

# Ueber die geologischen Verhältnisse im Pontafeler Abschnitt der Karnischen Alpen.

Von **Georg Geyer.**

Mit einer geologischen Karte in Farbendruck (Taf. Nr. I) und 9 Zinkotypien im Text.

Ein bedeutsamer Zug im Aufbau der Südalpen liegt in der Wiederauffaltung des krystallinischen Gebirges längs einer Linie, die sich von Sillian im Pusterthal in ost-südöstlicher Richtung entlang dem Gailthal bis über Hermagor hinaus und nach längerer, durch Auflagerungen bedingter Unterbrechung weiterhin zwischen den Karawanken und den Steiner Alpen bis an den Südrand des Bachergebirges erstreckt.

Das Triasgebirge, welches den langgedehnten, schmalen Aufbruch von der zusammenhängenden, krystallinischen Centralzone trennend, die Gailthaler Alpen und Karawanken bildet, wurde von F. Teller nach Westen hin in schmalen, zwischen den krystallinischen Schiefergesteinen eingeklemmten Faltenzügen weithin verfolgt und in seinen östlichen Partien jüngst in der Karte der Karawanken und Steiner Alpen zur Darstellung gebracht.

Dieses Gebirge, das zwischen dem krystallinischen Hauptzuge und dem südlichen Wiederaufbruch des letzteren eingeschaltet ist, zeichnet sich in tektonischer und in stratigraphischer Hinsicht vor der noch weiter im Süden folgenden, zusammenhängenden Zone der südlichen Kalkalpen aus. Einmal dadurch, dass es im Gegensatz zu dem flach tafelförmig gebauten, von Brüchen in einzelne, wenig geneigte Schollen zerlegten Julischen Alpen ein steil stehendes Faltengebirge bildet. Andererseits dadurch, dass uns in demselben eine Entwicklung der Triasformation entgegentritt, welche sich, wie schon seit Langem bekannt, weit mehr an die nordalpinen, als an die süd-tirolisch-venetianischen Facies anschliesst. Endlich aber sehen wir, dass dessen Schichtfolge über dem Krystallinischen erst mit den permischen Conglomeraten und Sandsteinen beginnt, während die zusammenhängende venetianische Triaszone von den Gesteinen des krystallinischen Aufbruches durch eine wohl mehrere Tausend Meter mächtige Serie alt-palaeozoischer Schichten getrennt wird.

Der schmale Aufbruch von Glimmerschiefer und Phylliten, in dem die Gailfurchung eingeschnitten ist, wird also im Norden von

Grödener Sandstein, im Süden aber von einer gewaltigen, wahrscheinlich schon mit dem Cambrium beginnenden und bis in das Obercarbon, ja vielleicht sogar in das tiefere Perm emporreichenden, palaeozoischen Reihe bedeckt, auf welcher dann erst der rothe permische Sandstein transgredirt.

Daraus erhellt wohl die Bedeutung und das hohe Alter jener schmalen Aufwölbung krystallinischer Gesteine, welche den Centralalpen im Süden vorgelagert ist und sich gegen Osten immer mehr und mehr von der nördlich abschwenkenden Hauptkette entfernt.

Jenes Gebiet, das von den im Süden auf dem Gailthaler Glimmerschiefer aufruhenden, palaeozoischen Schichten eingenommen wird, entspricht genau dem orographischen Umfang der Karnischen Hauptkette, indem dasselbe im Norden durch den Gailfluss und im Süden durch eine markante Tiefenlinie begrenzt erscheint, die sich von Comeglians über Ravascello, Paluzza, Ligosullo, Paularo und die Forca Pizzul in das Pontebbana Thal und Canal-Thal herüberzieht. Innerhalb des auf dem Blatte Oberdrauburg und Mauthen (Zone 19, Col. VIII) gelegenen Strecke der Karnischen Hauptkette lassen sich von Westen nach Osten drei, landschaftlich von einander abweichende Abschnitte unterscheiden. In dem westlich gelegenen Theile gelangt der Typus eines mächtigen Kalkhochgebirges zum Ausdruck, indem hier gewaltige Massen silurischer und devonischer Kalke im Relief dominiren. Der mittlere Abschnitt wird vorwiegend von Schiefem und Grauwacken mit untergeordneten, wenig mächtigen Kalklagern zusammengesetzt und zeigt dementsprechend sanfte Formen seines aus einem Hauptrücken und zahlreichen Querkämmen bestehenden Gerippes. Im östlichen Abschnitt endlich, von welchem hier speciell die Rede sein soll, greift von Süden her eine zusammenhängende jüngere Kalkdecke bis auf die Wasserscheide vor und löst sich auf der Höhe der letzteren in einzelne, isolirte Kalkstöcke auf, während der nördliche, dem Gailthale zugekehrte Abhang noch von den Schiefem und Grauwacken des mittleren Abschnittes eingenommen wird.

Eine kurzgefasste Charakteristik des Gebirgsbaues innerhalb des westlichen und mittleren Abschnittes der karnischen Hauptkette hätte dieselben als ein von Längsbrüchen betroffenes Faltengebirge zu bezeichnen, an dessen Zusammensetzung Silur, Devon und Unter-carbon theilnehmen, wobei die Falten je weiter nach Osten, umso enger aufeinander gepresst wurden.

In dem westlichen Abschnitt mit flacheren Wellen sind mächtige Devonkalkmassen in jenem Grade mitgefaltet, in welchem grosse, starre Massen innerhalb plastischer Schiefergesteine der Faltung fähig sind; hier treten zahlreiche Längsbrüche auf.

In dem mittleren Abschnitt eng aufeinander gepresster und im Allgemeinen nach Norden gerichteter Falten sind nur mehr die geringmächtigen Ausläufer der devonischen Kalkplatte eingeklemmt<sup>1)</sup>. Der Scheitel dieses Gebirges von Synklinalen und Antiklinalen erscheint abradirt und von einer übergreifend in nahezu schwebender Stellung

<sup>1)</sup> Vergl. das Profil des Findenigkofels in den Verhandlungen d. k. k. geol. R.-A. 1895, pag. 75.

auflagernden Decke von Obercarbon zum Theil verhüllt. Dabei findet gegen Osten hin eine allmälige Senkung der Transgressionsfläche des Obercarbon statt, wodurch sich die Verhältnisse im östlichen Abschnitt vorbereiten.

Im östlichen Abschnitt nämlich, der uns hier speciell interessirt, sinkt die Krone des altpalaeozoischen Sockels auf den nördlichen Abhang hinab. Die Höhe des Gebirges wird von dem flachlagernden Obercarbon eingenommen, auf welchem einzelne Partien noch jüngerer Kalke isolirt aufsitzen. Dort aber, wo sich das Gebirge gegen Süden zum Fellathale zu neigen beginnt, stellt sich eine Flexur der obercarbonischen Schiefer und Sandsteine ein. Die aufruhenden jüngeren Kalke bilden hier nicht mehr isolirte Denudationsreste, wie auf der Wasserscheide, sondern bedecken den ganzen Südabhang, so dass die unterlagernde Carbon-Flexur nur in den tiefen Thaleinrissen oder in schmalen Aufbrüchen zu Tage tritt.

Ueber diesen der Permformation angehörigen Kalken lagert dann der Werfener Schiefer des Fellathales, der entlang dem Nordfusse der Julischen Alpen unter der tirolisch-venetianischen Triasplatte zu Tage tritt.

Von einzelnen tektonischen Unregelmässigkeiten abgesehen, die das Detail beeinflussen, hat man sich sonach den Pontafeler Abschnitt der karnischen Hauptkette im Grossen als einen plateauförmig abgeflachten Gebirgszug vorzustellen, dessen Nordfuss aus steil gefalteten, altpalaeozoischen Schiefeln und Kalken, dessen Wasserscheide aus flach liegenden jungpalaeozoischen Schiefeln und Sandsteinen mit isolirten Kuppen palaeozoischer und mesozoischer Kalkmassen und dessen Südabhang endlich aus einer nach Süden geneigten, continuirlichen Auflagerung permischer Kalk- und Dolomitmassen besteht. Ein meridional verlaufender Durchschnitt durch diesen Theil der Südalpen würde vom Gailthale angefangen bis zur Udinenser Ebene eine mächtige Serie von Formationen aufschliessen, welche in seltener Regelmässigkeit von den krystallinischen Schiefergesteinen bis zum jüngeren Tertiär reicht und constant nach Süden einfällt. Unser Gebiet aber entspräche dabei jenem Abschnitt des Profiles, der zwischen dem Glimmerschiefer des Gailthales und dem Werfener Schiefer von Pontafel eingeschaltet ist, somit im Grossen und Ganzen dem palaeozoischen Antheil desselben.

## A. Historische Uebersicht.

Die Wandlungen, die sich in der Deutung verschiedener Formationsglieder des Pontafeler Gebietes vollzogen haben, scheinen fast der reich gegliederten Zusammensetzung des letzteren zu entsprechen und rechtfertigen wohl eine kurze Uebersicht, wobei aber nur jene Arbeiten berührt werden sollen, durch die eine geänderte Auffassung angebahnt worden ist.

Nachdem die Daten über die ersten dieses Gebiet betreffenden Publicationen bereits von G. Stache zusammengestellt wurden, sei hier auf dieselben einfach hingewiesen<sup>1)</sup>.

Wir greifen hier bis in die Zeit der ersten Aufnahmen unserer Anstalt zurück, welche in dieser Gegend von Fr. Foetterle besorgt wurden. Ausser der betreffenden Karte liegt ein Aufnahmsbericht Foetterle's vor<sup>2)</sup>, in welchem das Gebirge zwischen dem Gailthal und dem Bombaschgraben als den Gailthaler Schichten und nach damaliger Auffassung dem Kohlen- oder Bergkalk, beziehungsweise der unteren Steinkohlen-Formation beigezählt und in drei Stufen gegliedert wird. Die untere Stufe, dünngeschichteter krystallinisch aussehender Kalke entspricht den silurischen und devonischen Bänderkalken des Schwarzwipfels bei Tröppelach. Die mittlere, aus Schiefern, Sandsteinen und Conglomeraten bestehende Stufe repräsentirt unser Obercarbon. Die oberste, kalkige oder dolomitische Stufe dagegen die obercarbonischen und permischen Kalke des Trog- und Rosskofels. Quer über den Bombaschgraben verzeichnet Foetterle auf seiner Karte eine den Kalken des Rosskofels auflagernde, schmale Zone von Werfener Schiefer, welche offenbar den nördlichen Flügel einer in der Umgebung von Pontafel mächtig entwickelten Mulde von Werfener Schichten darstellen soll und in einem den südlichen Vorbergen des Rosskofels und der Brizzia entsprechenden Streifen noch einen Kern von Muschelkalk und Obertriaskalk einschliesst. Hiezu muss bemerkt werden, dass der erwähnte schmale Nordflügel von Werfener Schiefer thatsächlich als durchstreichender Zug nicht besteht, dass aber zwischen der Brizzia und dem Bruckenkofel allerdings eine locale Ueberlagerung des Dolomits durch Werfener Schichten zu beobachten ist.

Dieselbe Auffassung liegt auch F. v. Hauer's<sup>3)</sup> kurz nachher veröffentlichter Darstellung der betreffenden Region zu Grunde, worin in einem von F. Foetterle aufgenommenen Profile (Taf. II, Fig. 5) die Kalkmassen am Südabhange des Bruckenkofels als steil stehende Synklinale von Guttensteiner Kalk und Oberem Trias-Dolomit verzeichnet erscheinen, die im Norden durch ein schmales, den Vogelsbachgraben, Bombaschgraben und Pontebbanagraben durchschneidendes Band von Werfener Schiefer vom Oberen Kohlenkalk getrennt wird. Jener damaligen Auffassung, nach welcher die älteren, unter der Triasformation gelegenen Schichtglieder der karnischen Hauptkette der unteren Steinkohlenformation zugerechnet wurden, entsprechen im Ganzen auch die Darstellungen von D. Stur<sup>4)</sup>, der in den Jahren

<sup>1)</sup> Der Graptolithen-Schiefer am Osternigberge in Kärnten. Jahrbuch der k. k. geol. R.-A. XXIII. Wien 1873, pag. 175.

— Die palaeozoischen Gebiete der Ostalpen. Ibid. XXIV. Wien 1874, pag. 135.

<sup>2)</sup> Jahrbuch d. k. k. geol. R.-A. VI. 1855, pag. 902.

<sup>3)</sup> Ein geologischer Durchschnitt der Alpen von Passau bis Duino. Sitzungsberichte der kais. Akademie der Wissenschaften in Wien. Band XXV, 1857, p. 322 ff. Vergl. auch: Aufnahmsbericht im VI. Bande des Jahrbuches der k. k. geol. R.-A. 1855, pag. 744.

<sup>4)</sup> D. Stur. Die geologischen Verhältnisse der Thäler der Drau, Isel, Möll und Gail in der Umgebung von Lienz, ferner der Carnia im venetianischen Gebiete. Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. VI. 1856, pag. 405.

1854 und 1855 das an das Aufnahmesterrain Foetterle's im Westen und Norden anschliessende Gebiet studirte. Stur unterschied: *a*) einen Kohlenschiefer, der selbst wieder in eine tiefere, Pflanzenreste führende Stufe schwarzer und violetter und in eine höhere Stufe ockeriger, Brachiopoden führender grünlicher Schiefer zerfiel, als Liegendes und *b*) den „Kohlenkalk“ als Hangendes. Dazu muss aber bemerkt werden, dass dieser Kohlenkalk von D. Stur sich zum weitaus grössten Theile auf die silurischen und devonischen Kalkmassen des Kellerwand-Gebietes bezog und sonach mit dem Kohlenkalk Foetterle's keineswegs übereinstimmte, zum mindesten nicht mit dem oberen Kohlenkalk des Letzteren.

In den Siebziger-Jahren erfolgte kurz nacheinander eine Reihe glücklicher Funde, durch welche die Erkenntniss des stratigraphischen Aufbaues der karnischen Alpen um einen bedeutenden Schritt gefördert wurde. Diese Funde betrafen theils den altpalaeozoischen Untergrund, theils die jungpalaeozoischen oder mesozoischen Auflagerungen jenes Theiles der Alpen. Wir haben hier in erster Linie den durch G. Stache geführten Nachweis graptolithenführender Schiefer auf der Südseite der Osternig<sup>1)</sup> und die Entdeckung der ober-silurischen Trilobitenfauna am Kokberge<sup>2)</sup> zu erwähnen, durch welche die schon seinerzeit von Lipold<sup>3)</sup> bezweifelte Einheitlichkeit der „Gailthaler Schichten“ auf Grund unzweifelhafter palaeontologischer Beweise gelöst wurde.

Einen wesentlichen Fortschritt in der Erkenntniss der wahren Position jener lichten Kalk- und Dolomitmassen, die sich vom Rosskofel bis über Tarvis hinaus erstrecken und in denen ein grosser Theil des Fellathales eingeschnitten ist, begründete die Auf- findung von Fusulinen in der Umgebung von Uggowitz durch H. Hofer.

E. Suess<sup>4)</sup> berichtete über diese Entdeckung und schloss aus derselben auf eine Vertretung des russischen und nordamerikanischen Fusulinen-Niveaus in den Alpen, die von ihm schon bei früherer Gelegenheit<sup>5)</sup> vermuthet worden war.

Später wurden begründete Zweifel darüber laut, dass die genannten, in einem losen Stück gefundenen Fossilien gerade aus dem bei Uggowitz anstehenden, weissen Dolomit stammen. E. Tietze<sup>6)</sup> blieb es vorbehalten, die Fusulinen zuerst in anstehenden Gesteinen nachzuweisen. Er fand dieselben auf den schwarzen Kalken, welche in der Region der Auernig mit limnischen Quarzconglomeraten und Landpflanzen führenden Schiefen alterniren, massenhaft ausgewittert.

<sup>1)</sup> G. Stache. Entdeckung von Graptolithen-Schiefen in den Südalpen. Verhandlungen der k. k. geol. R.-A. 1872, pag. 234.

<sup>2)</sup> G. Stache. Neue Beobachtungen in der palaeozoischen Schichtenreihe des Gailthaler Gebirges und der Karawanken. Ibid. 1878, pag. 306.

<sup>3)</sup> M. V. Lipold. Erläuterung geologischer Durchschnitte aus dem östlichen Kärnten. Jahrbuch der k. k. geol. R.-A. VII, 1856, pag. 341.

<sup>4)</sup> E. Suess. Ueber das Vorkommen von Fusulinen in den Alpen. Verhandlungen der k. k. geol. R.-A. 1870, pag. 4.

<sup>5)</sup> Anzeiger der kais. Akademie d. Wiss. Wien 1868, pag. 9.

<sup>6)</sup> E. Tietze. Beiträge zur Kenntniss der älteren Schichtgebilde Kärntens. Jahrbuch der k. k. geolog. R.-A. 1870, pag. 265.

Ogleich Tietze eine zwischen den dunklen Fusulinenkalk-Schichten der Krone und den hellen Dolomiten des Fellathales bestehende Discordanz in Frage zieht, gibt er dennoch die Möglichkeit zu, dass die letzteren einem hohen Niveau der Kohlenformation angehören. Kurze Zeit darauf lieferte G. Stache<sup>1)</sup> den Nachweis, dass die in der obschwebenden Frage bezeichnenden Fossilien nicht nur in den weissen Kalken und Dolomiten der Gegend, sondern auch in einzelnen Fragmenten der die lichten Kalke unterteufenden Uggowitzer Breccie und in einem dunklen Kalk nächst Unterthörl vorkommen. Die Fundstelle im weissen Kalk befindet sich an der von Tarvis nach Thörl führenden Chaussé, hinter dem ersten Tunnelportale, und zwar an jener Strassenwendung, welche genau südlich von Goggau situirt ist. Hat man die bezeichnete Biegung der Strasse, woselbst sich auch ein aufgelassener Steinbruch befindet, passirt, so zieht sich am linken Chaussérande eine niedere Wand abgesprengter weisser Kalkfelsen hin, auf der man überall die Durchschnitte kleiner Fusulinen oder Schwagerinen ausgewittert findet. Ausserdem fand G. Stache hier einen *Productus* aus der Gruppe des *Productus Flemingi* Sow., den Geinitz aus der Nebraska-Fauna (*Ce V*) beschreibt<sup>2)</sup>.

An diese Entdeckungen schlossen sich noch mehrfache, auf das ganze Fellagebiet vertheilte Funde an, die sich auf das Vorkommen fusulinenführender lichter, weisser und röthlicher Kalke bezogen, welche zwar nur in losen Blöcken angetroffen wurden, immerhin aber auf die weite Verbreitung des betreffenden Niveaus schliessen liessen.

Hier mögen auch die Verdienste erwähnt werden, die sich ein eifriger Dilettant, Herr Finanz-Obercommissär Rotky (damals in Tarvis) durch seine Aufsammlungen um die Lösung der betreffenden Fragen erworben hat.

Auf Grund der solcherart gewonnenen palaeontologischen Anhaltspunkte betrachtete G. Stache die zwischen dem Obercarbon der Krone und den Werfener Schieferen von Pontafel eingeschaltete Masse lichter Kalke und Dolomite des Bombaschgrabens und Malborgheter Grabens als eine in Fusulinenkalk-Facies ausgebildete marine Bildung der Permformation<sup>3)</sup>, deren

<sup>1)</sup> Neue Fundstellen von Fusulinenkalk zwischen Gailthal und Canalthal in Kärnten. Verhandlungen der k. k. geol. R.-A. 1872, pag. 286.

— Die palaeozoischen Gebiete der Ostalpen. Jahrbuch der k. k. geol. R.-A. XXIV, 1874, pag. 192.

<sup>2)</sup> Carbonformation und Dyas in Nebraska. Dresden. 1866, pag. 52, Taf. IV, Fig. 1—4.

<sup>3)</sup> G. Stache. Ueber die Fusulinenkalke in den Südalpen. Verhandlungen der k. k. geol. R.-A. 1873, pag. 291.

— Der Graptolithenschiefer am Osternig-Berge in Kärnten. Jahrbuch der k. k. geol. R.-A. XXIII. Wien 1873, pag. 230.

— Vertretung der Permformation in den Südalpen. Verhandlungen der k. k. geol. R.-A. 1874, pag. 366.

— Ueber eine Vertretung der Permformation (Dyas) von Nebraska in den Südalpen. Ibid. 1874, pag. 88.

— Die palaeozoischen Gebiete der Ostalpen. Jahrbuch der k. k. geol. R.-A. XXIV, 1874, pag. 190 n. s. f.

— Neue Beobachtungen in der palaeozoischen Schichtreihe des Gailthaler Gebirges und der Karawanken. (Uggowitzer Breccie.) Verhandlungen der k. k. geol. R.-A. 1878, pag. 312.

obere Grenze durch die später erfolgte Entdeckung des oberpermischen Bellerophonkalk-Niveaus<sup>1)</sup> bei Lussnitz nächst Pontafel eine nähere Präcisirung erfuhr.

Hieran reihte sich die Entdeckung des Vorkommens von Diploporen in den carbonischen Fusulinenkalken der Krone<sup>2)</sup>, sowie in den permischen weissen Dolomiten der nördlichen Umgebung von Pontafel. Mit der oben ausgesprochenen Auffassung Stache's erschien es, wie dieser Forscher selbst hervorhob<sup>3)</sup>, ganz gut vereinbarlich, dass über den palaeozoischen Kalken und Dolomiten auch locale Auflagerungen triassischer Schichten vorkommen, wie z. B. auf dem Gartnerkofel, von wo kurz vorher C. W. Gümbel<sup>4)</sup> das Vorkommen der für Schlerndolomit bezeichnenden *Gyroporella multiserialis* Gümb. nachgewiesen hatte.

Weitere Studien im Gebiete der karnischen Hauptkette unternahm Prof. E. Suess<sup>5)</sup>, welcher sich in seinem Werke „Das Antlitz der Erde“ in nachfolgender Weise über den Bau dieser Gegend äussert. „Die Structur dieses Gebirgstheiles ist eine sehr verwickelte, und ich beschränke mein Urtheil auf den östlichen Theil, welchen ich durch wiederholten, längeren Aufenthalt kennen gelernt habe. Südlich von Hermagor ist die palaeozoische Schichtenreihe auf die Mitte des Gebirgszuges beschränkt und es ist leicht erklärlich, dass man die mächtigen, lichten Triaskalksteine im Norden und im Süden für normal aufgelagert, ja sogar für eine Vertretung der permischen Zeit gehalten hat. Es sind dies aber im Norden wie im Süden an Längsbrüchen eingesunkene Massen, und ist namentlich die den Botanikern als der Standort der wunderbaren *Wulfenia carinthiaca* bekannte Masse des Gartnerkofels reich an Triasversteinerungen und durch sehr scharfen Senkungsbruch gegen das Carbon abgegrenzt. Aehnlich verhält es sich südwärts gegen Malborghetto und Pontafel. Der Betrag dieser Senkungen ist ein ausserordentlich grosser, doch ziffermässig nicht festzustellen.“

Es wird hier sonach die triassische Natur des Gartnerkofels bestätigt, andererseits aber verlässt E. Suess den Boden, auf dem er nach den Fusulinenfunden Hoefler's gestanden hatte, indem, mindestens andeutungsweise, der palaeozoische Ursprung der südwärts gegen Malborghetto und Pontafel folgenden Kalkmassen in Frage gestellt wird.

Indem nun F. Frech<sup>6)</sup> in erster Linie auf der Thatsache fussend, dass die Gipfelmasse des Gartnerkofels triassisch sei,

<sup>1)</sup> G. Stache. Nachweis des südtirolischen Bellerophonkalk-Horizontes in Kärnten. Verhandlungen der k. k. geol. R.-A. 1888, p. 320.

<sup>2)</sup> Vergl. G. Stache Verhandlungen der k. k. geol. R.-A. 1873, pag. 292. Ibid. 1888, pag. 321. Jahrbuch der k. k. geol. R.-A. XXIV, Wien. 1874, pag. 192, 209.

— C. W. Gümbel. Ueber neue Gyroporelen aus dem Gailthaler Gebirge. Verhandlungen der k. k. geol. R.-A. 1874, pag. 79.

<sup>3)</sup> G. Stache. Der Graptolithen-Schiefer am Osternig-Berge in Kärnten. Jahrbuch der k. k. geol. R.-A. XXXIII, 1873, pag. 225.

<sup>4)</sup> C. W. Gümbel. Mikroskopische Untersuchung alpiner Triaskalke und Dolomite. Verhandlungen der k. k. geol. R.-A. 1873, pag. 144.

<sup>5)</sup> E. Suess. Antlitz der Erde. Prag—Leipzig 1885, I. Bd. pag. 343.

<sup>6)</sup> Die Karnischen Alpen. Halle, 1892—1894.

um einen Schritt weiterging und nicht nur die gesammte vom Monte Zermula bis über Tarvis längs des Fellathales hinstreichende Masse weisser Kalke und Dolomite, sondern auch den Stock des Trogkofels zum Schlerndolomit schlug, legte er den Schlussstein zu einer neuen Phase in der Auffassung des fraglichen Gebietes.

Er war durch diese neue Situation gezwungen, inmitten des in seinen grossen Zügen durch eine regelmässige Aufeinanderfolge krystallinischer, silurischer, devonischer, carbonischer und triassischer Ablagerungen ausgezeichneten Profiles eine tektonische Unterbrechung anzunehmen, bestehend in „kesselartig eingebrochenen“ oder „an Längsbrüchen grabenförmig eingesunkenen“ Massen von Schlerndolomit, welch' letztere sich überdies regional in überkippter Lage befinden mussten!

Ich habe bereits in einem eigenen Aufsätze<sup>1)</sup> für die Hauptmasse der in Rede stehenden Kalke nochmals den Nachweis zu liefern versucht, dass es sich hier keineswegs um triassische Gebilde handeln könne, dass die betreffenden Ablagerungen zum weitaus grössten Theile vielmehr, wie schon vor Langem durch G. Stache behauptet worden war, dem permischen System angehören, und dass somit die solcherart inaugurierte Phase in der Erkenntniss der wahren Stellung jenes interessanten Niveaus den bereits in der Literatur fixirten, durch bezeichnende, palaeontologische Merkmale, wie das Auftreten von Fusulinen, wohl begründeten Thatsachen gegenüber einen Rückschritt bedeutete. Die nachfolgend erörterten Detailbeobachtungen sind nun dazu bestimmt, an der Hand einer dem heutigen Standpunkte unserer Localkenntnisse entsprechenden Karte weitere Stützen für obige Anschauung zu liefern.

Während die mit dieser Frage zusammenhängenden Ausführungen des Herrn F. Frech (blos einen allerdings wesentlichen) Theil seiner Gesamtdarstellung der Karnischen Alpen ausmachen, tritt uns in der von E. Schellwien etwa zu gleicher Zeit veröffentlichten, (bis heute) die Brachiopodenfauna umfassenden, auf gründlichem Detailstudium basirten Monographie der Fauna der Karnischen Fusulinenkalke eine nur unser engeres Gebiet betreffende Specialarbeit entgegen. Dieselbe darf das Verdienst für sich beanspruchen, die gesammten über das Carbon der Krone bis dahin vorliegenden Daten zusammenzufassen und auf Grund des mit grossem Zeitaufwande aufgesammelten palaeontologischen Materiales zu neuen Resultaten weiter aufgebaut zu haben. In dieser Arbeit wird vor Allem nachzuweisen versucht, dass die gesammten fossilführenden Ablagerungen der Krone dem Obercarbon angehören.

Diese Auffassung differirt sonach von jener G. Stache's, welcher die Liegendschichten der Krone für das Untercarbon reclamirte und die Hangendschichten dieser Localität mit ihren dunklen Fusulinenkalken bereits dem permischen System beizählte.

<sup>1)</sup> G. Geyer. Ueber die marinen Aequivalente der Permformation zwischen dem Gailthale und dem Canalthale in Kärnten. Verhandlungen d. k. k. geol. R.-A. 1895.

Das von Schellwien auf Grund der Fauna gewonnene Ergebniss befindet sich in voller Uebereinstimmung mit den durch D. Stur<sup>1)</sup> und Prof. Fritsch in Halle auf phytopalaeontologischem Wege gewonnenen Erkenntniss, dass die mit den marinen Fusulinenkalken alternirenden pflanzenführenden Schiefer und Sandsteine der Krone den Ottweiler Schichten, somit der oberen Abtheilung des in limnischer Facies entwickelten Obercarbon angehören.

Durch die Wechsellagerung mariner und terrestrischer Carbonbildungen der Krone erscheint die zeitliche Aequivalenz der Ottweiler Schichten Westeuropas und der marinen Obercarbonbildungen in Russland nachgewiesen.

Noch wären hier mehrere unter den zahlreichen von T. Taramelli über die Friulaner Alpen publicirten Arbeiten namhaft zu machen, die sich auch mit der Gegend des Nassfeldes befassen. Ich erwähne hier aber nur die geologische Karte von Friaul<sup>2)</sup> und die dazu gehörigen Erklärungen, nachdem die letzteren ein bis zum Jahre 1881 reichendes Literaturverzeichniss enthalten, worin die in mehreren Zeitschriften veröffentlichten Notizen angeführt erscheinen.

Auf dieser Karte wurden die den Pontebbanagraben und das Fellathal im Norden zunächst begleitenden lichten Dolomite und Kalke als Bellerophonkalk, somit als Perm ausgeschieden, welches durch einen Zug carbonischer Kalke (Rosskofel, Malurch) von dem schiefrigen Obercarbon der Krone getrennt wird. Diese Auffassung entspricht im Grossen Ganzen der von G. Stache und mir vertretenen, wobei allerdings bemerkt werden muss, dass Taramelli die weiter im Westen folgenden devonischen Kalkmassen der Plökener Gegend ebenfalls dem Carbon zurechnete. Immerhin zeigt die Darstellung Taramelli's, wonach der Werfener Schiefer der Julischen Alpen von einem langen westöstlich streichenden, aus dem Sappadagebiet bis gegen Tarvis hinziehenden Aufbruch des permischen Bellerophonkalk-Niveaus im Norden continuirlich unterteuft wird, zweifellos von einer richtigen Auffassung des regelmässigen Grundzuges, der den Bau der Venetianer- und Julischen Alpen beherrscht.

## B. Topographische Beschreibung.

### I. Das gefaltete altpalaeozoische Grundgebirge.

In dem hier behandelten Theile der karnischen Hauptkette tritt der altpalaeozoische Untergrund, welcher weiter westlich im Kellerwand-Abschnitt und am Hohen Trieb die ganze Breite des

<sup>1)</sup> D. Stur. Obercarbonische Pflanzenreste vom Bergbau Reichenberg bei Assling in Oberkrain. Verhandlungen d. k. k. geol. R.-A. 1886, pag. 383.

<sup>2)</sup> T. Taramelli. Carta geologica del Friuli con volume descrittivo. Pavia 1881.

Gebirges einnimmt, unter einer mächtigen, die Wasserscheide und den Süabhäng aufbauenden Bedeckung carbonischer Schiefer und permischer Kalke nur auf dem gegen das Gailthal abfallenden Nordabhäng zu Tage.

Die silurischen und devonischen Bildungen, auf denen das Obercarbon des Nassfelder Sattels in nahezu schwebender Stellung auflagert, bilden die unmittelbare Fortsetzung des altpalaeozoischen Faltengebirges, über welches ich, anschliessend an bereits vorliegende Arbeiten, in zwei kürzeren Mittheilungen <sup>1)</sup> berichtet habe.

Wurde am Schlusse des ersterwähnten Berichtes der Vermuthung Ausdruck gegeben, dass die complicirten Lagerungsverhältnisse südlich von Dellach im Gailthale sich wohl durch tektonische Vorgänge allein nicht erklären lassen und im Wesentlichen auf einem mehr oder minder raschen Facieswechsel beruhen, so haben spätere, in dem zweiten Berichte näher erörterte Detailbegehungen dieser zwischen dem Kellerwand-Gebiet und dem Pontafeler Abschnitt gelegenen Region ergeben, dass der wiederholte Wechsel kalkiger Züge mit mächtigen Thonschiefer- und Grauwackenlagern thatsächlich doch nur auf eine intensive Faltung zurückzuführen sei. Nirgends konnten Uebergänge in der petrographischen Beschaffenheit oder gegenseitiges, zungenförmiges Auskeilen der Kalke und Schiefer beobachtet und damit sichere Anhaltspunkte für die Thatsache einer Stellvertretung der beiden Haupttypen jener Sedimente gewonnen werden.

Die besagte Region, die den Uebergang zu dem östlich anschliessenden Pontafeler Abschnitt vermittelt, zeichnet sich durch eng aneinander gepresste und theilweise nach Norden übereinander aufgeschobene Falten aus und baut sich, in den Durchschnitten durch den Kronhofer-, Nöblinger-, Gundersheimer- und Kernitzel-Grabens vortrefflich aufgeschlossen, als eine fast ausschliesslich steil nach Süden einfallende, rasch wechselnde Serie von Thonschiefern, Grauwacken, bunten Netzkalken oder grauen Korallenkalken auf. Verfolgt man die einzelnen Züge nach Westen in die durch Petrefacten besser charakterisirte Region des Plökenpasses, wo überdies in Folge des passiven Widerstandes mächtiger Kalkmassen die Faltung in ruhigeren Wellen erfolgte und wobei hie und da noch die Scheitel- oder Wendepunkte einzelner Falten selbst nach der Abtragung bis zum heutigen Relief erhalten blieben, so löst sich das Wirrsal scheinbar regelloser Wechsellagerungen in einfachere tektonische Elemente auf. Auf diese Art gelang es durch das Studium der Mauthener Alpe <sup>2)</sup> zu erkennen, dass die Bänderkalke der Valentinklamm bei Mauthen dem Obersilur angehören und den Nordschenkel einer heute noch zusammenhängend erhaltenen Antiklinale darstellen, deren Kern durch die untersilurischen Thonschiefer, Grauwacken und Quarzite des Valentin Thales gebildet wird. Die Bänderkalke der Valentinklamm bilden sonach keineswegs das Liegende der weiter im Valenththal folgenden Thonschiefer, wie ich in Uebereinstimmung mit den

<sup>1)</sup> G. Geyer. Zur Stratigraphie der palaeozoischen Schichtserie in den karnischen Alpen. Verhandlungen d. k. k. geol. R.-A. 1894, pag. 102.

— Aus dem palaeozoischen Gebiete der karnischen Alpen. Ibid. 1895, pag. 60.

<sup>2)</sup> Verhandl. d. k. k. geol. R.-A. 1895, pag. 63—64.

älteren Darstellungen von G. Stache und F. Frech noch in dem Berichte vom Jahre 1894 angenommen hatte, sondern vielmehr das überkippte Hangende derselben.

Ebenso konnte nachgewiesen werden, dass der die oben genannten Gräben verquerende, im Straninger Graben bei Kirchbach endigende, breite Zug von grauen, Korallen führenden Kalken die eingefaltete Fortsetzung der Devonkalke des Pollinik darstellt. Hier haben wir eine Synklinale, dort auf der Mauthener Alpe dagegen die nach Nordwest zunächst folgende Antiklinale vor uns. In den genannten Abschnitten war es sonach noch möglich, die Tektonik des Faltengebirges zu entziffern, weil dort die Faltungerscheinungen noch nicht jene Intensität erreichen, in Folge deren ein engerer Zusammenschub und dadurch der völlige Parallelismus der einseitig sich neigenden Schichtwiederholungen eintritt.

Südlich von Kirchbach treten die Kalkeinlagerungen zurück und der hohe, dem Gailthale zugekehrte Abhang der Karnischen Alpen besteht von der Thalsohle bis auf den Hochwipfel (2189 Meter) nur aus den Thonschiefern und Grauwacken des Untersilur (vergl. d. Karte), welche bis auf eine schmale, dem Gebirgsfusse entlang dem Gailthale folgende Zone, woselbst nördliches Einfallen herrscht, durchwegs sehr steil nach Süden einfallen. Die Umkehr des Einfallens längs einer nahe am Fusse des Abhanges hinziehenden, einer antiklinalen Falte entsprechenden Linie lässt sich von Mauthen bis gegen Hermagor verfolgen.

Diese Antiklinale läuft erst bei Mauthen aus dem Gebirge an den Rand des Gailthales heraus. Weiter oberhalb im Lessachthale herrscht am rechten Ufer durchaus südliches Einfallen und es treten unter den silurischen Thonschiefern und Grauwacken die Quarzphyllite und Glimmerschiefer des krystallinischen Gebirges zu Tage. Unterhalb Mauthen dagegen fehlt das krystallinische Gebirge am südlichen Ufer der Gail, da sich zufolge der antiklinalen Falte statt älterer wieder jüngere Schichten am Aufbau des nördlichen Gebirgsfusses beteiligen.

Es geht daher nicht an, die bedeutende Höhe, bis zu welcher die untersilurischen Thonschiefer und Grauwacken am Hochwipfel ansteigen, allein als Maassstab für die Mächtigkeit der letzteren zu betrachten. Wir haben es vielmehr auch hier, ebenso wie weiter westlich, wo noch obersilurische und devonische kalkige Horizonte miteingefaltet sind, mit einem System von steil gestellten Falten zu thun, welche gleichsinnig nach Süden einfallende Schenkel aufweisen und nur in der nördlichsten Zone eine Umkehr in nördliche Fallrichtungen zeigen.

Das ganze Gebirge ist hier höher emporgepresst, so dass die im Hangenden eingefalteten Synklinalen obersilurischer und devonischer Kalkzüge durch die allgemein nivellirende Denudation bereits abgetragen erscheinen. Nur am Nordfusse, wo die Umkehr in nördliches Fallen angedeutet ist, stellt sich die Möglichkeit ein, dass auch noch die höheren kalkigen Niveaus erhalten blieben.

In diesem Sinne dürften nun wohl auch die südlich von Tröpelach und Watschig am Nordfusse des Gartnerkofels durchstreichenden

Bänderkalkzüge aufzufassen sein, in denen die Garnitzenklamm bei Hermagor eingeschnitten ist und welche über die Eggeralpe in das Osternigebiet fortsetzen. Auf unserem Kartenblatt ist nur das westliche bis Tröppelach und Rattendorf reichende Ende dieser Bänderkalkzüge vertreten. Sie setzen im Wechsel mit dunklen Thon-, Kiesel- und Grauwackenschiefern den ganzen Nordabhang des Schwarzwipfels zusammen. Während in den tieferen Partien dunkle, zumeist blaugrau gefärbte, zum Theil halbkrySTALLINISCHE, dünn-schichtige Bänderkalke vorherrschen, welche den Gesteinen der Valentinklamm bei Mauthen ähnlich sehen und auch von F. Frech auf seiner Karte den „Mauthener Schichten“ beigezählt wurden, folgen auf dem Schwarzwipfel selbst, also weiter südlich, lichtere, dickschichtigere Bänderkalke, die als Fortsetzung des den Osternig und Paludnig aufbauenden devonischen Korallenkalkzuges angesehen werden müssen und etwa mit den Bänderkalcken der Mooskofelkette bei Mauthen verglichen werden können.

Nachdem die fraglichen, dunklen und lichten, mit Thonschieferzügen alternirenden Bänderkalke in unserem engeren Gebiet räumlich eine untergeordnete Rolle spielen, darf hier wohl auf die durch G. Stache, F. Frech und A. Penecke publicirten, ihr Hauptverbreitungsgebiet auf der Eggeralpe, dem Paludnig und dem Osternig betreffenden Mittheilungen hingewiesen werden.

Indess bietet selbst die beschränkte Partie am Nordabfall des Schwarzwipfels Gelegenheit zu einigen Beobachtungen, die für die Parallelisirung dieser Gebilde mit den Ablagerungen der Mauthener Alpe und des Mooskofels wichtig sein können.

So sieht man während des Aufstieges von Watschig zur Kühweger Alpe in der schmalen Schlucht, die sich nach Westen zum Oselizengraben hinabsenkt, und welche nahe dem Punkte 1033 der Karte vom Wege übersetzt wird, ganz deutlich die Unterlagerung der nach Norden einfallenden Bänderkalke durch blauschwarze, silurische Thonschiefer, in denen die Schlucht eingeschnitten ist. Wir befinden uns also hier bereits in jener oben erwähnten, dem Gailthale parallelen Zone, innerhalb deren eine Umkehr im Einfallen der Schichten eintritt, d. h. im nördlichen Flügel der Antiklinale. Gegen den Oselizenbach hin stellt sich die Serie senkrecht auf und südlich von Rattendorf, wo der Weg den Rattendorfer Riegel zu ersteigen beginnt, fallen die dort aufgeschlossenen blaugrauen Bänderkalke schon deutlich nach Süden ein.

Aus dem Gesamtaufbau der grossen, dort im Süden folgenden Thonschiefermassen erhellt der locale Charakter dieser Ueberkippung am Rattendorfer Riegel. Ueberall, nicht nur südlich von Burgstall, sondern auch auf dem Ederwiesele, in Schlanitzen und in der Klamm des den Rattendorfer Riegel bespülenden Doberbaches herrscht nämlich ein nördliches Einfallen der steil gestellten, untersilurischen Thonschiefer, Kieselschiefer und Grauwacken, ganz dasselbe Verhältniss wie das im oberen Gailthale zwischen Würmlach, Waidenburg und Gundersheim herrschende.

Der tiefste Aufschluss silurischer Bildungen am Nordabhang dieses Theiles der karnischen Hauptkette liegt sonach etwa auf halber

Höhe der Berge, deren Gipfelregion ein südliches, deren Fuss ein nördliches Einfallen der Flügel einer grossen Antiklinale aufweisen. Im Kern dieser Antiklinale scheint ein mächtiger Aufbruch fester Grauwacke gelegen zu sein, der von der Klamm des Straniger Grabens angefangen am Abhang des Hochwipfels gegen Osten allmählig ansteigt.

Auch in der Garnitzenklamm bei Hermagor und auf dem Waldwege, der an der einsamen Wallfahrtskirche St. Urbani vorbei über den Schwarzwipfel zur Kühweger Alpe führt, kann man zumeist ein nördliches Einfallen der Bänderkalke und des zwischengelagerten Thonschiefers beobachten. In der Klamm sowohl, als auch auf dem Südabhang der mit 1301 Meter cõtirten, einen östlichen Absenker des Schwarzwipfels bildenden Kuppe, finden sich faserige, von Glimmerhäuten durchwobene, rothe Bänderkalke, welche den entsprechenden Gesteinen im Valentinthal und auf der Mauthener Alpe vollkommen analog erscheinen und wie diese den am Wolayer See anstehenden, von feinen Glimmerschuppen-Häutchen durchzogenen rothen, obersilurischen Netzkalken gleichen. Wie man sich in dem Einschnitte der Garnitzenklamm überzeugen kann, spielen übrigens in dieser steil gestellten, aus einem Wechsel von weissen, lichteröthlichen, grauen bis blauschwarzen Bänderkalken mit schiefrigen Gesteinen aufgebauten Zone mehrere Längsbrüche eine wesentliche Rolle. Es ist daher wohl möglich, dass die nach Norden einfallenden krystallinisch aussehenden Phyllite bei Möderndorf vor dem Ausgang der Klamm einem sehr tiefen Niveau angehören und von den sie scheinbar unterteufenden Kalken der Klamm durch eine Verwerfung getrennt werden.

Ebenso schwierig ist es zu entscheiden, ob die beiden dem Bänderkalkzuge interpolirten Thonschieferzungen, welche in ausgezeichneter Weise den Verlauf und die landschaftlichen Scenerien der Garnitzenklamm<sup>1)</sup> beeinflussen, dem Schichtsystem einverleibt sind, oder bloss tektonische Wiederholungen darstellen. Diese beiden Zungen, von denen die tiefere südlich unter der schroffen Felsklippe, auf welcher die Kapelle St. Urbani gelegen ist, durchstreicht, während die höhere gegen die Mündung des Kreuzbaches streicht, scheinen die Fortsetzung der von Frech nur am Nordabhang der Egger-Alpe eingetragenen Hauptschieferzüge zu bilden. Von diesem Detail abgesehen, stimmt die den altpalaeozoischen Theil des Profils betreffende Darstellung, welche Prof. Frech loc. cit. von der Wegstrecke Möderndorf-Schwarzwipfel entwirft, mit meinen Beobachtungen überein, nur ergibt sich hinsichtlich der Auffassung der Bänderkalke insofern eine Differenz, als ich aus den oben angeführten Gründen ein obersilurisches Alter der letzteren annehmen zu dürfen glaube.

Das altpalaeozoische Grundgebirge der carbonischen und permischen Ablagerungen im Pontafeler Abschnitt der karnischen Hauptkette tritt vorwiegend am nördlichen, dem Gailthale zugewendeten Abhange des Gebirges zu Tage. Am Südabhange des letzteren begegnen wir innerhalb des auf unserer Karte dargestellten Gebietes

<sup>1)</sup> Karnische Alpen. Halle. 1892—1894. pag. 42 f. f. Vergl. auch G. Stache. Verhandlungen der k. k. geol. R.-A. 1892, pag. 193.

nur einem räumlich beschränkten Aufschluss, welcher zwischen dem Monte Zermula und dem Monte Salinchiät über die Forca Pizzul in den Bereich des Pontebbana-Baches herübergreift. Derselbe bildet das östliche Ende der aus dem Plökener Gebiet vom Elferspitz über den Hohen Trieb nach Ost-südost streichenden, obersilurischen Netzkalke und verschwindet bei der Casa rotta im Pontebbana-Graben unter den mächtigen Kalkmassen des Roskofels. Für das Verständnis der tektonischen Bedeutung dieses räumlich beschränkten Vorkommens erscheint es nothwendig, dasselbe als Element des erwähnten Netzkalkzuges zu betrachten und den gesammten Verlauf des letzteren von Westen nach Osten zu verfolgen.

