

Geognostische Mittheilungen aus den Alpen.

„Separatabdruck a. d. Sitzungsber. d. math.-phys. Classe d. k. bayer. Acad. d. Wiss. in München vom 7. Februar 1880 Heft 2 S. 164“.

VI.

Ein geognostischer Streifzug durch die Bergamasker Alpen.

In meiner fünften Mittheilung über geognostische Verhältnisse der Alpen¹⁾, welche der Klarlegung der Stellung der Pflanzenreste-führenden Sandsteinbildungen von Recoaro gewidmet ist, habe ich bereits im Vorübergehen des Streifzuges gedacht, den ich nach meinem Besuche Recoaro's westwärts durch die Bergamasker Alpen unternommen und über den ich ausführlicher zu berichten mir vorbehalten habe.

In den folgenden Blättern werde ich nun versuchen, das Wichtigste von den Beobachtungen mitzutheilen, die ich bei diesen Wanderungen durch einen der schönsten und lehrreichen Theile der Alpen anzustellen Gelegenheit fand. Hierbei hielt ich meine Aufmerksamkeit in erster Linie auf die Untersuchungen derjenigen Verhältnisse gerichtet, welche sich auf die Frage über die westliche Fortsetzung der Pflanzenreste-führenden Schichten von Neu-

1) Sitzungsbericht d. math.-phys. Classe d. k. bayer. Acad. d. Wiss. in München vom 1. März 1879.

markt-Recoaro und auf das Fortstreichen des Bellerophonkalks beziehen.

Gestatten die ausführlichen Schilderungen früherer Forscher in diesen Gegenden insbesondere jene Escher's von der Linth, Ragazzoni's, Curioni's, Frz. v. Hauer's, Stoppani's, Benecke's und von Lepsius bereits einen tiefen Einblick in die allgemeinen Gebirgsverhältnisse dieser alpinen Gebiete, so sind es doch wohl vor allen die bahnbrechenden Abhandlungen von Ed. Suess,²⁾ durch welche über die mich besonders beschäftigende Frage der Stellung und Bedeutung gewisser pflanzenführenden Schichten der westlichen Alpen eine gesicherte Grundlage gewonnen wurde und an die auch ich meine Untersuchungen zunächst anzuknüpfen versuchen musste.

Es ist zu bekannt, um es hier ausführlicher zu wiederholen, dass in den Bergamasker Alpen in Val Trompia bei Collio Pflanzenreste zuerst von dem Director Giovanni Bruni entdeckt, dann von Ragazzoni und Curioni bekannt gemacht und beschrieben, endlich neuerlichst durch Suess eingehend untersucht worden sind, welche Geinitz als solche der Dyasformation erkannt hat.

In derselben Gegend, in welcher diese postcarbonischen Bildungen entwickelt sind, finden sich nun auch und zwar in sehr ausgezeichneter Weise jene so charakteristischen Seisserschichten mit *Posidonomya Clarai*, welche in Südtirol und bei Recoaro unmittelbar die Pflanzenrestführenden unteren Voltziensandsteine und die Bellerophonkalke oder deren Stellvertreter überlagern. Desshalb war es mir im hohem Grade wahrscheinlich, dass in diesen westlichen Alpengegenden mit den Seisserschichten auch das Neumarkt-Recoaro-Pflanzenlager, die unteren

2) Die Aequivalente des Rothliegenden in den Südalpen. Sitz. d. k. k. Acad. d. Wiss. in Wien Bd. LVII. 1. Febr. und April Heft 1868.

Voltzienschichten und die Stellvertreter der Bellerophonkalke, wenigstens angedeutet sich auffinden liessen und in diesem Falle mitten zwischen Seisserschichten und den Dyasbildungen eingebettet durch ihre Lagerungsweise die wichtigsten Aufschlüsse über den engeren Anschluss entweder an die unterlagernden postcarbonischen Gebilde, oder an die aufliegenden Seisserschichten der Trias, damit zugleich auch die Entscheidung über ihre Zugehörigkeit zu den Dyas oder Trias zu geben im Stande wären. Oder sollten gar die Pflanzenschiefer von Collio nichts anderes sein, als eine besonders ausgebildete Facies der Voltzienschichten von Neumarkt und Recoaro, weil weder Curioni, noch Suess, noch Lepsius ein zweites oberes Pflanzenlager in diesen Gegenden erwähnen? Möglich wäre es aber auch, dass das Pflanzenlager und die Bellerophonkalke nach Westen sich gänzlich auskeilen und verschwinden. Mit diesen Erwägungen und Erwartungen betrat ich das Gebiet westwärts von Storo, Val Bona und Lago d'Idreo.

Riva und Val Ampola:

Ich werfe nur einen flüchtigen Blick gleichsam als Einleitung auf das östlich vorliegende Gebiet bei Riva zwischen dem Garda- und Idreosee, weil uns in dem Ueberschreiten der Gardasee-Spalte westwärts ein von dem anschliessenden östlichen Gebiete in Südtirol durchaus verschiedene Gebirgsentwicklung entgegentritt und eine neue geognostische Landschaft sich ankündigt. Das weite Vordringen tertiärer Ablagerungen in dem Gardaseeeinschnitt nach Norden liefert den Beweis, dass hier schon frühzeitig eine grossartige Einbuchtung bestand, die von S. in das Hochgebirge weit hineinragte. Ich erinnere nur an die schönen Aufschlüsse in den tiefsten und ältesten Tertiärablagerungen mit *Rhynchonella polymorpha* (Spileccoschichten) in einer Schlucht unmittelbar ostwärts von Torbole am Gardasee,

wo ich die nach NW. geneigten Breccien-artigen Tertiärschichten auf die Kalke des Mt. Baldo direct aufgelagert fand. Im Hangenden folgen dann die mächtigen Nummulitenkalke gegen Nago und Vignole.

Diese Gebilde umsäumen den Ostrand der grossen See-Bucht und ziehen sich auch noch am Nordrande hin, wo sie an der Burg von Arco in Form von *Foraminiferen*-reichen jüngeren Mergellagen zu beobachten sind. Auch die höchst auffallende inselartige Erhebung des Mt. Brione mitten aus der alten Seefläche besteht aus ziemlich stark nach W. geneigten Bänken von Tertiärschichten. Die Grundlage bilden auch hier Nummulitenkalke; darüber folgen wenig mächtige, mergelige glauconitische, versteinungsreiche Sandsteine, auf welchen die grauen mergeligen Bänke des Westgehänges in grosser Mächtigkeit aufruhem. Ich sammelte aus den glauconitischen Lagen in der Nähe des Zollhäuschens an der Strasse von Torbole nach Riva ziemlich zahlreiche Versteinerungen, unter welcher besonders mehrere Arten von *Pecten* sich auszeichnen, während die übrigen Formen meist nur als Steinkerne erhalten sind. Gemäss der Lagerung und nach dem Gesamteindruck der organischen Einschlüsse scheinen mir diese Schichten mit dem auflagernden grauen Mergel den tieferen oligocänen Schichten gleichgestellt werden zu dürfen. Herr Theod. Fuchs in Wien, welchem ich die *Pecten* übersandte, hatte die Güte, auf meine Bitte, diese einer näheren Untersuchung zu entwerfen, wofür ich an dieser Stelle meinen besten Dank ausspreche. Dieser gründlichen Kenner der alpinen Tertiärfaunen, spricht sich dahin aus, dass diese *Pecten* vollkommen mit denjenigen übereinstimmen, welche sich im Grünsande von Belluno finden.

Nach H ö r n e s nun gehören diese Grünsande von Belluno zu den Schioschichten, was H F u c h s für richtig erachtet und demnach die Grünsande des Monte Brione demselben

Horizonte zuzählt. Indess hält er die Bestimmung der zahlreicheren, hier vorkommenden *Pectenarten* für sehr schwierig. Die eine Art, früher als *P. deletus* Mich. bezeichnet, mit der sie jedoch nicht übereinstimmt, stehe der *P. Burdigalensis* am nächsten, und sei vielleicht mit dieser Art zu vereinigen. Eine zweite Art, früher als *P. Haueri* Mich. bestimmt, gehöre gewiss nicht dieser Art an, sondern nähere sich dem *P. Northamptoni* Mich. (= *P. bonifaciensis* Loc.), mit dem sie ident oder aber neu sei. Bei einem dritten *Pecten* schein die Uebereinstimmung mit der miocänen *P. camaretensis* Fon. sehr gross. Weiter gehört hieher eine dem *P. miocenicus* Mich. nahestehende Arte. Andere Formen von *Pecten* sind unbestimmbar. Ausserdem liegen mir vor: *Cardita* genau so wie *Arduini* Brongn., dann *Isocardia* aff. *transversa*, *Venus Aglaurae* Brongn. *Crassatella* f. *speciosa* Mich.; *Crassatella* aff. *neglecta* Mich.; *Trochus* spec.; *Dentalium* spec. *Voluta* cf. *Apenninica* Mich.; *Trochocyathus* spec.; *Flabellum* spec.

