

# JAHRBUCH

DER

KAISERLICH - KÖNIGLICHEN

# GEOLOGISCHEN REICHSANSTALT.



XXXI. BAND, 1881.

Mit 11 Tafeln und dem General-Register der Bände XXI bis XXX des  
Jahrbuches und der Jahrgänge 1871 bis 1880 der Verhandlungen der  
k. k. geologischen Reichsanstalt.



WIEN, 1881.

ALFRED HÖLDER

k. k. Hof- und Universitäts-Buchhändler.

ROTHENTHURMSTRASSE 15.

~~~~~  
**Die Autoren allein sind für den Inhalt ihrer Mitteilungen verantwortlich.**  
~~~~~

# Inhalt.

	Seite
Personalstand der k. k. geolog. Reichsanstalt im Jahre 1881 . . .	V
Correspondenten der k. k. geolog. Reichsanstalt im Jahre 1881 . . .	VII

## I. Heft.

Predazzo. Studie von Ed. Reyer. Mit einer Kartenskizze (Tafel Nr. I) . . .	1
Ueber Tuffe und tuffogene Sedimente. Von Ed. Reyer . . . . .	57
Ueber einige Bildungen der jüngeren Epochen in Nord-Persien. Von Dr. Emil Tietze . . . . .	67
Die Petroleum- und Ozokerit-Vorkommnisse Ostgaliziens. Von C. M. Paul . . .	131

## II. Heft.

Neue Angaben über die Mineralreichthümer Persiens und Notizen über die Gegend westlich von Zendjan. Mit einer Kartenskizze (Tafel Nr. II). Von A. Houtum Schindler . . . . .	169
Beitrag zur Kenntniss der mittelkarpathischen Sandsteinzone. Mit 1 Profiltafel (Nr. III). Von Michael Vacek . . . . .	191
Der Steinberg bei Ottendorf im Troppauer Bezirke. Von Alois Sigmund . . .	209

## III. Heft.

Ueber die geologischen Aufnahmen in Judicarien und Val Sabbia. Mit 3 Tafeln (Nr. IV—VI). Von Dr. A. Bittner . . . . .	219
Studien über die Gattung Saurocephalus Harlan. Von Dragutin Kram- berger . . . . .	371
Ueber die Fauna des rothen Kellowaykalkes der penninischen Klippe Babier- zówka bei Neumarkt in Westgalizien. Mit Tafel VII—IX. Von V. Uhlig	381

## IV. Heft.

Prof. Dr. Carl Peters. Geboren 13. August 1825, gest. 7. November 1881 . . .	425
Bewegungen in losen Massen. Von E. Reyer . . . . .	481
Ein Profil durch den Westflügel der Hohen Tauern. Von Dr. Ferdinand Löwl .	445
Die Verbindung des Kaiserwaldes mit dem Erz-Gebirge. Von Dr. Ferdinand Löwl . . . . .	453
Zur Stratigraphie der Devonbildungen von Graz. Von Dr. F. Stadtfest . .	457
Ueber das Miocän, insbesondere das Auftreten sarmatischer Schichten bei Stein in Krain. Von V. Hilber . . . . .	473
Zur Kenntniss der mittelmiocänen Trionyx-Formen Steiermarks. Von R. Hoernes . . . . .	479
Arbeiten aus dem chemischen Laboratorium der k. k. geologischen Reichs- anstalt. Von C. v. John und H. B. v. Foulton . . . . .	483
Ueber das Vorkommen von Triasbildungen im nördlichen Japan. Von Dr. Edmund Naumann. Mit einer Kartenskizze (Tafel Nr. X) . . . . .	519
Neue Funde von Ursus spelaeus im Dachsteingebiete. Von Franz Krans. Mit einer Tafel (Nr. XI) . . . . .	529

## IV

### Verzeichniss der Tafeln.

Tafel		Seite
I zu:	Ed. Reyer: Predazzo . . . . .	1
II zu:	A. Houtum Schindler: Neue Angaben über die Mineralreichthümer Persiens und Notizen über die Gegend westlich von Zendjan . . . . .	169
III zu:	Michael Vacek: Beitrag zur Kenntniss der mittelcarpathischen Sandsteinzone . . . . .	191
IV—VI zu:	A. Bittner: Ueber die geologischen Aufnahmen in Judicarien und Val Sabbia . . . . .	219
VII—IX zu:	Dr. V. Uhlig: Ueber die Fauna des rothen Kellowaykalkes der penninischen Klippe Babierzówka bei Neumarkt in Westgalizien . . . . .	381
X zu:	E. Naumann: Ueber das Vorkommen von Triasbildungen im nördlichen Japan . . . . .	519
XI zu:	Franz Kraus: Neue Funde von <i>Ursus spelaeus</i> im Dachsteingebiete . . . . .	529

### Beilage.

General-Register der Bände XXI bis XXX des Jahrbuches und der Jahrgänge 1871 bis 1880 der Verhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt.

---

## Personalstand der k. k. geologischen Reichsanstalt.

---

### Director:

Hauer Franz, Ritter von, Phil. Dr., Comthur des k. sächs. Albrechts-Ordens III. Cl., Ritter des k. preuss. Kronen-Ordens II. Cl., k. k. Hofrath, M. K. A., I., Canovagasse Nr. 7.

### Vice-Director:

Stur Dionys, k. k. Oberbergrath, C. M. K. A., III., Custozzagasse Nr. 9.

### Chef-Geologen:

Stache Guido, Phil. Dr., Commandeur des tunesischen Niscian-Iftkhar-Ordens, k. k. Oberbergrath, III., Strohgasse Nr. 21.

Mojsisovics von Mojsvár Edmund, Jur. U. Dr., Officier des k. italienischen Kronen-Ordens, Commandeur des montenegrinischen Danilo-Ordens, k. k. Oberbergrath, Privat-Dozent für specielle Geologie an der k. k. Universität zu Wien, III., Reisnerstrasse Nr. 51.

Wolf Heinrich, Ehrenbürger von Teplitz, k. k. wirklicher Bergrath, III., Rochusgasse Nr. 13.

### Vorstand des chemischen Laboratoriums:

John Conrad von, III., Blattgasse Nr. 3.

### Geologen:

Paul Karl Maria, k. k. Bergrath, III., Seidelgasse Nr. 16

Tietze Emil, Phil. Dr., Besitzer des Klein-Kreuzes des montenegrinischen Danilo-Ordens, III., Messenhausergasse Nr. 1.

### Adjuncten:

Lenz Oscar, Phil. Dr., Ritter des kais. österr. Franz Joseph-Ordens, des k. preuss. Kronen-Ordens III. Cl., des k. sächs. Albrechts-Ordens I. Cl. und des k. portug. milit. Christus-Ordens, Besitzer der grossen Medaille für Wissenschaft und Kunst, III., Hauptstrasse Nr. 33.

Vacek Michael, III., Erdbergerstrasse Nr. 1.

### Assistent:

Foullon Heinrich, Freiherr von, III., Rasumofskygasse Nr. 3.

**Praktikanten :**

Bittner Alexander, Phil. Dr., Besitzer des Klein-Kreuzes des montenegrinischen Danilo-Ordens, III., Reisnerstrasse Nr. 31.  
 Teller Friedrich, III., Erdbergerstrasse Nr. 3.

**Volontäre :**

Hussak Eugen, Phil. Dr., III., Rasumofskygasse Nr. 4.  
 Szajnocha Ladislaus, Phil. Dr., III., Blüthengasse Nr. 7.  
 Wähner Franz, Dr., III., Mechelgasse Nr. 2.  
 Zuber Rudolf, III., Marokkanergasse Nr. 9.

**Zeichner :**

Jahn Eduard, III., Messenhausergasse Nr. 7.

**Für die Kanzlei :**

Senouer Adolf, Ritter des kais. russ. Stanislaus- und des königl. griech. Erlöser-Ordens, Magist. Ch., III., Krieglergasse Nr. 14.  
 Sängner Johann, k. k. pens. Lieutenant, Bes. d. K. M., III., Hauptstrasse Nr. 2.

**Diener :**

Laborant: Böhm Sebastian,	} III., Rasumofskygasse Nr. 23 und 25.
Erster Amtsdienner: Schreiner Rudolf,	
Zweiter " Kalunder Franz,	
Dritter " Weraus Johann,	
Heizer: Kohl Johann.	
Portier: Hempel Wilhelm, k. k. Militär - Invaliden - Oberjäger, III., Invalidenstrasse Nr. 1.	

---

## Correspondenten

**der k. k. geologischen Reichsanstalt.**

(Fortsetzung des Verzeichnisses im XXX. Bande des Jahrbuches.)

Baltzer, A. Dr., Zürich.  
 Bieber, V., Prag.  
 Boulay, N., Dr., Abbé, Lille.  
 Breindl, Hermann, Nabresina.  
 Bruder, Georg, Prag.  
 Bücking, H., Berlin.  
 Bunning, Theo, Wood, Neville Hall.  
 Canavari, Mario, Rom.  
 Conwentz, H., Dr., Danzig.  
 Crépin, François Dr., Bruxelles.  
 Czullick, A., Eisgrub.  
 Eichler, Wilh., Freiherr v. Eichkron, Wien.  
 Engelhardt, H., Dresden.  
 Frič, Johann, Wien.  
 Hainisch, J., Triest.  
 Hinde, G. J., München.  
 Kontkiewicz, Stanislaw, St. Petersburg.  
 Kramberger, D., Dr., Agram.  
 Marinoni, Camillo, Udine.  
 Misani, Massimo, Cavaliere, Udine.  
 Ossowski, G., Krakau.  
 Przyborski, Moriz, Steierdorf.  
 Rutot, A., Bruxelles.  
 Scampicchio, Antonio, Dr., Albona.  
 Šindelár, Anton, Wien.  
 Stipanitz, Moritz, Peterswald.  
 Uhlig, Victor, Dr., Wien.  
 Vetter, Adolf, Schönbrunn bei Wien.  
 Zareczny, Stanislaw, Dr., Krakau.

---

DER

## KAIS. KÖN. GEOLOGISCHEN REICHSANSTALT.

**Predazzo.**Studie von **Ed. Reyer.**

Mit einer Kartenskizze (Tafel Nr. I).

**Einleitung.**

Der Reisende, welcher Predazzo aufsucht, fährt gemeinlich von Neumarkt bei Bozen über den Gebirgrücken hinüber ins Fleimsthal. Dann biegt die Strasse ostwärts um, und führt über Cavalese nach Predazzo.

Der Thalboden liegt 1000 Meter über dem Meere; rechts steigen die gewaltigen, waldigen Porphyerberge, links jüngere sedimentäre Massen bis über 2000 Meter auf.

Da liegt nun Predazzo an der Stelle, wo das Avisio- und das Travignolothal in das Fleimsthal eintreten.

Drei Strassen führen durch die drei Thäler; längs dieser Strassen hat sich der Ort zusammengenistet — ein wirres Gewimmel von Häusern und Hütten mit Schindel-Dächern, Holzverschlagen, Stiegen, Balkonen und Erkern. Gegen den Hauptplatz hin scharren sich um die prächtig aus Quadern aufgeführte Pfarrkirche die vornehmeren Häuser.

Ein wackerer, fleissiger, fröhlicher italienischer Volksstamm haust hier; gut lebt es sich unter ihnen. Forstarbeit und Holzhandel ist ein Hauptverdienst der Leute. Auch sind sie berühmte Steinmetze; weithin wandern sie jährlich, um in Oesterreich und Deutschland ihr Brod zu verdienen. Manche reisen auch für viele Jahre fort, nach England und Südamerika, um ihr Glück zu suchen. Wenn sie dann mit ihrem Sparpfennige heimkommen, kaufen sie sich ein Paar Ziegen, bauen eine Hütte und heiraten. Das Weib hält Haus, während der Mann jahraus jahrein in die Fremde auf Arbeit fortzieht. Im Winter kommen sie immer heim und war das Glück günstig, wird wieder ein Stück Vieh in den Stall eingestellt oder ein Campo gekauft. So einfach ist die Lebensgeschichte der meisten dieser fleissigen, frommen und fröhlichen Leute.

Viel mannigfaltiger ist das Bild, welches sich vor unseren Blicken entfaltet, wenn wir auf Land und Berge blicken. Da sehen wir gewaltige Prozesse, eine bewegte Vergangenheit, eine an Form und Inhalt reiche Gegenwart.

Geht man von Predazzo thalwärts gegen Westen, so sieht man ein grosses Bild:

Im Süden kahle graue Felspyramiden, die aus endlos langen, dicht überwaldeten Gehängen aufsteigen — das sind die alten Porphyrröme, deren Oberfläche sanft gegen Nord sich neigt. Sie schiessen unter die Thalsohle von Fleims ein.

Die herüberen Gehänge werden gebildet von den Sedimenten, welche sich über den Porphyren abgelagert: Grödener und Werfener Schichten mit milder waldreicher Böschung, darüber die gewaltigen Massen triadischer Kalke.

Vor uns gegen Osten sehen wir Predazzo ausgebreitet, zwischen zwei starken Bergen. Rechts steht die Málgola<sup>1)</sup> (Syenit). Ihre Gehänge sind überwuchert von Buschweide. Links der Mulat, ein hochkuppiger Berg, unten Granit, Wald und steile rothe Schutthalden, oben junge dunkle Eruptivgesteine, mager übergrünt, spärlich von Fichten bewachsen. Gewaltig eingeengt durch die Berge sind die Thäler, welche da zu beiden Seiten des Mulat gegen Ost und Nord führen. Wir selbst aber stehen im breiten Fleimsthal inmitten fruchtbarer Feldebene.

Hinter der Málgola und dort im Gebiete des Mulat sind in alter Zeit die Schichten des Meeresgrundes geborsten und zwischen den Nordost streichenden gewaltigen Rissen ist der Boden niedergesunken. Da sind die Granitmassen des Mulat, dann rechts und links von ihnen die Syenite von Málgola und Vardabe aufgequollen, sie haben sich kuppig aufgestaut und seitlich ausgebreitet; so wurde das gewaltige Senkungsgebiet allmählig aufgefüllt und ausgeglichen.

Und fort hat das Meer Sedimente über die ganze Gegend rings um die Gebilde des Senkungsfeldes gebreitet und fort sind aus den Tiefen glühende Gesteinsmassen aufgestiegen. Nebeneinander bauten sich gewaltige Eruptivmassen und riesige Riffe auf. Zum Schlusse stockten die Eruptionen; da wurden die Massengesteine mehr und mehr überkrustet und überkleidet von den Kalkgebilden.

Das ist in wenig Zügen die Geschichte der Gegend. 240 Stunden bin ich in dem kleinen Gebiete herumgestiegen, viele neue Beobachtungen habe ich gesammelt. Ob meine Anschauungen über Bau und Geschichte der Eruptivmassen richtig sind, wird die Zukunft lehren. Auf jeden Fall bitte ich meine Gegner im Interesse der Wissenschaft, unbeeinflusst von der Ueberlieferung die Thatsachen zu prüfen und dann ruhig zu diskutieren.

Ich gebe nun zunächst den Literatur-Inhalt, dann meine Beobachtungen und Anschauungen.

### Málgola-Literatur.

Marzari-Pencati<sup>2)</sup>: In Südtirol liegt über dem Urgebirge Grauwacke und ein Uebergangsporphy. Ueber dem Porphyr folgen jüngere

<sup>1)</sup> Malga heisst die Alpe, Málgola die kleine Alpe. Im Dialekt sagt man mitunter auch Margola.

<sup>2)</sup> Marzari-Pencati (Graf): Cenni geol. sulle provincie Venete 1819 und Leonhard's Taschenbuch f. Mineral. 1823, pag. 625 f.

Sandsteine und mächtige Kalkmassen. Tiefe Thäler durchsetzen diese Kalke und reichen bis zum Porphyry, in welchen sie auch einschneiden, ohne die unter demselben lagernden Urgebirge zu erreichen.

Bei Predazzo (Málgola und Canzocoli) trifft man Granite, welche den Alpenkalk durchsetzen und überlagern. (Vergl. das Kap. Canzocoli.)

A. v. Klipstein<sup>1)</sup>: Am Ostende der Málgola herrscht etwas Augitporphyry<sup>2)</sup>, weiterhin (gegen West) Syenit. Steigt man über das Gehänge auf, so sieht man viele Trümmer von plattigem Kalk und Contact-Silicate. Jenseits des Thälchens, welches die Málgola gegen Ost begrenzt, stehen Quarzporphyry und rother Sandstein an. Auf der Höhe am Westgehänge der Málgola trifft man Marmor<sup>3)</sup>, welcher abbauwürdig sein dürfte.

Der Syenit scheint hier die Kalksteine vor sich hergeschoben (?) und metamorphosirt zu haben.

Richthofen<sup>4)</sup>: Die Málgola besteht aus Syenit. Gangartige Massen eines grosskörnigen Augitgesteines setzen am Westgehänge der Málgola (am Wege anstehend) auf. Sie sind durch Uebergänge mit dem Nebengestein, welches also bei ihrem Auftreten noch nicht starr war, verbunden. Bei der Boscampo-Brücke setzen Melaphyr- und Liebenertporphyrgänge auf. Das letztere Gestein durchsetzt alles übrige, ist also das jüngste. Am Nordgehänge der Málgola trifft man eine kleine Partie Granit. Der Syenit wird als ein von Predazzo ausgegangener Massenguss bezeichnet.

Cotta<sup>5)</sup>: Am Westgehänge der Málgola trifft man im oberen und unteren Steinbruche Melaphyr- und Syenitgänge. Stelzner traf auch an einer Stelle zwischen Strasse und Steinbruch einen Syenitgang. Das anstehende Sediment ist in Bandjaspis umgewandelt.

Die Grenze zwischen Syenit und Sedimenten verläuft gerade bergauf. Vom oberen Marmorbruche aus wendet sich die Gesteinsgrenze auffallend gegen Nord.

Die Sedimente bestehen hier aus Marmor und Bandjaspis. Der Gipfel des Berges besteht aber aus thonig-sandig-kalkigen Schichten; auf ihnen liegen zahlreiche grosse erratische Blöcke von Quarzporphyry.

Tschermak<sup>6)</sup>: Die zumeist als Syenit bezeichneten Gesteine von Predazzo gehören bald zum Syenit, bald zum Diorit. Meist führen sie Plagioklas neben Orthoklas. Hornblende und Glimmer treten in wechselnder Menge auf. Untergeordnet: Hornblende, Magnetit, Apatit, Titanit, Eisenkies.

Augitreiche Gänge trifft man im Syenitdiorit der Málgola und am Canzocoli, doch machen diese nicht den Eindruck eines selbstständigen Gesteines, sondern nur den eines gangförmig auftretenden Mineralvorkommens (weil die Structur und relative Menge der einzelnen

<sup>1)</sup> v. Klipstein: Beitr. zur geol. Kenntniss der östlichen Alpen, 1848, I. pag. 74.

<sup>2)</sup> 7a in der Karte.

<sup>3)</sup> 9 und 10 in der Karte.

<sup>4)</sup> Baron Richthofen: Südtirol, 1860, pag. 145 f., 258, 322.

<sup>5)</sup> Cotta: Leonhard's Jahrbuch, 1863, pag. 23. (Vergl. Leonhard's Jahrbuch, 1850.)

<sup>6)</sup> Tschermak: Die Porphyrgesteine, 1869, pag. 111, 113.

Mineralien so bedeutend wechselt). Die untersuchten Partien bestanden aus Plagioklas, Augit und Biotit (mit dem Augit verwachsen); untergeordnet: Magnetit, Spinell.

Das Gestein ist also ein Diabas. Lapparent und Delesse haben ähnliche gangförmige, mit dem Nebengestein durch Uebergänge verbundene grobkörnige Partien beschrieben und analysirt; doch hatten diese Vorkommnisse (vom Canzocoli) die Zusammensetzung des Diorites oder Syenitdiorites.

Lemberg<sup>1)</sup>: Die Hauptmasse der Málgola und des Canzocoli besteht aus Syenitdiorit. Die Gesteine führen Orthoklas, Oligoklas, Labrador, wahrscheinlich auch Anortit, ferner Hornblende, Glimmer und Augit, Accessorisch: Schwefelkies, Apatit, Magnetit, Titanit, Spinell.

Doelter<sup>2)</sup> weist auf der Nordseite der Málgola ein kleines Melaphyrvorkommen nach und hebt hervor, dass für die Annahme einer grossen Melaphyrdecke kein genügender Grund vorliegt. Mehrere N. streichende Gänge werden eingezeichnet.

E. v. Mojsisovics<sup>3)</sup>: Die Málgola kann als eine am Rand des Eruptionsschlotes eingesunkene Scholle betrachtet werden. Der Muschelkalk-Dolomit zieht sich als schmaler Streifen im Syenit dieses Berges bis in das Travignolothal abwärts (pag. 380, 390). Tektonik und Geschichte des Eruptionsgebietes werden im Cap. „Mulat“ besprochen.

### Mulat-Literatur.

L. v. Buch<sup>4)</sup>: Am Mulat trifft man nahe bei Predazzo Granit mit rothem Feldspath und Turmalin<sup>5)</sup>, bei Mezzavalle Granit (Syenit) mit weissem Feldspath, Glimmer, Hornblende und sehr seltenem Quarz. Die höheren Theile des Berges bestehen aus schwarzem und grünem Porphy und Mandelstein. In den Mandeln trifft man Epidot.

Bertrand-Geslin<sup>6)</sup>: Der Granit des Mulat scheint eine von Basaltmassen überlagerte Bank zu bilden. Die Sedimente sind in der Gegend von Predazzo offenbar (wie die Gänge beweisen) von den jüngeren Eruptivmassen durchbrochen worden und die letzteren haben das früher bestandene Thal ausgefüllt.

Studer<sup>7)</sup>: Der Fuss des Mulat besteht aus turmalinführendem, rothem Granit, darüber folgt schwarzer Porphy. Wenn man in der Schrunde auf halbem Wege zwischen Predazzo und Boscampo gegen den Gipfel des Mulat ansteigt, trifft man die Gesteinsgrenze nach einständiger Wanderung. Da sieht man an den Felswänden beide Gesteine scharf, aber keineswegs eben und gleichförmig verlaufend. In scharfkantigen Zacken greift der rothe Granit

<sup>1)</sup> Lemberg: Z. d. geol. Gesellsch., 1872, pag. 188, 190.

<sup>2)</sup> Doelter: Sitzber. Akad. Wien, mat. Kl. 1876, Bd. 74, pag. 870.

<sup>3)</sup> E. v. Mojsisovics: Die Dolomitriffe von Südtirol 1879.

<sup>4)</sup> Buch: Leonhard's Taschenbuch f. Mineral. 1824, pag. 370—376.

<sup>5)</sup> Neben dem Turmalin fand Pfaundler auch Lievrit und Tungstein.

<sup>6)</sup> Bertrand cit. in Maraschini Bibliot. Ital., 1828 und Leonhard's Zeitschrift f. Mineral., 1829, pag. 131.

<sup>7)</sup> Studer: Leonhard's Zeitschr. f. Mineral., 1829, pag. 260.

in den schwarzen Porphyrr ein, so dass man fast glauben sollte, beide Gesteine seien gleichzeitiger Bildung oder wenn eines das jüngere, so sei es der tiefere rothe Granit und nicht der schwarze Porphyrr.

Klipstein<sup>1)</sup>: Am Südgehänge des Mulat herrscht rother Granit, dessen Gefüge aber stellenweise so dicht ist, dass das Gestein dem Porphyrr ähnlich wird. In zahlreichen Drusen des Gesteines trifft man Quarz, Feldspath und Turmalin, seltener Lievrit, Scheelit, Epidot.

Den Turmalin trifft man in diesen Drusen meist in strahligen Agregaten neben Quarz.

Nur selten erscheint dieses rothe Feldspathgestein als charakteristischer grobkörniger Granit (mit braunem Glimmer und spärlichem Quarz) ausgebildet.

Die Gipfelmassen des Mulat bestehen aus einem dunklen Feldspathporphyrr mit aphanitischer Grundmasse und wenig ausgeschiedenen Feldspathen, selten trifft man Augit und dunklen Glimmer, da und dort auch Kupferkies eingestreut<sup>2)</sup>.

In Blasenräumen dieser Gesteine trifft man Kalkspath, Quarz, Turmalin, Kupferkies.

Das specifische Gewicht dieser Gesteine schwankt zwischen 2·68 und 2·78<sup>3)</sup>, — die letztere Zahl gilt für die augithältigen Varietäten.

Die Massen stehen im Allgemeinen dem Feldsteinporphyrr näher als dem Augitporphyrr.

Am Gipfel des Mulat trifft man mitten in den dunklen Porphyren einen wahren Syenit (ein mittelkörniges Gemenge von grauem Feldspath, blättriger Hornblende und viel schwarzem Glimmer). Dieser Syenit ist durch Uebergänge mit dem dunklen Porphyrr verbunden. Der letztere wird nahe dem Syenit schnell deutlich und grobkörnig. Die schwarzen Einmengungen und der Feldspath vereinzeln sich, und so ist das charakteristische syenitische Gemenge hergestellt.