Auf dem Elferspitz und auf der Würmlacher Alpe fällt der fragliche Zug grauer und rother obersilurischer Netzkalke zwischen den untersilurischen Schiefern (im Liegenden) und den lichten Devonkalken, sowie dem Culm des Angerthales bei Plöken (im Hangenden) gegen Süden ein. Je weiter in Ost, desto steiler stellt sich das Netzkalklager auf. Im Kronhofergraben erfolgt eine tektonische Wiederholung, welche, wie bereits bei früherer Gelegenheit nachgewiesen worden ist<sup>1)</sup>, von Prof. Frech missdeutet und zur Aufstellung des tektonischen Begriffes einer „Blattverschiebung“ benützt worden ist. Der nach Süden verworfene Flügel der Störung streicht saiger stehend über den Hohen Trieb hinweg und nimmt von Casa Lodin und Culet angefangen allmähig ein nördliches Einfallen an. Es tritt also hier eine deutlich zu verfolgende Ueberkippung des zwischen den untersilurischen und den untercarbonischen Thonschiefern und Grauwacken eingeschalteten Netzkalklagers ein. Je weiter nach Osten, desto flacher wird nun das nördlich gerichtete Einfallen der am Südabhange des M. Zermula und über den Scheitel des M. Pizzul bis zur Casa rotta ziehenden und hier untertauchenden Zuges bunter obersilurischer Kalke.

Dass in dem tiefen Einriss des Chiarso Cañons nördlich von Paularo thatsächlich eine überkippte Lagerung herrscht, scheint auch aus dem Umstand hervorzugehen, dass die rothen Netz- und Schieferkalke der Klamm Malpasso im Süden von einer Zone grauer, hie und da (Casa Foran) gelbgenetzter Kalke begleitet werden, welche, in der Fortsetzung der Würmlacher Alpe gelegen, kaum anders wie als Devon gedeutet werden können. Dieselben werden nämlich im Süden von schwarzen Thonschiefern, Grauwacken und Sandsteinen begleitet, aus denen Stur<sup>2)</sup> vom Rivo Tamai das Vorkommen von *Chondrites tenellus* Goepf. und ebenso auch Taramelli von der Casa Culet Pflanzenreste angeben, welche auf Culm, beziehungsweise auf Carbon im Allgemeinen hindeuten. Die bunten, grünen und violetten Schalsteinconglomerate, welche die fraglichen Schiefermassen des unteren Chiarso Cañons mit nördlichem Einfallen scheinbar unterlagern und in Gesellschaft grüner geschieferter Diabase, graugrüner Diabastuffe und bräunlicher Mandelsteine auch auf dem nahen

<sup>1)</sup> G. Geyer. Aus dem palaeozoischen Gebiete der Karnischen Alpen. Verhandlungen der k. k. geol. R.-A. 1895, pag. 81.

<sup>2)</sup> Geologie der Steiermark, pag. 145.

Monte Dimon und auf dem Monte Crostis das Hangende jener mächtigen Serie dunkler Thonschiefer, Sandsteine und Conglomerate bilden, entlang deren Nordrande bisher an vielen Punkten das Vorkommen von *Archaeocalamites radiatus* nachgewiesen worden ist und welche den devonischen Kalken der Kellerwandgruppe auflagern, stimmen, wie schon Stur bemerkt hat, selbst in petrographischer Hinsicht mit den analogen Gesteinen der Culmformation in Nordwest-Deutschland überein.

Die angedeuteten stratigraphischen, palaeontologischen und schliesslich auch petrographischen Gründe waren dafür massgebend, dass G. Stache den Complex dunkler Thonschiefer, Sandsteine und Conglomerate, der die Devonkalke der Kellerwand im Süden überlagert, als Untercarbon und zwar der Facies wegen speciell als Culm bezeichnete. Derselben Auffassung begegnet man in F. Frech's „Karnischen Alpen“ sowie in dem ersten von mir<sup>1)</sup> publicirten Aufnahmsberichte über die betreffende Gegend, worin speciell die Gebirgsgruppe des Monte Crostis zwischen Collina, Comeglians, Timau und Paluzza in's Auge gefasst wurde. Diese Gruppe, sowie die jenseits des Torrente But im Osten gegenüberstehende analog gebaute Gruppe des Monte Dimon bilden von West nach Ost orientirte Faltengebirge, innerhalb deren eine die Kammhöhe bildende Synklinale den Grundzug des Aufbaues darstellt. Diese Synklinale vermittelt uns die Erkenntniss, dass das Liegende des Gebirges von den oben erwähnten dunklen Thonschiefern, Sandsteinen und Conglomeraten<sup>2)</sup> gebildet wird, während der den Kamm zusammensetzende, sicher jüngere Kern durch die bunte Serie grüner und violetter Schiefer, grüngrauer Tuffe, violetter Schalsteinconglomerate mit weissem Kalkcement, sowie endlich durch einzelne Lagergänge von Porphyriten und Diabas, sowie von Diabasmandelstein repräsentirt wird.

Auf den abradirten Schichtköpfen dieses Muldenkerns lagern am Zoufplan und am Monte Dimon die rothen permischen Schiefer und Sandsteine transgredirend auf. Diese rothen Schiefer und Sandsteine bilden aber auch einen zusammenhängenden breiten Zug, welcher der Tiefenlinie: Ravaschetto—Ligosullo entspricht und dort, den fraglichen Culmgesteinen discordant aufgelagert, in einzelnen Zungen aus der Tiefenlinie bis gegen die Denudationsreste des Zoufplan und M. Dimon ansteigt. Auf dem M. Dimon erscheinen die Denudationsreste der rothen permischen Sandsteine und Schiefer mit den grünen und violetten, tuffigen Schiefeln und Schalsteinconglomeraten des Culm gefaltet am Zoufplan (NW-Paluzza) dagegen völlig horizontal, quer über die Schichtköpfe der Culmunterlage hinweggreifend, als typisches Bild einer Transgression.

<sup>1)</sup> G. Geyer. Zur Stratigraphie der palaeozoischen Schichtserie in den Karnischen Alpen. Verhandlungen der k. k. geol. R.-A. 1894, pag. 118.

<sup>2)</sup> Prof. Frech entdeckte in diesen Conglomeraten einzelne Stücke des rothen obersilurischen Netzkalkes, worauf bei der Deutung Gewicht gelegt wurde.

Während die genannten Autoren sowohl die basalen dunklen Thonschiefer, als auch die hangenden grünen und violetten Thonschiefer sammt ihren Tuffen und Eruptivgesteinen dem Culm zu rechnen, hat Prof. T. Taramelli seit längerer Zeit schon und kürzlich wieder in einem Aufnahmeberichte<sup>1)</sup> die Anschauung vertreten, dass die basale Partie dunkler Schiefer und Sandsteine präcarbonisch, vielleicht silurisch sei, dass aber der hangende Kern als eine schiefrige Facies des unter dem Grödener Sandstein liegenden, tieferen Perm anzusehen sei.

Eine wesentliche Stütze seiner Auffassung erblickt er in einem Vorkommen von Graptolithen nächst Timau im oberen Theile des Val San Pietro. Der Entdecker dieses Fundortes, Herr Professor A. Tommasi, hatte die Güte, mir brieflich mitzutheilen, dass er das höchst wahrscheinlich der Gattung *Monograptus* angehörende Vorkommen nahe der Wallfahrtskirche „Il Christo“ am rechten Ufer des Torrente But in einem blauschwarzen Thonschiefer entdeckt habe, der dort zwischen dem ersten und dem zweiten, südwestlich von der erwähnten Kirche herabkommenden Schuttkegel ansteht. Auch die von mir nächst San Giorgio di Comeglians im Val Degano entdeckten Vorkommen von gelben Netzkalken mit Orthoceren und *Cardiola interrupta* Sow., sowie von grauen und rothen Korallen- (*Favosites*) und Orthocerenkalken bei Rigolato<sup>2)</sup> scheinen die Ansicht Taramelli's zu stützen, weil die betreffenden Kalklager einer Serie von dunklen Thonschiefern interpolirt sind, welche sich von den Basalschiefern des Monte Crostis-Gebirges in natürlicher Weise kartographisch nicht abscheiden lassen.

Hier mag auch das Auftreten obersilurischer Orthocerenkalke auf der Alpe Pal piccolo di sotto nordwestlich von Timau erwähnt werden. Das Palgebirge, das die östliche Fortsetzung der Kellerwand-Gruppe darstellt, bildet hier nämlich eine schon landschaftlich sehr deutlich hervortretende Antiklinale der hellen devonischen Kalke, deren weissgraue Felsmassen sich aus dem umgebenden dunklen Schieferterrain grell herausheben. Nächst der oben erwähnten Alpe nun ist durch Abtragung des Gewölbeseitels der aus braunrothem, orthocerenführendem, obersilurischem Eisenkalk bestehende Kern der Antiklinale blossgelegt. Zugleich greift aber auch in einem zungenförmigen Aufriss dieser Kalkfalte ein Thonschieferstreifen aus dem südlichen Culm-? Gebiet bis an den Thonschiefer vor, welcher unmittelbar unter dem obersilurischen Eisenkalk der Casera Pal piccolo di sotto aufgeschlossen ist, so dass man auf Grund dieses Vorkommens geneigt sein könnte, die dunklen Thonschiefer der Südseite eher als Auffaltungen des Silur-Untergrundes aufzufassen.

Diesen Argumenten, welche dafür zu sprechen scheinen, dass die gesammte Thonschiefer-Serie des Crostis- und Dimongebirges auf

<sup>1)</sup> T. Taramelli. Osservazioni stratigrafiche sui terreni palaeozoici nel versante italiano delle Alpi Carniche.

Rendiconti d. R. Accad. d. Lincei. Roma. 1895, pag. 185.

<sup>2)</sup> G. Geyer. Ein neues Vorkommen fossilführender Silurbildungen in den Karnischen Alpen. Verhandlungen d. k. k. geol. R.-A. 1895, pag. 308.

der Südseite der Kellerwand dem tieferen Silur angehört, sind aber eine Reihe anderer, nicht minder schwerwiegender Natur entgegenzuhalten.

In erster Linie die Unterlagerung des Nordrandes dieser Schieferzone durch die mitteldevonischen Korallenkalke und oberdevonischen Productellenkalke der Kellerwand und des Kollinkofels, welche, nach Süden einfallend, unter den Thonschiefern des Crostisgebirges hinabtauchen. Auf der grünen Schneide zwischen dem Kollinkofel und dem Monte Cellon, sowie auf der Alpe Collinetta di sopra und C. di sotto lagert ein ringsum isolirter Rest der Thonschiefer und Sandsteine über dem devonischen Korallenkalk, welch' letzterer im Val Grande noch in einer Entfernung von vier Kilometern überall dort unter dem schwarzen Thonschiefer zu Tage tritt, wo die natürlichen Einrisse tief genug in der Thonschieferdecke einschneiden. Man könnte hier an eine grosse Ueberschiebung denken. Gegen eine derartige Annahme sprechen aber zwei gewichtige Umstände. Erstens das Vorkommen wohl erhaltener Reste von *Archaeocalamites radiatus* in einer Sandsteilage (Collina, Casera Monuments, C. Collinetta di sopra, schliesslich auch nächst dem Lago Promos) der Thonschieferdecke, welch' erstere immer nur wenige Meter von den Liegendkalken entfernt ist. In zweiter Reihe das Auftreten einer Devonkalk-Einschlüsse enthaltenden Basalbreccie derselben Thonschiefer (Val Grande, C. Monuments).

Aus diesen Gründen glaube ich daran festhalten zu müssen, dass auf der südlichen Abdachung der Karnischen Alpen, wie von G. Stache und F. Frech angenommen wurde, thatsächlich eine untercarbonische Serie in Culmfacies entwickelt ist, wengleich es auch noch mancher Funde bedarf, um die betreffenden Schiefer von den hier gleichfalls vertretenen, petrographisch völlig analogen silurischen Schiefnern zu trennen.

Speciell die tief blauschwarzen Thonschiefer des Rivo Tamai, welche auf dem Südabhang der M. Zermula mit nördlichem Einfallen durchstreichen und von den bunten, orthocerenführenden, den Scheitel des M. Pizzul verquerenden Netzkalken scheinbar überlagert werden, glaube ich als Culmschiefer ansprechen zu dürfen, welche sich hier — entsprechend der ganzen Tektonik des Gebirgsabschnittes Elferspitz — Hoher Trieb — M. Pizzul — in überkippter Lagerung befinden.

Auf der Südabdachung des M. Zermula würde sonach eine überkippte Lagerung herrschen, welche nach Westen hin allmählig in saigere Stellung und schliesslich am Elferspitz bei Mauthen in das normale südliche Einfallen überginge. Dafür spricht auch der Umstand, dass die blauschwarzen Thonschiefer bei der Casera Pizzul di sopra mit den grünen und violetten Schiefnern, Tuffen und Schalsteinconglomeraten in unmittelbarer Verbindung stehen und dass über dieser gefalteten Unterlage sodann erst das söhliche Obercarbon der Forca Pizzul aufrucht.

## II. Die obercarbonische Transgression.

Auf dem beschriebenen grösstentheils altpalaeozoischen Grundgebirge, dessen Sättel und Mulden je weiter nach Osten umso energischer emporgefaltet, andererseits aber durch spätere Denudation umso tiefer abgetragen wurden, breitet sich in übergreifender Lagerung eine söhlige oder nur flachgewellte Decke obercarbonischer Sedimente aus. Dieselbe erstreckt sich in einer Länge von 23 Kilometern vom Kronhofer Graben bei Dellach im Gailthal bis zum Ursprung des bei Malborghet in das Canalthal einmündenden Weissenbacher Grabens und erreicht im Meridian von Pontafel ungefähr die Breite von 7 Kilometern. Auf eine grössere Erstreckung bildet diese jüngere Auflagerung die Wasserscheide der karnischen Hauptkette. Sie ruht im Norden auf dem altpalaeozoischen Grundgerüste auf und taucht im Süden unter den weissen permischen Kalken und Dolomiten des Fellathales hinab.

Die Hauptmasse der in sich nur wenig gefalteten obercarbonischen Ablagerung fällt zumeist flach nach Norden ein, nur in der Südostecke derselben, dort wo der Bombaschgraben und der Vogelsbach einschneiden, tritt eine antiklinale Stellung zu Tage, derzufolge das nach Süden gerichtete Hinabtauchen unter den hellen Diploporendolomit von Pontafel mit der herrschenden nördlichen Neigung in Verbindung gebracht wird.

Als ein Analogon zu jener lokalen südlichen Neigung im Hauptverbreitungsbezirk des Obercarbon der Krone ist eine isolirte, räumlich wenig umfangreiche Partie obercarbonischer Schichten zu erwähnen, welche südlich vom Monte Pizzul über den gleichnamigen Sattel streicht und bis in den Pontebanagraben reicht, wo sie dann durch den hellen Diploporendolomit des Trögel und Roskofels bedeckt wird. Auch diese Ablagerung, welche wie die Hauptmasse aus einem Wechsel von Thon- und Grauwackenschiefern mit Sandsteinen, Quarzconglomeraten und Fusulinenkalkbänken besteht, fällt nämlich nach Süden ein. Vergleicht man das Carbon der Forca Pizzul mit dem der Ahornachalpe, so erscheinen beide zusammen als die Flügel einer Antiklinale, innerhalb deren das altpalaeozoische Grundgebirge durch Abtragung des Scheitels als innerer Kern blossgelegt wurde.

Die flach nach Süden einfallende obercarbonische Serie der Forca Pizzul lagert zum Theil auf den schwarzen Thonschiefern, welche den Südabhang des M. Zermula gegen den Rivo Tamai, R. Rufusco und R. Danase bilden, zum Theil auf grünen und violetten Schiefern, sowie auf den violetten kalkreichen Tuffconglomeraten, die scheinbar unter den obenerwähnten schwarzen Schiefern einfallen. An der Basis des Obercarbon finden sich grünliche Quarzconglomerate, in denen zahlreiche Fragmente der grünen und violetten Schiefer stecken. Somit haben wir auch hier eine transgressive Auflagerung zu constatiren<sup>1)</sup>.

Im Nachfolgenden sollen nun einzelne Abschnitte des auf der Karte dargestellten obercarbonischen Terrains besprochen werden.

<sup>1)</sup> Ueber das Obercarbon der Forca Pizzul wurde zuerst durch A. Tommasi berichtet. Vergl. Verhandlungen d. k. k. geol. R.-A. 1895, pag. 89.

## A. Das Carbonebiet im Westen des Nassfelder Sattels.

### I. Ringmauer und Schulterkofel.

Das Obercarbon der karnischen Hauptkette reicht im Westen bis an den Rand des Kronhofer Grabens. Es bildet eine 2—3 Kilometer breite, durch plateauförmige, sanfte Formen und nasse, sumpfige Böden ausgezeichnete Terrasse, die sich entlang dem Nordabfalle des aus rothen silurischen Kalken bestehenden Hauptkammes in der Region der Alpenweiden hinzieht. Von der Thörlhöhe angefangen, nimmt das Obercarbon die Kammhöhe selbst ein, seine weichen Gesteine bedingen hier eine Depression der Wasserscheide. Bis hierher herrscht durchschnittlich ein flaches Einfallen nach Norden, welches sich besonders deutlich aus dem Verlaufe der lichten Quarzconglomerat- und Fusulinenkalkbänke ergibt, die über die Kante des Waschbühel hinwegstreichen. Im Gebiete der Straniger Alpe beginnt diese obercarbonische Decke eine grössere Breite anzunehmen, zudem treten uns hier im Hangenden derselben einzelne Auflagerungen grellrother permischer Sandsteine und Schiefer entgegen, als letzte Reste einer ehemaligen Bedeckung, von der heute nur die an Längsbrüchen eingeklemmten und so vor Abtragung besser geschützten Partien erhalten blieben.

Ein grösserer derartiger Rest liegt am Abhang der Alpe Klein-Kordin und schneidet hier an einer Längsstörung, Frech's „Hochwipfelbruch“, ab. Ein zweiter zieht sich in Form einer schmalen, längs seines Nordrandes an einem zweiten Bruch versenkten Streifens aus der Gegend der Straniger Alpe über Pittstall oberhalb des Lanzenbodens bis zur Maldatschenalpe hin und reicht hier in das Gebiet unserer Karte herein. Der Westrand des auf dieser Karte zur Darstellung kommenden Obercarbon wird durch die Höhen der Ringmauer und des Schulterkofels eingenommen. In diesem Gebiete repräsentiren die tieferen Partien des Obercarbon dunkle Thon- und Grauwackenschiefer, zu denen sich höher oben Sandsteine und weisse Quarzconglomerate und schliesslich auch ein Lager blauschwarzer Fusulinenkalke gesellen, welches auf der Karte in deutlicher Art die im Gebiete der Rattendorfer- und der Maldatschenalpe herrschende ruhige Lagerung illustriert.

Dem Verlaufe der Isohypse folgend, umkreist dieses Fusulinenkalklager von den Rattendorfer Hütten angefangen das ganze Alpenkar am Fusse der Ringmauer, des Zolag-, Trog- und Alpenkofels. Sein Gegenflügel zieht als lichte Mauerstufe um den Fuss des Lanzenbodens herum, nahe der Maldatschenalpe vorüber bis auf den zwischen Trogkofel und Maldatschenberg eingesenkten Trogsattel. In dem seichten Kar, das sich von der Maldatschenalpe nördlich zur Wasserscheide emporhebt, scheint auch ein Theil desselben Fusulinenkalklagers blossgelegt zu sein. Ueberall herrschen sanfte Neigungen oder selbst eine schwebende Lagerung der die landschaftliche Configuration stark beeinflussenden Schichten. Weisse Quarzconglomerate nehmen in mächtigen horizontalen Bänken die Höhe der Wasserscheide oberhalb des Lanzenbodens ein, ziehen sich rampen-

förmig am Gehänge des obersten zum Lanzensattel heraufreichenden Theiles des Rivo di Lanza entlang und bedecken, in riesige Blöcke oder in Blockhalden aufgelöst, die sanften aus Thonschiefer, Grauwackenschiefern und glimmerreichen dünnblättrigen Schiefen bestehenden Ablängen. Die glimmerreichen bräunlichen Schiefer des Lanzensbodens sind ziemlich reich an Versteinerungen, insbesondere häufig findet sich hier *Productus semireticulatus* Mart. Auf der Westseite des Lanzensattels steht am Wege ein tiefschwarzer graphitischer Schiefer mit grossen Exemplaren von *Productus lineatus* Waag. im Liegenden der Quarzconglomerate an.

In dem Gebirgszuge, der die Rattendorfer Alpe im Westen abschliesst, erhebt sich als Hangendes der obercarbonischen Serie die Kalkmasse der Ringmauer und des Schulterkofels. Es ist ein deutlich geschichtetes, in mächtigen, dem Relief ein festungsartiges Gepräge verleihenden Bänken aufgebautes System von schwarzen und grauen Fusulinenkalken, sowie von grauem Dolomit, das eine Anzahl gering mächtiger Schieferzwischenlagen führt. Die letzteren reichen, wie schon Frech hervorgehoben, bis auf den Gipfel des Schulterkofels hinauf, treten aber den viel mächtigeren Kalk- und Dolomitlagen gegenüber so sehr zurück, dass sie nur in schmalen Gesimsen oder Terrassen zum Ausdruck kommen. An der Südostkante der Ringmauer sammelte ich auf einem östlich unter dem Gipfel gelegenen Absatz in schwarzen zähen Fusulinenkalken, welche hier mit schwarzem Thonschiefer alterniren, zahlreiche gut erhaltene Exemplare von *Reticularia lineata* Mart., ausserdem aber noch *Spirifer musakheylensis* Dav. und eine der *Chonetes uralica* Vern. nahestehende Form.

Die in deutliche Bänke gegliederte obercarbonische Kalkmasse der Ringmauer und des Schulterkofels senkt sich von den genannten Höhen in östlicher Richtung gegen den Dobergraben hinab und bildet oberhalb der Rattendorferalpe ein von Dolinen unterbrochenes Karrenfelder-Plateau, das sich von den nördlich anschliessenden Schieferhöhen des Hochwipfels mit ihren steilen glatten Rasenhängen scharf abhebt. Zwischen der Ringmauer und dem Hochwipfel verläuft eine Störung, Frech's Hochwipfelbruch, der die flach liegenden obercarbonischen Kalke der Ringmauer von den saiger stehenden oder sehr steil nach Süden einfallenden silurischen Thonschiefern und Grauwacken des Hochwipfels abschneidet. Gegen die Tiefe des Dobergrabens gleicht sich jedoch die Sprunghöhe des Bruches allmähig aus, nachdem hier viel tiefere Lagen des transgredirenden Obercarbon an das Silur angrenzen. Das Obercarbon der Ringmauer und des Lanzensbodens stösst aber auch im Süden an das benachbarte Terrain, hier an den lichten Kalken des Lanzensattels und des Maldatschenberges, welche den Monte Zermula mit dem Rosskofel verbinden, discordant ab. Diese Störung bildet ein Element des Rosskofelbruches, der nach Frech unser Carbon vom „Schlerndolomit“ des Rosskofels trennt. Wir werden indess sehen, dass die fraglichen Kalke noch palaeozoischen Alters sind, so dass hier die Sprunghöhe eine geringere ist, als im Norden.

Jene Verwerfung, an welcher nächst der Maldatschenalpe ein schmaler Streifen von blutrothen permischen Schiefen und Sand-

steinen eingeklemmt ist, gleichsam in einer Spalte eingesunken, in Wirklichkeit aber nur an seinem Nordrande an einer Bruchlinie abschneidend, während sein Südrand der unconformen Auflagerung über dem Carbon entspricht, bildet ebenfalls ein Element der in diesem Gebiete herrschenden Längsstörungen. Durch die letzteren wurde offenbar der ganze obercarbonische Zug in eine verhältnissmässig tiefere Position gebracht und dadurch vor der Abtragung bewahrt.

## 2. Der Stock des Trogkofels.

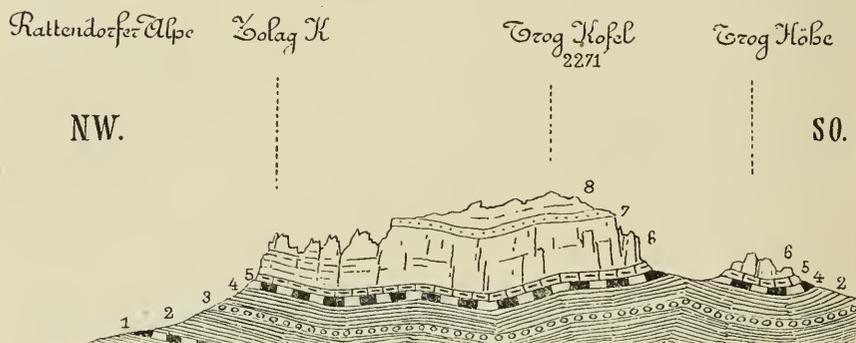
Das sölilig gelagerte Obercarbon-Terrain der Maldatschen- und der Rattendorfer Alpe setzt nach Osten ununterbrochen fort und bildet hier die Basis des Trogkofels. Auf halber Höhe des vom Zolagkofel, Trogkofel und Alpenkofel umschlossenen, nach Nordwesten geöffneten Kares zieht noch die flach liegende Fusulinenkalkbank, auf welcher auch die Rattendorfer Alpenhütten gelegen sind, horizontal durch. Weiter östlich tritt aber eine leichte Faltung der Carbonunterlage ein. Auf dem Rücken der Tröppelacher Alpe fallen die schwarzen, rostgelb verwitternden Grauwackenschiefer ziemlich steil nach Südosten ein. Westlich dieser Alpe fand ich hart am Steige in den Schiefen riesige Exemplare von *Spirifer supramosquensis* Nik. = *Sp. Fritschi* Schellw., *Productus semireticulatus* Mart., *Productus punctatus* Mart. und *Fenestella* sp.

In dem schönen, durch den Nordabfall des schroffwandigen Alpenkofels gebildeten Profile (Fig. 2) folgen über den schwarzen Thon- und Grauwackenschiefern der Tröppelacher Hütten erst dünnplattige schwarze Fusulinenkalke, welche die gestuften Felspartien am Fusse des Alpenkofels zusammensetzen, dann aber die weissen und röthlichen Fusulinenkalke des höchsten Gipfels. Sowohl in dem obenerwähnten nordwestlichen Hauptkar des Gebirges, als auch in den nächst der Tröppelacher Alpe aufgehäuften Trümmern lichter Kalke konnten wohlherhaltene Auswitterungen von *Schwagerinen* gesammelt werden. In jenem grossen Kar liegt ein alter Bergsturz, unter dessen Fragmenten sich viel roth und violett gefärbte Crinoidenkalke, sowie Brocken eines grossoolithischen Kalkes vorfinden. Das Obercarbon bildet die Höhe des von der Tröppelacher Alpe in nordöstlicher Richtung gegen die Halterhütte am Domritsch (1480 Meter) ziehenden Rückens, während der Nordabfall des letzteren gegen den Dobergraben aus den saigeren untersilurischen Thonschiefern des Hochwipfels besteht. Auch hier scheint die Grenze durch eine Störung, Frech's Hochwipfelbruch, gebildet zu werden, da das Carbon in den Gräben hart unter dem die Localität Domritsch streifenden Alpwege nach Norden und somit gegen die Grenzlinie zu fällt. Unterhalb des Alpweges schliesst das Obercarbon dieser Gegend ein wechselnd mächtiges Lager eines erdig oder in kleine Stückchen zerfallenden tiefschwarzen anthrazitischen Graphites ein, der wiederholt den Gegenstand localer Schürfungen gebildet hat. Das Material wurde in unserem Laboratorium durch Herrn C. v. John auf seinen Wasser- und Aschengehalt untersucht und als verhältnissmässig leicht verbrennlich befunden. Herr v. John theilte mir freundlichst mit, dass

der Wassergehalt 1·10 Percent, die Asche 11·70 Percent erreicht und dass das Material sonach etwa als in die Gruppe der „Anthrazitographite“ gehörig bezeichnet werden kann.

Gleichwie auf ihrer Nordseite, wird die Kalkauflagerung des Trogkofels auch auf ihrer Südseite von einer breiten Zone der weichen obercarbonischen Schiefergesteine begleitet, innerhalb deren die Trogmulde eingesenkt ist. Der Trog bildet in orographischer Hinsicht eine abflusslose, zwischen dem Trogkofel und dem Rosskofel eingesenkte Mulde, welche im Westen durch den Trogsattel und im Osten durch den Rudnikersattel abgeschlossen wird. Von der Maldatschenalpe her

Fig. 1.



**Profil durch den Zolagkofel, Trogkofel und die Troghöhe.**

1. Schwarzer Fusulinenkalk der Rattendorfer Alpe.
2. Oberecarbonische Thon- und Grauwackenschiefer und Sandsteine.
3. Quarzconglomerat.
4. Schwarzer Fusulinenkalk.
5. Grauer Schwagerinenkalk.
6. Weisse und rothe Fusulinenkalke.
7. Kalkbreccie des Trogkofel-Plateaus.
8. Weisse und rothe Fusulinenkalke.

(Vergleiche Fig 2.)

streichen die oberecarbonischen Schiefer, Sandsteine, Conglomerate und Fusulinenkalke über den Trogsattel hinweg, dem Südfusse des Trogkofels entlang und übersetzen sodann den zwischen dem Trogkofel und dem Rosskofel breit ausgespannten Rudnikersattel, woselbst sie vortrefflich aufgeschlossen sind. Diesem Umstande zu Folge wird es auch möglich, an der genannten Localität eine Reihe von an sich untergeordneten, aber in ihrer Gesamtheit für die Tektonik dieses Abschnittes wichtigen Störungen zu beobachten. So bemerkt man auf dem Südabhange des Trogkofels, der sich gegen den Trog herabsenkt, dass hier ein am Trogsattel beginnendes und über den Rudnikersattel

hinwegstreichendes Quarzconglomeratlager in mehrere Trümmer zerissen wurde, welche stufenförmig entlang der Hauptstreichungslinie angeordnet, gegen die letztere schief austreichen.

Ferner erweist sich auch die Grenze des Carbonschiefers gegen den weissen Rosskofelkalk entlang dem Südrande des Troges als eine Störungslinie, die von Frech als Rosskofelbruch bezeichnet wurde.

Die Lagerungsverhältnisse entlang der Kante des Rudnikersattels, welcher im Nordwesten vom Trogkofel und im Südosten vom Rosskofel begrenzt wird, weisen darauf hin, dass die schiefrige Obercarbonserie zunächst am Trogkofel normal und ziemlich flach unter den letzteren einfällt. Je weiter nach Süden, d. h. je näher dem Kalkmassiv des Rosskofels, desto steiler wird das nördliche Einfallen der aus Schiefen, Sandsteinen, Conglomeraten und Fusulinenkalkbänken bestehenden obercarbonischen Schichtfolge. Ausserdem beobachtet man auf dem zum Trog absinkenden Westabhang der Rudnikersattel-Schneide locale Störungen im Streichen, indem hier mehrfache Ablenkungen aus dem westöstlichen in ein von Nordwest nach Südost orientirtes Streichen auftreten. Alle Umstände deuten also darauf hin, dass die weissgrauen Kalke des Rosskofels von den dunklen Schiefermassen des Rudnikersattels durch eine Verwerfung — den Rosskofelbruch — getrennt werden. Umso inniger erweist sich dagegen der Zusammenhang der Obercarbonchiefer des Rudnikersattels mit den röthlichen Kalken des Trogkofels und zwar nicht nur unmittelbar am Fusse der jäh aufstrebenden Südostkante dieses Berges, sondern auch auf einer weit kleineren isolirten Masse weisser und röthlicher Fusulinenkalke, der Troghöhe, welche sich unmittelbar an die Rudnikersattel-Schneide anschliesst und hier muldenförmig auflagert (vergl. vorstehendes Profil).

Die Art und Bedeutung dieser Auflagerung soll weiter unten näher beschrieben werden.

Unter den östlichen Abstürzen des Alpenkofels und Trogkofels tritt die schiefrige Carbonserie in ihrer ganzen Breite von 4—5 Kilometern wieder hervor und streicht nun in flachwelliger Schichtstellung über den Querrücken des Madritschen-Schober zum Nassfelder Sattel weiter. In ihren tieferen Partien besteht diese Schichtfolge auch hier wieder vorwiegend aus Thonschiefen, Grauwackenschiefen und Sandsteinen, während die Hanglagen durch die Einschaltung von mächtigen Bänken weisser Quarzconglomerate und blaugrauer Fusulinenkalke ausgezeichnet sind. Am Nordwestabhange des Madritschen-Schober breitet sich eine ziemlich mächtige, im Ganzen nach NW einfallende Partie wohl geschichteter schwarzer oder grauer Schwagerinenkalke aus, welche im Westen der Tresdorfer Alpe gegen den Rudnikerbach zu eine ausgedehnte Fläche einnehmen. Auf der Höhe des Rückens ist diese Kalkdecke in ein wüstes Dolinen- und Karrenterrain aufgelöst. Hier sind auch grosse Schichttafeln entblösst, deren Fläche von ausgewitterten Fossilien, worunter namentlich grosse Gastropoden, bedeckt erscheinen.

Dieses Kalkterrain zieht sich von der Tresdorfer Alpe bis auf den nördlichen Eckgipfel des Madritschen-Schober empor; eine zweite derartige Kalkauflagerung liegt etwas tiefer im Walde gegen das

Schlanitzen-Alpl zu. Ueberall bilden die schwarzen, braun anwitternden Fusulinenkalke die Basis der in mächtigen Bänken abgesetzten lichtgrauen und weiss geaderten, mitunter durch Zwischenlagen schwarzen Thonschiefers unterbrochenen, mitunter auch knollig entwickelten Schwagerinen-Kalke. Das nördliche Einfallen hält bis gegen den flachen Sattel an, welcher den Schober von dem nördlichen Eck des Rückens trennt. Von hier an beobachtet man bei südlichem Einfallen einen Wechsel von Thonschiefer mit Sandstein, Conglomerat und Fusulinenkalk, sowie einen schwarzen, dünn-schichtigen, uneben knotig-geschieferten Mergelkalk mit ausgewitterten Versteinerungen, Schellwien's Conocardien-Schicht, die auch am Gipfel des Auernig, sowie auf dem Scheitel der Krone ansteht.

In synklinaler Stellung lagern darüber (?) am Madritschen-Schober mächtige Quarzconglomerate und sodann Grauwackenschiefer, welche letztere den Gipfel desselben bilden. In dem Sattel zwischen dem Madritschen-Schober und dem Rosskofel-Massiv kommt zunächst wieder der Südflügel der Quarzconglomerate und Calamiten führenden Sandsteinlagen und sodann noch ein nahe den Rosskofelwänden durchziehendes ebenfalls gegen Norden einfallendes Fusulinenkalklager zu Tage.

In einem Gesamtquerschnitte durch diese Region des Obercarbon hat man sonach von Süden nach Norden zuerst eine Synklinale, die dem Madritschen-Schober und dem Madritscheng entspricht, sodann aber nördlich daran anschliessend eine Antiklinale, die etwa mit der nördlichen Schulter des Madritschen-Schober correspondirt. Wir werden sehen, dass dieselbe Anordnung des ruhig gelagerten, zumeist nur in flachen Wellen gefalteten Obercarbon auch im Osten des Nassfelder Sattels wiederkehrt, wo im Meridian des Auernig eine synklinale und knapp nördlich davon nächst der Watschiger Alpe eine antiklinale Stellung der reich gegliederten Carbonschichten zu beobachten ist.

Die Quarzconglomerate des Madritschen-Schober ziehen östlich bis an den sumpfigen Torfboden des Nassfelder Sattels hinab, ebenso das Fusulinenkalklager, welches, dem Rosskofel zunächst liegend, vom Rudniker Sattel bis unter den Garnitzen-Berg reicht. Das oberste Stück des von Pontafel auf den Nassfelder Sattel führenden Alpweges überquert diese Schichtfolge in gut aufgeschlossenen Lagen. Sobald der Weg den Moränen-Riegel des Trattenbaches verlassen hat und, nördlich gewendet, den Aufstieg zur Sattelhöhe beginnt, trifft man von unten nach oben mit nördlichem Einfallen: Grauwackensandstein mit Conglomeratlagen in massigen Bänken, dünnbankige Grauwacken, eine steilere Stufe bildend, nun einen ebenen Absatz, woselbst dunkle Thonschiefer und grünlichgraue phyllitische Schiefer anstehen, dann einen vom Bach durchrissenen felsigen Riegel, bestehend aus lichtem, plattig-schiefrigem Sandstein und der Fusulinen-Kalkbank des Madritscheng, sodann die Abflachung des Sattels mit milden, graublauen, braungefleckten Thonschiefern, endlich die weissen mächtigen Quarzconglomerate, welche die Wasserscheide bilden.

Den Gegenflügel dieser Schichtfolge verquert man auf dem vom Nassfelder Sattel zur Tresdorfer Alpe führenden Wege. Mit südlichem

Einfallen zieht hier ebenfalls ein Fusulinenkalklager vom Schoberkamm nach Osten herab. Weiter im Liegenden folgt ein Quarzconglomeratzug und sodann plattige Sandsteine, welche, auf milden, grauen Schiefem gelagert, in der Nähe der nördlichen<sup>1)</sup> Tresdorfer Alpe anstehen.

Die Carbonterrains dieses Theiles der Karnischen Alpen zeichnen sich durch besondere Landschaftsformen aus, in denen flache Stufen und schüsselförmige Bodensenken, von niederen Fusulinenkalkbänken oder von weissen Quarzconglomeratwänden begrenzt, die vorherrschenden Elemente bilden. Sumpfige Böden, rostigbraune Geschiebefelder, wildverwachsene Blockhalden, in sich zusammengebrochene Conglomeratwälle, sowie die kümmerliche Waldvegetation verleihen dem Terrain schon in geringen Höhen den Charakter nordischer Hochlandschaften.

Dort aber, wo die Rücken sich aus den ebenen Formen höher herausheben, durchbricht Schuttgeriesel und Blockwerk den spärlichen, jenen braunen Grundton der Gegend kaum maskirenden Graswuchs. Weithin sieht man die lichten Conglomeratbänke und niederen Fusulinenkalkstufen ihre flachen Wellen entlang der Abhänge hinziehen.

Im grellen Contraste zu dieser monotonen Unterlage erhebt sich nun die röthlichweisse Kalkkrone des Trogkofels als Culminationspunkt der ganzen Gegend. Derselbe baut sich als massiger Kalkstock über das Carbongebiet auf und entsendet nach Westen und nach Norden je einen in Felsklippen aufgelösten Ausläufer. Auf diese Art erscheint der abgeflachte Plateauscheitel des Trogkofels in Westen mit dem Zolagkofel und im Norden mit dem Alpenkofel verbunden. Ausserdem erheben sich am Ostfusse des Trogkofels noch mehrere isolirte Massen lichter Kalke, welche in der Troghöhe culminiren. In Folge dieser reichen Gliederung des Reliefs, der annähernd horizontalen Lagerung und des lebhaften Contrastes zwischen den die Basis des Berges und den dessen Wände aufbauenden Gesteinen, bildet der Trogkofel ein seltenes Beispiel gut aufgeschlossenener, klarer Lagerungsverhältnisse, indem die einzelnen schon von Weitem an ihrer Farbe erkennbaren Stufen, aus denen der gewaltige Klotz aufgebaut ist, bandförmig alle Einbuchtungen, Vorsprünge und Ausläufer umziehen. (Vergl. die Karte und die Profile 1 und 2.)

Zu tiefst, an der Basis, mit welcher das Felsmassiv auf den sanftgeböschten, zumeist mit spärlicher Alpenweide bedeckten, aus den obercarbonischen Thon- und Grauwackenschiefern, Sandsteinen und Quarzconglomeraten, sowie eingelagerten dünnen Bänken von schwarzem Fusulinenkalk bestehenden Gehängen der Umgebung aufruht, zieht sich ringsum eine Stufe blauschwarzer dünnschichtiger Fusulinenkalke, welche nach oben in dickbankige graue, weissgeaderte Schwagerinenkalke übergehen. Darüber folgen sodann ohne irgendwelche schärfere Grenze weisse und röthliche Kalkmassen, die

<sup>1)</sup> Die südliche Hüttengruppe der Tresdorfer Alpe, woselbst der Fusulinenkalk durchstreicht, liegt in der Mulde nordöstlich unterhalb des Schober und nördlich des Madritscheng, ist aber auf der Karte nicht verzeichnet.

stellenweise nach Art des Dachsteinkalkes in deutliche Bänke abge-sondert, zumeist aber völlig ungeschichtet erscheinen und letzteren-falls die eigenthümlichen Absonderungsformen zeigen, die an massigen Korallenriffkalken zu beobachten sind.

Die Mächtigkeit der Kalkhaube des Trogkofels beträgt ungefähr 400 Meter. Es sind durchwegs reine, d. h. thonfreie Kalke von hell-grauer, weisser oder röthlicher Farbe, nicht selten breccienartig ent-wickelt oder bunt roth und gelb gefleckt. Namentlich sind es die rothen oder lichtrosa gefärbten Partien, in welchen man ausser den überaus häufigen Crinoidenstielgliedern oder den Fragmenten riesiger Crinoidenstiele überall zart ausgewitterte Gehäuse spindelförmiger Fusulinen oder die kreisrunden Durchschnitte von Schwagerinen an-trifft. Diese in den umliegenden Gräben in Form von grossen Blöcken weit verbreiteten Gesteine reichen bis zum Gipfel des Trogkofels empor und zeigen sehr oft eigenthümliche bleichgefärbte, rauhe, kieselige Auswitterungen, deren Erhaltung mit jenen der heraus-gewitterten Fusulinen oder Fenestellen übereinstimmt. Auf Bruch-flächen der rothgefleckten, breccienartigen Gesteinsvarietäten beob-achtet man die rundlichen Absonderungsflächen späthigstrahliger Partien, welche in ähnlicher Art im Esinokalk und Wettersteinkalk auftreten und als Evinospongien bezeichnet worden sind. Diese weissen, späthigen Rinden umschliessen eckige rothe Kalkpartien.

Hie und da werden die Kalke rein weiss, kantendurchscheinend, nicht selten trifft man aber auch dunklere, röthlichgraue Partien oder grellziegelrothe Crinoidenkalken, welche an analoge Liasgesteine er-innern. Derartige rothe Crinoidenkalken finden sich anstehend in dem Kar, das südöstlich unter dem Trogkofel gelegen, zwischen dem letzteren und der Troghöhe gegen den Rudniker Sattel ansteigt; in denselben sammelte ich grosse Exemplare von *Productus semiveti-culatus*. Aehnliche Crinoidenkalken mit Brachiopodenresten fanden sich nahe südlich unter dem höchsten Gipfel des Trogkofels in Verbindung mit einem röthlichweissen, durch zahllose Fusulinauswitterungen charakterisirten Kalk. Die von Schellwien und Frech aus den in benachbarten Gräben verstreuten Blöcken von rothem Fusu-linenkalk gesammelten Fossilien stammen ohne Zweifel aus der Masse des Trogkofels. Es sind dies: *Diclasma* sp., *Reticularia lineata* Mart., *Spirifer fasciger* Keys, *Spirifer supramosquensis* Nikit, *Enteles Suessi* Schellw., somit lauter Arten, welche dem Obercarbon ange-hören, zum grössten Theil aber auch in die Permformation empor-reichen. G. Stache führt aus den lichten Fusulinenkalken noch *Spirifer Mosquensis* an.

Ueber den genannten Gesteinen, welche die Randabstürze des Berges bilden, lagert auf dem wüsten Felsplateau, aus dem sich gegen Norden die Spitze erhebt, eine in mächtigen Bänken abgesetzte Kalkbreccie, aus eckigen hellgrauen und röthlichen Kalkbrocken bestehend, die durch ein zumeist rothgefärbtes Cement untereinander verbunden werden. Diese Breccie erreicht eine bedeutende Mächtig-keit und Ausdehnung und zeichnet sich durch ganz abenteuerliche, an die schneefreien, tieferen Partien grösserer Gletscher erinnernde Erosionsformen aus. Die rauhe, völlig kahle Oberfläche der rund-

buckeligen, welligen Kalkfläche wird nämlich von tiefen und breiten Längs- und Querspalten durchzogen, welche die ganze Ablagerung in einzelne mehr oder minder cubische oder prismatische Blöcke zerlegen, ähnlich wie gewisse von zweierlei Kluftrichtungen betroffene Gletscherzungen.

Im Hangenden dieser Kalkbreccie, die ich für ein Aequivalent der Uggowitzer Breccie halten möchte, folgen abermals lichte, weisse und röthliche Fusulinenkalke, welche den Gipfel des Berges bilden. In denselben finden sich einzelne Nester oder Lagen von ziegelrothem Crinoidenkalk mit Brachiopodenresten, dann aber auch röthliche Partien, deren Oberfläche vollständig bedeckt erscheint von zierlichen Fusulinauswitterungen. Eine solche Stelle findet sich in einem Felsgraben, der sich knapp südlich unter dem Gipfel gegen die Breccie hinabzieht.

Es ist sonach erwiesen, dass der Trogkofel seiner ganzen Masse nach aus Fusulinenkalk besteht. Damit ist die Anschauung Frech's; der den Berg als eine kesselförmig eingebrochene Triasscholle auffasst, endgiltig abgethan, unsomehr, als dieser Autor, wie ich schon in einer vorläufigen Mittheilung<sup>1)</sup> auseinandergesetzt, keinerlei Beweis für die triassische Natur desselben beizubringen vermochte und auf seiner Karte auch die lichten, oberhalb der Rudniker Alpe anstehenden röthlichen Kalke, aus denen er selbst das Vorkommen von Fusulinen citirt, in die Schlerndolomit-Ausscheidung mit einbezog.

Das Auftreten der Fusulinen ist durch die ganze Masse der lichten Trogkofelkalke vertheilt, wie sich aus dem Umstande ergibt, dass rings um den Fuss der Wände, auf der Tröppelacher Alpe, in dem grossen Nordwestkar, am Fusse des Zolagkofels, im oberen Theil des Maldatschengebietes, im Trog und in dem Schuttkar, das die Ostwände begrenzt, Trümmer von Fusulinenkalk in Menge ange-troffen werden.