Die dem Grünsand auflagernden lichtgrauen Mergel sind sehr versteinungsarm; häufig ist nur eine sehr verdrückte *Panopaea*, welche *intermedia* und *Heberti* nahesteht. Selten kommt auch hier noch die früher als *Pecten Haueri* bestimmte Muschel vor.

Gleich an den letzten Häusern von Riva an der Strasse zum Ledrosee stehen sehr eigenthümliche schwarze, hornsteinreiche Kalkschichten an, welche nach Analogie mit dem durch *Crinoideen*-Reste und Einschlüsse von *Pecten* näher bestimmten Gesteine von Beseca in Val die Cancei dem unterem Lias angehören. In Folge einer Verwerfung schliesst sich ohne Vermittelung eines Zwischengliedes hier sofort heller, kalkiger Hauptdolomit an, welcher nach dem Hangenden zu in weisse Plattenkalke übergehend nicht bloss das felsige Steilgehänge des Gardasee's bis zum Ponalefall und weit darüber hinaus zusammensetzt, sondern

selbst bis über den Ledrosee hinaus anhält. Deutliches Liasgestein habe ich auf dieser Strecke anstehend nicht beobachten können. Die Schichten des Hauptdolomits erscheinen in einer grossen Mulde mit mehrfachen Nebenfalten und Wellen zusammengebogen, welche erst auf den Höhen des Mt. Nota und Gimela von jüngeren Gesteinslagen überdeckt werden. In der Nähe von Biasezza fand ich eine Bank voll von *Avicula exilis*, einer Leitmuschel des Hauptdolomits. Erst am Südufer des Ledrosee's in der weiten Ausbuchtung des Assat di Peor begegnet man nach langer Unterbrechung von Osten her zuerst wieder den Fragmenten von merkwürdiger Weise den gleichalterigen Schichten in den Nord- und Westalpen petrographisch ganz gleichen, versteinungsreichen rhätischen Mergelplatten, welche von dem Mt. Tremazzo abstammen. Auf der Nordseite der Querbucht zwischen Pieve di Ledro, Beseca und Tiorno schliessen sich diesen Ablagerungen Streifen von Lias-schichten an, welche von Norden her in einer schmalen Falte bis zum Ledrothal herabziehen und in S.-W. Richtung rasch sich ausheben. Mit dem Eintritt in das einsame Val Ampola umgeben uns wieder mächtige, hohe Berge von sehr dunkelfarbigem Hauptdolomit. Das Gestein zeichnet sich hier durch den erstaunlichen Reichthum an *Gyroporella vesiculifera* aus, mit welchen manche Bänke geradezu erfüllt sind. Sie fehlen in fast keiner der zahlreichen Gesteinsbänke an dem Strassenrand und begleiten uns bis in die Nähe des Steilabfalls nach Storo oberhalb des Wasserfalls, wo sie in derselben Bank mit *Dicerocardium*, *Jani*, *Megolodon triquetra*, *Turbo solitarius* und *Avicula exilis* sich vorfinden. Dieses Zusammenvorkommen der charakteristischsten Arten des Hauptdolomits ist ganz besonders lehrreich und wichtig. Die dolomitischen Schichten reichen noch eine ansehnliche Strecke abwärts gegen Storo und es erscheint besonders auffällig, dass hier trotz der raschen Annäherung an die

untere Grenze der Trias hin keine älteren Abtheilungen der tieferen Kalkschichten sich bemerkbar machen. Es stellen sich zwar gegen Storo hin intensiv schwarze schiefrige Kalke ein, welche durch die ziemlich häufig vorkommenden Fischschuppen an die Asphaltschiefer von Seefeld erinnern, aber sie sind so innig mit dem Dolomit verbunden, dass wir sie ebenso wenig wie die nordalpinen Asphaltschiefer vom Hauptdolomit strenge abscheiden können.

Von Ponte Caffaro, der Zollgrenzstation in der Nähe des Idreosee's, steigt, man über ein sehr steiles Gebänge, dessen Untergrund wiederum aus Hauptdolomit besteht und von Glacialschutt stellenweis überdeckt ist, zur bequemen Strasse nach Bagolino empör. Der Hauptdolomit begleitet uns längs dieser Strasse ununterbrochen bis zur Brücke Reinieri. Majestätisch erhebt sich gerade westwärts der hohe Dosso Alto aus sehr steil gestellten Bänken weissen Wettersteinkakls aufgebaut, dessen hangende Lagen durch eine Reihe weicher mergeliger Gesteine der Dossena-Schichten in einer tiefen Sattelbucht gegen Mt. Berga von dem südlich vorlagernden Hauptdolomit getrennt sind. An dem nördlichen Rande der tiefen wilden Caffaro-Schlucht sieht man aus der Ferne rothe Gesteinslagen und höher darüber Porphyrfelsen, welche an der grossen O.-W. über den Manivasattel zum Val Trompia, westwärts fortstreichenden Spalte neben den jüngeren Gebirgsgliedern sich herausheben und mit älteren Bildungen zu einer fortlaufenden Zone zusammenschliessen. Als erster Ausflugspunkt in dieser Gegend wurde der auf einer mächtigen Schuttterrasse liegende Ort Bagolino gewählt.

2. Valle di Freg.

Der Weg von Bagolino in das Valle di Freg führt zunächst über ausgedehntes Gehängeschutt, der vorherrschend aus Glimmerschiefer-ähnlichem Phyllit in mannigfaltigen

Abänderungen besteht. Noch ehe man die Kapelle S. Carlo erreicht, heben sich Felsen eines aus weissen, Glimmer-ähnlichen Schüppchen, grünen chloritischen Blättchen und aus Quarz bestehenden, von kleinen Granaten vollgespickten Phyllits mit N.-W. einfallenden Schichten aus dem Untergrunde heraus. Auf diese folgt dann thalaufwärts sofort eine Region grünlich grauer sandig-tuffiger Schiefer und deutliche Sandsteinbänke von schwärzlich-grauer Färbung und z. Th. conglomeratartiger Ausbildung. Auch diese Schichten fallen nach N.-W. also ziemlich gleichförmig mit dem Phyllit ein. Eine bankartig zwischengelagerte Porphyrmasse besteht aus vorherrschend röthlichem Gestein, wie wir es bei Botzen, am Westgehänge bei Tione in Judicarien und aus Val Rendena kennen. Nebenbei zeigen sich auch grüne, graue und auffallend lichte Färbungen des Porphyrs, dessen schwaches Lager man bald überschritten hat. Wir gelangten nun thalaufwärts in jenes ausserordentlich mächtige Schichtensystem, das bereits unter dem Porphyrlager begonnen und aufwärts in ziemlich gleichbleibenden Ausbildung bis zur Einmündung des Val Bruffione bei der A. Grisa fortsetzt. Es sind trotz der beträchtlicher Mächtigkeit einförmig ausgebildete, dünnschichtige, grünlich graue und schmutzig graue Sandsteinschiefer, grünliche dichte Grauwacke-ähnliche Gesteine, denen sich spärlich grau gefärbte Conglomeratbänke beigesellen. Nicht selten nehmen die Sandsteine eine so feinkörnige, an das Aphanitische streifende Beschaffenheit an, dass es leicht verzeihlich ist, solche Gesteine bei dem ersten Anblick für Grünstein, Diorite oder dergleichen zu halten, wie Curioni's Karte anzudeuten scheint. In Dünnschliffen lässt sich leicht die klastische Natur der Gemengtheile erkennen. Abgerundete Quarzkörnchen zeigen sich mit Glimmerschüppchen und feldspathigen Theilchen durch ein thonig-kieseliges, trübes und

durch ein lebhaft grünes, helles, in Säuren nicht leicht veränderliches Binde- und Zwischenmittel verkittet, wie dies bei tuffigen Sandsteinen vorzukommen pflegt.