Solche Erscheinungen sind nicht wenig dazu geeignet, bestimmte Altersverhältnisse in der ganzen Reihe der „abnormen“ Felsbildungen in Zweifel zu ziehen, sowie denn überhaupt die Ansicht zu begünstigen, dass plutonische Felsarten der verschiedenen Abtheilungen, welche man seither durch beträchtliche Altersdifferenzen trennen zu können glaubte, sich in ein und derselben Altersepoche wechselseitig vertreten, und dass ferner durch Uebergänge eine von zwei Felsarten aus der andern herauszutreten vermag.

Richthofen<sup>4)</sup>. Sienit trifft man an der Málgola, an den unteren Gehängen des Mulat und am Conzocoli; häufig tritt er als ein

<sup>1)</sup> V. Klipstein: Beiträge. 1843. I. p. 76 f.

<sup>2)</sup> Etwa 50 M. unter dem Gipfel des Mulgrande am südlichen Gehänge setzen im dunklen Mulatporphyrr Quarzgänge mit Kupferkies auf. In einem solchen, 1 M. mächtigen Gange hat man einen Stollen getrieben. Zu Anfang des Jahrhunderts wurde auch 100 Mtr. unterhalb dieser Stelle ein Stollen betrieben. In den hier geförderten Halden trifft man Quarz mit Turmalin, Kupferkies und Schwefeleisen. Auch Lievrit und Scheelit trifft sich neben dem Turmalin und in den Quarzdrusen.

<sup>3)</sup> V. Buch gibt an 2·61 bis 2·76.

<sup>4)</sup> Baron Richthofen. Südtirol, 1860.

Glied der porphyrischen Reihe auf. In dem Syenit des Westgehanges der Málgola trifft man Massen eines augitreichen Gesteines.

Das letztere bildet im ersteren gangartige Ausläufer, doch sind beide Gesteine durch Uebergänge miteinander verbunden.

Diese Erscheinung erklärt sich, wenn man annimmt, dass das Augitmagma gangförmig in dem älteren, aber noch nicht erstarrten Syenit aufstieg (p. 145, 147).

Der Granit, welcher häufig gar keinen Quarz enthält, steigt von Predazzo aus am Südgehänge des Mulat zu bedeutender Höhe an<sup>1)</sup>.

Tuffbildungen fehlen dem Granit wie dem Syenit, wodurch ein auffallender Gegensatz zu den Fassa-Eruptionen bedingt wird (p. 259).

Im Avisiothal steigt die Grenzlinie zwischen Granit und Syenit steil auf, und man beobachtet hier einige Gänge von Granit im Syenit. (Das letztere Gestein wird, auf diese Beobachtung gestützt, durchwegs als das ältere bezeichnet, p. 264).

Der Melaphyr ist ein porphyrisches Plagioklas-Hornblende-Gestein. Der Feldspath ist meist Oligoklas. Durch Aufnahme von Augit geht der Melaphyr oft in Augitporphyr über.

Der Melaphyr lagert deckenförmig über Granit und Syenit. Er hat keine Tuffe und scheint im Gegensatze zum Augitporphyr am Festlande (?) hervorgebrochen zu sein (p. 141 f.).

Die Gipfelmassen des Mulat werden von Melaphyr und Augit-Melaphyr gebildet, das Nordostgehänge nimmt Uralitporphyr ein. Diese verschiedenen Porphyre gehören wohl mehreren Ausbrüchen an.

Während die Augitgesteine der Málgola mit dem Syenit durch Uebergänge verbunden sind, also aus einer Zeit stammen, als der Syenit noch nicht erstarrt war, trennt sich der Melaphyr überall scharf von den älteren syenitischen Massen ab. Er ist also zur Förderung gekommen, nachdem der Syenit bereits erstarrt war (p. 262, 264).

Porphyrit und Syenitporphyr trifft man mehrfach in gangförmigen Massen, so am Abhange der Málgola bei der Boscampobrücke, und im Viesenabach. Liebenerit findet sich oft in grossen Mengen im Porphyrit eingewachsen. Besonders merkwürdig ist das Nebeneinandervorkommen von Syenit, Granit, Syenit-, Liebenerit- und Augitporphyr im Viesenabache. Die Gesteine scheinen hier gangförmig nebeneinander vorzukommen, doch sind sie untereinander durch Uebergänge verbunden (p. 150, 266).

Im grosskrystallinischen Syenitporphyr findet man Einschlüsse von Syenit und Melaphyr, also ist das erstgenannte Gestein jünger als die beiden letzteren. Der Liebeneritporphyr durchsetzt hier, wie an der Málgola alle anderen Gesteine und ist somit das allerjüngste Glied der Eruptionsepoche.

Ein drittes Vorkommen mit ausgezeichnetem Liebenerit trifft man am Joch zwischen Mulat und Viesena (p. 150, 266).

Ein Ueberblick über die ganze Gegend zeigt, dass sich der alte Boden (das Porphyrplateau mit den auflagernden Grödner Sandsteinen und Werfener Schichten) ringsum gegen Predazzo zu senkt.

<sup>1)</sup> Baron Richthofen zeichnet die syenitischen Flankenergüsse am Südabhange der Málgola als zusammenhängendes Ganzes ein.

Die Eruptionen spielten sich also in einer kessel- oder trichterförmigen Senkung ab (p. 258).

In diesem Kessel brachen Granit und Syenit hervor. Sie drängten sich durch die älteren Schichten bis zum Schlernkalk hinein. Darnach haben sich die Schlernkalke in bedeutender Mächtigkeit abgelagert, was auf eine anhaltende Senkung schliessen lässt (p. 289, 322).

Cotta<sup>1)</sup>: Der Syenit von Predazzo enthält oft viel Glimmer, da und dort Plagioklas, mitunter auch einige Quarzkörnchen.

Man könnte diese Gesteine füglich als Syenitgranit bezeichnen.

Der Syenit greift mehrfach (an der Málgola und bei Predazzo) in die Triaskalke mit Apophysen ein, Syenit und Granit sind also jünger als diese Sedimente.

Es zeigt sich mithin hier recht klar, dass die Textur der Eruptivgesteine unabhängig ist von der Periode der Entstehung; sie ist wohl nur von den Umständen der Entstehung abhängig. Wahrscheinlich erstarrten die granitischen Gesteine in grosser Tiefe. Hieraus erklärt es sich, warum man so selten junge Granite sieht. Was in grosser Tiefe erstarrte, konnte erst durch sehr starke, lang dauernde Zerstörung der Bedeckung freigelegt und der Beobachtung zugänglich gemacht werden. Eine solche Ausnahme liegt bei Predazzo vor, wo in geologisch ziemlich neuer Zeit gewaltige Hebungen und Abschwemmungen stattgefunden haben.

Tschermak<sup>2)</sup>: Ueber dem Granit und Syenit-Diorit des Mulat tritt Augitporphyr und Melaphyr auf. Der letztere führt meist Plagioklas, Ortoklas, Augit und Hornblende. Untergeordnet: Magnetit, Olivin, Apatit, Chlorophäit, Epidot, Eisenkies und Turmalin. Melaphyr und Augitporphyr sind durch Uebergänge verbunden. Die Augitporphyre unterscheiden sich von den Andesiten und Basalten nur dadurch, dass sie durch vorgeschrittene Umwandlung ein mattes Ansehen erhalten haben. Sind sie frisch, so besteht zwischen ihnen und den jungen Andesiten gar kein petrographischer, sondern nur ein Alters-Unterschied (p. 136, 150).

Augit und Feldspath der Augitporphyre sind häufig stark zersetzt und umgewandelt (Uralitporphyr, Kalk-Grünerde-Gesteine, quarzhältige Epidotgesteine) (p. 141).

Lemberg<sup>3)</sup> untersucht die Umbildung der Mineralien:

Im Granit von Predazzo findet man neben unzersetztem Ortoklas mitunter einen Oligoklas, welcher zu einer serpentinartigen Masse umgewandelt ist. Die Kieselsäure ist vermindert, Kalk und Natron wurden ausgeschieden, Kali und Magnesia sind eingetreten (es bildeten sich also an Stelle der durch Kohlensäure leicht zersetzbaren Silicate schwer zersetzbare Verbindungen). Ausserdem wurden im vorliegenden Falle auch Eisenoxyd und Wasser aufgenommen (p. 2).

Nephelin wird durch Salzlösungen ziemlich schwierig angegriffen. Ueberwiegt bei der Einwirkung von  $K_2CO_3$  auf Nephelin der Natronaustritt über die Kaliumaufnahme, so entsteht Liebenerrit. Derartige

<sup>1)</sup> Cotta. Leonh. Ib. f. Mineral. 1863, p. 18.

<sup>2)</sup> Tschermak. Porphyrgesteine, 1869, p. 124.

<sup>3)</sup> Lemberg. Z. geol. Ges. 1876.

Producte können durch Einwirkung von  $NaCl$  wieder auf die ursprüngliche Zusammensetzung zurückgeführt werden (p. 29 f.).

Im Allgemeinen sind Magnesia und Kali in den Silicaten beständiger, widerstandsfähiger als Kalk und Natron.

Von grossem Einflusse bei all' diesen Vorgängen ist (nächst der chemischen Verwandtschaft) das Massenverhältniss der auf einander einwirkenden Stoffe. Wechselt dieses, so tritt auch ein neues molekulares Gleichgewicht ein. Die Wechselersetzung geht aus diesem Grunde meist nur bis zu einer gewissen Grenze; nur die fortwährende Erneuerung der Lösungen, welche in der Natur sich vollzieht, ermöglicht die vollständigen chemischen Wandlungen (p. 8, 46, 59, 76).

Doelter<sup>1)</sup> weist am Mulat, insbesondere an dessen südlichen Gehängen, viele in N und NW, auch NNO streichende Gänge nach und glaubt eine radiale Anordnung derselben zu erkennen. Derselbe Autor theilt auch einige Fassait-Analysen und neue Mineralfundpunkte mit: Fassait und Granat bei der Boscampobrücke, wo Monzonit mit Kalk in Contact tritt.

Am Ostabhange des Mulat, gegen den Viesena zu, findet sich Magnet Eisen in grösseren unregelmässigen derben Massen im Melaphyr.

Die Wengener Kalke des zwischen Mulat und Viesena verlaufenden Bergrückens (welche auf Melaphyr auflagern) werden von Melaphyrgängen durchbrochen. Im Contact trifft man Granat, Spinell, Uralit, Epidot, strahligen Amphibol und Eisenglanz in Blättchen.

Lemberg<sup>2)</sup>: In den Feldspathporphyren trifft man häufig massenhaft zeolithische Neubildungen. Der Liebeneritporphyr mag aus nephelinhaltigem Ortoklasporphyr entstanden sein (p. 494).

In Augit- und Hornblendeporphyren trifft man oft Epidot. Diese Neubildung bildet eine Ausnahme von der Regel, dass die Magnesia-silicate sich mit Vorliebe bilden und besonders widerstandsfähig sind. Hier wird Magnesia abgegeben und Kalk wird aufgenommen. Kalkzeolith (Laumontit) trifft man neben Epidot nicht selten (p. 497, 499).

E. von Mojsisovics<sup>3)</sup>: Die Hauptmasse der Kalkgebirge des Gebietes von Predazzo gehört den Wengener Schichten an. An die Stelle der ungeschichteten Riffkalke treten aber hier, insbesondere im Latemar-Gebirge, wohlgeschichtete Ablagerungen, welche im Innern der alten Riffe gebildet wurden. Die aufgefundenen Fossilien weisen auf ein relativ tiefes Niveau der norischen Stufe hin (p. 379).

Die Periode der Wengener Schichten ist durch eine anhaltende Senkung gekennzeichnet. Wo der Betrag der Senkung so stark war, dass er durch möglichst beschleunigtes Emporwachsen der Korallenriffe nicht mehr ausgeglichen werden konnte, da mussten die Korallen mit ihrer reichen Gefolgschaft weichen. In den verödeten Tiefen breiteten sich dann die mannigfaltigen heteropischen Bildungen der Wengener und Cassianer Schichten aus (pag. 506).

<sup>1)</sup> Doelter. Sitzber. Akad. Wien, mat. Kl. 1876. Bd. 74, pag. 872. — Tschermak's Mineral. Mittheil., 1877.

<sup>2)</sup> Lemberg. Z. d. geol. Gesell. 1877. p. 494 f.

<sup>3)</sup> E. von Mojsisovics. Die Dolomitriffe von Südtirol. 1879.

Die Porphyrmassen, welche im Osten und Westen von Predazzo anstehen, neigen sich gegen das Eruptionsgebiet, so dass unter der Voraussetzung eines ununterbrochenen Zusammenhanges derselben eine Mulde resultiren würde (pag. 380).

Im Norden stehen die über dem Porphyry lagernden Schichten in bedeutender Höhe an, doch senken sie sich rasch (mit einem am Südgehänge des Latemar durchsetzenden Bruche) gegen das Avisiothal (pag. 383).

Eine zweite Verwerfung setzt durch das Satteljoch. Die südlich von dieser Verwerfung anstehenden Massen des Mt. Agnello und Dosso Capello liegen etwa 500 Mtr. tiefer als die nördlichen Massen des Latemar (pag. 384).

Auch im Osten des Gebietes stehen die Sedimente in bedeutender Höhe an; hier setzt zwischen Soracrep und Viesena eine bedeutende Verwerfung durch, deren Verlängerung mit der Westgrenze des Monzoni zusammenfällt. Diese Verwerfung ist auch noch in den Wengener Schichten nachweisbar, da die oberen (abgesunkenen) Massen des Wengener Dolomites der Soracrep-Scholle ungeschichtet sind, während die höher ansteigenden Wengener Dolomite des Viesena eine ausgezeichnete Schichtung erkennen lassen (pag. 383).

All' diese Verwerfungen setzen nur durch die Sedimente und nicht durch die Eruptivmassen. Diese letzteren sind also wohl jünger als die Verwerfungen, welche als Vorläufer der grossen Eruptionen zu bezeichnen sind (pag. 384).

Granit und Syenit von Predazzo nehmen die tieferen Horizonte ein; sie werden von Melaphyr überdeckt. Auf eine relative Altersbestimmung der Gesteine dürfte kein zu grosses Gewicht gelegt werden. Chronologisch besteht zwischen allen Eruptivgesteinen des Fleimser Gebietes wohl kein wesentlicher Unterschied. In Bezug auf Textur unterscheiden sich aber allerdings die tieferen von den höheren Partien wesentlich.

Man dürfte schliessen, dass auf den Granit, welcher in den höheren Partien Glaseinschlüsse führt, in grösserer Tiefe echter glasfreier Granit folgt (pag. 387).

Das grobkrySTALLINISCH erstarrte Magma nimmt die tieferen Stellen ein (pag. 524).

Die älteren Schichtengruppen scheinen viel häufiger von Gängen durchsetzt zu werden, als die jüngeren, der Eruptionszeit näher stehenden Sedimente (pag. 522).

Die Mehrzahl der Melaphyr- und Augitporphyry-Gänge streichen senkrecht gegen die Eruptionsspalte (p. 389).

Neben den Gängen kommen, diesen parallele, nicht injicirte Spalten vor, ein neuerlicher Beweis, dass das Magma durch bereits vorhandene Spalten aufsteigt (pag. 524).

Sigmund<sup>1)</sup>. Die in hohen Horizonten anstehenden Granite führen nebst Flüssigkeitseinschlüssen auch Glaseinschlüsse, während man in dem Granit des Thalgrundes nur Flüssigkeitseinschlüsse antrifft.

<sup>1)</sup> Sigmund. Jb. der Reichsanstalt, 1879, pag. 310.

### Canzocoli-Literatur.

**Marzari-Pencati**<sup>1)</sup>: Bei Canzocoli ruht ein aus Quarz und Glimmer gemengter Granit theils auf jüngerem Uebergangsgebirge, theils auf älterem Kalk<sup>2)</sup>. Der Granit geht hier und anderwärts in einen dunklen Porphyr über, und ist also mit diesem gleichzeitig und jünger als der Alpenkalk. Der unterlagernde Kalk ist im Contact in Marmor umgewandelt.

**L. v. Buch**<sup>3)</sup>: Etwa 500 Mtr. über der Thalsohle steht grosskörniger Kalk neben Granit an. Die Scheidungslinie zwischen beiden Gesteinen senkt sich plötzlich gegen ein enges Thal. Nahe dem Berggipfel hingegen sieht man die Eruptivmassen von körnigem Kalk deutlich und auf bedeutenden Strecken überlagert<sup>4)</sup>.

**Maraschini**<sup>5)</sup>: Der Berg der Forcella (Mt. Agnello) ragt mit seinen Hörnern hoch empor. Die unteren Schichten fallen gegen OSO mit 20°, und bestehen aus einer Mischung von Mergel- und Kalkschichten.

Ueber ihnen liegt der Kalk und Dolomit, aus welchem die ganzen oberen Massen des Mt. Agnello bestehen. An diesen Kalk legt sich gerade oberhalb des kleinen Wasserfalles von Canzocoli eine aus Feldspath und schwarzem Glimmer bestehende granitartige Felsart.

Wenn man vom Canzocoli durch die Wasserrinne, welche vom Gebirg kerabkommt, aufsteigt, kommt man aus diesem Gesteine in immer dunklere compactere Eruptivmassen; zuletzt wird das Gestein ganz basaltisch. Daneben trifft man auch ein aus rothem Feldspath bestehendes Eruptivgestein.

Der umgewandelte Kalk der Forcella (Mt. Agnello) enthält Fossilien. Brogniart hält eine daselbst gefundene Turritella für jurassisch.

**Studer**<sup>6)</sup>: Ueber den Graniten des Canzocoli folgen dunkle augitführende Gesteine. Ob beide Gesteine miteinander durch Uebgänge zusammenhängen, kann nicht entschieden werden. Gewiss ist, dass man Gesteine antrifft, welche den Uebergang zwischen beiden Typen bilden; andererseits beobachtet man aber auch Gänge der dunklen Gesteine im Granit. Es ist wohl möglich, dass beide Arten des Zusammenhanges (Uebergang und gangartiges Durchdringen) stattfinden.

**Klipstein**<sup>7)</sup>: Im Jahre 1842 wurde zuerst auf Befehl der Regierung der Marmor des Canzocoli gebrochen; doch ist er so reichlich von Serpentin durchsetzt, dass er kaum verwerthet werden kann.

<sup>1)</sup> Graf Marzari-Pencati: Leonhard's Taschenbuch für Mineral. 1823. pag. 630 f.

<sup>2)</sup> Der ältere Kalk wird von M. als Alpenkalk, der hierüber folgende, mit „buntem Sandsteine“ (Raibler Schichten) verbundene Kalk, wird als Jura-Kalk bezeichnet.

<sup>3)</sup> L. v. Buch: Leonh. Taschenbuch f. Mineral. 1824, pag. 841 f. u. 876.

<sup>4)</sup> Buch meint, die Eruptivgesteine wären eben unterhalb der Kalkmassen hebend emporgedrungen (pag. 339).

<sup>5)</sup> Maraschini. Biblioteca Italiana. 1828. Bd. 32, übersetzt in Leonh. Zeitschrift f. Mineral. 1829, pag. 109.

<sup>6)</sup> Studer. Leonh. Zeitschr. f. Mineral. 1829, pag. 256.

<sup>7)</sup> Klipstein. Beiträge etc. 1843. I. pag. 75.

Roth<sup>1)</sup> analysirt mehrere Predazzite, erklärt sie für Gemenge von Calcit und Brucit und hält sie für hydatogen.

Cotta<sup>2)</sup>: Am ersten (untersten) Felsbühl von Canzocoli dringen zwei Syenitgänge ziemlich parallel zwischen unreine kalkige Schichten, welche der Seisser Abtheilung angehören mögen.

Auch einige schwächere Syenit-Verzweigungen (von wenigen Centimetern Mächtigkeit) wurden beobachtet. Granatartige Contactrinden liegen zwischen dem Syenit und dem Kalk.

Verfolgt man die Grenze beider Gesteine weiter, so trifft man etwas höher an den Abhängen eine knieförmige Ausbiegung des Syenits gegen den Marmor; in der Höhe von etwa 300 Mtr. trifft man unweit der Grenze Melaphyrgänge im Marmor. In noch höherem Horizonte greifen mehrere Apophysen des Syenites in den Marmor.

In der Höhe von etwa 400 Mtr. trifft man einen Marmor Block im Syenit eingeschlossen.

Contactrinden, welche aus Calcit, Brucit, Granat und Vesuvian oder Gehlenit bestehen, trifft man häufig. Stellenweise treten die Contactmineralien sehr massenhaft auf.

Lapparent<sup>3)</sup>: Die syenitischen und dioritischen Gesteine von Predazzo und die Melaphyre stehen einander chemisch und mineralogisch sehr nahe (pag. 266).

Neben granitähnlichem Syenit und neben Syenitdiorit trifft man als Contactmineralien Vesuvian, Gehlenit, Spinell; neben magnetitreichem Magma (Syenitdiorit und Diabas?) aber tritt mit Vorliebe Fassait auf.

Der Autor ist der Ansicht, dass die Contactmineralien durch Einwirkung wässeriger Lösungen entstanden seien (pag. 308).

Tschermak<sup>4)</sup>: Wo Syenitdiorit den Kalkstein berührt, trifft man als Contactmineralien Gymnit, Granat, Vesuvian, Gehlenit, Biotit, Spinell, Brucit. Neben einem im Kalkstein aufsetzenden Diabasgange fand sich hingegen: Fassait, Wollastonit, Batrachit, Serpentin, Vorhauserit, Biotit, Brandisit, Titanit, Spinell, Magnetit, Brucit. Neben dem Syenitdiorit trifft man also vorzugsweise thonerdehaltige Silicate, während dem Diabas meist thonerdefreie Kalk- und Magnesiumsilicate entsprechen.

Lemberg<sup>5)</sup>: Einige der grünen Silicatzenen von Canzocoli haben dieselbe Zusammensetzung, wie Augit. Das an Kali reichere Innere dieser Zonen scheint neben Augit auch Magnesiaglimmer und Ortoklas zu führen<sup>6)</sup>. Die Augitsubstanz ist oft stark umgewandelt durch Aufnahme von Magnesia (pag. 460, 463). All' diese Mineralien werden als Neubildungen erklärt (pag. 471).

Viele Versuche erläutern die gewaltige Einwirkung der Magnesiälösungen auf Kalk- und Alkalisilicate (pag. 475, 483, 495).

Auf dem Wege vom Sacinathal zur Forzella trifft man unmittelbar vor der Alm neben Melaphyrgängen auch einen echten Granitgang im

<sup>1)</sup> Roth. Z. geol. Ges. 1851, pag. 140 f.

<sup>2)</sup> Cotta, Leonh. Jb. f. Mineral. 1863, pag. 21 u. Taf. 1. Die schwächeren sog. Syenitverzweigungen sind nach meiner Ansicht Syenittufflagen. (Reyer.)

<sup>3)</sup> De Lapparent An. des Mines 1864. Bd. 6.

<sup>4)</sup> Tschermak. Porphyrgesteine 1869, p. 118 f.

<sup>5)</sup> Lemberg. Z. geol. Ges. 1876.

<sup>6)</sup> Das sind Monzonituff-Einlagerungen. (Reyer.)

Kalk (pag. 487). Der letztere weist keine Contactzone auf, während die ersteren häufig das Auftreten einer Granatzone bewirkt haben.

Zwischen der Breite der Gänge und der Contactzonen besteht keine Beziehung; dies und die zonenweise Aufeinanderfolge verschiedener Contactmineralien spricht gegen eine plutonische Genesis der Contactmineralien (pag. 467, 489).

Lemberg<sup>1)</sup>: Die Werfenerschichten vom Wasserfall (Canzocoli) bestehen aus Predazzit- und Silicatschichten, welche miteinander wechsellagern. Der Predazzit ist durch Schwefeleisen (oder Magnetkies) dunkel gefärbt; durch die Atmosphärlinien wird das Gestein entfärbt, das Schwefeleisen wird oxydirt (pag. 193).

Den Carbonaten innig beigemischt sind Olivin und Spinell; die continuirlichen Silicatschichten bestehen zum Theil aus Serpentin, zum Theil aus wasserfreien kalk- und magnesiareichen Verbindungen. In der Mitte sind die Silicatschichten reich an Alkalien (pag. 195).

Der Predazzit besteht, wie Damour, v. Richthofen und Hauenschild durch mikroskopische Untersuchung nachgewiesen, aus einem Gemenge von Calcit und Brucit (Nachweise auf pag. 227 f.). Volger hat den Gedanken ausgesprochen, dass dies Gestein ein metamorphosirter Dolomit sei. Roth meint, dass die Austreibung der Kohlensäure durch erhitzten Wasserdampf bewirkt worden sei. In der That entweicht die Kohlensäure aus dem Magnesiacarbonat bereits bei 200°, wenn man Wasserdampf überleitet (pag. 225, 231).

