphe (Bänder-) Fazies.

Eine genaue stratigraphische Gliederung ist hier wegen der unklaren Verhältnisse schwierig. Es empfiehlt sich daher, zunächst die Schichtglieder ohne Berücksichtigung ihrer stratigraphischen Stellung zu beschreiben. Man kann im Silur zwei große Komplexe unterscheiden:

1. Bunte Bänderkalke und Kalkphyllite (bbk).

Das charakteristischeste Glied dieser Gruppe sind rote Kalke, daneben kommen auch weißliche, gelbliche und hellgraue Kalke vor. Die Kalke sind meist kristallinisch, stellenweise werden sie direkt zu weißem Marmor (Hinteres Joch). Flaserstruktur ist noch vielfach zu beobachten; häufig sind sie dünn gebändert, bei größerem Tongehalte entwickeln sich Kalkphyl-

lite, auf deren Schieferungsflächen genau so wie bei den roten Kalkschiefern der Wolayer Fazies grüne Ton- und Serizitbelege ruhen. Häufig beobachtet man am selben Stück einen Wechsel der Farbe. Die Schieferung ist oft nur aus der Nähe sichtbar, so daß das Gestein von weitem massig erscheint.

2. Schwarze Platten- und Bänderkalke, Kalkphyllite (dbk).

Ganz ähnlicher Weise entwickelt wie das vorige Glied, jedoch meist sehr deutlich geschichtet; die einzelnen Platten sind dann oft vielfach gebändert, auch Kalkschiefer fehlen nicht, so daß die Ähnlichkeit mit den Plattenkalcken der Plöckener Fazies sehr bedeutend ist; am Judengras führen sie überdies die charakteristischen Einlagerungen von Hornstein. Im Westen sind sie oft fast massig entwickelt, hie und da genetzt, und erinnern im ganzen Habitus an unterdevonische Gesteine. Zwischen Hinterem Joch und Mautner Alm führen sie eine Einlagerung von hellgrauem, splitterigem, dolomitischem Kalk, der brecciös verwittert und sehr hart ist. Ähnliche Kalke sind im Anschluß an dieses Glied unter dem Moos- und Gamskofel entwickelt. Diese letzteren dürften wohl schon dem Devon angehören, an das sie sehr erinnern.

Devonischer Bänderkalk (db).

Seine Abgrenzung gegen das Silur ist recht unsicher. Die Hauptmasse der grauen, kristallinen, gebänderten Kalke des Gams- und Mooskofels gehören zweifellos hieher; doch kommen auch schwarze Bänderkalke, von ganz ähnlicher Beschaffenheit, wie die oben beschriebenen silurischen, meist aber massiger, vor, die in enger Verbindung mit den hellen Kalcken stehen, so daß wir es auch hier vielleicht zum Teil mit fazieller Vertretung heller und dunkler Kalke (f_2 und f_1 ?) zu tun haben. Zum Silur wurden noch jene Kalke gezogen, welche die Hornsteineinlagerungen der typischen Plattenkalke führen oder in enger Verbindung mit den sicher silurischen bunten Kalcken stehen.

Die Kalke des Mooskofels scheinen sich von jenen des Gamskofels auf den ersten Blick, besonders aus der Ferne, zu

unterscheiden; während die letzteren meist deutlich dünn gebankt oder von grauer oder gelblicher Farbe sind, erscheinen erstere fast massig und viel dunkler; im Handstück sind jedoch beide Gesteinsmassen einander vollkommen gleich.

Freilich ist es auffallend, daß die Verbreitung der Mooskofelkalke mit der Zone der später zu besprechenden Untersilurzüge zusammenfällt, und man könnte vielleicht doch geneigt sein, hierin eine normale Lagerung, in den Kalken also Obersilur zu erblicken, spräche nicht ihre große Mächtigkeit und das Vorkommen von Reibungsbreccien zwischen ihnen und den Schiefen gegen diese Auffassung.

Es handelt sich hier wahrscheinlich um eine Verschiedenheit innerhalb der Devonkalke selbst, wie man sie ja auch im Kellerwandmassiv beobachten kann.

Am Mooskofel kommen noch weiße, sehr kristalline Gesteine vor, die auch Neigung zu rötlicher Färbung zeigen; sie sehen gewissen obersilurischen Gesteinen recht ähnlich, sind aber mit ihnen kaum zu verwechseln. In dem wilden Graben, der zwischen Moos- und Gamskofel zur Oberen Valentine hinabzieht, führen die grauen Kalke an einigen Stellen Röteln.

Der Gegensatz zwischen dem halbmetamorphen und dem „normalen“ Devon ist auf der Karte viel bedeutender, als in der Natur. Auch im Devon des Kellerwandzuges treten häufig leicht metamorphe, kristalline Gesteine auf. Frech³⁰⁾ konnte an vielen Stellen die Umwandlung von Korallen in weiße, rundliche Flecken und den Verlust der organischen Struktur überhaupt im Gestein verfolgen.

Der Fazieswechsel. (Vgl. die Tab. auf S. 303.)

Man wird selten auf so engem Raum eine so bunte Zusammensetzung einer Stufe vorfinden, wie wir sie im Obersilur dieses Gebietes antreffen. In kaum 5 km Entfernung voneinander stoßen drei Fazies zusammen, von denen zum mindesten zwei, die Plöckener und Wolayer Fazies, einander schroff und ohne Uebergänge gegenüberstehen. Dennoch besitzen wir in der Fossilführung und im Verfolgen der Züge im Streichen ein Mittel zu ihrer Parallelisierung.

³⁰⁾ Frech, Karn. Alpen, S. 260, 61.

Gehen wir von den Mergelkalken im Hangenden der Eisenkalke aus; in ersteren herrschen Kardiolazeen, darunter *Cardiola interrupta* in bedeutender Menge. Dieselben Formen kommen in den schwarzen Orthozerenkalken der Wolayer Fazies, die zwischen der weißen Bank und den grauen und roten Netzkalken liegen, massenhaft vor.

Während also die zahlreichen Kardiolazeen dieses Niveaus der Wolayer Fazies auf die schwarzen Mergelkalke der Plöckener Fazies verweisen, stellt die lokal darunter vorkommende, braune, eisenschüssige Lage auch lithologisch ein Äquivalent der Plöckener Eisenkalke dar. Die liegende weiße Bank entspricht dem tieferen Teile der Eisenkalke, vielleicht schon dem höheren Niveau der Graptolithenschiefer oder den Tonflaserkalken, welche an der Basis der Wolayer Fazies fehlen. Es ergibt sich dann ungezwungen die Gleichstellung der hangenden grauen, roten und grauen Netzkalke (mit Orthozeren und Goniatiten) mit den gleichfarbigen Orthozerenkalken der Plöckener Fazies. Jene sind nur tonreicher und mehr knollig entwickelt.³¹⁾ Daß der Komplex zwischen den Tonschiefern und dem Devon am südlichen Valentintörl und im Sockel des Seekopfes das ganze Obersilur vertreten dürfte, wurde schon erwähnt.

Bestätigt wird diese Parallelisierung durch den Bau der westlichen Rauchkofelsynkline. Auf dem Südhänge des Berges treffen wir von unten nach oben (orographisch) nachstehende Schichtfolge:

Tonschiefer

- a) Eisenkalke,
- b) graue, rote, graue Orthozerenkalke,
- c) Plattenkalke,
- b) fehlt,
- a) Eisenkalke,

Tonschiefer.

³¹⁾ Geyer (Erläuterungen zur geol. Spezialkarte, Blatt Oberdrauburg-Mauthen, S. 30, ff.) setzt ebenfalls die Eisenkalke der braunen Kalklage im Hangenden der weißen und grauen Kalkstufe Staches gleich. Dagegen stellt er die roten Netzkalke der Wolayer Fazies über die roten Orthozerenkalke, was wenigstens für unseren Gebirgsteil nicht zutrifft.

Das Glied b) fehlt im höheren Flügel der Falte, wahrscheinlich infolge einer Ausquetschung.

Auf dem Südwestgrate schaltet sich an Stelle der fehlenden Orthozerenkalke eine hellgraue Bank von geringer Mächtigkeit ein, wie sie jene mitunter zu vertreten pflegt. Auf dem Westhange treten nun allmählich gelblichgraue, lichtgenetzte Kalke hinzu, welche im Verlaufe des Streichens gegen Norden an Mächtigkeit immer zunehmen und sich in keiner Weise von den Netzkalken der Wolayer Fazies unterscheiden. Unter dem schwarzen Köpfel, auf der Nordseite des Rauchkofels, erscheinen inmitten dieser Serie auch noch die charakteristischen, roten Netzkalke. Wir treffen also hier, wieder von unten nach oben:

Tonschiefer,

- a) Eisenkalke,
- b) graue, rote, graue Orthozerenkalke,
- c) Plattenkalke,
- b) graue, rote, graue Netzkalke,
dünne Lage von grauen Kalken,
- a) Eisenkalke,

Tonschiefer.

Ueber den ungestörten Faltenbau kann, wie aus dem tektonischen Teil hervorgeht, kein Zweifel bestehen. Wir haben also hier eine handgreifliche Vertretung der grauen und roten Orthozerenkalke durch die grauen und roten Netzkalke vor Auge.

Aehnliche Verhältnisse trifft man an der in mehrere Falten gelegten Plöckener Talstufe; über den Tonschiefern des Valentintales folgen beim Aufstieg:

- a) Eisenkalke (Plöckener Fazies);
- b) gelbgraue Netzkalke, gering mächtig (Wolayer Fazies);
- c) schwarze Plattenkalke (Plöckener Fazies);
- b) typische graue, rote, graue Netzkalke (Wolayer Fazies).

Am Fuße des Polinigg entwickeln sich daraus Bänderkalke.

In beiden Fällen stehen sich diese beiden Fazies in zwei Flügeln derselben Falte schroff gegenüber. Noch schärfer tritt dieses Verhalten bei Betrachtung der Gipfelregion des Rauchkofels zutage. Hier vereinigen sich (gegen Nordost streichend) die in Plöckener Fazies entwickelte Gipfelsynkline mit der westlichen Synkline, welche rote Netzkalke der Wolayer Fazies führt; wenn irgendwo, so müßte an der Vereinigungsstelle beider Synklinen eine Verschmelzung beider Fazies erfolgen. Doch treten die bräunlichgrauen Orthozerenkalke der Plöckener Fazies nur mit den grauen Netzkalken der Wolayer Fazies in engere Beziehung, ohne mit den roten Netzkalken zu verschmelzen oder sie zu umfassen. Der Uebergang der beiden äquivalenten Glieder muß sich also auf dem engen Raume eines Luftsattels vollziehen. Auf diese merkwürdige Erscheinung kommen wir noch zurück.³²⁾

So wie hier die bräunlichgrauen Orthozerenkalke der Plöckener Fazies die ganze Stufe der grauen, roten und grauen Wolayer Netzkalke vertreten, so ersetzen sie auch auf der Cellonetta den ganzen Komplex der grau-rot-grauen Orthozerenkalke der Plöckener Fazies; es liegt hier ein untergeordneter Fazieswechsel innerhalb der Plöckener Fazies vor. Betrachtet man die Cellonettafalten unserer Profile 4, 5, 7, oder die Rauchkofelsynklinen, so sticht auch hier — trotz lokaler Uebergänge³³⁾ — die geradezu eigensinnige Verteilung dieser beiden Subfazies auf verschiedene Flügel derselben Falte in die Augen.

Im eigentlichen Gebiete der Rauchkofelböden sieht man nirgends die schwarzen Plattenkalke in Verbindung mit der Wolayer Fazies. Man trifft sie erst in den Falten der Ostseite des Rauchkofels. An seinem Südhang folgen von der Schieferantikline an, welche etwa in der Mitte des Valentinkars ausstreicht, gegen Osten:

- a) Eisenkalke;
- b) graue Orthozerenkalke;
- c) Plattenkalke;

³²⁾ Vgl. S. 313, 314.

³³⁾ Vgl. S. 287, 288.

- b) graue (rote) Netzkalke;
- c) schwarze Plattenkalke, gering mächtig;
- c₁) schwarze massige Kalke;
- c) schwarze Plattenkalke, gering mächtig;
- b) graue, rote, graue Netzkalke.

Das Glied c, das durchaus mit den Plattenkalken der Plöckener Fazies übereinstimmt, ist nicht durchgängig entwickelt, so daß c₁ mitunter an b stößt; es ist also wahrscheinlich, daß diese schwarzen, massigen Kalke, die mit ihrer Neigung zur Bänderung schon zu den weiter östlich auftretenden Typen hinüberleiten, eine Vertretung der Plattenkalke c, wenigstens zum Teile, darstellen. Frech³⁴⁾ führt aus dem weiteren Verlauf dieses Zuges *Cyathophyllum expansum* M. Edw. et H. sp. (= *Ptychophyllum expansum* bei Barrois = *Cyathophyllum vexatum* Barr. mscr.), einen Vorläufer des mitteldevonischen *Cyathophyllum helianthoides* und *Favosites* an, so daß ein Teil dieser Kalke wohl schon dem Devon angehört, namentlich in der Fortsetzung des Zuges unter dem Gamskofel. Kartographisch konnten diese dunklen, wenig mächtigen Devonkalke von den ganz ähnlich entwickelten, begleitenden Gliedern c und c₁ nicht getrennt werden. — Jedenfalls beweist das gelegentliche Vorkommen von unverkennbaren Plattenkalken c zwischen ihnen und dem Gliede b (und seinen Äquivalenten) den ungestörten Zusammenhang aller dieser Glieder. (Vergleiche den tektonischen Teil.)

Die Bank c₁ schwenkt nun gegen den Gamskofel ab, wobei sie immer mehr leichtmetamorphen Charakter annimmt. Hier wird sie beiderseits von grauen und roten, leicht metamorphen Kalken der Bänderkalkfazies flankiert. In ähnlicher Weise gehen die roten Netz- und schwarzen Plattenkalke der Plöckener Talstufe östlich des Angerbaches in gleichfarbige Bänderkalke über.

Ist schon hier die Gliederung nicht mehr so exakt und sicher durchführbar, so stoßen wir im Gebiete des Hinteren Jochs und der Mautner Alm auf noch größere Schwierigkeiten. Zwar ist das 'obersilurische Alter dieser Bänderkalke durch Tellers

³⁴⁾ Frech, Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges. 1887, S. 742 und Karn Alpen S. 255.