Die seltenen Bänke von Conglomeraten enthalten wenn auch noch nicht häufig Bruchstücke von Porphyr, zum Beweise, dass schon vor deren Ablagerung bereits Porphyrruptionen stattgefunden haben, wie auch die bankweise Zwischenlagerung, von Porphyrmassen in den tieferen Schichten bestätigt. Ganz besonders bemerkenswerth sind die grünlich grauen, meist dünnspaltigen Sandsteinschiefer, deren Schichtflächen oft wie bei dem älteren Thonschiefer, fast glimmerig oder fettig glänzend und mit Parallelfältchen überzogen, zugleich oft auch mit wurmähnlich gekrümmten und verschlungenen Wülsten, Rippen, nussartigen Höckern und Fussspuren-ähnlichen Eindrücken oder Erhabenheiten bedeckt sind. In diesen Platten bemerkt man häufig auch jene, der Art nach schwer zu bestimmenden, aber durch ihre kohlige Beschaffenheit und stengelige Form sicher als Pflanzenreste erkennbaren Abdrücke, wie solche von Collio bekannt sind.

Die wohl geschichteten und dünnplattigen Varietäten dieser Sandsteinschiefer werden in dieser Gegend häufig als Material zur Bedachung der Häuser verwendet.

Auch im Valle di Freg gelang es mir in der Nähe der Ponte d'Azza, ehe man Lavallo Fucine, erreicht einzelne Lagen dieses Sandsteinsschiefers aufzufinden, welche *Walchien*-Abdrücke und *Schizopteris*-Ueberreste enthalten. Wie spätere Vergleiche zeigten, ist diese ganze Gesteinsreihe vollkommen identisch mit jener des Mt. Colombino bei Collio, in welchen durch Suess Aequivalente des Rothliegenden nachgewiesen wurden.

Darf man nach der Gesteinsbeschaffenheit weitere Schlüsse ziehen, so möchte auch das Gestein der Naifschlucht bei Meran und die vielfach im Porphyr bei Botzen ein-

geklemmten, Pflanzenreste-führenden, grünlich grauen, oft dichten Sandsteinfragmente, wie ich schon früher ausgesprochen habe, derselben Bildung anzureihen sein. Merkwürdiger Weise hat auch das von Prof. Pichler entdeckte Gestein von Steinach am Brenner, das man jedoch für ächt carbonisch hält, der petrographischen Beschaffenheit nach die allergrösste Aehnlichkeit mit unseren Bergamasker Schichten. In der Reihe der sog. Grödener Sandsteine dagegen kenne ich Nichts, was lithologisch auch nur entfernt an derartige Bildungen erinnert.

Die im Allgemeinen von S. nach N. ziehende Thalrichtung, welche fast rechtwinkelig zu dem ziemlich constant von S.-W. nach N.-O. gerichteten Streichen bei widersinnigem N.-W. Einfallen der Schichten verläuft, gestattet, indem man immer weiter aufwärts in dem Hauptthale emporsteigt, den ganzen Schichtencomplex quer zu durchschreiten und bei den zahlreichen sich hier darbietenden Entblössungen fast Schicht für Schicht näher zu untersuchen.

Bis zu der oben schon erwähnten Ponte d'Assa fallen die Schichten nahezu constant nach N.-W. ein. Oberhalb dieser Brücke führt der Thalweg über grossartig durch Gletscherschliffe polirte Felsen. Hier zeigen die Schichten auf eine kurze Strecke geändertes westliches Einfallen, richten sich aber bald wieder in die normale N.-W.-Einfallrichtung ein, welche nur stellenweis durch kleinere Falten und Wellenbiegungen geändert, sonst in grosser Beständigkeit thalaufwärts anhält. Von der Thalgabel an, wo bei Lavallo Fucine das Seitenthal Sanguinera von N.-W. hereinmündet, zeigt sich in den sonst gleich bleibenden Schichten häufiger ein röthlicher Farbenton. Auch stellen sich nach und nach etwas häufiger zwischengelagerte Conglomeratbänke ein. Hier ist es auch, wo etwa in der Mitte zwischen den Mündungen vom Val Scaglie und Val

Bruffione ein zweites jüngeres Porphyrlager zwischen dem Schichtgestein eingeklemmt sich bemerkbar macht. Vielleicht hängt dieses Porphyr mit dem Stock des Mt. Dolo zusammen.

Noch stehen an der Einmündung des Val Bruffione, das von N.-O. herabzieht, in einem Steinbruche die charakteristischen grünlich grauen Sandsteinschiefer, wie wir solche auch aus dem unteren Theile des Thals bereits beschrieben haben, mit den bemerkenswerthen Wülsten auf den Schichtflächen deutlich an. Sobald wir aber den Thalriss auf eine kurze Strecke verlassen, um über eine ziemlich steile Terrasse höher emporzusteigen, stossen wir zum ersten Mal auf intensiv rothe conglomeratartige Sandsteinbänke, ächte breccienähnliche Conglomerate (v. Verrucano) in Wechselagerung mit jenen flasrig dünnschichtigen, intensiv rothen Schieferthonschichten, die z. Th. wohl schon zu den sog. Servino der italienischen Geologen gerechnet werden dürften. Auch einzelne helle und selbst weisse Sandsteinlagen mit grünlichen Thongallen fehlen hier nicht. Ich stehe nicht an, diese ganz gleichförmig über den tieferen Schichten lagernde Gesteinsreihe, welche zwar durch keine auffallende Grenzscheide von letzteren abgetrennt zu sein scheint, gleichwohl mit den Bildungen für identisch zu halten, welche wir in Südtirol als Grödeners Schichten zu bezeichnen pflegen.

Dieser hangende Schichtencomplex ist ziemlich mächtig und reicht bis nahe zur unteren Compros-Alpe. Hier kann man an den westlich ansteigenden Gehängen deutlich die Auflagerung der grauen mergelig-schiefrigen Gesteine mit *Posidonomya Clarai* — also typische Seisser Schichten — unmittelbar auf diesen sandigen Bänken beobachten. Meine mit möglichster Sorgfalt in diesen Grenzsichten angestellten Untersuchungen haben ergeben, das hier weder ein schwarzer Kalk als Repräsentant des Bellerophonkalks

sich vorfindet, noch auch, dass eine gelbe dolomitische Zwischenlage als dessen Stellvertreter zu deuten wäre. Man kann in den tiefen Gräben, von welchen die Weidfläche der Alp durchzogen ist, die sehr charakteristischen Schichten der Seisser und Campiler Schichten ganz so, wie sie in Südtirol etwa bei Botzen entwickelt sind, gut beobachten. Selbst die harte, oolithische, mit *Holopellen* erfüllte Bank fehlt nicht. Doch herrscht in diesen Bildungen hier die graue Farbe etwas vor.

Unmittelbar darüber lagert sich oft in zackigen Riffen ausgewittert, sonst wohl auch von tiefen wilden Gräben durchfurcht eine gelblich oder schmutzig weissliche grossluckige, poröse *Rauhwa*cke mit mergeligen, weichen Zwischenlagen und Gypsspuren an. Sie begleitet uns, wenn wir westwärts von Compras-Alpe über einen Seitensattel zur Alpe Cadino di mezzo hinübersteigen, und breitet sich dann noch weiter westlich oberhalb Cadino di sotto und gegen Croce Domini ungemein mächtig aus. Ein schmaler Streifen, welcher wegen aufgehäuften Steinschutts das im Untergrund anstehende Gestein nicht beobachten lässt, trennt diese *Rauhwa*cke von der nächst höheren auflagernden Schichtenreihe einer durch die tiefschwarze Färbung besonders in die Augen fallenden Kalksteinbildung. Der daraus entstandene Boden ist oft kohlschwarz und sticht schon aus weiter Ferne in die Augen.

Diese schwarzen, meist dünngeschichteten, oft sogar etwas schiefrigen *Kalke*, die auch dolomitische Lagen in sich schliessen, sind dadurch ausgezeichnet, dass sich auf dem intensiv schwarzen Grunde der Hauptmasse des Gesteins zahlreiche kleinere und grössere Putzen, Körnchen und Flecken von fast rein weissem Kalkspath grell abheben. Zuweilen glaubt man in diesen Putzen die Umrissse von organischen Einschlüssen zu erkennen. Doch sind solche in Dünnschliffen nur selten deutlich zu unterscheiden. Auch

Hornstein-Knöllchen und -Ausscheidungen fehlen nicht und zahlreiche Adern von schwarzem Anthraconit und weissem Kalkspath durchschwärmen häufig das Gestein.

Diese so bestimmt charakterisirten intensiv schwarzen weiss gesprengelten plattigen Kalke gewinnen, wie wir sehen werden, eine grossartige Verbreitung nicht bloss in den Bergamasker Alpen, sondern auch auf dem Nordabhang im Bündener Hochgebirge und dann wieder im Ortlerstock. Der Kürze wegen wollen wir sie deshalb schwarze Ortlerkalke³⁾ nennen, denen ein weites, ziemlich scharf abgegrenztes Entwicklungsgebiet unserer Alpen zufällt.