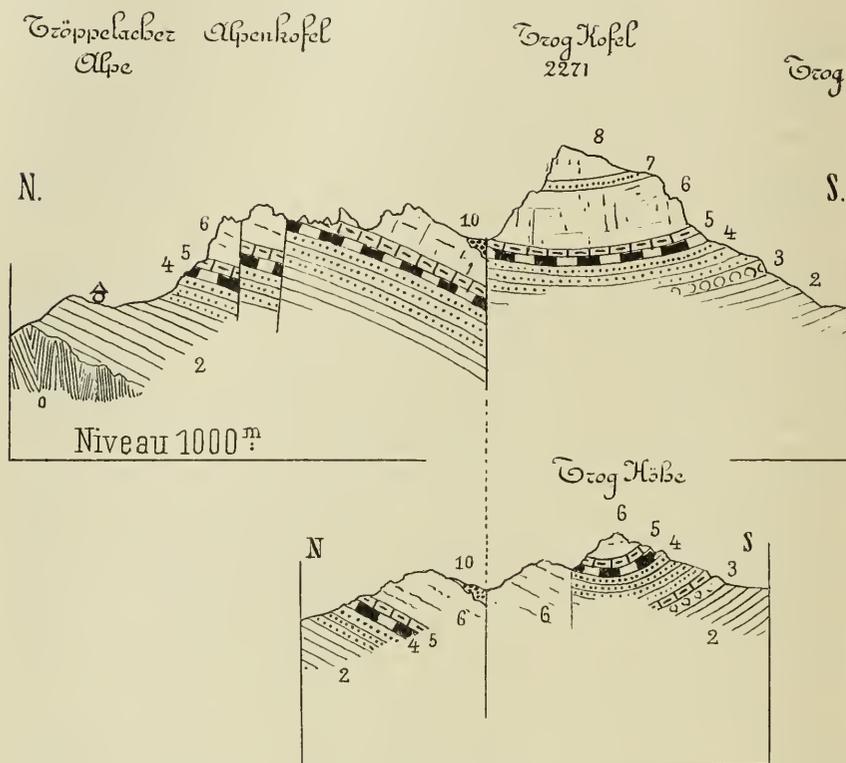
Am östlichen Fusse des Trogkofels erhebt sich zwischen dem Rudniker Sattel und der gleichnamigen Alpe eine Kette niederer Kalkberge, denen auch der auf der Karte als Troghöhe bezeichnete Höhenpunkt angehört. Jene Kalkmassen entsprechen den tieferen Partien des Trogkofelkalks, es sind auch hier weisse oder röthliche Gesteine mit deutlich ausgewitterten Fusulinen, welche überall durch eine Zwischenstufe grauer Schwagerinen-Kalke und schwarzer Fusulinenkalke von der obercarbonischen Schieferunterlage getrennt werden. Besonders deutlich prägt sich dieses Verhalten längs der kahlen felsigen Kante des Rudniker Sattels aus, wo man die muldenförmige Auflagerung der tieferen schwarzen und grauen, sowie der höheren röthlichweissen Fusulinenkalke über den Schiefem des Obercarbon deutlich entblösst findet.

Die Gruppe lichter Kalkberge, die wir zusammen als Troghöhe bezeichnen, bietet aber auch in anderer Hinsicht einen Anhaltspunkt für die stratigraphische Beurtheilung der Trogkofelkalke, indem die letzteren hier nach oben durch eine jüngere Auflagerung abgegrenzt

<sup>1)</sup> Ueber die marinen Aequivalente der Permformation zwischen dem Gailthale und dem Canalthale in Kärnten. Verhandl. d. k. k. geol. R.-A. 1895, pag. 392.

erscheinen. In dem Sattel, der sich an den mit 1878 Meter cõtirten Höhenpunkt gegen Süden anschliesst, streicht nämlich eine Partie blutrother, glimmerfreier Thonschiefer mit eingeschalteten Lagen

Fig. 2.



Parallelprofile durch den Trogkofel und die Troghöhe.

0. Silurische Thonschiefer und Grauwacken.
2. Obercarbonische Thon- und Grauwackenschiefer und Sandsteine.
3. Quarzconglomerat.
4. Schwarzer Fusulinenkalk.
5. Grauer Schwagerinenkalk.
6. Weisser und rother Fusulinenkalk.
7. Kalkbreccie des Trogkofel-Plateaus.
8. Weisser und rother Fusulinenkalk.

(Vergleiche das Längenprofil auf pag. 148.)

weisser Mergelkalkknollen durch, deren charakteristische Beschaffenheit jeden Zweifel hinsichtlich der Altersdeutung ausschliesst. Wir haben es hier mit der für diese Region bezeichnenden Ausbildungs-

weise der Grödener Schichten zu thun, welche an den nahe benachbarten Localitäten dieselben petrographischen Typen aufweisen.

Jene Linie, nach welcher dieser Streifen in den lichten Fusulinenkalken der Troghöhe eingefaltet ist, weist nach Nordwest unmittelbar auf die tiefste Scharte zwischen dem Trog- und dem Alpenkofel hin, woselbst in der That auch noch eine kleine Partie rother Schiefer und Sandsteine erhalten ist. Offenbar zieht durch jene Scharte eine Störungslinie durch, derzufolge die südlich geneigte Scholle des Alpenkofels mit ihrer Hangend-Bedeckung von Grödener Sandstein an den tieferen Horizonten des Trogkofelkalkes abschneidet, während gegen den Alpenkofel zu die liegenden schwarzen Fusulinenkalke bis auf die zackige Kammhöhe emporsteigen. Eine zweite derartige Längsstörung zieht auch nördlich vom Gipfel des Alpenkofels durch und bedingt ein Absitzen der nördlichen Partie des Berges, wie sich aus der Lage der gegen einander gut contrastirenden schwarzen dünn-schichtigen, rothen dickbankigen und weissen schichtungslosen Kalke des Alpenkofels schon aus einiger Entfernung wahrnehmen lässt.

Die erwähnte Auflagerung rother permischer Schiefer und Sandsteine ermöglicht es nun, die Position der weissen und rothen Fusulinenkalke des Trogkofels näher zu präcisiren. Dieselben lagern im Hangenden jener Serie von Thon- und Grauwackenschiefen, Sandsteinen, Quarzconglomeraten und Fusulinenkalken, welche auch die Höhen des Auernig und der Krone aufbauen und deren floristische und faunistische Einschlüsse nach den Untersuchungen einerseits von D. Stur und Prof. Fritsch in Halle, andererseits von E. Schellwien übereinstimmend auf ein obercarbonisches Alter der Ablagerung hindeuten.

E. Schellwien parallelisirt die aus einem mehrfachen Wechsel mariner Schichten mit Landpflanzen führenden Schiefen und Sandsteinen bestehende Ablagerung des Nassfelder Obercarbon speciell mit der Gshelstufe Nikitin's, welche im Moskauer Becken ebenso den oberen Abschluss des Obercarbon darstellt, wie auch die Ottweiler Schichten, mit denen das Carbon der Krone durch Stur und Fritsch identificirt wurde, innerhalb des westeuropäischen linnischen Obercarbon als dessen jüngste Abtheilung angesehen werden.

In übereinstimmender Weise schiene sonach das aus einem innigen Wechsel mariner und terrestrischer Bänke bestehende Obercarbon der Nassfelder Gegend den jüngsten Carbonniveau zu entsprechen — einerseits der Gshelstufe des marinen Obercarbon Russlands, andererseits den Ottweiler Schichten in der obercarbonischen Süßwasserserie Westeuropas. Aus diesem Grunde entschloss ich mich in der mehrerwähnten vorläufigen Mittheilung<sup>1)</sup> die lichten, weissen und röthlichen Fusulinenkalke des Trogkofels mit der Artinskstufe der russischen Geologen zu vergleichen und der heute herrschenden Anschauung zufolge in die Permformation zu stellen,

<sup>1)</sup> G. Geyer. Ueber die marinen Aequivalente der Permformation zwischen dem Gailthale und dem Canalthale in Kärnten. Verhandlungen d. k. k. geol. R.-A. 1895, pag. 392.

obchon ausdrücklich bemerkt wurde, dass die stratigraphische Verbindung dieser lichten Fusulinenkalke mit den schwarzen Fusulinenkalcken des Obercarbon eine viel engere sei, als ihre Beziehungen zu der rothen permischen Auflagerung. Die rothen Schiefer und Sandsteine der Grödener Schichten nämlich, welche auf der Troghöhe den weissen Fusulinenkalk bedecken, liegen an nahe benachbarten Localitäten, wie auf der Maldatschenalpe, auf der Klein-Kordinalpe und unterhalb des Schwarzwpfels unmittelbar über dem schiefrigen Obercarbon auf, zeigen also eine von den lichten Fusulinenkalcken unabhängige, auf die schiefrige Unterlage der letzteren übergreifende, transgressive Lagerung. Sonach müsste man, wie schon in dem vorerwähnten Berichte auseinandergesetzt wurde, vom stratigraphischen Standpunkte ausgehend, die hellen Fusulinenkalke des Trogkofel noch als eine oberste Abtheilung der Carbonformation betrachten. Die vorhandenen Fossilien können in dieser Frage leider nur in beschränktem Maasse zum Beweise herangezogen werden, da dieselben nicht nur sämmtlich im Obercarbon vorkommen, sondern zum Theil auch in den Fossilisten der Artinskstufe vertreten sind.

Nur *Spirifer supramosquensis* Nik. = *Sp. Fritschi* Schellwien kann als specifisch carbonisch angesehen werden.

Ausgehend von der Voraussetzung, dass die von Prof. Nikitin für das Moskauer Becken aufgestellte Gshelstufe ebenso das jüngste marine Obercarbon Russlands darstellt, wie die Ottweiler Schichten das jüngste terrestrische Obercarbon in Westeuropa, glaubte ich in der That die lichten Fusulinenkalke des Trogkofels bereits als tieferes Perm bezeichnen zu müssen, nachdem Schellwien auf die faunistische Analogie der karnischen Fusulinenkalke und der Gshelstufe Nikitin's hingewiesen hatte<sup>1)</sup>. Herr Prof. S. Nikitin, der das Moskauer Obercarbon in zwei Etagen, die Stufe des *Spirifer Mosquensis* (Moscovien) und die jüngere Stufe mit *Chonetes uralica* Vern.<sup>2)</sup> (Gshelien) gliedert, hält seine jüngere Gshelstufe für ein Aequivalent der Fusulinenkalke des Ural und bemerkt, dass das Gshel ebenso eng mit der Artinskstufe (marines Perm) verbunden sei, als die uralischen Fusulinenkalke, welche ebenfalls die artinskischen Bildungen unterlagern.

Diese Frage erfuhr eine weitere Beleuchtung durch die freundlichen Mittheilungen, die mir von Seite des Directors des russischen Comité géologique Herrn A. Karpinsky und des Chefgeologen Herrn T. Tschernyschew zu Theil wurden. Nach denselben bilden das Gshel oder die Schichten mit *Productus Cora* (d. i. die Kronenschichten in den karnischen Alpen) nicht überall den oberen Abschluss des russischen Carbon. Vielmehr schieben sich in Centralrussland (Gouvernement Wladimir) wie im Norden (Timan) und im

<sup>1)</sup> E. Schellwien. Ueber eine angebliche Kohlenkalk-Fauna aus der aegyptisch-arabischen Wüste. Zeitschr. d. Deutschen geolog. Ges., 46. Bd., Berlin 1894, pag. 70.

<sup>2)</sup> S. Nikitin. Dépôts carbonifères et puits artésiens dans la region de Moscou. Mémoires du comité géologique. St. Petersburg 1890, Vol. V, Nr. 5, pag. 170.

Ural zwischen den *Cora*-Schichten (Gshel) und der Artinskstufe noch mächtige Kalkmassen ein und zwar die Schwagerinen- und Fusulinenkalke, welche ihrer Fauna nach noch dem Carbon angehören müssen.

Es ist klar, dass dadurch die Analogie der Verhältnisse innerhalb des karnischen Gebietes und grosser Strecken des russischen Carbonterritoriums noch weiter vervollständigt erscheint und dass unter der Voraussetzung, dass die Gshelstufe einem tieferen Niveau angehöre als die Fusulinenkalke des Ural, die formellen Gründe für eine Zurechnung des Trogkofelkalks zum Perm hinwegfallen. Man wird also die Hauptmasse der weissen und rothen Fusulinenkalke als jüngstes Obercarbon zu bezeichnen haben, womit auch deren enger stratigraphischer Verband mit den tieferen, schwarzen Fusulinenkalken im Einklang steht. Ueber diesen lichten Fusulinenkalken folgt in transgressiver Lagerung der rothe permische Sandstein, welcher zweifellos irgend einem Niveau des nach seinen pflanzlichen Resten als mittelpermisch anzusehenden Grödener Sandsteins entspricht. Trotz dieser Transgression erscheint es nicht ausgeschlossen, dass auch schon der oberste Theil der Trogkofelkalke, welcher über der Kalkbreccie des Gipfelplateaus gelegen ist, dem permischen System angehöre, und die tiefsten Lagen dieser Formation repräsentire. Es fehlen nämlich bisher in dieser Hinsicht bezeichnende Fossilreste aus den obersten Bänken der Trogkofelkalke, welche älter sind, als der wahrscheinlich dem mittleren Perm entsprechende rothe Sandstein. In diesem Falle hätte man, wie in dem angrenzenden Malborgheter Graben, eine aus dem Carbon in das Perm emporreichende Kalkentwicklung vor sich, was in dem Schema der beigegebenen Karte angedeutet wurde.

### B. Das Carbon-Gebiet im Osten des Nassfelder Sattels.

Das Alpenland, welches sich an die bis zu 1525 Meter eingesenkte Depression des Sattels am Nassfeld gegen Osten anschliesst, wird durch den gewaltigen Kalkstock des Gartnerkofels beherrscht. In zweiter Linie aber dominirt in dem Relief der aus einem reichen Wechsel von Thon- und Grauwackenschiefern, Sandsteinen, Quarzconglomeraten und Fusulinenkalkbänken aufgebaute, westöstlich verlaufende Höhenrücken, der den Auernig mit der Krone verbindet und durch einen Sattel mit dem Gartnerkofel zusammenhängt. Diese beiden Gruppen werden gerade in dem verbindenden Sattel durch eine Störungslinie, an welcher das Massiv des Gartnerkofels im Norden abgesunken ist, voneinander tektonisch getrennt.

Wir beginnen mit der Schilderung der geologischen Verhältnisse der aus rasch wechselnden Gesteinen des Obercarbon bestehenden, durch ihren Versteinerungsreichthum schon seit geraumer Zeit bekannten, südlichen Scholle des Auernig und der Krone, welche bereits vielfache Gelegenheit zu detaillirten stratigraphischen und palaeontologischen Studien dargeboten hat. Unter den letzteren seien die

Arbeiten E. Tietze's<sup>1)</sup>, dem wir die Entdeckung anstehender ober-carbonischer Fusulinenkalke verdanken, sowie die Specialstudien G. Stache's<sup>2)</sup> in erster Linie hervorgehoben. Einer jüngeren Zeit gehören die detaillirten Untersuchungen der Herren F. Frech<sup>3)</sup> und E. Schellwien<sup>4)</sup> an. Hieran reihen sich palaeontologische Studien<sup>5)</sup>, welche die floristischen und faunistischen Aufsammlungen aus diesem Gebiete behandeln.

F. Foetterle<sup>6)</sup> rechnete noch den ganzen palaeozoischen Complex zwischen den krystallinischen Schiefern des Gailthales und der Trias von Pontafel zur Steinkohlenformation, bezeichnete denselben als Gailthaler Schichten, und gliederte die letzteren in drei Stufen: a) Unterer Kohlenkalk; b) Zwischenniveau von dunklen Schiefern, Sandsteinen und Conglomeraten; c) dunklen und lichten oberen Kohlenkalk (noch mit Versteinerungen des Bergkalkes).

Tietze's Verdienst ist es, hervorgehoben zu haben, dass die den Nordabhang des Gebirges gegen das Gailthal aufbauenden Schichten älter sein müssen, als die Pontafeler Steinkohlenformation, die er auf Grund des Vorkommens einerseits von *Productus giganteus*, andererseits von Fusulinen und von gewissen Pflanzenresten aus dem obersten Carbon für eine Vertretung der gesammten Steinkohlenformation hielt<sup>7)</sup>. Darnach musste also der von Lipold aufgestellte Begriff der Gailthaler Schichten in mehrere, verschiedenen Formationen angehörige Elemente zerfallen und somit seine Bedeutung als eine stratigraphische Einheit verlieren.

G. Stache<sup>8)</sup>, der nach Tietze das Profil der Krone studirte, gelangte zu dem Resultate, dass die Schichten der Krone vermuthlich durch eine nahe der Ofenalpe verlaufende Discordanz in eine tiefere, aus praecarbonischen und untercarbonischen (*Productus giganteus*) Schichten bestehende und in eine höhere Scholle zerfallende, welche

<sup>1)</sup> E. Tietze. Beiträge zur Kenntniss der älteren Schichtgebilde Kärntens. Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. Wien 1870, pag. 269.

— Die Kohlenformation bei Pontafel in Kärnten. Verhandlungen der k. k. geol. R.-A. 1872, pag. 142.

<sup>2)</sup> G. Stache. Ueber die Fusulinenkalke in den Südalpen. Verhandlungen d. k. k. geol. R.-A. 1873, pag. 291.

— Ibid. 1874. pag. 88.

— Die palaeozoischen Gebiete der Südalpen. Jahrbuch d. k. k. geol. R.-A. XXIV, 1874, pag. 203 u. s. f.

<sup>3)</sup> F. Frech. Die Karnischen Alpen. Halle 1892—1894, pag. 48 ff, pag. 309 ff.

<sup>4)</sup> E. Schellwien. Die Fauna des karnischen Fusulinenkalks. Palaeontographica. 39. Bd. Stuttgart 1892.

<sup>5)</sup> F. Unger. Anthrazitlager in Kärnten. Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wiss. LX. Bd., I. Abth. Wien 1869.

— D. Stur. Obercarbonische Pflanzenreste vom Bergbau Reichenberg bei Assling in Oberkrain. Verhandlungen der k. k. geol. R.-A. 1886, pag. 383. Ausserdem siehe die Bestimmungen dieses Autors, welche in dessen Geologie der Steiermark angeführt erscheinen und jene die durch E. Suess im Antlitz der Erde (II., pag. 315, 324) veröffentlicht wurden. Ebenso die Bestimmungen des Herrn Prof. v. Fritsch (Halle) in der citirten Arbeit E. Schellwien's.

<sup>6)</sup> F. Foetterle. Jahrbuch d. k. k. geol. R.-A. VI. Wien 1855, pag. 902.

<sup>7)</sup> E. Tietze. Die Kohlenformation bei Pontafel. Verhandlungen d. geol. R.-A. 1872, pag. 142.

<sup>8)</sup> Vergleiche insbesondere: Die palaeozoischen Gebiete der Ostalpen. Jahrbuch d. k. k. geol. R.-A. XXIV. Wien 1874, pag. 203 f. f.

letztere den Kronengipfel aufbaue und nebst sicher obercarbonischen, Landpflanzen führenden Gebilden zu Oberst noch marine Ablagerungen (Fusulinenkalk des Kronengipfels) aufweise, die allem Anschein nach bereits der Permformation zuzurechnen seien <sup>1)</sup>.

Später hat sich Prof. E. Suess <sup>2)</sup> mit dem Studium der Carbon-schichten der Krone befasst und deren Verhältnisse mit denen des flötzreichen Gebietes von Illinois und Jowa verglichen, woselbst ebenfalls ein Wechsel von Landpflanzen führenden und marinen Bildungen beobachtet wird. E. Suess betont den rein obercarbonischen Charakter der Sedimente der Krone, deren Pflanzenreste nach den Bestimmungen von D. Stur <sup>3)</sup> insgesamt den höchsten Horizonten der Carbonformation angehören, ebenso wie die mit diesen Bildungen wechselnden Fusulinenkalke dem jüngsten Obercarbon zugerechnet werden müssen.

Die neueren Arbeiten der Herren F. Frech und E. Schellwien haben unsere Kenntnisse über die Schichten der Krone im Detail weiter ausgestaltet. Dieselben lehnen sich an die Tagebuchaufzeichnungen von E. Suess an und gelangen ebenfalls zu dem Schlusse, dass das Obercarbon der karnischen Alpen durch einen vielfachen Wechsel von Landpflanzen führenden terrestrischen Bildungen und marinen Absätzen charakterisirt werde, deren floristische und faunistische Einschlüsse in übereinstimmender Weise auf das jüngste Obercarbon hinweisen und durch ihr Ineinandergreifen gewissermassen die Faciesgrenze zwischen der nordwesteuropäischen limnischen und der südöstlichen marinen Entwicklung der Carbonformation markiren. Dabei wird der ganze Complex fossilführender Schichten des Auernig und der Krone als stratigraphische Einheit <sup>4)</sup> betrachtet, indem einerseits das Vorkommen von Untercarbon auf der Ofenalpe bestritten, andererseits aber der obercarbonische Charakter der Fauna aus der Gipfelregion der Krone betont wird.

### I. Auernig und Krone.

Der Auernig (1845 M.) bildet das westliche, zum Nassfelder Sattel schroff abbrechende Ende eines von Alpenweiden bedeckten Bergzuges, der sich in östlicher Richtung zur Krone erstreckt. Seine kahlen, steilen Abhänge bilden vortreffliche Aufschlüsse und geben schon von Weitem den einfachen tektonischen Bau zu erkennen, welcher in diesem Theile der karnischen Alpen herrschend ist. Die Sedimente, aus denen der steile Berg zusammengesetzt wird, bieten nämlich eine reiche Abwechslung verschieden leicht abwitternder und sohin auch in dem Landschaftsbilde scharf von einander sich abhebender Gesteinsbänke. Thonschiefer und Grauwackenschiefer

<sup>1)</sup> Verhandlungen d. k. k. geol. R.-A. Wien 1874, pag. 80.

<sup>2)</sup> Antlitz der Erde. I. 1855, pag. 343, II 1888, pag. 304 (vergl. auch Anmerkung 72 auf Seite 324).

<sup>3)</sup> Ibid. II. 1888 pag. 315, 324.

<sup>4)</sup> E. Schellwien identifizirt in einer späteren Arbeit, siehe Zeitschr. d. Deutschen geol. Ges. 46. Bd. Berlin 1894, pag. 70, das System der Krone mit der Gshelstufe Nikitin's.

bilden bewachsene Lehnen, Sandsteinschichten schroffere Abbrüche, Quarzconglomerate und Fusulinenkalke dagegen steile, gesimsartig durchlaufende Wandstufen. Nachdem jener Wechsel sich vielfach wiederholt, erscheint der Berg aus einer grossen Anzahl paralleler Bänke oder Stufen aufgebaut, die das Massiv gallerieartig umsäumen und den flach muldenförmigen Bau desselben erkennen lassen. Namentlich von Westen her nimmt man eine flache und seichte Antiklinale wahr, indem auf dem Nordabhang ein südliches, auf dem Südabhang dagegen ein flach nördliches Einfallen herrscht, so dass ein meridional verlaufender, mit dem Profile der Westabdachung verglichener Schnitt die besten Chancen für die Erkenntniss der richtigen Schichtfolge darbietet. Nachfolgend möge ein solcher vom Gipfel nach Süden bis in die Tiefe des Trattenbaches geführter Durchschnitt zur Illustration der einfach gelagerten obercarbonischen Serie beschrieben werden. Derselbe stimmt in allen wesentlichen Punkten mit dem von den Herren F. Frech<sup>1)</sup> und E. Schellwien publicirten, von SW nach NO gezogenen Profile überein, bietet aber eine namhafte Ergänzung des letzteren gegen das Liegende der Schichtreihe.

Die tiefste Partie des Schnittes reicht bis zum Bette des Trattenbaches hinab und folgt ungefähr jenem Fusssteige, der oberhalb der Trattenalpe vom Nassfelder Wege abzweigend, steil nördlich zur Auernigalpe ansteigt. Entlang dem Trattenbache, welcher hier im Süden durch einen langen Moränenriegel abgedämmt wird, stehen 1. zunächst dickere Bänke eines graublauen, festen Grauwackensandsteines an. Darüber folgen 2. mit nördlichem Einfallen gegen das Hangende dünn-schichtige, blaugraue Sandsteine im Wechsel mit ebensolchen Thonschiefern, 3. ein grünliches Conglomerat, das nur zum geringen Theile aus Quarzgeröllen, zum grössten Theile dagegen aus Geröllen von Schiefer, grünem Tuffsandstein und schwarzem Kiesel-schiefer besteht, 4. graue Thonschiefer, 5. eine ziemlich mächtige Bank von lichtgrauem Kalk, 6. eine Thonschieferzwischenlage, 7. abermals eine Kalkbank.

Damit haben wir die Terrasse der Auernigalpe erreicht, woselbst auf eine kurze Strecke durch den vom Auernig herabgestürzten Schutt eine Unterbrechung geschaffen wurde. In wenig seitwärts liegenden Aufschlüssen beobachtet man unter dem Schutt dunkle Thonschiefer 8 und 10, zwischen denen eine mächtige Quarzconglomeratbank 9, dieselbe, auf welcher das Schutzhaus am Nassfeld steht, eingeschaltet ist.

Ein Parallelprofil zu dem eben erwähnten bietet der abkürzende Fusssteig, der die Schleife des alten Fahrweges abschneidend, direct nördlich zum Nassfeld ansteigt. Hier hat man: 1. Grauwacken, in mächtigen Bänken nach N einfallend, 2. schwarze Sandsteine und Schiefer wechsellaagernd, zu oberst dünnbankige graugrüne Sandsteine, die den Tuffsandsteinen des Culm ähnlich sehen, 3. ein grünlichgraues Conglomerat, aus Schiefer- und Grauwackengeröllen bestehend, die durch

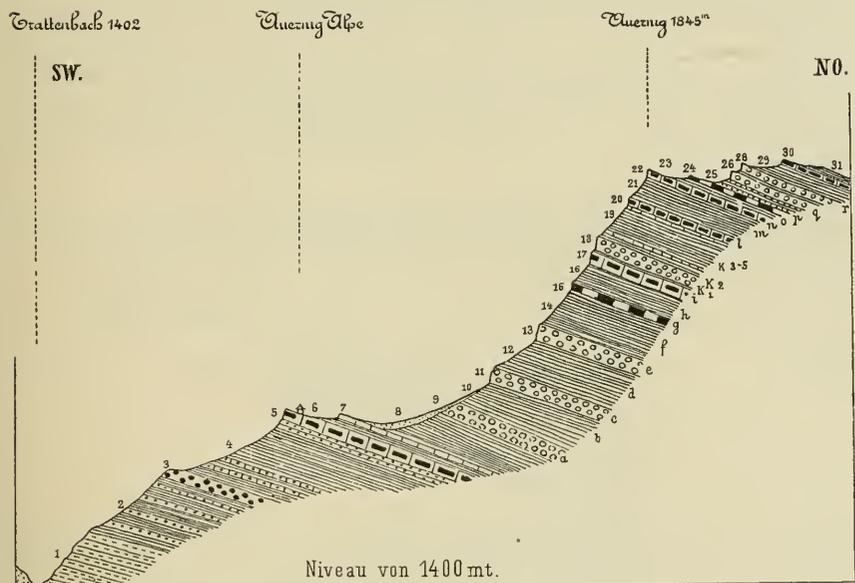
<sup>1)</sup> Karnische Alpen. Halle, 1892—1894, pag. 317. Vergl. dort den instructiven Lichtdruck „Auernig vom Westen“ zu pag. 318.

[35] Ueber die geol. Verhältnisse im Pontafeler Abschnitt der Karn. Alpen. 161

ein grünliches Cement verkittet werden, nach oben übergehend in einen Wechsel von grauen und grünlichen, tuffartigen Sandsteinen, 4. milde, graue Thonschiefer, einer ebenen Terrasse entsprechend, 5. Kalklager, an der Basis von plattigem Sandstein begrenzt, 6.—8. abermals Thonschiefer, dem das Hochmoor des Nassfeldes entspricht, 9. mächtige Bank von Quarzconglomerat, die Wasserscheide bildend.

Die Fortsetzung unseres Profiles durch den Auernig schliesst sich in 8—10 an das obige an, oberhalb der Auernigalpe ist diese Strecke von Schlutt bedeckt. Die mächtige Quarzconglomeratbank 11

Fig. 3.



**Querprofil durch den Auernig.**

(Erklärung im Texte, die Buchstaben demonstrieren die Uebereinstimmung mit dem von F. Frech und E. Schellwien auf der Westabdachung aufgenommenen Profile.)

lässt sich rings um den Südwestfuss des Auernig bis oberhalb der Auernigalpe verfolgen, von wo an in dem Steilgehänge gegen den Gipfel des Auernig empor nachstehende Reihe folgt: 12. Thonschiefer und Grauwacken, ca. 12 Meter, 13. Conglomeratbank, ca. 6 Meter, 14. Thonschiefer, 15. Fusulinenkalkbank, 16. Thonschiefer, 17. Fusulinenkalk, 18. Conglomeratstufe, 19. Grauwackenschiefer, 20. Fusulinenkalk, 21. Thon- und Grauwackenschiefer, 22. gelbgrauer Mergelkalkschiefer mit *Conocardien*- und *Euomphalus*-Auswitterungen, bildet den vorderen Gipfel des Auernig mit dem Signal, 23. Thonschiefer, 24. gering mächtige Lage von Fusulinenkalk, 25. Sandsteinplatten, 26. Quarzconglomeratbank, 27. Thonschieferlage, 28. Quarzconglom-

meratbank, 29. Thonschiefer mit Pflanzenresten, 30. Fusulinenkalk, 8 M., 31. Grauwacken- und Thonschiefer.

Hier scheint eine Störung die Reihenfolge abzuschneiden, nachdem die sich am Kamm anschliessenden Bänke von Quarzconglomerat schon nach Süden einfallen.

Die angegebene Serie stimmt sowohl mit jener der Krone, als auch mit dem von Frech und Schellwien für die Westflanke des Auernig aufgestellten Profile gut überein. Hinsichtlich der Fossilführung weise ich auf die Arbeiten der beiden genannten Herren<sup>1)</sup> mit dem Bemerkten hin, dass in dieser Gegend, hinsichtlich deren jene mit grossem Zeitaufwande durchgeführten Detailstudien vorlagen, das Augenmerk vor Allem der kartographischen Ausscheidung der wichtigsten Conglomerat- und Fusulinenkalkbänke zugewendet werden musste. Auch konnte von weiteren Aufsammlungen insofern keine wesentlich neuen Anhaltspunkte für die Stratigraphie erwartet werden, als die aus verschiedenen Stufen vorliegenden, die Flora und Fauna umfassenden Listen mit grosser Uebereinstimmung für Obercarbon bezeichnend sind.

Die von Schellwien und Frech aufgesammelten und bestimmten Arten vertheilen sich auf nachstehende Weise in den einzelnen Stufen unseres Profils

16. (*h* bei Schellwien und Frech) *Productus lineatus* Waag.

20. (*l*) *Platycheilus* sp. (zahlreiche Steinkerne).  
*Macrocheilus* aff. *subulitoides* Gem.  
*Naticopsis* sp.  
*Murchisonia* sp.  
*Loxonema* sp.  
*Bellerophon* (*s. str.*) sp.  
*Dielasma?* *Tondai* Schellw.  
*Dielasma carinthiacum* Schellw.  
*Athyris?* cf. *planosulcata* Phill.  
*Reticularia lineata* Mart. sp.  
*Martinia carinthiaca* Schellw.

22. (*n*) vorderer Gipfel des Auernig, Conocardienschichte.

- Platycheilus* (*Trachydomia de Kon.*) aff. *Wheeleri* Shum.  
*Euomphalus* (*Phymatifer*) *pernodosus* Meek.  
*Bellerophon* (*s. str.*) sp.  
*Murchisonia* sp.  
*Entalis* sp.  
*Conocardium uralicum* Vern.  
" *nov. spec.*  
*Rhynchonella grandirostris* Schellw.

<sup>1)</sup> F. Frech. Die Karnischen Alpen. Halle 1892–1894, pag. 318.

— E. Schellwien. Die Fauna des karnischen Fusulinenkalkes. Palaeontographica. XXXIX. Stuttgart 1892, pag. 12.

*Martinia carinthiaca* Schellw.  
*Spirifer trigonalis* Mart. var. nov. lata.  
 „ fasciger Keys.  
*Archaeocidaris* sp.  
*Amblysiphonella* sp.

## 27. (r) Thonschiefer und Grauwackenschiefer mit Pflaurenresten.

*Calamites*. Zwei unbestimmbare Stücke, bezw. Trümmer von solchen, vielleicht zu *Calam. varians* Germ. und *Calam. cistii* Brgt. gehörig.

*Calamites* (*Eucalamites* Weiss) sp. Glieder von wechselnder Länge (16, 13, 11, 8, 9, 14, 26, 67 Millimeter) bei 25—27 Millimeter Breite.

*Stemmatopteris* sp. (oder *Cäulopteris* sp.).

*Pecopteris* aff. *oreopteridia* Brgt.

„ *pteroïdes* Brgt.

„ *Miltoni* Artis (einschliesslich *P. polymorpha* Brgt.)

*Sigillaria* sp. Schlecht erhaltener Rest aus der Verwandtschaft der *Sigillaria elongata* Brgt. und *Sigillaria canaliculata* Brgt. Sigillarien Blatt.

30. (s) *Phillipsia scitula* Meek.  
*Conocardium* nov. sp.  
*Acanthocladia* sp.  
*Fenestella* sp.  
*Fusulina* aff. *cylindrica* Fish.

Die angegebenen durchwegs obercarbonischen Formen stammen sämtlich aus der oberen Abtheilung des Profiles. Aus der unterhalb der Auernigalpe gelegenen, in ihrer petrographischen Ausbildung nicht unwesentlich abweichenden Partie bezeichnende Fossilien bis heute nicht vor. Es ist nicht ausgeschlossen, dass ein Theil dieser Abtheilung bereits dem Untercarbon angehört. Das grünliche Conglomerat stimmt mit analogen Conglomeraten, welche nächst der Casera Pizzul di sopra (NO von Paularo, W unterhalb der Forca Pizzul) über dem gefalteten Culm die obercarbonische Serie beginnen, petrographisch überein, während die grünlichgrauen (Tuff?) Sandsteine, welche schon im Liegenden desselben auftreten, in den Culmgesteinen auf der Südseite der Kellerwand ihre Vertretung finden könnten. Dagegen zeigt der darunter folgende Wechsel von tiefschwarzen Sandsteinen und Schiefen, ebensowenig Anklänge an die petrographischen Typen unserer Culmserie, als an die Schichtfolge des Nötscher Untercarbon mit ihren Eruptivgesteinen und dunklen, öfters kalkigen Schiefen. Nur das grünlichgraue Conglomerat kehrt in ähnlicher Form im Nötschgraben wieder. Vor der Hand wird man sonach die tiefere Partie des Auernigprofiles noch als Liegendserie des Obercarbon ansehen müssen, bis ein entscheidender Fossilfund

dessen Einreihung in das Untercarbon oder eventuell in noch tiefere Schichten rechtfertigen wird. Noch sei hier bemerkt, dass die besprochene, tiefere Schichtfolge sich nach Osten unter die Obercarbonserie der Krone einschiebt, und dass dieselbe im Durchbruch des Bombaschgrabens (unterhalb der Trattenalpe) unmittelbar unter den Kalk des Malurch einzufallen scheint.

E. Schellwien hat offenbar dieselbe Folge weiter im Westen oberhalb der Trattenalpe überquert<sup>1)</sup>. Er führt ebenfalls ein dunkelgrünes Quarzconglomerat an, das unserem Conglomerat 3 entsprechen muss. Der 25 M. mächtige, korallenführende Fusulinenkalk dürfte unserem Fusulinenkalk 5 gleichzustellen sein. Am Abhang der Krone ist jedenfalls die Schuttbedeckung, welche dort den Anschluss an das normale obercarbonische Profil unmöglich macht, viel bedeutender, als oberhalb der Auernigalpe.

Nach diesen Verhältnissen kann kein Zweifel darüber bestehen, dass man es hier mit den Liegendschichten der Krone zu thun hat, der völlige Mangel an Fossilien legt jedoch einer weiteren Parallelisirung bisher unüberwindliche Hindernisse in den Weg.

Der muldenförmige Bau, welcher am Auernig herrscht, setzt sich auch weiter nach Osten gegen den Garnitzenberg (1953 M.) und gegen den Garnitzensattel (1671 M.) fort, erleidet aber insofern eine Modification, als sich der Nordflügel steil aufstellt. Schon in der Einsattlung zwischen dem Auernig und dem Garnitzenberg beobachten wir eine nahezu saigere Schichtstellung, wobei der Westrücken des Garnitzenberges aus zwei sehr steil nach Süden einfallenden Fusulinenkalklagern besteht, die in einiger Entfernung von einer Conglomeratbank unterteuft werden. Wahrscheinlich sind es die Glieder 16—20 des Auernigprofils, so dass der Muldenkern in dem durch Schutt maskirten Kar auf der Südabdachung zu suchen wäre. Die Fusulinenkalkzüge und die Conglomeratbank treten aber noch unterhalb der Spitze auf die Nordflanke über und streichen über einen nördlichen Vorgipfel des Garnitzenberges hinweg in das östlich gelegene Garnitzenkar, wobei eine kleine Querverschiebung zu bemerken ist. Der Gipfel des Garnitzenberges (1953 M.) besteht aus Thonschiefer, gering mächtigen Fusulinenkalken und Sandsteinen (21, 22, 23?). Verfolgt man von hier den über zwei Kuppen (1888 M. und 1790 M., die letztere auch auf der Spezialkarte als felsige Erhöhung des Kammes eingetragen) zum Garnitzensattel (1674 M.) absinkenden Südostkamm, so gelangt man über einen Wechsel von Thon- und Grauwackenschiefer, Quarzconglomerat, Sandstein und Fusulinenkalkbänken in noch höhere Lagen, welche immer noch nach Süden einfallen und somit dem Nordschenkel angehören. Auf dieser Folge lagert nun in der felsigen Kuppe 1790 M. eine mächtigere Serie grauer Fusulinenkalke, die nach oben schon in lichtgraue und weisse Kalke übergehen. Nachdem sich auf der gegen die Trattenalpe zugewendeten Südabdachung dieser Kuppe bereits nördliches Fallen einstellt, haben wir hier offenbar den Muldenkern der Auernig-

<sup>1)</sup> L. c. pag. 10.

serie vor uns. Die mächtigeren, lichtgrauen Fusulinen- und Schwagerinenkalke der namenlosen Kuppe (1790 M. Orig.-Aufn. Sect. 1:25000) sind hier das oberste, noch erhalten gebliebene Glied dieser Serie und correspondiren offenbar mit den grauen Schwagerinenkalken, die den Fuss des Trogkofels umgürten. Es scheint, dass dieser Muldenkern nach Nordosten seine Fortsetzung findet, da in dem zur Garnitzentalpe abdachenden, sanft geneigten Alpenkar nochmals eine grössere Masse von grauen Schwagerinenkalken auftritt.

Im Gegensatz zum Südostrücken schliesst der vom Garnitzenberg nach Norden ziehende, die Verbindung mit dem Gartnerkofel vermittelnde Kamm immer tiefere Glieder der Serie des Auernig auf. Es herrscht hier constant südliches Einfallen (Nordschenkel der Auernigmulde), mehrere Bänke von Fusulinenkalk und Quarzconglomerat streichen über die flachen, zur Watschigeralpe abdachenden Gehänge empor, überqueren den Kamm und ziehen gegen die Garnitzentalpe weiter. Die Grenze der obercarbonischen Reihe gegen den weissen Dolomit am Gartnerkofel ist eine überaus scharfe und trägt alle Merkmale einer Bruchlinie an sich. Insbesondere auf der dem Garnitzengraben zugewendeten Südfront des Gartnerkofels sieht man, wie die carbonischen Schiefer, Sandsteine und Conglomerate nahe jener Grenze vertical aufgestellt und in der abenteuerlichsten Art zerknittert sind; je weiter von der Grenze entfernt, desto ruhiger wird die Lagerung und in einer gewissen Entfernung stellt sich dann das regelmässige Südfallen ein, das bis zur Kuppe 1790 M. anhält (vergl. das Profil des Gartnerkofels weiter unten).

Interessante tektonische Verhältnisse herrschen in der zwischen Reppwand, Gartnerkofel und Auernig ausgespannten Mulde der Watschigeralpe. Zwischen der Nassfeldhütte und dieser Alpe dehnen sich sanft geneigte, zum Theil versumpfte, mit Gestrüpp und Niederwald bedeckte Hänge aus, entlang denen einzelne niedere Wandstufen von Quarzconglomerat und Fusulinenkalk gleich niederen Mauern hinziehen und gegen Nordosten allmähig ansteigen. Die dadurch angedeutete südliche Einfallrichtung kehrt sich jedoch hinter der Watschigeralpe in eine nördliche um. Auf den Steigen, die von dieser Alpe gegen den steileren Abhang der Reppwand führen, beobachtet man in mehreren, den Gehängschutt unterbrechenden Bach-einrissen steiles Nordfallen der carbonischen Serie. Die Schiefer, Conglomerate und Fusulinenkalke schiessen also gegen die grosse Längsstörung ein, entlang deren die Scholle des Gartnerkofels abgesunken ist. Man beobachtet insbesondere zwei Züge von Fusulinenkalk und stösst sodann unmittelbar an einen weissen, in Platten brechenden Dolomit, dessen Schichtflächen gelblich anwittern und wie zerhackt aussehen. Es ist nun interessant zu sehen, wie sich die oben angedeutete Umkehr im Einfallen der Carbonschichten vollzieht. Oestlich oberhalb der Watschigeralpe ist nämlich die Antiklinale der beiden Hauptlager von Fusulinenkalk deutlich aufgeschlossen und gibt sich als eine Schleppung des Nordflügels der Auernigmulde längs der mehrfach erwähnten Störung zu erkennen. Diese Erscheinung, die man als tektonisches Modell bezeichnen könnte, wurde durch Prof.

E. Suess im ersten Bande des „Antlitz der Erde“ (pag. 342) in einer kleinen landschaftlichen Skizze meisterhaft dargestellt <sup>1)</sup>.

Wir kehren von dieser stärker dislocirten Gegend zur östlichen Fortsetzung der Auernigmulde zurück, woselbst sich eine nahezu horizontale Lagerung einstellt. Die flache Kuppe der Krone, 1834 M. fordert durch die Regelmässigkeit ihres Aufbaues zu stratigraphischen Detailstudien auf und wurde demnach auch der Ausgangspunkt für die Specialgliederung des Pontafeler Carbon.

Die Kronalpe bildet eine plateauförmig abgeflachte, breite Kuppe, deren Abhänge von den söhlig liegenden Schiefern, Sandsteinen, Conglomeraten und Fusulinenkalken des Obercarbon gebildet werden. Die verschiedene Widerstandskraft jener Materialien gegen den Einfluss der Erosion äussert sich landschaftlich in dem markanten Hervortreten der mauerartigen Gesimse von Conglomerat und Fusulinenkalk aus den sanften, mit Gras bewachsenen Schiefergehängen. Es ist jedoch nur der oberste, eine Mächtigkeit von circa 200 Meter erreichende Aufsatz der Kammhöhe, welcher so regelmässige Verhältnisse aufweist. Das tiefere Gehänge, das sich etwa 500 Meter gegen den Bombaschgraben hinabsenkt, ist sehr schlecht aufgeschlossen, von Gehängschutt bedeckt und an seinem Fusse durch glaciäre Schottermassen verhüllt, wie schon von Schellwien und Frech dargethan wurde. Indess lässt sich sowohl bei der Ofenalpe als auch seitwärts in der streichenden Fortsetzung gegen die Trattenalpe und den Bruckenkofel (1618 M.) der Nachweis führen, dass hier eine Dislocation stattgefunden hat, derzufolge der untere Theil des Abhanges eine nach Süden gerichtete Schleppung erlitt. Dies zeigt sich besonders deutlich wenige Schritte oberhalb der Ofenalpe, woselbst die Conglomeratbänke bereits eine südliche Neigung angenommen haben. Nach Osten hin setzt sich dieses Verhältniss gegen die Zirkelspitzen fort, auch hier bemerkt man in dem Sattel zwischen dem Kronengupf und der Zirkelspitze eine Antiklinale (vergl. das Profil der Zirkelspitzen Fig. 7), deren flach liegender Nordschenkel in die Krone eingreift, während der steiler gestellte Südfügel unter die Zirkelspitze hinabtaucht. Das normale, bloss die obersten Lagen des Carbon umfassende Kronenprofil beginnt sonach erst auf dem Absatz oberhalb der Ofenalpe. Schon G. Stache, der das erste ausführlich gehaltene Profil der Krone veröffentlichte <sup>2)</sup>, hat die Stelle beobachtet und die Vermuthung ausgesprochen, dass hier eventuell eine Discordanz der obercarbonischen Serie über einem tieferen, aus schwarzen Thonschiefern und Sandsteinen, sowie aus mürben, zerfallenden Thonschiefern mit *Productus giganteus* <sup>3)</sup> bestehenden, von ihm dem Untercarbon zugerechneten Complex bestehen könnte.

<sup>1)</sup> Vergl. die Karte, woselbst die Knickung der beiden Fusulinenkalkzüge deutlich zum Ausdruck gelangt.

<sup>2)</sup> Die palaeozoischen Gebiete der Ostalpen. Jahrb. d. geol. Reichsanstalt, XXIV. Bd., Wien 1874; siehe pag. 206 und Profiltafel VII, Nr. 3.

<sup>3)</sup> Es dürfte sich vielleicht hier um eine ähnliche Art, *Productus lineatus Waag*, aus dem Obercarbon handeln?