Dass Kalk unter hohem Druck, bei hoher Temperatur krystalinisch wird<sup>2)</sup>, haben Hall, Buchholz, Rose nachgewiesen (p. 237). Im vorliegenden Falle kann aber Wärme allein nicht die Ursache der Umlagerung gewesen sein; das Wasser, welches in Folge seines Salzgehaltes reichlich Kalk lösen konnte, bewirkte das Umkrystallisiren (pag. 242).

Zwischen dem Syenitdiorit und den Carbonaten zieht sich eine wenige Centimeter bis 3 Mtr. mächtige Contactzone hin, die aus kalkreichen Silicaten (Vesuvian, Granat, Gehlenit) gebildet wird. Ausserdem treten grüner Glimmer, Magneteisen und Spinell auf.

Diese Silicate entstanden, indem Silicatlösungen aus den Eruptivgesteinen aus- und in die Carbonate eintraten. Eine rein plutonische Genesis ist undenkbar (pag. 260).

Durch Einwirkung der magnesiareichen Marmore sind die Kalksilicate der Contactzone stellenweise in Magnesiasilicate verwandelt (serpentinirt) worden. Erhöhte Temperatur hat die Metamorphose beschleunigt (pag. 198, 213, 251, 253).

Auch das Eruptivgestein (Syenitdiorit) hat im Contact Aenderungen erfahren. Es ist, wie v. Richthofen nachweist, meist feinkörniger (selten bleibt er grobkörnig). Die Grenze gegen die Contactzone ist meist scharf. Die Mineralien sind oft zersetzt, sie haben Kieselsäure und Kali abgegeben, Magnesia aufgenommen — natürlich nicht in so

<sup>1)</sup> Lemberg. Z. d. geol. Ges 1872, pag. 193 f.

<sup>2)</sup> Viele Autoren haben aus dieser Thatsache geschlossen, dass der Kalk unter hohem Drucke schmelze, was aber unrichtig ist.

hohem Grade, wie die leicht zersetzbaren Contactmineralien (pag. 199, 207).

Die Umrissse der Hornblende sind oft verwaschen, sie hat einen serpentinartigen Glanz angenommen. Die Zersetzung breitet sich häufig nach bestimmten Flächen<sup>1)</sup> aus, wodurch das Gestein ein schuppiges Aussehen erhält (pag. 191, 263).

E. v. Mojsisovics<sup>2)</sup>: Ein Theil des über den geschichteten Gebilden folgenden Dolomites dürfte den Buchensteiner Schichten beizurechnen sein. Die Gesteinsgrenze zwischen den Eruptivmassen und den Kalken zieht sich von unten gegen oben schräg gegen den Gipfel des Berges zurück. (Vgl. das bezügliche Lichtbild.)

### Das Nordgehänge des Málgola.

Von Predazzo gegen Südost sieht man einen flachkuppigen, spärlich bewaldeten Berg. Steile Abstürze gehen herab bis in die halbe Höhe, Schutthalden führen von ihnen bis ins Thal. Das röthlichgraue Gestein ist von zahlreichen senkrechten Klüften zerschnitten.

Wandert man auf der Hauptstrasse fünf Minuten weit gegen Osten und überschreitet man hier das Thal, so trifft man eine kleine Brücke (bei 1 in der Karte), welche über den Bach und an den Fuss der Málgola führt.

Steigt man über die Schutthalden (100 Meter hoch) auf, so trifft man zunächst die Schrunde 1 (in der Karte), welche rasch mit steilen kesselförmigen Abstürzen schliesst. Das Gestein, welches von zahlreichen NNO streichenden und steil einfallenden Klüften durchsetzt wird, ist typischer mittelkörniger Syenit.

Wir umwandern die Schutthalde, um die zweite Schrunde (2) zu begehen. Ausser der erwähnten senkrechten Klüftung gewahren wir hier an den Felsen, welche zwischen beiden Schründen anstehen, eine scheinbar horizontal verlaufende Bankung der Syenitmassen. Blickt man vom Gehänge aus auf diese Stelle, so sieht man, dass die Bänke 20 bis 30 Grad thalwärts (gegen Nord) fallen; wir hatten vorhin, an den Ost-West streichenden Abstürzen hinschreitend, nur Gelegenheit gehabt, im Streichen der Bänke verlaufende Anbrüche zu sehen und auf diesen erschien die Bankung natürlich horizontal.

Die Schrunde 2 wird bald ungangbar; ein Ziegensteig führt aber auf den Kamm, welcher diese Schrunde von dem nächsten Wasserrisse trennt. Wiederholt beobachtet man eine flache Bankung; stellenweise fällt sie auch gegen das Hauptthal oder gegen die Schrunde 2 (gegen Nord bis Nordwest) mit 20 bis 40 Graden ein.

<sup>1)</sup> Bankung und Klüftung bedingen häufig flächige Zersetzung. R.

<sup>2)</sup> E. v. Mojsisovics. Die Dolomitriffe von Südtirol 1879. — Der Autor schliesst hieraus auf eine kesselförmige Erweiterung des Eruptionsschlotes; von Predazzo. Im weiteren Verfolge dieser Anschauung erklärt E. v. Mojsisovics das Auftreten von Melaphyr und Augitporphyr über Granit und Syenit als eine scheinbare Ueberlagerung. (Flache Gänge, welche in dem gegen oben konisch sich erweiternden Eruptionskessel schräg aufgestiegen seien).

Uebergänge führen von dem flachen zum steilen, vom nördlichen zum nordwestlichen Fallen; die Bänke bilden also hier Buckel, welche sich gegen das in Ost streichende Travignolothal niedersenkten.

In der Höhe von 1200 Meter (über dem Meere) trifft man wieder eine ausgezeichnete senkrechte Nord-Klüftung, daneben eine flach gegen das Thal sich senkende Bankung.

Bevor man die Höhe von 1300 Meter erreicht, haben die Gehänge sich bereits so weit verflacht, dass man leicht durch den Buschwald von einer Schrunde zur andern wandern kann. Nachdem man einige Minuten gegen Osten gegangen, trifft man bereits jene dünnplattigen mergeligen, sandigen oder kalkigen Sedimente (Muschelkalk), welche von hier an einerseits gegen Nordost bis ins Travignolothal, anderseits bis an den Westfuss des Málgola reichen. Bis über die Schrunde 7 hinaus, also in einer Breite von etwa 500 Meter, liegen schöne Aufschlüsse vor. In unserer Höhe fallen diese Schichten ziemlich flach (Mittel mit 20 bis 30 Grad) gegen das Travignolothal; steigt man aber durch die Schrunde 5 oder 7 hinab, so sieht man, dass die Sedimente im selben Maasse, wie das Gehänge schroffer wird, auch immer steiler niedergehen.

In den oberen Theilen der Schrunde 5 fallen sie 40, tiefer unten sogar 60 Grad gegen Nord (Nordost bis Nordwest).

Am Ostgehänge der Schlucht 5 reichen sie bis in eine Höhe von 100 Meter über der Thalsole herab.

Verwickelt sind hier die Beziehungen der Eruptivmassen zu einander und zu den Sedimenten. Zunächst bemerkt man, dass im Grunde der Schlucht 5 Syenit (z. T. Syenitporphyr) herrscht. Die Oberfläche dieser Masse fällt buckelig gegen das Thal ab und wird auf der Ostseite der Schlucht concordant von den Sedimenten überlagert; die beiden Seiten der Schlucht aber weisen ein dunkles afanitiches Gestein (Orthoklas-Andesit) auf<sup>1)</sup>, welches über den besagten Sedimenten liegt.

Es ist dies nach meiner Ansicht ein Strom, welcher hier zwischen den Schründen an den Gehängen des Málgola hervorgebrochen und thalwärts geflossen ist. Westlich von 5 sieht man eine mächtige Schliere von grauem, körnigem Orthoklasporphyr in den schwarzen Massen eingeschaltet. Diese Zwischenlage stellt eine seitlich ziemlich weit ausgebreitete und 2 bis 3 Meter dicke, flach gegen das Thal sich neigende Lage dar. Sie ist durch Uebergänge mit dem hangenden und liegenden dunklen Aphanit verbunden. Beide Massen greifen buckelig ineinander ein; einzelne Schlieren und Butzen der einen Masse sind auch ganz von dem nachbarlichen Gesteinsbrei umgeben und losgetrennt von der Hauptmasse.

Auf der Westseite der besagten Schrunde 5 treffen wir einen quarzarmen Granit, gleich jenem des Mulat.

Es ist eine kleine Masse, deren Oberfläche unter den dunklen Aphanit (Andesit) und zwar mit 20 bis 50 Grad gegen Süd (gegen den Berg) einschliesst. Beide Massen schmiegen sich innig aneinander, ohne

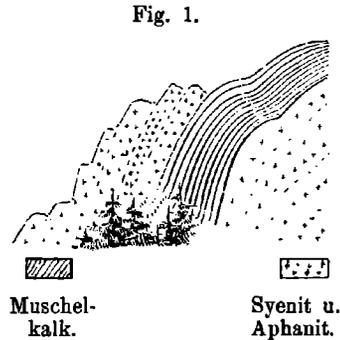
<sup>1)</sup> Ich habe diese Einzelheiten in der Karte nicht verzeichnet, um das Bild nicht zu verwirren.

verwachsen zu sein. An der Grenze gegen das basische Gestein verschwindet der Quarz aus dem Granit meist vollständig.

Wir werden später sehen, dass diese kleine Granitmasse wahrscheinlich ein Ausläufer der Ergüsse des Mulat ist. Die älteren Graniteruptionen, welche nördlich von der Málgola, jenseits des Thales hervorbrachen, haben bis hierher gegen Süden eine Stromzunge ausgesendet; die jüngeren Ergüsse der Málgola aber haben, in der entgegengesetzten Richtung fließend, diesen Granit überdeckt. Durch Erosion ist derzeit der Zusammenhang mit dem Mulatgranit getrennt.

Nachdem wir diese Beziehung des Granites zum Syenit besprochen, kehren wir nochmals zur Besprechung des Verhältnisses zwischen Syenit und Sedimenten, welches wir bereits skizzirt, zurück.

Geht man vom Granit durch die Schrunde 5 aufwärts, so trifft man, wie gesagt, im Grunde der Schrunde Syenit und Syenitporphyr in mächtigen Massen anstehend; besteigt man dann das östliche Gehänge, so sieht man zuerst die Sedimente, welche hier steil gegen Nord fallend, den Syenit concordant überlagern; darüber aber ruht, wie die beistehende Figur 1 zeigt, wieder eine Masse von dunklem Aphanit und Syenitporphyr, deren Bankung mit der Schichtung der Sedimente harmonirt. In den oberen Theilen beträgt die Mächtigkeit dieser steil gebankten Eruptivmasse nur wenige Meter; je weiter wir aber thalwärts gehen, desto mehr schwillt sie an (über 20 Mtr.), zugleich bemerken wir, dass die Bankung immer flacher wird, — von 70° können wir alle Uebergänge bis 30° Nord verfolgen.



Endlich ist hervorzuheben, dass die besagte Eruptivmasse, je tiefer wir gegen das Thal hinabsteigen, um so krystallinischer wird, und endlich in typischen Syenit übergeht. Dieser Syenit ist offenbar die Fortsetzung des Aphanitergusses, welchen wir oben geschildert haben. Wir haben es zu thun mit einem Strome, welcher in seinen oberen Theilen ganz aphanitisch ist, weiter thalab aber im selben Masse, als er mächtiger wird, auch ein immer deutlicheres Korn erhält. Man kann hier mit dem Hammer alle Uebergänge von dem dunklen, aphanitischen Gesteine (Orthoklas-Andesit) in Syenit- und Orthoklasporphyr, und endlich in echten grobkörnigen Syenit verfolgen.

Wir werden sogleich noch zwei analoge Vorkommnisse kennen lernen; zum Schlusse der Beschreibung des Mulat aber werden wir erst eine zusammenfassende Betrachtung und Erklärung dieser merkwürdigen Erscheinung versuchen.

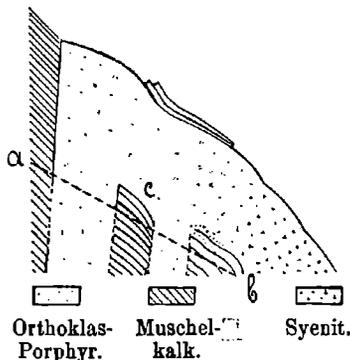
Wir wandern weiter gegen Ost und begehen die Schrunde 7 (in der Karte). Die obersten Theile dieser Schlucht reichen weit hinauf in die flachen Waidegehänge der Málgola. Eine Quelle und Viehtränke ist das Zeichen, durch welches man diese Schrunde von den anderen

leicht unterscheidet. Von dieser Quelle aus sieht man gerade hinab durch die steinige Rinne bis in's Thal.

Uns zu beiden Seiten bis hoch in den Berg hinauf stehen dieselben Sedimente an, welchen wir bisher auch in den anderen Schründen begegnet; weithin sieht man die bänderigen Bänke thalwärts fallen. Oben, wo die Gehänge noch flach verlaufen, senken sich auch diese Schichten mit geringem Winkel (15 bis 30°); weiter unten aber fallen Gehänge und Schichten immer steiler (40 bis 50°). Wir wandern von der Quelle abwärts zuerst über einige Schichtflächen der Sedimente, dann fort über Schutthalden. In der Höhe von 1200 Mtr. treffen wir Orthoklasporphyr und Syenit. Die Aufschlüsse sind so vorzüglich, dass wir die Beziehungen dieser Eruptivmassen zu den Sedimenten vollkommen klarstellen können.

Ich beziehe mich auf die beistehende Figur 2, welche die westliche Seite der besagten Schrunde darstellt. Bei *a* werden die Sedimente von einem Gang abgeschnitten.

Fig. 2.



Dieser besteht seiner Hauptmasse nach aus einem hellen rothen, körnigen Orthoklasgestein. Auf der östlichen Seite der Schrunde verliert diess Gestein nahe dem Contact seine deutlich krystallinische Textur und nimmt porphyrischen und aphanitischen Habitus an. An der westlichen Wand sieht man ferners bei *c* ein Stück der durchbrochenen Sedimente. Das Eruptivgestein hat nahe dem Contacte viele Schollen des Nachbargesteines eingeschlossen, und im Sinne der Bewegung des Magmas aufgestellt. Die Schollen sind fest verwachsen mit dem sie umhüllenden Gesteine. Nebenan bricht nochmals ein Gang des Feldspathgesteines zu Tage. Der Contact mit der Scholle *b* ist besonders schön entblösst. Die blossgelegten Schichten sind gestaut; hellgraue und dunkelgrünlichgraue Streifen wechseln miteinander. Die letzteren walten der Masse nach vor; insbesondere im Hangenden der anstehenden Partie sehen wir eine starke Lage dieser Art auftreten. Schlagen wir ein Stück los, so glauben wir einen aphanitischen Andesit (Melaphyr) vor uns zu haben; auch unter dem Mikroskope bleibt die Täuschung vollständig; das Gestein besteht aus zusammengebackenen Feldspathkörnchen und Glimmer. Blickt man nun auf die helleren Schichten, so gewahrt man, dass sie nicht continuirlich sind, sondern dass sie an vielen Stellen zerrissen und oft ziemlich weit auseinandergerrückt sind; in diese Zwischenräume und Klaffe ist aber überall die dunklere Masse vollständig eingedrungen. Offenbar waren die helleren Lagen ziemlich hart, die dunkleren Partien aber weich; da das so beschaffene System dislocirt und gestaut wurde, zerbrachen die festen Schichten zu Schollen, sie wurden auseinandergeserrt, und in die Zwischenräume drang der dunkle, weiche Silicatbrei ein.

Nebenan bricht nochmals ein Gang des Feldspathgesteines zu Tage. Der Contact mit der Scholle *b* ist besonders schön entblösst. Die blossgelegten Schichten sind gestaut; hellgraue und dunkelgrünlichgraue Streifen wechseln miteinander. Die letzteren walten der Masse nach vor; insbesondere im Hangenden der anstehenden Partie sehen wir eine starke Lage dieser Art auftreten. Schlagen wir ein Stück los, so glauben wir einen aphanitischen Andesit (Melaphyr) vor uns zu haben; auch unter dem Mikroskope bleibt die Täuschung vollständig; das Gestein besteht aus zusammengebackenen Feldspathkörnchen und Glimmer. Blickt man nun auf die helleren Schichten, so gewahrt man, dass sie nicht continuirlich sind, sondern dass sie an vielen Stellen zerrissen und oft ziemlich weit auseinandergerrückt sind; in diese Zwischenräume und Klaffe ist aber überall die dunklere Masse vollständig eingedrungen. Offenbar waren die helleren Lagen ziemlich hart, die dunkleren Partien aber weich; da das so beschaffene System dislocirt und gestaut wurde, zerbrachen die festen Schichten zu Schollen, sie wurden auseinandergeserrt, und in die Zwischenräume drang der dunkle, weiche Silicatbrei ein.

Vergleicht man die helleren Lagen auf frischem Bruche mit dem dunklen Material, so findet man, dass die ersteren sich nicht sehr vom letzteren unterscheiden. Auch sie bestehen im Wesentlichen aus Feldspaththeilchen, nur ist hier das Gefüge noch zarter, aphanitischer; man wird an Porphyrtuffe (an den „Thonsteinporphyr“) erinnert. Wir werden auf diese Thatsachen später zurückkommen.

Die Eruptivmassen, welche aus den zwei besagten Gängen aufsteigen, vereinigen sich über den Sedimenten, und reichen dann als eine zusammenhängende Masse hinab bis in's Thal.

Nach meiner Ansicht haben wir es hier wieder mit einem Strome zu thun, welcher über die Gehänge thalwärts gewandert ist. Ueber diesem Strome aber liegen, wie die Figur 2 andeutet, wieder Sedimente<sup>1)</sup>.

Beide Gänge streichen West und fallen steil gegen den Berg (gegen Süd) ein. An der Südseite des ersten Ganges stehen die Sedimente *a* hoch an, während im Norden in gleichem Horizonte der Strom sich ausgebreitet hat; der nördliche Verwerfungsflügel hat sich also gesenkt.

Wir steigen in die Schrunde wieder herab und gehen thalwärts vor. Die Schrunde verläuft mit 30 bis 35 Grad, der Strom senkt sich steiler (mit 40 bis 45 Grad); nach kurzer Strecke stehen wir folglich auf dem Strome, er hält an bis zum Ende der Schrunde. Beachtenswerth ist noch, dass während in dem Ganggesteine dunkler Glimmer und Hornblende nur local und spärlich auftraten, diese basischen Mineralien im weiteren Verlaufe immer häufiger werden. Nach kurzer Strecke ist das helle Feldspathgestein, welches vordem nur stellenweise syenitischen Habitus angenommen, in typischen Syenit übergegangen.

Dieses Verhältniss scheint mir folgendermassen deutbar: Aus den zwei Spalten floss anfangs Syenitbrei aus; dann schoben Kieselsäurereichere, also zähere Massen nach. Diese kamen aber nicht mehr zum Ergusse; die Eruption stockte, und das helle Feldspathmagma blieb in den Spalten stecken.

Zum Schlusse wollen wir nun noch die Schlucht, -welche in der Karte die Ziffer 6 führt, besteigen.

Ueber eine Schutthalde geht es hinauf, dann treten die Felsen enge zusammen und man steigt fort und fort zwischen steilen Wänden von Syenitdiorit (und Monzonit) und über eine Schuttmasse von 40 Grad Neigung auf.

Die Felswände stehen meist drei bis fünf Meter weit auseinander und erreichen eine Höhe von 10—20, ja 30 Meter. Unter den Füßen gleiten und kollern die Trümmer und Schuttmassen, dann muss man sich hinter einem Felsvorsprung schützen. So wandert man aufwärts durch die öde dunkle Klamm bis in eine Höhe von 250 Meter über der Thalsohle. Da trifft man plötzlich andere Gesteine: mattgrüne und rothe weiche aphanitische Massen, mit ausgezeichneter bänderiger Schlierenstructur stehen vor uns. Die Schlieren fallen steil und streichen in Ost; man glaubt einen Gang vor sich zu haben. Wenn man aber

<sup>1)</sup> Ich habe diese verwickelten Verhältnisse in der Karte nicht dargestellt.

noch 50 Meter höher bis zum Schluss der Klamm steigt, behält man immer dieselben oder doch ähnliche Gesteine zur Seite.

Es ist also eine Strommasse. Sie fällt unter den Syenitdiorit <sup>1)</sup>, der bisher die Seiten der Schrunde beherrscht hat, ein, und ist durch Uebergänge mit dem Syenitdiorit verbunden; auch treten Butzen und Lager von Porphyrit und Syenit in ihr auf; auch Breccien dieser Gesteinsarten trifft man.

Prächtig sind diese Massen gebankt, in grossen Buckeln neigen sie sich sammt dem zwischen- und übergelagerten Syenit gegen das Thal hinab.

Wir haben es also hier mit einem gewaltigen und höchst mannigfaltigen System von porphyrischen und aphanitischen Stromschlieren zu thun, welche im Liegenden des mächtigen Syenitergusses herrschen.

Betrachtet man die weichen grünen Lagen näher, so sieht man, dass sie zum Theil aus Fassait und grünem Glimmer bestehen. Diese Erscheinung erklärt sich, wenn man bedenkt, dass die vorliegenden Ergussmassen offenbar zusammenhängen mit dem vorhin geschilderten Ergusse der Schrunde 7. Dort haben wir gesehen, dass der Erguss den Muschelkalk durchbricht und überströmt. Offenbar steht auch hier in der Schrunde *b* in grösserer Tiefe das Sediment an — daher die Contactmineralien im Liegenden des Stromes.

Ueber diesen Massen folgt, wie gesagt, der Syenit, darüber aber liegen wieder Sedimente. Die Klamm schliesst mit einem öden Absturzkessel, in welchem man die Ueberlagerung und Folge dieser eruptiven und sedimentären Massen gut sehen kann.

Ueberblicken wir die hier zusammengestellten Erscheinungen, so erhalten wir das folgende Bild:

Gegen Ost und West von den beschriebenen Schründen erstrecken sich weithin die buckeligen Syenitmassen. Sie erheben sich beiderseits der Schründen bis zu bedeutender Höhe. In dem Schrundengebiete aber weisen sie eine runzelartige Depression auf; in dieser Depression ist noch ein Theil jener Sedimente erhalten, welche die Syenitmassen ehemals wohl allgemein bedeckten. Diese Sedimente, welche in den höheren Horizonten aus plattigem Kalk, in den unteren aber vorwaltend aus klastischen Feldspathgesteinen bestehen, wurden durchbrochen von Syenit, Syenitporphyr, Feldspathporphyr und Aphaniten dieser Gesteine. Die Ströme flossen über die steilen Gehänge der Syenitmassen herab bis in's Thal, und wurden wieder von Sedimenten überlagert.

Ich habe nun noch folgende Aufschlüsse vom Nordgehänge der Málgola zu erwähnen:

Im Osten bei der Boscampobrücke sehen wir den Syenit durch Aufnahme von Plagioklas und Augit örtlich in Syenitdiorit, Monzonit <sup>2)</sup> und grosskrystallinischen Diabas übergehen.

Sonst treffen wir aber überall an den Gehängen nur Syenit und Syenitdiorit.

<sup>1)</sup> Local geht der Syenitdiorit durch Aufnahme von Augit in Monzonit über.

<sup>2)</sup> Mit viel Apatit und Erz.

Am nordwestlichen Absturze der Málgola treffen wir, wie die Karte zeigt, bis zur Höhe von 100 Meter über dem Thalboden eine Partie dunkler, aphanitischer Gesteinsmassen (Orthoklas-Andesit), welche in der Richtung ONO an dem Syenit abschneidet. Gegen Ost sieht man diese Masse auf einem Syenit mit rothem Orthoklas auflagern.<sup>1)</sup> Das Syenitgehänge, sowie die auflagernde Aphanitmasse fallen steil gegen das Thal; wir haben es hier also wohl mit einem Ergusse zu thun, welcher auf ONO streichender Spalte im Syenitgehänge aufstieg und dann thalwärts sich ergoss.

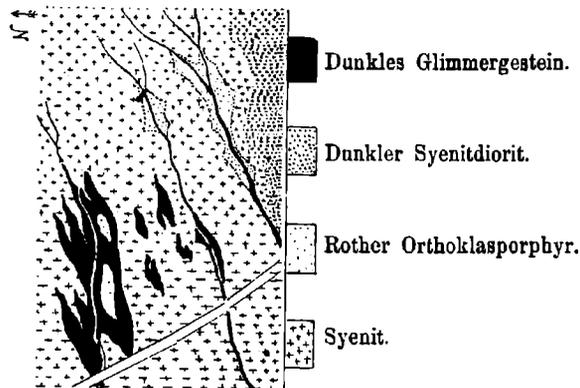
### Die Westseite der Málgola.

Ein breiter Weg steigt mit etwa 8 Grad Neigung an diesem Gehänge gegen S. auf; wir verfolgen denselben. Die Gehänge gehen mit 30 bis 35 Grad nieder. Das Gestein ist Syenit. Hier wie an den Nordgehängen des Berges springt eine reichliche in Nord (bis NNW) streichende senkrechte Zerklüftung der Gesteine ins Auge. Untergeordnet ist eine Klüftung mit östlichem Streichen.