Die geologische Stellung dieser Kalkstufe werden wir ausführlicher zu erörtern später Gelegenheit finden. Nur soviel muss gleich hier bemerkt werden, dass die Zwischenlage zwischen Rauhwanke und dem weissen Kalk der Schlern- oder Wettersteinstufe dieselbe der Muschelkalkregion zuweist. Der höhere schmale Gebirgsrücken, welcher sich zwischen V. Caffaro und dem obersten Val Cadino gegen Mt. Castion emporzieht, besteht aus weisslichen Kalk und Dolomit, wie am Dosso Alto. Man vermisst diese Angabe auf den Karten. Ein Band des oben bezeichneten schwarzen Kalks zieht sich oberhalb der Compras-Alpe am Gehänge hin und senkt sich einer Seits in die Thalung gegen Gaver und erstreckt sich anderer Seits westwärts über den Sattel zum Vallo Cadino, wo es die grosse, von den drei Cadino-Alpen eingenommene, kesselförmige Thalweitung umsäumt. Oberhalb der Alpe Cadino di sopra ist das Gestein reichlich entblösst und leicht der Beobachtung zugänglich. Ich fand es leider auch hier versteinungsleer.

3) Die in meiner V. Mittheilung (Sitz.-Ber. 1879 Anm. 24) ausgesprochene Ansicht, dass ein Theil der schwarzen Kalke des Ortlerstocks vielleicht dem Bellerophonkalke gleichzustellen sei, ist demnach nicht stichhaltig und muss zurückgenommen werden.

Wo man auf dem Wege von Val Caffaro in Val Cadino zwischen Compras- und den Cadino-Alpen den Pass überschreitet, tritt auf letzterem neben Rauhwaacke ein stark zersetztes Diorit-ähnliches Gestein mit tuffigen Lagen zu Tage. Der Lagergang scheint westwärts gegen Croce Domini fortzustreichen. Es ist ein Gestein, dem wir noch öfters in den Bergamasker Alpen und zwar in weniger zersetztem Zustande begegnen werden, wesshalb wir eine nähere Beschreibung für später uns vorbehalten. Es ist offenbar dasselbe Gestein, welches Lepsius ⁴⁾ unter der Bezeichnung Mikrodiorit aus dem benachbarten Val Bondol vom Mt. Laveneg und aus Val Trompia oberhalb Collio beschreibt. Ich glaube das auch in den Nordalpen in gleich altrigen Schichten auftauchende, massige Gestein — den Spilit der Schweizer Alpen z. Th. — das ich aus der Gegend von Berchtesgaden als Sillit ⁵⁾ beschrieben habe, — hierher rechnen zu dürfen.

In der Thalung der Alpen Cadino und abwärts längs des Sanguinera-Baches durchqueren wir den ganzen bisher beschriebenen Schichtencomplex noch einmal in umgekehrter Ordnung, wie im Caffaro-Thal. Zuerst tauchen bei der Alpkütte Gira bassa unter der Rauhwaacke die Mergelschiefer der Campiler und Seisser Schichten auf und darunter treten nun der Reihe nach die in gleichmässiger Lagerung unter einander folgenden Schichten, zuerst das rothe Sandsteingebilde mit Zwischenlagen weissen Sandsteins, die röthlichen groben Conglomerate und mit ihnen der zweite obere Lagerzug des Porphyrs zu Tage. Derselbe scheint mithin über die Kuppe des Mt. Misa fortzusetzen. Bei Ponte di Rimial erreichen wir wieder das Hauptthal mit den schon beschriebenen älteren Schichten.

4) A. A. O. S. 179 u. ff.

5) Geogn. Beschr. d. bayer. Alpengebirgs S. 187.

Keines der zahlreichen Profile am Südrande des Tonalit-Stockes ist vollständiger, als das eben geschilderte oder bietet wesentlich andere und bessere Aufschlüsse; wesshalb ich mich hier auf die Beschreibung dieses letzteren beschränken will.

Ueber die in neuester Zeit so lebhaft besprochenen metamorphischen Gebilde am Rande des Tonalits habe ich keine Gelegenheit gefunden, eingehende Studien zu machen.

Ueberblicken wir die Ergebnisse der Beobachtungen aus der Umgebung von Bagolino, so lassen sie sich etwa in Folgendem zusammenfassen.

- 1) An die nahezu O.-W. verlaufende Dislocationsspalte, welche von Ponte del Caffaro gegen Bagolino und zum Passo della Maniva streicht, lehnt sich südwärts das abgesunkene Triasgebirge, während nach Norden das ältere Schichtensystem aus glimmerigem Phyllitschiefer sich hoch emporhebt und einen eng zusammengefalteten Sattel bildet.
- 2) Auf diese ältesten Phyllitschiefer legt sich weiter nordwärts in nahezu gleichförmiger Lagerung ein sehr mächtiger Complex von graugrünem Sandstein, Conglomerat und Schiefer mit einem Porphyrlager an.
- 3) In dem plattigen Sandschiefer dieser Schichtenreihe finden sich Pflanzenreste, wie bei Collio, die als jene des Rothliegenden erkannt wurden und nicht identisch sind mit jenen von Neumarkt-Recoaro.
- 4) Die obere Abtheilung dieses Complexes nimmt eine etwas röthliche Farbe an, enthält zahlreiche Bänke von Conglomerat, ohne jedoch die Beschaffenheit der sog. Grödener Schichten anzunehmen. Hier ist ein zweites Porphyrlager ausgebreitet.
- 5) Erst auf dieser Reihe folgen Gesteinbildungen von vorherrschend intensiv rothem Schiefer, Sandstein und

- Conglomerat, mit Zwischenlagen weissen Sandsteins, welche den sog. Grödener Schichten vollständig gleichen. Unmittelbar auf diesen liegen die grünlichgrauen Mergelschichten mit *Posidonomya Clarai* (Seisser-Schichten).
- 7) Weder die Pflanzenreste der Neumarkter - Recoaro Schichten, noch Lager schwarzen Bellerophonkalkes oder des stellvertretenden Dolomits sind hier entwickelt.
 - 8) Das Collio-Pflanzenlager ist entschieden ein älteres, als jenes bei Neumarkt und Recoaro des Grödener-Sandsteins.
 - 9) Rauhdecken, schwarze plattige Kalke, weiche mergelige Lagen und weisse Kalke oder Dolomite betheiligen sich in diesem Gebirge am Weiterbau der Triasbildungen in ausgiebiger Weise, wie in Südtirol.

3. Manivasattel und die Eisenindustrie.

Die im Eingang in Valle di Freg beobachteten Glimmerschiefer-artigen Phyllite setzen von Bagolino westwärts längs des zu den Höhen des Maniva-Passüberganges ansteigenden Wegs ununterbrochen fort, obwohl sie oberflächlich auf grosse Strecken von Schutt überdeckt und dem Auge entzogen sind. Am Rande des Val Recigand fallen die Schichten ziemlich steil südlich ein und diese südliche Schichtenneigung hält ziemlich constant bis zur Passhöhe an. Auf der schmalen Kante des Passes selbst biegen sich die Phyllitschichten zu einem Sattel um, indem die Schiefer S. vom Passe südlich, W. vom Passe nördlich einschliessen. Der südliche Flügel ist aber hier sehr schmal, weil die schon erwähnte grosse O.-W. Dislokationslinie ganz in der Nähe durchzieht und die Schieferschichten plötzlich abschneidet. Jenseits oder S. von der Spalte legen sich sofort röthliche, oolithische Kalkbänke voll von kleinen *Holopellen* und graue Mergelschichten an, welche unzweideutig die Seisser-Schichten verrathen. Aber auch sie sind auf eine geringe Mächtigkeit beschränkt,

indem sofort in S.-Richtung am Kamme gegen den Dosso Alto erst Rauhwanke mit gypsigen Mergellagen und dann mit der Steilwand plattige schwarze Kalke, genau wie an der Comprasalpe von Valle di Freg darüber sich anlegen. Ich verfolgte das Profil aufwärts zum Dosso Alto nicht weiter; dasselbe ist durch Lepsius sehr genau beschrieben worden (a. a. O. S. 58, 64 und 311). Nach dessen Darstellung umschliessen hier die obern Lagen des schwarzen Kalkes die charakteristischen Versteinerungen des Brachiopoden-reichen oberen Muschelkalkes und bilden selbst wieder die Unterlage von Knollenkalken und kohligen Mergelschiefern, welche durch Einschlüsse von *Halobia parthanensis*, *Ammonites Aon*, *A. euryomphalus* und von *A. trompeanus* in den höheren Hornstein-führenden Lagen als die Aequivalente der Buchensteiner Kalke und Wengener Schichten bezeichnet werden. Erst über diesem schiefrigen dunklen Gestein erhebt sich in steilen Wänden der mächtige hellfarbige Kalk — Esinokalk — bis zur Spitze des Dosso Alto.