Aus der Tiefe des Bombaschgrabens bis zum Gipfel der Krone unterscheidet Stache folgende Abtheilungen:

1. Zu tiefst schwarze Sandsteine und schwarze Schiefer, deren Stellung zu den lichten Kalken des Malurch sowohl, als zu den Schichten der Krone der Lagerungsverhältnisse und schlechten Aufschlüsse wegen nicht sicher fixirbar ist.

2. Productusschiefer mit einzelnen Productusarten des Unter-carbon (?) Discordanz?

3. Wechsel von Thonschiefer, Sandsteinen und Quarzconglomeratbänken mit unbedeutenden Lagen von Anthrazit.

4. Eine neue, aber concordant aufruhende Serie von dunkelgrauen bis schwärzlichen Fusulinenkalken.

5. Fester hornsteinartiger Kalk mit Korallen und Gyroporellen.

6. Sandsteinbänke des höchsten Gipfels.

Dabei wird die Vermuthung ausgesprochen<sup>1)</sup>, dass die Glieder 4–6 bereits der Permformation angehören, so dass nur die pflanzenführenden Thonschiefer, Sandsteine und Quarzconglomerate 3 mit *Cyatheites oreopteridis* Goepf. dem Obercarbon zufallen würden.

Auf Grund der neueren Aufsammlungen und der wesentlichen Erweiterung, welche unsere Kenntnisse über marine Obercarbonfaunen mittlererweile erfahren haben, muss heute wohl der gesammte fossilienführende Complex der Krone dem Obercarbon zugerechnet werden.

Später wurde das Profil der Krone durch E. Suess, welcher auch grössere Aufsammlungen vornahm, im Detail studirt. Herr Prof. Suess stellte seinen Nachfolgern, den Herren F. Frech und E. Schellwien Tagebücher und Sammlungen zur Verfügung, so dass das von den Genannten in ihren Arbeiten<sup>2)</sup> publicirte Profil auf Grund mehrfacher übereinstimmender Beobachtungen zusammengestellt und hinsichtlich der Fossilführung durch neue Aufsammlungen ergänzt wurde. Nachdem meine eigenen stratigraphischen Beobachtungen an der Krone mit diesen Angaben vollkommen harmoniren, erscheint es zweckmässig, das zuerst durch Schellwien publicirte, auf den Aufzeichnungen des Herrn Prof. E. Suess basirte Profil hier direct wiederzugeben, um bei der Benützung dieser Literatur weitere, eventuell zu Missverständnissen führende Vergleichen überflüssig zu machen. Ausserdem war ich bei der Verfolgung meiner kartographischen Hauptaufgabe keineswegs in der Lage, eine auch nur annähernd so lange Zeit für Detailstudien und Aufsammlungen zu verwenden, als meine Vorgänger, denen wir somit eine schätzenswerthe localisirte Vorarbeit verdanken.

<sup>1)</sup> Vergl. auch G. Stache. Ueber die Fusulinenkalke in den Südalpen. Verhandlungen d. k. k. geol. R.-A. 1873, pag. 291.

— Ibid. 1874, pag. 78 ff. und die Fussnote ibid. pag. 80.

<sup>2)</sup> Karnische Alpen. Halle 1892—1894. Fauna des karnischen Fusulinenkalks. Palaeontographica 39. Stuttgart 1892.

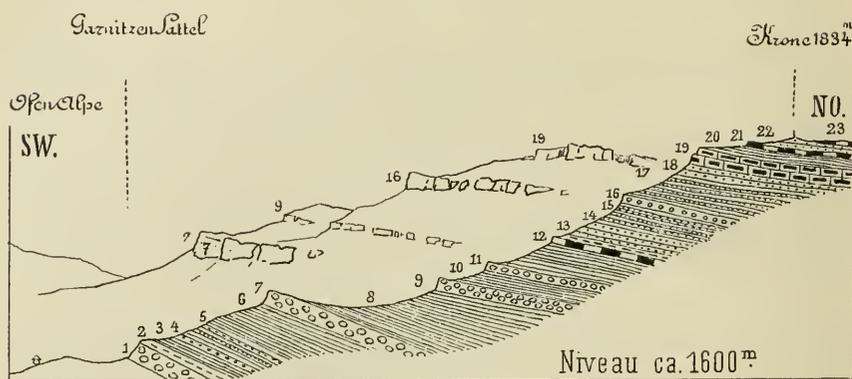
### Das obercarbonische Profil der Krone.

(Nach den Tagebuchaufzeichnungen von Prof. E. Suess, ergänzt durch die Herren E. Schellwien und F. Frech, sowie durch eigene Beobachtungen)

Von jener Stelle oberhalb der Ofenalpe, wo sich flach nördliches Einfallen einzustellen beginnt, beobachtet man der Reihe nach:

1. Quarzconglomerat, sehr mächtig.
2. Harter Quarzit, 1 Meter.
3. Schiefer mit härteren Knollen, mild, lichtgrau, etwa 5 Meter über der Sohle der Schicht fand E. Suess *Pecopteris oreopteridia* Brgt. (wohl nicht dieselbe Pflanze, die Schlotheim *Fil. oreopteridias* nannte).

Fig. 4.



Das Profil der Krone.

(Erklärung im Text.)

4. Dünne Lagen von glimmerigen Sandsteinplatten.
5. Schiefer wie 3, aber dunkler. Ziemlich viel bedeckter Boden, stellenweise dunkler glimmerreicher Schiefer (5). Wir erreichen eine flache Einsattlung, die uns vom eigentlichen Kronengipfel trennt und gehen in der Schicht gegen den Sattel der Strasse „Am Abrauf“, in Stache's Profil als Sattel zwischen beiden Thälern bezeichnet. Es ist nicht ganz sicher, ob das Profil gegen die Bretterhütte hinab unmittelbar an das Kronenprofil angeschlossen werden darf<sup>1)</sup>.

6 Mächtige Folge von mildem Schiefer mit Sandsteinleisten übergreifend zum Strassensattel (Garnitzensattel). Oben mit dünnen Lagen von kalkigem, geschiefertem Sandstein mit massenhaften Brachiopoden, deren Arten mit denjenigen der abgerollten Blöcke unter der

<sup>1)</sup> Diese Hütte existirt nicht mehr. Der Sattel ist der Garnitzensattel (siehe das Profil). Nachdem die Conglomeratbank 1 südlich unter dem Sattel fortstreicht, hält Verfasser obigen Zweifel für überflüssig.

[43] Ueber die geol. Verhältnisse im Pontafeler Abschnitt der Karn. Alpen. 169

Garnitzenhöhe (Spiriferenschicht)<sup>1)</sup> zum grössten Theil übereinstimmen.

Aus dieser leider noch nicht genügend ausgebeuteten Schicht liessen sich bestimmen:

*Phillipsia scitula* Meek.  
*Camerophoria alpina* Schellw.  
*Spiriferina coronae* Schellw.  
*Spirifer supramosquensis* Nik.  
 „ *carnicus* Schellw.  
 „ *Zitteli* Schellw. var.  
*Martinia semiplana* Waag.  
 „ *Frechi* Schellw.  
*Reticularia lineata* Mart. sp.  
*Enteles Kayseri* Waag.  
*Orthis Pecosii* Marcou.  
*Derbya Waageni* Schellw.  
*Orthothetes semiplanus* Waag.  
*Chonetes lobata* Schellw.  
 „ *latesinuata* Schellw.  
*Productus aculeatus* Mart. var.  
 „ *gratiosus* Waag. var. nov. *occidentalis*  
 „ *longispinus* Sow.  
 „ *lineatus* Waag.  
*Marginifera pusilla* Schellw.

7. Conglomerat, hauptsächlich an der Wand hervortretend.

8. Dunkler Schiefer mit Farntrümmern, schlecht aufgeschlossen. In losen Stücken eines gelbgrauen, sandig-glimmerigen Kalks sammelte ich hier *Spirifer carnicus* Schellw. und *Productus cf. gratiosus* Waag. Ausserdem auf Sandsteinplatten schlecht erhaltene Pflanzenreste.

9. Starke Conglomeratbank mit grossen, schlecht erhaltenen Pflanzenstämmen.

10. Wechsel von milden Schiefen mit Pflanzenstämmen und Farnen und pflanzenführenden Sandsteinschichten. Aus dieser Schichte stammen nach Schellwien aller Wahrscheinlichkeit nach die von Frech gesammelten Annularien: *Annularia stellata* Schloth. sp. häufig, *Annularia sphenophylloides* Zenk. sp., einzelne Blattrosetten ohne grössere zusammenhängende Stücke, daher ganz einwandfreie Bestimmung nicht ausführbar.

11. Conglomerat, wenig mächtig.

12. Kalkbank (z. Theil bedeckt) mit Monticuliporiden, *Bellerophon* (s. str.) sp., *Conocardium* nov. sp., *Spirifer* sp.

13. Dünne söhligle Platten mit sogenannten Regentropfen.

<sup>1)</sup> So nennt Schellwien eine von ihm nicht anstehend, sondern nur in Blöcken aufgefundene, sehr petrefactenreiche Schichte, von der er einzelne Trümmer südwestlich unterhalb der Ofenalpe längs des zur Trattenalpe hinabführenden Fahrweges auffand und ausbeutete.

14. Mit 13 eng verbunden, gelbe Sandsteinplatten mit vorzüglich erhaltenen Exemplaren von *Productus lineatus Waag.*, *Enteles Kayseri Waag*, *Enteles Succsi Schellw. var. acuticosta*, Crinoiden. Der Sandstein ist rhomboedrisch zerklüftet. Auf der obersten Bank an einer Stelle eine Rinde von Brauneisenstein mit *Pentacrinus*.

15. Dünnplattiger, glimmerreicher Sandstein, zum Theile mit Kreuzschichtung, ziemlich mächtig. Hier fand sich:

*Asterophyllites equisetiformis Schloth. sp.*, *Annularia stellata Schloth. sp.*, *Alethopteris* oder *Callipteridium sp.*, dicht gedrängte, im rechten Winkel von der Spindel abgehende, 4—6 Millimeter breite, 17—21 Millimeter lange Fiederblättchen mit sehr starkem Mittelnerv und sehr feinen, gedrängten Secundärnerven, die sich gabeln und ziemlich schräg zum Rande endigen. *Alethopteris* oder *Callipteridium sp.*, dicht gedrängte, im rechten Winkel zur Spindel stehende, 7 Millimeter breite, 10 Millimeter lange Fiederblättchen, die einen deutlichen Mittelnerv besitzen, sonst aber die Nerven nur undeutlich zeigen.

*Alethopteris Serlii Brgt.*

„ *cf. aquilina Schloth.*

*Pecopteris unita Brgt.*

„ *oreopteridia Brgt. (non Schloth.)*

„ *Candolleana Brgt.*

„ *arborescens Schloth. sp.*

„ *Miltoni Artis* (einschliesslich *P. polymorpha Brgt.*)

„ *pteroides Brgt.*

„ *Bioti Brgt.*

„ *Pluckenetti Schloth. sp.* (oder sehr ähnliche Art; hier nur sehr kleine Laubtheile).

„ *Sternbergi* (? ?) *Göpp. = P. truncata Germ. [Asterotheca].*

*Goniopteris emarginata Sternb. (longifolia Brgt.) = Diplazites emarginatus Göpp.*

*Neuropteris tenuifolis Brgt.*

*Odontopteris alpina Sternb.*

„ *cf. britannica Gutb.*

*Rhytidodendron (Bothrodendron ?) sp.*

16. Conglomerat, 2 Meter mächtig.

17. Wie 15. Schlecht aufgeschlossen, zum Theil durch Kalkschutt bedeckt.

18. Gelbbrauner Sandstein mit Spuren von Muscheln.

19. Schwarzer Fusulinenkalk, 6—7 Meter entblösst, wahrscheinlich mächtiger, mit Fusulinen und Archaeocidariten, reiner und härter, als in der Conocardienschicht. Diese Bank bildet die eigentliche „Krone“ des Berges, bezw. des wandartigen, steil abfallenden flachen Gipfelplateaus, dem die folgenden Lagen angehören.

20. Glimmerreicher Schiefer mit gelb verwitterten Klüften und einigen Bänken von hartem Sandstein, grossentheils von 21 überdeckt.

21. Conocardienschicht, unten schwarz und knotig, oben mit glatten, bläulichen Rutschflächen. Fauna genau übereinstimmend mit derjenigen der Conocardienschicht am Auernig (vergleiche oben, Lage 22).

- Platycheilus* (*Trachydomia de Kon.*) aff. *Wheeleri* Shum.  
 " " aff. *canaliculatus* Gem.  
*Euomphalus* (*Phymatifer*) *pernodosus* Meek.  
*Euphemus* sp.  
*Bellerophon* (s. str.) sp.  
*Pleurotomaria* aff. *Mariani* Gem.  
*Murchisonia* sp.  
*Helminthochiton* sp.  
*Conocardium uralicum* Vern.  
 " " n. sp. (zwei neue Arten).  
*Rhynchonella grandirostris* Schellw.  
*Spirifer trigonalis* Mart. var. nov. *lata* Schellw.  
 " *fasciger* Keyserl.  
*Martinia carinthiaca* Schellw.  
*Archaeocidaris* sp.  
*Amplexus coronae* Frech.  
*Amblysiphonella* sp.

22. Gelber Sandstein circa 8 Meter, bildet den vorderen (südlichen), höchsten Gipfel der Krone.

23. Conocardienschicht — 21, circa 5 Meter mächtig. Bildet den unteren Rücken des Gipfels, auf dem wenig Sandstein, aber viel Kalk (aus der Conocardienschicht) vorkommt. Gegen Norden erscheint auf der Höhe noch einmal Schicht 22 und der nördliche Gipfel besteht aus 21.

Hier mögen die gering mächtigen, schon lange bekannten Anthrazitflötze Erwähnung finden, welche auf der zur Ofenalpe gekehrten Abdachung der Krone zu Schurfarbeiten Veranlassung gegeben haben. Das tiefere Vorkommen findet sich oberhalb der Ofenalpe in dem dislocirten vorderen Gebirgstheile. Nach Prof. Suess [in E. Schellwien<sup>1)</sup>] streicht das kleine Flötz NNO und steht saiger. „Oestlich, unmittelbar neben dem Flötz steht eine 6—7 Meter mächtige, schwarze, knollige Lage mit zerquetschten Producten an“, die Suess mit Stache's Zone des *Productus giganteus* identificirt. G. Stache gibt in seinem Profile der Krone<sup>2)</sup> weiter oben noch ein zweites Vorkommen anthrazitischer Kohle an und zwar nahe der Jochhöhe zwischen dem Bombasch- und dem Garnitzengraben. Ebenso sei hier auf die Beobachtungen Prof. Hoefler's<sup>3)</sup> hingewiesen, welcher innerhalb der weissen, Diploporen führenden Dolomite der Zirkelspitzen schwache Anthrazitflötchen beobachtet hat.

<sup>1)</sup> Loc. cit. pag. 8.

<sup>2)</sup> Jahrbuch der k. k. geolog. Reichs-Anstalt XXIV, 1874, Taf. VII, Fig. 3.

<sup>3)</sup> Vorläufige Notiz über das Anthrazitvorkommen in der Nähe der Ofenalpe bei Pontafel. Jahrb. d. naturh. Landes-Museums von Kärnten. X. Bd., Klagenfurt 1871, pag. 187.

Die Faunen der verschiedenen Horizonte der Krone bieten keine Veranlassung zur Ausscheidung mehrerer, palaeontologisch begründeter Stufen innerhalb der concordanten Serie. Zweifellos gehört der ganze Complex dem Obercarbon an. Nach Schellwien sind unter den Brachiopoden neun Arten mit solchen des (älteren) Obercarbon von Miatschkowa (Zone des *Sp. Mosquensis* nach Nikitin), sieben Arten mit solchen aus der Artinskfauna ident. Sechs Arten kehren in Nikitin's Zone der *Sp. supramosquensis* Nik. (Gshelstufe) im Moskauer Becken wieder. Schellwien hat zuerst auf die bedeutende Analogie des karnischen Fusulinenkalkes mit der Gshelstufe hingewiesen<sup>1)</sup>; *Spirifer Fritschii* Schellw., eine der häufigsten Formen im karnischen Obercarbon, ist nach ihm mit dem Leitfossil *Spirifer supramosquensis* Nik. anscheinend identisch und wäre daher einzuziehen.

Zu demselben Ergebniss führt die Betrachtung der Flora der Krone, welche nach den Aufsammlungen der Herren Höfer und Rotky zuerst durch F. Unger<sup>2)</sup> bearbeitet und der Steinkohlenformation beigezählt, später jedoch von Stur<sup>3)</sup> und Prof. v. Fritsch (Halle)<sup>4)</sup> speciell als dem jüngeren Obercarbon, beziehungsweise den Ottweiler Schichten angehörig erkannt worden ist.

Es findet sonach auf der Krone eine Wechsellagerung von marinen mit limnischen obercarbonischen Bildungen statt, die einerseits mit den westeuropäischen Ottweiler Schichten, andererseits mit höheren Horizonten des russischen Obercarbon parallelisirt werden können. Der District, innerhalb dessen dieses südalpine Carbonvorkommen gelegen ist, darf somit als eine küstennahe Grenzregion betrachtet werden, innerhalb deren wiederholt positive Strandbewegungen des obercarbonischen Meeres, sowie wiederholte Einschwemmungen von Schottermassen und Landpflanzen stattgefunden haben.

Die auf der Krone selbst noch horizontal lagernden Thon- und Grauwackenschiefer, Sandsteine und Fusulinenkalke des Obercarbon tauchen gegen Nordost, Ost und Südosten unter den mächtigen Massen weisser Diploporenkalke und -Dolomite, in denen der Vogelsbachgraben und Weissenbachgraben eingeschnitten sind, in die Tiefe (vergl. die Karte). In meiner vorläufigen, diese Gegend betreffenden Mittheilung<sup>5)</sup> habe ich bereits darauf hingewiesen, dass die auf einen Querbruch zurückgeführte geradlinige Begrenzung, mit welcher F. Frech das Obercarbon auf seiner Karte im Osten zum Abschluss bringt, den

<sup>1)</sup> E. Schellwien. Ueber eine angebliche Kohlenkalk-Fauna aus der ägyptisch-arabischen Wüste. Zeitschr. der deutsch. geolog. Ges. XLVI. Bd, Berlin 1894, pag. 70.

<sup>2)</sup> F. Unger. Anthrazitlager in Kärnten. Sitzungsber. d. k. Akademie d. Wiss. in Wien. 1869, IX. Bd., I. Abthl., Seite 777—792, mit 3 Tafeln.

<sup>3)</sup> D. Stur. Obercarbonische Pflanzenreste vom Bergban Reichenberg bei Assling in Oberkrain. Verhandl. d. k. k. geol. R.-A. 1886, pag. 383.

Vergl. auch E. Suess. Antlitz der Erde, II. Thl., Fussnote 72 auf S. 324.

<sup>4)</sup> In E. Schellwien. Fauna der karnischen Fusulinenkalke. Palaeontographica, 39. Bd., Stuttgart, 1892.

<sup>5)</sup> G. Geyer. Ueber die marinen Aequivalente der Permformation zwischen dem Gailthale und dem Canalthale in Kärnten. Verhandl. der k. k. geol. R.-A. 1895. Vergl. pag. 410.

thatsächlichen Verhältnissen nicht entspricht, dass vielmehr nach dieser Richtung hin ein wiederholtes Aus- und Einspringen der Grenzcontour zwischen den Carbonschiefern und dem Diploporendolomit zu beobachten ist, ein Verhältniss, das der Unterteufung jener Dolomite durch die schiefrige Carbonserie entspricht.

In dem nächsten, jenen Gebirgstheil behandelnden Abschnitt wird auf diesen Umstand näher Bezug genommen und ausserdem noch die Thatsache hervorgehoben werden, dass auch weiterhin in einzelnen isolirten Aufbrüchen unter dem Diploporendolomit immer wieder das Carbonsystem der Krone als Liegendes an die Oberfläche tritt.

Dass dieser Umstand schwer ins Gewicht fällt und selbst gegen die Annahme einer schiefen, nach Osten geneigten Verwerfungsfläche ins Treffen geführt werden kann, dürfte kaum abzuleugnen sein.

## 2. Gartnerkofel und Thörlhöhe.

Während die südliche Region der Carbonserie, welche die Unterlage des Trogkofels bildet, über den Nassfelder Sattel ungestört zum Auernig und zur Krone weiterstreicht, stellt sich in der nördlichen Region eine beträchtliche Senkung ein, derzufolge diese Partie am Fusse des Gartnerkofels erheblich tiefer liegt, als auf der gegenüberliegenden Garnitzenhöhe. Unter dem Schutze dieser Senkung blieb jene mächtige Auflagerung carbonischer, permischer und triassischer Kalksteine und Sandsteine, welche den Stock des Gartnerkofels aufbaut, vor der Abtragung bewahrt, während sich auf dem stehengebliebenen südlichen Flügel (Garnitzenhöhe) nur mehr spärliche Denudationsreste erhielten. Tektonisch haben wir uns die nach Norden gerichtete Absenkung des Carbonuntergrundes als eine Flexur vorzustellen, welche schon in den obenerwähnten (pag. 165) Schichtenumbiegungen bei der Watschiger Alpe ihren Ausdruck findet und welche entlang dem Südrande der Reppwand und des Gartnerkofels in einer überaus scharf markirten, von grossartigen Stauchungserscheinungen begleiteten Verwerfung abgebrochen ist. Das Terrain, welches uns hier zunächst beschäftigt, ist sonach eine dem abgesunkenen Nordflügel des Nassfelder Carbongebietes bedeckende, zumeist aus kalkigen Gesteinen bestehende Auflagerung, welche im Gartnerkofel culminirt und im Süden längs einer Störung von dem flach lagernden Carbon des Auernig und der Krone abgeschnitten wird.

Betrachtet man den Stock des Gartnerkofels von Norden aus, so macht sich schon aus einiger Entfernung eine deutliche Dreitheilung seines nach Norden gerichteten Absturzes bemerkbar. Diese Gliederung in drei, durch zwei sanfter geneigte und bewachsene Terrassen von einander getrennte Wandabstürze wurzelt in dem geologischen Aufbau des Berges.

Die untere, zum grössten Theile aus lichtigem Fusulinenkalk bestehende Wand thürmt sich in einer Höhe von 400—500 Meter über dem sanftwelligen, plateauförmigen Boden, auf dem die Bodenseen, 1161 Meter, gelegen sind, bis zur Reppwand, 1657 Meter, auf<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Man vergleiche das umstehende, zuerst in den Verhandlungen der k. k. geol. R.-A., 1895 Nr. 15, pag. 398, publicirte Profil.

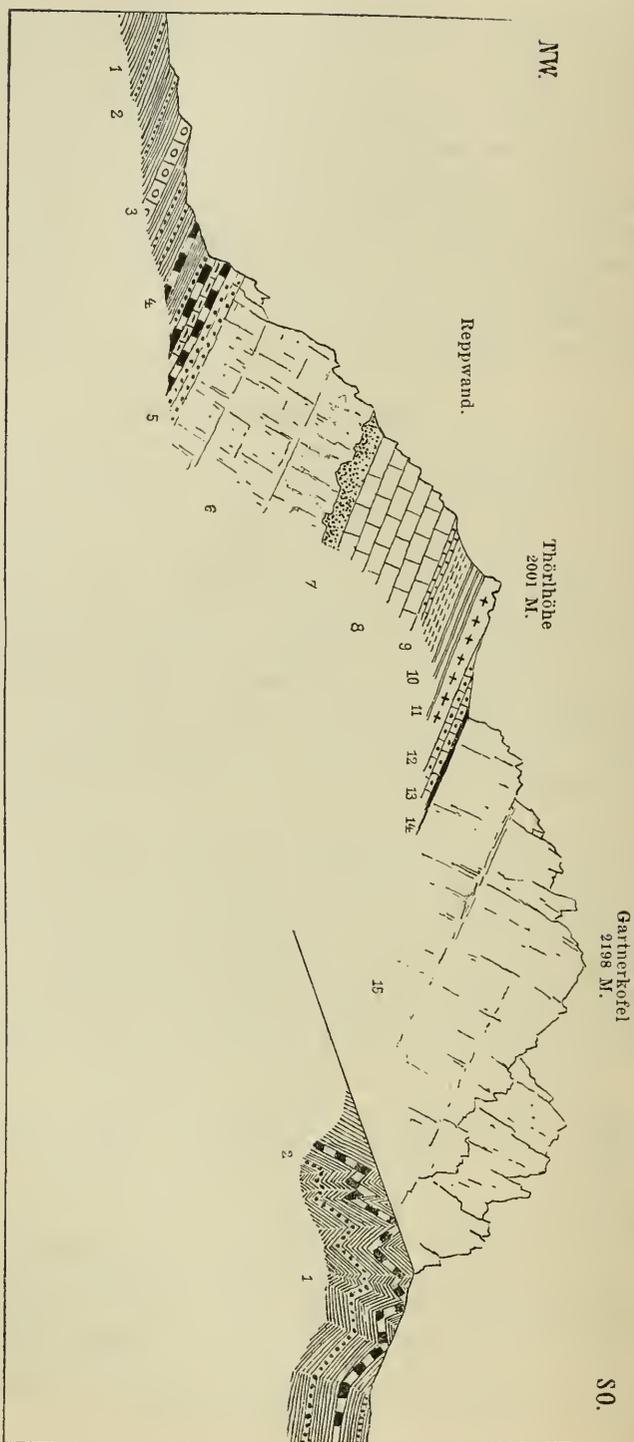


Fig. 5.

### Profil durch den Gartnerkofel und die Reppwand.

1. Thonschiefer und Grauwackenschiefer des Oberarbon. — 2. Sandsteine. — 3. Quarzconglomerate. — 4. Schwarzer Fusulinenkalk. — 5. Grauer Schwagerinenkalk. — 6. Weisse und rothe Fusulinenkalk. — 7. Röhle permische Schiefer und Sandsteine. — 8. Bellerophon-dolomit. — 9. Kalkige Gastropodenoolithe an der Basis des Werfener Schiefers. — 10. Typischer Werfener Schiefer. — 11. Kalkbänke mit rothen Schieferlagen. — 12. Buntes Kalkconglomerat des nunteren Muschelkalks. — 13. Graue hornsteinreiche Plattenkalle mit *Spirigera trigonella*. — 14. Pietraverdunf. — 15. Diploporendolomit (Schlerndolomit) des Gartnerkofels.

Die Verwerfung, an welcher der Gartnerkofel im Süden abschneidet, erscheint im Profil perspectivisch gezeichnet und trägt sonach nicht den Charakter einer Ueberschiebung.

Unmittelbar am Fusse der Wand finden sich über dem höchsten, aus einem Wechsel von Schiefern und Sandsteinen mit mächtigen Quarzconglomeratlagern und Fusulinenkalkbänken bestehenden Theile der gesenkten Carbonplatte dünnbankige schwarze Fusulinenkalke (4), welche nach oben in dickbankigere, graue Kalke mit zahlreichen Auswitterungen von Schwagerinen (5) übergehen und gewissermassen den Sockel der aus lichten Fusulinenkalken (6) bestehenden Steilwand darstellen.

Wir haben hier somit dieselbe Reihenfolge wie auf dem Trogkofel. Der mächtige Zug der weissen und rothen Fusulinenkalke lässt sich aus der Gegend im Norden der Watschiger Alpe über die Reppwand und Tröger-Höhe nach Osten bis über die oberste Garnitzklamm hinaus verfolgen. Diese letztere ist gerade in dem weissen oder rothen Fusulinenkalk eingeschnitten. Im anstehenden Gestein konnte das Vorkommen von Schwagerinen und Fusulinen an mehreren Punkten nachgewiesen werden, so z. B. unterhalb des von der Watschiger Alpe auf die Reppwand führenden Steiges, am Südabhang der Tröger-Höhe, sowie westlich und östlich neben der obersten Klamm im Garnitzengraben.

Schon bei der Besprechung des Trogkofels (pag. 156) wurden die Gründe auseinandergesetzt, welche dafür sprechen, dass diese lichten Fusulinenkalke, aus welchen das Vorkommen einer typisch obercarbonischen Art, des *Spirifer supramosquensis* Nik. constatirt ist, mindestens zum grössten Theile noch dem Obercarbon angehören, mit dem sie auch stratigraphisch auf das Engste zusammenhängen. Dabei ist allerdings die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass der höchste, unmittelbar unter dem Grödener Sandstein gelegene Theil derselben schon in die Permformation hinaufreicht, nachdem ja in benachbarten Regionen zwischen den rothen Fusulinenkalken und dem Bellerophonkalk von Lussnitz der Grödener Sandstein nicht mehr entwickelt ist, so dass dort eine ununterbrochene marine Serie die Permformation repräsentirt. Es sei hier nochmals darauf hingewiesen, dass die oben erwähnten Gründe im Wesentlichen auf dem Umstande basirt sind, dass die Gshelstufe nicht überall den oberen Abschluss des russischen Obercarbon bildet — wie ich in meinem vorjährigen Berichte (Verhandlungen 1895, pag. 392) angenommen hatte — sondern dass dieser Abschluss vielmehr durch eine mächtige Serie von Schwagerinenkalken gebildet wird, welche eine typische Carbonfauna enthalten und noch unterhalb der (permischen) Artinskstufe gelegen sind.

Man wird sonach die lichten, Fusulinen und Schwagerinen führenden Kalke des Trogkofels und der Reppwand zunächst mit den Schwagerinenkalken<sup>1)</sup> des Ural, des Gouvernement Wladimir und des Timan zu vergleichen haben, deren Liegendes durch obercarbonische Schichten mit *Productus Cora d'Orb* und *Spirifer supramosquensis* Nik. gebildet

<sup>1)</sup> Th. Tschernyschew. Mémoires du comité géologique. St. Petersburg 1892. Vol. III, Nr. 4.

wird, gleichwie sich auch in den Karnischen Alpen jene Formen in dem schiefrigen Liegendcomplex vertreten finden.

Während das Hangende der russischen Schwagerinenkalke durch den sandig schieferigen Horizont der Artinskstufe, worin zum ersten Male Ammonoiten auftreten, gebildet wird, folgen auf der Trog-Höhe und auf der Reppwand über den lichten Fusulinenkalken die rothen Sandsteine und Schiefer des Grödener Sandstein-Niveaus mit ihren charakteristischen Lagen weisser Kalkknollen und weissgrüner Mergel (7 in dem Profile). Hier entlang der Reppwand ist die Ueberlagerung noch viel deutlicher als auf der Trog-Höhe. Gute Aufschlüsse finden sich schon längs des Steiges, der von der Watschiger Alpe am Gehänge nördlich gegen die Reppwand zieht. An der Grenze gegen den weissen und rothen Fusulinenkalk beobachtet man hier auch grell roth gefärbte Kalkconglomerate vom Aussehen der analogen Bildungen am ersten Tunnel zwischen Tarvis und Goggau.

Hat man die Kammhöhe der Reppwand (1657 M.) erreicht, so erschliesst sich damit der Einblick in die Nordwand der Gruppe und damit eine der interessantesten Aufschlüsse derselben. Die rothen Grödener Schichten ziehen hier längs eines sanfter geböschten Bandes quer durch den ganzen Absturz, bis sie jenseits die Einsattlung zwischen der Thörl-Höhe <sup>1)</sup> und der Tröger-Höhe (1856 M.) erreichen und schwenken hier, dem Einfallen entsprechend, nach Südosten ab. Dabei spaltet sich der Zug und verschwindet bald im oberen Kar der Kühweger Alpe in Folge einer deutlich wahrnehmbaren Verdrückung.

Im Hangenden der Grödener Schichten aber baut sich von der Watschiger Alpe angefangen und wieder quer durch die ganze nördliche Front ein dünnbankiger Complex grauer Dolomite, Zeldolomite und Aschen auf, welcher an sich schon das typische petrographische Bild des Bellerophonolomites zur Schau trägt, in Folge der regelmässigen Ueberlagerung durch fossilführende Werfener Schiefer jedoch überdies mit voller Sicherheit als jenem Niveau angehörig betrachtet werden kann.

Diese dünnbankigen, an ihrer gelbweiss anwitternden Oberfläche wie zerhackt erscheinenden, mit Dolomitaschen-Lagen alternirenden Dolomite bilden die zweite oder mittlere der erwähnten drei Wandstufen im Nordabfall des Gartnerkofels. Sie streichen gegen die Kühweger Alpe durch und grenzen (westlich oberhalb der Alpe in dem engen Graben) in Folge des oben erwähnten Verbruches unmittelbar an den weissen Fusulinenkalk der Tröger-Höhe.

Erst weiter östlich, unterhalb des Alpenweges, der von Watschig zu den Kühweger Hütten führt, treten die Grödener Schichten abermals zu Tage in einer ziemlich breiten Zone, die sich gegen den oberen Ausgang der obersten Garnitzenklamm hinabsenkt. Dort, wo der Kühweger Graben in den Garnitzenbach mündet, erfolgt abermals eine wenn auch sehr kurze Unterbrechung, jenseits deren die rothen

<sup>1)</sup> Höchste Erhebung des Reppwand-Massives, auf der Karte unmittelbar südöstlich an den Buchstaben „d“ des Wortes Reppwand anschliessend.

Sandsteine am Gehänge des Zielerkofels zu beobachten sind. Weiterhin konnte bisher der Zug nicht mehr verfolgt werden.

Aus den dargestellten Verhältnissen ergibt sich mit Sicherheit die Ueberlagerung der lichten Fusulinenkalke durch Grödener Sandstein. In geringer Entfernung von hier beobachtet man jedoch ein Vorkommen von Grödener Sandstein, das allem Anscheine nach unmittelbar über dem schieferigen Obercarbon lagert, ähnlich wie auf der Maldatschen- und Cordin-Alpe.

Verfolgt man nämlich den Weg von der Kühweger Alpe in der Richtung gegen Watschig, so gelangt man auf der ebenen, die Kammhöhe überschreitenden Strecke desselben sehr bald auf anstehende obercarbonische Schiefer, Sandsteine und Fusulinenkalke, aus denen Prof. Suess Fossilien sammelte<sup>1)</sup>. Dieselben Schichten stehen längs des zur Côte 1032 M. absteigenden Weges an, ausserdem lagert dort aber am Westfusse des Schwarzwipfels eine Partie von Grödener Sandstein, von einer gering mächtigen Lage typischen Bellerophon-dolomits bedeckt, der sich bis auf die Kammhöhe im Südwesten des Schwarzwipfels emporzieht und an den Bänderkalken des letztern absetzt. Dass dieses engere Gebiet zwischen der Tröger Höhe und dem Schwarzwipfel von Störungen durchsetzt wird, beweist auch eine isolirte Partie von Fusulinenkalk, welche dem Carbonabhang unterhalb der Tröger Höhe auflagert. Immerhin aber hat es den Anschein, als ob jener Aufschluss von Grödener Sandstein am Kühweger Steig über dem Carbon transgredirte und nicht an das tiefer durchstreichende Silur angrenzen würde, wie dies von Frech angegeben wird. Im Uebrigen stellt auch der Genannte (Karn. Alpen, pag. 43) seine Auffassung keineswegs als vollkommen zweifellos hin. Es muss hier bemerkt werden, dass Frech auch hier die lichten Fusulinenkalke der Tröger Höhe (vergl. l. c. das Profil T. II zu pag. 42) als Bellerophonkalk bezeichnet hat, ebenso wie in dem schematisirten Profil auf pag. 343, wo ausserdem die Grödener Sandsteine als Werfener Schiefer, der Bellerophon-dolomit der Reppwand als unterer Muschelkalk und die Werfener Schichten als oberer Muschelkalk gedeutet werden.

Wir kehren nunmehr zu dem Profile durch die Nordabdachung des Gartnerkofels zurück. Ueber den Dolomiten der Bellerophonkalkstufe, welche die mittlere Wandpartie bilden, folgt in concordanter Auflagerung eine etwa 100 Meter mächtige Serie, die dem Werfener Schiefer angehört. Es sind zu unterst dünnplattige, gelbgraue mergelige Kalke mit zum Theil oolithischem Gepräge und zahlreichen Auswitterungen schlecht erhaltener, kleiner Gastropoden (9 des Profiles). Darüber folgen die typischen braunen, violetten oder auch grünlich-grauen sandigen Schiefer mit seidenartig glänzenden, glimmerreichen Schichtflächen, auf denen sehr häufig Myaciten-Steinkerne zu beobachten sind (10). Zu oberst aber stellt sich eine Wechsellagerung hellgrauer Plattenkalke mit Zwischenlagen blutrother sandig glimmeriger Schiefer ein, worin ich noch *Myacites fassaensis* und *Aviculopecten?* sp. auffand (11). In Folge des flachen, südlichen Einfallens zieht die

<sup>1)</sup> F. Frech. Karnische Alpen. Halle 1892—1894, pag. 42 (sub 4).

ganze, einer zwischen dem mittleren und dem höchsten Wandbau eingeschalteten, sanfter geneigten Stufe entsprechende Serie, sowohl auf der West-, als auch auf der Ostseite schräg herab, einerseits gegen die Watschiger Alpe zu, andererseits gegen die Kühweger Alpe hinab. Oberhalb dieser Alpe fand ich in gelblichgrauem Mergel *Myophoria costata*; Frech citirt aus der östlichen und westlichen Umgebung das Vorkommen von *Pseudomonotis*, *Myacites fassaensis* und Gastropoden-Oolithe mit *Holopella* (Karn. Alpen, pag. 43).

Nun folgt über dem Complex des Werfener Schiefers, der hier eine auffallend geringe Mächtigkeit aufweist, eine markante Stufe gelbrother Kalkconglomerate, die den höchsten Punkt der Thörl-Höhe bilden (12) und von einigen rothen Kalkbänken bedeckt werden.

Leicht erkennt man in diesem Gestein die bunten, aus Kalkgeröllen oder auch aus eckigen Kalkfragmenten zusammengesetzten Conglomerate wieder, mit denen der Muschelkalk des südlichen, zwischen Pontebba und Chiusaforte vom Fellafusse durchschnittenen Triasgebietes beginnt.

Ueber dem bunten Conglomerat des Muschelkalks lagern graue, zum Theil Hornsteinauswitterungen führende, zum Theil auch knollig entwickelte Plattenkalke (13), in denen ich auf der Südwestabdachung des Thörlsattels (auf dem ersten ebenen Boden circa 50 Meter unterhalb der Sattelhöhe) Auswitterungen verkieselter Brachiopoden fand. Es sind dies nach freundlicher Bestimmung des Herrn Dr. A. Bittner *Terebratula vulgaris* Schloth., *Spirigera trigonella* Schloth. und *Spirifer Mentzeli* Dunk., somit typische Muschelkalkformen. Im Hangenden der Plattenkalke steht sowohl auf der West-, als auch auf der Ostabdachung des Thörlsattels ein gering mächtiges Lager grünen Tuffes an, das als Pietra verde ausgeschieden wurde. Infolge einer kleinen Localverwerfung übersetzen weder die Plattenkalke, noch die Pietra verde die eigentliche Sattelschneide.

Nun aber folgt mit dem gleichen südlichen oder südöstlichen Einfallen ein mächtiger Complex lichter Diploporenkalke und -Dolomite, in denen Prof. Suess das Vorkommen von *Daonella cf. tirolensis* v. Mojs. constatirte (F. Frech, Karn. Alpen, pag. 46), welche nach Frech wie die Pietra verde auf eine Vertretung des Buchensteiner Niveaus hinweisen würde. In dieser wild zerklüfteten, den Gartnerkofel selbst oder die dritte und höchste Wandpartie aufbauenden Masse lichter Diploporenkalke zieht eine Lage dünner geschichteter, etwas dunkler gefärbter Kalke durch, in denen ich leider keine Fossilien aufzufinden vermochte. Man bemerkt diese Lage auch auf einer der von Prof. Suess meisterhaft ausgeführten Contourenzeichnungen des Gartnerkofels, welche nebst anderen auf diese Gegend bezüglichen Abbildungen jenes Forschers in Frech's „Karnischen Alpen“ reproducirt wurden (Abbildung 13 zu pag. 39 unterhalb der Bezeichnung Schlerndolomit). Die weissen Diploporenkalke und -Dolomite des Gartnerkofels können wohl als Schlerndolomit bezeichnet werden.

Damit erreicht das schöne Profil seinen oberen Abschluss, denn die wenig geneigten, undeutlich von einander abgesonderten Bänke des Schlerndolomites stossen auf dem Abhang zum Garnitzenthal

plötzlich an wild durcheinandergestauten Obercarbonschichten ab, welche erst in einiger Entfernung von der mehrerwähnten Bruchlinie eine ruhige, nach Süden gegen den Auernig geneigte Lagerung annehmen.

Geben uns die tieferen Partien des Reppwandprofils Aufschluss über das Verhältniss zwischen den lichten Fusulinenkalken und dem sie überlagernden Grödener Sandstein, so bietet die obere, der Triasformation zufallende Abtheilung desselben einige Anhaltspunkte für die Erkenntniss der in dieser Region herrschenden abnormalen Entwicklung des Werfener Schiefers. Im Gegensatz zu dem wenige Kilometer weiter südlich durchstreichenden Werfener Schiefer von Pontafel zeichnen sich die gleichaltrigen Gebilde am Nord- und Ostabhänge des Gartnerkofels durch eine auffallend geringe Mächtigkeit und durch kalkreiche Entwicklung aus. Es zeigt sich dies besonders deutlich, wenn man den Zug der Werfener Schiefer vom Thörlsattel angefangen längs der Nordabdachung des Gartnerkofels nach Osten bis in den Garnitzengraben verfolgt. Nach dieser Seite hin, also im Norden, Osten und Südosten, wird die Schlerndolomitkrone dieses Berges überall gleichmässig von den bandförmig durchziehenden Werfener Schiefen umgürtet. Allein je weiter nach Osten und Südosten zu, desto kalkiger werden deren Sedimente, desto mehr treten die schiefrig-sandigen, rothen Zwischenlagen auf Kosten der plattigen Kalk- und Dolomitbänke zurück. Findet man am Ostfusse des Gartnerkofels im Garnitzengraben an der Basis der von den östlichen Vorbauten unseres Berges herabziehenden Schluchten überall Fragmente des bunten, gelben und rothen Muschelkalkconglomerates, sowie hie und da auch grüne Brocken von Pietra verde, so gewährt erst die Südostflanke der Masse leichter zugängliche Aufschlüsse. In dieser Hinsicht ist namentlich der von der Garnitzenalpe in den gleichnamigen Graben hinabführende, halb verfallene Fahrweg und zwar besonders an jener südlich unterhalb Punkt 1778 der Karte gelegenen Stelle lehrreich, wo der Weg in Serpentina einen vom Gartnerkofel südöstlich herabkommenden Graben quert. Man sieht hier im trockenen Bachbett dünnbankige, plattige, lichte Kalke und Dolomite mit flach nördlichem Einfallen anstehen mit spärlich vertheilten Zwischenlagen von grünlichgrauem Mergelkalk oder violetten, sandigen Schiefen, etwas höher oben jedoch dünne Lagen von röthlichem, thonigem Kalkstein, dessen Platten von lichtgrauen Streifen durchzogen werden; letztere sind auf Infiltrationen zurückzuführen, die längs feiner, aber noch gut wahrnehmbarer Klüfte erfolgt sind. Daneben finden sich dichte, muschlig brechende, röthlichgraue Plattenkalke mit kleinen Gastropodendurchschnitten, sowie die rothen Holopellenoolithe der Werfener Schichten, welche in einer grauen oder röthlichen Kalkmasse zahllose, kirschroth gefärbte Holopellendurchschnitte aufweisen. Unter diesem Niveau folgen wieder dünnplattige, lichtgraue Dolomite, abermals mit rothen Zwischenlagen, deren flaches Einfallen gegen Norden gerichtet ist.

Es ist möglich, dass ein Theil dieser Dolomite schon in das permische Bellerophoniveau hinabreicht, auf der Karte wurden sie noch dem Werfener Schiefer zugerechnet, nachdem das mit

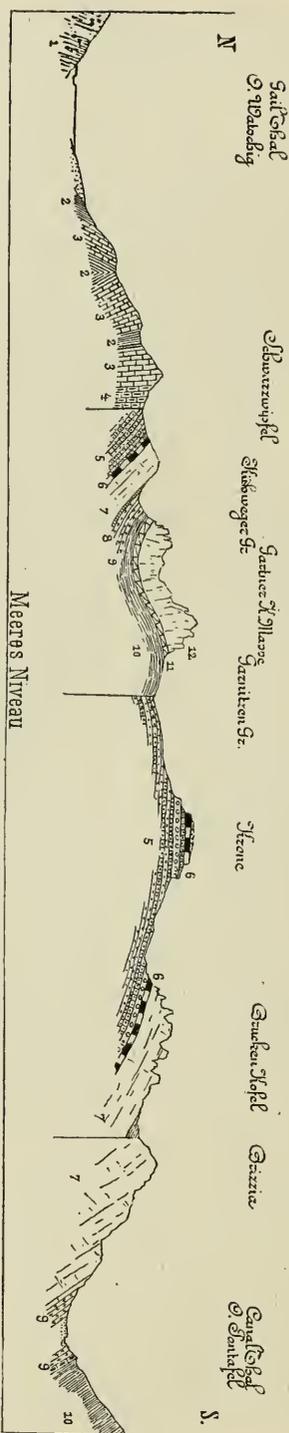


Fig. 6.

Durchschnitt durch die Karnische Hauptkette zwischen Watschig im Gailthal und Pontafel.

1. Krystallinischer Thonglimmerschiefer.
2. Silurische Thonschiefer und Grauwacken.
3. Obersilurischer Bänderkalk.
4. Devonischer Bänderkalk.
5. Obercarbonischer Schiefer.
6. Schwarzer Fusulinenkalk.

7. Weisser Fusulinenkalk der Kühweger Alpe und weisser Diploterodolomit des Brucknerkofels.
8. Grödenner Sandstein.
9. Bellerophonkalk und Dolomit.
10. Werfener Schiefer <sup>1)</sup>
11. Mnschelkalk.
12. Schlerndolomit.