Funde von *Kardiola* und *Orthozeras* in ähnlichen Kalken in der Nähe des Seebergs erwiesen,³⁵⁾ man kann also nicht mehr mit Sicherheit behaupten, daß die hellen (roten) Kalke das tiefere, die schwarzen das höhere Glied seien. Erstere sind zwar häufig an der Grenze gegen die Tonschiefer entwickelt, gehen aber im Verlauf des Streichens in Kalkphyllite über, die den Charakter von Einlagerungen in den herrschenden schwarzen Kalken tragen (Valentinklamm). Man kann sich schwer vorstellen, daß hier die Grenze zwischen Tonschiefern und schwarzen Kalken eine tektonische ist, zumal da stellenweise zwischen den schwarzen Kalkphylliten und den Schiefen Uebergänge einzutreten scheinen. Auffallend ist, daß in der halbmetamorphen Fazies nirgends Spuren der typischen Eisenkalke zu entdecken sind, so daß meistens rote (bunte) Bänderkalke direkt an die Schiefer grenzen. Wenn diese wirklich das tiefste Glied des Obersilurs darstellen, so muß man sich erinnern, daß die Eisenkalke vielfach rötlich werden und im Wolayer Gebiete wahrscheinlich zum Teil durch die helle massige Bank ersetzt werden. In beiden Fällen würden durch Metamorphose helle (rote) Bänderkalke aus ihnen entstehen.

Die fazielle Verschiedenheit zwischen Silur und Devon macht sich in der Landschaft scharf geltend. Gewaltig ragen die prallen, weißen Mauern und Türme des Devons auf, dazwischen mit tiefgrünen Matten bedeckt, die bunten Kalke und Schiefer des Silurs, welche oft durch die tief eingerissenen Schluchten einen nicht minder bizarren Anblick bieten (Rauchkofel, Südseite); in den Tälern die herrliche, überreiche Vegetation — so entstehen Bilder, die an Wucht und Größe, an bunter Farbenpracht und berückender Schönheit den östlichen Dolomiten wohl kaum nachstehen. Ist ja auch die physiognomische Aehnlichkeit zwischen den triadischen und devonischen Riffkalken eine bedeutende. Die steilen, begrüntten Silurberge hingegen gemahnen an die Grasgipfel des Algäu.

³⁵⁾ Teller, Erläuterungen zur geol. Spezialkarte Nr. 83, S. 27.

	Plöckener Fazies	Wolayer Fazies		Halbmetamorphe Fazies
		Valentintöri	Seekopf Nordseite	
Unterdevon	Unterdevon (d)	Unterdevon (d)		<p style="text-align: center;">↑</p> (?) Dunkle (schwarze) Bänderkalke (dbk) und Kalkphyllite (?) Bunte (rote) Bänderkalke (bbk) und Kalkphyllite Tonflaserkalke und Tonschiefer (t) Tonschiefer und Grauwacken (s)
—	Schwarze Plattenkalke mit Hornsteinen (p)	Schwarze massige Kalke und Schwarze Plattenkalke (p)	Crinoden- u. Brachiopodenkalke (br) (Zone mit <i>Rhynchonella Megaera</i> (Frech)	
Zone mit <i>Orthoceras alticola</i> (Frech) = Zone mit <i>Tornoceras inexpectatum</i> und <i>Cyrtoceras miles</i> (Frech)	Graue, rote, graue Orthozerenkalke mit <i>Orth. alticola</i> (r, b)	Graue, rote, graue Netzkalke mit Orthozeren und Goniatiten (n)	Bunte kalkige Sandsteine (bs) Grauer Netzkalk (n)	
Kardiolaniveau (Geyer)	Schwarze Plattenkalke und Mergelschiefer mit <i>Cardiola interrupta</i>	Schwarze und braune Kalke mit <i>Orthoceras potens</i> und <i>Cardiola interrupta</i>	Bunte kalkige Sandsteine (bs)	
Zone mit <i>Orthoceras potens</i> (Frech)	Braune Eisenkalke mit <i>Orthoceras potens</i>			
(?) Zone mit <i>Orthoceras Richteri</i> (Frech)	Tonflaserkalke und Tonschiefer (t)	Helle massige Bank (h)	Bunte kalkige Sandsteine (bs)	
Untersilurischer Strophomenahorizont (Stache)	Tonschiefer und Grauwacken (s)	Tonschiefer und Grauwacken (s)	Tonschiefer und Grauwacken (s)	

II. Tektonik.³⁶⁾

Unser Gebiet zerfällt in mehrere tektonisch ziemlich selbständige Abschnitte:

1. Die Rauchkofelböden, das Gebiet jener Züge in Wolayer Fazies, die vom Valentintörl über die Rauchkofelböden nach Westen ziehen und deren letzte Spuren unter den Wänden des Biegegebirges verschwinden.

2. Der Rauchkofel mit dem Schiefergebiet des Maderkopfes im Westen und dem Judengras im Norden.

3. Die Cellonetta; dazu gehört auch der obersilurische Sockel des Kellerwandmassivs im Oberen Valentintal.

4. Der Mooskofel mit dem Gamsboden und den im Süden des Gamskofels gelegenen Silurzügen.

5. Das Hintere Joch und die Mautner Alm.

6. Die Plöckener Talstufe.

Diese im großen und ganzen silurischen Faltenzüge stecken zwischen den weniger heftig gefalteten Massen des Biegegebirge-Kellerwandmassivs im Süden und des Gams-Mooskofels im Norden. Die Linie Oberes Valentintal—Obere Wolaye ist eine Antiklinalachse von untersilurischen

³⁶⁾ Ueber die Topographie vergleiche Wödl's treffliches Kärtchen in: Das Biegegebirge im Hauptzug der karnischen Alpen, Zeitschr. d. Deutsch. u. Oesterr. Alpenvereines 1901, S. 359. — Ich bezeichne als Cellonetta den grünen Vorberg des Cellonkofels, der die Cellonettaalm, 1586 m, und die Alm, 1510 m, trägt, als Grüne Schneid die zwischen Cellon- und Collinkofel bis zum Eiskar eindringende Schieferzunge mit C. 2144. Das „Törl“ der alten Spezialkarte, 2138 m, zwischen Rauchkofel und Coglians heißt Valentintörl (Wolayer Törl Frech, Scupin, Vinassa, auch Geyer zum Teil); das Wolayer Törl ist der Wolayer Paß, 1987 m, der Karte (Wolayer Paß Geyer, Passo di Volaja Vinassa, Seekopftörl Frech und Scupin). Der Judenkopf befindet sich auf der Nordseite des Rauchkofels, nördlich des Judengras, und trägt die C. 1833; der meist als Judenkopf bezeichnete westliche Vorgipfel des Coglians (C. 2529 m) heißt richtiger linker Seekopf; doch behalte ich der Einfachheit halber den Namen Judenkopf, der sich auch in touristischen Kreisen eingebürgert hat, bei. Der Paß zwischen Gamskofel und Rauchkofel, C. 2068, ist das Judengrastörl. Mooskofel soll eigentlich C. 2510 heißen, an der Stelle liegt, wo der Grat vom Gamskofel zum Mooskofel der Spezialkarte aus der NW—in die WO-Richtung umbiegt. Plöckener Talstufe nenne ich die Steilstufe des Angerbaches zwischen Valentintal und Plöcken. Eiskar ist der den Gletscher tragende nördliche Vorbau der Kellerwand.

Schiefern und Grauwacken, in die sich am Rauchkofel ober-silurische Falten einschalten. Im oberen Valentintal nimmt sie den Charakter einer tektonischen Symmetrielinie an. Gegen Osten treten die beiden, sie flankierenden Devondepressionen auseinander und es schaltet sich mit der Plöckener Talstufe eine neue Devonsynklinale, die des Polinigg, ein. Zahlreiche komplizierte Störungen verwirren das in der Anlage einfache Bild.

Rauchkofelböden.

Hier ist der Bau des Gebirges am verwickeltsten. Die Entwirrung wird erschwert durch die vielfachen Uebergänge der grauen in die roten Netzkalke, die Schichtung verwischt durch massige Entwicklung, Klüftung und Karrenbildung.

Man kann im Meridian des Wolayer Sees von N nach S drei gleich gebaute Züge unterscheiden, die ich in dieser Reihenfolge mit I, II, III bezeichnen will. Auf der Ostseite des Valentintörls und am Seekopf schalten sich noch Reste eines vierten ein. Die Schichtfolge umfaßt in den Zügen I—III jedesmal die untersilurischen Tonschiefer und Grauwacken, die helle, massige Bank und die bunten Netzkalke. Die tatsächlich zu beobachtende Ueberlagerung der nördlichen Züge durch die Schiefer der je südlich folgenden, rechtfertigt in diesem stark gefalteten Gebiete wohl zur Genüge die Annahme von Schuppen. — Es herrscht durchwegs ungefähr südliches Einfallen unter einem Winkel von durchschnittlich 45° . Die Züge I und II keilen nach kurzem Verlauf gegen Westen in den Schiefen aus. Während nun gegen Osten hin Zug I ziemlich ungestört weiterstreicht, lehnt sich Zug II an ihn stellenweise ganz eng an. Die trennende Schieferzone setzt streckenweise völlig aus, greift aber dafür ganz unregelmäßig zwischen die Kalke ein und beweist die starke Zerrüttung dieser Region. Dem Zuge II fehlt auf dieser ganzen Strecke die weiße, massige Bank bis auf spärliche Reste. Schließlich keilt Zug I im Osten aus und Zug II übernimmt die führende Rolle.

In den Schiefen zwischen I und II treten an zwei Stellen einige sehr große Blöcke von unterdevonischem, hellgrauem Riffkalk mit Krinoiden und Korallen auf. Hier habe ich auch

die Brachiopoden aufgesammelt, welche Scupin³⁷⁾ unter der Fundortsangabe „Rauchkofelböden“ beschreibt. Es ist mir nicht sehr wahrscheinlich, daß diese Blöcke vom Judenkopf abgestürzt sind, da sie doch durch den orographisch ziemlich hervortretenden Zug II und das tiefe Kar von ihm getrennt sind. Es läßt sich der Gedanke nicht ganz abweisen, daß diese, in einer Reihe, parallel dem Streichen, hintereinander liegenden Blöcke in diesem kompliziert gefalteten Gebiete Einfaltungen, „Blockklippen“ bilden. — Vielleicht wäre auch an Eistransport zu denken.

Die Stelle des ausgekeilten Zuges I wird nun vertreten durch eine große Zahl von Kalkkeilen, die eine völlige Zertrümmerung der Schuppen andeuten. Sie bestehen ganz überwiegend aus grauem Netzkalk, wenn auch Spuren der weißen Bank und des roten Netzkalkes auftauchen. Bald sind es langgestreckte Züge, bald ganz kleine, wenige Meter lange Blöcke, welche in den stark zerrütteten Tonschiefern stecken. Auf dem Ostabhange der Rauchkofelböden gegen das Valentinkar tritt die weiße Bank nochmals in bedeutender Mächtigkeit auf, keilt dann überraschend plötzlich aus und zugleich erfolgt eine vollkommene Zersplitterung des bisher recht kompakten Zuges II in eine Schar paralleler Kalkkeile. Das Fallen schwankt um die saigere Stellung. Interessant ist das Streichen: Das Hauptstreichen der ganzen Zone ist gegen ONO gerichtet; in den Kalkkeilen macht sich aber eine Interferenz mit dem SO-Streichen des Rauchkofels bemerkbar; daß auch er von der Zertrümmerung betroffen wurde, beweist ein Keil von Eisenkalk ganz in der Nähe der normalen Rauchkofelfalten. Die Kalkkeile schwenken nun gegen OSO und treffen mit den unverändert nach ONO streichenden Resten des Zuges II in zwei gewaltig aufragenden, roten Zacken zusammen. — Tief unten im Valentinkar steckt zwischen Schnee und Schutt wohl ihr letzter Ausläufer. Ein wesentlicher Rest dieser Keile liegt weit entfernt im einförmigen Schiefergebiete des Maderkopfs, westlich der Alm 2023.

³⁷⁾ Scupin, Das Devon der Ostalpen, IV. Die Fauna des devonischen Riffkalkes. II. Lamellibranchiaten und Brachiopoden. Zeitschr. der Deutsch. Geol. Ges. 1905.

Einfacher gebaut ist Zug III. Unter dem Seekopf zeigt er eine Knickung des Streichens aus WSW nach SO; aber die weiter im W unter dem Schutte des Biegengebirges hervortretende Nase streicht wieder SO, ja das Silur der übrigen Nasen sogar SSO. Wenn auch die (verrollte) Grenze zwischen ihnen und den Devonmauern eine tektonische sein dürfte, so ist doch die gegen NW gerichtete Erstreckung des Biegengebirges keine bloße Folge der Denudation, wie Frech meint;³⁸⁾ ein Blick auf Geyers Karte zeigt vielmehr, daß auch die im S und W des Biegengebirges gelegenen Silurzüge N—S streichen und schließlich auch die Biegenköpfe selbst.³⁹⁾ Es scheinen auch diese Teile von der Torsion des Rauchkofels betroffen worden zu sein.

Der Zug III vor dem Seekopf streicht nach Osten bis ins Wolayer Törl, wo er plötzlich an den Devonkalken des Judenkopfs abbricht. Dieser dürfte an einer Querverschiebung in die breite Schieferzone des Wolayer Sees hinaus — und dabei vielleicht auch über den Zug III hinüber — geschoben worden sein. Erst am Valentintörl taucht er wieder im Törlkopf empor.

Darüber tritt auf der südlichen Einschaltung wieder Tonschiefer auf, der eine vierte Schuppe markieren dürfte. Hier sind wir nun in eine Region zahlreicher Störungen gelangt, wie der Vergleich von drei ganz nahe gelegenen Profilen ergibt:

³⁸⁾ Frech, Karnische Alpen, S. 105.

³⁹⁾ Derselben Ansicht ist Vinassa de Regny, Nuove osserv. sul nucleo centr. delle Alpi carn. Proc. verb. soc. tosc. d. sc. nat. 3. Mai 1908, S. 11.