Ehe die Passhöhe Maniva ganz erreicht worden war, begegneten wir einem Eisenerztransport der primitivsten Art, einem schwachen Ueberrest einer in diesen Alpenbergen einst in hoher Blüthe stehenden Eisenindustrie, deren ich hier mit ein Paar Worten gedenken möchte.

Schon beim Aufsteigen aus dem Thale von Bagolino, wo ein Eisenhohofen steht, fällt eine höchst eigenthümliche Glättung des Wegs auf, welche streckenweis wie polirt und von Gletscherstreifen überzogen aussieht. Es rührt dies von einer ganz besonderen Art des Erztransportes her, welcher darin besteht, dass von der Passhöhe herab auf dem steil abschüssigen Wege die Erze in Säcken gefüllt an besonders stark geneigten Stellen auf hölzerner Unterlage an der Erde fortgeschleift werden. Mit oft rasender Geschwindigkeit schiessen die jungen, nicht überflüssig reichlich bekleideten Burschen den Erzsack hinter sich nachziehend und vorn mit den

nackten Füßen gleichsam rudern, die Richtung bestimmend und die Geschwindigkeit regulirend in halb liegender Stellung über die steilen Stellen hinab. Das Erz wird aus dem jenseitigen Val Trompia in eben so ursprünglicher Weise zum Sattel emporgeschafft. Man begegnet hier ganzen Reihen von Weibern und Kindern, welche die schwere Last in hölzernen Trögen oder kleinen Säcken zu einer Erzhütte am Passe mühselig hinaufschleppen.

Leider lässt sich aus eigener Anschauung nur mehr Weniges über diesen früher ebenso ausgedehnten, wie ganz eigenthümlichen Eisenhüttenprocess in den Bergamasker Bergen berichtet. Er gehört bereits fast ganz der Geschichte an, die so viel von dem berühmten Bergamasker Eisen und dem Brescianstahl zu erzählen weiss. Jetzt muss man bis in die hintersten und entlegensten Winkel vordringen, um noch die letzten Spuren der alten Kunst zu entdecken. Die schrankenlose Entwaldung der früher so forsteureichen Berge, die unaufhaltsame Concurrenz des wohlfeileren Eisens, welche aus dem Ausland eingeführt wurde, die Kostspieligkeit des Transportes sowohl des Rohmaterials, wie der Fabrikate in den Bergen und aus denselben heraus wirkten zusammen, das Kleingewerbe, das in zahlreichen Eisenhütten und Hammerwerken ausgeübt, selbst in die entlegenen Thäler Leben, Verdienst und damit eine gewisse allgemeine Wohlhabenheit gebracht hatte, fast gänzlich zu zerstören. Nur einige wenige Hohöfen und Puddlingsöfen suchen durch concentrirten und verbesserten Betrieb gegen die Concurrenz das Feld siegreich zu behaupten; doch können auch sie meist nur zeitweise in Gang gehalten werden. Bei dem Mangel des Landes an fossilem Brennstoffe und der kostspieligen Beschaffung desselben von auswärts scheint es trotz der Vorzüglichkeit der Erze kaum für die Dauer möglich, die Eisenindustrie in den Bergamasker Bergen zu erhalten. Eher dürfte es ökonomisch zulässig sein, die besseren Sorten Erze ins Ausland

zu transportiren und dort zu verhütten, vielleicht bei ihrem hohen Gehalt an Mangan selbst Ferromangan zu erzeugen.

Der weitverbreitete Reichthum des Bergamasker Gebirgs an hochhaltigen Eisenerzen von ganz vorzüglicher Beschaffenheit, wie solche die stark manganhaltigen Spatheisensteine darbieten, sowie die leichte Art, aus denselben stahlartiges Stabeisen und selbst Stahl darzustellen, hatten schon in den ältesten Zeiten die Kunst des Eisenschmiedens hier wachgerufen. Selbst zur Römerzeit war das Eisen von Comum, das aus den benachbarten Bergen stammte, fast so gesucht, wie das berühmte ferrum noricum aus Steiermark.

Es ist kaum zu bezweifeln, dass die Gutartigkeit der meisten Eisenerze ursprünglich die einfachste Darstellung eines stahlartigen Schmideisens unmittelbar aus den Erzen in offenem Herde durch eine Art Rennarbeit, später durch Windöfen ermöglichte. Es finden sich nämlich neben Eisenglanz und Brauneisenstein hauptsächlich Spatheisensteine in grosser Menge, deren Mangangehalt meist sehr beträchtlich ist. Curioni⁶⁾ der verdienstvolle Förderer der lombardischen Eisenindustrie, hat zahlreiche Vorkommnisse untersucht und giebt von einem Erz aus der Grube Piazzetta einen Gehalt an kohlensaurem Manganoxydul von 11,5% neben dem an kohlensauren Eisenoxydul von 82% an.

Aus diesem anfänglichen Verfahren der Rennarbeit scheint sich später jene Art der Stabeisendarstellung entwickelt zu haben, welche man die italienische Luppenfrischmethode zu nennen pflegt. Sie zeichnete sich dadurch aus, dass die Erze in einem ersten vorbereitenden Prozesse in dem Herde gebraten d. h. bis zum Zusammenbacken stark geröstet und dann aus dem Feuer herausgenommen wurden, um die so vorbereiteten Erze nunmehr

6) Geologie delle Prov. Lombarde II. p. 124.

auf dem mit Kohle eingefüllten Herde vor dem Gebläse zu schmelzen und aus dem auf diese Weise reducirten Eisen ein Frischstück — Masello — herzustellen. Nachdem bei dieser Arbeit beiläufig $1\frac{1}{2}$ Zt. Erz in 4—5 Stunden wieder geschmolzen war, wurde die Schlacke rein abgezogen, der Wind eingestellt und das Eisenstück aus dem Herd gebrochen, um es nun weiter unter dem Hammer zu einem Kolben und bei den folgenden Erzschnmelzen zu Stäben auszustrecken.

Es ist nicht unwahrscheinlich, dass bei der Leichtflüchtigkeit der Erze aus diesen einfachen Herden nach und nach eine Art Schmelz- oder Stückofen dadurch entstand, dass die Wände des Herdes erhöht und das flüssige Eisen anstatt herausgebrochen, nach dem Einschmelzen abgestochen wurde. Schon frühzeitig waren hierbei Wassertrommelgebläse im Gebrauch. Eigentliche Hohöfen dürften nicht vor Anfang des 17. Jahrhunderts Eingang in das Bergamasker Hochgebirge gefunden haben. Nach dem Stande zu Anfang dieses Jahrhunderts erzeugte man in ziemlich zahlreichen Hohöfen sowohl graues, wie weisses Roheisen meist ohne Zuschlag, wesshalb der Gang der Oefen vielfach ein unsicherer war.

Die weitere Verarbeitung dieses Roheisens geschah bis vor Kurzem in Herden entweder zu stahlartigem Schmiedeeisen oder zu wirklichem sog. Brescianstahl.

Die Bergamasker Frischschmiede ging aus der Methode der alten Rennherde hervor, indem man ein zweimaliges Schmelzen vornahm. Zuerst wurde der Herd von der vorigen Arbeit gereinigt, dann stellte man eine Vertiefung von festgeschlagener Kohlenlösch her und brachte das zerkleinerte Roheisen darauf, bedeckte es mit angefeuchteter Kohle, liess das stark stechende Gebläse an und schmolz in beiläufig 5—6 Stunden etwa $1\frac{1}{2}$ Zentner Roheisen ein. Die folgende Arbeit bestand darin, die Rohschlacke abzu-

stechen, auf das abgeräumte noch flüssige Roheisen Hammerschlag, wohl auch Schlacke und Sand zu werfen, diesen Zuschlag unter das Eisen zu rühren bis dieses eine teigartige Beschaffenheit annahm und sich in kleine Stücke zertheilen liess, wodurch man die sog. Cotizzo erhielt. Diese Stücke wurden nun herausgeschaufelt, der Herd wieder gereinigt, mit frischen Kohlen gefüllt, die Eisenstücke darauf gebracht und noch einmal nieder geschmolzen. Man erhielt so ein Frischstück — den Masello — der nach Abräumen des Herdes herausgenommen und unter den Hammer gebracht und zu sog. Taglioni ausgeschmiedet wurde. Das weitere Ausstrecken erfolgte bei dem ersten Einschmelzen unter kleinen Hämmern. Das auf diese Art erzeugte Stabeisen war meist von vorzüglicher Güte, stahlartig — ferro forte — und diente namentlich in Brescia zur Verfertigung der mannichfaltigsten sehr geschätzten Werkzeuge und Instrumente. Zu Anfang dieses Jahrhunderts zählte man noch gegen 120 Schmiedfeuer in Val Trompia und Val Sabbia ⁷⁾ und die Stadt Brescia konnte sich wegen ihrer Eisen- und Stahlfabrikation den stolzen Namen „armata“ beilegen..