<sup>1)</sup> Im Sattel zwischen Brucknerkofel und Brixia ein Rest von Werfener Schiefer.

rothen Zwischenlagen wechsellagernde, dünnbankige Kalk- und Dolomitmiveau zweifellos den Werfener Schiefer repräsentirt und thatsächlich auch, um den Ostfuss des Gartnerkofels herum, mit diesen oberhalb der Kühwegeralpe anstehenden Schichten zusammenhängt. Es sind hier im Garnitzengraben sonach die südlichen Ausbisse des Werfener Schiefers, der mit Nordfallen unter dem Schlerndolomit des Gartnerkofels untertaucht, um jenseits bei der Kühwegeralpe, wieder nach Norden ansteigend zu Tage zu treten. Zwischen dem Werfener Schiefer und dem Schlerndolomit ziehen, wie der Grabenschutt aller Schluchten darthut, die bunten Conglomerate durch die Wände hindurch.

Umso überraschender wirkt es, wenn man auf dem weiteren Abstieg im Bachbette des Garnitzengrabens und zwar dort, wo der Weg vom Schulterköfele herabkommt, wieder auf die charakteristischen rothen und gelben Kalkconglomeratbänke des Muschelkalks stösst, die hier jedoch ganz flach nach Südosten einfallen.

Es ist als ob am Südostfusse des Gartnerkofels gegen den Garnitzengraben eine flache Antiklinale entwickelt wäre, in deren Scheitel — höher oben am sanften Abhang des Berges — die Werfener Schichten aufgebrochen sind. Dabei liegt auch die Möglichkeit vor, dass die Muschelkalkconglomerate des Bachbettes an einer Störung in tiefere Position gebracht wurden, denn es verläuft ganz nahe jener Stelle, um eine kurze Strecke thalaufwärts, ein typisch zum Ausdruck gelangender Bruch. Gegenüber der untersten auf der Karte eingezeichneten Serpentine lässt sich nämlich im Bachbette das Nachfolgende beobachten. Vom nördlichen Bachufer fallen deutlich gebankte, mit dem bunten Conglomerat in Verbindung stehende, helle Plattenkalke, die sicher zur unteren Trias gehören, sehr flach nach Südosten ein. Im Bachbette selbst aber stossen daran die dunklen Carbon-schiefer des jenseitigen Abhanges, nach Nordwesten einfallend, scharf begrenzt ab. Es ist diese Stelle als ein Modell einer Verwerfung anzusehen, nicht nur wegen der entgegengesetzten Einfallrichtung, sondern auch in Folge des grellen Contrastes der Gesteine: hier lichte Plattenkalke, dort der mürbe, zerfallende schwarze Thonschiefer des Obercarbon. Für die richtige Auffassung der Gegend ist es nun von Wichtigkeit zu bemerken, dass über dem carbonischen Schiefer eine Auflagerung eines schneeweissen Dolomits ruht, der gegen Norden fällt und in Folge dessen weiter unten unmittelbar mit dem bunten Muschelkalkconglomerat in Contact gelangt. Hier setzt also die Störung, welche die Fortsetzung des Garnitzbruches darstellt, zwischen lichten Kalken und Dolomiten der Trias und lichten palaeozoischen Dolomiten durch, wodurch die Schwierigkeiten, die sich an vielen Stellen einer sicheren Unterscheidung der palaeozoischen und mesozoischen Dolomite entgegenstellen, deutlich demonstrirt werden. Unterhalb dieser Stelle beobachtet man längs des einzelne Wasserfälle bildenden Garnitzenbaches noch einmal dünnbankige, rothe Zwischenlagen führende Plattenkalke und -Dolomite, welche das bunte Conglomerat unterteufen und wahrscheinlich wieder dem Werfener Schieferniveau angehören. Es ist nun wichtig im Auge zu behalten, dass im Garnitzengraben entlang dem Ostfusse des Gartner-

kofels nordsüdliches Streichen mit flachem östlichen Einfallen herrscht, während der dem Gartnerkofel gegenüber liegende Zielerkofel, der scheinbar genau aus denselben Gesteinen besteht, von West nach Ost streichende, fast saiger stehende lichte Dolomite aufweist. Ich glaube sonach, dass zwischen beiden Massen und zwar am rechten Bachufer eine Störung verlaufen muss, die als die nördliche Abschwenkung des Garnitzenbruches angesehen werden kann. Ein weiterer Beweis dafür liegt in den sicher horizontirten Bellerophondolomiten, welche mit Südfallen an der Ausmündung des Kühweigergrabens über den Garnitzenbach hinübersetzen und in die Masse des Zielerkofels einstreichen, im Norden unterteuft von Grödener Sandstein und sodann vom Fusulinenkalk der obersten Garnitzenklamm, woraus folgt, dass am Aufbau des Zielerkopfes zweifellos palaeozoische Dolomite theilnehmen.

F. Frech nimmt (Karnische Alpen, pag. 40) an, dass der Gartnerkofel im Osten mit der ausgedehnten Dolomitafel von Malborghet zusammenhängt und rechnet den Zielerkofel durchaus zum Schlerndolomit. Beides ist sonach unrichtig.

Auf der Möderndorfer Alpe tritt allerdings Werfener Schiefer auf, jedoch in steiler Schichtstellung über dem Bellerophondolomit. Ganz falsch aufgefasst ist in Frech's Karte der Durchbruch des Garnitzengrabens südöstlich vom Schwarzzipfel:

1. Sein Bellerophonkalk entspricht dem carbonischen rothen und grauen Fusulinenkalk der oberen Klamm.

2. Werfener Schiefer und Muschelkalk streichen hier nicht über den Bach zur Möderndorfer Alpe durch, sondern schwenken auf halber Höhe des Gartnerkofels durch dessen Ostflanke ab.

3. F. Frech's Muschelkalkconglomerat dieser Gegend existirt nicht und ist dafür Grödener Sandstein zu substituiren, welcher letzterer hier übersehen wurde.

4. Bei den alten Sägen steht Bellerophonkalk an und nicht Schlerndolomit.

5. Werfener Schiefer und Muschelkalkconglomerat im oberen Garnitzengraben wurden übersehen, und statt deren Schlerndolomit eingetragen.

6. Das Obercarbon greift unter der Dolomitbank des Schulterköfeles nach Norden vor, Frech's Bruchhecke entbehrt daher der realen Basis.

Hier mag noch bemerkt werden, dass nach Frech (Karnische Alpen, pag. 46) Herr Prof. Suess vom Schulterköfele<sup>1)</sup> das Vorkommen von *Spiriferinen* und *Terebrateln* aus der Gruppe der *Terebratula vulgaris* angibt. F. Frech gibt den Fundort nicht genauer an, es bleibt daher unentschieden, ob die im Uebrigen keineswegs bezeichnenden Fossilien aus dem Plattenkalk der unteren Trias, oder aus dem weissen Dolomit des Schulterköfeles selbst entstammen.

<sup>1)</sup> Auf der Karte (Blatt Bleiberg und Tarvis) als „Schulterkäferle“ bezeichnet. Es ist dies eine kleine, aus weissem Dolomit bestehende Kuppe, die sich im Südwesten der Einsattlung zwischen dem Garnitzen- und dem Weissenbachgraben erhebt.

Wir werden nochmals auf die Thatsache zurückkommen, dass dieser Dolomit das unmittelbar Hangende der Obercarbonserie bildet, dass derselbe vom Werfener Schiefer überlagert wird und daher als palaeozoischer Dolomit erkannt werden muss. Wie erwähnt, genügen die angeführten Bestimmungen keineswegs, um zu sicheren Schlüssen hinsichtlich des Alters der sie unerschliessenden Schichte zu gelangen.

Aus vorstehender Schilderung der Verhältnisse innerhalb des Garnitzengrabens folgt nun, dass sich das Triasmassiv des Gartnerkofels im Westen, Norden, Osten und Südosten von den älteren Bildungen deutlich abgrenzt und dass dasselbe im Süden mit dem Garnitzbruch an der Carbonplatte des Auernig und der Krone abschneidet.

### III. Die permische Dolomitzone des Rosskofels und der Zirkelspitzen.

Zwischen der obercarbonischen Platte, welche die Wasserscheide der karnischen Hauptkette einnimmt, und dem breiten Streifen von Werfener Schiefer, der an der Basis der südlichen Kalkregion (Julische Alpen) aus dem Incarjothale nach Pontafel herüberstreicht und von hier nach Osten am südlichen Gehänge des Canalthales seine Fortsetzung findet, schaltet sich eine mehrere Kilometer breite Zone nach Süden einfallender, lichter Kalke und Dolomite ein. Während dieselbe sich im Trog, am Rudniker Sattel und weiterhin noch bis zum Bombaschgraben zu den Obercarbonischen in discordanter Lagerung befindet, beobachtet man in der Region der Krone das Hinabtauchen dieser Schichten unter den hellen Dolomiten und Kalken, unterhalb deren in allen Aufbrüchen, wo tiefere Gesteine an die Oberfläche gelangen, immer wieder die leicht wiederzuerkennenden obercarbonischen Gebilde erscheinen. Um zu einem Urtheile über die stratigraphische Stellung der fraglichen weissen oder grauen Dolomit- und Kalkmassen zu gelangen, hat man erstens den Umstand zu berücksichtigen, dass dieselben innerhalb der von Westen nach Osten streichenden Zone eine intermediäre Position zwischen dem Carbon der Krone und dem erwähnten, mächtigen Pontafeler Zuge des Werfener Schiefers einhalten. Zweitens kommt in Betracht, dass das Obercarbon der Krone überall dort, wo keine evidenten Discordanzen zu beobachten sind, parallel unter den hellen Dolomit in die Tiefe setzt, und dass unter dem Letzteren in allen älteren Aufbrüchen immer wieder nur das Obercarbon zum Vorschein kommt und nirgends ein Glied der unteren Trias. Drittens muss hervorgehoben werden, dass sich auf der Südseite im Hangenden der grossen Kalk- und Dolomitmassen allmählig und ohne scharfe Grenze eine Serie scharf geschichteter, zum Theil aschenartig zerfallender, zum Theil bituminöser Zellendolomite entwickelt, deren oberste durch dunkle Plattenkalke gebildete Lagen nahe an Pontafel im Schwefelgraben bei Lussnitz die oberpermische Fauna des Bellerophonkalks führt. Hiezu muss endlich noch das Auftreten eines isolirten

Deckgebildes (Brizzia) hinzugefügt werden, welches sicher als Werfener Schiefer erkannt werden konnte.

Gegenüber den solcherart kurz charakterisirten Lagerungsverhältnissen tritt die spärliche und wenig charakteristische Fossilführung der in Rede stehenden Kalke und Dolomite in den Hintergrund. Es ist namentlich das Vorkommen von Diploporen, nach welchem der ganze Complex dem Schlerndolomit zufallen würde, für die von Frech vertretene Auffassung maassgebend gewesen, nachdem andere von diesem Autor ins Treffen geführte organische Reste zum Theil benachbarten Triasgebieten angehören, wie jene vom Gartnerkofel, theils problematisch erscheinen, weil analoge Reste (*Megalodon* sp. und *Thecosmilia?* vom Rosskofel) in enger Verbindung mit Fusulinen führenden Kalken angetroffen werden, theils endlich (*Posidonomya Wengensis* Wissm. von der Kalischwig Wiese — Karn. Alpen, pag. 32) ausserhalb des vorliegenden Terrains in möglicherweise überlagernden, jedenfalls aber in petrographisch abweichenden Schichten angetroffen wurden. Hinsichtlich der Diploporen jedoch konnte ich schon in meinem ersten Berichte darauf bemerken, dass bereits durch G. Stache auf das Zusammenvorkommen von Fusulinen und Diploporen hingewiesen wurde.

Auch C. W. Gümbel bestätigte nach specieller Untersuchung (Verhandlungen 1874, pag. 79) das Auftreten echter Gyroporellen im Carbon der Krone. Hier mag endlich noch hinzugefügt werden, dass *Diplopora Bellerophontis* Rothpl.<sup>1)</sup>, wie ich mich durch mikroskopische Untersuchung mehrerer Proben überzeugen konnte, die höheren Lagen des Bellerophonkalks geradezu erfüllt. Das Algengeschlecht *Diplopora* darf daher keineswegs als für triassische Bildungen bezeichnend hingestellt werden.

Bedauerlicher Weise konnte die Untersuchung der vorliegenden, vom Rosskofel und vom Malurch stammenden Korallen nicht rechtzeitig vollendet und in dieser Arbeit mitverwerthet werden.

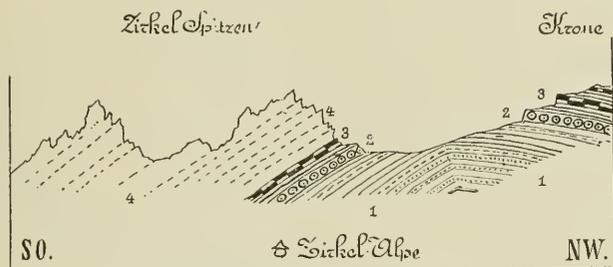
Nachdem die palaeontologische Urkunde nur ungenügende Anhaltspunkte für die Horizontirung des in Rede stehenden Kalk- und Dolomitcomplexes darbietet, wollen wir nochmals die Lagerungsverhältnisse im Detail besprechen und jene Beobachtungen heranziehen, die zur Klärung der Auffassungen beizutragen geeignet sind.

Ich erwähne hier wieder die zonale Einschaltung des Zuges zwischen dem Obercarbon der Krone und den Werfener Schiefen von Pontafel und Lussnitz und gehe dann zunächst auf die Besprechung der Unterlagerung unserer Kalkmassen über. In dieser Beziehung kommt vor Allem die Gegend der Krone in Betracht. Man sieht hier das Südost-, Ost- und Nordost-Ende der auf der Krone noch sölilig liegenden Obercarbonschichten parallel unter die Dolomit- und Kalkplatte von Malborghet hinabtauchen. In dem Sattel, der die Krone von den Zirkelspitzen trennt, ist eine Antiklinale aufgeschlossen. Auf der Krone liegt das Carbon annähernd horizontal, in dem erwähnten Sattel erfolgt jedoch, geradeso wie bei der Ofen-

<sup>1)</sup> A. Rothpletz. Ein geologischer Querschnitt durch die Ostalpen. Stuttgart 1894, pag. 24.

alpe, eine nach Süden oder Südosten geneigte Flexur, so dass die gesammten Obercarbonischen, Schiefer, Sandsteine, Conglomerat- und Fusulinenkalkbänke parallel unter den weissen Dolomit einschliessen. Der grelle Contrast zwischen dem schneeweissen Dolomit der Zirkelspitzen und dem dunklen Carbonchiefer ist allerdings geeignet, die Täuschung hervorzurufen, als ob hier eine scharf ausgesprochene Bruchlinie vorliegen würde. Locale Stauchungen und Zerknitterungen der weichen, von der Dolomitplatte belasteten Carbonchiefer auf der „Loch“-Seite mögen diesen Eindruck verstärkt haben. Im Ganzen tritt jedoch bei genauerer Betrachtung der völlige Parallelismus der Schieferunterlage und des Hangenddolomites klar hervor. Wenn hier eine Störung vorhanden wäre, müsste die Verwerfungsfläche mit der Grenzschichtfläche zusammenfallen. Die Möglichkeit des Auftretens derartiger localer Ueberschiebungen kann nicht in Ab-

Fig. 7.



Profil der Zirkelspitzen.

1. Thonschiefer und Sandstein des Obercarbon.
2. Quarzconglomerat.
3. Fusulinenkalke.
4. Diploporendolomit.

rede gestellt werden, dass aber solche Störungen hier nur einen localen Charakter besitzen könnten, erhellt aus dem Umstand, dass sich der Ostrand der Carbonunterlage nach Nordost, nach Ost, nach Südost und nach Süd neigt, und dass der Dolomit, welcher über demselben auflagert und zungenförmig gegen die Krone vorgreift, am Schulterköfele nach Nordost, am Lonaswipfel nach Ost, an den Zirkelspitzen nach Südosten und am Bruckenkofel (Punkt 1635 der Specialkarte) direct nach Süden einfällt. In dem Kar der Zirkelalpe sieht man nicht nur die oben erwähnte Antiklinale im Sattel zwischen Zirkelspitze und Krone, sondern auch das Hinabgreifen der Fusulinenkalke, auf denen die Halterhütte der Krone (Blatt Bleiberg und Tarvis, SW vom Lonaswipfel) gelegen ist, unter dem Dolomit des Lonaswipfel. Frech's Karte verzeichnet dort, sowie in dem nordwestlich vom Lonaswipfel gegen das Schulterköfele (Weissenbachsattel) hinabziehenden Waldgraben bereits den „Schlerndolomit“, nachdem diese Orte bereits östlich von dem „Quer-

bruch“ liegen, der angeblich das Carbon der Krone im Osten abschneidet. In Wahrheit ist jedoch dort überall noch das schieferige Obercarbon aufgeschlossen, das, dem kuppelförmigen Hinabtauchen unter dem Dolomit entsprechend, nach Norden, Osten und Süden vorspringende Lappen entsendet, zwischen denen der Dolomitschichtenkopf zungenförmig gegen die Krone vorgreift.

Der Aufschluss, welchen der zur Krone ziehende Nordostgrat der Zirkelspitzen darbietet, gibt uns völlige Klarheit über die Aufeinanderfolge. Unter dem weissen, wilde Felszacken bildenden, Diploporen führenden Dolomit der nördlichen Zirkelspitze lagert zunächst dunkelgrauer Fusulinenkalk, dann grünlicher oder violetter sandiger Schiefer mit Hieroglyphen, sodann abermals dunkler Fusulinenkalk und mergelige, knotige Fusulinenkalke, nochmals violette, sandig-glimmerige Schiefer, endlich eine mächtige Conglomeratbank. Dieselbe Conglomeratbank, welche hier also schon nach Südosten einfällt, biegt weiter nördlich in eine horizontale Lage um und setzt in das söhlige Schichtsystem der Krone ein (vergl. obiges Profil), so dass die oben erwähnten Fusulinenkalke als Aequivalente der den Kronen-Gipfel bildenden Kalkbänke anzusehen sind. Unter dem Conglomerat folgen nun, wie am Abhang der Krone, Thonschiefer und Sandsteine, denen das grosse Kar im „Loch“ angehört. Dieselben reichen als Kern der Antiklinale noch bis in den Sattel zwischen der Krone und den Zirkelspitzen empor.

Hier sei auf die Anthrazit-Linse hingewiesen, die von Professor Hoefler im lichten Dolomit der Zirkelspitzen und zwar etwa 20 Meter im Hangenden der sandig-schieferigen Carbonunterlage auf der Loch-Seite gefunden wurde<sup>1)</sup>. Ich selbst traf in dem Kar, das sich von der Scharte zwischen beiden Zirkelspitzen nach Südosten, also ebenfalls gegen das „Loch“ hinabsenkt, eine Einlagerung schwarzer Plattenkalke, grauer, knolliger Kalke und gelbgrauer, kalkiger Schiefer an, welche nach Süden unter die grosse Zirkelspitze einfallen, leider jedoch ausser unbestimmbaren Crinoiden- und Pflanzenresten keine Fossilien geliefert haben. Diese Gesteine erinnern auffallend an die dunklen Mergelschiefer, welche in der Gegend von Malborghet mitten in dem weissen Dolomiterrain zu Tage treten und von F. Frech als Aufpressungen betrachtet werden.

Die Localität „im Loch“ dagegen ist seit langer Zeit als Fundpunkt obercarbonischer Thier- und Pflanzenreste bekannt, der Fundort liegt nahe unterhalb der Schutthalde, welche am Fusse der Scharte zwischen der Krone und der nördlichen Zirkelspitze herabkommt.

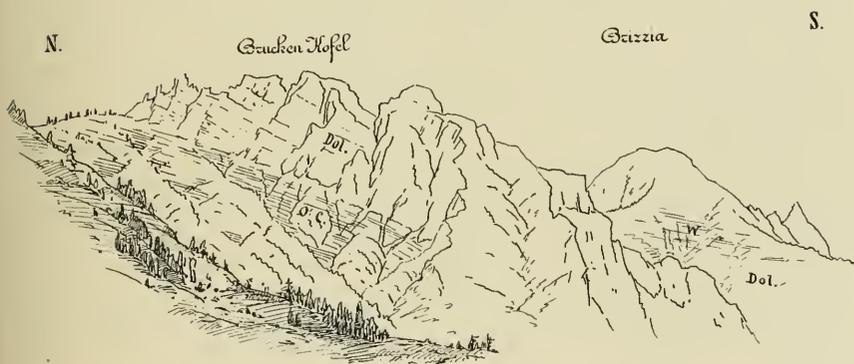
Aus dem Gesagten ergibt sich, dass der grosse „Zirkelbruch“ Frech's, der das Obercarbon im Osten quer abschneiden soll, so zu sagen auf den landschaftlichen Contrast zwischen dem schwarzen Carbon der Krone und dem schneeweissen Dolomit der Zirkelspitzen reducirt erscheint, da auch die Knickungs- und Zerquetschungserscheinungen, welche (Karnische Alpen, pag. 52) als Beweise für

<sup>1)</sup> H. Hoefler. Vorläufige Notiz über das Anthrazit-Vorkommen in der Nähe der Ofenalpe bei Pontafel. Jahrb. des naturhist. Landesmuseums von Kärnten. X. Klagenfurt, 1871, pag. 187.

das Vorhandensein einer Störung angeführt werden, so unbedeutende sind, dass man derlei überall zu sehen bekommt, wo sich grosse, starre Massen in geneigter Stellung über plastischen, mürben Schiefen anlehnen. Mit dem „Querbruche“ fallen natürlich auch alle weiteren an denselben geknüpften Speculationen über den Zusammenhang dieser Störung mit der Pontafeler Erdbebenlinie von H. Hoefler.

Genau dieselben Verhältnisse wie an der vorspringenden und übergreifenden Dolomitzunge der nördlichen Zirkelspitze herrschen auch auf dem Kamme, der den Bombaschgraben vom Loch trennt. Der weisse, palaeozoische Dolomit des Bruckenkofels (1635 M.) ruht hier mit südlichem Einfallen auf parallel lagernden ober-carbonischen Fusulinenkalken und Quarzconglomeraten, deren Bänke

Fig. 8.



**Ueberlagerung des Obercarbon (OC) durch den weissen Diploporendolomit (Dol.) des Bruckenkofels.**

Gesehen von der Trattenalpe.  
Nach einer Skizze des Verfassers.

westlich unterhalb der Sattelhöhe gegen den Bombaschgraben deutlich aufgeschlossen sind.

Bis hieher herrschten, von localen unbedeutenden Störungen abgesehen, so zu sagen normale Auflagerungsverhältnisse. Weiter gegen Westen stellt sich nun aber eine Discordanz ein, welche den hellen Kalk und Dolomit von der Carbonplatte des Nassfeldes abtrennt. Schon in dem Graben, der von dem oben erwähnten Sattel im Norden des Bruckenkofels (1635 M.) zum Bombaschgraben abfällt, bemerkt man südlich einfallende schwarze Schiefer und Sandsteine, welche auch unterhalb der Ofenalpe anstehen und entschieden ein tieferes Niveau einnehmen, als die Schichten der Krone, in unmittelbarem Contact mit dem weissen Dolomit des Bruckenkofels. Am Nordfusse des Malurch- und Rosskofels lehnen sich mächtige Schutthalden an die Wände an und verhüllen die Grenzregion zwischen den tiefer unten hie und da aufgeschlossenen Sandsteinen oder Con-

glomeraten und dem Kalk der Wände in einer Weise, welche ein Urtheil über die Concordanz oder Discordanz unmöglich macht. Erst auf der den Rosskofel mit dem Tröglkofel verbindenden Schneide des Rudniker Sattels sieht man das Carbon deutlich vom Kalk des Rosskofels ab nach Norden einfallen. Hier verläuft evidentermaassen eine Störungslinie in ostwestlicher Richtung (Frech's Rosskofelbruch) und schneidet Rosskofel und Trögel von den Carbonbildungen des Troges, den Maldatschenberg von den Carbonschiefern der gleichnamigen Alpe und noch weiter im Westen den Kalk des Monte Zermula von den Quarzconglomeraten am Lanzensattel ab. Längs dieser Linie bieten sich also keine Anhaltspunkte für die Beurtheilung der Stellung des Kalkes, wohl aber zeigt sich in dem vom Lanzensattel gegen das Pontebbanathal absinkenden Graben der Casa rotta, dass M. Zermula und Rosskofel derselben Kalkmasse entsprechen. Nun liegen auf dem Monte Zermula die lichten Kalke unmittelbar auf einem Zuge bunter, zumeist rother obersilurischer Netz- und Orthocerenkalke, welche vom Chiarso-Durchbruch bei Stua Ramaz entlang dem Südhang des M. Zermula bis Casa rotta zu verfolgen sind und wie die hellen Kalke des M. Zermula nach Norden einfallen<sup>1)</sup>.

Ueberschreitet man den Kamm des M. Zermula von der Südseite her über die Forca di Lanza nach dem Lanzensattel, so hat es den Anschein, als ob die silurischen Orthocerenkalke, welche durch die Forca di Lanza durchstreichen und sich über den M. Pizzul nach Osten fortsetzen, in concordanter Weise von den hellgrauen Kalken des M. Zermula überlagert und als ob die letzteren dem Devon angehören würden. Zu dieser Auffassung neigt auch Taramelli<sup>2)</sup> hin, nach welchem die Studien De Angelis' auf der Süd-

<sup>1)</sup> Eigenthümlich ist die Darstellung dieser Region in F. Frech's Karte der karnischen Alpen. Die obersilurischen rothen Netzkalke des Chiarso-Durchbruches bei der Stua Ramaz schneiden nämlich auf derselben im Osten an einem Querbruche ab, während sie in Wahrheit am Südhang des M. Zermula und über den M. Pizzul bis zur Casa rotta weiterstreichen. Die rothen Silurkalke des M. Pizzul wurden schon am Anfange der Fünfzigerjahre von D. Stur und später von T. Taramelli beobachtet und eingezeichnet. F. Frech hielt dieselben für eine besondere Facies des Obercarbon (Karn. Alpen. pag. 58).

<sup>2)</sup> T. Taramelli. Osservazioni stratigraphiche sui terreni palaeozoici nel versante italiano delle Alpi Carniche. Rendiconti d. R. Accademia d. Lincei. Roma 1895, pag. 189. (Vergl. auch: Bollet. d. Soc. geologica italiana Vol. XIV, Roma, 1895, pag. 278 und die Notiz von De Angelis d'Ossat über carbonische und devonische Korallen aus der Carnia, loc. cit. pag. 88.)

Es werden hier u. A. devonische Korallen aus der Gegend der Lodinutalpe (Findenigkofel) namhaft gemacht, woselbst auf der Frech'schen Karte nur Obersilur eingetragen erscheint. Auch Frech gibt von einer nahen Localität das Vorkommen verkieselter Korallen an, über deren Auftreten ich nachher (Verhandlungen der k. k. geol. R.-Anst. 1895, pag. 85) selbst berichten konnte, und welchen er (Karnische Alpen, pag. 233) ein eigenes Kapitel: „Die obersilurischen Korallen am Findenigkofel“ widmet. Frech hält dieses Korallenvorkommen für die erste Ansiedlung der Riffkorallen, welche zur Zeit des Devon so gewaltige Bauten auführten und mit denen die obersilurischen Formen wenigstens generisch übereinstimmen.

Die Verbindung der obersilurischen mit den devonischen Bildungen ist in den karnischen Alpen eine so innige, dass das Auftreten beschränkter Devonpartien in Begleitung der Obersilurzüge nicht überraschen kann. Ueberdies muss

abdachung des Berges thatsächlich zum Nachweise devonischer Bildungen geführt hätten.

Es darf dabei nicht vergessen werden, dass sich das Obersilur des M. Pizzul in überkippter Lagerung befinden dürfte, wie weiter oben nachzuweisen versucht (pag. 140) wurde. Nach dem heutigen Stande unserer Kenntniss der Gegend kann wohl nur angenommen werden, dass die lichten Kalke und Dolomite des M. Zermula das Westende der grossen Kalk- und Dolomittafel von Malborg- het und Tarvis darstellt. Damit ist auch die Angabe von D. Stur über das Vorkommen von Producten am Nordwestabhange des M. Zermula<sup>1)</sup> in Einklang zu bringen.

Die lichten Kalke des Rosskofels, welche im M. Zermula ihre unmittelbare Fortsetzung finden, grenzen sonach auf dem letzteren unmittelbar an das Silur der Forca di Lanza und des Chiarso Cañon an, d. h. sie greifen über das Verbreitungsgebiet ihrer carbonischen Unterlage hinaus oder zeigen mit anderen Worten eine transgressive Lagerung.

In Folge dieser ungleichförmigen Auflagerung greift auch der lichte Kalk des Rosskofels nächst der Dirnbacher Alpe im Pontebbanagraben von seinem silurischen Untergrunde (Casa rotta) auf das Obercarbon (der Forca Pizzul) zurück. Letzteres bildet im obersten Pontebbanagraben das Liegende jener mächtigen Masse lichter Diplo- porenkalke, welche vom Trögel (2209 M.) nach Süden bis zur Kuppe 1699 M. vorspringen. Es entwickelt sich aber in dieser Gegend eine durch die Carbonaufbrüche des Prikatitsch- und Prihat- Kares (vergl. d. Karte) angedeutete Verwerfung, derzufolge das unter die Kuppe 1699 südlich einfallende Obercarbon von der Dirnbacher Alpe gegen eine Scharte zwischen Trögel und Punkt 1699 empor- reicht. Die Störung muss unter den Wänden des Trögel durchlaufen und sodann in einer Reihe von Sätteln nach Osten ihre Fortsetzung finden. (Vergl. Fig. 9, pag. 191.)

Südlich vom Rosskofel und vom Malurch schieben sich nämlich drei durch die Hochkare Prikatitsch und Prihat von einander ge- schiedene Strebepfeiler gegen das Pontebbanathal vor (1609, 1413 und 1608 der Karte), die in drei, genau im Alignement gelegenen Sätteln mit dem Rosskofel oder Malurch zusammenhängen. Zwei dieser Sättel, der mittlere und der östliche, konnten nun auf einen carbonischen Längsaufbruch zurückgeführt werden, welcher, wahrscheinlich unter dem Bergschutt verdeckt, auch nach Westen bis zur Dirnbacher Alpe und nach Osten bis in die Tiefe des Bombaschgrabens fortsetzt, da in der Verlängerung desselben unterhalb des Bruckenkofels ein kleiner Carbonaufschluss nachzuweisen ist. (Siehe pag. 190.) In dem

bemerkt werden, dass die Korallen des böhmischen Silur, mit denen allein ein sicherer Vergleich zu erzielen wäre, noch nicht bearbeitet sind. Allein selbst für den Fall, dass diese Korallen wirklich specifisch devonische Formen wären, müsste daran erinnert werden, dass die Grenze zwischen Silur und Devon nach Frech (auf Grund des ersten Auftretens der Goniatitiden) mitten durch die Netzkalke verläuft, und dass nach diesem Autor somit mindestens ein Theil der Kalke des Hohen Trieb schon devonisch sein könnte.

<sup>1)</sup> D. Stur. Jahrbuch d. k. k. geolog. R.-A. VII. Bd., Wien 1856, pag. 439.

mittleren Sattel bei 1413 zwischen Prikatitsch und Prihat treten nördlich die typischen Quarzconglomerate des Obercarbon, südlich aber dunkle Schiefer und gelbrindige dunkelgraue Mergelkalke mit undeutlichen Fossilresten auf. Der Aufschluss fällt nach Süden ein.

In dem östlichen Sattel (Pagadoz-Alpe, auf der Karte auch als Malurch-Alpe bezeichnet), der zwischen dem Malurch und den Hirschköpfen gelegen ist, hat man von Nord nach Süd anschliessend an südlich einfallende weisse Kalke mit rothen Schmitzen nachfolgende Carbonserie aufgeschlossen:

1. Quarzconglomerat (nach Norden einfallend, wodurch die Lage der Störung gegenüber dem Malurch fixirt erscheint).
2. Schwarzen Thonschiefer.
3. Grauen Sandstein.
4. Dunkelblaugrauen Kalk mit Fusulinen; dann zeigt sich mit südlichem Einfallen abermals Sandstein wie 3.
5. Rother, sandig-glimmeriger Schiefer, an Grödener Sandstein erinnernd.
6. Abermals Quarzconglomerat, endlich
7. Lichter Kalk der Hirschköpfe.

Ein Blick auf die Karte zeigt die Lage dieser Sättel genau östlich und in der Verlängerung der Forca Pizzul, wo ebenfalls mit Südfallen: Carbon, Grödener Sandstein und Bellerophonkalk übereinander liegen.

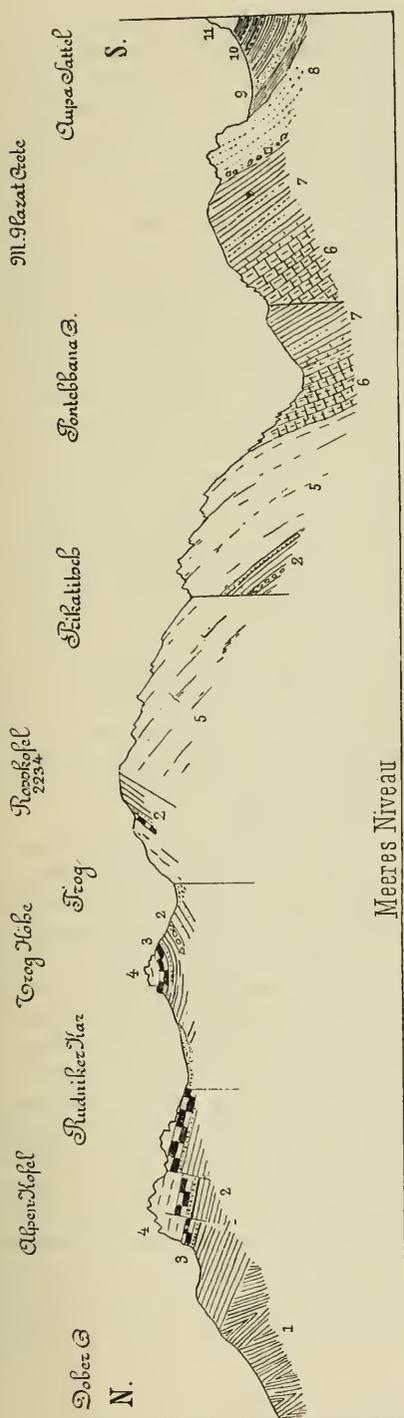
Allem Anschein nach folgt somit auf den südlich einfallenden Kalk des Malurch zunächst die Verwerfung, längs deren nun die oben angeführte, obercarbonische Schichtfolge als Aufbruch zu Tage tritt und zwar als Basis des lichten Kalkes der Hirschköpfe.

Nachdem auch hier der durch eine Störung blossgelegte Untergrund der weissen Kalke und Dolomite aus obercarbonischen Schichten und nicht aus Werfener Schiefer besteht, erscheint auch dieser Aufschluss geeignet, als weitere Stütze für jene Deutung zu dienen, nach welcher man es hier keineswegs mit triassischen, sondern mit palaeozoischen Diploporenkalcken und -Dolomiten zu thun hat.

In der Fortsetzung der eben besprochenen, die Hirschköpfe vom Malurch trennenden Depressionslinie liegt tief unten im Bombaschgraben am Fusse des Bruckenkofels ein aus dem Schutt aufragendes kleines Carbonvorkommen. Die Stelle befindet sich ungefähr dort, wo der von Norden herabkommende Bombaschgraben nach Westen umbiegt und zwar beiläufig 100 Meter östlich oberhalb des Bachbettes in der bewaldeten, zu dem Sattel zwischen Bruckenkofel und Brizzia emporsteigenden Schlucht. Man trifft hier einen wenig umfangreichen Aufschluss von Quarzconglomerat, Schiefer und Sandstein mit südlichem Einfallen, der im Süden von dem weissen Dolomit überlagert wird, auf welchem höher oben Werfener Schiefer aufruhet (siehe pag. 199).

Der weisse Dolomit des Bruckenkofels wird sonach nicht nur im „Loch“, sondern auch in einem noch südlicher gelegenen Aufbruch von sicheren Carbonschichten und nicht von Werfener Schiefer unterteuft. Die Unterlagerung der hellen, vom Rosskofel bis über Tarvis hinaus am nördlichen Gehänge des Canalthales anstehenden Kalke

Fig. 9.



**Durchschnitt durch den Alpenkofel und Roskofel.**

1. Silurische Thonschiefer und Grauwacken.
2. Obercarbonische Schiefer, Sandsteine und Conglomerate.
3. Fusulinenkalk des Obercarbon.
4. Obercarbonische, vielleicht in's Perm emporreichende weisse und rothe Fusulinenkalke.
5. Permischer Diploporenkalk und Dolomit.
6. Bellerophonadolomit und -Kalk.
7. Werfener Schiefer.
8. Muschelkalk.
9. Buchenstein? und Wengener Schichten.
10. Pietraverde-Lagen.
11. Schlierdolomit.

und Dolomite durch nachweislich obercarbonische Schichten lässt sich insbesondere in dem an unser Gebiet östlich anschliessenden Terrain verfolgen und wurde hier auch von Frech unter dem Capitel „Aufpressungen älterer Gesteine im Schlerndolomit von Malborghet“<sup>1)</sup> ausführlicher behandelt. Unter diesen „Aufpressungen“ will ich hier zunächst ein mir aus eigener Anschauung bekanntes Vorkommen im Malborghetergraben hervorheben. Dieser Graben schneidet in die weissen Diploporendolomite ein, unter welchen an der Einmündung des von Nordosten herab kommenden Wuzergrabens carbonische Gesteine zu Tage treten. Aus dem rückwärtigen Theile des Malborghetergrabens kommend, gelangt man aus dem weissen flachliegenden Dolomit zuerst in viel steiler, und zwar südlich, einfallende pflanzenführende carbonische Sandsteine, Conglomerate und Thonschiefer, dann aber in eine darüber liegende röthliche Kalkbreccie, welche unmittelbar in festen Kalk übergeht, so dass Breccie und Kalkstein zweifellos als gleichaltrige Bildungen angesehen werden können. In röthlichen und braungrauen Kalkfragmenten des als Breccie oder Conglomerat entwickelten Theiles dieser Ablagerung fand ich schön erhaltene Auswitterungen von Fusulinen. Diese mit Breccien zusammenhängenden Kalke entsprechen dem Trogkofelkalk und gehen nach oben in den weissen dolomitischen Kalk des Malborghetergrabens über.

Es folgt sodann nochmals ein beschränkter Aufbruch von schwarzem carbonischem Schiefer und von rothem conglomeratischem oder breccienartig zusammengesetztem Kalk, dann aber steht auf eine weite Strecke nur mehr der weisse Dolomit an, bis in den Rostgraben, wo der von Frech dem Muschelkalk zugerechnete dunkelgraue Plattenkalk mit kieseligen Auswitterungen von *Spiriferina Peneckei Bittn.*, anscheinend als Aufbruch, am Wege aufgeschlossen ist.

Ich erwähne hier, dass ich ganz ähnliche Brachiopoden-Auswitterungen in Blöcken am Südfusse des M. Salinbiet (W. von Pontafel) und ähnliche Gesteine aus einer wahrscheinlich in der Nähe anstehenden Bank nahe an der Mündung des östlich von Leopoldskirchen herabkommenden Dolomitgrabens aufgefunden habe. Weiters ist zu bemerken, dass es sich um eine neue Art handelt, welche allerdings gewissen triassischen Spiriferinen nahe steht, aber keineswegs hinreicht, um direct auf Muschelkalk schliessen zu können. Sicher dagegen ist das Auftauchen obercarbonischer Bildungen unmittelbar im Liegenden des weissen Dolomites des Wuzergrabens. Anscheinend in der Fortsetzung dieses Aufbruches treten, wie schon Frech dargethan, carbonische Schiefer und Sandsteine auf dem Abhange westlich vom Malborgheter-Sperrfort zu Tage, und zwar wieder unmittelbar im Contact mit dem weissen Dolomit. Innerhalb des abgesperrten Festungsrayons stehen östlich vom Fort rothe, conglomeratische Gesteine an, die offenbar den rothen Kalkbreccien des Wuzergrabens entsprechen.

Wenn man berücksichtigt, dass einen Kilometer weiter südlich am Abhang der Julischen Alpen in concordanter Folge über dem

<sup>1)</sup> F. Frech. Karnische Alpen, Halle 1892—94, pag. 27 f. f.

weissen Dolomit zuerst eine gering mächtige Lage schwarzer Stinkkalke (im Schwefelgraben mit der von G. Stache entdeckten, oberpermischen Fauna des Bellerophonkalks, siehe unten) und sodann auf der ganzen Linie vom Pontebbanagraben (und von hier westwärts über Paularo, Paluzza, Comeglians etc.) sowie von Pontafel ostwärts entlang dem Nordabfall der Julischen Alpen über den Wolfsbacher Sattel und weiterhin am Nordabhang des Luschariberges der mächtige Zug von Werfener Schiefer folgt, und zwar auflagernd mit dem tiefsten kalkigen Niveau der *Pseudomonotis Claraï*, so erscheint es wohl klar, dass die den Werfener Schiefer im Norden gleichförmig unterteufenden lichten Kalke und Dolomite des Canalthales ein älteres Glied darstellen müssen. Ich will es nicht unterlassen, hier nochmals ausdrücklich zu bemerken, dass dieses Verhältniss von G. Stache in seinen einschlägigen Arbeiten wiederholt hervorgehoben und nächst dem Vorkommen von Fusulinen als wesentliches Moment für die Deutung der lichten Kalke und Dolomite des Canalthales angeführt wurde.

Vor der Besprechung jener Aufschlüsse, in denen jüngere Ueberlagerungen der weissen Dolomite zu beobachten sind, soll hier noch ein Profil durch die östliche Partie der weissen Kalke und Dolomite Erwähnung finden, das sich sowohl durch gute Aufschlüsse, als auch durch leichte Zugänglichkeit auszeichnet. Es ist das Profil längs der von Thörl nach Tarvis führenden Reichsstrasse, auf das schon in meinem ersten Berichte (Verhandlungen 1895, pag. 404) Bezug genommen worden ist. Aus demselben ergibt sich unzweideutig das Vorkommen von Fusulinen in schneeweissen Kalken, die unmittelbare Unterlagerung der letzteren durch Obercarbon, deren Ueberlagerung durch rothe Kalkconglomerate und durch Grödener Sandstein und das Vorhandensein eines Dolomiteniveaus zwischen dem Grödener Sandstein und dem Werfener Schiefer.

Zunächst bei Thörl stehen am Abhang des Kapinberges saigere dunkle Thonschiefer an, die dem tieferen Silur der Görtschacher Alpen angehören. Nach der ersten Strassenwendung bemerkt man rechts (westlich) an der Strassenböschung einen etwas gestörten, im Ganzen aber doch nach Süden einfallenden Aufschluss von 1. blaugrauem Plattenkalk mit sandig-mergeligen oder knolligen Zwischenlagen, weiters von dunklem bräunlichgrauem Thonschiefer, Quarzconglomerat und rothem Schiefer. G. Stache führte schon 1872<sup>1)</sup> aus den knollig-schieferigen Kalkzwischenlagen dieser Stelle das Vorkommen spindelförmiger Fusulinen an. Ich selbst fand in den blaugrauen Plattenkalken die Auswitterungen von Schwagerinen, Frech hat diesen Aufschluss (Karnische Alpen pag. 25) als Muschelkalk gedeutet, obschon das Vorkommen der bezeichnenden Fusulinen schon seit dem Jahre 1872, und zwar wiederholt, in der Literatur fixirt worden war.

Ueber den genannten obercarbonischen Schichten folgt 2. ein mächtiger Zug weisser Kalke und Dolomite mit südlichem Einfallen. 3. An der Mündung des Wagenbaches nördlich von Goggau ein Zug von rothen Kalkconglomeraten in Verbindung mit rothen Schiefen

<sup>1)</sup> Verhandlungen der k. k. geol. R.-A. 1872, pag. 286.

und Sandsteinen. In Folge einer Störung hebt sich sodann der weisse Kalk und Dolomit 2. abermals in die Höhe. In demselben zieht die Strasse weiter, indem sie den Riegel von Goggau auf seiner Südostseite umkreist. Knapp vor der Biegung nun, bevor die Strasse gegen das südliche Tunnelportale einschwenkt, stehen an ihrer westlichen Böschung die weissen Kalke an und führen auf eine längere Strecke Auswitterungen von kleinen Schwagerinen und Fusulinen. Die betreffende Ecke der Strasse liegt genau im Süden der Kirche von Goggau.

Auch dieses Vorkommen ist durch Stache seit 1872 (loc. cit. pag. 286) in die Literatur eingeführt, jedoch von Frech übergangen worden. Jenseits des Tunnels und des daran anschliessenden Grabens folgen über dem weissen Dolomit abermals 3. grellrothe Schiefer mit weissen Kalknollenlagen und einzelnen Dolomitbänken. Das Einfallen ist immer südlich. 4. Lichter Dolomit, an der Strasse kaum aufgeschlossen, nur oberhalb des Bahnhofes Tarvis längs derselben gut sichtbar und dort überlagert von 5. kalkigem Werfener Schiefer, der an einer Verwerfungskluft abschneidet und längs derselben wieder an lichten Dolomit abstösst.

Die Analogie des Profiles mit jenem der Reppwand am Gartnerkofel ist einleuchtend: Obercarbon mit dunklem Fusulinenkalk — weisse Fusulinenkalke — Grödener Sandstein — Bellerophondolomit — Werfener Schiefer.

Hier sei nun bemerkt, dass das Niveau des rothen permischen Sandsteines nicht durchgehends entwickelt ist, dass dadurch der weisse Fusulinenkalk und der weisse Bellerophondolomit miteinander verschmelzen und zusammen jene grosse Dolomittafel bilden, in welcher das Fellathal zwischen Saifnitz und Pontafel eingeschnitten ist.