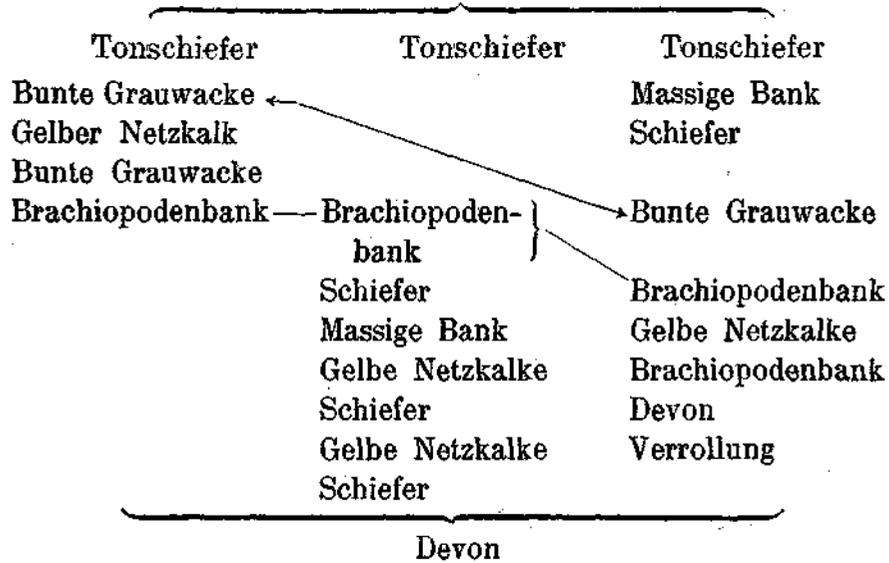
Südliches Valentintörl, Südliches Valentintörl, Valentinkar.

Westseite

Ostseite

Von Norden nach Süden:

Gelbe, rote, gelbe Netzkalke des Zuges III.



Auch am Seekopf sind in der gleichen Zone Störungen vorhanden:

	Seekopfsockel	1. Nase im Westen
Zug III	Schiefer	Verrollung
	Massige Bank	
	Gelbe, rote, gelbe Netzkalke	Gelbe, rote, gelbe Netzkalke
	Schiefer und Sandsteine	Schiefer
	Bunte Grauwacken	Gelbe Netzkalke
	Kalkschiefer	Schiefer Verrollung
Devon.		

Die weiter westlich aus dem Schutte auftauchenden Nasen bestehen aus Tonschiefern und Tonflaserkalken.

In beiden Fällen wird also Zug III von Tonschiefern überlagert, in beiden Fällen wird das nächsthöhere Glied von bunten

kalkigen Sandsteinen⁴⁰⁾ gebildet, so daß die zwischen diesen und dem Unterdevon eingeschlossenen Kalkschiefer am Seekopf zweifellos der in gleicher Lage befindlichen Brachiopodenbank (e₂) des Valentintörls entsprechen. Das stückweise Auftreten der weißen Bank in der Störungszone des letzteren spricht entschieden für eine Wiederholung der Schichtfolge, ebenso wie der paläontologische Befund der Brachiopodenbank eine Vertretung des ganzen (also auch des tieferen) Obersilurs wahrscheinlich macht, so daß wir in den Schiefen wohl Untersilur erblicken und in diesem ohnedies stark gestörten Gebiete wohl mit einiger Berechtigung das Vorhandensein einer vierten Schuppe annehmen dürfen, die am Valentintörl und Seekofelsockel über Zug III als unmittelbare Basis des Devons, u. zw. neuerdings in abweichender Fazies entwickelt ist. — Auf das merkwürdige Auftreten von Pseudokalamiten in den basalen Tonschiefen dieser Schuppe komme ich noch im Anschluß an die Besprechung des Kulm (Abschnitt Cello-netta) zurück.

Das kürzlich von Vinassa de Regny⁴¹⁾ beschriebene Vorkommen der Megaeraschicht auf der Südseite des Wolayer Törls (von mir nicht mehr untersucht), bildet offenbar einen Teil unseres Zuges IV. Ueber den Gliedern des Zuges III, welcher die Landesgrenze bildet, bauen sich auf: Tonschiefer, graue und rote Netzkalke mit Tornoceras, heller kompakter Kalk, grauer Krinoidenkalk mit der Megaerafauna, darüber das Devon, beginnend mit den schwarzen f₁-Kalken; also ganz das Bild unseres Zuges IV etwa am Valentintörl. Interessant ist das Auftreten von *Orthoceras potens* in den hangendsten Netzkalken von III; da letztere nach der Beschreibung nicht den Charakter der Eisenkalke, sondern den der Wolayer Netzkalke tragen, so ist es wahrscheinlich, daß es sich hier nicht um das tiefste Niveau des Obersilurs in verkehrter Lagerung als inverser Flügel von IV, sondern eher um ein Vorkommen des „Zonenfossils“ *Orthoceras potens* im oberen Silur handelt,

⁴⁰⁾ Vgl. Frech, Karnische Alpen, S. 228 und Geyer, Verhandl. d. k. k. Geol. Reichsanstalt 1894, S. 114.

⁴¹⁾ Vinassa de Regny, Fauna dei calcari a Rhynch. Megaera del Passo di Volaja, Boll. soc. it. 1908, S. 547.

ein Gegenstück zum Auftreten von *Orthoceras alticola* im Eisenkalk. (Vgl. S. 286.)

Charakteristisch für dieses Gebiet sind also: Schuppenstruktur, Zertrümmerung zu Kalkkeilen, Fazieswechsel an der Basis des Devons, zahlreiche kleinere Längs- und Querstörungen, deren zwei im Zuge I sehr deutlich sichtbar sind. Die Querverschiebung des Wolayer Törls setzt sich in den Zügen nördlich der Wolayer-Seehütte nicht fort; hier tritt nur eine flexurartige Umbiegung des Streichens aus ONO nach WNW ein. — Auch durch die von den Rauchkofelböden zum Valentintörl ziehende Schlucht setzt eine Querstörung durch, wobei die Tonschiefer in verworrener Weise in die Kalke des Zuges II eindringen. Der größte Teil dieser, oft ziemlich schief verlaufenden Blätter hat eine Verschiebung des östlichen Teiles gegen N zur Folge, so wie die große Querstörung des Rauchkofels.

Die Tonschiefer fallen und streichen nach allen Richtungen. Sie sind in sich selbst vielfach gestört und stark zerrüttet. Aus dem Verhältnis zwischen ihnen und den Kalken lassen sich gar keine Schlüsse ziehen, da sie sich auch bei sicheren Diskordanzen in den meisten Fällen eng an die Kalke anschmiegen. Diese Abhängigkeit der Schiefer von den Kalken hatte auch Frech oft zu beobachten Gelegenheit.⁴²⁾

Rauchkofel.

Der Rauchkofel ist ein Modell regelmäßiger Schichtserien; sie werden betroffen von einer kontinuierlichen Drehung im Streichen, die sich von S über W nach N um den halben Berg herum verfolgen läßt. Der im großen und ganzen klare Aufbau weist eine Fülle von kleineren Komplikationen auf, welche die Entzifferung der Tektonik ungemein reizvoll gestalten. Auch in landschaftlicher Beziehung gehört er zu den interessantesten Punkten, da er neben einer umfassenden Fernsicht den besten Einblick in das zentrale karnische Gebiet ermöglicht.

Die Grundzüge seines Baues enthüllen sich am besten bei einer Wanderung durch das Valentinkar. Beim Aufstieg sieht man zunächst mehrere Falten der obersilurischen Kalke, ich bezeichne sie als die östlichen Synklinen; dann folgt

⁴²⁾ Karnische Alpen, S. 97 u. 436.

eine Antikline von Tonschiefer, dann neuerdings eine Syn-
 kline von Obersilur (westl. Synkline); alle diese Falten streichen
 quer in das Kar aus; hierauf erreicht man die Kalkkeile
 der Rauchkofelböden.

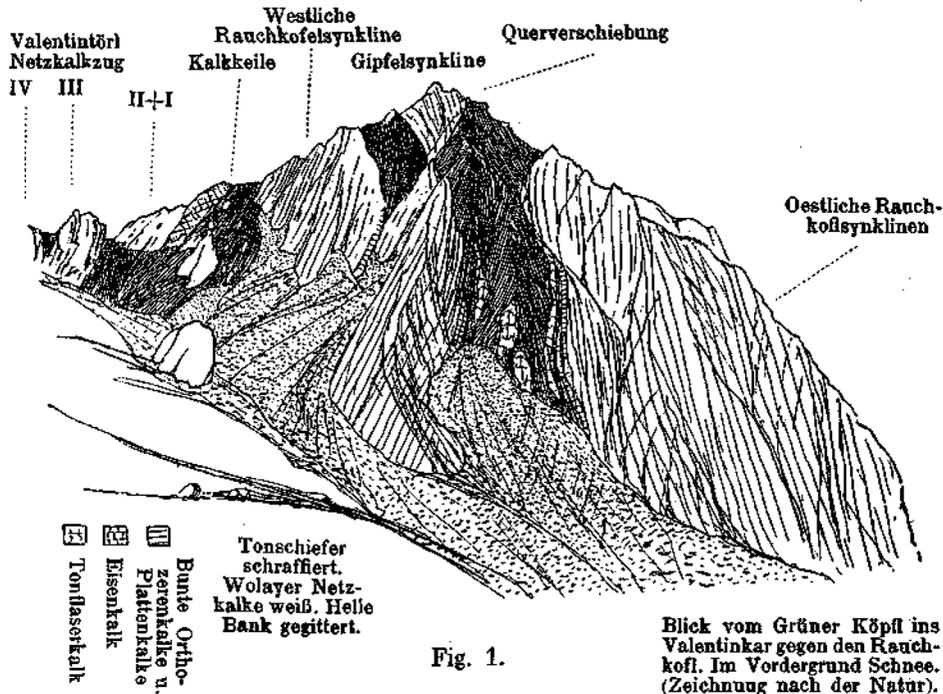


Fig. 1.

Während die östlichen Synklinen gegen NNW streichen, dreht sich die westliche Synkline um den ganzen Berg herum, bis sie sich am Judengrastörl mit den östlichen vereinigt. Die Antikline macht die Drehung mit, teilt sich aber gegen NO in zwei Zipfel; der Raum dazwischen wird von der Gipfelsynkline eingenommen, die an der Vereinigungsstelle der westlichen und östlichen Synklinen mit diesen zusammentrifft. Die letzteren wiederholen in dieser Region die Torsion der westlichen Synkline und schwenken gegen O in den Vorberg des Gamskofels um. Wenn man nun diese merkwürdigen Verhältnisse auf der Karte betrachtet, und sich vergegenwärtigt, daß von der Gipfelsynkline an der Berg nach allen Seiten hin ungefähr kegelförmig abfällt, und Faltenumbiegungen nirgends beobachtet wurden, so wird sich dem Leser sofort der Eindruck eines deckenförmigen Baues aufdrängen und dieser Eindruck wird durch die Erinnerung an den jähren Fazieswechsel⁴³⁾ nur noch verstärkt.

⁴³⁾ Vgl. S. 298—300.

Die basalen Tonschiefer und die westliche, bzw. östlichen Synklinen würden eine erste, die höheren Tonschiefer mit der Gipfelsynkline eine zweite Decke bilden, etwa nach diesem Schema:

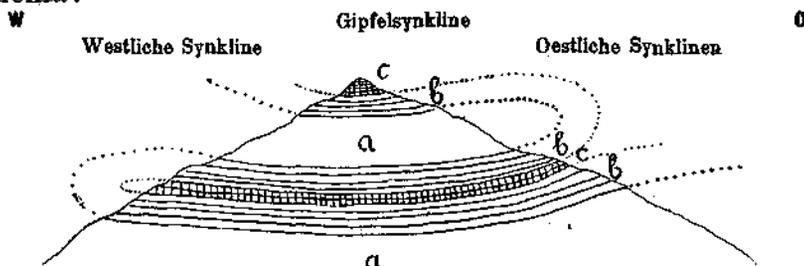


Fig. 2.

a Unter-Silur
b Tieferes } Ober-Silur
c Höheres }

Nun ist aber die Lagerung in der Natur durchaus keine so deckenförmig flache, wie hier angenommen wurde. Vielmehr fällt die westliche Synkline im größeren Teil ihres Verlaufes mit einer Neigung von etwa 45° gegen den Berg, also unter die höheren Tonschiefer ein, die östlichen Synklinen stehen fast saiger, ja es gibt sogar eine Stelle, wo die westliche Synkline vom Berge abfällt,⁴⁴⁾ u. zw. mit der beträchtlichen Neigung von etwa 45° . Anstatt, daß also die tieferen Tonschiefer die Basis und die höheren die Decke bilden sollten, wäre es hier gerade umgekehrt: die Decke wird zur Basis und die Basis zur Decke! Wenn auch diese Tatsachen die Annahme eines deckenförmigen Baues noch nicht unbedingt ausschließen und man sich eventuell noch, freilich in sehr gezwungener Weise, mit nachträglicher Faltung der Decken helfen könnte, so machen sie uns doch vorsichtig, und man wird zögern, auf unserem Profil VIII die beiden Synklinen so ohne weiteres in der Weise zu verbinden, wie es dort mit den gröberen Strichen angedeutet wurde. Es gibt aber noch eine Tatsache, die, meines Erachtens, mit der Annahme der Deckenstruktur gänzlich unvereinbar ist: Wie die Karte zeigt, vereinigt sich die Gipfelsynkline mit den tieferen Mulden. Läge hier Deckenbau vor, so müßte sich diese Vereinigung etwa in folgender Weise (Fig. 3) vollziehen, und wir müßten also an dieser Stelle eine Charnière sehen; das Streichen der steilgestellten Schichten wäre hier NW — SO.

⁴⁴⁾ Vgl. unser Profil II.

Nun finden wir aber in der Natur an dieser Stelle statt einer antiklinalen Struktur mit NW—SO-Streichen eine synklinale Struktur mit SW—NO-Streichen, also das gerade Gegenteil von dem, was die Deckentheorie fordert. — In dieser Weise vereinigt sich die deutlich muldenförmig gebaute Gipfelsynklinale mit den beiden anderen Synklinen, so daß hier alle drei in einem Faltenbündel in nahezu saigerer Stellung gegen NO verlaufen.

Ueber die Unmöglichkeit, die Gipfelpartie des Rauchkofels mit der Silurüberschiebung südlich der Kellerwand zu verbinden, vergleiche Seite 330.

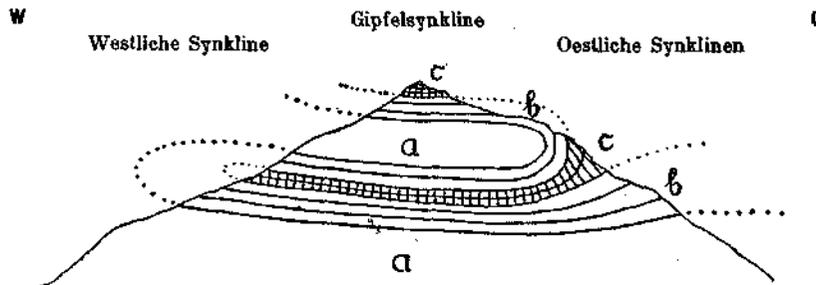


Fig. 3.