Nach einem Aufstiege von einer Viertelstunde erreicht man die Grenze des Syenites gegen die Sedimente; sie liegt gerade über dem Ende des Deltas, welches von der Málgola in die Ebene herunterreicht und in der Karte durch Punktirung angedeutet ist.

Drei Minuten bevor man diese Grenze erreicht, sieht man in kurzer Strecke eine merkwürdige Mannigfaltigkeit der Gesteine. (8 in der Karte). Die Grenzen der verschiedenen Arten gegeneinander habe ich mittels des Messtischchens festgestellt. Ich füge der beistehenden Fig. 3 die folgenden Erläuterungen hinzu: Zur Linken tritt im nor-

Fig 3.



malen Syenit eine in viele Lappen auslaufende butzenförmige Schliere auf. Das Gestein besteht zum grössten Theile aus dunklem Glimmer, verwittert leicht zu einer grusigen Masse und ist aus diesem Grunde muldig erodirt.

<sup>1)</sup> Dieser Syenit geht örtlich in Granit über.

Im ersten Augenblicke beachtet man die feuchte schwarze, erdige Stelle nicht; erst wenn man den Hammer anwendet, wird man über die Beziehung dieser Masse zu dem normalen Syenit und über den Verlauf der zahlreichen dunklen Schlieren klar. Sämtliche Schlieren streichen zwischen ONO und Ost und fallen steil ein. Wir haben es also hier mit Eruptivmassen zu thun, welche gangförmig in älterem, aber noch nicht erstarrtem Magma aufstiegen. (Gangschlieren.) Beide Massen haben sich verschweisst und vereint.

In der grossen Schlierenbutze sehen wir noch zwei kleine Schlieren von normalem Syenit eingeschaltet. Die grössere dieser Massen ragt wie ein heller Klamm aus der verwitterten dunklen Umgebung auf.

In den nächsten kleinen Wasserrissen treffen wir, wie die beistehende Figur zeigt, ein körniges, hellrothes Feldspathgestein, welches vom Syenit bedeckt wird. Beide Gesteine sind miteinander verwachsen; die Grenzfläche fällt mit 40 bis 50 Grad im Sinne des Berggehanges gegen WSW.

Das Gebiet im Süden dieser Schründen wird von einem sehr grobkörnigen Syenit-Diorit und Monzonit mit dicken Feldspathknoten und grossen dunklen Glimmer- und Hornblendeflecken eingenommen. Die Partie ist ringsum begrenzt (unterlagert) von normalem Syenit.

Fassen wir diese Thatsachen zusammen, so erhalten wir das folgende Bild: In den tieferen Partien der Westgehänge der Málgola steigen Schlierengänge auf. Weiterhin beobachtet man schlierige Massen, welche sich im Sinne des Gehanges steil niedersenkten. Letztere sind also aller Wahrscheinlichkeit nach schlierige Erguss- oder Strommassen.

Drei Minuten von hier trifft man, wie gesagt, auf die Gesteinscheide. Man sieht einerseits Syenit, anderseits Partien der plattigen Sedimente, auch einige Blöcke eines grobkörnigen, grusig verwitternden (Predazzit-) Marmors; die Grenze selbst ist aber verschüttet.

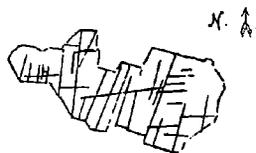
Der besagte Punkt liegt etwa 80 Meter über der Thalsohle. Steigt man nun gegen OSO am Gehänge aufwärts, so trifft man 20 Meter über dem Wege einen Steig, welcher gegen Nord ansteigt und schliesslich auf den niederen, gegen Predazzo abstürzenden Syenitkopf der Málgola führt. Auf diesem Steige sehen wir (oberhalb 8) die Silicat-sedimente schön entblösst; ein in ONO streichender Syenitgang durchsetzt sie. Im Contact sind beide Gesteine innig verwachsen.

Setzen wir unseren Weg gegen N. fort, so sehen wir kurz bevor wir den niederen Málgolakopf erreichen, am Steige Marmorblöcke liegen. Folgen wir der Spur aufwärts, so treffen wir in einer Höhe von 1300 Meter einen Marmorbruch (9 in der Uebersichtskarte), durch welchen ein Syenit- und ein Aphanitgang setzen. Wir kehren auf den Steig zurück und erreichen nach 10 Minuten den kleinen Málgolakopf (nördlich von Nr. 9).

Hier haben wir gute Gelegenheit, die scharf und gerade verlaufende Klüftung des Gesteines zu vergleichen mit der krummen, buckeligen, vielfach auskeilenden, bankförmigen

Absonderung (Bankung). Der Verlauf der Klüftung wird durch die folgende kleine Abbildung veranschaulicht. Man sieht: Hier, wie am West- und Nordgehänge des Berges herrscht eine Nord- (bis NNO) und eine Ost-Klüftung. Untergeordnet treten hier und anderwärts auch andere Richtungen auf. Die Nordklüftung (seltener die Ostklüftung) wiegen aber vor; sie zerschneiden die Gesteine zu Systemen steil aufgestellter Platten und scharfer, meist rhombischer Säulen. Die Abstürze der Málgola und des Mulat erhalten hierdurch ihr charakteristisches Gepräge.

Fig. 4.



Ausser dieser scharfen, geradflächigen Klüftung beobachtet man aber hier auch eine buckelige und auskeilende (also mit Klüftung nicht zu verwechselnde) Bankung der Syenitmassen. Diese Bankung, welche ich in anderen Aufsätzen besprochen, und welche durch die ursprüngliche Ergussbewegung des Gesteinsteiges bedingt ist, fällt hier flach, bald gegen Nord, bald gegen Nordwest, bald gegen Nordost, im Allgemeinen also thalwärts.

Ausser den verschiedenen Klüftungen, welche diese Bankung durchsetzen, müssen wir hier auch noch das Auftreten von dünnen flächigen Feldspathäderchen erwähnen. Diese blattförmigen Ausscheidungen oder Ausfüllungsmassen hängen, wie die Untersuchung zeigt, mit keiner der vorherrschenden Klüftungen zusammen; sie sind auch nicht als Schlierengänge aufzufassen, weil sie sich ziemlich gut vom Wandgestein lösen.

Sie scheinen auch mit der ursprünglichen Ablagerung der Eruptivmassen auf den ersten Blick gar nicht zusammenzuhängen, da sie in allen möglichen Richtungen und mit verschiedenen Winkeln durch die Bankung setzen. Eine Prüfung von etwa 20 einschlägigen Fällen hat aber gezeigt, dass diese Blätter (Schnürchen) allerdings mit der buckelförmigen Anordnung der Ergussmassen in einem gesetzmässigen Zusammenhange stehen dürften. Das Streichen dieser Blätter coincidirt nämlich fast immer mit dem Streichen der Bankung, deren Fallen aber ist entgegengesetzt. Fällt die Bankung flach gegen Nord, so fällt das die Bänke durchsetzende Blatt steil gegen Süd; fällt die Bank flach gegen West, so fällt das Blatt steil in Ost<sup>1)</sup>.

Der Schluss liegt nahe, dass diese Blätter durch Zerreibungen verursacht wurden, welche während der Ausbreitung und Aufkuppung der Eruptivmassen in dem erstarrenden Breie entstanden. Nur diese Annahme kann den Zusammenhang zwischen dem Streichen und Fallen der Bankung und der Blätter erklären.

Wir verlassen dieses Gebiet und steigen an zu dem grossen Marmorbruche (10 in der Karte), welcher am Wege gegen den Höhepunkt der Málgola, oberhalb des vorhin beschriebenen kleineren Marmorbruches (9) liegt. Wir sehen zu Eingang des Bruches einen breiten NO streichenden Syenitgang, höher oben im Bruche einen ONO streichenden schmalen Aphanitgang. In der Nähe beider Massen ist der

<sup>1)</sup> Ausserdem kommen, wenn auch seltener, Blätter vor, welche senkrecht gegen diese gesetzmässige Richtung verlaufen.

Marmor von Silicatknauern durchsetzt. Wandern wir gegen Osten weiter, so überschreiten wir eine grössere, von Syenit beherrschte Fläche, dann treffen wir wieder auf einen Lappen von Sedimenten, dann wieder auf Syenit. Kreuzt man das Gehänge, so findet man, dass eine zerlappte Lage von Sedimenten auf den Syenitmassen der Málgola liegt. Diese Sedimente hängen mit jenen der Schründen zusammen.

Wandert man weiter gegen Ost, so trifft man nahe dem Ende der Málgola in der Höhe zwischen 1250 und 1300 Meter wieder die Ausläufer der Sedimente: zuckerkörnigen Marmor, gebänderte Feldspathsandsteine etc. An der letzten Schrunde (7a in der Karte) sieht man trefflich die concordante Auflagerung dieser Massen auf einem Syenitbuckel. Zwei Gänge jüngerer, porphyrischer Gesteine setzen durch die Kalkbänke.

Weiter hinab gegen das Ostende der Málgola senken sich die Sedimente mit geringem Falle (30 bis 20 Grad NO) thalwärts.

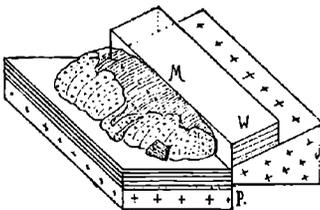
Verfolgt man nun die Grenze zwischen diesen bankigen Kalken und Feldspathsandsteinen einerseits, und den gegen Süden herrschenden Werfener Schichten, so findet man, dass die ersteren im Westen der Málgola in einer Breite von 400 bis 500 Meter anstehen, im Gebiete der Schründen aber eine Breite von 800 Meter (Horizontalprojection) einnehmen.

Im Osten der Málgola wird der Streifen immer schmaler, wie die Karte zeigt. Die Grenze gegen die Werfener Schichten stellt, soweit die in dem Waide- und Buschwaldgrunde umherliegenden Gesteine einen Schluss gestatten, eine ziemlich gerade Linie dar.

Die Sedimente überkleiden, wie schon wiederholt betont, die Syenitmassen, und fallen mit ihnen thalwärts. Die letzteren herrschen bis in's Thal, hinter ihnen aber gegen Süden stehen vom Thal bis zum Gipfel der Málgola Werfener Schichten an. Diese liegen concordant auf den Grödner Sandsteinen, diese auf den Porphyren — das ganze System aber fällt flach gegen Nord.

Diese Lagerungsverhältnisse und die gerade Abgränzung der Syenit- und jüngeren Sedimentmassen gegen die Werfener Schichten lässt wohl kaum eine andere Deutung zu, als dass eine ONO-Verwerfung zwischen Syenit und Werfener Schichten durchsetzt. Der nördliche Verwerfungsflügel ist in die Tiefe gesunken, auf der Spalte ist Syenit aufgedrungen er hat sich in loco aufgekippt und nordwärts ausgebreitet. Ueber ihm haben sich Sedimente abgelagert, sie wurden von jüngeren Syenit- und Porphyrmassen durchbrochen.

Fig. 5.



Das ist das Bild, welches wir durch die Zusammenstellung der beobachteten Thatsachen erhalten.

Das bestehende Bild stellt die Verhältnisse der Málgola, wie man sie etwa von Canzocoli aus sieht, schematisch dar. *P* ist die grosse ONO streichende Verwerfung, welche durch Porphyr (*P*) und Werfener Schichten (*W*) setzt. Auf dieser Verwerfung sind die Syenitmassen

emporgedrungen, sie haben sich aufgestaut und gegen Nord (im Bilde gegen links) ausgebreitet. Kleine Kreuze und krumme Striche bezeichnen den Syenit. Die durch enge Straffage angedeutete Muschelkalkdecke (*M*) liegt über dem Syenit. Zwei Flankenergüsse sind eingezeichnet: In der Mitte der Porphy- und Syeniterguss 5 bis 7 unserer Karte, im Vordergrund der kleine Aphaniterguss vom NW-Eck der Málgola.

Nachdem ich so die Hauptmasse des Syenites tektonisch charakterisirt, lenke ich nochmals die Aufmerksamkeit auf die überlagernden Sedimente und jüngeren Flankenergüsse.

Wir haben gesehen, wie die Ströme in den oberen Theilen des Gehänges dünn sind, auch wenig mächtig bleiben, so lange sie auf den steilen Abhängen ruhen; in dem Masse aber, wie sie gegen die Ebene, gegen die Basis des Massenergusses herabkommen, verdicken und verflachen sie sich. Das ist eine Erscheinung, welche man auch an jedem Vulkane unserer Zeit beobachten kann.

Auffallender ist die von uns wiederholt festgestellte Thatsache, dass Eruptivmassen, welche in den oberen Theilen der Málgola mit porphyrischem, ja aphanitischem Habitus hervorbrechen, in dem Maasse, als sie sich thalwärts senken, krystallinischer werden. Aber auch diese Erscheinung erklärt sich, wenn man die damals herrschenden Verhältnisse in's Auge fasst. Das Meer stand zu jener Zeit eben hoch über der heutigen Thalsohle. Kamen nun in seichteren Gebieten, etwa in den oberen Gehängen der Málgola, Eruptivgebilde zur Förderung, so flossen sie natürlich über die Málgola-Gehänge gegen die Tiefen. Oben blieben nur wenig mächtige Massen haften, unten häufte und staute sich aber alles; oben herrschte ein geringer, in der Tiefe aber ein bedeutender Druck. Diesen Bedingungen entsprechend erstarrten die höheren Massen (unter übrigens gleichen Verhältnissen) mehr in der Art der Laven, die tieferen aber erstarrten langsamer und hielten einen grossen Theil der imprägnirenden Liquida zurück; dem entsprechend erhielten sie eine vollkrystallinische (granitische) Textur.

Wir haben ferner gesehen, wie die Sedimente im Contacte local durch das hervorbrechende Eruptivgestein stark verschoben und in sich aufgelockert wurden.

Diese Erscheinungen, sowie der lokal eigenthümliche Habitus der Sedimente (Feldspathsandsteine) erklären sich, wenn man annimmt, dass die besagten Sedimente sich eben zu jener Zeit bildeten, als auch die jüngeren Flankenergüsse zur Förderung kamen.

Damals waren die Sedimente schichtenweise wohl schon ziemlich hart; dazwischen aber lagen noch weiche, vielleicht schlammige Schichten. Wurde das System in diesem Zustande dislocirt und gestaut, so zerbrachen die harten Schichten zu Schollen und diese gaben den biegsamen schlammigen Massen die beschriebene Fluctuations-Structur.

Schliesslich verweise ich abermals auf den eigenthümlichen petrographischen Charakter der tieferen Schichten im Gebiete der Málgola: Sie erscheinen zum Theile als aus Feldspathtrümmern und Glimmer zusammengekittete graue Sandsteine (Feldspathsandsteine). Schichtenweise ist das Material sehr zart; man hat dann einen graugrünen Aphanit (*Pietra verde*) vor sich. Diese Erscheinungen erklären

sich jetzt: Die Syeniteruptionen haben eben auch Tuffmassen geliefert (Syenittuffe) und diese haben den Sedimenten den erwähnten Typus gegeben. Mit anderen Worten: Die Schichten haben im Gebiete der Málgola z. T. den Charakter von Tuffsandstein angenommen.<sup>1)</sup>

Anhangsweise erwähne ich das Vorkommen von Quarzporphyrblöcken auf der Málgola. Der ganze Gipfel und die oberen Gehänge des Berges sind mit Wiesen und Waide überzogen; kein anstehendes Gestein wird sichtbar, wohl aber fallen zahlreiche grosse abgerundete Blöcke eines schwärzlich braunen Gesteines auf. Es ist durchgehends Quarzporphyr.

Die Blöcke treten insbesondere an dem flachen Ost- und Nordgehänge — weniger an dem steilen Westgehänge — in einer Höhe von 1500 bis 1600 Meter in ungeheuren Schwärmen auf. Zu tausenden liegen sie im Buschwald und in den Wiesen; ihre Dimensionen sind meist bedeutend; Blöcke von mehreren Kubikmetern Inhalt sind nicht selten, doch trifft man deren auch von 10, ja 20 Kubikmeter.

Weiter hinab gegen das Thal werden die Blöcke im selben Maasse, wie die Böschung zunimmt, immer seltener. Diese Erscheinung erklärt sich, wenn man vom Gipfel der Málgola gegen Süden und Osten schaut. Da ragen die gewaltigen Quarzporphyrberge überall weit über den Horizont der Málgola auf. Manche erreichen die Höhe von 2000, ja 2500 Meter. Es ist begreiflich, dass zur Zeit, da die Alpen tief vergletschert waren, ganze Schwärme jener Gesteinsblöcke auf dem Rücken der Firn- und Eisströme thalwärts getragen wurden. Die Berggehänge, welche das Gletscherbett einfriedeten, nahmen die Seitenmoränen auf und später, als die Gletscher abschmolzen und zurückgingen, blieb das ganze Blockgewimmel auf den Gehängen liegen. Waren die Gehänge flach, so hatten die Blöcke für lange Zeiten Ruhe, während sie von den steilen Gehängen durch die Erosion bald entfernt wurden.

Diese Thatsachen finden ihre Ergänzung, wenn man die Südostgehänge des Mulat begeht; auch da findet man viele grosse Porphyrböcke bis zu einer Höhe von 600 Meter über dem Thale (1600 Meter über der See).

Wir bekommen durch Zusammenfügung dieser Momente das folgende Bild:

Die Málgola war zu jener Zeit von Gletschern umfluthet, zeitweilig auch überdeckt. Zwei Gletscherströme kamen aus dem Süden vom Coltorond her, sie flossen an der Ost- und Westflanke der Málgola vorbei und mündeten dann in den riesigen Travignoglletscher, welcher von den Firnen des Cimón della Palla stammend, das ganze Thal bis Predazzo mindestens 600 Meter tief überfluthete. —

### Die Westseite des Mulat.

Von den nördlichen Häusern Predazzo's führt eine Strasse auf den gegen Nord vorliegenden steinigen Waideberg (37 in der Karte). Es ist diess der westlichste Ausläufer der Granitmassen des Mulat.

<sup>1)</sup> Viele Lagen des Muschelkalkes bei der Boscampobrücke weisen makroskopisch und mikroskopisch dasselbe Bild auf.

Wir steigen an. In einer Höhe von 30 Meter über der Thalsole treffen wir am westlichen Gehänge des besagten Berges eine ausgezeichnete Bankung. Die Bänke fallen im Mittel mit 30, local auch mit 50 Grad gegen Nord. Zwischen dieser Stelle und dem Gipfel des Berges können wir nun viele einschlägige Beobachtungen machen.

Die Bänke sind buckelig; da schwellen sie an, dort keilen sie aus; hier sind es mächtige schicht- oder linsenförmige Massen, dort tritt die bankförmige Absonderung so reichlich auf, dass das Gestein buckelig geplattet erscheint u. s. f.

In der Höhe von 100 Meter über dem Thale beobachtet man ein buckeliges Fallen von 50 bis 15 Grad gegen Nord, am Gipfel (200 M. über der Ebene) fällt die Bankung 40 bis 60 Grad NNO. u. s. f.<sup>1)</sup>. Deutlich tritt dies Gebiet im Relief hervor, indem hier das Gehänge des Berges eine flache Terrasse aufweist.

Die Deutung der beobachteten Verhältnisse scheint mir nicht schwer:

Es liegt hier eben der eine Flügel eines Buckels vor uns. Der Gegenflügel, welcher sich ehemals hinaus und hinab gegen das Thal von Predazzo gewölbt haben muss, ist erodirt. Seinerzeit, da er noch bestand, war das Thal durch ihn wohl mindestens bis zur absoluten Höhe von 1100 Metern abgesperrt.

Wir setzen den Weg längs des Gehänges des Mulat — auf der Grenze zwischen Granit und Melaphyr (von 37 gegen 38) fort. Nach 5 Minuten treffen wir nahe dem Wege etwa in der Höhe von 1250 M. einen flachen Buckel mit 5 bis 10, höchstens 20 Grad SW. bis W. Fallen. Weiterhin dreht sich das Fallen nach Nord und der Winkel nimmt bis 40 und 50 Grade zu. Wir haben hier also einen mächtigen thalwärts fallenden Granitbuckel überschritten.

Bisher ist der Weg gegen Norden gegangen, nun biegt er gegen Süd um und führt hinauf bis zum einsamen Waldhaus, welches gerade oberhalb Predazzo in 1350 Meter Höhe steht. Die Wegbiegung liegt im Gebiete eines Granitbuckels, welcher flach N. bis NW. und W. fällt.<sup>2)</sup> Bisher und auch weiterhin gegen Norden ist die Grenze zwischen dem Granit und dem überlagernden Melaphyr durch eine Stufe oder Terrasse im Gehänge markirt. Diese Stufe hebt und senkt sich je nach der Gestalt und Mächtigkeit der einzelnen Granitbuckel.

Im Allgemeinen tritt nur eine solche Stufe im Relief der Granitgehänge hervor; im Gebiete des ersterwähnten Waideberges aber springt noch eine zweite Terrasse in's Auge. Es ist diess nämlich jene kleine Fläche, auf welcher (in der Höhe von 1350 Meter) das kleine Waldhaus steht. Dort oben fällt die Bankung flach gegen das Avisiothal.

Ob die obere mit der unteren Granitmasse zusammenhängt, oder einen selbstständigen Erguss darstellt, ist nicht zu entscheiden. Ich möchte aber meinen, dass die obere Masse nur einen höheren Buckel

<sup>1)</sup> Eine scharfe Nord bis NNW. streichende Klüftung zerschneidet die so gebankten Massen.

<sup>2)</sup> Hier tritt die sonst gemeine Nordklüftung zurück und die Westklüftung herrscht dafür.

ein und desselben Massenergusses darstellt, weil die Gesteine identisch sind.

Die Granitmassen erreichen an dem erwähnten Punkte ihre äusserliche Endschaft, indem hier die überlagernden Melaphyrströme in langem Zuge hinab bis nach Predazzo reichen. Offenbar sind hier (wie in den Euganeen) die jüngeren Strommassen über die geneigte Fläche der alten Ergüsse hinabgeglitten; denn sie stellen nicht, wie anderwärts kontinuierliche Decken dar, sondern sind in Schollen und Trümmerhalden aufgelöst.

Wir kehren von diesem südlichen Abschlusse zurück und wandern wieder nordwärts längs der Grenze zwischen Granit und Melaphyr, in der Richtung gegen 38 (der Karte). Nach der oben erwähnten Wegbiegung steigt man noch einige Zeit flach bergan, dann senkt sich die Gesteinsgrenze mit 20 Grad, bis sie — nach etwa 2 Kilometern — das Avisiothal erreicht. Fort und fort zeigen sich flache Wiesen, Terrassen und Vorsprünge, welche der oberen Grenze der Granitbuckel entsprechen. Von dieser Grenze aus abwärts sieht man überall die massigen, röthlichen Granitblöcke aus dem mit Waide und Gestrüpp überkleideten Gehänge hervorrage; über den Terrassen aber erblickt man in Wald und Schründen die Halden von dunklem scharfklüftigem Melaphyr. Sie kommen herab von jenen mächtigen Stromsystemen, welche die Hauptmasse des Mulat bilden.

Nachdem man über mehrere prägnante Granitbuckel mit flacher Bankung hinabgeschritten, kommt man zu jenem Punkte, an welchem, wie die Karte ausweist, die verrutschenden Melaphyrströme bis in's Thal hinabreichen.

Der letzte grosse Granitbuckel zeigt eine Bankung, welche steil, mit 30, ja 40 Grad gegen West bis Nordwest (also gegen das Avisiothal) fällt.

Nachdem man die verrutschte Melaphyrmasse überschritten, steht man auf Syenit (39).

Diess Gestein steigt hier gemach bis zu der Höhe von 1350 Meter (300 Meter über der Thalsohle) an. Der Gipfel stellt eine flache Kuppe dar, deren Plattung auf der Nordwestseite gegen Nordwest, auf der Südwestseite aber gegen Südwest fällt. Also auch hier ist die Kuppe des Relieffes bedingt durch die ursprüngliche Anordnung der Eruptivmassen<sup>1)</sup>.

Oberhalb Mezzavalle erheben sich die Syenitmassen (40 der Karte) bis nahezu 1500 Meter (450 Meter über die Thalsohle) dann aber senkt sich die Grenze rasch thalwärts. Wenige Minuten oberhalb Mezzavalle kommen die überlagernden Melaphyrmassen herab bis zum Avisio und beherrschen von da an gegen Nord die ganzen Gehänge des Mulat.

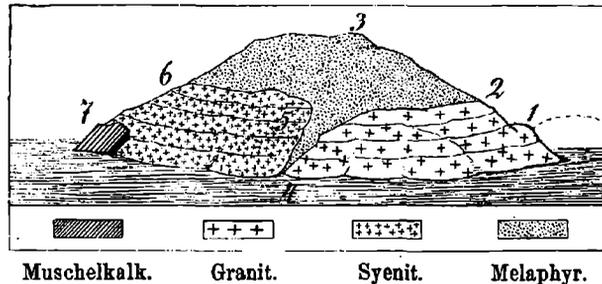
An den Gehängen der Syenitmassen, welche bis Mezzavalle hinabreichen, beobachtet man mehrfach ein Fallen von 20 bis 30 Grad gegen das Thal (meist NW. oder W.).