Wir haben vorstehend eine Reihe von Aufschlüssen namhaft gemacht, in denen überall sicheres Obercarbon das Liegende dieses Dolomites bildet. Nirgends konnte das Auftreten einer Liegendschichte nachgewiesen werden, welche jünger wäre, als Obercarbon.

Nachstehend besprechen wir die Ueberlagerung des hellen Dolomites durch höhere Schichtabtheilungen.

Hiebei kommt in erster Linie die grosse südliche Ueberlagerung durch den Werfener Schiefer von Pontafel in Betracht. In einer Erstreckung von nahezu 40 Kilometern werden die nach Süden einfallenden Dolomite von südlich einfallendem Werfener Schiefer längs einer landschaftlich stark in die Augen springenden Linie überlagert, welche nahezu mit dem Verlaufe des Pontebbanagraben und des Canalthales zusammenfällt. Im Pontebbanagraben hält sich die Grenze am Fusse des südlichen Gehänges, bei Pontafel schneidet sie ein Stück des Nordabhanges ab, überschreitet oberhalb Pontafel den Fellafluss und steigt nun auf dem Südgehänge allmählig an, so dass von hier ab das Canalthal durchwegs im Dolomit eingeschnitten ist.

Diese Linie lässt sich nach Osten weithin verfolgen, sie überschreitet den Sattel von Wolfsbach und zieht am Abhang des Luschariberges gegen Tarvis weiter. Im Grossen aufgefasst, haben wir hier eine

überaus regelmässige, auf grosse Strecken durch den Contrast der Gesteine in's Auge fallende Ueberlagerung: Werfener Schiefer über dem permischen Dolomit. Die Annahme einer Störung kann nicht in Betracht kommen, da der Gegenflügel des mächtigen Werfener Schiefers fehlt. Nochmals sei hier darauf hingewiesen, dass zuerst G. Stache diese Ueberlagerung erkannt und zusammen mit den Fusulinenfunden als Beweis für das Auftreten palaeozoischer Dolomite und Kalke hingestellt hat.

Auch im Detail lässt sich die Ueberlagerung an vielen Stellen nachweisen. Besonders lehrreich erscheint in dieser Hinsicht die Mündung des Bombaschgrabens bei Pontafel. Die weissen, zumeist nur Diploporenauswitterungen führenden Kalke des mit 1344 cotirten Vorsprunges des Malurch, sowie des mit demselben direct zusammenhängenden Skalzerkopfes fallen in mächtigen Bänken steil nach Süden ein und gehen nach oben in dünner geschichtete plattige Dolomite über, welche sich schon ihrer bezeichnenden petrographischen Eigen thümlichkeiten wegen als die östliche Fortsetzung der „Bellerophon-dolomite“ von Paularo, Paluzza und Comeglians zu erkennen geben. Es sind durchwegs scharf geschichtete, aus weissen, braunen, grauen oder auch schwarzen Lagen bestehende, vielfach mit Aschenlagen und Rauchwacken alternirende, zellige Dolomite, welche hier in nahezu saigerer Stellung den unteren Theil des Bombaschgrabens übersetzen. An ihrer unteren Grenze gegen den Kalk des Skalzerkopfes beobachtet man ein gering mächtiges Lager von rothem Hieselgebirge mit weissem Bändergyps, das sowohl im Bachbette, als auch weiter westlich gegen den Pontebbanagraben aufgeschlossen ist. Die hangenden Lagen dieses unter 70—80° nach Süden einfallenden Complexes bestehen an der Mündung eines von der auf unserer Karte mit 939 markirten Stufe herabkommenden Grabens aus dunkelbraungrauen, bituminösen, mürrigen, löcherigen Rauchwacken und Zellendolomiten, auf welchen dann mit dem gleichen Einfallen dünnschichtige, schwarzgraue, wulstige Kalke folgen. Dieselben dürften den fossilführenden Bellerophonkalken des Schwefelgrabens bei Lussnitz (siehe unten), in deren Streichen sie gelegen sind, entsprechen.

Nach Süden, also gegen das Hangende, schliessen sich — immer noch sehr steil gegen Süden einfallend — dünnschichtige, dunkelgraue wulstige Kalke mit einzelnen dickeren Oolithkalkbänken und grauen Mergelschieferlagen an, auf deren Flächen bereits die Auswitterungen von Myaciten und grösseren Aviculiden erscheinen, so dass es den Anschein hat, dass hier bereits die kalkigen Basallagen des Werfener Schiefers vorliegen. Es folgen nun dünn geschichtete graue Plattenkalke mit einer Bank zersetzter gelber und rother Schiefer, dann weiter abwärts ein Wechsel von kalkigen gelbgrauen Schiefern mit einzelnen Bänken von braunrothem glimmerreichem Schiefer mit Myaciten und rothen oolithischen Kalklagen. Nach oben hin nehmen die braunrothen und violetten Schiefer überhand und stehen in grösserer Mächtigkeit mit einem südlichen Einfallen von circa 65° am Ausgang des Bombaschgrabens an.

Gleich wie hier im Bombaschgraben lässt sich nach Osten hin bis über den Luschariberg in allmäligen Uebergängen die Reihen-

folge: 1. dolomitischer, grobbankiger Diploporenkalk; 2. dünnbankiger Zellendolomit; 3. Werfener Schiefer (bei südlichem Einfallen) nachweisen.

Der Werfener Schiefer bildet nördlich von Pontafel den unteren Theil der Nase (Calvarienberg) zwischen dem Bombaschgraben und dem Canalthale, setzt aber dann auf das südliche Ufer der Fella über, derart, dass die Grenze desselben gegen die unterlagernden Zellendolomite Fella aufwärts am Gehänge immer höher emporsteigt. Am Flussufer nächst der Mündung des Vogelsbaches in die Fella stehen die saigeren Dolomite und dunkle Kalke an; Zweifel darüber, dass der Complex der Zellendolomite unter den Flussalluvionen ununterbrochen durchsetzen, sind völlig ausgeschlossen. Wenn wir diese Verhältnisse nur wenige Kilometer östlich von Pontafel verfolgen, so gelangen wir an die Mündung des Schwefelgrabens bei Lussnitz, wo eine schwefelwasserstoffhaltige Quelle zur Entstehung eines Bades Veranlassung gab. Dieser Punkt, an welchem weisse mit Aschenlagen alternirende Dolomite bereits auf dem Südgehänge des Canalthales anstehen, gewinnt eine besondere Bedeutung durch den von G. Stache geführten Nachweis, dass die gering mächtigen, dünn-schichtigen, schwarzen Plattenkalke, die hier den weissen Liegenddolomit von dem fossilführenden hangenden Werfener Schiefer trennen, die Fauna des südtirolischen Bellerophonkalkniveaus führen.

G. Stache<sup>1)</sup> nennt unter den Formen, die er knapp hinter dem Ausgang des Schwefelgrabens an der linken oder westlichen Wand des letzteren, dort, wo ein deutlicher Aufschluss das dunkle Kalkniveau entblösst, gesammelt, insbesondere die grossen charakteristischen Spiriferidenformen, *Spirifer Vultur Stache* und *Spirifer megalotis Stache* in Exemplaren, die mit den südtiroler Formen<sup>2)</sup> sehr genau übereinstimmen. Ueberdies ist auch die Gruppe der *Spirigera Janiceps St.* vertreten, sowie einige Gastropodenformen. Auch die petrographische Uebereinstimmung mit dem Hauptgestein einzelner Localitäten der südtirolischen Bellerophonkalkzone ist eine sehr grosse. Hierzu kommt noch nach Stache die natürliche Verbindung mit dem unterlagernden mächtigen Complex von Rauchwacken und Dolomit, an dem auch Gyps, Gypsmergel, Zellenkalke, Aschen u. s. w. theilnehmen.

Das Vorkommen von Gyps und Schwefelquellen ist in dieser Region für das dolomitische Niveau zwischen dem Grödener Sandstein und dem Werfener Schiefer geradezu charakteristisch. Unter anderen treffen wir längs der ganzen Linie die Schwefelwässer von Malborghet und Lussnitz, die Schwefelquellen im Bombaschgraben und bei Studena bassa (hier seit längerer Zeit verschüttet), sowie weiterhin auf italienischem Gebiet die Schwefelwässer in der Umgebung von Paluzza, hier insbesondere in den Badeorten Piano und Arta.

Die Gypsvorkommen im Bombaschgraben, ferner in dem Graben westlich unterhalb der Côte 939, sowie nördlich oberhalb der Säge

<sup>1)</sup> G. Stache. Nachweis des südtirolischen Bellerophonkalkhorizontes in Kärnten. Verhandlungen d. k. k. geol. R.-A. 1888, pag. 320.

<sup>2)</sup> G. Stache. Beiträge zur Fauna der Bellerophonkalke von Südtirol. Jahrbuch d. k. k. geol. R.-A. XXVII, 1877, pag. 271 und XXVIII, 1878, pag. 93, vergl. Bd XXVIII, Taf. IV, Fig. 2 und Taf. III, Fig. 1.

im Pontebbanagraben (nördlich gegenüber Costa) liegen im Streichen jener mächtigen Gypslager, welche sich zwischen Paluzza und Paularo im Liegenden des Bellerophonolomites befinden.

Obwohl nun die angeführten nach Stache auf einen oberpermischen Horizont hindeutenden Fossilien bisher nur im Schwefelgraben gefunden wurden, unterliegt es keinem Zweifel, dass sich jenes Niveau auch nach Westen hin fortsetzt, obschon dasselbe hier dolomitisch wird und sonach eine für die Erhaltung fossiler Reste minder günstige Beschaffenheit annimmt. Dünnschichtige, schwarze, dolomitische Kalke finden sich zum Beispiel noch an der Mündung des Rivo Rusia, südlich von Studena bassa im Pontebbanagraben. Die grau, weiss und schwarz gebänderten, scharf geschichteten Zellenolomite und Aschen stehen nördlich von Costa unmittelbar am Ufer der Pontebbana an und sind hier local in Falten gelegt, wobei also auch local nördliche Fallrichtungen auftreten, auf welchen die weiter unten zu besprechende Auffassung Frech's basirt sein mag.

Auf der vorliegenden Karte wurden die schwarzen dünn-schichtigen Hangendkalke mit dem gebänderten Zellendolomit zusammengefasst, weil sich der letztere von den festeren Diploporenkalken des Roskofelmassivs immerhin abtrennen lässt, wenn auch die Grenze keine besonders scharfe ist. Die Ausscheidung erfolgte sonach unter dem Titel: Bellerophonkalk und -Dolomit, wozu ausdrücklich bemerkt werden soll, dass sich dieses vorwiegend dolomitische Niveau sowohl auf der südlichen Abdachung der karnischen Kette nächst Comeglians, Paluzza, Arta, Paularo, bei Pontafel und Malborghet, als auch nördlich an der Reppwand durch auffallende und typische petrographische Charaktere kennzeichnet.

Im Pontebbanagraben oberhalb Studena ist die schuttbedeckte Thalsohle in den leicht zerstörbaren Dolomiten dieser Stufe eingeschnitten, am Südfusse des Roskofels scheint dieselbe auf das nördliche Gehänge überzugreifen. Sie setzt sich ohne Zweifel in die lichte Kalk- und Dolomitmasse des M. Salinchiert fort, welcher der Wasserscheide zwischen dem Canal d'Incarajo und der Pontebbana angehört. Von grösster Bedeutung aber ist der Umstand, dass dieselbe Kalk- und Dolomitzone des M. Salinchiert sich weiterhin gegen Paularo in jene Platte von Bellerophonkalk und -Dolomit einfügt, die die Basis des M. Terzadia bildet, woselbst sie von einer mächtigen Serie von Werfener Schiefer flach bedeckt wird. Der typische, nächst Paluzza und Paularo durch seine Stellung zwischen dem Grödener Sandstein und dem Werfener Schiefer so scharf begrenzte Complex setzt also nach Osten zusammenhängend fort in das Gebiet von Pontafel. Derselbe führt sowohl im Westen in den Umgebungen von Comeglians und Paularo<sup>1)</sup>, als auch im Osten bei Lussnitz fossile Ueberreste, welche sein permisches Alter nachzuweisen erlauben.

<sup>1)</sup> T. Taramelli. Osservazioni stratigraphiche sui terreni palaeozoici nel versante italiano delle Alpi Carniche, Rendiconti d. R. Accademia dei Lincei. Roma, 1895, pag. 191.

— A. Tommasi Sul recente rinvenimento di Fossili nel calcare a Bellerophon della Carnia. Ibid. 1896, pag. 216.

In seiner Studie über die karnischen Alpen<sup>1)</sup> hat Frech den fraglichen Complex als Muschelkalk (Guttensteiner Facies) aufgefasst.

Verfolgt man die Verhältnisse auf der jener Arbeit beigegebenen Karte, so zeigt sich, dass südlich von Leopoldskirchen und Lussnitz auf der linken Thalseite der Fella nur Werfener Schiefer eingetragen erscheint, obwohl im Texte pag. 342 das Vorkommen im Schwefelgraben ausdrücklich erwähnt wird. An der Mündung des Bombaschgrabens dagegen ist „Muschelkalk“ verzeichnet und zwar in intermediärer Stellung zwischen dem Werfener Schiefer und dem „Schlerndolomit“ des Malurch. Frech greift hier also auf die alten Aufnahmen Foetterle's zurück und nimmt für den Meridian vom Pontafel eine antiklinale Aufwölbung des Werfener Schiefers an, deren nördlicher Flügel an dieser Stelle überkippt sei (pag. 47, 48 und 345).

Seine Beweise für den „Muschelkalk“ basiren lediglich auf petrographischen Kriterien, welche angeblich auf Guttensteiner Kalk hinweisen, wobei der Umstand völlig ausser Acht gelassen wird, dass die nahezu saiger stehenden Schichten in der streichenden Fortsetzung des Schwefelgrabens gelegen sind. Dieser Widerspruch würde auf Frech's Karte deutlich in die Augen springen, wenn das permische Dolomitmiveau bei Leopoldskirchen verzeichnet wäre. Was jedoch die westliche Fortsetzung der Bellerophondolomite von Pontafel betrifft, ist die willkürliche Abgrenzung dieses Niveaus östlich von Paularo hervorzuheben, wo der Bellerophonkalkzug von Paularo unvermittelt an dem „Schlerndolomit“ des M. Salinchiet absetzt. In Wirklichkeit existirt eine solche Grenze nicht, indem die Kalke und Dolomite jenes Berges ununterbrochen in das Thal von Paularo hinabstreichen. Thatsächlich ist das Profil längs der oben erwähnten Wasserscheide, aus der sich der M. Salinchiet emporhebt, vollkommen geeignet, um die wahre Position der weissen und röthlichen Kalke dieses Berges erkennen zu lassen. Mit flach südlichem Einfallen folgt nämlich über dem Obercarbon der Forca Pizzul mit seinen Quarzconglomeratlagen und Fusulinenkalkbänken, wie bei Paularo und Paluzza, erst ein Streifen von Grödener Sandstein, welcher bis zur Pontebbana hinabreicht (Carbonari) und sodann in concordanter Weise der lichte Kalk des M. Salinchiet, der am Ufer des Pontebbana, gegenüber der Einmündung des Rivo Secco, sowie auf der Südwestflanke gegen den Pradolinasattel höher oben nochmals Einlagerungen rother, sandiger Bildungen aufweist. Der „Schlerndolomit“ des M. Salinchiet wurde kürzlich auch von T. Taramelli (in der oben citirten Arbeit) angezweifelt. Wenn also Frech pag 45 das Fehlen bunter conglomeratischer Gesteine im „Muschelkalk“ des Bombaschgrabens als „ein neues Beispiel für den häufig in der alpinen Trias beobachteten schroffen Facieswechsel innerhalb kleiner Gebiete“ hervorhebt, so fällt hiemit die Nothwendigkeit einer solchen Annahme hinweg, da am Ausgang des Bombaschgrabens überhaupt kein Muschelkalk existirt.

Von wesentlicher Bedeutung für die richtige Auffassung der weissen Dolomite und Kalke des Fellathales ist eine räumlich be-

<sup>1)</sup> Die Karnischen Alpen. Halle, 1892—1894.

schränkte, allseits isolirte Auflagerung von Werfener Schiefer und Muschelkalkconglomerat, welche nördlich von Pontafel auf der Höhe des Gebirges erhalten blieb. Das betreffende Vorkommen findet sich zwischen dem Skalzerkopf und dem Sattel, der zwischen der Brizzia und dem Bruckenkofel eingetieft ist. Aus der Tiefe des Bombaschgrabens, und zwar von jener Stelle desselben, wo bei der alten Sägestätte der Bach nach Westen umbiegt, gegen den Skalzersattel aufsteigend, trifft man oberhalb der Schuttmassen zunächst den auf S. 190 erwähnten Aufschluss von obercarbonischen Thonschiefern und Sandsteinen, auf welchen eine mächtige Folge weissen Dolomites auflagert. Es ist dies der Dolomit des Bruckenkofels (1635 M.). Etwa in der Höhe des Sattels am Skalzerkopf stellt sich nun über jenem Dolomit eine bunt gefärbte Serie dünnschichtiger Kalke, Mergel und sandig-glimmeriger Schiefer ein (vergl. die Ansicht auf pag. 187, sowie das Profil Fig. 9), deren höhere Partien vermöge ihrer Fossilführung und petrographischen Merkmale mit Sicherheit auf das Niveau des Werfener Schiefers schliessen lassen. Es sind zu unterst graugrüne, thonige Schiefer, welche in einen grauen, salzig schmeckenden, an Haselgebirge erinnernden Lehm zerfallen, hellgraue, deutlich gebankte Plattenkalke, röthlichgraue Kalke mit rothen Holopellendurchschnitten (der charakteristische rothe Gastropodenoolithkalk dieses Niveaus, identisch mit den Vorkommen auf der Thörlhöhe und im Garnitzengraben), rothe, thonige Schiefer mit lichten Dolomitbänken, braunrothe, sandig-glimmerige Schiefer vom Typus des normalen Werfener Schiefers mit Myacitensteinkernen im Wechsel mit grauen, muschlig brechenden, dünnbankigen Kalken, endlich auch rothe Thonschiefer im Wechsel mit Plattenkalk. Das ganze System fällt unter circa 40° nach Süden ein und wird an dem auf den Sattel hinter der Brizzia emporziehenden Steige von rothen und gelben, bunt gefleckten Kalkconglomeraten bedeckt, die als Muschelkalk zu deuten sind. Nach den geschilderten Verhältnissen kann diese Ablagerung von Werfener Schiefer nur im Hangenden des weissen, den Bruckenkofel (1635 M.) aufbauenden Dolomites liegen. Nachdem aber der ziemlich mächtige und schon durch seine röthliche Farbe auffällige Complex keineswegs bis in das Thal hinabstreicht, das er bei dem Fallwinkel von 40° ungefähr im Westen des Skalzerkopfes (1235 M.) erreichen müsste, muss wohl angenommen werden, dass der Kalk des Brizziagipfels nicht das Hangende desselben darstellt, sondern dass die bunte Kalkschieferablagerung im Süden an einer Verwerfung abschneidet, derzufolge ihre Position auf die Sattelhöhe beschränkt bleibt.

In der Facies entspricht das Werfenerschiefer-Vorkommen des Skalzerkopfes jenem der Reppwand und des Garnitzengrabens; auch hier sind die geringe Mächtigkeit, die kalkige Ausbildung und die blutrothen Thonschieferlagen auffallend, wozu bemerkt werden muss, dass diese bezeichnenden petrographischen Merkmale in keinem Niveau des südlichen Hauptzuges von Pontebba wiederkehren.

Das Vorkommen auf dem Skalzersattel gehört jener Scholle an, die südlich vom Rosskofel und Malurch verläuft, von denen sie durch die Sattellinie Prikatitsch – Prihat getrennt wird.

Auf dem Zuge des Rosskofels und Malurch selbst treffen wir eine allem Anscheine nach im Hangenden der Kalkmasse gelagerte Schichtserie in der Hochmulde, welche sich im Nordwesten der Malurchalpe gegen den Malurchgipfel erhebt. Bei der genannten Alpe stehen dolomitische Diploporenkalke und blaugraue, korallenführende Kalke an, in deren Hangendem röthlichgrauer Quarzsandstein und ein röthliches, an Veruccanogesteine erinnerndes Quarzconglomerat auftreten. Das letztere fällt flach nach Norden ein und nimmt je nach der Gestalt seiner Fragmente auch den Charakter einer Breccie an. Die röthlichgrauen Sandsteine greifen vielfach in unregelmässige Aushöhlungen des Kalkuntergrundes ein, so dass an die *A u f l a g e r u n g* dieser grobklastischen Gebilde kaum gezweifelt werden kann. Ueberdies findet man wenige Meter südlich unterhalb der höchsten, aus weissem, zuckerkörnigem Diploporendolomit bestehenden Spitze des Malurch (1891 M.) einen kleinen, völlig isolirten Denudationsrest von braunrothem, dünnschieferigem, glimmerreichem Sandstein, der an Werfener Schiefer erinnert. Aehnliche Beobachtungen konnten auch auf der dem Prihatkar zugewendeten südwestlichen Abdachung des Malurch angestellt werden. Der Steig, welcher von der Einsattlung des Malurchkammes zur *P a g a d o z a l p e* hinableitet (P. 1532 der Karte), bewegt sich über südlich einfallenden Diploporenkalk und Dolomit, welcher lagenweise *E i n s c h a l t u n g e n* von dunkelgrauem Sandstein mit Crinoidenstielgliedern, Pflanzenresten und Quarzgeröllen führt. Daneben finden sich Bänke von gelb verwitterndem, dunklem, knolligem Kalk mit Auswitterungen grosser Diploporen. Gegen das Hangende der ganzen Serie führt der weisse Diploporendolomit auch bunte Breccienkalkbänke oder lichte Kalke mit rothen, sandigen Schmitzen. Stellenweise sieht man die röthlichgrauen Sandsteine als *E i n s c h l ü s s e* im Kalk.

Die ganze, nach Süden einfallende Serie von Dolomit und Kalk mit den eben beschriebenen Einlagerungen von Sandstein, schwarzem knolligem Diploporenkalk und Breccienkalken (welche Trümmer von Quarzconglomerat einschliessen) schneidet im Sattel der Pagadozalpe (1532 M.) an dem Carbonaufbruch der Prihatlinie ab (vergleiche Seite 190), welcher eine fächerförmige Schichtstellung aufweist und von der Malurchscholle durch eine Verwerfung getrennt wird.

In diese Kategorie scheint auch eine Ablagerung zu gehören, welche petrographisch den Obercarbongesteinen des Nassfeldes gleicht, in ziemlicher Flächenausdehnung den Gipfel des Rosskofels einnimmt und, wie ein Blick auf die Karte zeigt, ringsum von den hellen Kalk- und Dolomitmassen umgeben wird. Der Rosskofel wird durch den langen, kahlen Rücken des Rudniker Sattels mit dem Trogkofel verbunden. Entlang dieses Sattelrückens herrscht constant nördliches Einfallen, so zwar, dass die Schiefer, Sandsteine und Conglomerate, welche auf den felsigen Abhängen des Sattels gut aufgeschlossen sind, unter den röthlichen Fusulinenkalkblock des Trogkofels einfallen, jedoch an den grauen, sehr undeutlich geschichteten Massen des Rosskofels längs einer Verwerfung abschneiden. Ersteigt man den Rosskofel über seine Nordflanke vom Rudniker Sattel her, so zeigen sich nahe dem Plateaurande über dem Kalk zunächst Auflagerungen

von gelbgrauem Quarzsandstein, der mit dem Kalk auf das Innigste verwoben ist und in denselben vielfach eingreift. Höher oben, gegen die oberste Kuppe, tritt nun eine ziemlich mächtige, nach Ostnordost einfallende Serie allem Anscheine nach obercarbonischer Gesteine auf, welche sich bis auf die Spitze emporzieht, die grosse im Nordosten unterhalb der Spitze bis zu den Wänden der Winkelalpe hinabreichende Mulde einnimmt, jedoch in den nach Süden gekehrten Steilabstürzen des Berges nirgends hinabgreift.

Auf der nördlichen Gipfelschulter des Rosskofels hat man nämlich scheinbar über dem Hauptkalkmassiv: dunkelblaugrauen und dann gelbgrauen Kalk, schwarzen Thonschiefer, festen grauen Quarzsandstein, grauen und röthlichen Fusulinenkalk und röthliches Quarzconglomerat vom Aussehen des auf der Malurchalpe beobachteten. Die ganze Serie streicht von SSO nach NNW und fällt nach ONO ein.

Wie ich schon in meinem ersten Berichte hervorgehoben habe, liegt auf den ersten Blick jene Deutung dieser Verhältnisse am nächsten, nach welcher der schiefrig-sandige Complex als das Hangende der Rosskofelkalke angesehen wird. Es ist jedoch nicht ausgeschlossen, dass eine Emporstauchung des Carbonuntergrundes vorliegt, in Folge deren der Südrand der Scholle auf dem Kalk des Rosskofels local nach Süden überschoben wurde. (Vergl. Fig. 9.)

Auf diese Möglichkeit deuten auch die dunklen zungenförmigen Bänder hin, die sich oberhalb der Winkelalpe in den Rosskofelwänden emporziehen, ferner eine quer auf das Hauptstreichen verlaufende Emporstauchung des Carbon im obersten „Winkel“ (bei M des Wortes Madritscheng) gegen den Vorgipfel des Rosskofels, der hier ein nordöstliches Einfallen zeigt. Im Falle, dass die Fusulinen führende Schiefer- und Sandsteinhaube des Rosskofels thatsächlich das Hangende der Kalkmasse bildet, müsste entweder die Wiederkehr der charakteristischen Obercarbonfacies in einem höheren, eventuell permischen Niveau oder eine local sehr mächtige Entwicklung einer Riffkalkmasse innerhalb des Obercarbon angenommen werden. Dieses letzterwähnte Verhältniss wäre dann etwa als Analogon der Entwicklung auf der Ringmauer und am Schulterkofel (pag. 146) anzusehen, woselbst in der That die kalkige und dolomitische Ausbildung so weit überhand nimmt, dass die schiefrig-sandige Facies auf gering mächtige Zwischenlagen beschränkt bleibt. Die Schiefer- und Sandsteinhaube des Rosskofels könnte dann als eine linsenförmige Einlagerung betrachtet werden. Allem Anschein nach findet sich auf dem schroffen Südgrat des Trögel thatsächlich eine derartige Linse, die ich indess in der Nähe nicht beobachten konnte. Man sieht in diesem aus südlich einfallenden weissen Kalken bestehenden Grate nämlich eine rasch auskeilende Einlagerung schwarzer, schiefriger Gesteine, deren Eingreifen unter die südlich folgenden Kalkbänke beobachtet werden kann. Es bleibt aber fraglich, ob es sich nicht auch hier um einen localen Aufbruch des Carbonuntergrundes handelt, der an einer Verwerfung absetzt.

Die beiden erwähnten Eventualitäten schliessen von vorne herein die Annahme eines triassischen Alters der Kalkmasse aus. Aber selbst für den Fall, als es sich hier um Aufpressungen handelte, die ja

innerhalb grosser Kalkmassen so häufig auftreten, müsste jene Annahme hinfällig erscheinen, nachdem doch selbstverständlich zunächst nur jene weichen, schieferigen Gesteine emporgestaucht worden sein könnten, die das unmittelbare Liegende der gewaltigen, durch Sprünge zerrissenen Deckplatte bilden. In unserem Falle aber erscheinen als solche Aufpressungen wieder nur obercarbonische Gesteine, ebenso wie in der Region des Malborghetergrabens. Bestände der Rosskofel aus triassischem Dolomit, so müsste in den Aufpressungen Werfener Schiefer zu Tage kommen! Die Lösung der oben angedeuteten Fragen bleibt unter allen Umständen weiteren, ins Detail gehenden Studien vorbehalten.

Es darf als feststehende Thatsache angesehen werden, dass die weissen Diploporen führenden Kalke und Dolomite der Zirkelspitzen und des Malborghetergrabens zwischen dem schieferigen Obercarbon der Krone und dem Werfener Schiefer von Pontafel eingeschaltet sind. An ihrer Basis ruhen dieselben entweder unmittelbar auf dem schieferigen Obercarbon oder auf den rothen Fusulinenkalcken auf, welche das jüngste Glied des Obercarbon in sich schliessen. Die weissen Diploporenkalke und Dolomite reichen also möglicherweise noch in das Obercarbon hinab. Im Hangenden gehen dieselben jedoch in plattig geschichtete Zellendolomite und Aschen über, welche Gypsmergel und Gypse umschliessen und zahlreiche Schwefelquellen führen. Ueber diesem dünnschichtigen dolomitischen Niveau folgen dann die dünnplattigen, wulstigen, schwarzen Bellerophonkalke mit der oberpermischen Fauna von Lussnitz, bedeckt von den tiefsten kalkigen Gliedern des Werfener Schiefers. Die grosse Hauptmasse von weissem Dolomit, in welchem das Canalthal und seine nördlichen Seitengraben zwischen Pontafel und Tarvis eingeschnitten sind, gehört dieser im Wesentlichen ein marines Aequivalent der Permformation repräsentirenden Stufe an. Dabei ist es, wie bereits von Stache hervorgehoben wurde, keineswegs ausgeschlossen, dass räumlich beschränkte Auflagerungen von unter- oder auch von obertriassischen Gesteinen im Hangenden des fraglichen Complexes erscheinen.

Während wir also in einer nördlichen, dem Trogkofel und der Reppwand entsprechenden Region eine Dreitheilung der über dem schieferigen Obercarbon folgenden, grösstentheils kalkig-dolomitischen, carbonischen und permischen Serie vor uns haben, nämlich:

1. weisse und rothe Fusulinenkalke,
2. Grödener Sandstein,
3. Bellerophondolomit und -Kalk

tritt uns in der südlicher gelegenen Zone eine einheitliche Dolomit- und Kalkmasse entgegen, innerhalb deren wir das grellrothe Niveau der permischen Sandsteine vermissen. Es dürften hier sonach die vorwiegend carbonischen Fusulinenkalke mit den permischen Bellerophondolomiten und -Kalcken zu einer untrennbaren Masse verschmelzen, worin das roth gefärbte, sandige Zwischenniveau durch rothe, sandige Einschlüsse oder auch durch bunte Breccienkalke mit rothem Sandcement angedeutet zu sein scheint.

#### IV. Das Triasgebiet von Pontafel.

Auf der beigegebenen Karte ist nur ein relativ schmaler Streifen triassischer Schichten vertreten, welche das Liegende der mächtigen, aus den Venetianer Alpen in die Julischen Alpen fortsetzenden, verhältnissmässig flachlagernden Triasplatte bilden. Die Fella, welche von Pontafel abwärts mit scharfer Wendung die nahezu westliche Richtung ihres Oberlaufes verlässt und nach Süden umbiegt, durchschneidet in tiefer Schlucht jene mächtige, nur durch unbedeutende Längsbrüche gestörte Platte und liefert dadurch einen Durchschnitt, der wohl von wenigen alpinen Triasprofilen an Vollständigkeit, Mächtigkeit und leichter Zugänglichkeit übertroffen werden dürfte. Die Strasse führt neben dem schäumenden Gewässer abwärts nach Chiuseforte, wo sich die erste schutterfüllte Thalweite aufthut. In einer Erstreckung von 12 Kilometern sinkt der Fluss um 180 Meter, ein Gefälle, das auch von der an grossartigen Objecten reichen Bahnlinie überwunden wird. Schon vor langer Zeit wurde dieses ebenso sehr durch seine Dimensionen, als durch seine Regelmässigkeit überraschende Profil in der Literatur hervorgehoben. Gelegentlich der ersten geologischen Aufnahmen unserer Anstalt wurde es von Foetterle<sup>1)</sup> und von Hauer<sup>2)</sup> besucht. Später hat Taramelli<sup>3)</sup> diesem Durchschnitt seine specielle Aufmerksamkeit zugewendet und denselben wiederholt zum Ausgangspunkt für die Besprechung stratigraphischer Fragen genommen. Unter den jüngeren Arbeiten sei hier noch jene von Prof. A. Tommasi erwähnt<sup>4)</sup>.

Da der auf unserer Karte vertretene nördliche Theil dieser Triaszone den Beginn des Durchschnittes von Dogna darstellt, möge der letztere nach den Ergebnissen mehrerer Begehungen, die ich in Gesellschaft meines Freundes Dr. C. Diener ausgeführt habe, kurz besprochen werden. Nachfolgende blos der Orientirung dienende Mittheilungen erheben daher keineswegs den Anspruch auf Vollständigkeit.

Es lassen sich von Pontafel abwärts folgende in der orographischen Gestaltung scharf zum Ausdruck gelangende Glieder der constant nach Süden, und zwar je weiter abwärts desto flacher gelagerten Triasserie unterscheiden.

<sup>1)</sup> Jahrbuch der k. k. geol. R.-A. VI, 1855, S. 902.

<sup>2)</sup> Ein geologischer Durchschnitt der Alpen von Passau bis Duino. Sitzungsberichte der kais. Akad. der Wissensch. mat.-naturw. Cl. XXV. Bd. Wien 1857, pag. 321 ff.

<sup>3)</sup> Osservazioni stratigraphiche sulle Valli dell' Aupa e del Fella. Annali scientifici del R. Ist. tecnico di Udine. Anno II. Udine 1868, pag. 45.

— Catalogo ragionato delle rocce del Friuli R. Accademia d. Lincei. Roma 1877.

— Spiegazione della Carta geologica del Friuli. Pavia 1881.

— Geologia della provincia Venete. Ibid. 1882.

<sup>4)</sup> A. Tommasi. Rivista della fauna Raibliana del Friuli. Annali d. R. Ist. tecnico in Udine. Ser. II, Anno VIII, Udine 1890, pag. 20.

1. Werfener Schiefer. Ein Wechsel von gelbgrauen dünnbankigen Mergelkalcken mit grüngrauen oder rothen glimmerreichen Schiefen. Die liegenden und die hangenden Partien zeichnen sich durch das Vorherrschen der Mergelkalke, die mittleren durch die Häufigkeit schieferiger Einlagerungen aus. Die Gesamtmächtigkeit dürfte local in der Umgebung von Pontebba den grossen Betrag von 1000 Meter erreichen.

2. Muschelkalk. Unten dünnbankige dunkle Dolomite, gegen oben dicker gebankte, graue, dolomitische Kalke. Die Basallagen, welche aus grauen oder bunt gefärbten Kalkconglomeraten bestehen, streichen durch den Rivo Boric unterhalb Piano durch, sind aber hier nicht gut aufgeschlossen. Mächtigkeit ca. 700 Meter.

3. Buchensteiner? und Wengener Schichten. Dieselben verqueren den Durchschnitt bei *Pietra Tagliata* und ziehen sowohl nach Westen durch den R. Sualt, als auch nach Osten durch den R. Geloviz gegen entsprechende Sattelpunkte der beiden Seitenkämme empor. Es sind hier nur wenig mächtige graue Mergelschiefer und schwarze Knollenkalke. In ihrer westlichen Fortsetzung fand sich innerhalb schwarzer Kalkschieferlagen zwischen den mit *Pietra verde*-Bänken wechsellagernden Bänderkalcken des Hangenden *Daonella Lommelli Wissm.*

4. Schlerndolomit. (Erzführender Kalk von Raibl.) Eine mächtige Folge unten fast massiger, oben aber immer deutlicher geschichteter, hellgrauer, dolomitischer Kalke in einer Mächtigkeit von ca. 500 Meter.

5. Raibler Schichten. Vom R. Pontuz aus dem Westgehänge herabkommend, übersetzen dieselben das Fellathal bei Dogna und streichen sodann durch den Canal di Dogna und über den Somdogna-sattel ostwärts in das Gebiet von Kaltwasser und Raibl. Die Raibler Schichten bilden hier einen etwa 200 Meter mächtigen Complex dünnbankiger dunkler, knolliger Mergelkalke mit graugelben Mergelschiefer-Zwischenlagen, welche eine ca. 50 Meter mächtige Dolomitbank einschliessen. Durch die letztere entsteht somit eine Dreitheilung und eine Gliederung in ein liegendes und ein hangendes Mergelkalkniveau, von denen das obere fossilreicher ist, als das tiefere. Hinsichtlich der Fossilführung möge hier nur auf das Vorkommen der typischen Leitformen hingewiesen werden, die schon von Foetterle und von Hauer, sowie später von Taramelli<sup>1)</sup> und Tommasi (loc. cit.) angegeben wurden.

6. Dachsteinkalk in einer Mächtigkeit von mindestens  $1\frac{1}{2}$  Tausend Meter, zwischen Dogna und Chiusaforte eine flache Mulde bildend. Erwähnenswerth sind schwarze Schieferthonzwischenlagen, welche an der Strasse unterhalb Vidali den nach Süden einfallenden Kalkbänken interpolirt sind. In der Gegend von Chiusaforte erfolgt sodann eine leichte Aufbiegung der scharf gebankten Kalkmassen, so dass die jüngsten Glieder der Serie hier nicht mehr in das Thal herabgelangen.

<sup>1)</sup> T. Taramelli. Spiegazione della carta geologica del Friuli. 1881, pag. 74.

Die auf unserer Karte zur Ausscheidung gelangenden triassischen Sedimente bilden also das Liegende des eben besprochenen instructiven Profiles zwischen Pontebba und Chiusaforte.

### I. Werfener Schiefer.

Es wurde schon weiter oben auf die enge Verknüpfung hingewiesen (pag. 195), die den Werfener Schiefer in der Gegend des Bombaschgrabens mit den Kalken und Dolomiten der Bellerophon-Schichten verbindet. Während die tiefsten kalkigen Bänke mit *Myacites*-Steinkernen nahezu saiger stehen, stellt sich allmählig ein steiles südliches Einfallen ein, das je weiter abwärts umso flacher wird, bis an der Grenze gegen den Muschelkalk ein Winkel von ca. 45° erreicht ist. Ueber den gelbgrauen dünn-schichtigen Liegendkalkbänken entwickelt sich durch Wechsellagerung ein System von braunrothen, glimmerreichen, sandigen Schiefern und von gelbgrauen oder grünlichgrauen kalkreichen Schiefern, zwischen denen einzelne Lagen grellrother Schiefer weithin sichtbar durchstreichen. Eine derartige grell gefärbte Partie zieht aus der Gegend von Costa über Pontafel an das Südgehänge des Fellathales und steht gegenüber dem österreichischen Bahnhofs an der steilen Lehne an.

Eine zweite Hauptzone hellrother Schiefer streicht unterhalb Pontebba durch, während der Calvarienberg oberhalb Pontafel aus den tieferen Kalk- und Schieferlagen besteht.

Herrscht im Meridian von Pontafel selbst überall nur südliches Einfallen mit einer leichten Neigung nach Südwest, so beobachtet man im oberen Theile des Pontebbanagrabens, und zwar auf dem gegen die Ansiedlung Carbonari nach Norden abfallenden Gehänge der Ladussetalpe eine Umkehr in die nördliche Fallrichtung. Zugleich tritt hier ein Aufbruch aschgrauer Zellendolomite und Rauchwacken zu Tage, welcher wahrscheinlich dem Niveau des Bellerophon-Dolomites angehört. (Siehe das Profil 9 auf pag. 191.)

Auf der Karte wurde dieser über den Pradolinasattel nach Westen fortsetzende Dolomitzug thatsächlich mit der Farbe des Bellerophondolomites ausgedeutet, obschon es nicht ausgeschlossen ist, dass hier nur eine Einlagerung im Niveau des Werfener Schiefers vorliegt. Diese Dolomite sind in den wilden Seitenschluchten des Rio Pradolina gegenüber dem M. Salinchiet gut aufgeschlossen und fallen hier nach Norden ein. Nach Osten erreicht der Zug etwa am R. Rusia sein Ende. Im Durchschmitt des Pontebbanagrabens, der oberhalb Pontafel den Complex des Werfener Schiefers schräg verquert, ist von demselben nichts mehr zu beobachten.

Man hat hier am nördlichen Ufer der Pontebbana bei der oberen Säge (westlich von P. 732 der Karte) einen trefflichen Aufschluss in den gebänderten, gypsführenden Dolomiten des Bellerophon-niveaus, die hier etwas gefaltet sind und daher local auch nach Norden einfallen. Gegenüber am Südufer stehen längs des Weges bräunliche, bituminöse Zellendolomite an, aus denen einst eine nunmehr verschüttete Schwefelquelle zu Tage getreten ist.

Darüber streichen blaugraue oder schwarze Plattenkalke mit weissen Kalkspathadern durch, das Niveau des Bellerophonkalks. Der Werfener Schiefer beginnt wieder mit gelbgrauen, dünnschichtigen Mergelkalken und kalkigen Mergelschiefern, in denen rothe Oolithkalkbänke aufsetzen. Je weiter gegen Pontebba, desto mehr nehmen die violetten oder dunkelrothbraunen, glimmerigen Schiefereinlagerungen, die bei der Abzweigung des nach Studena alta aufsteigenden Weges bereits dominiren, überhand. Hier ist der (südliche) Einfallswinkel bereits auf circa 60° herabgesunken.

Der Werfener Schiefer von Pontafel ist verhältnissmässig arm an Fossilien, obschon man die bekannten Myaciten-Steinkerne insbesondere in den tieferen Lagen überall wiederfindet. v. Hauer citirt aus der Umgebung noch *Naticella costata* Hau. und *Avicula Venetia* a Hau. G. Stache nennt weiters *Turbo cf. rectecostatus* Hau. und *Dinarites* sp. (Schwefelgraben bei Lussnitz), endlich erwähnt auch F. Frech das Vorkommen von *Pseudomonotis* vom Ausgang des Bombaschgrabens.

## 2. Muschelkalk.

Im Gebiete unserer Karte treten kalkige und dolomitische, diesem Niveau zufallende Gesteine in zwei von einander isolirten Partien am rechten Ufer des Fellafusses auf. Die grössere dieser beiden Partien wird vom Studenagraben durchschnitten, bildet die Masse des Mte. Crete (westlich von Studena alta), ferner den Nordabhang des Mte. Slenza und streicht unterhalb Piano über das Fellathal hinüber. In diesem, schon jenseits der südlichen Kartengrenze gelegenen Abschnitt des Felladurchbruches bezeichnen innerhalb der local verhüllten Grenzregion grosse Blöcke von grauem und rothem oder buntem Kalkeconglomerat die Lage der basalen Glieder des Muschelkalkes (Rivo Boric.). Darüber folgen dunkle, bituminöse, dünnplattige Dolomite, welche nach oben hin immer heller und dickbankiger werden. Nachdem bisher aus diesem Complex keine Fossilien vorliegen, musste hier von einer weiteren Gliederung des Muschelkalkes Abstand genommen werden. F. Frech rechnet die Kalkmassen bei Studena schon zum Schlerndolomit und zeichnet auf seiner Karte an der Ausmündung des R. Glazat bei der Ortschaft Aupa einen kleinen Horst von Bellerophonkalk ein. Man beobachtet jedoch in der betreffenden Bachklamm nur das Durchsetzen des Dolomites des M. Crete, welcher allerdings durch die Gewässer local rauchwackenartig zerfressen, dadurch dem Bellerophondolomit ähnlich erscheint und deshalb zur Annahme einer tektonischen Abnormität Veranlassung gegeben haben mag. Dass die Dolomite des M. Crete dem Muschelkalk angehören, erweist ihre Stellung im Verbande des Dognadurchschnittes, beziehungsweise ihre Position zwischen dem Werfener Schiefer und dem nächst höheren, mergeligen Gliede, einer Serie von gelbgrauen Mergelschiefern und pflanzenführenden Sandsteinen, von Bänderkalken mit Pietraverdelagen, welche ungefähr dem Niveau der Buchsteiner und Wenger Schichten entsprechen muss, da ihre Hangendlagen *Daonella Lommeli* Wissm. führen.

Die Kalk- und Dolomitmasse des M. Cullar besteht in ihrem Liegenden aus grauem Kalkconglomerat, worüber sich grober Breccien-dolomit und sodann dunkelblaugraue Kalke aufbauen, die nach oben immer lichter und dickbankiger werden und immer steiler nach Süden einfallen.

Zwischen dem M. Cullar und dem nördlich davon eingetieften Pradolinasattel herrschen insoferne abnormale Lagerungsverhältnisse, als hier das Einfallen nach N. gerichtet ist. Von einer am Nordrande des M. Cullar gelegenen, nächst dem Wege bei der Casera Turrie sichtbaren Verwerfung angefangen hat man unter nördlichem Fallwinkel gelbe und braune, plattige Kalke, rothen Werfener Schiefer, gelbgraue, kalkige Schiefer (die Kuppe 1631 M. im Süden der Pradolina), sodann Zellendolomit und Rauchwacke (die vielleicht einem Aufbruch des Bellerophonolomites entsprechen). In der Satteltiefe der Pradolina selbst folgen dann in steiler, fast saigerer Stellung rothe und grüne, glimmerarme, thonige Schiefer, insbesondere auf der schroffen Westseite, gut entblösst.

Der lichte Kalk und Dolomit des M. Salinchiet gehört seiner Position nach dem Niveau des Bellerophonkalks und Dolomites an, das zwischen dem Grödener Sandstein und dem Werfener Schiefer liegt. Die bunten Schiefer im Pradolinasattel jedoch müssen dem Werfener Schiefer angehören.