Einer der wesentlichsten Vorteile der Deckentheorie besteht darin, daß durch sie eine Erklärung des in den Alpen so häufigen, schroffen Fazieswechsels verursacht wird. Wollte man nun hier allen eben geschilderten Tatsachen zum Trotz an der Annahme eines deckenförmigen Baues festhalten, so würde dadurch doch für die Erklärung des Fazieswechsels in dieser Region nicht das mindeste gewonnen. Denn würden wir, etwa in unserem Profile VI, die westliche mit den östlichen Synklinen deckenförmig verbinden, so würde der obere Teil dieser liegenden Syncline enthalten: Im W die Wolayer Fazies, im O die Plöckener Fazies; der untere Teil hingegen: im W die Plöckener Fazies, im O die Wolayer Fazies; es schloße demnach jeder Schenkel der Falte beide Fazies ein, also das gerade Gegenteil von der Forderung der Deckentheorie, daß jeder Schenkel der Falte eine besondere Fazies führen soll. — Ebensowenig kann die Annahme des Deckenbaues die Tatsache erklären, oder aus der Welt schaffen, daß sich bei der Vereinigung der Gipfelsyncline mit den übrigen Mulden

zwei Fazies in ein und derselben Falte, ja in ein und demselben Gliede dieser Falte schroff und ohne Uebergänge gegenüberstehen. Nach dieser Ueberlegung können wir wohl mit gutem Gewissen wieder zu der Annahme zweier lokal im Streichen gedrehter Faltenzüge zurückkehren.

Von kleineren Störungen ist namentlich die Verdoppelung von Eisenkalk und Orthozerenkalk häufig, wohl eine Folge sekundärer Faltung in Verbindung mit Bruch. Eine bedeutsame Störung, die manches Mißverständnis verschuldet hat,⁴⁵⁾ ist auf der Südseite des Rauchkofels vorhanden. Ueber den Tonschiefern und Grauwacken der Rauchkofelböden fehlt nämlich an der Basis der westlichen Syncline auf eine größere Strecke der Eisenkalk und das tiefste Glied wird von grauem und rotem Orthozerenkalk gebildet. Aber schon auf dem Südwestgrat, ebenso wie auf dem östlichen Abhange gegen das Valentinkar stellt er sich wieder ein und behebt jeden Zweifel über die Tektonik. Auf dem anderen (orographisch höheren) Flügel der Syncline fehlt wieder der Orthozerenkalk; eine Störung ist nirgends zu entdecken, es entwickeln sich aus den schwarzen Plattenkalken mit Mergelschiefern des Kardiolaniveaus ganz allmählich die blauschwarzen Hornsteinkalke, deren tiefster Teil hier den Orthozerenkalk vertreten mag. Wenn man den Südhang des Rauchkofels in Verbindung mit den Schuppen des Valentintörls als „Normalprofil“ studiert, so ist es verständlich, daß man zu einer unrichtigen Auffassung kommen muß. Frech⁴⁶⁾ führt hier im Liegenden der Eisenkalke noch eine „zirka 200 m mächtige Folge von schwarzen, hornsteinführenden Plattenkalken mit *Camerocrinus* sp.“ an, welche auf der Ostseite des Rauchkofels gegen das oberste Valentinkar anstehen; das ist nichts anderes als unserer, die Mitte der Syncline füllender Plattenkalk, das jüngste Glied des Silurs.⁴⁷⁾ Auch Geyers Annahme der Vertretung der schwarzen Plattenkalke im Osten durch die roten Netzkalke im Westen ist irrig. (Vgl. den stratigraph. Teil.)

⁴⁵⁾ Vgl. S. 286, Anmerkung 14.

⁴⁶⁾ Frech, Karnische Alpen, S. 225.

⁴⁷⁾ Allerdings beträgt die Mächtigkeit 200 m und nicht wie Geyer (Kongreßführer, S. 28, Anmerkung) angibt, 25 m; letztere Angabe dürfte wohl auf einem Druckfehler beruhen.

Die Verrollung, besonders durch Tonschieferschutt, ist oft recht hinderlich; namentlich bei der Verfolgung der Tonflaserkalke auf dem Judengras macht sie sich sehr unangenehm bemerkbar. Diese Kalkzüge zeigen überhaupt ein recht verworrenes Bild; am regelmäßigsten sind sie noch in der Antiklinale der Südflanke entwickelt, wo sie als drei getrennte Züge nebeneinander verlaufen. Gegen die Westseite zu vereinigen sich zwei von ihnen, dann lösen sich wieder einzelne Keile von ihnen los und dringen in die Schiefer ein. Kleine Verwerfungen und Querverschiebungen markieren sich auf der Nordseite sehr deutlich und hier kann man auch die Durchwachsung der Kalke durch die Tonschiefer gut wahrnehmen. Neben solchen kleineren machen sich auch größere Querverschiebungen geltend; so auf der Nordseite, ganz nahe unter dem Westgrat, an einem steilen und tiefeingerissenen Graben. Die Schichtfolge zu beiden Seiten ist hier folgende, von unten nach oben (orographisch):

Südwestseite	Nordostseite
Schiefer	
Tonflaserkalk	Schiefer
Schiefer	
a) Eisenkalk	a) Eisenkalk
b) Orthozerenkalk	
a) Eisenkalk	b) Orthozerenkalk
b) Orthozerenkalk	
c) Plattenkalk ←————→	c) Plattenkalk
	b) Netzkalke
b) Netzkalke	a) Eisenkalk
	Schiefer mit drei Tonflaserkalkzügen
a) Eisenkalk ← —————→	a) Eisenkalk
Schiefer mit drei Tonflaserkalkzügen.	Schiefer mit drei Tonflaserkalkzügen.

Die Verdopplungen der einen Seite schneiden an der anderen Seite des Grabens scharf ab, in der Mitte ziehen die Plattenkalke unbekümmert um die Störungen weiter. Diese müssen sich also in den harten Netz- und Plattenkalcken auf kurze Strecke völlig ausgleichen, was an Querverschiebungen,

die in weichen Tonschiefern spurlos verschwinden, besser verständlich ist (Rauchkofelböden).

Starke Störungen verraten auch die zerstückelten Tonflaserkalke unmittelbar östlich vom Gipfel, die plötzlich an den Eisenkalken der ersten östlichen Synkline abschneiden, oder, besser gesagt, an einer kleinen Verschiebung zwischen sie eingeklemmt sind.

Die größte Störung ist aber eine Querverschiebung, welche in klarster Weise das ganze Massiv durchsetzt. Vom Valentinkar bis über die Gipfelsynkline hinaus ist sie als scharfes Blatt zu erkennen, das die östliche Seite nach Norden verschiebt. Die oben beschriebene Verdopplung der Tonschiefer und Tonflaserkalke dürfte von ihr unter der Verrollung abgeschnitten werden. In den nun folgenden Eisenkalken und Netzkalken ist ähnlich wie im früher beschriebenen Falle von einer Störung nichts zu bemerken, während sie weiter gegen Norden in Form einer mit Senkung verbundenen Flexur wieder erscheint.

Das große, westlich anschließende Gebiet des Maderkopfes und der Oberen Wolaye ist ganz einförmig gebaut; die Tonschiefer, Grauwacken, Kieselschiefer usw. streichen meist O—W und lassen von der Drehung des Rauchkofels nichts bemerken. Im Westen, bei der Wolayer Alpe, tritt überraschenderweise nochmals eine kleine Synkline von Eisenkalk und Kardiolaniveau auf, die in sich stark verfault ist. Sie streicht fast N—S und deutet damit schon das gedrehte Streichen des Bieengebirges an. Bei der Alpe 2023 unter dem Maderkopf tritt, wie schon erwähnt, der letzte Rest der Kalkkeile der Rauchkofelböden auf.

Cellonetta und Kellerwandmassiv.

Unter dem Kellerwandmassiv verläuft eine Zahl von silurischen Falten. Ihre Symmetrieachse ist eine Antikline von Tonschiefern, auf die beiderseits die Schichtenreihe bis zum Devon aufsteigt. Dieses grenzt im Norden und Süden mit Faltungsbrüchen an die untersilurischen Tonschiefer.

Schon im Valentinkar besteht der grüne Vorsprung gerade unter der Rinne, die vom Kellerwandgipfel herabzieht, aus Plattenkalken; doch erst bei der oberen Valentine sind beide

Züge vollständig aufgeschlossen. Bei der ersten Nase über der Alpe keilt sich hart an den Tonflaserkalken des südlichen Zuges eine Bank von gelbgrauem Netzkalk, ganz vom Wolayer Typus, ein, die nach kurzem Verlaufe wieder verschwindet; er ist zunächst massig, entwickelt sich dann zu Netz- und braunen Tonflaserkalken. Sein Auftreten ist mir nicht recht verständlich. Vielleicht gehört er dem Tonflaser-niveau an? Die Eisenkalke sind vielfach sehr reduziert, stark schiefrig und erinnern in der Form an die Tonflaserkalke. Der abweichenden Entwicklung der Orthozerenkalke und der schwankenden Mächtigkeit der Plattenkalke wurde bereits früher gedacht.

Auf der Cellonetta entwickelt sich die Tonschieferantikline zu bemerkenswerter Breite.

In diesem kesselförmigen Gebiete treten zahlreiche Störungen hervor. Leider wird hier die Arbeit durch die un-gemein üppige Vegetation, besonders die lästigen Stauden, erschwert und unsicher gemacht. Beiden Zügen gliedern sich neue, durch Brüche komplizierte Falten an. Zahlreiche kleine Querverschiebungen begleiten den Nordzug und zerreißen die Tonflaserkalke in mehrere Stücke; besonders heftig ist die Verschiebung unter der Alm 1586, wo die Plattenkalke zwischen dem Devon bis an die Tonschiefer der Plöcken hinaustreten. Etwas unverständlich ist der exzessiv breite und sehr flach gelagerte Zug von Tonflaserkalken, der von Cote 1840 quer auf das Streichen verläuft und plötzlich in den Schiefen endet.

Die größte Dislokation dieses Gebietes ist ein fast O—W verlaufender Bruch, welcher den Cellonkofel durchschneidet und ein Absinken des südlichen Flügels zur Folge hat. Trotzdem die Sprunghöhe etwa 200 m ausmacht, ist die Störung für den Bau des Gebirges doch recht belanglos.⁴⁸⁾ Sie läßt

⁴⁸⁾ Vgl. Frech, Karnische Alpen, S. 88; Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges. 1887, S. 688; Kongreßführer, S. 11. Die Cellonterrasse bildet doch den Sockel des Cellons, auch in geologischer Hinsicht. Uebrigens schneidet der Bruch nicht nur die Grenzschichten 6 bis 10 zwischen Silur und Devon ab (Frech, Karnische Alpen, S. 229), sondern setzt mitten durch das Devon selbst hindurch. Ebensovienig ist er die Fortsetzung des Bruchs am Judengrastörl (Frech, Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges. 1887, S. 688), wofern ein solcher überhaupt existiert. — Daß das Devon im Cellon Pal-Zuge um 1000 m tiefer liegt als im Westen, ist eben eine Folge des Absinkens dieser Scholle vor dem Eiskar.

sich infolge der wechselnden Bankung des Devons am Cellon sehr schön verfolgen. An der Basis des Riffs geht sie in eine Flexur über, die aber stellenweise wieder reißt und den Südzug ganz auseinanderschneidet.

Im Norzug ruft sie wieder sehr verworrene, flexurartige Störungen hervor. Das Devon des letzteren wird immer mächtiger und streicht schließlich über die Furche des Plöckenpasses ins Devon des Pal hinüber. Dieser Umstand, die regelmäßige Folge auf die Plattenkalke, sowie der ganze Gesteinscharakter geben uns volle Sicherheit über das devonische Alter dieser Wandstufe.⁴⁹⁾ Erstaunlich ist nur die Konstanz der Dislokation, die auf der ganzen Strecke beharrlich immer wieder Devon und Tonschiefer zur Berührung bringt und alle Beugungen im Streichen mitmacht; sie ist also wohl ein Faltingsbruch.

Gegen Osten taucht die Tonschieferantikline der Cello-netta unter; am Westabhang des Pal sind nur mehr Plattenkalke vorhanden, welche bald im Devon auskeilen. Bank für Bank streichen die Schichten über den Plöckenpaß hinüber und so verschwindet der letzte Rest des von Frech angenommenen Plöckener Querbruchs. An dem Bruche gegen die Tonschiefer des Angertals treten gegen Osten immer jüngere Glieder auf, schließlich Klymenienkalk und vielleicht auch Kulm.

Das flache Südfallen der Kellerwandgruppe wird hier zu annähernd saigerer Schichtstellung. Die Fortsetzung dieses Devonzuges gegen W streicht vom Pal über den Cellonkofel zum Eiskar. Mit dem Massiv der Kellerwand hängt er nicht direkt zusammen; vielmehr ist letzteres eine eigene, tektonisch individualisierte Scholle, welche im Westen an einem Bruch gehoben ist (vgl. die von Frech abgebildete, bekannte Schlep-pung in den Wänden der Kellerwand gegen das Valentinkar). Gegen Osten schaltet sich in die Fortsetzung dieser Störung allmählich eine Zunge von Untersilurschiefern ein, welche die beiden Schollen schließlich wie ein Keil auseinander treibt.

⁴⁹⁾ Vgl. die Karte von Geyer. — Diese Ansicht wurde schon von den Teilnehmern des Geologenkongresses ausgesprochen (Compte rendu, IX. Congrès géol. intern. II, S. 884). Nicht zutreffend ist die Meinung, daß diese Zone durch die Silurschiefer der Cello-netta überschoben ist. Es liegt bloß eine Ueberstürzung vor.