<sup>1)</sup> Nur in den obersten Partien dieser Kuppen beobachtet man mitunter auch ein Einfallen der Plattung gegen den Berg — ein Anzeichen, dass die Aussenseite der Kuppe abgestürzt und erodirt ist.

Bei Mezzavalle liegt eine bis zu 100 Meter über die Thalsohle hinaufreichende Scholle von Muschelkalk, welche sich mit 40 bis 50 Grad westlichem Fallen an die Syenitmassen concordant anlegt. Eine mächtige Schrunde hat die Scholle durchrissen; in ihrem oberen Theile sieht man den Contact zwischen dem Syenit und dem auflagernden plattigen Muschelkalk gut entblösst.

Vom jenseitigen Gehänge aus überblickt man die bisher geschilderten Lagerungsverhältnisse trefflich. In der beistehenden Figur 6 ist

Fig. 6.



1. der erstbeschriebene Waideberg, jene Granitkuppe, welche thalwärts abgestürzt und in der angedeuteten Weise zu ergänzen ist. Bei 2 trifft man den oberen Granitkopf mit dem einsamen Waldhaus.

Von hier aus bis zum Gipfel des Mulat (3) hält der Melaphyr an. Dieser senkt sich bei 4 bis ins Thal. Bei 5 die beschriebene hohe Syenitkuppe; der Syenit steigt weiter bis 1500 Meter an (6) und senkt sich dann endgiltig herab ins Thal. Hier bei Mezzavalle (7) liegt der Muschelkalk auf dem Syenit — offenbar ein Relict einer ehemals viel allgemeineren Sedimentbedeckung.

### Die Südseite des Mulat.

Verfolgt man die Strasse, welche von Predazzo ostwärts nach Paneveggio führt, so sieht man zu seiner Linken, an den felsigen und von Schründen durchrissenen Gehängen des Mulat eine Reihe schöner Aufschlüsse (zwischen 37 und 11). Nachdem man etwa 10 Minuten gegangen, gewahrt man eine Gruppe von Felsen, welche recht ausgezeichnet das Phänomen der Bankung illustriert. Die Bänke fallen mit 30 bis 40 Grad gegen Süd, dann stellen sie sich local bis zu 50 Grad SW. auf, weiterhin verlaufen sie wieder scheinbar horizontal, in der That aber fallen sie zumeist flach gegen das Thal ein. Die Aufschlüsse sind so continuirlich, dass man die welligen Uebergänge vom flachen zum steilen und dann wieder zum flachen Fallen mit einem Blicke übersehen kann. Ausser der Bankung fällt auch eine ausgezeichnete zwischen Nord und NNW. streichende, senkrechte Zerklüftung der Granitmassen auf.

Wie in Platten und Mauern erscheint der ganze Berg zerschnitten. Bis hoch hinauf in die Gehänge kann man diese imposante Erschei-

nung verfolgen. An zwei Stellen sieht man auch zwischen den rothen Klüftungsplatten der Granitmassen eine schwarzgrüne Platte eingeschaltet — das sind Gänge der jüngeren (Wengener) Eruptivgesteine. Viele Nordklüfte müssen damals in dieser Gegend aufgeklafft sein. Sie eröffneten dem Magma neue Wege; aus ihnen drangen die basischen Porphyre und Aphanite empör<sup>1)</sup>.

Wandern wir weiter, so sehen wir immer neue Bilder dieser Art; die Bankung tritt fast überall auf, örtlich erscheint der Granit sogar dünn geplattet. Die Klüftung hingegen tritt offenbar strichweise auf, nur an gewissen Stellen wurde die Erdkruste durch die Spannungsdifferenzen in so ausgezeichnete Weise zerschnitten.

Wir verlassen diese Aufschlüsse, um die höheren Gehänge des Mulat zu untersuchen. Zwei gewaltige Schründen (15 und 16 in der Karte) kommen auf dieser Seite des Berges herab, mächtige Schutthalden laufen unten in's Thal aus. Ich nenne die grosse Schrunde 15, welche näher an Predazzo liegt, schlechtweg die Westschrunde; die nächste Schrunde aber (16) bezeichne ich als Ostschrunde.

Auf dem Rücken, welcher zwischen beiden liegt (11), steigen wir nun an. Von weitem schon sieht man an der Färbung des Gesteines, dass hier nicht Granit ansteht. In der That wird das Gehänge des Mulat weit hinauf von Syenit eingenommen.

Weisser Feldspath neben dunklem Glimmer und Hornblende herrscht in der grossen Mehrzahl der Blöcke. Daneben trifft man aber auch rothen Feldspath; partienweise wiegt dieser sogar vor; wo diess der Fall ist, glaubt man von Ferne, den gemeinen Mulat-Granit vor sich zu haben. Trümmerhalden halten bis zur Höhe von 250 Meter über die Thalsole (1250 über dem Meere) an. Dann folgt längs der ganzen, zwischen den zwei grossen Schründen eingeschlossenen Flanke des Berges ein kuppiger Felsabsturz. Hier steht der Syenit an. Flache Bankung ist überall trefflich zu beobachten. Die Bänke fallen in SO., S. und SW., meist also gegen das Thal heraus; local fallen sie auch flach gegen den Berg. Eine scharfe NNO.-Klüftung tritt häufig hervor. Mehrere Schlierengänge eines hellröthlichgrauen, feinkörnigen, bis aphanitischen Syenites (Orthoklasporphyr) setzen in der gleichen Richtung in dem grobkörnigen Syenit auf.

Am östlichen Ende der besagten Syenitabstürze sieht man auch, wie in verschiedenen Bänken der weisse oder der rothe Feldspath vorwaltet, wie also das Magma schichtweise ungleich gemischt und zusammengesetzt war. So geartet ist die Syenitmasse, welche hier die Flanke zwischen den zwei grossen Schründen beherrscht.

In einer Meereshöhe von 1550 M. schneidet der Syenit ab und wir treten auf einen sehr feinkörnigen rothen Granit mit kleisterartig verschwommenen Quarzpartien.

Beim weiteren Aufstieg wird das Korn immer deutlicher und wir schreiten fort bis in die Höhe von 1600 Meter über normalen Mulat-Granit. Da sieht man beiderseits hinab in weite wilde Schründen oder besser in mächtige fast vegetationslose Erosionskessel, welche aus der Vereinigung vieler tiefer Schründen entstanden. Steile Wände

<sup>1)</sup> Vergl. v. Mojsisovics Karte von Südtirol.

stürzen ringsum nieder, gigantische rothe Mauern und Zinnen — die Reste der zerklüfteten Granitmassen ragen auf; dazwischen rieseln die rothen Schutt- und Blockhalden steil hinab und hinaus bis in's Thal. Ueber diesem Bilde folgen dunkle kuppige, von spärlicher Waide und wenig Waldbäumen übergrünte Höhen; dort herrscht der sog. „Melaphyr“. Er schüttet seine Trümmerhalden durch die Schründen und Risse herab in die grossen Erosionskessel des Granitgebietes. Da sieht man die schwarzgrauen Schweife von Melaphyrtrümmern hinabwandern über die rothen Granithalden.

So imponant und malerisch dies Gebiet ist, ebenso ergiebig ist es auch für den Geologen.

Gar grossartig wird der Ueberblick, wenn man auf dem Rücken zwischen der West- und der Ostschrunde aufsteigt. Je weiter man hinaufkommt, desto näher kommen die beiden grossen Schrundengebiete einander; zuletzt bleibt nur mehr ein schmaler unzerstörter Rücken zwischen beiden.

Da blickt man nun rechts und links hinab in die grossartigen Zerstörungsgebiete. Prächtig sieht man an vielen Stellen die Bankung; noch ausgezeichneter tritt eine scharfe Nordklüftung hervor. Sie erleichtert der Erosion ihr Werk; leicht können so ganze Streifen herausgebrochen werden aus dem Ganzen; wilde Mauern und Pfeiler bleiben zum Schlusse übrig; sie theilen und umzwingen das Schrundengebiet. Manche dieser Mauern möchte man wohl für mächtige Granitgänge halten; wir werden aber später sehen, dass der Verlauf der Bankung und der Lagerschlieren eine solche Deutung nicht erlaubt.

Und noch vor einer zweiten trügerischen Beobachtung und Deutung muss man sich hüten: Blickt man nämlich auf jene Partien des Gebietes, wo der Granit und die basischen Ergüsse des Mulat aneinanderstossen, so glaubt man deutlich, eine Auflagerung der letzteren zu sehen; schaut man genauer, so fällt allerdings ein stufenförmiges Absetzen am Contacte auf — man denkt an Verwerfungen — aber all' das ist trügerisch; die Verhältnisse sind viel complicirter und weichen von allem, was bisher über Contact bekannt ist, wesentlich ab. Ich verschiebe die Besprechung dieser merkwürdigen Beziehungen, bis der Leser mit den allgemeinen Beziehungen der Eruptivmassen besser vertraut sein wird.

Wir schliessen also hier unsere Partie ab und steigen durch die westliche Schrunde (15) ab. Die Bankung des Granites wirft weite Buckel; in Stufen rücken diese wie die Wellen eines Wasserfalles immer tieferem Niveau zu; sie führen hinab bis in's Thal.

Bei 1450 Meter treffen wir wieder den feinkörnigen Granit mit den verschwommenen Quarzen; bei 1300 aber erst kommt der Syenit — welcher vorhin am Rücken bei 1500 angestanden — in die Schrunde herab.

Hier sieht man — was bisher unentschieden geblieben — dass der Syenit auf dem Granit aufliegt und in gleichem Sinne mit dem Berggehänge thalwärts sich senkt. Da die Masse auf einem ostwestlichen Striche auf dem Rücken der Granitmassen beginnt, liegt die Vermuthung nahe, dass hier eine Ost-West-Spalte

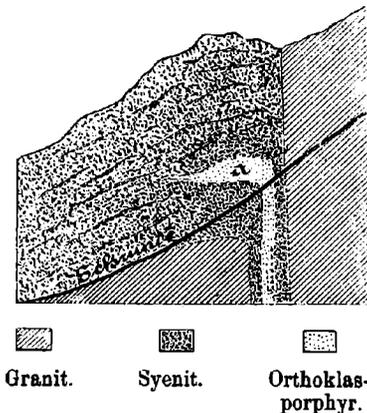
besteht, aus der die Syenitmassen hervorgehen. Von hier an flossen sie den Abhang hinab bis ins Thal.

Der Syenit tritt also hier als Flankeneruption und als Ueberguss über den Granitmassen auf<sup>1)</sup>. Wie jene Zunge des Mulatgranites, welche bis zur Málgola hinüberreichte, von den dortigen Syenitmassen überdeckt wurde, so hat auch hier der Syenit den älteren Granit überlagert.

Da wir ähnlichen Erscheinungen in der Folge mehrfach begegnen werden, ist es hier wohl am Platze, den Leser vorgehend aufmerksam zu machen, dass zwei Typen von Flankenergüssen zu unterscheiden sind, und dass man unter gewissen Umständen aus der Form des Stromes auf den Verlauf des Eruptionsganges schliessen kann: Wenn nämlich an einem steilen Gehänge eine Eruptionsspalte entsteht, deren Verlauf mit dem Fallen des Abhanges harmonirt, so muss der Strom (Anfangs wenigstens) als schmaler Streifen im Sinne des Gehanges abfließen. Kommt jedoch eine Eruptivmasse aus einer Spalte, welche längs des Gehanges hinläuft (also mit dem Streichen des Abhanges harmonirt), so kann der Erguss begreiflicher Weise von allem Anfange an, so breit hervorbrechen, als die Eruptionsspalte lang ist. In diesem Falle wird uns die Richtung der Spalte durch die Richtung des Stromwulstes, welcher am Gehänge als flache Terrasse hervortritt, verrathen. —

Steigt man in der Ostschrunde auf, so trifft man einen kleinen Syenitdiorit-Erguss (12).<sup>2)</sup> Es ist ein feinkörniges, glimmerreiches Gestein, welches hier einen Buckel wirft<sup>3)</sup> und dann über das Granitgehänge als Strom hinabwandert. Die Bankung dieser Masse und eine eingeschaltete, fast nur aus röhlichem Orthoklas (*a*) bestehende Bank (ein Schlierenlager) ist aus der beistehenden Figur 7 ersichtlich. Auch sieht

Fig. 7.



Granit.

Syenit.

Orthoklasporphyr.

man, wie in der Tiefe ein (mit dem röhlichen Orthoklasschliere fest verwachsener Gang aufsteigt und sich mit den übrigen Massen vereinigt. Die Eruptivmassen dürften also wohl etwa so in die Tiefe setzen, wie die Figur andeutet.

Endlich sieht man aus dem Bilde noch eines: Die Syenitmassen schneiden an den älteren Granitmassen senkrecht ab. Wie bei dem Málgolaström (Schrunde 7) hat also auch hier sich die thalwärts gelegene Seite der Verwerfung gesenkt. Verfolgt man den oberen Verlauf der Syenitmasse, so findet man, dass er auch auf die andere Seite der Ostschrunde hinübersetzt, und dass die obere Grenze in einer geraden Linie NO. bis ONO, verläuft. (Vgl. d. Karte.)

<sup>1)</sup> Baron Richthofen hat derartige Verhältnisse bei jüngeren Masseneruptionen mehrfach beobachtet.

<sup>2)</sup> Zum Theil Monzonit.

<sup>3)</sup> Dieser Buckel reicht 200 M. über die Thalsohle.

Steigt man von der Schrunde und der jenseitigen Fortsetzung unseres kleinen Syenitergusses 10 Minuten gegen NO. aufwärts, so trifft man wieder normalen mittelkörnigen glimmerreichen grauen Syenit (13)<sup>1)</sup>.

Folgt man dem Steige, welcher von der Schrunde aus schief gegen NO. aufsteigt, so trifft man hier einen merkwürdigen Aufschluss: Plötzlich tritt man nämlich auf rothes körniges Feldspathgestein, welches dem Mulatgranit gleicht, in der Regel aber gar keinen Quarz führt<sup>2)</sup>.

Man überzeugt sich bald, dass diess die Unterlage der Syenitmasse ist, dass das ganze Gehänge ursprünglich von diesem rothen Syenitgranit beherrscht wurde, und dass die grauen Syenitmassen (13) einem späteren, über die Flanke abgeflossenen Strome angehören. Dieser Strom wurde local erodirt und nun sieht man in der Lücke den liegenden rothen Syenitgranit anstehen.

Wo diese Partie durch den Steig geschnitten wird, sieht man das folgende Verhältniss: Zwei flache Klüfte setzen durch beide Gesteinsmassen; längs dieser Flächen wurden die Massen verschoben. Mehrere feinkörnige Gänge eines rothen Orthoklasgesteines setzen durch den hangenden grauen Syenit. Die Grenzfläche zwischen dem hangenden grauen und dem liegenden rothen Syenit fällt im Sinne des Gehänges gegen das Thal; beide Gesteine sind im Contact bald scharf von einander abgesondert, bald aber innig verschweisst und miteinander verwachsen.

Steigen wir weiter am Gehänge aufwärts gegen den Felskamm, so sieht man in einem breiten Wasserrisse eine Wiederholung derselben Erscheinung; örtlich tritt eine vollständige Verschlierung beider Gesteinsarten ein. Der Felskamm selbst besteht aus sehr grobkörnigem Syenit mit rothem und weissem Feldspath<sup>3)</sup>; er stellt einen Wulst vor und entspricht der Gehängespalte, aus welcher der Syenit ursprünglich hervorbrach.

Wir kehren zu der Betrachtung der erwähnten Verschweissung zurück; das ist eine Erscheinung, welche alle Aufmerksamkeit verdient. Fliesst ein Lavastrom über einen älteren Erguss, so beobachtet man doch in der Regel eine scharfe Trennung; bewegt sich aber ein Strom, welcher schlierenweise verschieden zusammengesetzt ist, so verschwimmen alle Schlieren ineinander und eine scharfe Abtrennung der verschiedenen Massen kann nicht Platz greifen. Wie konnte im vorliegenden Falle eine Combination von Verschweissung einerseits und scharfer Trennung andererseits stattfinden?

Ich glaube die Ausbildung derartiger Contactbeziehungen kann in zweierlei Art gedacht werden: Entweder der ältere Erguss war äusserlich noch zum Theile weich, als die jüngeren Massen darüber flossen oder er war doch noch so heiss, dass nach erfolgter Ueberdeckung eine Durchwärmung und partielle Wiedererweichung der Erstarrungskruste stattfinden konnte. Unter

<sup>1)</sup> Zum Theil Syenitdiorit, welcher örtlich auch in Monzonit übergeht.

<sup>2)</sup> Ob man solchen quarzlosen Granit schlechtweg Syenit nennen darf, auch wenn dunkler Glimmer und Hornblende fast gänzlich fehlen, scheint mir zweifelhaft.

<sup>3)</sup> Öcrtliche Uebergänge in Granit.

darartigen Umständen konnte allerdings local bald eine Verschweissung, ja Verschlierung, bald aber nur eine innige Anschmiegunq der zwei Strommassen platzgreifen. Wir werden in der Folge auf derartige Verhältnisse und deren Deutung zurückkommen.

Soviel über das Südgehänge des Mulat. Wir haben gesehen, dass die Granitmassen hier den Sockel des Berges bilden, und dass es massige Ergüsse sind, welche gegen das Thal in weiten Buckeln vorrücken.

Nachdem die Granitmassen (oberflächlich) erstarrt waren, brachen Spalten in der Flanke der Granitergüsse auf und mächtige Syenitströme (11, 12, 13) flossen über die Gehänge der älteren Granite herab bis in's Thal.

### Die Ostflanke des Mulat.

Setzen wir unseren Weg gegen Ost und Nord fort, so treffen wir die Ströme 14 bis 24, welche ich nun beschreibe.

Der Strom 14 besteht aus einem hässlich zerklüfteten und bröckeligen schmutzig braun angelaufenen Feldspathgestein. Seiner Hauptmasse nach ist es Feldspathporphyr, bez. Aphanit. Grüne Körnchen von Liebenerit (umgewandeltem Nephelin) trifft man häufig. Partienweise tritt rother Orthoklas ein. Untersucht man die Beziehung der an Liebenerit reichen Stellen zur weiteren Umgebung, so findet man, dass die Gesteinsmassen immer durch Uebergänge mit einander verbunden sind, dass eben örtlich ein und der andere Gemengtheil vor-, bez. zurücktritt; der ganze Strom ist schlierig.

Wir haben es also mit einem Feldspathmagma zu thun, welches örtlich Nephelin führte.

Manche Schliere macht auf den ersten Blick, besonders wenn man nur einen kleinen Aufschluss vor sich hat, den Eindruck eines Ganges; sieht man aber genauer zu, so findet man erstens, dass die vorliegende Masse in die Umgebung übergeht und verfließt, zweitens, dass sie nicht geradflächig verläuft, sondern einen Theil eines mehr oder minder steil im Sinne des Stromes niedersinkenden Buckels darstellt. Zwei derartige, faltige Schlierenmassen sind an der Fahrstrasse selbst entblösst; ausserdem sieht man von der Strasse aus einen Schlieregang aufgeschlossen, das ist eine Gangmasse, welche mit dem umgebenden Gesteine fest verwachsen und durch Uebergänge verbunden ist.

Steigt man am Gehänge auf, so findet man, dass über dem Strome 14 (ebenso wie über dem breiten Syenitstrome 13) ein flaches Wiesengehänge auf weite Strecke anhält. Die flachen Terrassen entsprechen offenbar dem Wulste, welcher durch das Hervorquellen der Eruptivmassen an der Bergflanke entstanden. Trefflich treten diese Flankenwulste im landschaftlichen Bilde hervor, welches man geniesst, wenn man von der Málgola herüberschaut. Beide Ströme sind unzweifelhaft auf Längsspalten, welche in dem älteren Gebirge entstanden, hervorgebrochen.

Bei 18 trifft man normalen grossklotzigen Syenit; das Gestein ist reichlich von grossen dunklen Glimmertafeln durchsetzt. Ueber

diesem Strome, zwischen 19 und 20, steht feinkörniger dunkler Syenit an. Darauf folgen die prächtigen Ströme 19, 20, 21. Das Gestein dieser Ergüsse ist der Hauptmasse nach ein splittrig bröckeliger schmutzig grau und braun angelaufener Feldspath-Aphanit (bez. Porphy).

In haushohen steilen Wülsten kommt der Erguss 20 hoch vom Gehänge herab.

Wenig breitet sich der zähe Steinbrei aus, er wirft nur hohe Buckel mit steil abstürzenden Stromflanken und endigt in gleicher Weise abrupt mit einer dicken hochkuppigen Stromstirn. Der Erguss theilt sich beim Vorwärtsgehen in Arme; tiefe wilde Schluchten klaffen zwischen ihnen. Scharf modellirt und öd schaut das ganze Gebilde aus, als wären erst wenige Jahrhunderte seit seinem zu Tagbrechen verflossen.

Der Ursprung der Ströme 19, 20, 21 (in der Höhe von 1800, bez. 1600) wird durch flache Wiesenterrassen markirt; trefflich überblickt man diese Stromterrasse (Wulst) und die ganze Form der Ergüsse von den gegenüberliegenden Gehängen des Viesena. Da glaubt man wohl nicht einen triassischen Strom vor sich zu haben, vielmehr wird man erinnert an jene Bilder tertiärer steilwulstiger und sich gabelnder Trachytströme, welche uns Hartung und Reiss in ihren Reisewerken mittheilen.

Der Strom 21, dessen Ursprung (über 1600 m.) gleichfalls durch eine flache Wiesenterrasse gekennzeichnet ist, gleicht in Bezug auf Gestaltung und Zusammensetzung im Allgemeinen dem Strome 20, doch zeichnet er sich durch eine grössere Mannigfaltigkeit der Mischung aus. Orthoklas waltet im Allgemeinen vor, doch tritt daneben auch Plagioklas in wechselnder Menge auf, Hornblende kommt in einzelnen Schlieren zur Herrschaft, während in anderen neben Orthoklas Liebenerit (umgewandelter Nephelin) auftritt.

Das Korn des Ergusses wechselt gleichfalls; neben der aphanitischen und kleiporphyrischen trifft man sehr häufig grossporphyrische Ausbildung. Das Feldspathgestein hat dann einen glänzend frischen splitternden Bruch und weist wasserklare Feldspathe auf.

Man hält diese Gesteine unwillkürlich für äusserst junge Producte; kein Unterschied besteht zwischen ihnen und vielen Trachyten.

Es folgt, so weit man aus den in den Waidegründen umherliegenden Blöcken schliessen kann, ein Augitporphyrstrom (22) und dann treffen wir wieder auf Ergüsse, welche in Bezug auf Gestalt und Gesteinbeschaffenheit mit den eben geschilderten Strömen 20, 21 übereinstimmen.

Prächtig tritt der gewaltige Erguss 23 hervor. Beiderseits des Viesenabaches gehen steile Wiesen in einem Zuge hinauf bis zu den Bergrücken; dünner Wald und Buschwerk unterbrechen da und dort die Monotonie der Gehänge. Vor uns aber stehen zu beiden Seiten des Baches steilwandige hell ziegelrothe Gesteinsmassen. Sie treten knapp bis zum Bache vor und bilden eine kurze öde Klamm.

Untersucht man den inneren Bau dieser Gebilde, so findet man bald, dass man es mit einem Strome zu thun hat, welcher hoch an den Gehängen des Mulat entspringt und über das Bachthal

hinüberreicht. Der Bach hat das Felsthor durchgerissen und so herrliche Aufschlüsse geschaffen.

In der Mitte wirft der Strom einen hohen mächtigen Rücken, seitlich breitet er sich flach aus. Da — etwa 100 Schritt, bevor man das Felsthor betritt — sieht man gerade am Wege eine jener schönen Breccien, deren Entstehung Suess treffend durch das Ueberrollen halberstarrter Lavaströme erklärt. Bei diesem Prozesse werden die Trümmer der Erstarrungskruste mit den inneren noch weichen Theilen des Stromes verknetet, auch kann der Erguss alles lose Material des Bodens, über den er rollt, umhüllen und mitschleppen. Die Breccie, welche so gebildet wird, kann natürlich äusserst mannigfaltig sein.

In der Breccie, welche sich an der Basis des Stromes 23 ausgebildet, sieht man grüngraue und hellrothe Brocken, Stückchen, Fetzen und Pätzlein wirt durcheinander gemischt und eingebettet in einem Gesteinsbrei, welcher bald der einen, bald der anderen Art der Bruchstücke ähnelt, im Allgemeinen aber feinkörnig bis aphanitisch und hellgrau ist. Die Bruchstücke grenzen sich theils scharf gegen den Gesteinsbrei ab, bald aber verfliessen die Grenzen; man sieht, ein Theil der Brocken war schon ganz starr, ein anderer aber noch theilweise weich und schweissbar.