### 3. Buchensteiner ? und Wengener Schichten.

Eine Folge von schwarzen Knollenkalken, gelbgrauen Mergelschiefern und pflanzenführenden, tuffigen Sandsteinen, ferner höher oben schwarze, plattige, gebänderte Kalke mit Pietraverdelaen und tiefschwarzen Kalkschiefermitteln, auf deren ebenen Flächen die Abdrücke grosser Exemplare von *Daonella Lommeli Wissm.* gefunden wurden. Die betreffende Stelle befindet sich südlich oberhalb des Sattels von Aupa, am Fusse der unteren Steilwand der Cima Valerie, in einem engen Felsgraben, der (auf der Nordwestseite des Rückens) gegen die Wände emporzieht; etwas tiefer führen die dünn-schichtigen, schwarzen Kalke wenig mächtige Lager eines intensiv grünen, eruptiven Gesteines, das als *Pietra verde* bezeichnet werden kann. Die ganze Schichtserie fällt flach nach Süden ein und setzt sich nach Westen über die Alpe Cereschiats in das Aupathal fort, woselbst sie sowohl den Fuss der Nordabhänge der Cima Valerie und des M. Forziadizze, als auch die waldbedeckten, sanften Südgehänge zwischen dem Monte Cullar und dem M. Crete zusammensetzt.

Der in Rede stehende, einerseits durch pflanzenführende Sandsteine und gelbgraue Mergelschiefer, andererseits aber durch schwarze Knollenkalken oder dünn-schichtige Bänderkalke mit Pietraverdelaen gebildete Complex erinnert in seiner petrographischen Beschaffenheit sowohl an die Wengener, als auch an die Buchensteiner Schichten Südtirols<sup>1)</sup>, das einzige vorliegende, sicher bestimmbare Fossil. *Dao-*

<sup>1)</sup> E. v. Mojsisovics. Dolomitriffe. Wien, 1879, pag. 52—54.

*nella Lomelli Wissm. sp.* deutet speciell auf Wengener Schichten. Nachdem nun die schwarzen, zum Theile hornsteinführenden Knollenkalke, welche insbesondere für die Buchensteiner Schichten bezeichnend sind, im Liegenden auftreten, scheint es mir, dass hier eine Vertretung der beiden Schichtabtheilungen vorliegt. Auf keinen Fall wird die hier angewendete doppelte Bezeichnung einen namhaften Fehler in der richtigen Taxirung des Niveaus bedeuten. Taramelli<sup>1)</sup> scheidet den betreffenden Zug auf seiner Karte des Friaul als Wengener Schiefer und -Sandstein aus und führt von R. Geu bei Bevorchians im Aupathale das Vorkommen von *Trachyceras regoledanum* Mojs. und *Trach. doleriticum* Mojs. an (loc. cit. pag. 69).

Vom Aupa-Sattel überblickt man sehr gut die weitere Fortsetzung dieses Zuges weicher Mergel und Schiefer über die Forca Griffon, welche zwischen dem M. Sernio und dem M. Cullar eingebettet liegt. Am M. Sernio gibt sich die Gliederung der hangenden Schichtfolge in Schlerndolomit, Raibler Schichten und Dachsteinkalk durch das Profil der Nordkante jenes schroffen Felsberges deutlich zu erkennen. Die vom Gipfel nach Norden abstürzenden Wände gehören dem Dachsteinkalke an, in der folgenden Einsattlung streichen die Raibler Schichten durch und die weiter nördlich folgende, etwas niedrigere Reihe von Felsgipfeln sammt deren Nordabsturz entspricht dem Schlerndolomit. In der tiefsten Einsattlung endlich, der Forca Griffon, ziehen die Wengener und Buchensteiner Schichten durch. Bis in die Region der Forehiutta-Alpe herrschen also, von Süden gerechnet, normale Verhältnisse. Dagegen stellt sich am Südabhange des M. Cullar innerhalb der dünnplattigen Kalke und Mergelschiefer eine Antiklinale ein, in deren Kern auf der Kammhöhe oberhalb Forehiutta der Muschelkalk in einer isolirten Partie zum Vorschein kommt. Zwischen dem Kalk und Dolomit des M. Cullar und den Wengener-Buchensteiner Schichten scheint eine Störung zu verlaufen, eine Linie, die sich westlich nach Dierico di Paularo und von hier entlang dem Ostgebänge des Chiarsothales abwärts zieht und das Absinken der südlichen Partie begrenzt. Nach Osten streicht die Verwerfung gegen den M. Crete; die Wengener-Buchensteiner Schichten greifen nächst Ladusset auf eine Strecke unmittelbar an die Werfener Schiefer, die sie scheinbar unterlagern, heran und schneiden dann an der Westwand des M. Crete quer ab, um sich schliesslich bei Costa Landri mit jener Partie zu vereinigen, welche den Aupasattel übersetzt. Am Südwestfusse des schroffen M. Crete sieht man nächst der Mündung des Baches bei Costa Landri sehr deutlich die Position der Störungslinie. Zur Rechten ragt der Muschelkalk in hohen Wänden auf, indess die Mergelschiefer von Costa Landri mit ihrem Lager von Pietraverde, bei demselben südlichen Einfallen, eine verhältnissmässig tiefe Position einnehmen.

Die grosse Verbreiterung, welche der Zug der Wengener-Buchensteiner Schichten in westlicher Richtung erfährt und die unregelmässige Vertheilung des in ihrem Liegenden entwickelten Muschel-

<sup>1)</sup> T. Taramelli. Spiegazione della Carta geologica del Friuli. Pavia, 1881.

kalks lassen indess auch darauf schliessen, dass der Mergelcomplex schon ursprünglich in sehr verschiedener Mächtigkeit über dem Muschelkalk abgelagert worden ist. Nirgends ist ein stellvertretendes ineinandergreifen von Mergel und Dolomit zu beobachten.

Dabei erscheint es wohl selbstverständlich, dass während der Gebirgsfaltung gerade dieser Wechsel in der Mächtigkeit der wenig widerstandsfähigen Mergel und der starren Dolomitmassen auf die Entstehung und den Verlauf der Störungslinien von Einfluss war.

Die Pietraverde-Züge lassen sich bis in das Thal von Paularo verfolgen, woselbst der nördliche Zug in dem Torrento Muje unterhalb Dierico und zwar an der Einmündung des T. Vintulis gut abgeschlossen ist. Im Hangenden der mächtigen grünen Tuffbank lagern hier rothe und graue Knollenkalke, pflanzenführende Sandsteine, schwarze Schiefer mit Kalkbänken, grobsplitterige, graue, weissgeaderte Kalke und dunkle dünngeschichtete Kalke mit nördlichem Einfallen, scheinbar unter dem Permdolomit von Dierico einfallend. Hier also zieht die oben erwähnte Störung durch und scheidet sodann oberhalb Tavielle di Dioor den Buchensteiner Complex vom Werfener Schiefer des Chiarsodurchbruches. Der mergelige Complex zieht auch jenseits unter den Gipfelwänden der Terzadia durch und lagert hier auf dem Muschelkalk des M. Cucco. Besonders mächtig entwickelt sind die Mergel jedoch nur auf der Nordostabdachung der Terzadia, weiter westlich nimmt ihre Dicke ebenso rasch ab, wie östlich im Fellathal bei dem Tunell vom R. Sualt. Der M. Cucco und M. Terzadia sind bekannt als Fundorte einer Cephalopodenfauna des unteren Muschelkalks<sup>1)</sup>.

#### 4. Schlerndolomit.

Auf unserer Karte nur in einem kleinen nördlichen Pfeiler der Cima Valerie vertreten<sup>2)</sup>, setzt der Hauptzug dieser lichten, nach oben immer deutlicher gebankten Dolomite zwischen R. Sualt und R. Pontuz durch das Profil des Fellathales unterhalb Pontebba hindurch. Weiter nach Süden wird derselbe von einer zusammenhängenden Zone von Raibler Schichten überlagert, die sich vom Nordfusse des M. Sernio über das Aupathal, den Kamm zwischen Zucco di Boor und M. Gleris nach Dogna im Fellathal und von hier über Somdogna ins Kaltwasserthal und über die Raibler Scharte nach Osten fortsetzen.

<sup>1)</sup> E. v. Mojsisovics. Ueber ein erst kürzlich aufgefundenes unteres Cephalopodenniveau im Muschelkalk der Alpen. Verhandl. der k. k. geol. R.-A. 1872, pag. 190.

— Ueber einige Triasversteinerungen aus den Südalpen. Jahrb. der k. k. geol R.-A. XXIII. 1873, pag. 425.

<sup>2)</sup> Vergleiche das Profil Fig. 9 auf pag. 191. Der erwähnte Pfeiler bildet hier den südlichen Abschluss des Profiles.

## C. Stratigraphische Uebersicht.

### I. Krystallinische Schiefer.

Die krystallinischen Schiefer, welche den auf unserer Karte zur Darstellung gelangenden Südabhang des Guggenberges nördlich vom Watschig zusammensetzen, gehören jener südlichen Aufbruchswelle krystallinischer Schiefer- und Massengesteine an, die sich in der Gegend von Sillian von der krystallinischen Centralzone ablöst und, dem Gailthal entlang, in ost-südöstlicher Richtung bis an den Fuss des Dobratsch hinzieht. Dieselbe Welle taucht nach einer längeren, durch Auflagerungen bedingten Unterbrechung weiter östlich bei Eisenkappel neuerdings auf und streicht in der gleichen Richtung zwischen den Karawanken und den Steiner Alpen bis an den Südrand des Bachergebirges weiter. Gliederung und Verlauf des zuletzt genannten östlichen Abschnittes wurden kürzlich von F. Teller in seiner Karte der Ostkarawanken und Steiner Alpen dargestellt. Der westliche Abschnitt, welcher im oberen Gailthale (Lessachthal) eine Antiklinale bildet, während in den mittleren und unteren Partien des Thales nur das Nordgehänge von den einseitig nach Norden einfallenden krystallinischen Schiefen eingenommen wird, scheint hinsichtlich der vertretenen Gesteine wesentlich einfacher zusammengesetzt, als der östliche. Die herrschenden, zumeist granatenführenden Glimmerschiefer gehen einerseits über in glimmerarme und quarzreiche, hie und da auch feldspathführende und dann als Gneiss zu bezeichnende Lagen, andererseits in feinglimmerige, serizitisch glänzende und feingefaltete Phyllite mit grossen Quarzlin sen, die man als Quarzphyllite ansprechen muss. Trotzdem glaube ich, dass der ganze Complex mit seinen verschiedenen Gesteinsmodifikationen jener Abtheilung der krystallinischen Serie angehört, die von M. Vacek im Gebiete der östlichen Centralalpen als Granatenglimmerschiefer-Gruppe ausgeschieden wurde. Eine Folge von grünen Schiefen, die sich im Gitschthale über den nördlich fallenden Glimmerschiefern aufbaut, dürfte allerdings einer höheren Abtheilung entsprechen. Der Umstand, dass die Glimmerschiefer an der Ruine Malendein bei Hermagor blaugraue krystallinische Kalke einschliessen, spricht ebenfalls für die hier angenommene Zutheilung. Ihrer petrographischen Beschaffenheit nach müssen die auf unserer Karte vertretenen, längs der Gailthaler Hauptstrasse gut aufgeschlossenen und hier steil nach Norden einfallenden Schiefer als Thonglimmerschiefer bezeichnet werden, in deren westlicher Fortsetzung bei Forst oberhalb Reissach<sup>1)</sup> dioritische Eruptivgesteine gangförmig auftreten. F. Frech bezeichnet die krystallinischen Schiefer des Gailthales im Einvernehmen mit L. Milch als Quarzphyllite und stützt sich dabei

<sup>1)</sup> F. Frech. Die Karnischen Alpen, Halle 1892 - 94, pag 188 und 194. (Petrographischer Anhang von L. Milch.)

in erster Linie auf die petrographische Uebereinstimmung und den directen Zusammenhang, welcher zwischen den Gailthaler krystallinischen Schieferen und den Phylliten des Pusterthales, sowie den Südtiroler Quarzphylliten thatsächlich besteht. Andererseits wird aber bemerkt, dass für die Gesteine des oberen Lessachthales die Bezeichnung Granatenglimmerschiefer durchaus anwendbar ist. Wenn Frech die Thonglimmerschiefer des Gailthales mit den oberen, hellgrauen, feinschuppigen Granatenglimmerschiefern (in denen Pegmatit- und Hornblendeschieferlager zurücktreten) der östlichen Centralalpen vergleicht, so dürfte damit wohl das Richtige getroffen sein. Es muss dabei berücksichtigt werden, dass innerhalb der krystallinischen Zone des Gailthales verschiedene Stufen vertreten sein können, welche zusammen sehr steil gefaltet wurden, so dass auf schmalem Raume erhebliche Mächtigkeiten derselben vorhanden sein können.

## II. Silur.

### A. Silurische Thonschiefer und Grauwacken.

Die dunklen Thon- und Kieselschiefer, Grauwacken und Quarzite der Silurformation, in deren obersten Lagen weiter westlich bei der Gundersheimer-Alpe und im Nölblingergraben Graptolithenreste <sup>1)</sup> gefunden wurden, und welche dortselbst von rothen, obersilurischen Netzkalken bedeckt werden, nehmen im Profil des Hochwipfels auf unserem Kartengebiete eine bedeutende Mächtigkeit ein. Weit aus die grösste Masse dieser Thonschiefer und Grauwacken dürfte dem Untersilur angehören und wahrscheinlich nach unten auch das Cambrium in sich schliessen, wengleich untersilurische Fossilien bisher aus dieser engeren Region nicht vorliegen <sup>2)</sup>.

In dem Profile des Hochwipfels, das aus sehr steil gefalteten Thonschiefern und Grauwacken besteht, scheinen die letzteren eine tiefere, dem unteren Steilabfalle entsprechende Position einzunehmen. Die Lagerung ist vorwiegend saiger oder sehr steil nach Süden neigend; nördliche Fallrichtungen kommen nur am nördlichen Fusse des Gebirges vor, so dass die Hangendschichten im Allgemeinen der südlichen Region entsprechen und sonst nur am Nordfusse dieses Faltegebirges zu erwarten sind.

### B. Obersilurische Bänderkalke und Orthocerenkalke.

Graue, weisse und röthliche Bänderkalke treten in nahezu saigerer Stellung am Nordabhang des Schwarzwipfels gegen Tröppelach und Watschig auf. Diese mit dickeren, ungebänderten, dichten Kalklagen alternirenden Kalke zeichnen sich nicht selten durch die Neigung zur Flaserstructur aus, weisen dann zumeist glimmerreiche

<sup>1)</sup> G. Geyer. Aus dem palaeozoischen Gebiete der karnischen Alpen. Verhandlungen d. k. k. geolog. Reichsanstalt 1895, pag. 76.

<sup>2)</sup> Bestimmbare Versteinerungen des Untersilur der karnischen Alpen wurden bisher nur im obersten Uggwathal am Südwestfusse des Osternig durch G. Stache aufgefunden. Vergl. Zeitschr. d. Deutschen geolog. Ges. Berlin 1884, pag. 324.

Häutchen auf und nehmen dadurch einen petrographischen Habitus an, der mit jenem der bunten obersilurischen Netzkalke völlig übereinstimmt.

Hinsichtlich der analog entwickelten und gelagerten Kalke der Mauthener-Alpe habe ich zu zeigen versucht, dass dieselben direct mit fossilführenden Obersilurkalken in Verbindung stehen und somit ebenfalls der obersten Abtheilung der Silurformation angehören<sup>1)</sup>. Bei der auffallenden Uebereinstimmung gewisser Glieder der böhmischen und der karnischen Silurdevonbildungen erscheint die Annahme, dass auch in den karnischen Alpen kalkige Sedimente erst im Obersilur auftreten, weit natürlicher, als die Supposition einer so grossen Faciesverschiedenheit in der Stufe des Untersilur. Ueberdies muss Teller's Fund von Orthoceren und von *Cardiola*<sup>2)</sup> innerhalb der Bänderkalkregion des Vellachthales in Kärnten als Beweis für die Thatsache betrachtet werden, dass auch das Obersilur in Bänderkalkfacies entwickelt sein kann. Die Lagerungsverhältnisse am Abhang des Schwarzwipfel deuten nun nach den oben erörterten Gründen darauf hin, dass auch hier die Bänderkalke einem hohen Silurniveau angehören dürften. Prof. Frech<sup>3)</sup> fasst den ganzen Complex zwischen den Quarzphylliten im Liegenden, die nach ihm möglicherweise schon die Aequivalente des Cambrium repräsentiren, und den obersilurischen Orthocerenkalken, beziehungsweise den die letzteren unterteufenden Graptolithenschiefen, als Mauthener Schichten zusammen, innerhalb deren neben „normalen klastischen Gesteinen“ und gewissen grünen Schiefen auch mit den Schiefen in Wechselagerung stehende kalkige Gebilde unterschieden werden. Die besondere Benennung dieser untersilurischen Bildungen wird durch deren Vielgestaltigkeit begründet, welche auf einem für diese Stufe überraschenden Facieswechsel beruhe. Nach meiner Anschauung, die ich auf Grund der citirten Beobachtungen an der Mauthener-Alpe und am Schwarzwipfel gewann, handelt es sich aber hier keineswegs um Faciesverschiedenheiten innerhalb des Untersilur, sondern um eine besondere Ausbildung der obersilurischen Kalke, welche durch Faltung in Positionen gebracht wurden, die allerdings für eine stratigraphisch tiefe Position zu sprechen scheinen<sup>4)</sup>. Nachdem mir nun ein wesentliches Glied der „Mauthener Schichten“, nämlich die gesammten kalkigen Bildungen derselben, seiner Stellung nach zweifelhaft erscheint, wurde die Anwendung dieser Bezeichnung unterlassen.

<sup>1)</sup> G. Geyer. Aus dem palaeozoischen Gebiete der karnischen Alpen. Verhandlungen d. k. k. geol. R.-A. 1895, pag. 63.

<sup>2)</sup> F. Teller. Die Aequivalente der dunklen Orthocerenkalke des Kok im Bereiche der Silurbildungen der Ostkarawanken. Verhandlungen d. k. k. geol. R.-A. 1887, pag. 145.

<sup>3)</sup> F. Frech. Die Karnischen Alpen. Halle 1892—94, pag. 209.

<sup>4)</sup> G. Geyer. Verhandlungen der k. k. geol. R.-A. 1895, pag. 84. Hier wurden die schwarzen Thonschiefer der Alpe Costa di Crignis als silurisch aufgefasst. Nach weiteren Untersuchungen gelangte ich nunmehr dazu, die altpalaeozoische Serie dieses Profiles als die überkippte Fortsetzung der saigeren Obersilursehichten des Hohen Trieb und des Malpasso im Chiarsodnrbuch anzufassen, wonach die erwähnten Thonschiefer dem Culm angehören müssen.

Normale obersilurische Gesteine finden sich im Gebiete unserer Karte nur in sehr beschränkter Ausdehnung am Monte Pizzul und bei Casarotta im obersten Pontebbanagraben. Es sind ausser rothen und grauen orthocerenführenden Netzkalken auch blaugraue Kalke mit kieseligen Auswitterungen (von Korallen?), rothe, flaserige Schieferkalke und graue Plattenkalke, welche hier, steil gegen Norden einfallend, unter dem lichten Kalk des M. Zermula hinabtauchen.

### III. Devon.

Hierher rechne ich einen Theil der Bänderkalke des Schwarzpiffel, die sich an die oben erwähnten silurischen Bänderkalke in saigerer Stellung gegen Südwesten anschliessen, durch lichtgraue Farben und die Einschaltung dichter, nicht gebänderter Lagen auszeichnen und in der Fortsetzung des Osternig—Paludnigzuges<sup>1)</sup> gelegen sind, der seiner Fossilführung nach, wie Frech und Penecke nachgewiesen haben<sup>2)</sup>, dem Devon angehört.

### IV. Carbon.

Das Carbon erlangt im Gebiete der karnischen Alpen eine weite Verbreitung und gestattet auch hier eine Gliederung in zwei von einander unabhängige und in ihrer Ausbildung nicht wenig differirende Hauptgruppen, das Untercarbon und das Obercarbon.

#### A. Untercarbon (Culm).

Die Schichten, welche hierher gerechnet werden, bestehen aus zumeist dunklen Thonschiefern, Grauwacken, Quarziten, Conglomeraten und Sandsteinen, welche den entsprechenden Gesteinen des Untersilur petrographisch ähnlich sehen. In dem Terrain, das unsere Karte zur Darstellung bringt, nehmen dieselben einen kleinen Raum ein, indem sie nur südlich vom M. Pizzul zu beiden Seiten der Wasserscheide zwischen dem Chiarso und der Pontebbana entwickelt sind. Dieses Vorkommen bildet das östliche Ende eines weiten Verbreitungsbezirkes im Süden der karnischen Hauptkette, der sich aus dem Thale des Degano über den Torrente But bis über das Chiarsothal hinaus erstreckt. Die Deutung dieser schieferigen Serie als Untercarbon basirt in erster Linie auf den Lagerungsverhältnissen, mit denen die wenigen vorliegenden palaeontologischen Anhaltspunkte im Einklang stehen.

Entlang dem Südabfall der nach Süden geneigten Devonkalkmassen der Kellerwand und des Palgebirges beobachtet man nämlich an vielen Stellen eine deutliche Ueberlagerung der theils ober-

<sup>1)</sup> Man vergleiche auf Frech's Karte (Blatt Bleiberg u. Tarvis) die Beziehungen der untersilurischen und der obersilurischen Kalke am Abhang des Osternig.

<sup>2)</sup> F. Frech. Karn. Alpen, pag. 17 u. 264.

devonischen (Grosser Pal, Pizzo di Timau, Casera Promos di sopra), theils mitteldevonischen (Casera Monuments und C. Collinetta) Kalke.

In einem von der grünen Schneide am Kollinkofel nach Südosten hinab bis an den Torrente But gelegten Durchschnitte lässt sich nicht nur eine völlig isolirt aufliegende Culmschieferpartie (Casera Collinetta), sondern auf eine Erstreckung von mehr als drei Kilometern die Unterteufung der mit einer Grundbreccie über dem Kalk beginnenden fraglichen Serie nachweisen.

In den dieser Serie interpolirten Conglomeraten hat Frech (Karn. Alpen, pag. 62) das Vorkommen abgerollter Fragmente von rothem Obersilurkalk nachgewiesen. Ueberdies führen die aus plattigem Sandstein bestehenden tieferen Lagen der betreffenden Schiefer entlang der Südfront der Kellerwand und bei der Promosalpe überall sehr deutliche, mitunter in bedeutender Grösse vertretene Exemplare von *Archaeocalamites radiatus*.

Das Hangende der Serie bilden grüne und violette, mit Tuffen und Eruptivgesteinen (Diabas, Enstatitporphyrit<sup>1)</sup>) alternirende Schiefer, welche theils von Grödener Sandstein, theils aber von noch älteren Schichten bedeckt werden. An der Forca Pizzul werden sie nämlich von typischem Obercarbon (Verhdl. 1895, pag. 89) überlagert.

Auf diese Art erscheint es festgestellt, dass mindestens ein Theil der Thonschiefer, Conglomerate, Sandsteine und Grauwacken auf der Südseite der Karnischen Alpen zwischen dem Oberdevon und dem Obercarbon lagert und somit als Untercarbon betrachtet werden darf. Die Gesteinsausbildung und das Vorkommen von *Archaeocalamites radiatus* dagegen rechtfertigen sodann die engere Faciesbezeichnung als Culm, welche zuerst durch G. Stache<sup>2)</sup> und nach ihm von F. Frech verwendet wurde. Damit erscheint es durchaus nicht ausgeschlossen, dass etwa ein anderer Theil der Schiefer auf der venetianischen Seite der Karnischen Hauptkette dem Silur angehört, wie Tommasi's Fund von Monograptus bei Il Cristo nächst Timau (pag. 142) oder wie die von mir in den Thonflaserkalken von San Giorgio di Comeglians entdeckten Obersilur-Fossilien dargethan haben.

Auf jeden Fall weist das Culm der Karnischen Alpen eine ungleichförmige Lagerung über seiner Basis auf, nachdem dasselbe theils auf dem Oberdevon (Gross-Pal, Pizzo di Timau und C. Promos di sopra), theils auf Mitteldevon (C. Monuments), theils endlich auf noch tieferen Schichten, nämlich auf den bunten Netzkalken des Obersilur (Hoher Trieb, M. Zermula) aufruht. In dieser Hinsicht erscheint besonders die Gegend des Promosjoches massgebend und interessant, indem hier die zum Culm gerechneten Schiefer auf eine kurze Entfernung hin einerseits Oberdevon, andererseits Obersilur überlagern. Die betreffende Culmsynklinale ruht hier nämlich im Südwesten auf dem grossen Devonmassiv des Palgebirges, während einen Kilometer

<sup>1)</sup> A. Rosiwal. Enstatitporphyrit und Porphyrituff aus den Karnischen Alpen. Verhandl. d. k. k. geol. R.-A. 1895, pag. 436.

<sup>2)</sup> G. Stache. Ueber die Silurbildungen der Ostalpen etc. Zeitschr. der Deutschen geol. Ges. Berlin 1884. pag. 362.

weiter im Nordosten unter ihr die rothen obersilurischen Kalke des Hohen Trieb zu Tage treten. Bei einer genauen Localkenntniss dieser Gegend dürfte jede andere Erklärung, als die einer transgressiven Ueberlagerung gezwungen erscheinen.

Die Culmbildungen der Karnischen Hauptkette sind im Gegensatz zu den sie bedeckenden Obercarbon-Schichten durchwegs energisch gefaltet und zumeist steil gestellt, wobei die westöstliche Streichungsrichtung vorherrscht.

Eine Vertretung des marinen Untercarbon des Nötschgrabens mit seiner reichen Kohlenkalkfauna konnte im Gebiete der Karnischen Hauptkette bisher nicht nachgewiesen werden. Inwieweit die mit grünen tuffähnlichen Sandsteinen alternirenden Schichten der Trattenalpe im Liegenden des Auernig und der Krone schon dem Untercarbon beigezählt werden dürfen, war bisher wegen des Mangels an palaeontologischen Beweisen oder evidenter Discordanzen nicht sicherzustellen.

### B. Obercarbon.

Die obercarbonische Serie, welche durchwegs eine transgressive Lagerung und selbstständige Verbreitung aufweist, zeichnet sich durch grosse Differenzirung ihres Gesteinsmateriales aus. Milde, dunkle Thonschiefer und Grauwackenschiefer, lichte plattige Sandsteine, Quarzconglomerate in mächtigen Bänken, dunkle Fusulinenkalke in weithin streichenden Lagern, endlich weisse und rothe, mächtigere Massen bildende Fusulinen- und Schwagerinenkalke sind die Haupttypen unter den vertretenen Sedimenten.

Die tiefsten, über verschiedenen Gliedern des älteren Untergrundes übergreifenden Schichten dieser Serie bestehen aus dunklen Thonschiefern, Grauwackenschiefern und Sandsteinen. Wenn die Liegendschichten des Auernig und der Krone (S. 160) noch zum Obercarbon gehören, hat man hier tiefschwarze Thonschiefer und schwarzgraue Sandsteine, die miteinander wechsellagern und nach oben lagenweise hell graugrüne tuffähnliche Sandsteine und grünliche, aus sehr verschiedenen Elementen bestehende Conglomeratbänke aufnehmen. Innerhalb dieser Lagen wurden bisher keine Fossilien gefunden.

Darüber folgen milde, dunkle Thonschiefer mit rostgelben Concretionen und rostgelben, zumeist in Form verquetschter Steinkerne erhaltenen Fossilresten, unter denen die Brachiopoden dominiren. Gegen das Hangende stellt sich dann ein Wechsel von weichen Grauwackenschiefern mit mächtigen Quarzconglomeratbänken ein, Sandsteinplatten mit Productusschalen und Schiefer mit Landpflanzen schalten sich ein und werden nach oben immer mehr durch kalkige Lagen verdrängt, die sich in Form dunkelblaugrauer, an Brachiopoden reicher Fusulinenkalke bankweise einfügen. Der reiche Wechsel innerhalb dieser scharf gebankten Serie kommt schon landschaftlich zum Ausdruck und verleiht den Höhen des Auernig und der Krone ihr eigenthümliches Gepräge.

Während die Liegendschiefer und Sandsteine sanfte Abhänge bilden, der oben skizzirte bunte Gesteinswechsel das Auftreten weithin ziehender niederer Felsgesimse bedingt, die den steileren Böschungen ein

deutlich gebändertes Aussehen verleihen, sind die jüngsten Absätze des Obercarbon durch compacte Felsmassen vertreten. Ueber den mit Fusulinenkalken alternirenden Hangendgliedern der schiefrigen Abtheilung folgen zunächst (Vergl. die Profile des Trogkofels pag. 154) schwarzblaue dünnbankige, dann graue, weissgeaderte dickbankigere, endlich aber helle, d. h. graue, weisse oder röthliche, zumeist schichtunglose, stellenweise aber nach Art des Dachsteinkalkes gebankte Fusulinen- und Schwagerinenkalke, welche in steilen felsigen Formen über die Abhänge der tieferen Abtheilung aufragen und eine Mächtigkeit von mehr als 400 Metern erreichen.

Die Hangendhorizonte der obercarbonischen Schichten der Krone im Liegenden der weissen und rothen Fusulinenkalke zeichnen sich durch ihren Reichthum an Versteinerungen aus. Der rasche Gesteinswechsel bedingt natürlich eine bestimmte Anordnung der fossilreichsten Horizonte und verschiedene Erhaltungsformen der organischen Reste. In dieser Hinsicht erweist sich ein dunkler schiefrig-knotiger Mergelkalk, die *Conocardienschiefer*, besonders ergiebig. Die Fusulinenkalke führen zumeist wohl erhaltene Brachiopoden, gewisse gelbgraue sandig-glimmerige Schiefer zeigen insbesondere Productusschalen, die schwarzen Grauwackenschiefer in der Regel verdrückte, rostgelb angewitterte Steinkerne. In den Conglomeratbänken kommen Stammstücke von Calamiten vor und die feinen, milden Thonschiefer weisen schön erhaltene Farnabdrücke auf.

Nachdem die Bearbeitung des unserer Anstalt vorliegenden palaeontologischen Materiales aus den karnischen Alpen noch nicht durchgeführt werden konnte, mögen hier die von E. Schellwien<sup>1)</sup> publicirten Fossilisten angeführt werden, um den obercarbonischen Charakter der Fauna und Flora zu demonstrieren:

- Phillipsia scitula* Meek.  
*Nautilus* aff. *nodoso-carinatus* Roem.  
*Platycheilus* (*Trachydomia* de Kon.) aff. *Wheeleri* Shum.  
                   "                  "                  "                  "                  *canaliculatus* Gem.  
*Macrocheilus* aff. *subulitoides* Gem.  
*Platycheilus* sp.  
*Euomphalus* (*Phymatifer*) *pernodosus* Meek.  
*Bellerophon* (s. str.) sp.  
*Pleurotomaria* aff. *Mariani* Gem.  
*Murchisonia* sp.  
*Helminthochiton* sp.  
*Loxonema* sp.  
*Entalis* sp.  
*Naticopsis* aff. *plicistria* Portl.  
                   "                  sp.  
*Euphemus* sp.  
*Conocardium uralicum* Vern.  
                   "                  *div. sp.*

<sup>1)</sup> Die Fauna des karnischen Fusulinenkalkes. *Palaeontographica*, XXXIX. Bd., Stuttgart 1892.

- Ariculopecten aff. plagiostoma de Kon.*  
 " " *Eurekensis Walcott.*  
 " " *affinis Walcott.*  
 " " *sp.*  
*Pterinopecten sp.*  
*Lima aff. retifera Shum.*  
*Schizodus aff. cuneatus Meck.*  
*Edmondia aff. tornacensis Rykh.*  
 " " *sculpta de Kon.*  
*Sanguinolites sp.*  
*Rhynchonella grandirostris Schellw.*  
 " *confinensis Schellw.*  
*Camerophoria alpina Schellw.*  
*Spiriferina coronae Schellw.*  
*Spirifer supramosquensis Nik. = Fritschi Schellw.*  
 " *carnicus Schellw.*  
 " " *Schellw. var. nov. grandis.*  
 " *Zitteli Schellw.*  
 " *trigonalis Mart. var. nov. lata.*  
 " *fasciger Keyserl.*  
*Martinia semiplana Waag.*  
 " *carinthiaca Schellw.*  
 " *cf. glabra Mart.*  
*Reticularia lineata Mart. sp.*  
*Enteles Kayseri Waag.*  
 " *Suessi Schellw.*  
 " " *Schellw. var. acuticosta*  
 " *carnicus Schellw.*  
*Orthis Pescosii Marcou.*  
*Athyris cf. planosulcata Phill.*  
*Derbya Waageni Schellw.*  
 " *expansa Schellw.*  
*Orthothetes semiplanus Waag.*  
*Chonetes lobata Schellw.*  
 " *latesinuata Schellw.*  
 " *papilionacea var. nov. rarispina*  
 " *cf. granulifera Ow.*  
 " *obtusa Schellw.*  
*Productus aculeatus Mart. var.*  
 " *gratiosus Waag. var. nov. occidentalis*  
 " *cf. Cora d'Orb.*  
 " *longispinus Sow.*  
 " *semireticulatus Martin*  
 " *" Martin var. bathycolpos*  
 " *lineatus Waag.*  
 " *curvirostris Schellw.*  
*Marginifera pusilla Schellw.*  
*Dielasma? Toulai Schellw.*  
 " *carinthiacum Schellw.*  
*Acanthocladius sp.*

*Amblysiphonella* sp.  
*Amplexus coronae* Frech.  
*Zaphrentis* sp.  
*Lophophyllum proliferum* M'Chesney sp.  
*Lonsdaleia floriformis* Flem. mut. *cornica* Frech.  
*Monticulipora?* sp.  
*Fenestella* sp.  
*Pentacrinus* sp.  
*Archaeocidaris* sp.  
*Fusulina* aff. *cylindrica* Fisch.  
 „ *div.* sp.

Die von E. Schellwien angeführten, durch Herrn Prof. von Fritsch in Halle bestimmten Pflanzenreste ergeben folgende Liste:

*Annularia stellata* Schloth. sp.  
 „ *sphenophylloides* Zenk.  
*Asterophyllites equisetiformis* Schloth. sp.  
*Alethopteris* oder *Callipteridium* sp.  
 „ *Serlii* Brgt.  
 „ cf. *aquilina* Schloth.  
*Pecopteris oreopteridia* Brgt. (non Schloth.)  
 „ *unita* Brgt.  
 „ *Candolleana* Brgt.  
 „ *arborescens* Schloth. sp.  
 „ *Miltoni Artis* Brgt.  
 „ *pteroides* Brgt.  
 „ *Bioti* Brgt.  
 „ *Pluckenetii* Schloth. sp.  
 „ (? ?) *Sternbergi* Göpp = *truncata* Germ.  
*Goniopteris emarginata* Sternb.  
*Neuropteris tenuifolia* Brgt.  
 „ sp.  
*Odontopteris alpina* Sternb.  
 „ cf. *britannica* Gutb.  
*Rhytidodendron* bezw. *Bothrodendron* sp.  
*Sigillaria* sp.  
*Calamites* (*Eucalamites* Weiss) sp.  
*Stemmatopteris* sp. (oder *Caulopteris* sp.)  
*Cordaites principalis* Germ.  
*Pseudocordaites* sp.  
 ? *Callipteris conferta* Sternb. sp.

Nachstehend die von F. Unger<sup>1)</sup> an den Aufsammlungen Prof. Höfer's vorgenommenen Bestimmungen:

*Calamites Suckowii* Brgt.  
 „ *Cistlii* Brgt.

<sup>1)</sup> Anthrazitlager in Kärnten. Sitzungsberichte d. kais. Acad. d. Wiss. Wien 1869, LX. Bd., I. Abth.

- Annularia sphenophylloides* Ung.  
 „ *longifolia* Brgt.  
*Neuropteris flexuosa* Brgt.  
 „ *auriculata* Brgt.  
*Pecopteris (Cyatheetes) pennaeformis* Brgt.  
 „ *unita* Brgt.  
 „ *arborescens* Brgt.  
 „ *Miltoni* Brgt.  
 „ „ *polymorpha* Brgt.  
 „ „ *orata* Brgt.  
 „ (*Aspidides*) *nervosa* Brgt.  
 „ „ *Jaegeri* Göpp.  
*Semapteris carinthiaca* Ung.  
 „ *tesselata* Ung.  
*Cordaites borassifolia* Sternb.  
*Bockschia flabellata* Göpp.  
*Rhabdocarpus Candolleanus* Heer.

Zum Schlusse sei noch auf die Liste obercarbonischer Fossilien aus dem Gebiete der Krone hingewiesen, welche durch T. Taramelli<sup>1)</sup> publicirt wurde.

Das interessanteste Moment in der karnischen Entwicklung des Obercarbon liegt zunächst in der Wechsellagerung limnischer und mariner Bildungen. Die Quarzconglomeratbänke und pflanzenführenden Schiefer können nur als eingeschwemmte Küstenbildungen angesehen werden, welche durch ihre Wechsellagerung mit den marinen Fusulinenkalken auf mehrfache Strandverschiebungen hindeuten. Nach F. Frech findet ein siebenmaliger Wechsel statt; wenn auch diese Zahl modificationsfähig wäre, so unterläge es doch keinem Zweifel, dass uns auf der Krone eine küstennahe Ablagerung vorliegt, welche beiläufig den südöstlichen Rand des inneralpinen Festlandes der obercarbonischen Zeit markirt. Da nun im Anschluss an das limnische inneralpine Obercarbon durch ganz Nord- und Westeuropa ebenfalls nur terrestrische Absätze bekannt sind, während sich marine Bildungen dieser Epoche im Süden Italiens vorfinden, so bezeichnet das karnische Obercarbon mindestens eine Stelle im Verlaufe einer wichtigen Küstenzone.

In zweiter Linie erscheint das karnische Obercarbon durch seine facielle Anlehnung an die kalkreiche Entwicklung dieses Formationsgliedes in einem grossen Theile Russlands, Indiens und Nordamerikas bemerkenswerth. Es folgen nämlich über den aus einem reichen Wechsel dunkler Thon- und Grauwackenschiefer mit hellen Quarzconglomeratbänken und Sandsteinen, sowie mit blauschwarzen Fusulinenkalk-Lagern bestehenden, meist dünnbankigen Schichten der Krone mächtige Massen weisser oder röthlicher Kalke mit Fusulinen, Schwagerinen und grossen Brachiopoden. Den oberen Abschluss der gesammten Serie bilden theils grellrothe permische Schiefer und Sandsteine, die auf der Karte als Grödener Sandstein

<sup>1)</sup> Geologia della provincia Venete. R. Accad. d. Lincei, Roma, 1882, pag. 60.

ausgeschieden wurden, theils setzt dieser Kalk ohne trennende Zwischenlage in mächtige Massen lichtgrauer Diploporenkalke und -Dolomite fort, welche bereits dem permischen System angehören und nach oben mit dem oberpermischen Niveau des Bellerophonkalks abschliessen. In diesem letzteren Falle scheint eine lückenlose marine Bildung das Carbon mit dem Perm zu verbinden. In jenen Fällen jedoch, wo wie an der Troghöhe (pag. 154) und auf der Reppwand (pag. 176) der weisse und röthliche Fusulinenkalk von den rothen permischen Schiefern und Sandsteinen überlagert wird, dürfte die Hauptmasse des ersteren noch dem carbonischen System angehören. Dafür sprechen die aus den leichten Fusulinenkalken vorliegenden, allerdings fast ausschliesslich aus Blöcken gesammelten Fossilien. In den anstehenden obersten Lagen des hellen Fusulinenkalks sind bisher bezeichnende Versteinerungen allerdings noch nicht gefunden worden, wohl aber lagert auf dem Trogkofel (pag. 152), unterhalb der noch immer Fusulinen führenden röthlichweissen Gipfelkalke in mächtigen Bänken eine Kalkbreccie, welche als Grenzbildung aufgefasst werden könnte. Es ist daher auch möglich, dass die obersten Lagen des leichten Fusulinenkalkes bereits dem Perm angehören und eventuell eine Vertretung der mächtigen Veruccanobildungen darstellen, welche in Südtirol die rothen Grödener Schiefer und Sandsteine unterteufen. Auf Grund dieser Erwägung wurde auf dem Farbenschema der beigegebenen Karte die Grenze zwischen Carbon und Perm vorläufig innerhalb der leichten Fusulinenkalke angenommen.

In meinem ersten, diese Gegend behandelnden Aufnahmsberichte <sup>1)</sup> hatte ich die gesammten leichten Fusulinenkalke als Vertretung des tieferen Perm, d. h. als beiläufige Aequivalente der russischen Artinskstufe aufgefasst, und zwar auf Grund ihrer Einschaltung zwischen dem Obercarbon der Krone, das, wie schon Schellwien <sup>2)</sup> hervorgehoben, der Gshelstufe Nikitin's <sup>3)</sup> im Moskauer Becken faunistisch überaus nahe steht, und den charakteristischen rothen permischen Sandsteinen und Schiefern, welche nur mit dem an mehreren Fundpunkten durch mittelpermische Pflanzenreste ausgezeichneten Grödener Sandstein verglichen werden können.

Mit der Anschauung Nikitin's (loc. cit. pag. 179), nach welcher die Gshelstufe <sup>4)</sup> ein Aequivalent der Fusulinenkalke des Ural darstellt und wie die letzteren auf das Engste mit der Artinskstufe (und mit den entsprechenden unterpermischen, marinen Ablagerungen Amerikas und Indiens) verknüpft ist, schien der Umstand völlig im Einklang zu stehen, dass auf der Krone die marinen, faunistisch der Gshelstufe entsprechenden Lagen mit Landpflanzen

<sup>1)</sup> G. Geyer. Ueber die marinen Aequivalente der Permformation zwischen dem Gailthal und dem Canalthal in Kärnten. Verhandlungen d. k. k. geol. R.-A. Wien 1895, pag. 392.

<sup>2)</sup> E. Schellwien. Ueber eine angebliche Kohlenkalkfauna aus der ägyptisch-arabischen Wüste. Zeitschr. d. Deutschen geol. Ges. Berlin 1894, 46. Bd. pag. 70.

<sup>3)</sup> S. Nikitin. Dépôts carbonifères et puits artésiens dans la region de Moscou. Mémoires du comité géologique. Pétersbourg 1890, Vol. V, Nr. 5.

<sup>4)</sup> Nikitin unterscheidet in der erwähnten Arbeit innerhalb des Obercarbon zwei Stufen: 1. die ältere Moskauer Stufe mit *Spirifer mosquensis* und 2. die jüngere Gshelstufe mit *Chonetes uralica* Vern.

führenden Schichten wechsellagern, die floristisch ebenfalls als jüngstes Obercarbon gedeutet werden müssen. Fauna und Flora wiesen nämlich übereinstimmend auf die alleroberste Abtheilung der Carbonformation, d. h. auf das marine Gshel und auf die limnischen Ottweiler Schichten hin.

Diese Auffassung bedarf nun einer Richtigstellung in dem Sinne, dass das russische Gshel noch nicht den oberen Abschluss der Carbonformation darstellt, da in anderen Districten über dessen Aequivalenten noch höhere Serien mit typischer Carbonfauna erhalten geblieben sind.

Wurde bereits durch den genannten russischen Forscher (loc. cit. pag. 176) darauf hingewiesen, dass die Carbonablagerungen, wie sie heute im centralen Theile von Russland vorliegen, bedeutend reducirte Reste einstmals ausgedehnter und mächtiger Sedimente darstellen, so verdanke ich nunmehr den freundlichen Mittheilungen der Herren A. Karpinsky, Director des Comité géologique, und T. Tschernyschew, Chefgeologen an dem russischen Central-Institute, weitere Aufklärungen, nach denen der obere Abschluss des russischen Carbon in Centralrussland (Gouv. Wladimir), im russischen Norden (Timan) und im Ural durch die mächtigen Ablagerungen der Schwagerinen- und Fusulinenkalke gebildet wird, die zwischen der Gshelstufe (Schichten mit *Productus Cora*) und der Artinskstufe gelegen sind.

Dabei erscheint nicht allein der Umstand ausschlaggebend, dass die mächtigen Schwagerinenkalkmassen eine überlagernde Stellung einnehmen, sondern auch die faunistische Ueberlieferung, welche wesentliche Unterschiede zwischen der Fauna der Schichten mit *Productus Cora* und jener der sie überlagernden Schwagerinenkalk aufweist<sup>1)</sup>.

Aus den lichten Fusulinenkalken der Karnischen Alpen werden von Schellwien die nachfolgenden Arten namhaft gemacht:

*Dielasma* sp.

*Reticularia lineata* Mart.

*Spirifer fasciger* Keys.

*Enteles Suessi* Schellw.

*Spirifer supramosquensis* Nik. - Sp. *Fritschii* Schellw.

Ich selbst sammelte in anstehenden rothen Crinoidenkalken der Troghöhe grosse Exemplare von *Productus semireticulatus* Mart.

Unter diesen Arten ist nur *Spirifer supramosquensis* Nik. - Sp. *Fritschii* Schellw. für das Obercarbon allein bezeichnend, während *Reticularia lineata* Mart., sowie *Spirifer fasciger* Keys und *Productus semireticulatus* Mart. in die Permformation emporreichen.

<sup>1)</sup> T. Tschernyschew. Beschreibung des Central-Urals und des Westabhanges Mémoires du Comité géologique. St Petersburg, 1889, Vol. III, Nr. 4.

— Notes sur le rapport des dépôts carbonifères russes avec ceux de l'Europe occidentale. Annales de la société géologique du Nord. Tome XVII, Lille, 1890, pag. 201.

Das Verhältniss des Grödener Sandsteines zu den liegenden weissen Fusulinenkalken und zu dem hangenden Bellerophonkalk und -Dolomit, sowie insbesondere seine innige Verflechtung mit den Kalken an jenen Orten, wo der rothe Grödener Sandstein auskeilt, wo er Dolomitbänke aufnimmt und die Dolomite eine breccienartige oder conglomeratische Structur mit rothem, sandigem Cement oder mit Einschlüssen eines rothen quarzig-sandigen Materials annehmen, erinnert sehr an die Vorkommnisse des Schwazerkalkes im Innthale, die höheren lichten Kalke und Dolomite aber in mancher Beziehung an den Röthkalk der Schweizer Geologen.