An seinem Westende, der grünen Schneid, treten Fetzen von Devonkalken auf, welche ohne Vermittlung von Obersilur in wütester Weise mit dem Schiefer verknetet sind.⁵⁰⁾ Reibungsbreccien von verschiedener, mitunter gewaltiger Größe, bezeugen diesen Vorgang; wenn man will, kann man die ganze grüne Schneid als Riesenreibungsbreccie auffassen. Wir sehen hier eine ähnliche Doppelperscheinung zwischen Bruch und Faltung, wie in den Kalkkeilen des Mooskofels. Gegen Westen spitzen die Silurschiefer aus, ihre weitere Fortsetzung ist der oben erwähnte Bruch. Die Grenze des Schieferkeiles gegen die Kellerwand, wie gegen die Eiskarscholle ist gleichfalls in Bruch; hier stoßen nordfallende Silurschiefer und steil südfallende Devonkalke aneinander; die zungen- und keilförmige Verknetung von Kalken und Schiefen setzt sich auch hier noch fort. — Geyer zeichnete an der Grenze von Silurschiefern und Devon einen Streifen von Obersilurkalken; ich selbst fand diese rötlichen, geflaserten Kalke in so enger, seitlicher Verbindung mit dem Devon, daß ich über ihre Position im Zweifel war. Nun haben neuerdings Vinassa de Regny und Gortani⁵¹⁾ nachgewiesen, daß diese Kalke dem unteren Oberdevon und der Klymenienstufe entsprechen, so daß der Cellonkofel keine Mulde, sondern eine vom Untersilur bis zum Oberdevon reichende Schichtplatte darstellt. Die Bemerkung beider Forscher, daß die Fazies des Obdevons die Ausbildung des Obersilurs wiederholt, macht die Verwechslung beider begreiflich.

Auch im Süden der Kellerwandscholle wurde von denselben Forschern das Oberdevon in größerer Verbreitung nachgewiesen als bisher bekannt war. Trotzdem bleiben Geyers Graptolithenfunde zu Recht bestehen und man wird an seiner Auffassung einer Ueberschiebung des Kellerwanddevons durch Untersilur festhalten dürfen, wofür auch die Reibungsbreccien an der Grenze beider sprechen. Seit der Auffindung von Unterdevon im Süden des Coglians⁵²⁾ beschränkt sich die Störung auf

⁵⁰⁾ Vgl. Frech, Karnische Alpen, Lichtbilder auf S. 86 u. 87.

⁵¹⁾ Nuove ricerche geol. sul nucleo centr. delle Alpi carniche. Rendic. R. Acad. Lincei 1908, S. 607 u. 608.

⁵²⁾ Frech, Karnische Alpen, Kap. III, S. 2.

⁵²⁾ Gortani, II. Contribuz. allo studio del Pal. carn. Palaeont. it. 1907.

das Fehlen des Obersilurs und das Bild nähert sich demnach jenem von De Angelis d'Ossat⁵³⁾ entworfenen, mit dem Unterschiede, daß alles isoklinal gegen Süden fällt. Im Süden des Mte. Wolaya stellt sich sogar das fehlende Obersilur ein.

An dieser Stelle sei die neuerdings durch Krause angeregte Kulmfrage besprochen. Leider wurden seine Beobachtungen erst nach Abschluß meiner Begehungen (Sommer 1905) publiziert, so daß ich jetzt nur untersuchen kann, inwieweit sie etwa meine Auffassung der Tektonik modifizieren. Die Beweiskraft von Krauses Fossilfunden halte ich nicht für zwingend: *Archaeocalamites scrobicolatus* (Schloth.) Zeiller kommt — abgesehen von seiner schwierigen Bestimmbarkeit — auch im unteren, produktiven Karbon vor, ebenso wie *Stigmaria ficoïdes* (Sternb.). Brogn. vom Devon bis ins Rotliegende reicht (beides nach Potonié, Lehrbuch der Pflanzenpaläontologie, 1899, Seite 184 und 215). Es ist also durchaus möglich, daß jene Schiefer dem Oberkarbon⁵⁴⁾ angehören, dessen Vorhandensein in dieser Region ja nichts neues mehr ist.

Wir wollen aber annehmen, daß sich dieses fragliche Karbon in Zukunft wirklich als Kulm entpuppen würde:

Krauses Funde wurden im Gebiet des Angertales und südlich der Kellerwand gemacht. Wenn auch ein Teil der an die Klymenienkalke des Pal grenzenden Schiefer wirklich Kulm wäre, so würde dadurch die Annahme des silurischen Alters der Hauptmasse dieser Schiefer in ihrer westlichen Fortsetzung ins Obere Valentintal nicht berührt. Gegen Norden stehen sie nämlich sowohl am Polinigg (hier unter Zwischenschaltung von Kieselschiefern) wie am Moos- und Gamskofel in engster Verbindung mit Obersilurkalken. Im Süden jedoch beweist die allmähliche Mächtigkeitsabnahme der angrenzenden Devonkalkstufe⁵⁵⁾ gegen Westen, wobei nacheinander

⁵³⁾ Angelis d'Ossat, II. Contribuz. allo studio della Fauna Pal. delle Alpe carn. Memorie Reale Ac. Lincei. Roma 1899, S. 32.

⁵⁴⁾ Das ist auch die Ansicht von Vinassa de Regny. Verhandl. d. k. k. Geol. Reichsanstalt 1906, S. 238.

⁵⁵⁾ Die Mächtigkeitsdifferenz zwischen diesem und dem Devon des Cellons tritt in dem Bilde Geyers im Kongreßführer, S. 10, sehr deutlich hervor. Die untere Steilstufe zieht durch den Wald, darüber folgt Silur, die hellen, vereinzelt Bänke in den Wiesen ganz links sind schon Devon, das bis zum Gipfel des Cellons anhält!

Klymenienkalke, gelbliche, dünnplattige Netzkalke und weiße und schwarze massige Kalke an die Grenze treten, das Vorhandensein einer Dislokation.

Ganz sicher ist das silurische Alter der Schiefer in der westlichen Fortsetzung dieser Zone, wo sie am Rauchkofel mit dem Obersilur heftig verfaltet sind.

Auch den Schieferkeil der Grünen Schneid, der im Westen an Brüchen mitten in das Devon eindringt, im Osten diskordant an das Oberdevon anstößt, wird man wohl mit einigem Rechte als Untersilur ansprechen dürfen.

Auf das Zusammenvorkommen von Tonschiefern, Grauwackenschiefern, Grauwacken, Kieselschiefern und Konglomeraten mit Kieselschieferbrocken⁵⁶⁾ (ist wohl ident mit „Kieselschieferbreccien“) möchte ich kein Gewicht legen, da man ganz Aehnliches recht häufig im Untersilur, so zum Beispiel in der Region der Rauchkofelböden beobachten kann, wo die in engster Verbindung mit den Obersilurkalken stehenden Schiefer sicher untersilurischen Alters sind.

Merkwürdig bleibt nur das Auftreten von „Pseudokalamiten“ am Seekopf, derselben Pseudokalamiten, wie sie auf der Südseite der Kellerwand vorkommen, wo man jetzt sichere Archäokalamiten gefunden hat.⁵⁷⁾ An dem silurischen Alter dieser zwischen zwei Obersilurzügen eingeschalteten Schiefer kann nach den tektonischen Darlegungen kein Zweifel herrschen, von einer Transgression ist keine Spur zu sehen. — Sei es, daß diese Pseudokalamiten wirklich Pflanzen ohne Nodien, sei es, daß sie schlecht erhaltene Archäokalamiten sind, jedenfalls ist ihr Auftreten hier bemerkenswert, vermag aber an der Tatsache des silurischen Alters dieser Schiefer nichts zu ändern.

Gamskofel und Mooskofel.

Diese Zone beginnt schon auf der Oberen Wolaye, mit den Kalkmassen, welche die Steilabstürze auf der West- und Nordseite des Maderkopfes bilden. Stark ist der Kontrast

⁵⁶⁾ Krause, S. 66.

⁵⁷⁾ Nach Geyer (Referat über Gortani in den Verhandlungen der k. k. Geol. Reichsanstalt 1906, S. 241) sind Krauses Kulmschiefer dieselben Schichten, aus denen hier seine Pseudokalamiten stammen.

zwischen beiden Seiten des Tales: im Westen die hellen, allerdings auch etwas kristallinen, aber doch noch immer deutlich korallen- und krinoidenführenden Kalke des Biegegebirges und nur wenige Schritte entfernt die schwarzen, massigen, seltener gebänderten, gänzlich fossilleeren Kalke des Maderkopfes. Die Grenze zwischen beiden ist leider verrollt. Wahrscheinlich trennen sie Tonschiefer, die von der Oberen Wolaye gegen Norden ziehen. Die schwarzen Kalke des Maderkopfes grenzen unmittelbar mit Bruch an die Schiefer an. Eine kleine Kalkinsel ist vorgelagert. Diese zwei Umstände sind charakteristisch für die ganze Erstreckung des halbmetamorphen Devongebietes bis hinaus zur Plenge: Fast immer grenzt das Devon mit Bruch an die Schiefer; die Zersplitterung ist so weitgehend, daß man häufig Keile und Inseln von Devon in den Schiefeln, ebensohäufig aber das Gegenstück beobachten kann.

Die Devonkalke ziehen auf der Nordseite des Maderkopfes über den Judenkopf bis in den Gamskofel hinein; hier tritt deutliche Bankung zutage, die Kalke, welche bisher im allgemeinen recht steil nach NNW zu fallen scheinen, legen sich flacher und weisen zahlreiche Knickungen auf.

Südlich des Judenkopfes erscheint ein neuer Zug von schwarzen Kalken; es sind zum Teil typische Plattenkalke mit Hornsteinen, vielfach auch gebändert, also offenbar Obersilur. Vom Massiv des Rauchkofels sind sie durch eine Schieferzunge getrennt, die man nach einer Verrollung auch noch östlich vom Judengrastörl wahrnimmt. Eine gewaltige Rutschfläche, an der noch einzelne Fetzen von Schiefeln kleben, trennt sie vom Devon. Gegen Osten verschwindet sie; es scheinen die Silurkalke das ungestörte Liegende des Devons zu bilden. — An der Stelle der größten Annäherung an das Rauchkofelmassiv bemerkt man in den Plattenkalken zwei Aufbrüche von schwarzen, erdigen Schiefeln, die begleitet werden von grauen und bräunlichen Kalken, welche Orthozeren zu führen scheinen; die ganze Lagerung ist stark gestört und sehr verworren.

Verwickelte Verhältnisse weist der Vorberg des Gamskofels auf, die schwierig zu deuten sind. Er besteht aus einem mehrfachen Wechsel von hellen und dunklen Netzkalkzügen. Südlich von dem eben besprochenen Zuge von

Plattenkalken folgen schon leicht metamorphe, gelb, rot und grau geflasterte Netzkalke, in denen wir unschwierig die Aequi. Sie ziehen nach Osten bis zu einer Rinne, wo sie an einer Verwerfung abschneiden und weiterhin verschwunden bleiben. Ihr Fallen ist steil nach Norden gerichtet. Im Süden folgen wenig mächtige schwarze Platten- und Bänderkalke, dann sehr mächtige, schwarze massige Kalke, die außen hell anwittern. Ihr Streichen ist O—W, das Fallen sehr undeutlich, jedenfalls aber sehr flach. Unter dem Judengrastörl schwenken sie gegen Südwesten, fallen deutlich nach Süden bzw. Südosten und setzen die weiße, mächtige, beiderseits von Plattenkalken eingefasste, innen blauschwarze, etwas metamorphe und gebänderte Steilstufe unter dem Kopf 2339 des Rauchkofels zusammen. Durch eine Schneerinne unterbrochen, tauchen sie jenseits wieder auf, ziehen nach Südsüdosten und bilden die gewaltigen, weißleuchtenden Abstürze des Rauchkofels. Hier werden sie im Liegenden und Hangenden von rötlichen und gelben Netzkalken

Ostseite des Rauchkofels, gesehen von der Vorstufe des Gamskofels; ungestörter Zusammenhang zwischen beiden Massiven. Tonschiefer schraffiert. Schwarze Plattenkalke geschichtet dargestellt (in der Gipfelregion auch das übrige Obersilur). Rote Netzkalke ungeschichtet. (Halbschematisch.)

P. 2339.

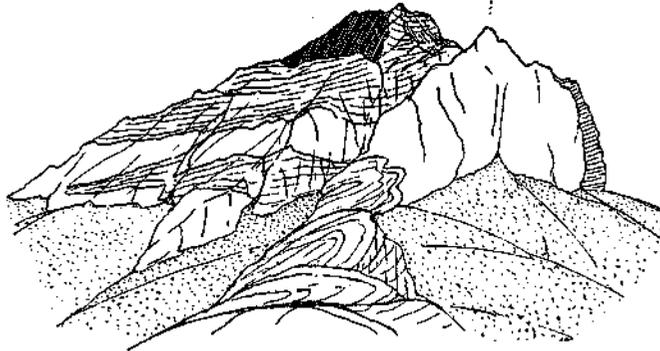
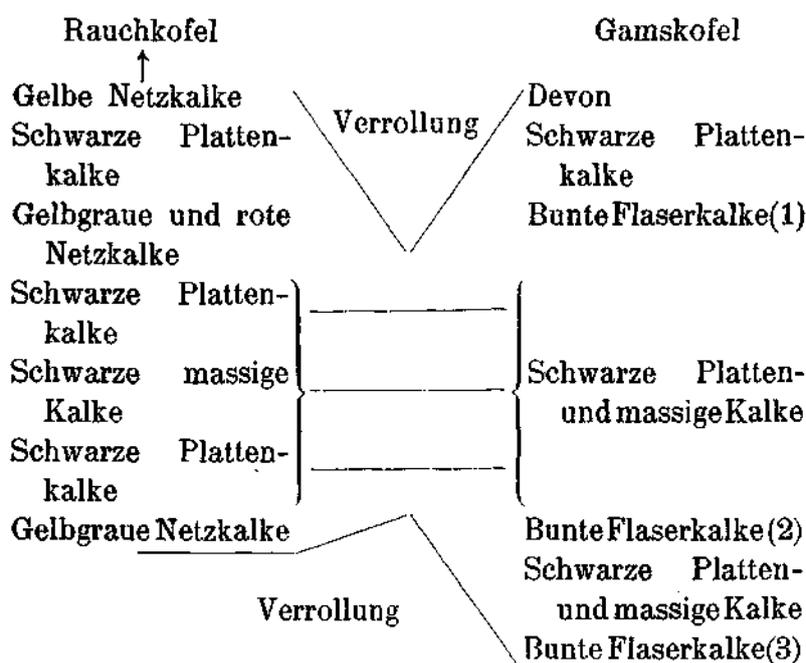


Fig. 4.

eingefaßt und keilen schließlich zwischen ihnen aus, wie man deutlich beobachten kann. An einer Stelle geht eine kleine Verwerfung durch, die man vom Gamskofelvorberg aus sehr klar überblicken kann; sie unterbricht auf eine kurze Strecke den Zusammenhang des Zuges. Es ist also die Annahme Frechs⁵⁸⁾ (siehe Geyers Karte), daß wir es hier mit einer „vom Gamskofel abgeglittenen Devonscholle“ zu tun haben, unzutreffend,⁵⁹⁾ wenn es auch als durchaus wahrscheinlich

bezeichnet werden darf, daß der innerste Teil der Synklinalen schon dem Devon angehört; vollkommen sicher ist aber der direkte, ungestörte Zusammenhang zwischen Gamskofel- und Rauchkofelmassiv.