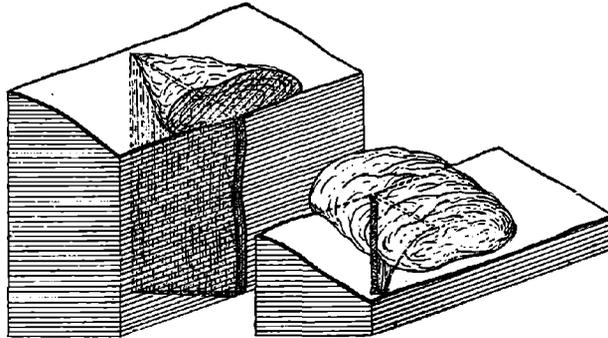
Die durcheinander gekneteten Gesteinsarten sind vorherrschend rother Feldspathporphyr (und Aphanit), Monzonit und Melaphyr. Auch feinkörniger Granit und Diabas kommen als Endglieder in diesem mannigfaltigen Ergusse vor.

Tritt man in das Felsthor selbst ein, so sieht man an der Ostseite eine brennrothe gangförmige Masse im grauen Gefels aufsteigen. Beide Gesteine sind durch Uebergänge mit einander verbunden, mit anderen Worten: das rothe Gestein bildet einen Schlierengang im grauen. Auf der Westseite wiederholt sich dieselbe Erscheinung, doch ist hier der Wechsel des Gesteins etwas mannigfaltiger; beiderseits ein zwischen Syenitporphyr und Syenit schwankendes Gestein; darin setzt ein ganzes System von graurothen und hellrothen Schlierengängen auf. Alle streichen zwischen OSO und SO.

Blickt man in die Höhe und begeht man die steilen Gehänge dieses merkwürdigen Stromes, so sieht man, wie diese rothen gangförmig aufsteigenden Schlierenmassen sich gegen oben ausbreiten, immer aber seitlich und im Hangenden vom grauen Gestein gedeckt bleiben. Diese Erscheinung wiederholt sich, wenn wir über den Stromrücken gegen den Ursprung des Stromes aufsteigen. Je höher wir aufsteigen, in desto höherem Niveau stehen die rothen innerhalb der grauen Massen ausgebreiteten Gesteinspartien an; auf dem östlichen Gehänge des Viesenabaches aber sind die rothen Massen herabgekommen bis in die Thalsohle. Wir sehen, der rothe Brei ist im grauen, solange dieser noch weich war, aufgestiegen, hat sich auch in ihm seitlich ausgebreitet und ist mit und in dem grauen Strome thalwärts gewandert. Wie die flüssige Lava in der um sie sich bildenden Erstarrungskruste (dem „Schlackenpanzer“) sich ausbreitet und in und mit diesem Panzer vorwärts wandert — gerade, so ist auch der rothe Brei mit und im grauen

Strome thalwärts vorgerückt. Der graue Strom stammt aus einem SO streichenden Gange; in eben diesem Gange sind die rothen Breimassen aufgestiegen und nachgerückt, sie sind bis in's weiche Innere des grauen Stromes als Schlierengänge emporgedrungen und dann haben sie sich in der erwähnten Weise seitlich und thalwärts ausgebreitet. Die beistehende Figur 8 erläutert den Vorgang und die räumlichen Bezie-

Fig. 8.

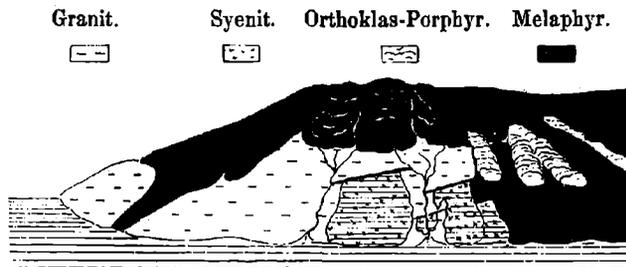


hungen. Wir sehen da einen derartigen Strom sammt dem Gange, aus welchem die Massen entstiegen, in Stücke zerschnitten. Nur das Anfangs- und das Endstück habe ich in der ursprünglichen Lage dargestellt, die zwischenliegenden Partien aber sind beseitigt.

Hierdurch sind wir in die Lage versetzt, die Gestalt und die innere Structur zu überblicken.

Die gesammten Verhältnisse der Süd- und Südost-Seite des Mulat überblickt man trefflich von der Malgola und vom Viesena aus. Da erhält man das folgende Bild:

Fig. 9.



Granit bildet die Grundmasse; aus den Flanken dieses Ergusses sind die breiten schematisch markirten Syenitströme abgeflossen, Orthoklasporphyr- und Melaphyr-Ströme überkleiden die älteren Ergussmassen.

### Gipfelmassen des Mulats.

Ueber den Granit 16, über den Porphyrströmen 19, 20 und über dem Syenit 40 treffen wir mächtige Massen eines vollkrystallinischen

Gesteines, welches bis zum Gipfel des Berges anhält. Die kahlen Südgehänge des Mulat (33) bieten reiche Aufschlüsse. Man sieht das grobklotzige Gestein an vielen Stellen trefflich gebankt und regelmässig fallen die Bänke im Sinne des Gehänges. Der Verfolg dieser Erscheinung führt zu der Ansicht, dass der Monzonit als Erguss sich über den Granitmassen aufgekuppt habe.

Das Gestein ist meist ein vollkrystallinisches Gemenge von weissem Plagioklas, Orthoklas, Augit, Glimmer. Untergeordnet treten Hornblende, Apatit und Erzpartikel (Pyrit, Magnetit) auf. Tritt der Augit zurück, so wird das Gestein zum Syenitdiorit, durch starkes Vortreten des Orthoklas geht das Gestein in Syenit über<sup>1)</sup>.

Die Hauptmasse der Gesteine könnte man immerhin als Augitsyenit (Orthoklasdiabas) und Augitdiorit bezeichnen. Charakteristisch ist die Gesellung von Augit mit Orthoklas und ich glaube, dass sie wohl einen Sondernamen verdiente. Am passendsten scheint es mir, den etwas vagen Namen Monzonit zu einen guten Gattungsnamen zu machen, indem man ihn zur Bezeichnung der krystallinischen Augit-Orthoklas(-Plagioklas)-Gesteine anwendet. —

Ueber dem Monzonit folgt im ganzen Gebiete des oberen Mulat der sogenannte Melaphyr (Andesit).

Wie ich in der Karte angezeigt, bildet dieses Gestein mächtige Ströme, welche den Monzonit bedecken. Besonders schön ist der tectonische Charakter der Ströme 41 und 31 aufgeschlossen. Diese Massen sind 80 bis 120 Meter mächtig und etwa einen halben Kilometer breit. Die buckelige Bankung zeigt uns die Art und Richtung der Ergussbewegung an; man sieht, die Massen sind eben als Ströme über die Bergflanken hinabgeflossen. Dieselbe Erscheinung zeigt sich auch anderwärts.

Aus dem in der Richtung NO. sich erstreckenden Monzonitrücken sind die Andesitströme hervorgebrochen und nach allen Seiten niedergeflossen; wie der Rücken eines Pferdes vom Sattel, so wird der Monzonitrücken von den Andesitergüssen bedeckt.

Die als „Melaphyr“ bezeichneten dunklen lavaartigen Gesteine enthalten Plagioklas, daneben nicht selten auch Orthoklas, ferner Augit, untergeordnet Hornblende, dunklen Glimmer, Erz, Apatit. Der Plagioklas hat zwischen den Nicols ein schwaches Farbenspiel; die Analysen geben einen hohen Kieselsäuregehalt — aus beiden Thatsachen kann man schliessen, dass man es mit einem kieselsäurereichen Plagioklas (meist Oligoklas) zu thun hat.

Man kann zwei Typen unterscheiden: den „Melaphyr“, welcher Orthoklas als wesentlichen Bestandtheil führt und den „Melaphyr“, welcher wesentlich nur aus Oligoklas und Augit besteht. Diese zwei Typen werden wohl passender bezeichnet als: Orthoklas-Andesit und Oligoklas-Andesit.

Ich betrachte den ersteren als einen zu Lava aufgelockerten<sup>2)</sup> Monzonit, den letzteren aber als Lavaäquivalent eines Oligoklas-Diabases. Olivin tritt in beiden Gesteinen selten auf.

<sup>1)</sup> Vgl. v. Rath: Monzoni. Z. d. G. G. 1875.

<sup>2)</sup> Die Auflockerung geht so weit, dass die basischen Gemengtheile local oft ganz geschmolzen sind.

Der Oligoklasandesit herrscht im Allgemeinen vor, während das Lava-Aequivalent des Monzonit nur örtlich, insbesondere an mehreren Punkten des Kammes in grösseren Massen ansteht. Hier (zwischen 30, 28, 27, 26) sieht man in den Lücken zwischen grösseren Andesitmassen den Monzonit anstehen, wie die Karte zeigt. Beachtet man nun die Beziehung der vollkrystallinischen Monzonite zu den schwarzen Andesiten (Laven), so findet man, dass beide an mehreren Stellen durch Uebergänge mit einander verbunden sind. Dieselbe Erscheinung beobachtet man an der Grenze von Monzonit und Andesit (33—35), nahe dem Strome 21 u. s. f.

Da nun der Andesit immer als Hangendes der Monzonitmassen auftritt, erscheint er in den betrachteten Fällen als Kruste des Monzonit. Diese Eruptivmassen, welche in geringer Meerestiefe zum Ergüsse kamen, sind also zwar in ihren tieferen und inneren Theilen vollkrystallinisch erstarrt; in den oberen und äusseren Partien aber hat sich das Magma aufgelockert und ist als Lava erstarrt. Ueberdies sind, wie wir gesehen haben, auch bedeutende zu Lava aufgelockerte Massen am Kamm des Mulat hervorgebrochen und als Lavaströme über die Flanken abgeflossen. Die besagten Ströme sind alle ziemlich schmal, woraus wir schliessen können, dass sie auf Spalten aufgestiegen sind, welche quer durch den Mulatrücken aufsetzen. Diese Annahme wird unterstützt durch die Beobachtung, dass fast alle im Gebiete auftretenden Andesitgänge beiläufig in Nord streichen<sup>1)</sup>. Die jüngeren Eruptivmassen sind also im Gegensatze zu den älteren auf Querspaltan aufgestiegen.

Wir kehren nun nochmals zur Besprechung des Granit zurück, welcher an der Südseite des Mulat (15, 16, 17) ganz merkwürdige Verhältnisse aufweist, Verhältnisse, deren Verständniss uns erst jetzt, nachdem wir das ganze Gebiet analysirt, verständlich werden.

Zunächst fällt es auf, dass der Granit in seinen obersten Horizonten an vielen Stellen porphyrischen Habitus annimmt. Mitunter tritt der Quarz zurück und wir haben dann, wie die Karte zeigt, Feldspath-Porphyr vor uns. Einzelne Schlieren von Feldspathporphyr trifft man auch in den zwei grossen Schründen im normalen Granit eingeschaltet; Liebenerit (d. i. metamorphosirter Nephelin) tritt da und dort als Gemengtheil auf. Noch höher im Gehänge (zwischen 31 und 32) sieht auch noch ein Stück prächtigen Quarzporphyres heraus. Wir sehen also, dass die Granitergüsse in den obersten Partien, wo ein geringer Wasserdruck über ihnen lastete, porphyrisch aufgelockert sind<sup>2)</sup> und dass in eben diesen Gebieten auch mehrfach Uebergang in basischeres Magma platzgreift.

Ausserdem treten im besagten Gebiete ganz überraschende Wechselbeziehungen zwischen Granit und Andesit auf<sup>3)</sup>. Die Aufschlüsse sind besonders in der Westschrunde grossartig.

Der Granit ist im ganzen Gebiete buckelig gebankt und wölbt sich gegen das Thal hinunter. Tiefe Risse gehen durch die Gesteins-

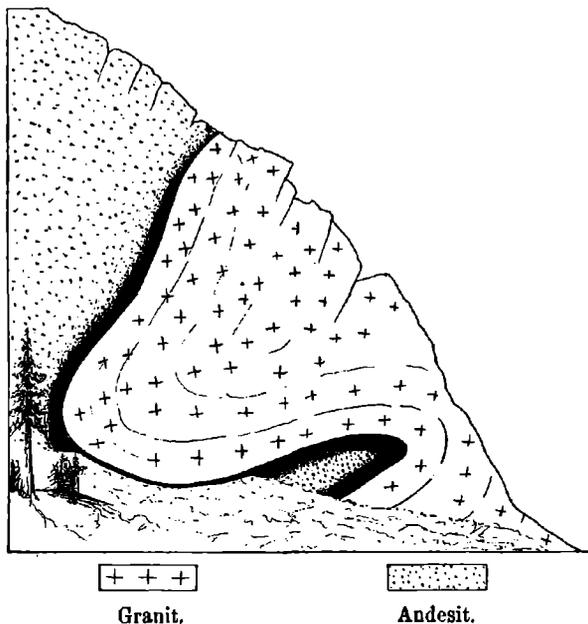
<sup>1)</sup> Vgl. Dölter's und von Mojsisovics' Karte.

<sup>2)</sup> Mojsisovics und Sigmund cit.

<sup>3)</sup> Nur Studer erwähnt die merkwürdige Verquickung beider Gesteine.

massen nieder; die dazwischen aufragenden Granitpfeiler und Mauern bieten die schönsten Profilaufschlüsse. Geht man im besagten Schrundegebiete von West gegen Ost, so erhält man die folgenden Aufschlüsse. Zunächst sieht man das beistehende Bild.

Fig. 10.



Die Granitgrenze fällt steil gegen Nord unter den Andesit ein, biegt sich dann aber wieder vor; ein Keil von Andesit ragt in den Granit. Der Andesit ist im Contact mit dem Granit zu einem bröckelig-klüftigen braunen Glas gefrittet<sup>1)</sup>.

Die Contact-Frittung hält in den folgenden Schründen, wie die Figur zeigt, an. Bei 17 in der Karte sieht man auch den Syenitdiorit (und Monzonit) im Contact mit dem Granit gefrittet. Der Granit fällt bei 17 mit etwa 30° unter den Monzonit ein.

Der Granit anderseits verliert im Contact häufig seinen Quarzgehalt und wird zu rothem Syenit oder Feldspathporphyr. Einzelne Schlieren dieser Art trifft man auch noch im anstossenden Andesitpechstein eingestreut.

Vom Rücken, welcher diesen Wasserriss von den folgenden Abtheilungen der Westschrunde (15) trennt, überblickt man nun die ganze Reihe der übrigen Käme der besagten Schrunde. Hier sieht man überall ähnliche, nur noch verwickeltere Verhältnisse.

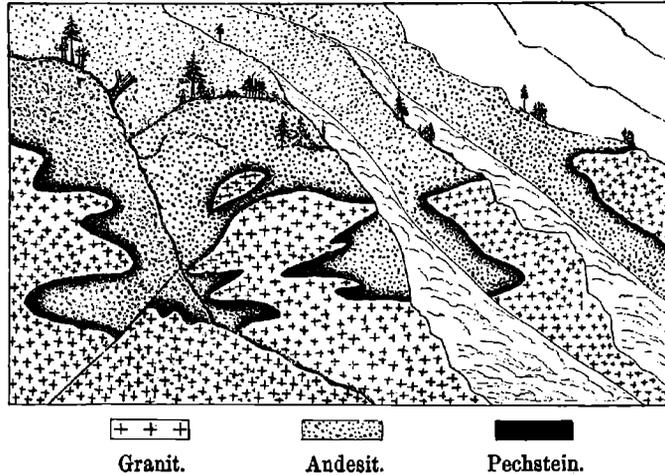
<sup>1)</sup> In der Figur habe ich diese Frittungszone schwarz gehalten.

Die beistehende Fig. 11 stellt die durch Begehung der einzelnen Theile festgestellten Beziehungen dar. In der dritten und vierten

Fig. 11.

West.

Ost.

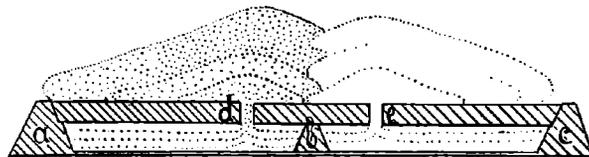


Wand (von W. gegen O. gerechnet) sieht man Profile, während die Gesteinsmassen der ersten und zweiten Wand eine Vollansicht gewähren. Man sieht hieraus, dass die Granit- und Andesitmassen ineinandergreifen, wie die beiden Hälften eines Muschelschlusses. Denken wir uns die Schründen weg und die einzelnen Gestaltungen ergänzt und miteinander in den Zusammenhang gebracht, in welchem sie standen, bevor die Erosion so tief eingegriffen, so erhalten wir das folgende Bild: Die Granit- und Andesitmassen haben lange faltige Wülste geworfen, mit welchen sie ineinander eingriffen, diese Wülste erstrecken sich parallel der Richtung des Mulatrückens.

Ueberdiess lehrt uns die Art der vorliegenden Formen, dass beide Gesteine plastisch waren, als die gegenseitige Einschmiegung vor sich ging.

Ich habe die besagte Erscheinung experimentell nachgeahmt: In einen Lehmrahmen, dessen Profil *ac* in der beistehenden Fig. 12 dargestellt ist, brachte ich eine Scheidewand *b* aus Lehm an. In den

Fig. 12.



Raum *bc* goss ich weissen, in *ab* gefärbten Gyps. Nun wurde ein mit zwei Spalten (*d, e*) versehenes Brett aufgesetzt und abwechselnd gegen das eine und das andere Gypsbehältniss niedergedrückt. Die Ergüsse

näherten sich einander; durch stärkeren Druck auf  $fd$  wurde eine grössere Quantität dunklen Gypses hervorgepresst — in Folge dessen griff der dunkle Erguss in der Art, wie es die Figur zeigt, über den hellen Erguss. Dann wurde wieder heller Gyps ausgepresst; er überstülpte und überströmte den schwarzen Ergusslappen u. s. f., wie die punktierten Linien  $fg$  anzeigen. Gräbt man nun durch das Modell (Erosions-)Rinnen ein, oder schneidet man es durch, so erhält man eben solche Profilfiguren, wie wir sie am Mulat beobachtet.

Die vorgeführten Thatsachen zeigen uns, dass der Granit noch weich war und Nachschübe erfuhr zur Zeit der (Wengener) Andesit-Eruptionen. Nun wissen wir aber, dass Granit schon in der frühesten Zeit zur Förderung kam; um diese Thatsachen zu vereinen, sind wir gezwungen anzunehmen, dass die Graniteruptionen eben während einer sehr langen Zeit nicht erstarrten. Diese Annahme erscheint nicht unnatürlich, wenn man bedenkt:

1. dass die Granitergüsse mindestens 700 Meter mächtig sind;
2. dass sie von den gewaltigen Monzonit- und Andesit-Massen überdeckt (und also durchwärmt) wurden, wodurch der Wärmeverlust gegen oben gehemmt war;
3. beweisen uns die oben angeführten Erscheinungen, dass innerhalb der Granitmassen bis in die Zeit der Melaphyr-Eruptionen Nachschübe erfolgten.

Diese drei Momente haben nach meiner Ansicht bewirkt, dass die Granitmassen durch so lange Zeit plastisch blieben. —

### Der Syenit von Vardabe.

Zehn Minuten nördlich von Predazzo kommt der Bach vom Satteljoch herab in das Avisiothal. Verfolgt man den Avisio noch eine Viertelstunde thalauf, so trifft man eine zweite Bachschlucht, welche von Nordwest herabführt. Der Bergausläufer, welcher zwischen beiden Bächen liegt, besteht seiner Hauptmasse nach aus Syenit. Wir wollen die Beziehung dieser Masse zur Umgebung untersuchen.

Zunächst fällt ein Streifen von Granit auf (bei 44 in der Karte), welcher im bezeichneten Gebiete als niedere Terrasse bis an die Fahrstrasse herantritt. Die Bankung dieser Massen fällt flach gegen den Berg. Ueber dieser niederen Stufe folgte die kuppig aufgebaute Syenitmasse. Offenbar ist der besagte Granitstreifen ein Ausläufer der Granitergüsse des Mulat, und allem Anscheine nach lagert auch hier, wie an der Málgola der Syenit über dem Granit. Die nun folgende Syenitmasse weist dieselbe innere Structur auf, wie alle bisher geschilderten. Dunkle basische Ströme jüngerer Gesteine — ein Melaphyr- und ein Augitporphyrstrom, bedecken in der dargestellten Weise den südlichen Ausläufer der Syenitmasse<sup>1)</sup>.

Der östliche Vorsprung des Syenites stellt eine flache, gegen das Avisiothal abgebrochene Kuppe dar. Wenn man diese und die gegen-

<sup>1)</sup> Wenn man durch das Mühlenthal gegen das Satteljoch geht, sieht man diese ausgezeichnet geplatteten Ströme wie eine Decke sich dem Syenit anschmiegen.

überliegende Syenitkuppe des Mulat im Geiste ergänzt, so sieht man, dass auch hier das Thal ehemals wohl mindestens 100 Meter über die heutige Sohle von den aneinanderstossenden Syenitmassen erfüllt gewesen sein muss.

Verfolgt man nun die nächste Schlucht, welche von Nordwest in das Avisiothal herabmündet, so sieht man schon von Ferne am südlichen Gehänge Werfener Schichten anstehen. Sie kommen von dem Wiesenplateau, welches sich nördlich an den Syenitberg anschliesst (45 in der Karte) und sinken herab bis in den Grund der Schlucht, wo sie unter den jüngeren basischen Strommassen der jenseitigen Berge verschwinden. Am Plateau liegen sie flach, an den Gehängen fallen sie zu oberst, 20 bis 40 Grad; weiter herab verflachen sie sich wieder.

In der Schrunde, welche von West gegen die Schlucht herabkommt, liegt die Grenze zwischen den Werfenern und dem Syenit.

Man kann sie bis zum Plateau verfolgen. Oben angelangt, schreitet man wieder über jüngere basische Ströme (46 in der Karte), welche westwärts bis in's Satteljoch-Thal hinabwandern. Jenseits dieser ver-rutschten Strommassen liegt der Syenit wieder zu Tage.

Die Werfener stehen beim Abstiege von 46 gegen West wieder an und fallen hier 30 bis 50° N. bis NW.; am Wege gegen das Satteljoch fallen sie entgegengesetzt. Mojsiosovics hat gezeigt, dass gerade durch das Satteljoch eine bedeutende Verwerfung setzt. Die Vardabe-Verwerfung hängt wohl mit der Satteljoch-Verwerfung zusammen. Nördlich von dieser Linie stehen alle Gebilde in hohem Horizonte an, während südlich von der Verwerfung alles um mehrere 100 M. gesunken ist. Im Senkungsgebiete sind hier wie an der Málgola mächtige Syenitmassen hervorgequollen.

### Die Syenitmassen von Canzocoli.

Diese Ergüsse, deren innerer Bau den gleichen Charakter aufweist, wie die vorhergehenden, sollen mit wenig Worten geschildert werden. Der nördlichste Ausläufer (47) besteht aus normalem mittelkörnigem Syenit und Syenitdiorit bis in eine Höhe von 1300 Meter. Hier schliesst die Eruptivmasse mit einem flach vortretenden Kopfe ab. Unter dieser Kuppe hält bis in's Thal Gestrüppweide an; die überlagernden jüngeren Eruptivmassen (dunkle Porphyre und Andesite) aber sind — gerade wie am Mulat — von Wald überzogen. Weiter gegen Süden steigen die Syenitmassen höher auf; gegen Canzocoli hin aber senkt sich die obere Grenze dieser Gesteine wieder allmähig. In den oberen Horizonten trifft man reichlich grossblättrigen dunklen Glimmer.

Ueber diesem Ergüsse liegt im Gebiete von Canzocoli eine zweite Masse von feinkörnigem Syenit (z. T. Monzonit), welcher bis zum Horizonte von 1500 Meter anhält. Darüber liegen bis hinauf zum Kamm des Gebirges jüngere basische Massen, sie werden überdeckt von Wengener Kalk.

Wir wollen hier die Beziehungen dieser zwei jüngeren Gesteine in's Auge fassen:

Gehen wir in der Höhe von 1900 Meter vom Dosso Capello gegen Süden und durch die grosse Schrunde nach Canzocoli hinab, so können wir die Grenze zwischen den jüngeren Ergüssen und den auflagernden Kalken deutlich verfolgen. Ueberall sind die letzteren im Contacte zu zuckerkörnigem bis grobkrystallinischem Marmor verwandelt. Manchmal sind die hangenden Kalke in einer Mächtigkeit von 10, ja 20 Meter in solcher Weise beeinflusst. Oft scheint die Metamorphose mehrere hundert Meter weit zu reichen; verfolgt man aber dann die Lagerungsverhältnisse genauer, so gewahrt man, dass man nicht eine so dicke Schichte, sondern nur eine Sedimentkruste, welche einen thalwärts fallenden Strombuckel überkleidet, überschritten hat. Wir können uns hiervon beim Niederstieg durch die grosse Schrunde überzeugen: Anfangs bleibt der Kalk immer auf der südlichen, das Eruptivgestein (Syenitporphyr, Melaphyr und Orthoklasporphyr) aber auf der nördlichen Seite der Schlucht.