Was die Erzeugung von Stahl anbelangt, so war diese immer eine sehr beschränkte; sie fand systematisch nur in Bagolino statt; und zwar durch zweimaliges Schmelzen von weissstrahligem Roheisen zwischen Kohlenklein, wobei man bei dem ersten Einschmelzen Hammerschlag zusetzte. Ausserdem wurde im Gegensatz zur gewöhnlichen Schmiedeisenerzeugung vermieden, das schmelzende Eisen dem Windstrom des Gebläses direkt auszusetzen, um ein zu starkes Verbrennen des Kohlenstoffs zu verhindern. Der ausgehobene Stahldeul wurde noch glühend im Wasser abgelöscht. Man erhielt auf diese Weise den sog. Acciajo na-

7) Brocchi, Trattato minerorologico et chimico sulle miniere di ferro del depart: del mella Brescia 1808 II Vol.

turale, unterschied aber im Handel feinen Brescianstahl zu Klingen und Instrumenten und ordinären Brescianstahl zu gewöhnlichen Werkzeugen verwendbar.

Jetzt sind es nur mehr wenige Hohöfen und Puddlingsöfen, welche an die Stelle der alten zahlreichen Herdfeuer getreten sind. Es ist ein betäubender Anblick so vielen Ruinen einer sonst so blühenden Industrie in den nunmehr stillgewordenen Thälern zu begegnen wo uns so zahlreiche Schlackenhalde an ebenso viele Stellen einer zu Grabe getragenen Industrie erinnern.

Kehren wir zu unseren geologischen Betrachtungen im Passo della Maniva zurück, so ist zu bemerken, dass von der Passhöhe abwärts zum Val Trompia bei St. Colombano uns in fast gleicher Richtung streichend vorherrschend dunkler Phyllit begleitet. Stellenweis liegen Schollen glimmerglänzenden hellfarbigen Schiefers oder gneissartige Schichtencomplexe mitten darin, welche man wohl am besten ihrer Stellung wegen unter der Bezeichnung Phyllitgneisse zusammenfasst. Ihrem petrographischen Charakter nach stellen sie bald typische Gneisse dar, sogar ausgezeichnete Augengneissvarietäten mit grossen rundlichen Knollen von Orthoklas, bald tragen sie das Gepräge der sog. Sericitgneisse und der Casannaschiefer Theobald's an sich, wie ich sie von Theobald selbst aus der Gegend des Casannapasses in der Churer Sammlung als solche bezeichnet fand. Diese vielgestaltig ausgebildeten jüngeren Gneisse spielen eine bisher noch nicht gehörig gewürdigte grossartige Rolle in dem ganzen System der Alpen und in fast allen Phyllitgebieten älterer Gebirge. Wir werden später eingehender davon handeln, erwähnt sei hier nur vorläufig, dass sie auch im Gebiete der Bergamasker Alpen einen wesentlichen Antheil an der Zusammensetzung der ältesten Schieferregionen nehmen und ungemein häufig vorkommen.

Zum Mellathale allmählig herabsteigend bemerkt man, dass die O.-W. Verwerfungsspalte, welche westwärts noch weiter fortstreicht, in immer ältere Schichten einschneidet, unter welchen namentlich der grellrothe Servino schon von ferne sich bemerkbar macht. Durch einige mit der Hauptspalte nahezu parallele Risse scheint hier in dem obersten Theile des Val Trompia das Gebirge in unregelmässig nebeneinanderliegende Gesteinskeile verschoben. Nahe bei dem Orte St. Colombano fallen die Phyllitschichten noch nach S. ein, während schon an der Kirche der Mühle gegenüber, aber bereits jenseits d. h. südlich der grossen O.-W. Verwerfungsspalte nördlich einfallende graue, gelbverwitternde Mergel der Seisser Stufe anstehen. Wir betreten damit das eigentliche Gebiet von Val Trompia, welches in gleicher Weise durch die interessantesten Vorkommnisse und Lagerungsverhältnisse wissenschaftlich, wie durch den Reichthum an Eisenerzen praktisch grosse Berühmtheit erlangt hat. Leider war es mir selbst nicht in einem Falle vergönnt, eine Erzgrube zu befahren, da dieselben theils dauernd verlassen sind, theils zeitweise ausser Betrieb standen. Meine Beobachtungen beschränken sich daher bloss auf das Ausstreichende der Lagerstätten. ⁸⁾

4. Collio, Val Serimando und Mt. Colombino.

Einer der belehrendsten Durchschnitte, ähnlich dem des Valle di Freg bei Bagolino, bietet das bei Collio in's Mella-Thal rechtwinkelig einmündende Val Serimando, welches gegen den Mt. Colombino tief in's Gebirge einschneidet. Es ist bereits dieses Profil von Suess eingehend besprochen worden.

Das erste anstehende Gestein unmittelbar oberhalb des Dorfes ist eine grobbankige Rauhwanke, wie oben in dem

8) Vergl.: Suess a. a. O. S. 11, Curioni a. a. O. p. 121 u. ff. E. Fuchs Annal. d. mines 1868 VI. Ser. tom. XII 428 u. sqq.

Gebiete des Caffarothals bei den Alper Compras und Cadino. Sie liegt mit südlichem Einfallen unmittelbar auf gleichförmig geneigten schiefrigen Gesteinen der Campiler und Seisser Schichten, welche durch zahlreiche organische Einschlüsse auch hier sicher als solche sich zu erkennen geben. Besonders bemerkbar machen sich gegen das Liegende zu mächtige intensiv rothe Lettenschiefer (Servino) mit linsenförmigen Einlagerungen von Spatheisenstein und Einsprengungen von Eisenglanz, dadurch lebhaft an das gleiche Vorkommen in den gypsführenden bunten Werfener Schiefer bei Berchtesgaden erinnernd. Ein grünliches, stark verwittertes Eruptivgestein, ähnlich dem auch zwischen St. Colombano und Collio beobachteten, setzt hier gangartig durch. Der hohe Grad seiner Zersetzung macht es unthunlich, seine ursprüngliche Zusammensetzung genauer festzustellen, doch scheint auch dieses Gestein dem Typus des Mikrodiorits anzugehören.

Unter dem rothen Servino folgt thalaufwärts sofort rother Sandstein in mächtigen Bänken geschichtet und unter 56° nach S. einfallend. Das Gestein gleicht in auffallender Weise dem sog. Grödener Sandstein, enthält nur spärlich Conglomeratzwischenlagen und zeigt weniger den Charakter der sog. Verrucano's, obwohl einzelne Porphyngerölle darin eingebacken vorkommen.

Diese Sandsteinschichten biegen sich thalaufwärts in der Nähe einer zweiten Brücke um, nun mehr nach N. einfallend und brechen dann rasch an einer Verwerfungsspalte völlig ab, an welcher dafür glimmeriger Phyllit sich einstellt. Es streicht also hier die grosse O.-W. Verwerfung durch, die wir zuletzt bei St. Colombano erwähnt haben. Doch wird hier im Serimando-Thal die Hauptverwerfung noch von mehreren Nebenspalten begleitet, welche bewirken, dass nach kurzer Strecke der Phyllit wieder verschwindet und noch einmal ein zerrissener und

unregelmässig gelagerter Complex des rothen Sandsteins in der Nähe des Seitenthälchens Marseghino auftaucht. Doch auch dieser hat keinen Bestand und es folgt nun erst der Hauptzug des Phyllits der in bedeutender Mächtigkeit bis hoch an das Gehänge des Mt. Colombino und Mt. Dasdana einer Seits gegen Passo della Maniva anderer Seits gegen Mt. Crestoso über die Hütten Bianchino emporreicht. Dabei beobachtet man ein fast constantes unter durchschnittlich 65° nach N. geneigtes Einfallen. Nur untergeordnet liegen in diesem Phyllit gleichförmig eingebettet granitischer Gneiss und häufiger jene Gneissvarietät, welche in der Schweiz und von Suess als Casannaschiefer bezeichnet wurden. Wir haben solche Zwischenschichten, sog. Phyllitgneiss, schon bei Absteigen vom Maniva-Pass kennen gelernt. Bemerkenswerth sind hier nun noch jene fast dichten Varietäten dieses Gesteins, welche ein Feldstein-ähnliches Aussehen annehmen und nur vereinzelte Körnchen von Orthoklas und Quarz in der Grundmasse namentlich auf dem Querbruche erkennen lassen. Wir werden später darauf zurückkommen.