Diese Kalkstufe ist das einzige Glied, welches eine Verbindung zwischen beiden herstellt; alles übrige ist verrollt. Doch läßt sich die Schichtfolge beider auch weiter vergleichen; sie lautet von Nordwesten nach Südosten, bzw. Norden nach Süden:



Die einzelnen Züge dürften unter dem Schutt wohl in Zusammenhang stehen.

Im weiteren Verlauf gegen Osten vereinigen sie sich, wobei noch weitere Komplikationen auftreten, wie die Karte zeigt.

⁵⁸⁾ Frech, Karnische Alpen, S. 98.

⁵⁹⁾ Ueber die von Frech angeführten mitteldevonischen Versteinerungen (Frech, Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges. 1887, S. 742, Karnische Alpen, S. 255) vergleiche S. . .

Die Lagerung der ganzen Serie ist sehr undeutlich; wo sie deutlich zu beobachten war, ist sie flach, so daß man zwischen liegenden Falten oder Senkungsbrüchen wählen kann; der stufenförmige Aufbau der Landschaft scheint eher letzterer Annahme zu entsprechen.

Wir haben bisher einer Erscheinung nicht gedacht, welche der Südseite des Mooskofels das charakteristische Gepräge verleiht. Das ist das Auftreten von langgestreckten schmalen, durchwegs nordfallenden Zungen von Tonschiefern inmitten der Kalke. Schon in der großen, zwischen Gams- und Mooskofel zur oberen Valentine hinabziehenden Schlucht erscheint eine solche in den Obersilurkalken und hat untergeordnete Störungen im Gefolge. Weiter nördlich sind noch mehrere vorhanden, auch das grüne Gipfelband des Mooskofels gehört zu ihnen. Merkwürdig ist es, wie diese Zungen oft ihrer ganzen Breite nach plötzlich quer an den Kalken abschneiden und nicht in ihnen ausspitzen. Nur das Gipfelband beginnt als schmale Zunge zwischen den Kalken, wird dann breiter und breiter und biegt endlich, immer nordfallend, um den Gipfelgrat nach N um; hier in der Nordwand verschwindet es. Tiefer unten verläuft neuerdings eine Zunge. Der tektonische Charakter dieser Erscheinungen wird durch das Auftreten von deutlichen Reibungsbreccien in der Gipfelzunge gekennzeichnet. Außerdem sind die umgrenzenden Kalke, wie so häufig am mechanischen Kontakt mit den Schiefern,⁶⁰⁾ ockerbraun gefärbt. Das beweist, daß wir es hier nicht mit Schiefereinlagerungen im Devon zu tun haben, wie sie Vinassa de Regny und Gortani⁶¹⁾ im Oberdevon gefunden haben. Wir haben es vielmehr mit intermittierenden Antiklinallinien, Aufpressungszonen von ungleicher Stärke zu tun.⁶²⁾ Sie erinnern, wie Geyer⁶³⁾ bemerkt, an die Graben-

⁶⁰⁾ Kalkkeile der Grünen Schneid, Creta bianca etc. (Frech, Karnische Alpen, S. 108.)

⁶¹⁾ Rendiconti R. ac. Linc. 1908, S. 609.

⁶²⁾ Geyer, Verhandlungen der k. k. Geolog. Reichsanstalt 1895, S. 69: „Es treten hier kuppelförmige Aufpressungen des Kalkes und eingesunkene Partien der Decke auf, welche einander im Streichen folgen.“

⁶³⁾ Geyer, Verhandlungen der k. k. Geolog. Reichsanstalt 1895, S. 70.

horste von Werfener Schiefer im Triaskalk des Göll und Schneeberg.

Gewissermaßen das Negativ dieser Erscheinung stellt sich im Osten der Devonmasse ein, die auch hier mit Bruch an die Schiefer grenzt. Hier sind nämlich isolierte Kalkkeile in den Schiefen vorhanden. Es hat hier an der Grenze eine lebhaftere Verknüpfung beider stattgefunden, wie man sie in unserem Gebiete so häufig beobachten kann; ich erinnere nur an die Grüne Schneid und Frechs Beschreibung der Creta bianca (Karn. Alp., S. 108ff.). Die scheinbar abweichende Beschaffenheit der Mooskofelkalke wurde schon besprochen.

Hinteres Joch und Mautner Alm.

Wir betreten hier das Gebiet der typischen obersilurischen Bänderkalke und Kalkphyllite. — Die Streichrichtung der Züge ist eine sonderbare: Von der Mautner Alm zum Hinteren Joch ziehen sie NO—SW; von hier zur Cote 1436 schwenken sie N—S und treten endlich, wie an einem Widerstande gestaut, nach zwei Richtungen auseinander: ein Flügel zieht nach ONO in die Wände des Polinigg, der andere verläuft gegen WSW auf die Obersilurzüge des Mooskofelvorberges hin, von denen er nur durch eine Schütt getrennt ist.

Der Bau ist am Hinteren Joch recht mannigfaltig. Es sind mehrere Züge von schwarzen und bunten Kalken vorhanden, die gegen SW in die Tonschiefer zwei Keile aussenden. Gegen die Mautner Alm zu vereinigen sich alle diese Züge und es bleiben schließlich drei Zonen von bunten Kalken übrig, die fast ganz zu Kalkphylliten geworden sind und allseits von schwarzen Kalken umschlossen werden. Auffallend ist auf der Sittmoser Seite das stellenweise Auftauchen und Wiederverschwinden der schwarzen Kalke an der Grenze zwischen den Tonschiefen und den roten Kalken. Während diese im S unmittelbar über dem Tonschiefer folgen, stoßen im N die schwarzen an ihn an, die hier überhaupt an Bedeutung weitaus vorwiegen.

Am Hinteren Joch keilen dreimal schwarze Züge innerhalb der roten aus. Ob hier die roten und schwarzen Kalke dieselben Schichtglieder bezeichnen, wie die gleichgefärbten Kalke weiter im W, oder ob hier Fazieswechsel vorliegt, ist nicht

mit Sicherheit zu entscheiden; doch erscheint mir Fazieswechsel beinahe wahrscheinlicher. Kalke und Schiefer fallen durchaus gleich nach NW; erst am Hinteren Joch und südlich wenden sich erstere nach S.

Auf der Nordseite der Mautner Alm steckt nahe der Grenze von schwarzen Kalken und Schiefen ein Keil von Tonflaserkalk. Infolge des üppigen Graswuchses ist leider nicht festzustellen, ob er weiter fortzieht.

Auf der östlichen, dem Polinigg zugewandten Seite des Hinteren Jochs tritt noch ein zweiter Kalkzug auf, der nach N keilförmig in den Tonschiefern endet. Er besteht fast ganz aus schwarzem Plattenkalk, führt jedoch drei Einschaltungen von bunten Kalkphyllit. Im W tritt an der Grenze gegen die Schiefer abermals ein Rest von Tonflaserkalken auf. Auch der schwarze Kalk ist vielfach phyllitisch entwickelt, ja es entstehen manchmal förmliche Schieferzonen; eine solche trennt diesen Zug von den schwarzen Plattenkalken des Hauptzuges. Die angrenzenden Tonschiefer des unteren Valentintales scheinen auch durch Uebergänge mit den schwarzen Kalkphylliten verbunden zu sein; denn sie sind nicht grünlich oder braun, sondern schwarzblau und leicht phyllitisch. Auf der Höhe sind sie normal und sehr quarzig entwickelt. Es entstehen hier an einer Stelle rein weiße Quarzite.

Dieser Kalkzug tritt bis an den großen Graben im SW des Tillacher heran; jenseits stehen nur Tonschiefer an. Er kommt aber dem nördlich des Eder aufsetzenden Bänderkalkzuge so nahe, daß er vielleicht unter den Alluvionen des Valentinbaches hindurch, mit ihm in Zusammenhang steht.

Die hellen Züge scheinen quer auf die Schiefer auszustreichen, so daß die nordwestliche Grenze dieses Zuges ein Bruch sein dürfte. Doch sind hier die Beobachtungen infolge des dichten Waldes und der häufig alles verhüllenden Vegetation vielfach unsicher.

Daß die Tonschiefer in dieser Region Untersilur und nicht Karbon sind, geht aus der engen Verknüpfung mit Tonflaserkalken und obersilurischen Bänderkalken unzweifelhaft hervor.

Plöckener Talstufe.

Mit ihr tritt ein neues tektonisches Element ein, nämlich die beiden Devonsynklinen des Polinigg, der sich zwischen den beiden auseinandertretenden Synklinen: Biegengebirge—Kellerwand, Cellon—Pal—Pizzo di Timau einerseits, und Maderwand—Gamskofel—Mooskofel anderseits, einschaltet. Leider ist die Grenze gegen die Region des Mooskofels und Hinteren Jochs durch die Alluvionen des Valentinbaches verdeckt. Der Bau dieser Steilstufe ist am besten in der Schlucht des Angerbaches aufgeschlossen; man sieht hier den Rest einer Antiklinale von Tonschiefern, über der sich im Osten die braunen Eisenkalke schließen. Im N wie im S folgt eine synklin gebaute Region; an jene schließt sich der hellgraue Devonkalk des Polinigg an, diese zeigt eine nochmalige Aufwölbung des roten Netzkalkes, der bei weitem das mächtigste Glied ist. Auf diesem engen Raum sind alle drei Fazies des Obersilurs vertreten, da an der Basis Eisenkalke der Plöckener Fazies auftreten und die Netzkalke der Wolayer Fazies gegen Osten allmählich in Bänderkalke übergehen.

Der Polinigg besteht im Westen aus zwei Devonmulden, die sich an einer Stelle übereinanderlegen. Ueber den Tonschiefern des unteren Valentintales stellt sich auf seiner Nordseite die Fortsetzung der Bänderkalke des Hinteren Jochs ein, darüber Devon, dann abermals Silur und endlich die Gipfelsynklina des Polinigg. Die Fortsetzung des Silurzuges zwischen beiden Synklinen nach W ist unsere Plöckener Talstufe. Ihr Verhältnis zum Devon ist aber kein ungestörtes, wie man in dem Graben, der unterhalb der Talstufe zum Polinigg hinaufzieht, deutlich sehen kann. Die blauen Plattenkalke bleiben nämlich plötzlich aus und an ihrer Stelle schaltet sich zwischen Devon und roten Flaserkalken eine Zunge von unter-silurischen Tonschiefern ein. Es sind also die Störungen, welche Geyers Karte in der Gipfelregion zeigt, schon hier angebahnt.

III. Rückblick.

Werfen wir einen Blick auf Geyers schöne Karte, so fällt uns der Gegensatz zwischen unserem Gebiete und etwa der Region zwischen Jauken- und Reißkofel auf; hier lange und gerade hinstreichende, regelmäßige Falten, dort durch

zahlreiche Dislokationen zerstückelte, verworren angeordnete Züge. Schon im Streichen äußert sich dieser Gegensatz; es ist in der karnischen Hauptkette im allgemeinen WNW; aber schon im Gebiete des Niedergailtales tritt eine Drehung gegen NO ein, die sich besonders im Streichen der halbmetamorphen Serie im N kenntlich macht; erst am Ende der nördlichen Polinigg-synklinale wendet sich das Streichen wieder nach OSO. Auch im Streichen des Kellerwandzuges kann man ein, wenn auch abgeschwächtes Vortreten gegen N beobachten. In Verbindung damit macht sich eine Drehung im Streichen bemerkbar, die im Großen wie im Kleinen eine bedeutende Rolle spielt. So findet eine Drehung im Biegengebirge von SO — NW nach S — N bis ins Gebiet der Bänderkalke hinein statt. Dazwischen liegt die kuppelförmige Pseudodecke des Rauchkofels, der selbst an dieser Drehung teilnimmt; sie weist drei Hauptstreichungsrichtungen in der Form eines Dreieckes auf: SO — NW, WSW — ONO, NNW — SSO, und letztere dreht sich neuerdings gegen ONO. Auf den ersten Blick liegt es nahe, anzunehmen, er sei zwischen den mächtigen Devonmassen im N und S wie in einem Schraubstock gedreht worden; doch ist diese Auffassung nicht zutreffend, da ja die Devonzüge im W selbst von der Drehung betroffen wurden.

Eine ähnliche Drehung tritt im Cellonetta-Nordzuge hervor, der aus der W — O-Richtung plötzlich nach S umbiegt, wobei die Tonschiefer der Cellonetta domförmig hervortreten.

Diese Verhältnisse weisen auf lokale Stauungen⁶⁴⁾ hin. Lange, gerade, oder gar nach einer bestimmten Richtung orientierte Falten sind in diesem Abschnitte überhaupt selten. So ist der Bau des Gebirges zu beiden Seiten des oberen Valentintales ein muldenförmiger; in beiden Fällen sind Ueberschiebungen und Isoklinalfalten vorhanden (Schieferbänder des Mooskofels, Kalkzüge des Hinteren Jochs, Schuppen der Rauchkofelböden, Ueberschiebung der Kellerwand); diese sind

⁶⁴⁾ Ich befinde mich mit dieser Auffassung in Uebereinstimmung mit Vinassa de Regny, der gleichfalls lokale, sogar meridional gerichtete Bewegungen annimmt (Nuove osservaz. sul nucleo centr. delle alp. carn. Proc. verb. soc. tosc. nat. Mai 1908, S. 9 bis 10) und nirgends Spuren großer Ueberdeckungen gefunden hat.

aber von beiden Seiten gegen das Valentintal, also gegeneinander gerichtet. Man müßte denn annehmen, daß die ganze Mooskofelkette ursprünglich Südfallen besessen habe und erst durch spätere einseitige Absenkungen Nordfallen entstanden sei. Das ist aber recht unwahrscheinlich, da ja fast das ganze Gebiet bis nahe ans Gailtal Nordfallen aufweist.