In der Höhe von 1700 Meter aber kommt das letztere herüber, man sieht deutlich einen Buckel desselben unter den Kalk (mit 40° gegen Süd) einfallen. Begeht man nun dieses südliche Gehänge, so kann man sich leicht überzeugen, wie die Kalkmasse weit über den Kamm hinab und hinauf wie eine zerlappte buckelige Kruste das Eruptivgestein bedeckt. Schreitet man gegen Süden weiter, so sieht man bald wieder das Eruptivgestein mit entgegengesetztem Fallen auftauchen. Es beherrscht die nächste Schrunde, welche nach kurzem Verlaufe in die eben verlassene einmündet. An der angezeigten Stelle bilden die Kalke also eine kleine Mulde, welche den Raum zwischen zwei Buckeln des Ergusses ausfüllt. Geht man auf diesem zwischen beiden Schründen hinablaufenden Kamme abwärts, so sieht man die Sedimente immer schmaler werden und endlich zungenförmig auskeilen.

Der ganze Lappen der Wengener Kalke, welcher hier über die Eruptivmassen herabgeht (und oben wie gesagt eine Mulde bildet) fällt mit etwa 30° im gleichen Sinne wie die Gehänge des Gebirges. Die Kalkmasse hat also hier in der That die gegen das Thal sich niederbuckelnden Eruptivmassen überwuchert und mit einer Kruste überkleidet; die ganze Kruste aber ist in Marmor verwandelt.

Der oben erwähnte Orthoklasporphyr, welcher das Liegende dieser Kalkzunge bildet, geht gegen Süd und Ost in Syenitporphyr und Andesit über; etwas unterhalb des unteren Endes der Kalkzunge tritt in seinem Hangenden (auf der Höhe des Kammes) ein unregelmässiges Butzenlager von Vesuvian auf. Diese Contactmassen erreichen stellenweise die Mächtigkeit von 3 Meter; starke Schutthalden des Contactminerales rieseln herab bis in die von uns verlassene Schlucht. Gehen wir in der Schrunde, welche südlich von der Schlucht verläuft und in die letztere einmündet, aufwärts, so bleiben wir lange Zeit im Andesit.<sup>1)</sup>

Auf dem südlichen Gehänge der Schrunde macht derselbe dem Kalk erst auf einer Höhe von 1850 Meter Platz. Von diesem Orte, wo man schönen Marmor bricht, geht die Grenzlinie zwischen Eruptiv-

<sup>1)</sup> Local herrscht auch feinkörniger Syenit.

gesteinen und Kalk in gleicher Linie mit dem Falle des Gehänges hinab bis Canzocoli, bis dorthin hält der Marmor an. Einige Andesit- und junge Syenitgänge setzen im Marmor auf.

Wir kehren nun in unsere Schlucht zurück. Beim Abstiege durch dieselbe treffen wir in der Höhe von etwa 1500 Meter feinkörnigen Syenit; etwas tiefer kommen wir auf einen guten breiten Steig, welcher hier längs des Gehänges hinführt. Folgen wir diesem Steige und steigen wir über den Rücken, welcher die Nordseite der Schlucht bildet, nieder, so treffen wir grossblumigen Glimmersyenit, dessen Lagen in gleichem Sinne mit dem Gehänge (20 bis 30 Grad Ost) fallen. Bald darauf folgt normaler Syenit. Wir finden also hier dieselbe Reihenfolge der Gesteinsvarietäten, welche wir zu Anfang unseres Ausfluges constatirt.

Besuchen wir nun die südlichste Strecke der hier zu besprechenden Anhäufung von Eruptivmassen, so erhalten wir die folgenden ergänzenden Aufschlüsse:

Unterhalb Canzocoli und gegen Nord an die grossen Syenitberge anstossend, ragen wenig über der Thalsohle zwei kleine Hügel auffällig hervor. Sie bestehen aus Werfener und unterem Muschelkalk. Dicke massige Bänke wechseln mit dünnen Lagen eines Kalksandsteines. In den höheren Horizonten findet man auch aus Feldspath- und Glimmerfragmenten<sup>1)</sup> zusammengekittete Sedimente eingeschaltet, Gebilde, welche identisch sind mit jenen Feldspathsandsteinen und Syenittuffen (z. T. Monzonittuffen), welche wir an der Nordseite der Malgola kennen gelernt.

An dem Gehänge des nördlich gelegenen Hügels trifft man auf Syenit. Es ist dies eine Zunge jenes mittelkörnigen Gesteines, welches die Hauptmasse der Syenitberge dieses Gebietes bildet. Die Zunge ragt von Norden her in die Sedimente hinein; die letzteren schmiegen sich im Hangenden und im Liegenden concordant an. Gegen Nord schliessen sich an diesen Syenit unmittelbar die grossen vorhin erwähnten Syenitmassen an, während gegen Süd der Muschelkalk eine kontinuierliche Entwicklung gefunden hat. Ausgezeichnete Syenittuffe finden sich im Hangenden und Liegenden dieser Zunge dem Muschelkalke eingefügt und mit ihm durch Uebergänge verbunden.

Ueber dem unteren Muschelkalk folgt der obere Muschelkalk, welcher hier gegen die zwei besprochenen Hügel hin auskeilt, in der entgegengesetzten Richtung aber (gegen Süd) anschwillt. Die Grenzfläche dieses Kalkes fällt mit 30 bis 40 Grad gegen Nord.

Auf dieser Grenzfläche und auf den zwei Muschelkalkhügeln liegt ein massiges, aus den Elementen des Syenitesdiorites zusammengesetztes Gestein, über diesem aber liegen plattige Gesteine derselben Zusammensetzung; die Schichtung dieser Massen harmonirt mit der Muschelkalkunterlage.

Ueber diesen Gebilden liegt eine mächtige Masse feinkörnigen, stellenweise porphyrischen Syenites (z. T. Monzonites). Bedeutend sind hier die Wirkungen der Syenitmassen auf den Muschelkalk. Dieser ist

<sup>1)</sup> Lagenweise tritt auch Augit ein (Monzonittuff).

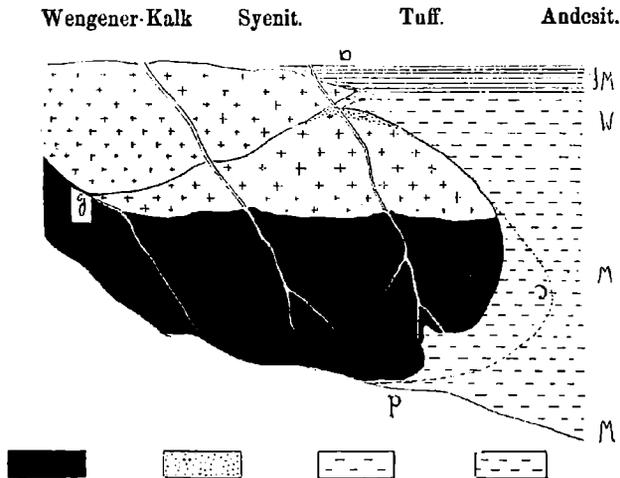
auf eine grosse Strecke in Marmor verwandelt. Hier ist der berühmte Canzocoli.

Weiter entwickelt sich das ganze System von Sedimenten und Eruptivgebilden in der folgenden Art:

Vom oberen Muschelkalk an baut sich der ganze Complex der Sedimente continuirlich und homogen auf; bis zum Gipfel des Dosso Capello herrschen helle dolomitische Kalke. Die benachbarten Syenitmassen aber werden von jüngeren, porphyrischen Gebilden überlagert. Die letzteren breiten sich gegen oben anfangs aus und drängen den Kalk zurück; dann aber nimmt die Masse der sich übereinander häufenden Ströme ab, die Kalke rücken nach, überkleiden sie und überwuchern und überdecken schliesslich das ganze System von Eruptivmaterial.

Das beistehende Bild (Canzocoli vom Gehänge der Malgola aus gesehen) erläutert die mitgetheilten Lagerungsverhältnisse.

Fig. 13.



Wir sehen da die zwei durch Kreuzchen bezeichneten Syenitmassen. Der untere (ältere) Erguss greift bei *a* (Canzocoli) zwischen Werfener (Wf.) und Muschelkalk (M.) ein; der obere Erguss hat sich in die Mulde zwischen Wengener Kalk (*ac*) und unteren Syenit (*ab*) abgelagert. Darüber bauen sich auf der rechten Seite des Bildes mächtige Andesitmassen auf, während im Gebiete linker Hand die Wengener Kalke zu continuirlicher Entwicklung gelangen. Die Wengener Kalke überkleiden schliesslich die Andesitmassen; an einer Stelle (zwischen *cd*) reicht ein Lappen der Sedimentkruste weit über die Gehänge herab. Im Innern des Dosso Capello-Berges mag die Grenze der Andesite gegen die Wengener Kalke etwa in der durch die punktirte Linie *cd* angedeuteten Richtung verlaufen.

## Die Verwerfungen und die grosse Senkung von Predazzo.

Wir wollen nun die Tektonik des ganzen Gebietes in's Auge fassen.

Mehrere Verwerfungen haben wir bereits kennen gelernt. Die Vardabe-Verwerfung verläuft gegen Ost, hinter ihr gegen Nord stehen die Werfener in hohem Niveau an, vor ihr aber (im Gebiete von Predazzo) sind sie in die Tiefe gesunken. Auf der Verwerfungsspalte ist Syenit aufgestiegen, er hat sich aufgestaut und seitlich ausgebreitet und so einen Theil des Senkungsfeldes ausgefüllt.

Im Süden unseres Gebietes verläuft die Málgola-Verwerfung in der Richtung ONO., hinter dieser Verwerfung — gegen Süd — stehen Porphyr, Grödener Sandstein und Werfener Schichten hoch an, während im nördlich vorliegenden Predazzaner Gebiete diese Gebilde in die Tiefe gesunken sind. Auch hier ist ein Theil des Senkungsfeldes durch Syenit, welcher auf der Verwerfung empordrang, aufgefüllt worden. Wir haben im Gebiete der Málgola ferner den Schlierengang 8 nachgewiesen; dieser entspricht offenbar einer mit der Hauptverwerfung parallel verlaufenden Nebenspalte. Der Flankenerguss, welcher in der Schrunde 7 so schön aufgeschlossen ist, kommt ebenfalls auf einer in der herrschenden Richtung verlaufenden Verwerfung empor. Der Andesit, welcher die Nordwestecke der Málgola einnimmt, ist gleichfalls auf eine Ostnordost-Spalte zurückzuführen. Endlich verlaufen mehrere Gänge zwischen 8 und 9 und bei 10 in der besagten Richtung.

Ausser diesen mit der Hauptverwerfung harmonirenden Spalten haben wir noch mehrere Gänge, welche quer gegen die herrschende Richtung verlaufen, erwähnt.

Die Verwerfungen des Mulatgebietes sind nicht minder klar angezeigt: Alle Ergüsse haben sich nach einer NO. verlaufenden Richtung angeordnet; es entstand so ein langer Massenerguss-Rücken. Aus den Flanken und vom Scheitel dieses Rückens kamen fortwährend neue Ergüsse; sie bedeckten die älteren Massen in der Weise, wie der Sattel den Rücken des Pferdes überkleidet. Aus dieser Anordnung der Ergüsse können wir nun zunächst schliessen, dass der Mulatrücken einer in NO. verlaufenden Haupteruptionsspalte entspricht. Ferner haben wir theils direct beobachtet, theils aus dem Verlaufe des oberen Stromwulstes erschlossen, dass die Flankenströme am Südgehänge des Mulat (11, 12, 13) gleichfalls auf ONO.-Spalten, welche im Gehänge der älteren Ergüsse aufbarsten, hervorbrachen.

Andere Ergüsse zeichnen sich dadurch aus, dass sie (wenigstens nahe dem Ursprunge) schmal sind; diese dürften also wohl aus Spalten stammen, deren Verlauf mit dem Fallen des Berggehanges harmonirt, mit anderen Worten, aus Spalten, welche quer gegen die Hauptspalten des Mulat verlaufen.

Ausserdem sind mehrere derartige Quergänge durch die Erosion aufgeschlossen: In den Granitergüssen, in den Strömen 13 und 14 und am Rücken des grossen Mulat trifft man deren<sup>1)</sup>. Auch haben

<sup>1)</sup> Vergl. v. Mojsisovics' Karte von Südtirol.

wir in den Strömen 14 und 23 Schlierengänge beobachtet, welche quer gegen die Hauptspalte verlaufen.

Endlich haben wir noch die wichtige Viesena-Verwerfung zu besprechen.

Die Verhältnisse liegen hier folgendermassen: Die südöstliche Hälfte des Viesena-Gebietes besteht aus Grödener Sandstein, Werfener Schichten, Muschelkalk; die nordwestliche Hälfte hingegen ist aus der Fortsetzung jener Eruptivmassen, welche den Mulat bilden, aufgebaut.

Ueber beiden Massen liegt eine Decke von Wengener Kalk, welcher im Contact zu Marmor umgewandelt ist.

Die Deutung dieser Verhältnisse ist einfach: Eine Nordost-Verwerfung setzt durch das Viesena-Gebiet<sup>1)</sup>; der südliche Flügel der Verwerfung ist in hohem Niveau stehen geblieben, der nördliche aber hat sich (um etwa 1000 Meter) gesenkt. Das Senkungsfeld wurde allmählig von Eruptivgebilden aufgefüllt<sup>2)</sup>, bis der Rand des stehen gebliebenen Verwerfungsflügels beiläufig erreicht war — dann wurden die älteren Sedimente einerseits und die jüngeren Eruptivmassen andererseits gleichmässig von jüngeren (Wengener) Sedimenten überdeckt.

Treffliche Einblicke in den Charakter dieser mächtigen Verwerfung gewinnt man, wenn man von Moena aus durch das Seitenthal gegen Ost (gegen den Monzoni und S. Pellegrin) wandert. Da trifft man zunächst im Thalgrunde Werfener Schichten, welche, wenn man von der Faltung derselben absieht, im Mittel mit etwa 30 oder 40 Grad gegen SO. (d. i. gegen die Viesena-Verwerfung) sich senken. Darüber folgen Muschelkalk und Wengener Eruptivmassen und Kalke, welche die ganze Senkung ausfüllen und bis zu den Spitzen der Berge anstehen.

Auf der südlichen Thalseite beobachtet man dieselben Verhältnisse. Die Werfener und der Muschelkalk sinken mit 20 bis 30 Grad unter die Thalsohle; es folgt ein schwacher Andesitstrom, darüber eine wenig mächtige Lage von Wengener Kalk, darüber eine wohl 10 bis 20 Meter mächtige Masse von dunklen Tuffen mit zahlreichen eingebackenen Kalkfragmenten. Darüber abermals ein basischer Strom und schliesslich die oberen Wengener Schichten, welche die Höhen des Viesena und Soracrep bilden. Diese Kalke sind im Contact in prächtigen, fein- bis grosskörnigen Marmor umgewandelt.<sup>3)</sup>

Wir sehen also, dass der nördliche Verwerfungsflügel tief (etwa um 1000 Meter) gesunken ist.

Die gesenkte Partie neigt sich im Allgemeinen flach gegen die Verwerfung, in der Nähe der Spalte selbst tritt aber überdies eine auffallende Niederstülpung der Sedimente ein<sup>4)</sup>. Die durch die

<sup>1)</sup> Vergl. v. Mojsisovics' Karte. Die Viesena-Verwerfung trifft in ihrer Fortsetzung auf die Málgola-Spalte. Ob beide gesonderte Dislocationen oder ob sie eine gekrümmte Verwerfung darstellen, lässt sich nicht entscheiden.

<sup>2)</sup> Die Analogie mit Málgola und Vardabe ist schlagend.

<sup>3)</sup> Dieses Vorkommen ist meines Wissens noch unbekannt und technisch nicht verwertbar. Es würde sich wohl auch für den Mineralogen verlohnen, hier nach Contactmineralien zu suchen.

<sup>4)</sup> Es ist dies eine Ausnahme. In der Regel ist der Rand des abgesunkenen Verwerfungsflügels aufgestülpt (geschleppt).

Verwerfung entstandene Senkung wurde in der Folge durch Eruptivmassen und Sedimente ausgeglichen, eine Erscheinung, welche wir schon bei Vardabe und Málgola beobachtet. Zum Schlusse der Abhandlung kommen wir auf diese Thatsache nochmals zu sprechen.

Es erübrigt jetzt nur, der vorliegenden Zusammenstellung noch einige Bemerkungen über die in unserer Gegend auftretende Klüftung hinzuzufügen. Wir haben erfahren, dass vor Allem eine ausgezeichnete Nordklüftung (untergeordnet nur eine Ostklüftung) alle Gesteine der Málgola und des westlichen Mulat zerschnitten hat. Diese Richtung harmonirt mit dem Verlaufe der Querspalten, auf welchen die jüngeren (Wengener) Eruptivmassen emporgedrungen sind <sup>1)</sup>.

Es scheint also, dass die gebirgsbildende Bewegung in der jüngeren (Wengener) Zeit vorwiegend Nordklüfte schuf, während sie zur Zeit des Muschelkalkes hauptsächlich Ostnordost-Dislocationen bewirkte. Syenit und Granit drangen auf den älteren Ostnordost-Spalten, die jüngeren Porphyre und Andesite aber vorwiegend auf den Nordspalten empor.

Ferner ist beachtenswerth, dass die Querspalten durchaus nicht senkrecht zu den Hauptspalten verlaufen, sondern mit diesen einen Winkel von im Mittel 70 Graden einschliessen.

Endlich verdient die Beziehung der Nebenverwerfungen zu den Hauptdislocationen unsere Aufmerksamkeit:

In der Schrunde 7 der Málgola haben wir gesehen, dass die Eruptionsgänge parallel mit der Hauptverwerfung verlaufen und steil gegen sie einschliessen. In der Tiefe dürfte also wohl eine Vereinigung der Nebenspalten mit der Hauptspalte stattfinden <sup>2)</sup>. Wir haben an derselben Stelle beobachtet, dass die Partien der Malgolamassen, welche zwischen der jungen Verwerfung und der Hauptspalte liegen, im höheren Niveau anstehen, während der gegen das Thal hinausschauende Theil der Málgola sich gesenkt hat. Das ist gewiss eine merkwürdige Erscheinung. Ich hätte aus zwei Ursachen gerade das Gegentheil erwartet. Erstens sinkt doch in der Regel jener Verwerfungsflügel, welcher auf dem Gegenflügel aufliegt, in die Tiefe — hier aber ist der auf der schiefen Verwerfung aufliegende (hangende) Flügel stehen geblieben — zweitens hätte ich a priori angenommen, dass die durch die Verwerfungen abgeklüfteten Gebirgsstücke in um so tieferes Niveau sinken müssten, je näher sie der Hauptspalte liegen. In dem beobachteten Falle liegen die Dinge aber eben verkehrt.

Wenn wir nun weiter Umschau halten, so finden wir noch mehrere derartige Fälle.

Der Andesit, welcher den Nordwestfuss der Málgola beherrscht, steigt hier nicht über die Oberfläche der alten Syenitergüsse auf, es brechen diese vielmehr plötzlich ab und von da an steht bis zum Fusse Andesit an. Ich kann mir diese Anordnung nicht anders erklären, als durch die Annahme, dass eben der vordere (gegen das Thal gerichtete) Flügel der Verwerfung gesunken ist; also auch hier wieder die

<sup>1)</sup> Vgl. v. Mojsisovics' Karte.

<sup>2)</sup> Diese Convergenz untergeordneter Spalten gegen die Hauptspalten hat Suess als eine häufige Erscheinung hervorgehoben.

Erscheinung, dass die von der Hauptspalte weiter entfernten Partien tiefer gesunken sind, als die näher an der Hauptverwerfung gelegenen.

Blicken wir dann hinüber in's Gebiet des Mulat, so sehen wir beim Flankenströme 12 dieselbe Erscheinung wieder. Die Seite der Verwerfung, welche gegen das Thal liegt, ist tiefer gesunken, als jene, welche der Hauptspalte des Mulat benachbart ist. Bei anderen, auf Längsspalten hervorgebrochenen Strömen kann man gleichfalls die Ueberlegung pflegen, welche wir eben bezüglich des Málgolastromes vorgebracht. Kurz, es kommt ziemlich häufig vor, dass der von den Hauptspalten entfernte Flügel der Nebenverwerfung abgesunken ist. Vergleichen wir nun die Málgolaverwerfungen mit jenen des Mulat, so ergibt sich, dass gerade die Theile, welche zwischen beiden Hauptverwerfungen liegen, welche also dem Travigniolothale entsprechen, tiefer gesunken sind, als die übrigen Partien.

Wir sind nach Besprechung dieser einzelnen Erscheinungen vorbereitet, das ganze tectonische Bild der Umgebung von Predazzo zu betrachten. Wir wollen zunächst einige Längs- und Querschnitte durch unsere Gegend in's Auge fassen.

Ein Längsschnitt, durch die nordwestlichen Ausläufer unseres Gebietes gelegt, zeigt, wie die Werfener Schichten nahe Tesero nur etwa 500 Meter über der Thalsole, also 1500 M. über dem Meere, anstehen. Durch das Satteljoch setzt, wie von Mojsisovics zeigt, eine mächtige Verwerfung. Im Norden von dieser Dislocation stehen die Werfener 500 M. höher an, als im südlichen Gebiete.

Wir sehen ferner, wie die Werfener Schichten gegen das Avisiothal herab sich senken. Im Gebiete von Vardabe stehen sie noch etwa 300 M. über der Thalsole an; im Thal, welches von Moena nach Pellegrin führt, sehen wir sie gleichfalls allmählig sich senken und nahe der Viesena-Verwerfung unter den Thalboden tauchen. Im Norden, Osten und Westen unseres Gebietes stehen also die Werfener Schichten ziemlich hoch über dem Thalboden an, während sie im Gebiete von Predazzo überall unter die Thalsole sinken. Das Senkungsgebiet umfasst die ganze Landschaft bis zum Viesena und bis zum Gipfel der Málgola. Da, hinter der gewaltigen Verwerfung von Viesena-Malgola stehen Porphyre und Werfener wieder hoch (mehr als 1000 M. über der Thalsole) an. In dem so begrenzten Senkungsgebiete von Predazzo sind die Eruptivmassen auf einem Systeme von Spalten zur Förderung gekommen.

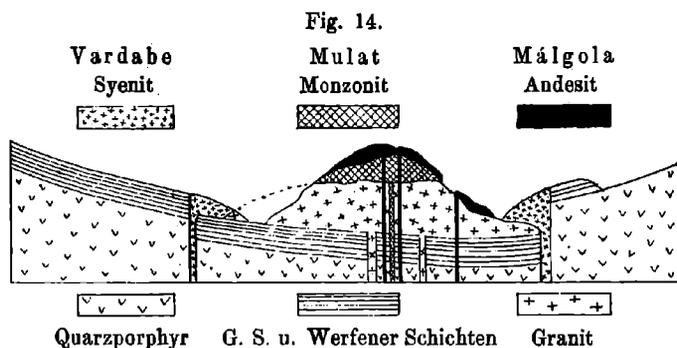
Die Syenit-Ergüsse von Vardabe und Málgola sind einseitig, während die Massen von Mulat und Canzocoli sich symmetrisch ausgebreitet. Ueber den letztgenannten Granit- und Syenitergüssen häuften sich Andesitergüsse an.

Auch im Gebiete des Dosso Capello (Canzocoli) treten bedeutende Massen von Wengener Eruptivgesteinen, und zwar in Verband mit gleichzeitigen Sedimenten auf. Wir haben gesehen, dass die Sedimente in den tieferen Horizonten zurücktreten, im selben Masse, als die Eruptivmassen sich ausbreiten. Noch während der Ablagerung der unteren Wengener Schichten schränken sich die Eruptivmassen wieder ein und werden schliesslich von den Sedi-

menten ganz zurückgedrängt und überwachsen. Wenn diese Massen auch derzeit in der Höhe noch ganz von Sedimenten überkleidet und nur an den Ostgehängen des Berges blossgelegt sind, so müssten wir im Profil doch eine mächtige linsenförmige Anhäufung von Ergüssen einzeichnen.

Bezüglich der Gänge habe ich zu bemerken, dass die älteren Massen auf ONO.-Spalten, die jüngeren aber vorwaltend auf Nordspalten aufstiegen. Wir werden demnach in jedem Längsprofil (ONO.-Profil) viele Andesitgänge und in jedem Querprofil Granit- und Syenitgänge antreffen<sup>1)</sup>.

Das bestehende Profil, welches Vardabe, Mulat und Málgola quer durchschneidet, gibt das typischste Bild von der Vertheilung der Eruptivmassen von Predazzo<sup>2)</sup>.