An einer kesselförmigen Schlucht, in welche die letzten obersten Ausläufer des Serimando Thals sich gabeln, erhebt sich über diesem Phyllitgebiete plötzlich eine fast senkrechte hohe Porphyrmassse und zieht sich lagerförmig an dem Gehänge gegen die Höhe des Mt. Mufetto fort. Der Porphyr ist von röthlicher und grauer Farbe und kommt dem des ersten Zugs im Valle di Freg ziemlich gleich, doch ist er vorherrschend dunkler gefärbt. Es kommen zwei Farbenvarietäten vor, eine braunröthliche und grünlichgraue. Bei näherer Betrachtung erweisen sich beide gewissermaassen als Uebergänge zu Porphyrit, da sie sehr grosse Mengen von Plagioklas und hier und da auch Hornblende enthalten, im Uebrigen aber aus einer anscheinend dichten Grundmasse mit reichlich eingestreuten Quarzkörnchen, Feld-

spath, Glimmerblättchen, nebst rundlichen Magneteisenkörnchen bestehen. Bei der braunrothen Varietät ist die Grundmasse sehr dicht, ohne dass sie bei schwacher Vergrößerung sich in einzelne Bestandtheilchen auflöst; diese treten erst bei stärkerer Vergrößerung und bei Anwendung von polarisirtem Lichte deutlich als feinste, auch in p. L. einfarbige Nadelchen hervor, zwischen denen in reichster Menge feinsten Staub eines schwarzen Eisenminerals, eingestreut ist. Bei der grünlichgrauen Varietät ist die Grundmasse viel deutlicher, schon bei schwacher Vergrößerung leicht kenntlich feinkrystallinisch ausgebildet. Die kleinen Feldspathkryställchen der Grundmasse sind im p. L. einfarbig, während zahlreiche grössere Ausscheidungen einem Plagioklas angehören. Die faserige dunkelolivengrüne Hornblende ist nur in vereinzelt Kryställchen beigemengt.

Die Analyse dieses Porphyrs ergab mir übrigens eine Zusammensetzung, wie sie viele Porphyre besitzen, nämlich:

Kieselsäure	71,50
Titansäure	0,25
Thonerde	10,79
Eisenoxyd	3,52
Eisenoxydul	2,88
Manganoxydul	0,30
Kalkerde	0,15
Bittererde	0,31
Kali	6,87
Natron	2,76
Kohlensäure	0,13
Phosphorsäure	Spuren
Wasser	1,00
	<hr/>
	100,46

Es geht daraus das Vorherrschen eines Kalifeldspaths unzweideutig hervor, während der geringe Kalkgehalt und

relativ kleine Natrongehalt die nur untergeordnete Betheiligung eines Plagioklases beweisen.

Ueber diesen Porphyr streichen graue und grünlich-graue Sandstein- und Conglomeratbänke zu Tag, wie solche im Valle di Freg oberhalb des ersten Porphyrlagers beobachtet wurden. Beiläufig 50 m. über dem Porphyr ist in diesem System der Sandsteine jenes berühmte Lager schwärzlicher, plattiger, ziemlich dünnbankiger Sandsteinschiefer gleichförmig eingebettet, welche die viel besprochenen *Dyasplflanzen* enthalten. Das Lager zieht sich hier am Südgehänge des Mt. Dasdana gegen Mt. Maniva empor. Die Schichten sind beiläufig 30 m. mächtig und fallen in St. 11 mit 35° nach N.-W. ein; man gewinnt aus ihnen ein Material zum Dachdecken und z. Th. auch zur Herstellung von Wetzsteinen.

Ich verdanke der besondern Gefälligkeit des um das Auffinden und die Ausbeutung dieses berühmten Pflanzenlagers so wohlverdienten Directors *Bruni* in *Collio*⁹⁾ ein Sammlung dieser Pflanzenreste, welche merkwürdiger Weise in Bezug auf die Art der Erhaltung und auf die Beschaffenheit des Gesteins dem durch *Pichler* entdeckten Vorkommen von *Steinach* gleichen. Die Pflanzenreste sind im Ganzen ziemlich schlecht erhalten. Bestimmt wurden von *Geinitz* früher folgende Arten:

<i>Walchia piniformis</i>	<i>Sphenopteris oxydata</i> Göpp.
„ <i>filiciformis</i>	„ n. sp. aff. <i>Guetzoldi</i>
<i>Schizopteris fasciculata</i> Gutb.	„ Gutb. = (<i>Suessi</i>)
<i>Noeggerathia expansa</i> Brongn.	„ <i>tridactylites</i> Brongn.
	Unbestimmbares.

9) Leider war dieser vortreffliche und wohlwollende Naturforscher bei meinem Besuche in *Collio* abwesend, doch habe ich durch seine Freundlichkeit wichtiges Material erhalten, wofür ich bei dieser Gelegenheit gerne meinen verbindlichsten Dank ausspreche.

Ausser diesen nicht sehr zahlreichen Pflanzenresten finden sich neben den von Curioni erwähnten *Estheria minuta*-ähnlichen Thierformen ziemlich häufig Fussspuren von *Chirotherium*-artiger Form zwar deutlich genug, um sie mit aller Bestimmtheit als zu einer Gruppe von Thieren gehörig zu erkennen, aber doch nicht zureichend scharf, um mehr als die äusserliche Form-Aehnlichkeit mit *Saurichnites* Gein. des deutschen Rothliegenden zu constatiren.

Welchen Thierarten aber sie auch zugetheilt werden mögen, soviel ist klar, dass die Schiefer, in welchen sie vorkommen durch dieselben als eine Strand- oder Uferbildung charakterisirt werden in Uebereinstimmung mit den Pflanzeneinschlüssen, die vom damals nahen Festlande abstammend in das anstossende seichte Meer eingeschwennt worden sind. Noch bestimmter beweisen die auf den Schichtflächen hervortretenden, oft netzförmigen Rippen, welche die Ausfüllungen von Austrocknungsrissen darstellen, dass diese Gebilde am Strande zeitweise bloss gelegt waren, so dass sie austrocknen konnten. Ausserdem kommen noch eigenthümliche Butzen- oder Knollen-förmige festere Erhabenheiten auf den Schichtflächen vor, welche man, wohl nicht mit Recht, als Früchte (*frutti*) deutet, es scheinen vielmehr bloss Mineralconcretionen oder Wülste zu sein.

Ueber diesen Pflanzenschiefern lagern oft tuffige feine, grünlichgraue, zu Wetzstein brauchbar Sandsteine, und Breccien von schmutzig röthlichgrauer und grünlichgrauer Farbe, bis sich etwa 150 m über dem Porphyrlager rothe Conglomerate und Sandsteine einstellen, die ununterbrochen bis zum Gipfel des Mt. Colombino fortsetzen. Ob diese zu oberst nur schwach nach N. einfallende Gesteinsreihe noch der unteren Region zuzurechnen oder aber bereits dem sog. Grödener Sandstein gleichgestellt werden müsse, ist wegen des Mangels einer direkten Ueberlagerung von *Posidomomya Clarai*-Mergel schwer zu entscheiden. Es

sollen solche Mergelbildungen zwar in den nördlich vorliegenden Bergen zu finden sein z. B. am Mt. Bordell, aber ich habe sie nicht selbst beobachtet.