Auch ein Versuch, die gegeneinander gerichteten Ueberschiebungen zu einer großen Ueberschiebung zu vereinigen, scheint mir auf unüberwindliche Schwierigkeiten zu stoßen, da die im Süden der Kellerwand gelegenen Untersilurschiefer wegen ihrer oberkarbonen Ueberdeckung, die Antiklinale des Cellonettazuges aber wegen ihrer geringen Intensität (große Annäherung der Tonflaserkalke beider Flügel, Einschaltung von sekundären Synklinen) nicht als Wurzelregion angesprochen werden können. Eine andere Zone kommt aber als Wurzelregion überhaupt nicht in Betracht.

Daneben stehen die schönen Falten des Rauchkofels, bei denen Intensität und Richtung der Faltung auf verschiedenen Seiten verschieden sind. Im Westen finden wir isoklinales, meist in den Berg gerichtetes Fallen, im Osten mehr undulierende Lagerung.

Es kann überhaupt als Regel gelten, daß das Silur heftig gefaltet ist, während sich das Devon doch als widerstandsfähiger erweist. Dabei zeigen die großen Devonmassen, die infolge ihrer relativen Unbeweglichkeit den ganzen Druck der Faltung auszuhalten hatten, fast durchwegs mehr oder minder leichte Metamorphose, die durch lokale Stauungen innerhalb der Masse modifiziert wurde, die plastischen Silurkalke und -Schiefer hingegen weichen dem Drucke durch Faltung aus, wobei sie freilich, wie die ungezählten Spatadern beweisen, stark zersplittern, aber doch nahezu unverändert bleiben. Um so merkwürdiger ist die starke Metamorphose der nördlichen Silurbänderkalke, bei der wohl ganz besonders günstige Umstände mitgespielt haben mögen. Die weichen, leicht beweglichen Tonschiefer bilden das Schmiermittel zwischen den härteren Gesteinen und erhalten sich dabei fast unverändert. Sie dringen in alle Spalten und Fugen ein, gleichen aber auch Störungen, die in sie hineinsetzen, aus. — Differentialbewe-

gungen im kleinen gehören natürlich zu den allerhäufigsten Erscheinungen.

Störungslinien spielen in unserem Gebiete eine bedeutende Rolle. Vorwiegend sind es Faltungsbrüche; hieher gehört die Ueberschiebung auf der Südseite der Kellerwand, ferner der Bruch, an dem die Devonkalke des nördlichen Cellonettazuges an die Tonschiefer grenzen; er folgt mit überraschender Konstanz der Drehung des Streichens bis ins Palgebirge hinein.

Ausgesprochene Schuppenstruktur treffen wir in den Zügen der Rauchkofelböden an.

Ein sonderbares Zwischending zwischen Bruch und Faltung sind die so häufig auftretenden Kalkkeile im Schiefer und Schieferzungen im Kalk. Erstere kann man auf den Rauchkofelböden, der grünen Schneid und am Ostabhange des Mooskofels beobachten. Jüngere Kalke von kreis- oder keilförmigem Umriß stecken meist ohne Vermittlung der Zwischenglieder in den älteren Schiefen, aber sie nehmen zugleich an dem generellen Streichen teil (Rauchkofelböden); unwillkürlich drängt sich hier die Vorstellung auf, daß man es, wenigstens zum Teil, mit zwei zeitlich verschiedenen Bewegungen zu tun hat: zunächst Bruch, dann Faltung, dabei lebhafte Verknetung an der Grenze beider Gesteine und Auseinanderzerrung in Keile.

Noch schwerer zu erklären sind die ebenso auffallenden Schieferzungen des Mooskofels, weil sie in der Mitte des Massivs auftreten. Geyers Deutung als Antiklinallinien von wechselnder Intensität ist einleuchtend. Merkwürdig bleibt immerhin das völlige Ausbleiben des Obersilurs an der Grenze beider Gesteine. Wir erinnern uns an die Aufpressungen der Werfener Schiefer in den Nordalpen und ähnliche Erscheinungen, welche Frech⁶⁵⁾ aus den östlichen karnischen Alpen beschrieben hat. Seine Vorstellung, daß die weichen Schiefer in Spalten des härteren Kalkes hineingepreßt wurden, hat viel für sich.

Senkungsbrüche treten recht zurück. Die unregelmäßige Grenze der metamorphen Devonkalke gegen die Tonschiefer mag hieher gehören, auch der Bruch, welcher den

⁶⁵⁾ Frech, Karn. Alp., S. 35 (Kap. I, 6.)

Cellonkofel durchsetzt. Die Störung, an der die Eiskarscholle abgesunken ist, ist im Westen sicher ein Senkungsbruch. Querbrüche sind ungemein häufig; sie durchlaufen alle Dimensionen, von dem prächtigen Blatt angefangen, das den Rauchkofel durchsetzt, bis zu den kleinsten Verschiebungen im Gestein. Auch Schiebungsflexuren kann man öfter beobachten.

Unser Gebirge ist mehrfach gefaltet worden. Während wir im Osten mit Hilfe der oberkarbonischen Transgression feststellen können, daß die Hauptzüge der Tektonik auf die karbonische Faltung zurückgehen, scheint es hier im Westen mangels jüngerer Auflagerungen aussichtslos, die Wirkungen der verschiedenen Faltungen zu rekonstruieren. Trotzdem möchte man geneigt sein, manche Züge des Gebirgsbaues jüngeren Faltungen zuzuschreiben. Hieher gehören zunächst die Schuppen der Rauchkofelböden. Es ist eine auffallende Tatsache, daß diese Schuppen bloß das Unter- und Obersilur umfassen, das Devon jedoch konstant ausschließen; und doch ist dieses im benachbarten Kellerwandzug mindestens 600 m mächtig! Von einer Auswalgung kann also hier nicht die Rede sein; aber auch Differenzialbewegungen kann man hier nicht gut zur Erklärung heranziehen. Man kann sich ja vorstellen, daß sich die plastischen Silurkalke falten, während die darüberliegenden Devonmassen mehrminder starr bleiben; zur Schuppenbildung aber gehört freier Raum; sie ist unter einer auflastenden Decke kaum möglich, wenn diese nicht weit abgestaut wird. Doch ist von einer Diskordanz zwischen Silur und Devon nichts zu bemerken. Ueber die Schuppennatur dieser Züge kann kein Zweifel bestehen. Senkungsbrüche sind unbedingt ausgeschlossen, hat ja Frech seiner Zeit die Schuppen als regelmäßige Schichtfolge gedeutet! Die Unhaltbarkeit dieser Anschauung wird bewiesen durch die einseitige, vollkommen idente, dreimalige Wiederholung der vier Schichtglieder das Zusammentreffen der beiden nördlichen Züge und die Kalkkeile der Rauchkofelböden, die man doch nicht als Einlagerungen im Untersilurschiefer betrachten kann. Es bleibt also kaum etwas anderes übrig als die Annahme, die Schuppenbildung habe sich erst vollzogen, nachdem die mächtigen Devonmassen zwischen Kellerwand- und Mooskofelmassiv entfernt waren, zu einer Zeit also, da das heutige Relief der

Landschaft schon im wesentlichen gegeben war. Man möchte nun geneigt sein, diesen Vorgang in eine nicht allzuferne Zeit zu verlegen. An jüngeren Bewegungen ist ja in diesem Teile der Alpen kein Mangel; wissen wir doch, daß im Osten des Drauzuges sogar noch die Paludinenschichten gefaltet sind. Doch spricht eine Tatsache gegen diese Annahme: Geyers Profile über den Findenigkofel⁶⁶⁾ zeigen ganz ähnliche Schuppen von Ober- und Untersilur mit Ausschluß des Devons. Darüber aber liegt flach transgredierend das Oberkarbon! Das zwingt uns zu der Annahme, daß die Schuppenbildung vor der oberkarbonischen Transgression erfolgte. Auf das Wolayer Gebiet angewendet, würde sich ergeben, daß die Hauptzüge des heutigen Reliefs schon vor dem Oberkarbon herausgearbeitet waren.

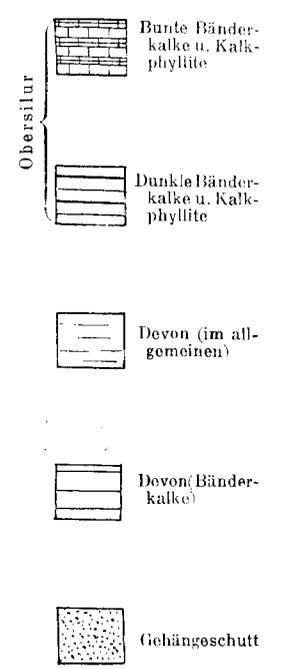
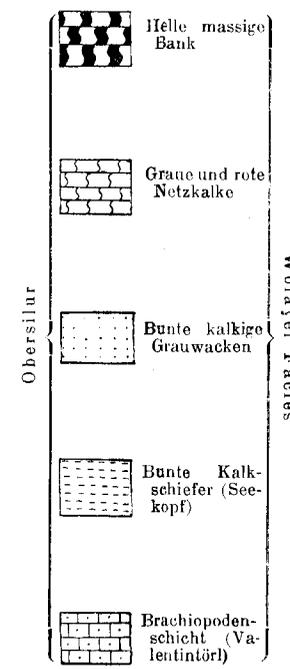
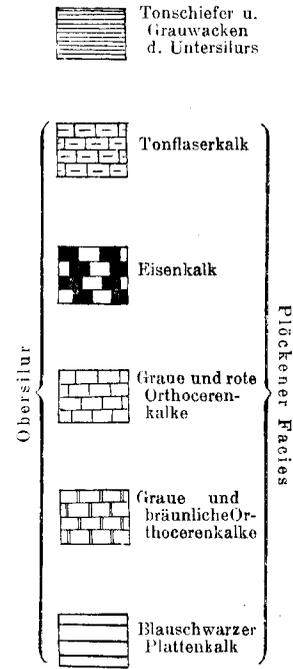
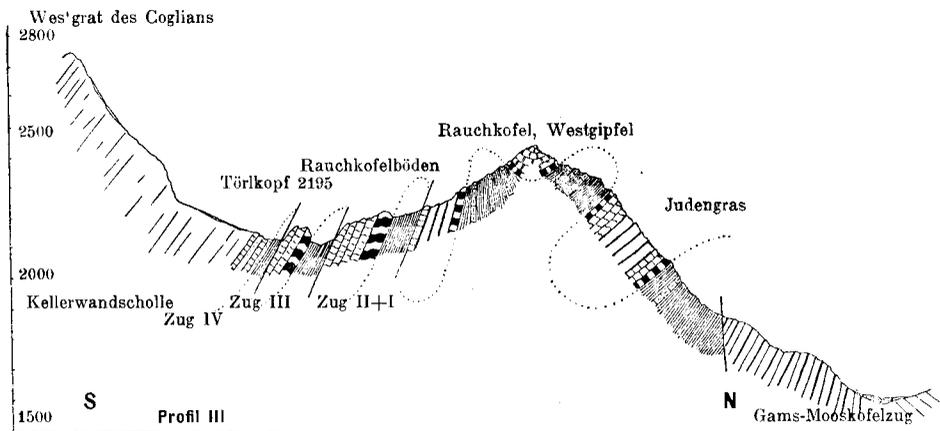
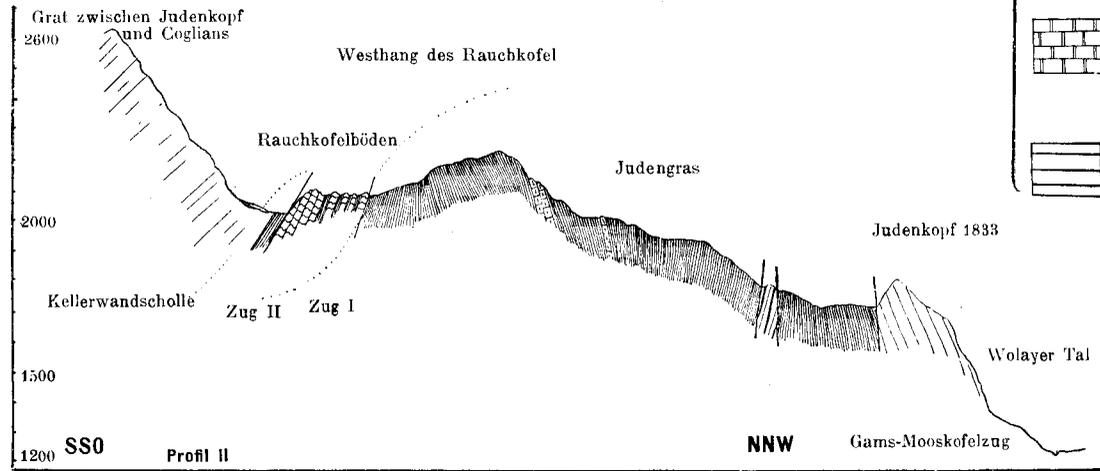
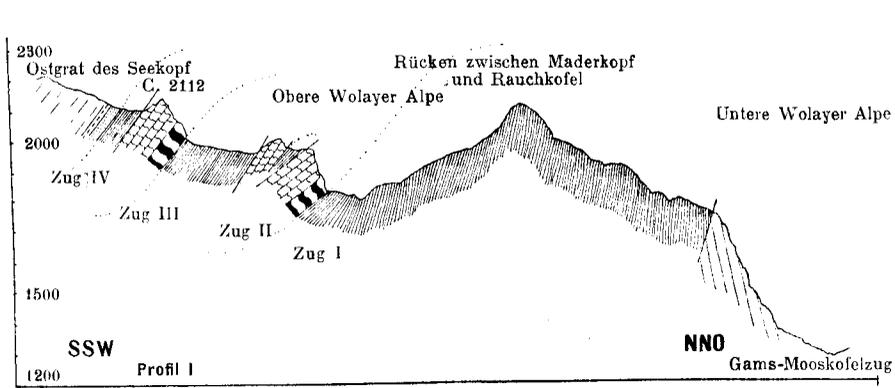
Etwas Aehnliches mag auch für die Falten des Rauchkofels gelten, deren mitunter sehr tiefe, isoklinale Synklinen das Devon völlig ausschließen. Man wird sich leicht vorstellen können, daß das Obersilur unmittelbar unter der Wucht der auflastenden Devonkalkmassen des Kellerwandmassivs in Schuppen zerreißt, während der etwas entferntere Rauchkofel regelmäßige Falten bildet. — Es ist auch bemerkenswert, daß die Kalkkeile der Rauchkofelböden nur dort auftreten, wo sie von der Drehung des Rauchkofels ergriffen werden, wie ja die Karte deutlich zeigt und vielleicht ist diese Zersplitterung eine unmittelbare Folge der Interferenz beider Streichrichtungen.