Wir sehen da, wie der Porphyr mit den auflagernden Sandsteinen und Werfener Schichten beiderseits gegen das Senkungsfeld sanft einfällt. Zwischen der Vardabe- und der Málgola-Verwerfung ist das ganze Land gesunken. Auf den mittleren Spalten sind die Granit- und Syenitmassen des Mulat aufgequollen. Sie haben sich bis zur Höhe von 1500 oder 1600 Meter (also 500 bis 600 M. über die Thalsohle) aufgestaut und so einen Theil des Senkungsgebietes ausgefüllt. Zugleich haben sie sich seitlich bis über das Avisothal einerseits und das Travignolothal andererseits ausgebreitet.

Zugleich sind aus der Vardabe- und Málgolaspalte Syenitergüsse hervorgebrochen. Sie haben sich hoch aufgestaut und sind zugleich seitlich bis zu den beiden benannten Thälern vorgedrungen. So ist fast das ganze Senkungsgebiet durch granitische Massen bis an den Rand angefüllt worden.

Die Granite des Mulat wurden in der Folge von den jüngeren, meist syenitischen Flankenergüssen überströmt. In gleicher Weise brachen Flankenströme aus der älteren Syenitmasse der Málgola hervor — Muschelkalk lagerte sich dazwischen und darüber.

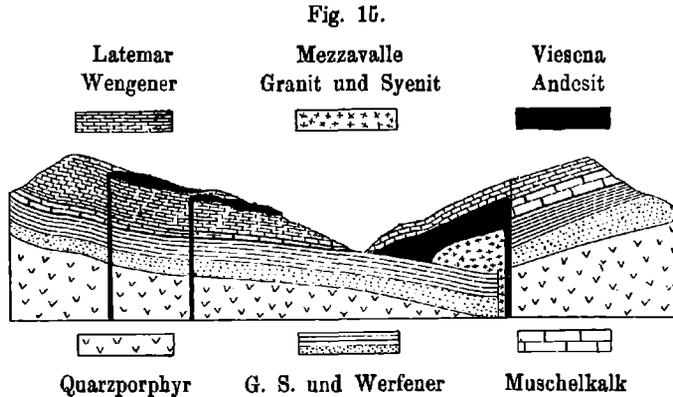
<sup>1)</sup> Längsgänge werden durch Längsschnitte, und Quergänge werden durch Querschnitte selten getroffen; wo sie aber geschnitten werden, erscheinen sie natürlich als breite Blätter.

<sup>2)</sup> Die verwickelten Beziehungen zwischen Granit und Andesit wurden in diesem Profile ignort.

Die Eruptionen dauerten dann im Gebiete des Mulat (und in den westlichen und nördlichen Gegenden) auch während der Ablagerung der Wengener Schichten an.

Im Westen, Norden und Osten unseres Senkungsgebietes wucherte damals ein weiter Kranz von Kalkriffen empor; im Senkungsgebiete selbst aber quollen — natürlich vom Meere bedeckt — fort und fort die Eruptivmassen; da konnte keine organische Thätigkeit Platz greifen. —

Das folgende Profil ergänzt diese Vorstellungsreihe:



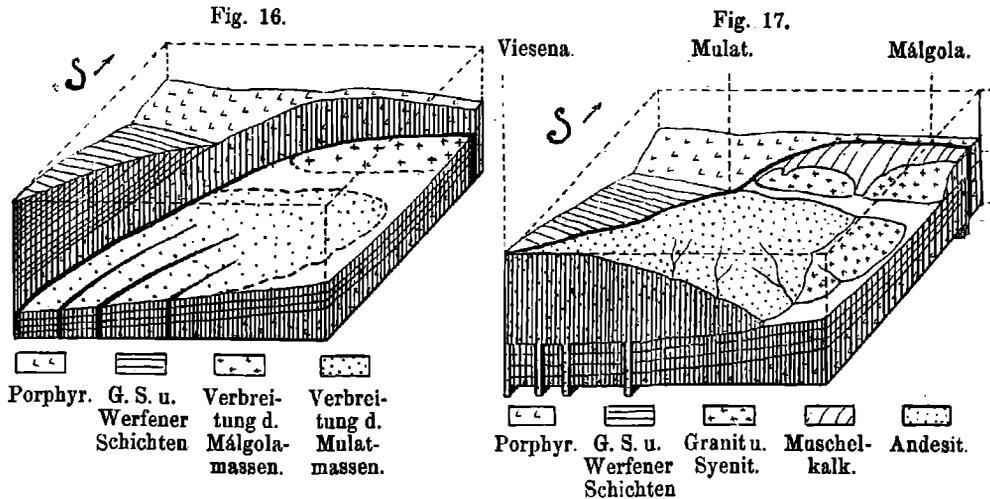
Man sieht da, wie der Nordflügel der Verwerfung (um etwa 1500 Meter) sinkt. Ueber den Muschelkalk lagern sich im nördlichen Gebiete des Latemar unmittelbar Wengener Schichten ab, während im Gebiete der Viesena-Verwerfung die Ströme basischer Gesteine empordringen. Sie füllen allmählig die Tiefen der Viesena-Verwerfung. Endlich haben die Eruptivmassen beiläufig den Rand des stehen gebliebenen Verwerfungsflügels (von Viesena) erreicht.

Da greifen die Wengener Sedimente, welche sich unterdessen am Viesena abgelagert, herüber und überkleiden auch die Eruptivmassen. So wird die gewaltige Verwerfung zuerst durch Auffüllung und dann durch Ueberkleidung ausgeglichen und maskirt.

Ueberblicken wir nun das ganze Senkungsgebiet (ohne Rücksicht auf die Eruptivmassen), so sehen wir, dass es aus einer südöstlichen, sehr flachen, und aus einer nordwestlichen, ziemlich tief gesenkten und ausgebauchten Halbmulde besteht. Beide Halbmulden stossen auf der Verwerfung Malgola-Viesena zusammen. Wie zwei hohle Hände, die man aneinander schliesst, um Wasser zu schöpfen, so neigen sich beide Halbmulden gegen das zerspaltene zertrümmerte Senkungsgebiet von Predazzo.

Ich habe, um diese Verhältnisse und die Beziehung der wichtigsten Eruptivmassen zur Viesena-Malgola-Verwerfung recht anschaulich zu machen, die wichtigste Partie des ganzen Gebietes in zwei Parallelstücken modellirt und führe hier beide vor.

Im ersten Bilde sind die räumlichen Verhältnisse zum Schlusse der Werfener Zeit dargestellt. Man sieht die Hauptverwerfungen, auch habe ich die wichtigsten Nebenspalten angezeigt; durch eine Punktirung und Kreuze ist die spätere Ausbreitung der Málgola- und Mulat-Ergüsse angedeutet.



Im zweiten Bilde sieht man, wie die Mulat- und Málgola-Eruptionen das Senkungsgebiet aufgefüllt haben. —

Wir wollen nun die berührten Eruptionen und ihre Beziehungen zu den Sedimenten näher in's Auge fassen:

Aus den zahlreichen, im ersten Modelle angedeuteten Spalten sind im Laufe der Zeit zuerst granitische, dann porphyrische und aphanitische Gesteine aufgequollen, sie haben das Senkungsgebiet grossentheils aufgefüllt und ausgeglichen. Die Sedimente, welche rings um das Senkungsgebiet zu einer kontinuierlichen Entwicklung gelangten, griffen schliesslich auch über die im Senkungsgebiete emporgequollenen Eruptivgebilde und überkleideten sie da und dort.

Ob es im Gebiete des Mulat je zu einer vollständigen Ueberwucherung kam, ist zweifelhaft; heute finden wir, wie die Karte zeigt, nur an einer Stelle ein Relikt von Muschelkalk (bei Mezzavalle). Mit Bestimmtheit können wir sagen, dass während der Ablagerung jener Ströme, welche heute noch unerodirt bestehen, keine Sedimente abgelagert wurden — sonst müssten wir ja die Sedimente als Einschaltungen zwischen den besagten Strömen antreffen.

Die erwähnte Erscheinung, dass die Bildung von Sedimenten in dem Senkungsgebiete lange Zeit vollständig aufhörte, dürfte sich wohl auf zwei Gründe zurückführen lassen. Erstens wird das fortwährende Emporquellen von Eruptivmassen und die hiermit verbundene Exhalation und Ausscheidung lebensfeindlicher Substanzen gewiss hinderlich gewirkt haben. Zweitens liegt wohl im Vorgang der Verwerfung und Senkung selbst ein vernichtendes Moment: Die Organismen sind an gewisse Horizonte des Meeres gebunden, und gerade

in geringen Tiefen gedeiht das üppigste Leben. Tritt nun an irgend einer Stelle des vordem seichten Seebodens eine starke Senkung ein, so wird den meisten Organismen die Existenz unmöglich gemacht.

Das üppige Leben ist plötzlich in druckschwere, kalte, lichtlose Tiefen gerückt. Da stirbt es und kein Nachwuchs gedeiht. So ist wohl damals während des Muschelkalkes und während der Werfenerzeit, als das Gebiet des Mulat in die Tiefen sank, eine Verödung eingetreten. Erst nachdem die Sycnitmasse der Málgola bis an den Rand des Verwerfungsfeldes emporgequollen war, griffen Muschelkalksedimente in das Bereich des Senkungsgebietes ein.

Im Gebiete des Mulat aber blieb es noch lange öde. Die Granitmassen konnten die Senkungstiefen lange nicht auffüllen; spät erst wuchs das ganze System von Ergüssen bis in die lebensvollen Höhen des Meeres hinauf. Erst nachdem sie bis nahe an den Verwerfungsrand gekommen waren, breitete sich das organische Leben (Wengener Kalke) vom höheren Verwerfungsrande aus auch über die eruptiven Massen. So sehen wir denn, wie durch lange Zeiträume im Senkungsgebiete nur eruptive Facies herrschte, während ringsum die sedimentäre Facies zu kontinuierlicher Entwicklung kam.

Gerade im Senkungsgebiete sind die grössten Massen von Eruptivgesteinen emporgequollen; die eruptive Thätigkeit hat also die Tendenz, die entstandene Höhlung und Lücke auszufüllen und auszugleichen.

Dieses Bestreben ist merkwürdig und erinnert lebhaft an das Verhalten der organogenen Sedimente gegen Senkungen.

Es ist natürlich, dass die letzteren, da sie meist in seichter See sich bilden, niemals eine bedeutende Mächtigkeit erreichen können, wenn nicht der Boden sich senkt, oder das Meer steigt. Eine anhaltende Senkung des Bodens hat ein anhaltendes und ausgiebiges Wuchern der Organismen zur Folge und bald erreichen die Sedimente eine grosse Stärke. So hat denn die organische Thätigkeit das Bestreben, die durch Senkung entstandene Mulde oder Lücke auszugleichen. Und in gleicher Weise haben, wie wir gesehen, die Eruptivgebilde im Gebiete von Predazzo ausfüllend und nivellirend gewirkt.

Ein Unterschied besteht aber doch zwischen beiden Arten der Senkung: Im einem Falle ging die Senkung gewiss langsam, stetig oder doch in kleinen Rucken vor sich; im anderen Falle aber erfolgte, wie ich ausgeführt, wahrscheinlich gleich anfangs eine starke Senkung, welche die fernere Entwicklung organischen Lebens im Senkungsgebiete unmöglich machte.

Wir dürfen uns aber doch nicht vorstellen, als seien die Eruptionen von Predazzo von einer kataklismatischen Thätigkeit begleitet gewesen.

Die erste Bewegung mag immerhin stark gewesen und von einem heftigen Beben begleitet gewesen sein, später aber dauerten die Senkungen und Beben gewiss durch lange Zeit ruckweise an und erst zum Schlusse(?) der Wengener stellten sich jene räumlichen Beziehungen, welche wir heute beobachten, endgiltig fest. Das kann man aus dem Verhalten der Sedimente und Ströme im Gebiete des Viesena schliessen.

Da sehen wir, dass das wechsellagernde System von Wengener Schichten und Strömen steil gegen die Viesena-Verwerfung einfällt. Nun zeigt sich aber bei näherer Untersuchung, dass die Strommassen nicht aus Gängen gekommen sein können, welche westlich von den besagten Strömen am Gehänge der liegenden Wengener Schichten aufsetzen. Sie sind vielmehr von der Viesena-Verwerfung gegen Osten herübergelassen. Da sie aber derzeit gerade entgegengesetzt fallen, muss die Schichtneigung, welche wir heute beobachten, sekundär sein, d. i. nach Ablagerung der untersten Wengener Schichten platzgriffen haben. Nun wissen wir aber ferner, dass die Wengener Schichten in einem Stück vom Viesena herübergreifen auf die jüngsten Eruptivmassen des Mulat. Daraus folgt, dass die beobachtete und abgeblendete Senkung und Niederstülpung des Verwerfungsrandes allmählig und zwar in der Zeit zwischen der Ablagerung der untersten und der oberen Wengener Kalke sich vollzog. —

Endlich möchte ich die Aufmerksamkeit des Lesers auf den Zusammenhang zwischen Textur der Eruptivgesteine und Meerestiefe lenken. Ich habe in anderen Abhandlungen ausgesprochen, dass jene Ergüsse, welche in grosser Meerestiefe gefördert werden, die Liquida, mit denen sie ursprünglich durchtränkt sind, zurückhalten müssen.

Derartige Gebilde werden dem grossen Drucke entsprechend kein oder wenig Zerstäubungsmaterial (Tuff) liefern und vollkrystallinisch erstarren.

In seichter See hingegen wird nach meiner Ansicht die Tuffbildung eine grössere Rolle spielen und zugleich müssen die Eruptivmassen eine molekulare Auflockerung erleiden, mit anderen Worten, nach Art der Laven erstarren.

Diese Anschauung wird durch die Beobachtung der im Gebiete von Predazzo herrschenden Erscheinungen zum grossen Theile bestätigt; doch sind auch einige auffallende Ausnahmen zu verzeichnen.

Zunächst sehen wir, dass die in tiefer See erfolgten Ergüsse der Muschelkalkzeit vollkrystallinisch (als Granit, bez. Syenit) erstarrt sind; in den obersten Horizonten nähern sich diese Massen zum Theile den Porphyren, auch führen sie neben Flüssigkeitseinschlüssen da und dort Glaseinschlüsse<sup>1)</sup>.

Ferner fehlen diesen Gebilden fast ausnahmslos die Tuffe. Nur wenig Tuffmaterial findet man im Gebiete von Canzocoli. Es folgen auf die Eruptivmassen jene Flankenströme der Málgola, welche mit den Muschelkalk-Sedimenten wechsellagern. Diese sind in den höheren Horizonten z. T. porphyrisch ausgebildet, während die mächtigen, gegen das Thal (gegen die ehemalige Meerestiefe) abgeflossenen Stromenden vollkrystallinische Textur angenommen haben. Wahrscheinlich gehören dieser Zeit auch viele jener vollkrystallinisch und porphyrisch erstarrten Flankenergüsse, welche die Süd- und Ostflanke des Mulat bedecken, an.

Zum Schlusse der erwähnten Periode war die Senkung bereits ziemlich mit eruptivem Material aufgefüllt. Die jüngeren Eruptionen

<sup>1)</sup> v. Mojsisovics, Sigmund.

gehören höheren Horizonten (den Wengener Schichten) und einem seichteren Meere an.

Sie erstarren in ihren äusseren Theilen porphyrisch und aphanitisch, im Innern aber vollkrystallinisch — als Monzonit (33, 42, 26, 28 der Karte). Auch im Gebiete des Dosso Capello (Canzocoli) treffen wir local in den dunklen Porphyren und Andesiten Massen und Gänge von vollkrystallinischer Textur (Syenitdiorit, Monzonit).

Ueber das Alter der oberen Mulat-Eruptionen lässt sich leider nichts Bestimmtes aussagen, da dieselben erst im Gebiete des Viesena mit den oberen Wengener Schichten in Berührung treten. So weit man aber aus eben dieser Beziehung zum Viesena schliessen kann, dürften die mächtigen, zum Theile vollkrystallinischen, zum Theil aber porphyrischen und aphanitischen Massenergüsse (Monzonit, Andesit), welche die obere Hälfte des Mulat bilden, wohl der Wengener Zeit angehören. Ich habe hervorgehoben, dass auch hier die vollkrystallinischen Massen den Kern bilden, während die Andesite als Decke und Hülle auftreten.

Alles das stimmt mit der Theorie, denn diese oberen Theile erstarrten eben in seichter See. Nun aber muss ich auch die Ausnahme hervorheben: Mehrere Andesitströme kommen da und dort bis in die Tiefe des Thales (d. i. des ehemaligen Meeres) herab und erstarren doch nicht vollkrystallinisch, sondern porphyrisch und aphanitisch.

Zum Theile sind diese Massen allerdings nachweislich erst in Folge der Erosion gegen die Tiefe verrutscht; in einigen Fällen aber sind sie wirklich in tiefem Horizonte gebildet worden. Diese Ausnahmserscheinung ist bereits in anderen Gebieten beobachtet worden: man findet neben und in echten Graniten Gesteinspartien von porphyrischem Habitus.

Scheinbar waren in solchen Fällen die Existenzbedingungen doch dieselben — woher kommt der wesentliche Unterschied? Ich meine, die Lösung der Frage möchte wohl dahin lauten, dass in diesen Fällen zwar die äusseren Existenzbedingungen (insbes. der Druck) gleich gewesen sein mögen, woraus aber durchaus nicht folgt, dass auch die inneren Bedingungen in beiden Magmen übereinstimmen. Da mögen die Massen von Anfang an reichlicher mit Liquiden durchtränkt gewesen sein, dort weniger; da war das Magma reicher an Kieselsäure, dort ärmer. Hier kam ein dünner Strom zum Ergüsse und das Gestein erstarrte dem entsprechend rasch und lavaartig, dort aber erstarrte eine mächtige Masse äusserst langsam und demzufolge wenigstens in den inneren Theilen vollkrystallinisch.

Es kann auch wohl eintreten, dass ein dünner Strom über einen noch warmen älteren Erguss hinströmt und bald wieder von einem jüngeren Strome bedeckt wird — auch in diesem Falle wird eine langsame und krystallinische Erstarrung des eingeschalteten Stromes eintreten. —

Zum Schlusse möchte ich noch bezüglich des Alters der einzelnen Eruptionsgesteine bemerken, dass die Fixirung einer bestimmten Reihenfolge unthunlich ist. Im grossen Ganzen kann man wohl das folgende Schema aufstellen:

Zur Zeit des Muschelkalkes kamen zum Ergusse zuerst Granit, dann Syenit. Die Syeniteruptionen dauern noch bis zu Beginn der Wengener Schichten an (Canzocoli). Darüber folgen Monzonit, Porphyre und Andesite.

Im Einzelnen muss nun aber diese rohe Skizze mehrfach modificirt werden; wir haben nämlich gesehen:

1. dass Andesit mit Orthoklas — Porphyre und Syenit verbunden schon zur Zeit des Muschelkalkes — allerdings untergeordnet — auftritt (Málgola);

2. dass Monzonit örtlich mit den alten Syeniten verbunden auftritt (Málgola);

3. dass Syenit und Orthoklasporphyre örtlich mitten in den hohen Andesitmassen auftritt (Canzocoli);

4. dass Granit nicht blos schlierenweise im Syenit der Málgola auftritt, sondern auch noch zur Zeit der Wengener Nachschübe erfuhr (Verquickung vom Mulat; Granitgang vom Canzocoli).

Wir sehen hieraus, dass die Natur nicht rein arbeitet, sondern dass dieselbe Eruptiv-Facies sich in verschiedenen Horizonten wiederholt.

Graz, im December 1880.

## Inhalt.

	Seite
Einleitung . . . . .	1
Literatur-Inhalt (Málgola-, Mulat- und Canzocoli-Literatur) . . . . .	2
Nordgehänge der Málgola: Buckelig gebankte Syenitmassen, concordant überlagert von Muschelkalk. Jüngere Flanken-Ergüsse sind über die älteren Massen herabgeflossen. Ein Ausläufer des Mulatgranit wird vom Málgola-Syenit überlagert. Zwischen den Schründen trifft man mehrere, von Muschelkalk concordant überlagerte Flanken-Ergüsse. Die Textur und mineralogische Zusammensetzung derselben schwankt bedeutend. Boscampo: Uebergang von Syenit in Monzonit und Diabas . . . . .	13
Westseite der Málgola: Gangschlieren. Muschelkalk im Hangenden des Syenit metamorphosirt und von Gängen durchsetzt. Herrschende Klüftung der Gesteine. Bänke. Blätter. Tectonische Deutung der Málgola: Die Syenitmassen der Málgola sind auf einer gewaltigen Verwerfungsspalte aufgestiegen und haben sich einseitig über den abgesunkenen Verwerfungsfügel ausgebreitet. Sie wurden bedeckt von Muschelkalk; jüngere Flanken-Ergüsse brachen durch den älteren Syenit und Muschelkalk hervor; sie wurden abermals von Muschelkalk überlagert. Die Sedimente und die gleichzeitigen Syenitergüsse vicariren einander. Die Muschelkalk-Sedimente bestehen local aus Syenittuff (Feldspathsandstein) . . . . .	19
Westseite des Mulat: Die Bankung der Granit- und Syenitmassen; deren innerer Bau. Muschelkalkdecke über dem Ergusse von Mezzavalle . . . . .	24
Südseite des Mulat: Bankung und Klüftung des Granit. Mehrere Syenitergüsse fließen über die Flanken der älteren Granitmassen herab. Die Eruptionsspalten verlaufen parallel der Málgola und der Mulat-Hauptspalte (Längsspalten). Der Granit ist local mit dem hangenden Syenit innig verschweisst; er war noch heiss und wurde durch den überfließenden Syenit wieder erweicht . . . . .	27
Ostflanke des Mulat: Feldspathporphyrströme brechen aus Querspalten hervor. Das Gestein führt schlierenweise umgewandelten Nephelin. Innerer Bau des schlicrigen Viesenastromes . . . . .	32

- Gipfelmassen des Mulat: Die Granitmassen werden von Monzonitmassen überdeckt; diese gehen gegen aussen in Monzonitlava (Andesit) über und werden von vielen Andesitströmen (Melaphyr), welche über die Flanken des Mulat herabfließen, überlagert. Die Andesite sind auf Querspalten (Nordspalten) ausgebrochen.
- Der Granit geht in seinen obersten Horizonten zum Theil in Porphyrit über und führt schlierenweise umgewandelten Nephelin (Liebenerit). Der Granit hat bis in die Zeit der Andesite Nachschübe erfahren, beide Gesteine greifen mit eingestülpten und überstülpten Falten ineinander; der Andesit ist im Contact gefrittet; aus dem Granit verschwindet der Quarz im Contact mit dem Andesit . . . . . 35
- Der Syenit von Vardabe überlagert(?) einen Ausläufer des Mulat-Granit. Er ist auf einer Längsverwerfung, welche mit der Satteljoch-Verwerfung zusammenhängt, aufgestiegen und hat sich im Senkungsgebiete einseitig ausgebreitet . . . . . 40
- Canzocoli: Syenitergüsse greifen in den Muschelkalk ein; Syenittuffe sind den Sedimenten beigemischt. Ueber dem Syenit folgen Andesitergüsse, welche local porphyrischen und syenitischen Habitus aufweisen. Die ganze Masse lehnt sich an Wengener Kalke an und wird von ihnen schliesslich überwachsen und überdeckt. Die Kalke im Hangenden der Eruptivgesteine sind metamorphosirt . . . . . 41
- Ergebniss: Das Gebiet von Predazzo stellt eine Senkungsmulde dar. In dieser Mulde sind auf mehreren Längsverwerfungen Granit- und Syenitmassen emporgequollen. Der Granit wird vom Syenit überdeckt und überströmt. Muschelkalk lagert sich über dem Syenit an einigen Stellen am Rande des Senkungsgebietes ab; er enthält Einschaltungen von Syenittuff. Jüngere Porphyrit- und Syenitmassen brechen durch den älteren Syenit. Ueber die Granitmassen des Mulat lagern sich Monzonitergüsse. Sie gehen gegen oben und aussen in Andesit über und werden überdiess von Andesitströmen überflossen. Die Andesite sind auf Querspalten aufgestiegen. Der Granit, welcher in den höheren Horizonten porphyrisch wird, erleidet spät noch Nachschübe und verquickt sich örtlich mit dem Andesit. Während die Eruptionen das Senkungsgebiet auffüllen, bauen sich ringsum im weniger tiefen Meere die Sedimente auf. Sie greifen zum Schlusse der Eruptionsepoche auf die Eruptivmassen des Senkungsgebietes herüber und überkleiden dieselben zum Theil. Durch die Wärme der unterlagernden Eruptivgesteine werden sie zum Theil metamorphosirt. Das Alter der einzelnen Gesteine lässt sich nicht genau feststellen. Dieselbe eruptive Facies kann sich in verschiedenen Horizonten wiederholen . . . . . 45



Lith. Anst. v. F. Koke in Wien.

1000 Meter.

Jahrbuch der k. k. Geologischen Reichsanstalt Bd. XXXI, 1881.

Verlag von Alfred Holder k. k. Hof- u. Universitäts-Buchhändler in Wien.