Darauf hat bereits G. Stache<sup>1)</sup> aufmerksam gemacht. Diese eigenthümlichen Lagerungsverhältnisse, nach denen der Schwazerkalk im Liegenden des Grödener Sandsteines und im Hangenden des sogenannten Wildschönauer Schiefers auftritt und wobei eine Wechsellagerung zwischen dem Schwazerkalk und dem rothen Material des Grödener Sandsteines zu beobachten ist, wurden durch E. v. Mojsisovics<sup>2)</sup> und A. Rothpletz<sup>3)</sup> sehr deutlich geschildert. Leider liegen weder aus dem Schwazerkalk, noch aus dem Wildschönauer Schiefer Fossilien vor, welche die nahe liegende Parallelisirung stützen könnten.

Die röthlichen Fusulinenkalke dürften einst innerhalb der süd-alpinen Zone eine viel grössere Verbreitung erreicht haben. Dafür sprechen einerseits die von R. Hoernes<sup>4)</sup> im Thal der Torrente Diebba bei Auronzo, ferner bei St. Veit und Moos im Sextenthal u. s. f. nachgewiesenen, Fusulinen führenden, rosenrothen Kalkbrocken, welche sich im Basalconglomerat der Grödener Schichten vorfinden. Andererseits wurden weit im Osten und zwar in den Ostkarawanken von F. Teller<sup>5)</sup> conglomeratische Bildungen mit rothen Fusulinenkalk-Fragmenten constatirt, deren Position zwischen Obercarbon und Werfener Schiefer auf dasselbe Niveau hinweist.

## V. Perm.

Die Ablagerungen der Permformation nehmen in dem dargestellten Theile der Karnischen Alpen einen verhältnissmässig grossen Flächenraum ein, erreichen hier eine bedeutende Mächtigkeit und zeichnen sich, wie zuerst durch G. Stache nachgewiesen worden ist, durch das Auftreten mächtiger kalkig-dolomitischer Bildungen aus, die eine eigenthümliche marine Entwicklung der Permformation darstellen.

<sup>1)</sup> G. Stache. Die palaeozoischen Gebiete der Ostalpen. Jahrb. der k. k. geol. R.-A., XXIV. Bd., Wien, 1874, pag. 193.

<sup>2)</sup> E. v. Mojsisovics Beiträge zur topischen Geologie der Alpen I. Jahrb. der k. k. geol. R.-A., XXI. Bd., Wien, 1871, pag. 207 f. f.

— Die Dolomit-Riffe. Wien, 1879, pag. 23.

<sup>3)</sup> A. Rothpletz. Zum Gebirgsbau der Alpen beiderseits des Rheines. Zeitschrift der Deutschen geol. Ges. 35. Bd., Berlin, 1883, pag. 145 f. f.

— Ein geologischer Querschnitt durch die Ostalpen. Stuttgart, 1894, pag. 21.

<sup>4)</sup> Vergl. E. v. Mojsisovics. Die Dolomit-Riffe. pag. 33 und 297.

<sup>5)</sup> F. Teller. Fusulinenkalk und Uggowitzer Breccie innerhalb der Weitensteiner Eisenerzformation etc. Verhandl. der k. k. geol. R.-A. 1884, pag. 314.

### I. Grödener Sandstein und Schiefer.

In der Regel wird das Liegende der Formation durch die bekannten grellrothen oder weissen Schiefer und Sandsteine mit ihren Lagen von grünlichweissen Mergelknollen gebildet. Dieses Glied ruht theils auf den krystallinischen Schiefen (Gailthaler-Alpen, Comelico), theils auf Untercarbon (Nötschgraben), theils auf dem schiefrigen Obercarbon (Maldatschenalpe), theils endlich auf den weissen Fusulinenkalken des Obercarbon auf (Reppwand) und zeigt somit die bezeichnenden Erscheinungen einer transgressiven Lagerung.

Das Niveau ist jedoch nicht durchgreifend in derselben Ausbildung entwickelt. Indem die Mächtigkeit der rothen Sandsteine und Schiefer nach gewissen Richtungen hin abnimmt, stellen sich zugleich roth gefärbte conglomeratische Bildungen oder Breccien ein, deren Kalkfragmente zumeist aus lichten Fusulinenkalken bestehen und durch ein rothes quarzig-sandiges Cement verbunden werden, das dem Material des Grödener Sandsteines gleicht. Als Unterlage solcher Breccien erscheinen vielfach die weissen oder rothen Fusulinenkalken des Obercarbon. Weiterhin gibt es jedoch auch Regionen, in denen selbst diese conglomeratischen oder breccienartigen rothen Gesteine zurücktreten, so dass eine stratigraphische Feststellung der Grenze zwischen den Kalken des Obercarbon und den darüber lagernden permischen Kalken und Dolomiten nicht mehr möglich ist. Es scheint sich hier ein lückenloser Uebergang zu vollziehen, als dessen Ausdruck die in dem Schema der beiliegenden Karte angenommene Grenze zwischen dem Carbon und dem Perm betrachtet werden muss.

Auf Grund der bisher in Südtirol, Ungarn und Croatien bekannt gewordenen floristischen Reste muss der Grödener Sandstein als ein ungefähres Aequivalent des mittleren Perm betrachtet werden. Nachdem nun der regionale Zusammenhang der karnischen Vorkommen mit den pflanzenführenden tirolischen Localitäten, sowie das Auftreten von Quarzporphyr (Faden, NO. von Kötschach) und schliesslich die Ueberlagerung durch fossilführenden oberpermischen Bellerophonkalk (Lussnitz) eine Identificirung mit dem Tiroler Grödener Sandstein gestatten, haben wir wohl auch die karnischen rothen Sandsteine und Schiefer als beiläufige Vertretung eines mittelpermischen Niveaus zu betrachten.

### 2. Bellerophonkalk und -Dolomit.

Auf der Südseite der karnischen Alpen sowie am Gartnerkofel schalten sich zwischen dem Grödener Sandstein und dem Werfener Schiefer in einer Mächtigkeit von mehreren hundert Metern deutlich geschichtete, bald hellgraue, bald schwärzliche bituminöse Dolomite ein, welche ein rauhes Gefüge zeigen und häufig mit Zellendolomiten und mit Lagen von Dolomitasche alterniren. Die Basis dieses Horizontes zeichnet sich durch das Auftreten zum Theil sehr mächtiger Gypslager aus, mit denen zugleich fast überall auch schwefelwasserstoffhaltige Quellen zu Tage treten. Nach oben gehen die erwähnten Dolomite in dünngebankte bituminöse, schwarze, von weissen Kalkspathadern durchzogene Kalke über, in denen G. Stache am Aus-

gang des Schwefelgrabens bei Lussnitz die charakteristische Fauna des südtirolischen Bellerophonkalk-Horizontes entdeckte. Seither wurden aus der Umgebung von Seite der italienischen Geologen (siehe unten) noch weitere derartige Fundpunkte namhaft gemacht.

G. Stache<sup>1)</sup> führt vom Schwefelgraben ausser Bellerophon-Durchschnitten das Vorkommen von *Spirifer cultus* St. und *Spirifer megalotis* St. an, überdies ist auch die Gruppe der *Spirigera Janiceps* vertreten.

A. Tommasi<sup>2)</sup> theilt aus dem italienischen Nachbargebiete folgende Arten mit:

- Bellerophon Ulrici* St.  
 „ *sextensis* St.  
 „ *fallax* St.  
 „ *cadoricus* St.?  
*Natica pusiuncula* St.  
*Pecten (Entolium) tirolensis* St.  
 „ *Pardulus* St.  
*Ariculopecten comelicanus* St.  
 „ *Trinkeri* St.  
 „ *Gümbeli* St.  
*Aricula striato — costata* St.  
*Aucella cf. Hausmanni* Goldf.?  
*Nucula* nov. form.  
*Najadites* sp.  
*Diplopora Bellerophontis* Rothpl.

Durch die Untersuchung von Dünnschliffen konnte ich mich davon überzeugen, dass die von Rothpletz<sup>3)</sup> entdeckte *Diplopora Bellerophontis* die hangenden Partien dieses Niveaus in grossen Massen erfüllt. Damit ist ein weiterer Nachweis erbracht, dass dieses Algengeschlecht keineswegs für die Trias bezeichnend sei. Es erscheint daher auch nicht befremdlich, dass sich in den hellen Dolomiten, welche den Bellerophonkalk unterteufen und sich aus demselben, wenn der Ausdruck gestattet ist, nach unten allmähig fortsetzen, ebenfalls Diploporen eingeschlossen finden.

Der Bellerophonkalk, der, wie erwähnt, die gering mächtigen, kalkigen obersten Lagen des Dolomitniveaus zwischen dem Grödener Sandstein und Werfener Schiefer einnimmt, wird mit dem höheren deutschen Zechstein parallelisirt und somit als oberes Perm angesehen.

Die Fauna desselben weist allerdings keine für eine schärfere Horizontirung geeigneten Anhaltspunkte auf, da fast lauter neue Arten vorliegen, immerhin aber deutet deren palaeolithischer Cha-

<sup>1)</sup> Nachweis des südtirolischen Bellerophonkalk-Horizontes in Kärnten. Verhandlungen d. geol. R.-A. 1888, pag. 320.

<sup>2)</sup> Sul recente rinvenimento di fossili nel calcare a Bellerophon della Carnia. Rendiconti d. R. Accad. d. Lincei. Roma 1896, pag. 216.

<sup>3)</sup> Ein geologischer Querschnitt durch die Alpen. Stuttgart 1894, pag. 24

rakter, wie G. Stache<sup>1)</sup> hervorhebt, darauf hin, dass der zwischen dem permische Pflanzenreste führenden Grödener Sandstein und den Basislagen des Werfener Schiefers mit *Pseudomonotis Clarai* eingeschaltete Complex viel eher einem oberpermischen, als einem triassischem Niveau angehört.

Der kalkig-dolomitische Horizont zwischen dem Grödener Sandstein und dem Werfener Schiefer bleibt auf die karnische Hauptkette beschränkt und fehlt jenseits des Gailthales in den Gailthaler Alpen ebenso wie in den Nordalpen. Dadurch ergibt sich eine weitere Analogie zwischen der Ausbildung der Gailthaler Alpen und der nordalpinen Facies.

### 3. Diplorenkalk und -Dolomit des Rosskofels und der Zirkelspitzen.

Dort, wo in den Profilen zwischen dem Carbon der Krone und den Bellerophonkalken von Lussnitz das rothe Niveau des Grödener Sandsteines fehlt, scheint eine ununterbrochene marine Entwicklung die Fusulinenkalke des Obercarbon mit den oberpermischen Bellerophonkalken zu verbinden. Es ist eine mächtige Folge vorherrschender lichter Dolomite und etwas untergeordneterer Kalkmassen, innerhalb deren an organischen Resten, abgesehen von den Korallenfunden am Rosskofel und am Malurch, bisher nur Diploren nachgewiesen werden konnten. Der Complex lagert theils unmittelbar auf den Hangengebilden des Obercarbon der Krone (Zirkelspitzen, Thörl bei Tarvis), theils auf den bunten Breccien, deren Material zumeist aus dem hellrothen und weissen Fusulinenkalken stammt (Malborgheter- und Uggowitzergraben). Sein Hangendes bilden die schwarzen Bellerophonkalke des Schwefelgrabens bei Lussnitz. Ob die in der hier herrschenden Facies des Obercarbon ausgebildeten, schwarze und rothe Fusulinenkalke führenden Schichten auf dem Gipfel des Rosskofels (siehe pag. 201) linsenförmigen, die ältere Facies copirenden Einschaltungen entsprechen, oder durch Dislocationen emporgeschobene Untergrundpartien darstellen, mag dahingestellt bleiben. In schwarzen, dünner gebankten Zwischenlagen der weissen Kalke mit rothen sandigen Einlagerungen (am Südabhange des Malurch gegen die Pagadoz-Alpe) (siehe pag. 200) finden sich Auswitterungen grosser Diploren, welche in Dünnschliffen sehr deutlich den Verlauf der Poren erkennen lassen; ebenso führen die zuckerkörnigen, schneeweissen Dolomite des Malurchgipfels und der Zirkelspitzen derartige Algenreste als Auswitterungen. Nachdem das Auftreten dieser Reste im schwarzen Fusulinenkalk der Krone<sup>2)</sup> und im Bellerophonkalk<sup>3)</sup> nachgewiesen

<sup>1)</sup> Beiträge zur Fauna des südtirolischen Bellerophonkalk-Horizontes. Jahrbücher der k. k. geol. R.-A. Wien 1877 und 1878.

<sup>2)</sup> C. W. Gümbel. Ueber neue Gyroporellen aus dem Gailthaler Gebirge. Verhandlungen der k. k. geol. R.-A. 1874. pag. 79.

— Gümbel unterscheidet eine besondere Art: *Gyroporella ampleforata* n. sp., die sich durch besonders weite Kanälchen auszeichnet. G. Stache war der Erste, der das Auftreten dieser Algenreste im obercarbonischen Fusulinenkalk hervorhob. Verhandlungen der k. k. geol. R.-A. 1873. pag. 292. — Jahrbuch der k. k. geol. R.-A. 1874. pag. 192 u. 209. — Verhandlungen der k. k. geol. R.-A. 1888. pag. 321.

<sup>3)</sup> A. Rothpletz. Ein geologischer Querschnitt durch die Alpen. Stuttgart 1894, pag. 24.

erscheint, hat dasselbe auch innerhalb einer carbonisch-permischen marinen Serie seinen befremdlichen Charakter verloren und kann auf keinen Fall mehr als beweisend dafür hingestellt werden, dass mesozoische Kalke vorliegen.

G. Stache<sup>1)</sup> bezeichnet den grösseren Theil der dolomitischen Schichtfolge des Canalthales zwischen Saifnitz und Leopoldskirchen als eine Fusulinenkalk-Facies des Unter- und Mittelperm, wobei das Vorhandensein von Ablagerungslücken als nicht ausgeschlossen hingestellt wird. Nachdem die Facies vorwiegend eine dolomitische ist und nachdem diese Schichtreihe an organischen Resten fast ausschliesslich nur Diploporen führt, könnte man dieselben auch schlechtweg als permischen Diploporendolomit des Fellathales bezeichnen. Dabei muss allerdings im Auge behalten werden, dass eventuell die Basis dieser Dolomite, insoferne sie auch das Niveau der rothen Fusulinenkalke mit umfasst, noch in das Carbon hinabreichen kann. Die untere Grenze dieser Ablagerung ist sonach eine schwankende, bald wird dieselbe durch das schiefrige Obercarbon der Krone (Zirkelspitzen), bald durch die rothen Fusulinenkalke (Rosskofel?), bald durch die noch jüngeren bunten fusulinenführenden Kalkbreccien (Uggowitz, Malborghet) gebildet. Die obere Grenze gegen die als „Bellerophonkalk und -Dolomit“ ausgeschiedene Stufe erschien durch die etwas abweichende petrographische Ausbildung der letzteren gegeben. Es herrschen nämlich in dieser Stufe Rauchwacken, Aschen- und Zellendolomite derart vor, dass sich das Durchstreichen dieser mürben Gesteine im Terrain deutlich markirt; überdies liegt im Bombaschgraben gerade an jener Grenze ein Gypsthon- und Gypsniveau, welches weiter im Westen, wo der Bellerophonkalk und -Dolomit auf Grödener Sandstein aufrucht, ebenfalls die Basis des Bellerophondolomites markirt.

Der Umstand, dass die rothen permischen Schiefer und Sandsteine an gewissen Stellen Kalkbänke aufnehmen und die Thatsache, dass in der Region, wo diese rothen Sandsteine zwischen dem röthlichweissen Fusulinenkalk und dem hellen Diploporendolomit fehlen, sehr häufig eine breccienartige Structur des Dolomites zu beobachten ist, wobei ein rothes sandiges Cement die einzelnen Fragmente verbindet, scheinen darauf hinzudeuten, dass hier eine gegenseitige Vertretung von Sandstein und Kalk stattgefunden hat. Durch die nachweisbare Transgression des Grödener Sandsteins über viel älteres Grundgebirge erscheint ein derartiger Vorgang entlang gewisser Kalkküsten, wo sich wieder kalkige Ablagerungen bildeten, durchaus nicht ausgeschlossen. Die Region, innerhalb deren ein gegenseitiges Ineinandergreifen stattfindet, könnte sehr wohl einer Küstenzone entsprechen, längs deren der fluviale rothe Sand local in's Meer und zwischen seine kalkigen Uferbildungen eine Strecke weit eingeschwemmt worden ist.

<sup>1)</sup> G. Stache. Nachweis des südtirolischen Bellerophonkalk Horizontes in Kärnten. Verhandlungen der k. k. geol. R.-A. 1888. pag 320.

Man hat also in der weiteren Umgebung von Pontafel drei verschiedene Regionen zu unterscheiden:

1. Die Permformation ist überhaupt nur durch rothe Sandsteine, Conglomerate und Schiefer vertreten. Rein limnische Gebilde. (Gailthaler Alpen).

2. Es tritt ausser dem rothen Sandstein noch der Bellerophon-dolomit und -Kalk auf. Die älteren Lagen sind limnischen, die jüngeren marinen Ursprungs (Carnia, karnische Alpen).

3. Die gesammten Schichten zwischen dem Obercarbon und der Trias sind marin entwickelt, somit auch der tiefere Theil der Permformation (Canalthal).

Daraus wäre zunächst zu schliessen, dass sich die marine Entwicklung des Perm im Canalthale zur Zeit des oberen Perm (Bellerophon-schichten) local weiter ausgebreitet und über den bereits gebildeten rothen, limnischen Permsedimenten der Umgebung verbreitet habe.

Mit dieser Frage hängt offenbar das beschränkte Verbreitungsgebiet zusammen, das jenes Niveau (Bellerophonkalk) auch in den tirolischen Südalpen aufweist.

Die mächtige Folge weisser Diploporendolomite und -Kalke des Canalthales bietet vermöge ihrer petrographischen Eigenthümlichkeiten wenig Aussicht auf entscheidende Fossilfunde, namentlich auf die Entdeckung einer Fauna von Cephalopoden. Gerade in dieser Hinsicht aber wäre das durch marine, in das obere Perm hinanreichende Absätze vertretene Niveau vom grössten Interesse, nachdem dasselbe aller Wahrscheinlichkeit nach die Cephalopodenzonen des indischen Productuskalks der Salt range, die russische Stufe von Artinsk, die cephalopodenführenden, permischen Schichten auf Timor und Rotti im Indischen Archipel, die Fusulinenkalke des Val Sosio in Sicilien und verschiedener anderer von den Autoren zum Theil als permocarbonisch, zum Theil als permisch bezeichneter Localitäten mit umfasst.

Es muss hier darauf hingewiesen werden, dass der grösste Theil der russischen Forscher, welche die fraglichen Ablagerungen selbst an Ort und Stelle studirt haben, sich gegen die Einverleibung ihres „Permocarbon“ mit der Permformation aussprechen<sup>1)</sup>. Dieselben heben zwar die transgressive Lagerung des *a*) aus einer unteren, sandig-schiefrig-conglomeratischen Bildung, dem Horizonte von Artinsk, und *b*) aus einem oberen Kalkdolomit-Horizont bestehenden Permocarbon (bald auf Carbon, bald auf verschiedenen Gliedern des Devon gelagert) hervor, betonen aber mit besonderem Nachdruck, dass sich innerhalb des Permocarbon ein allmäliger Austausch der reichen, obercarbonischen mit der armen Permfauna vollzieht. Hiezu käme dann noch das historische Moment, nach welchem Murchison, der Begründer der Permformation, die Bildungen des Permocarbon noch zur Carbonformation rechnete.

<sup>1)</sup> T. Tschernyschew. Beschr. d. Central-Ural u. d. Westabhanges. Mém. Com. géolog. St. Petersburg 1839. Vol. III, Nr. 4.

— P. Krotow. Geolog. Forsch. a. westl. Ural-Abhang i. d. Gebieten v. Tscherdyn u. Ssolikamsk. Ibid. 1888, Vol. VI.

Unter den westeuropäischen Fachgenossen dagegen herrscht heute die Auffassung, dass dem ersten Auftauchen der Ammoneen, welches zur Zeit der Ablagerung des Artinsk-Horizontes erfolgte, ein höheres Gewicht beizumessen und für die neue Ära des permischen Systems als massgebend anzusehen sei.

Daraus ist klar ersichtlich, dass es sich hierbei um einen principiellen Standpunkt dreht, welcher durch Argumente allein nicht verschoben werden kann. Innerhalb der südalpiner Carbon-Perm-Bildungen wurde bisher noch keine Ammoneenfauna gefunden, so dass man bei der Beurtheilung jener Grenzfrage auf die stratigraphischen Verhältnisse angewiesen ist. Auf Grund der letzteren könnte nun die untere Grenze der Permformation an die Basis des transgressiv auftretenden rothen, permischen Sandsteines verlegt werden. Wo dieses Niveau fehlt — und dies ist in der Region der eben behandelten weissen Dolomite des Canalthales der Fall — lässt uns jedoch auch dieser stratigraphische Anhaltspunkt im Stiche.

## VI. Trias.

Die Absätze der Triasformation zeigen innerhalb des dargestellten Terrains im Allgemeinen jene Facies, welche für die südliche Zone der flach gelagerten venetianischen und julischen Alpen bezeichnend ist und gegenüber der Entwicklung der steil gefalteten Gailthaler Alpen bestimmte Unterschiede erkennen lässt. Es ist schon seit Langem bekannt<sup>1)</sup> und wurde auch von F. Teller<sup>2)</sup> in den östlich anschliessenden Karawanken nachgewiesen, dass der zuletzt erwähnte nördliche Zug von Kalkgebirgen der Südalpen sich durch gewisse Merkmale, worunter namentlich die Ausbildung des Raibler Niveaus in der Facies von Cardita-Oolithen und das Auftreten typischer Kössener Schichten, in seiner Entwicklung mehr an die Nordalpen, als an das südtirolisch-venetianische Gebirge oder die Julischen Alpen anlehnt.

Hiezu mag noch bemerkt werden, dass schon in den permischen Ablagerungen durch das Fehlen des Bellerophonkalkes und -Dolomites eine besondere Ausbildung der Gailthaler Alpen markirt wird.

Auf der Karte konnten folgende triassische Schichtglieder zur Ausscheidung gebracht werden.

### I. Werfener Schiefer.

Innerhalb unseres Gebietes treten die Werfener Schichten in zwei Verbreitungsbezirken auf, welche sowohl hinsichtlich der Mächtigkeit, als auch rücksichtlich der Facies erhebliche Unterschiede aufweisen.

Die breite, südliche Zone von Werfener Schiefer, die aus dem Chiarsothale über den Pradolinasattel in das Pontebbanathal und

<sup>1)</sup> Vergleiche H. Emmrich. Notiz über den Alpenkalk der Lienzer Gegend. Jahrbuch d. k. k. geolog. R.-A. VI. Bd., Wien 1855, pag. 449—450.

<sup>2)</sup> Verhandlungen d. k. k. geolog. R.-A. Wien 1887, pag. 267.

über Pontafel auf den Nordabhang des Lipnik übergreift, bildet das Liegende der Triasformation der Julischen Alpen und zeichnet sich durch eine beträchtliche Mächtigkeit aus. Mergelig-kalkige Bänke bilden sowohl das Liegende als auch das Hangende der Serie, während die mittleren Etagen durch das Vorherrschen grünlichgrauer, violetter und grellrother glimmerreicher Schiefer charakterisirt werden. Es wurde in der Detailbeschreibung (vergl. pag. 195) darauf hingewiesen, dass sich die tiefsten dünnbankigen Mergelkalklagen, auf deren Schichtflächen bereits die Steinkernauswitterungen von Myaciten erscheinen, ganz allmählig aus den dunklen, bituminösen Lagen des Bellerophonkalks entwickeln, ein Verhältniss, welches für diese ganze Zone bezeichnend ist. Ebenso allmählig schalten sich dann höher oben die ersten roth oder grün gefärbten sandig-glimmerigen Schieferlagen ein und nehmen nach oben immer mehr überhand, ohne jedoch die kalkigen Schieferlagen gänzlich zu verdrängen. Zu oberst stellen sich endlich wieder gelbgraue, mergelige Plattenkalke ein, die sich von dem darüber liegenden Muschelkalkconglomerat schärfer abheben. An Fossilien liegen ausser *Myacites fassaensis* nur *Naticella costata* und *Pseudomonotis Claraï*, aus dem Schwefelgraben bei Lussnitz nach Sta che ausserdem noch *Pecten venetianus* Hau. sp., *Turbo cf. rectocostatus* und *Dinarites* sp. vor; die Fauna darf als eine ziemlich arme bezeichnet werden. Aus der weiteren Fortsetzung des Zuges nach Westen führt T. Taramelli<sup>1)</sup> noch an: *Pleurophorus Goldfussi* Dunk., *Gervillia Alberti* Münst., *Pecten Fuchsi* Hau., *Trigonia costata* Zenk.

Innerhalb dieser südlichen Zone von Werfener Schiefer tritt entlang dem Nordabhang des Gebirgszuges: M. Cullar—M. Glazzat ein schmaler Streifen hellgrauer Rauchwacken und plattiger Zellen-dolomite zu Tage, welcher wahrscheinlich nur einer Aufwölbung des liegenden, petrographisch damit völlig übereinstimmenden, permischen Bellerophon-niveaus entspricht.

Wesentlich verschieden in Mächtigkeit und Ausbildung sind die Reste von Werfener Schiefer, welche auf den Abhängen der karnischen Hauptkette erhalten blieben. Die Mächtigkeit erscheint hier in hohem Grade reducirt. Ausserdem treten die glimmerig-schiefrigen Sandsteine theilweise oder selbst ganz zurück. Ein Beispiel für diese Entwicklung bietet das Profil der Reppwand (pag. 177), wo die Basis des Werfener Niveaus durch gelbgraue Gastropodenkalke gebildet wird, über denen zunächst, gering mächtig, die normalen grünen und röthlich violetten sandig-glimmerigen Schiefer folgen, während das Hangende durch lichte Plattenkalke gebildet wird, die mit blutrothen thonigen oder auch glimmerreichen Zwischenlagen alterniren, aus denen noch Werfener Fossilien gesammelt werden konnten. Aehnliche Gesteine herrschen auf der Brizzia nördlich von Pontafel. Im Garnitzengraben am Ostfusse des Gartnerkofels besteht die ganze Serie aus hellen dünnplattigen Kalken und Dolomiten mit einzelnen Lagen von blutrothem Schiefer, oder mit rothen Oolithkalkbänken voller Holopellen-durchschnitte, welche ein sehr bezeichnendes Gestein bilden.

<sup>1)</sup> Spiegazione della Carta geologica del Friuli Pavia 1881, pag. 63.

Es kann wohl keinem Zweifel unterliegen, dass der erwähnte, auf eine so kurze Strecke eintretende Wechsel in der Mächtigkeit und in der Facies des Werfener Schiefers auf die ursprüngliche Bildungsstätte zurückzuführen ist. Dabei ist noch zu bedenken, dass die Werfener Schiefer auch in den nördlich benachbarten Gailthaler Alpen eine minimale Mächtigkeit besitzen und oft kaum (durch ihre Fossilführung) von dem sie unterteufenden Grödener Sandstein [am Jauken (Faden) bei Kötschach mit Quarzporphyrlagen] geschieden werden können. Fast scheint es, als ob hier die marine Entwicklung, in der ein grosser Theil der Permformation unseres engeren Gebietes vertreten ist, ihren Einfluss auf die darüber abgesetzten Bildungen der unteren Trias ausgeübt und als ob die alte carbonische und permische Küstenlinie auch weiterhin annähernd erhalten geblieben wäre, so dass hier eine nahezu ununterbrochene marine Kalk- und Dolomitic-facies abgesetzt wurde, die aus dem Carbon bis in die höheren Trias-Etagen reicht. Am Ostabhang des Gartnerkofels, wo das Niveau des Werfener Schiefers fast ausschliesslich aus Kalken und Dolomiten besteht, liegen die Verhältnisse thatsächlich so, dass kaum irgendwo eine nennenswerthe Unterbrechung der Kalkreihe nachzuweisen ist. Ausser den erwähnten, so charakteristischen Holopellenoolithen liegen an Fossilien aus dem zuletzt besprochenen Bezirk ebenfalls bezeichnende Petrefacten der Werfener Schiefer vor, nämlich *Myacites fassaensis* und *Myophoria costata* (Kühweger Alpe).

## 2. Muschelkalk.

Gleichwie die Werfener Schiefer unterscheiden sich auch die Muschelkalk-Ablagerungen der karnischen Hauptkette von ihren Aequivalenten am Nordfusse der Julischen Alpen durch geringere Mächtigkeit und abweichende Entwicklung.

In den Julischen Alpen, d. h. am M. Cullar und im Durchbruch der Fella unterhalb Pontebba beobachtet man an der Basis des Muschelkalkes dickbankige, graue oder auch bunte Kalkconglomerate. Darüber folgen dunkle, dünner geplattete, bituminöse Dolomite, welche nach oben immer hellere Töne und massigere Bankung annehmen, ja stellenweise fast schichtungslos erscheinen. In dem dargestellten Gebiete fanden sich ausser Crinoidenstielen keine Fossilien vor, dagegen haben die in der nahen westlichen Fortsetzung gelegenen Localitäten M. Terzadia und M. Cucco eine kleine Cephalopoden-Fauna des tieferen Muschelkalkes ergeben, die durch E. v. Mojsisovics<sup>1)</sup> beschrieben wurde.

Die angeführten und zum Theil von dort neu beschriebenen Arten stammen aus einem weissen Crinoidenkalk.

*Balatonites Balatonicus* v. Mojs.

*Dinarites?* *Taramellii* v. Mojs.

*Dinarites?* *Cuccensis* v. Mojs.

<sup>1)</sup> Ueber einige Triasversteinerungen aus den Südalpen. Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. XXIII, Wien 1873, pag. 425

ausserdem wird noch eine *Natica Cuccensis* v. Mojs. aus einem etwas höheren Lager beschrieben. Die Bemerkung von F. Frech, dass das unserem Gebiete zunächst liegende Vorkommen der Cephalopoden-Facies des unteren Muschelkalkes sich im Val Talagona bei Pieve di Cadore (vergl. T. Harada, Jahrbuch der k. k. geol. R.-A. 1883, pag. 156) befinde, ist sonach in dem Sinne richtig zu stellen, dass ein solches Vorkommen auch auf der von dem genannten Autor publicirten Blatte Oberdrauburg und Mauthen vertreten ist. Der Muschelkalk am Nordabhange der Julischen Alpen besteht also innerhalb unseres engeren Kartengebietes aus ziemlich mächtigen dolomitischen Kalken, an deren Basis die bunten Kalkconglomerate ruhen, welche auch in dem Profile bei Kaltwasser nächst Raibl diese Serie einleiten. Im Gebiete der karnischen Alpen, nämlich am Fusse des Gartner Kofels und auf der Brizzia treten als Liegendes des Muschelkalkes ebenfalls conglomeratische Bildungen auf. Hieher gehören die grell gefärbten, bunten, rothen und gelben Kalkconglomerate der Reppwand (pag. 178), über denen eine gering mächtige Folge von dunkelgrauen, kieselreichen, Hornstein führenden Plattenkalken auflagert, aus welchen mir *Terebratula vulgaris* Schloth, *Spirigera trigonella* Schloth und *Spirifer Mentzeli* Dunk. vorliegen. Auf der Brizzia konnte ich nur die bunten Kalkconglomerate der Basis des Muschelkalkes im Hangenden eines Denudationsrestes von Werfener Schiefer beobachten (pag. 199). Das Vorkommen bleibt auf die Höhe beschränkt und kann somit nicht als das Liegende der Gipfelkuppe der Brizzia angesehen werden, da es in diesem Falle über den Abhang bis in den Bombaschgraben hinabgreifen müsste.

### 3. Buchensteiner? und Wengener Schichten.

Unter dieser zusammenfassenden Bezeichnung wurde ein Complex von schwarzen Knollenkalken, gelbgrauen Sandsteinen und Mergeln mit kohligen Pflanzenresten und schwarzen nach oben in Bänderkalke und Kalkschiefer übergehenden, mit mehreren Lagen grüner Pietraverde wechsellagernden Plattenkalken ausgeschieden, welche den südlichen Muschelkalkzug überlagern und selbst von einer dem Schlerndolomit zugerechneten lichten Dolomitstufe bedeckt werden, in deren Hangendem sodann die Raibler Schichten von Dogna auftreten. In den hangendsten Lagen der Bänderkalke südlich vom Aupasattel finden sich auf dünnstiefriegen Zwischenlagen grosse Exemplare von *Daonella Lommeli* Wissm. Der Complex nimmt in östlicher Richtung sehr an Mächtigkeit ab (R. Sualt, südlich von Pontebba), erreicht aber auf dem Aupasattel und im oberen Aupathal, von wo er über die Forca Griffon in das Chiarsothal übersetzt und hier an den Abhängen des M. Sernio und des M. Terzadia weiterstreicht, eine Mächtigkeit von mehreren Hundert Metern.

Die liegenden Knollenkalke stimmen in petrographischer Hinsicht mit den analogen Gesteinen der Buchensteiner Schichten überein, ebenso die Bänderkalke und die Lager von Pietraverde. Andererseits aber spricht wohl das Vorkommen der *Daonella Lommeli* Wissm. in den hangendsten Partien dafür, dass auch das Niveau der Wengener

Schichten in dem kartographisch nicht weiter gliederbaren Complex mit vertreten sei. Vom Rivo Geu nahe Bevorchians im Aupathal citirt T. Taramelli<sup>1)</sup> das Vorkommen von *Trachyceras regoledanum* v. Mojs. und *Trachyceras doleriticum* v. Mojs., welche zu den bezeichnenden Fossilien der Wengener Schichten gehören<sup>2)</sup>.

Das von E. Suess entdeckte Vorkommen eines grünen Pietraverde ähnlichen Tuffes am Thörl zwischen der Reppwand und dem Gartnerkofel (pag. 178) scheint eine Vertretung dieses Niveaus in dem Profile des Gartnerkofels anzudeuten.

#### 4. Schlerndolomit.

In der südlichen Triaszone gehört innerhalb der beigegebenen Karte nur der nördlichste Ausläufer des M. Gleris am Aupasattel zu dieser unterhalb Pontafel, zwischen den Buchensteiner und Wengener Schichten des Rio Sualt und den Raibler Schichten des Rio Pontuz durchstreichenden Schichtgruppe. Die Stellung zwischen den Kalkschiefern mit *Daonella Lommeli* Wiss. und den fossilarmen Raibler Schichten von Dogna rechtfertigt die Zutheilung der fossilarmen Kalk- und Dolomitmasse am M. Gleris zu dem genannten Niveau.

In dem nördlichen, karnischen Triasgebiete wurden die hellen Diploporenkalke und -Dolomite des Gartnerkofels hierher gerechnet. Dieselben haben bisher ausser den Diploporen, und zwar *Gyroporella multiserialis* nach C. W. Gumbel<sup>3)</sup> eine Leitform des Schlerndolomites, nur eine von E. Suess aufgefundene, durch E. v. Mojsisovics als *Daonella cf. tyrolensis* v. Mojs. bestimmte Muschel geliefert, die etwa auf das Buchensteiner Niveau hinweisen würde. Die obere Abgrenzung des Dolomites am Gartnerkofel ist nicht fixirbar, da jüngere Auflagerungen fehlen.

### VII. Jüngste Bildungen.

An jüngsten Bildungen aus dem Gebiete der Karte sind zunächst ausgedehnte und zum Theile ziemlich mächtige glaciale Ablagerungen<sup>4)</sup> zu nennen. Unter denselben nehmen typische Moränen, theils Grundmoränen mit ihren charakteristischen Elementen, theils Reste von Seitenmoränen einen beträchtlichen Flächenraum auf höheren Thalböden und Terrassen ein. In dieser Hinsicht ist namentlich auf die überaus persistenten Quarzconglomeratbänke aus dem Obercarbon der karnischen Wasserscheide hinzuweisen, welche sich auf den Terrassen der südlich anschliessenden Gebirge von Pontafel bis zu Meereshöhen von circa 1200 Meter beobachten liessen.

<sup>1)</sup> Spiegazione della Carta geologica del Friuli Pavia, 1881, pag. 69.

<sup>2)</sup> E. v. Mojsisovics. Dolomitriffe. Wien, 1879, pag. 57.

<sup>3)</sup> Mikroskopische Untersuchung alpiner Triaskalke und Dolomite. Verhandl. der k. k. geol. R.-A. Wien, 1873, pag. 143.

<sup>4)</sup> Vergl. C. Prohaska. Spuren der Eiszeit in Kärnten. Mittheil. des D. u. ö. Alpenvereines, 1895, pag. 60 u. 272.

— F. Frech. Die Gebirgsformen im südwestlichen Kärnten und ihre Entstehung. Zeitschr. d. Gesellsch. f. Erdkunde zu Berlin. Bd. XXVII, 1892.

Grosse Moränenschuttmassen finden sich im Hintergrund des Pontebbanathales, in den Hochkaren Prikatisch und Prihat, sowie im oberen und mittleren Theile des Bombaschgrabens. Die mächtige, fortwährend abbröckelnde Moränenablagerung im mittleren Bombaschgraben schliesst wegen drohender Vermehrung für den Doppelort Pontebba-Pontafel eine beachtenswerthe Gefahr in sich.

In den nördlich zum Gailthal absinkenden Gräben Dobernitzen und Oselitzen spielen die rothen Fusulinenkalke des Trogkofels als erratische Blöcke eine grosse Rolle. Es hat jedoch den Anschein, als ob diese Blöcke einer Rückzugsperiode der Glacialbedeckung entstammen würden, da sie sich nur in den tieferen Gräben vorfinden, während die Conglomeratstücke bei Pontafel auf hohen Stufen erhalten blieben. Vielleicht gibt die Lage der letzteren auf der Südseite der Wasserscheide eine Andeutung der Richtungen des Abströmens jener alten Gletscher.

Geschichtete Glacialschotter treten nur in untergeordnetem Maasse auf, so insbesondere auf den Rudimenten einer dem heutigen Lessachthale (oberstes Gailthal) entsprechenden Terrasse auf der Gailthaler Abdachung des Gebirges. Diese Terrasse lässt sich von Mauthen abwärts über Kirchbach bis nach Watschig verfolgen. Derselben gehören die ebenen und zum Theile versumpften Böden am Rattendorfer Riegel, auf der Schlanitzen und bei dem Gehöfte Burgstall an.

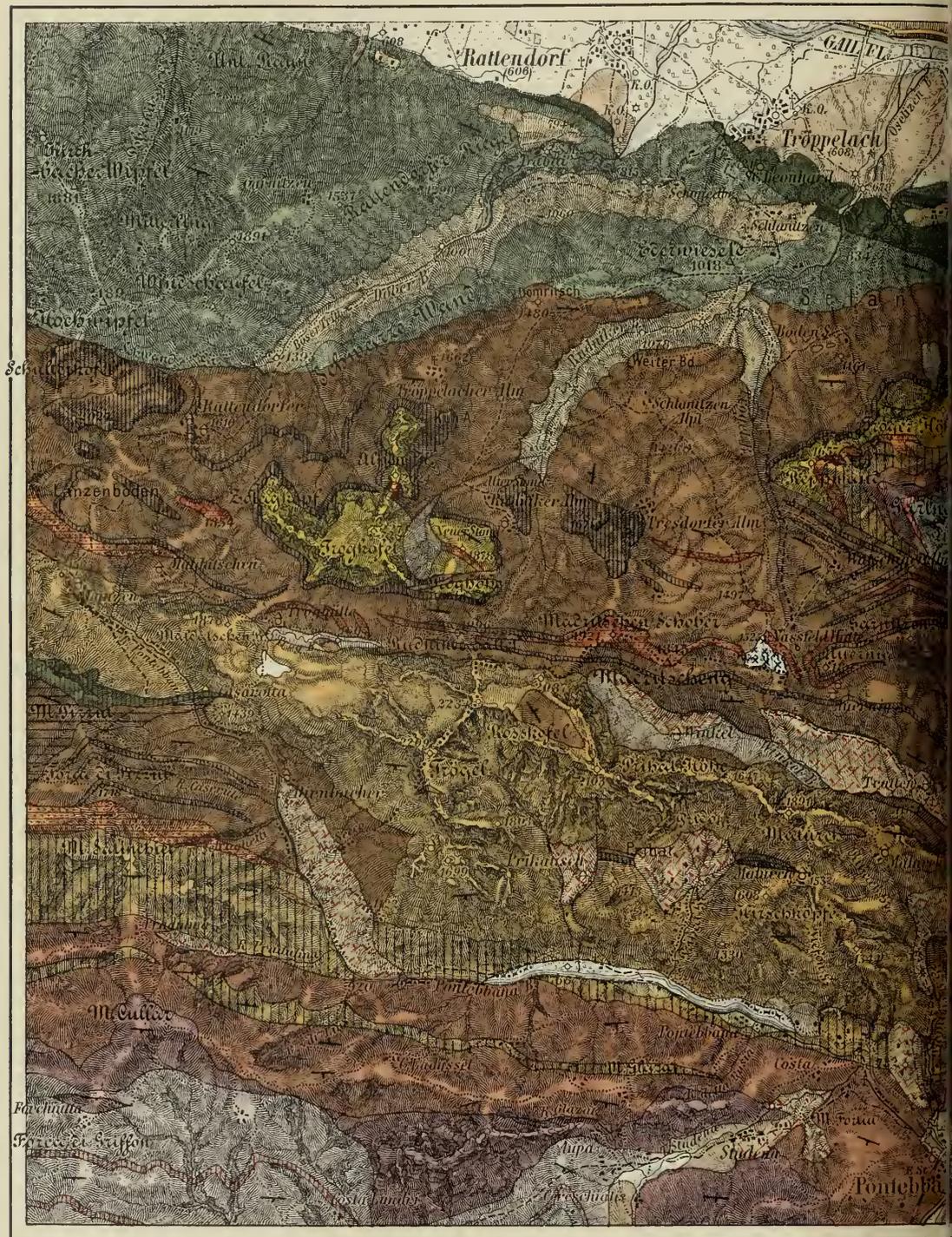
Von jüngsten Bildungen wurden ferner ausser dem Alluvium noch die recenten Gehängschuttmassen und die Schuttkegel, sowie endlich das Torfvorkommen am Nassfelder Sattel ausgeschieden.

## Inhaltsverzeichnis.

	Seite
<b>A. Historische Uebersicht</b> . . . . .	129 [3]
<b>B. Topographische Beschreibung</b> . . . . .	135 [9]
I. Das gefaltete altpalaeozoische Grundgebirge . . . . .	135 [9]
II. Die obercarbonische Transgression . . . . .	144 [18]
A. Das Carbongebiet im Westen des Nassfelder Sattels . . . . .	145 [19]
1. Ringmauer und Schulterkofel . . . . .	145 [19]
2. Der Stock des Trogkofels . . . . .	147 [21]
B. Das Carbongebiet im Osten des Nassfelder Sattels . . . . .	157 [31]
1. Auernig und Krone . . . . .	159 [33]
2. Gartnerkofel und Thörlhöhe . . . . .	173 [47]
III. Die permische Dolomitzone des Rosskofels und der Zirkel- spitzen . . . . .	183 [57]
IV. Das Triasgebiet von Pontafel . . . . .	203 [77]
1. Werfener Schiefer . . . . .	205 [79]
2. Muschelkalk . . . . .	206 [80]
3. Buchensteiner? und Wengener Schichten . . . . .	207 [81]
4. Schlerndolomit . . . . .	209 [83]
<b>C. Stratigraphische Uebersicht</b> . . . . .	210 [84]
I. Krystallinische Schiefer . . . . .	210 [84]
II. Silur . . . . .	211 [85]
A. Silurische Thonschiefer und Grauwacken . . . . .	211 [85]
B. Obersilurische Bänderkalke und Orthocerenkalke . . . . .	211 [85]
III. Devon . . . . .	213 [87]
IV. Carbon . . . . .	213 [87]
A. Untercarbon (Culm) . . . . .	213 [87]
B. Obercarbon . . . . .	215 [89]
V. Perm . . . . .	222 [96]
1. Grödener Sandstein und Schiefer . . . . .	223 [97]
2. Bellerophonkalk und -Dolomit . . . . .	223 [97]
3. Diploporenkalk und -Dolomit des Rosskofels und der Zirkelspitzen . . . . .	225 [99]
VI. Trias . . . . .	228 [102]
1. Werfener Schiefer . . . . .	228 [102]
2. Muschelkalk . . . . .	230 [104]
3. Buchensteiner? und Wengener Schichten . . . . .	231 [105]
4. Schlerndolomit . . . . .	232 [106]
VII. Jüngste Bildungen . . . . .	232 [106]



# G. Geyer. Der Pontafeler Abschnitt der Karnischen Hauptkette.



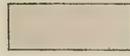
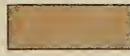
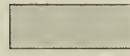
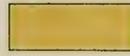
Alle Rechte vorbehalten.

Masstab 1:75.000

Ausgeführt im k. u. k. mili-



## Farben- und Zeichen-Erklärung.

Silur		Thonglimmerschiefer	Perm		Bellerophon-Kalk u. Dolomit
		Thonschiefer und Grauwacken			Gyps
		Bänderkalk	Trias		Wertener Schiefer
	Bunte Netzkalke des Obersilur			Conglomerate, Kalk u. Dol. des Muschelkalks	
	Bänderkalk			Buchensteiner- und Wengener Schichten	
Culm Devon		Thonschiefer und Sandsteine	Trias		Pietra verde
		Thonschiefer und Sandsteine			Schlern-Dolomit
Ober-Carbon		Quarz-Conglomerat	Quar-ter		Moräne
		Schwarzer Fusulinen-Kalk			Glacial-Schotter
		Weisser und rother Fusulinen-Kalk des Trogkofels			Recente Schutt- und Schottermassen
Perm		Grödener Sandstein	Quar-ter		Alluvium
		Diploporen-Kalk u. Dol. d. Rosskofels			Torf



og. Institute.

10 km.