Die allgemeine Zerrüttung des Gebirges und vielleicht auch die Querbrüche können wir mit mehrfacher Faltung in Zusammenhang bringen, wie schon aus dem Gegensatz zu den einfach gebauten Gailtaler Alpen im Norden und den flach liegenden Südalpen bei so geringer Entfernung hervorgeht.

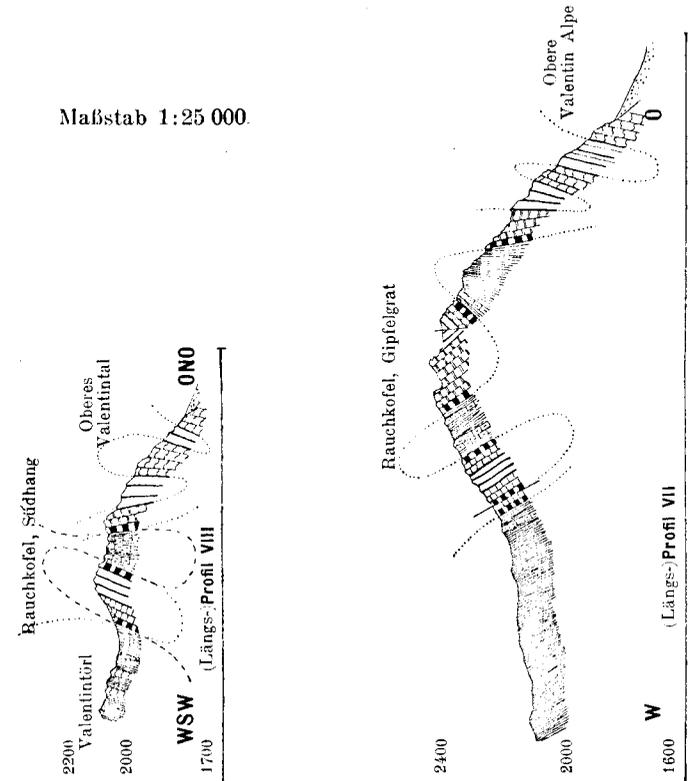
Einer der charakteristischsten Züge dieses Gebietes ist der grelle Fazieswechsel; dabei sind, abgesehen von der Bänderkalkentwicklung, die ja nur durch Pressung aus den beiden anderen entstanden ist, zwischen den Gesteinen der Plöckener und Wolayer Fazies keinerlei Uebergänge zu finden; wohl aber sehen wir beide öfters in ein- und derselben Falte

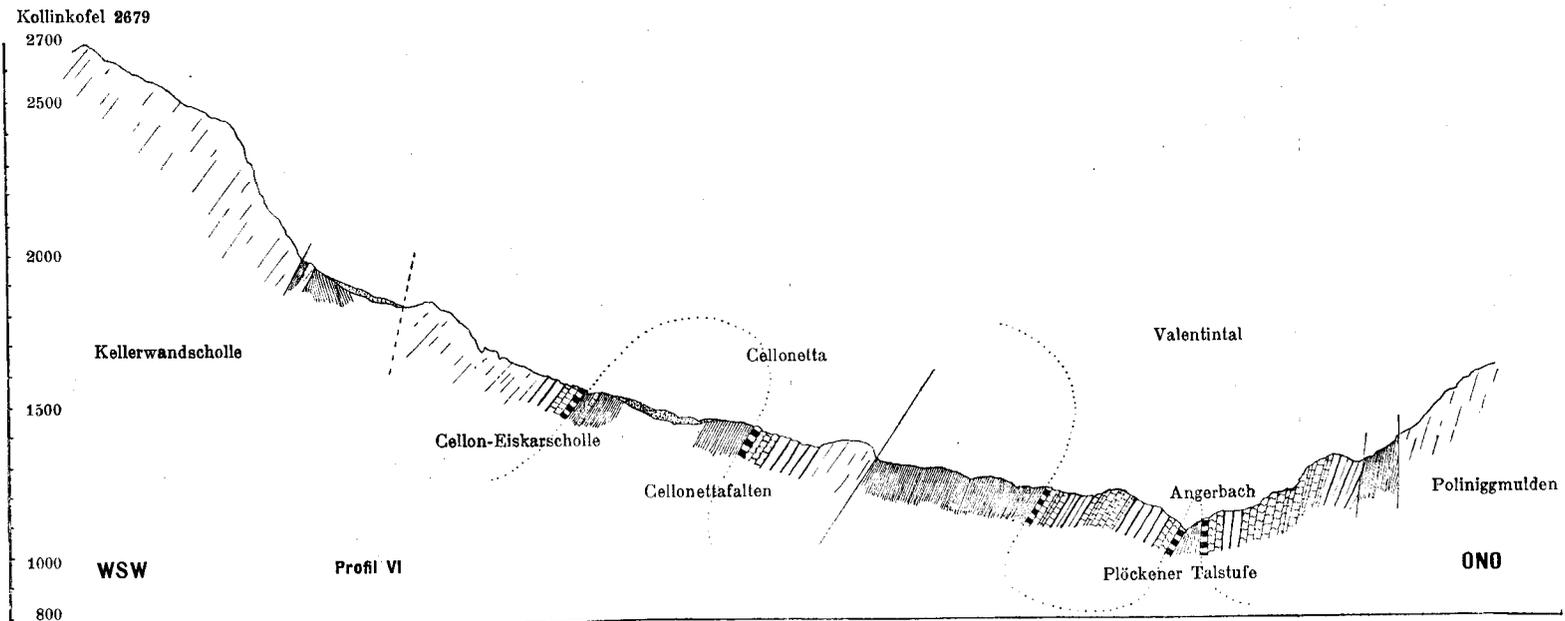
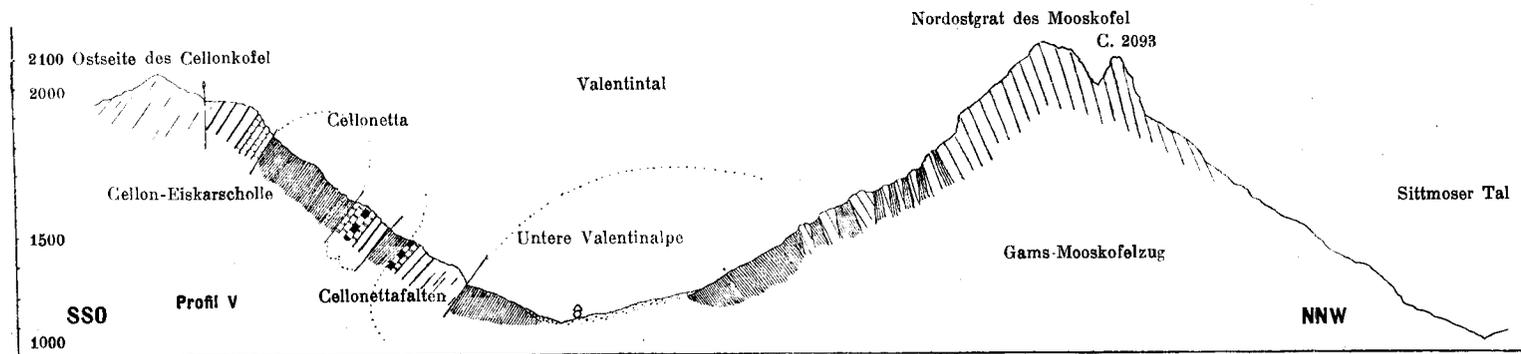
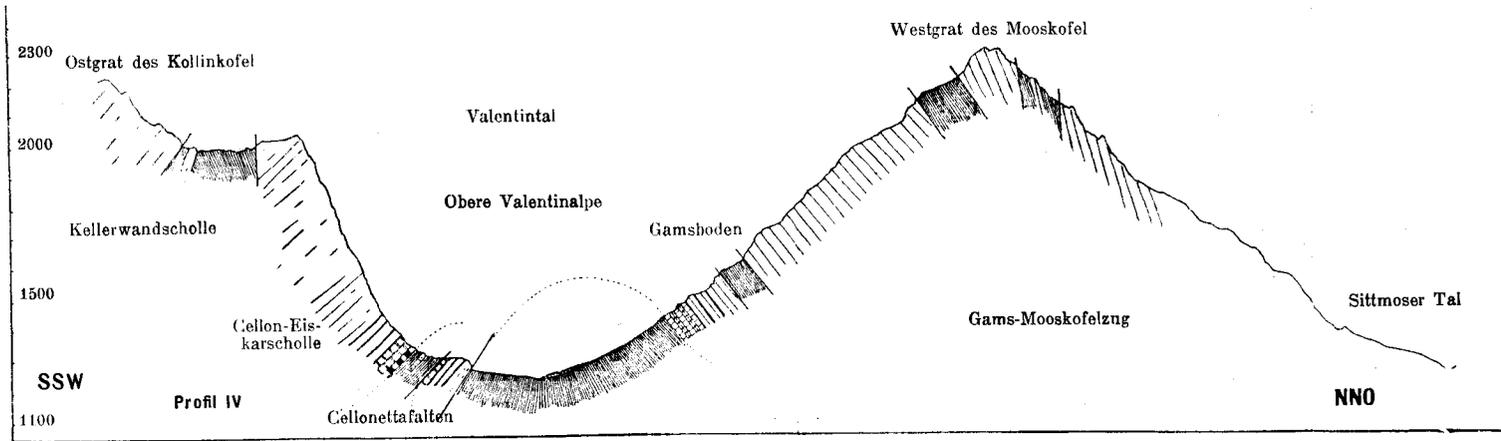
⁶⁶⁾ Geyer, Verhandlungen der k. k. Geolog. Reichsanstalt 1895, S. 75.

wechsell (Rauchkofel, Plöckener Tafelstufe). Es ist angesichts der großen Bedeutung, welche man heute dem Fazieswechsel in der alpinen Geologie zugesteht, immerhin von Interesse, festzustellen, daß wir hier ein Gebiet vor uns haben, wo auf engstem Raume jähe und plötzliche Veränderungen in der Fazies stattfinden, ohne daß wir dabei große tektonische Bewegungen zur Erklärung heranziehen könnten!



Maßstab 1:25 000.

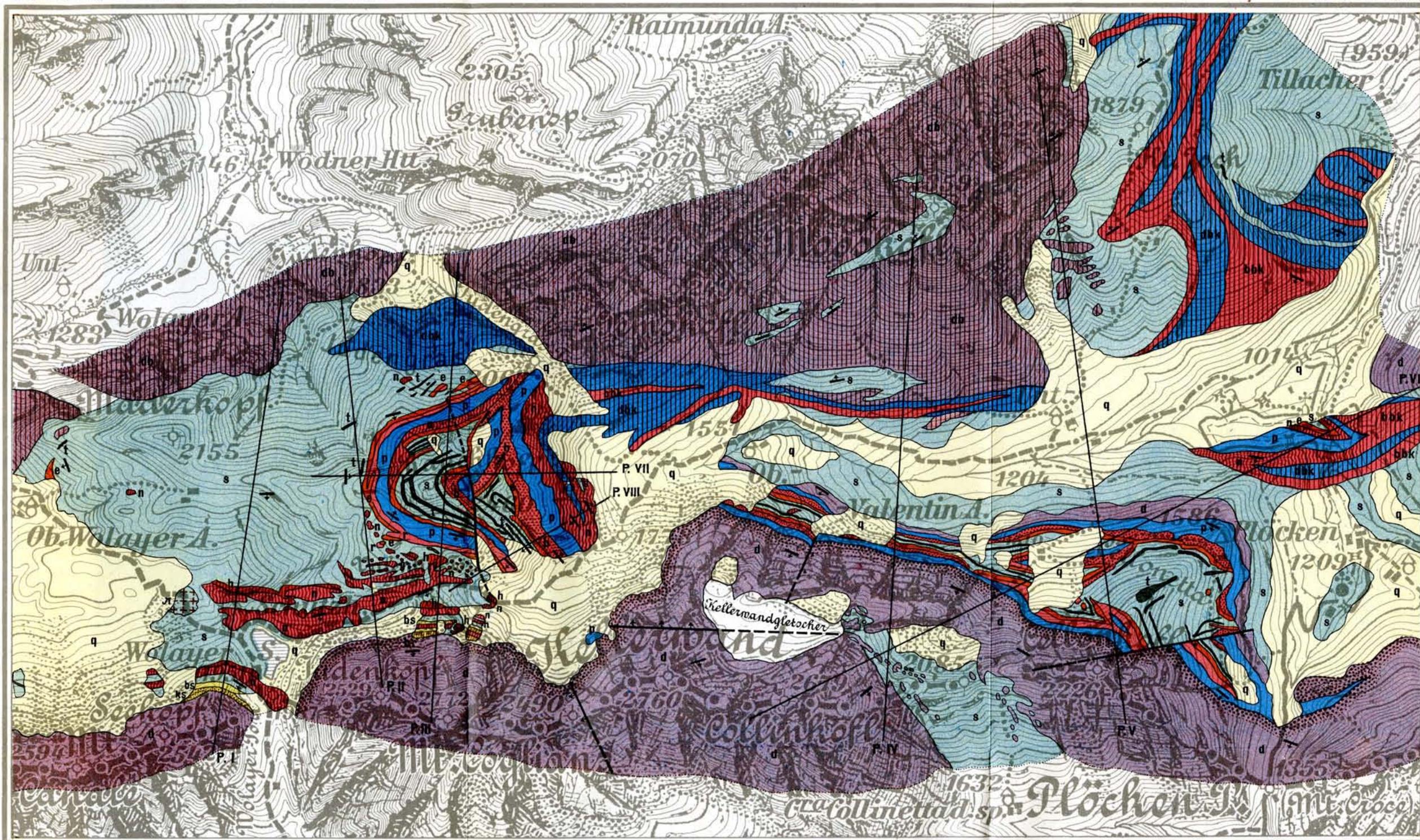




Geologische Karte des oberen Wolayer- und Valentintales.

Mit Benützung der Aufnahmen von F. Frech und G. Geyer.

Aufgenommen 1905 von Albrecht Spitz.



Photolithographie u. Druck des k. u. k. Militärgeographischen Institutes.



Ober-Silur

Plöckener Fazies

Wolayer Fazies



Ober-Silur

Bänderkalk-Fazies