Abgesehen von geringerer Mächtigkeit der Schichten des sog. Rothliegenden finden wir demnach in diesem Profile bei Collio eine völlige Uebereinstimmung der tieferen Lagen mit jenen des Valle di Freg bei Bagolino. Beide Bildungen sind geologisch bestimmt als identisch zu betrachten und das Pflanzenlager von Collio gehört unzweifelhaft einem viel älteren Horizonte an, als das Neumarkt-Recoaro-Lager. Dagegen ist sehr bemerkenswerth, dass hier am Südrande der Schieferzone der Complex der rothen, den Grödener Schichten gleicher Sandstein und Conglomerate ohne Begleitung der älteren grauen Schichten des sog. Rothliegenden auftritt. Dies spricht mit Bestimmtheit für die Unabhängigkeit beider Bildungen, die grösser ist, als es bei zwei verschiedenen Gliedern einer Formation vorzukommen pflegt. Gehören beide Bildungen aber zwei grösseren Bildungszeiten an, so kann der rothe Sandstein wegen seines innigsten und constanten Verbandes mit dem *Posidonomya Clarai*-Mergel nur dem Trias zugezählt werden, nicht aber für ein Aequivalent der oberen Dyas oder des Zechsteins gelten.

5. Val Trompia und Pezzazo.

Das Thal der Mella schneidet unterhalb Collio wieder in den typischen rothen Sandstein und die Conglomeratbänke ein, wie wir sie als unmittelbare Basis der *Posidonomya Clarai*-Mergel bereits kennen. Zwischenlagen von schwarzem Kalk oder von gelbem Dolomit (Bellerophon-Schichten) lassen sich auch hier durchaus nicht beobachten.

Gleich unterhalb Collio setzt in diesen rothen sandig-conglomeratigen nach S.-W. einschliessenden Bänken ein

schmäler, aber sehr deutlich ausgeprägter Gang von Spatheisenstein durch. Daneben steht auch ebenso sicher fest, dass weitaus die grösste Anzahl der Bergamasker Spatheisensteinerze flötzweise im Servino eingebettet sind und dass ein gangweises Auftreten nur zu den sekundären Erscheinungen zu zählen ist.

Verbindet man beide Thatsachen mit einander, so scheint daraus hervorzugehen, dass zwar der eigentliche Herd der Bergamasker Eisenerze der Servino ist, in welchem zahlreiche Flötze oder linsenförmig ausgebildete Lagen eingeschlossen vorkommen, dass aber ausserdem noch von dieser flötzweisen Ausbreitung aus eine nachträgliche Bildung von Erzen auf Gangspalten des benachbarten, hauptsächlich untergelagerten Gesteines stattfand. Auf diese Art scheint sich vielfach das flötzweise mit dem gangweisen Vorkommen vereinigt einzustellen; doch dürften weitvorherrschend auf den ersteren die in früheren Zeiten ungemein zahlreichen Eisenerzbergwerke ihre Baue betrieben haben.

Der Thalweg bietet etwas weiter abwärts auf der neu angelegten Strassenstrecke nächst Bovegno ein Profil im rothen Sandstein, wie es besser ausgeschlossen nicht wohl in diesem Gebirge wieder zu finden sein möchte. Da wo die neue von der alten Strasse abgeht, stehen grosse Bänke des rothen Sandsteins mit nur spärlichen Quarzgeröllen steil nach S. einfallend an. Intensiv rothe Lettenschiefer bilden darin Zwischenlagen. Nun folgt auflagernd:

- 1) 1,3 m mächtig weisser Sandstein,
- 2) 1,0 „ „ dünngeschichteter, wellig gebogener, grünlicher Sandsteinschiefer,
- 3) 1,75 „ „ braunes, mulligzersetzes, dolomitisches, Gestein mit Eisenerz (ein Eisenerzflötz).
- 4) 1,55 „ „ dichter, harter, spathiger, braunverwitternder Sandstein,

- 5) 30,0 m mächtig grauer, gelbverwitternder Mergelschiefer mit *Posidonomya Clarui* der Seisser Schichten mit festeren Zwischenbänken und einzelnen Sandsteineinlagerungen,
- 6) 24 m „ bis zur Brücke meist intensiv rothe Schiefer wechsellagernd mit festen dolom. Bänken und der sehr charakteristischen Conglomeratbank und dem rothen Oolith voll von *Holopellen*,
- 7) 60,0 m „ S. von der Brücke Fortsetzung dieser Schichtenreihe, in sandigen Bänken *Myophoria* vom Typus der *fallax* u. A.
- 8) 5,0 m „ intensiv rothe Mergelschiefer,
- 9) 45 m „ verrutschtes und bedecktes Terrain,
- 10) 50 m „ Rauhwacke, grossluckig, porös, stellenweis mergelig und gypsig, im Hangenden mit einer Lage intensiv rothen Mergels,
- 11) 30 m „ schwarzer, dünngeschichteter Kalk, unter dolomitisch, gelb verwitternd, nach oben fasrig mit thonig glimmerigglänzenden Flächen, ohne deutliche Versteinerungen,
- 12) 10 m „ nahe bei Zigole ein mächtiger Stock eines grünen, in Folge der Zersetzung braunen Eruptivgesteins (nach Lepsius *Microdiabas* S. 174 u. 314). Die Grenze gegen den schwarzen Kalk ist nicht direkt entblösst, doch ist die Lagerung des letzteren nicht merklich gestört,
- 13) 8 m „ es folgen nun knollige, schwarze Kalke mit zahlreichen *Brachiopoden* (*Terebratulula vulgaris*, *Spirigerina Mentzelei*), Reste von *Ammoniten*, *Encriniten* Stielen und zahlreichen *Pentacriniten*. Es ist

- dies die bekannte Brachiopodenbank des alpinen Muschelkalks.
- 14) 2—3 m mächtige schwarze verwitternde stark knollige Kalke mit Hornsteinputzen ganz nach Art der Buchensteiner Kalke,
- 15) 50 m „ wohl- und dunngeschichtete, schwärzliche Kalkschiefer mit zwischengelagerten Tuffschichten, splittrig brechender Pietra verte und bröcklichem schwarzem Kalkmergel mit zahlreichen Versteinerungen, darunter die charakteristische *Halobia Lommeli*. — also typische Wengener Schichten.

Bemerkenswerth ist eine mittezzwischenliegende intensiv rothe Mergelschicht (Brücke bei Ajale).

Wir haben in diesem Durchschnitte ein lehrreiches Profil von dem rothen Grödeuer Sandstein durch die Seisser und Campiler Schichten, den Muschelkalk, den Wengener Mergel bis nahe zum Kalk des Dosso alto ganz genau in der Entwicklung Südtirols vor uns, nur dass unten die Bellerophonkalke fehlen, wenn man nicht die Schichten unter 2) und 3), dafür ansehen will, und unter der Brachiopodenlage des Muschelkalks ein mächtiger Complex schwarzer Kalke sich bemerkbar macht. Thalabwärts heben sich in Folge einer Schichtenverrückung noch einmal die Bänke des Brachiopodenmuschelkalks hervor und werden nahe bei Etto wiederum von Wengener Halobien-Schichten überdeckt.

Wendet man sich bei Taverna-Lavone vom Hauptthale in das Seitenthal gegen Pezzaze, so durchschneidet man denselben Schichtenzug noch einmal meist in schönen Aufschlüssen bis zu der Rauhwacke, aber in umgekehrter Ordnung. Bei Pezzaze liegt mächtiger Schutt über den tieferen Gesteinsmassen.

Wir wissen nunmehr nach diesem Profil genau, dass der schwarze plattige Kalk unter der Brachiopodenbank des Muschelkalks liegt.

6. Der Durchschnitt zwischen Pezzaze und dem Iseensee und Ogliothale.

Bei dem Uebergange vom Pezzaze über die hohe Colina di Szeno in das Val Paletto wiederholt sich fast genau dieselbe Erscheinung, wie am Pass Maniva. Man steigt von Pezzaze an über stark von Gebirgsschutt überdecktes, nicht sehr steiles Gehänge, in dessen Untergrund an zahlreichen Stellen glimmerreicher Phyllit mit südlichem Einfallen beobachtet wurde.

Auf der Passhöhe selbst erkennt man bestimmt eine Sattelbiegung der Phyllitschichten, so dass sie im S. südwärts, im N. nordwärts einfallen. Beiderseits legen sich nun unmittelbar über dem Phyllit die Schichten des rothen Sandsteins an, die wir fortan gradezu als Grödener Schichten bezeichnen wollen, weil die in Italien und in der Schweiz wohl auch für diese Bildung in Anwendung gebrachte Bezeichnung „Verrucano“ wegen Verwechslung mit den Conglomeraten des Rothliegenden nicht weiter zulässig erscheint.

Die rothen Sandsteinbänke sind flach geneigt und tragen nun beiderseits die im Val Trompia bezeichneten hangenden Schichten, wenn auch in weniger guten Aufgeschlüssen über sich. Nordwärts ist es der rothe Sandstein mit conglomeratigen Bänken, welcher sich weit über den Rücken ausbreitet und einerseits einen Flügel gegen das Gebiet des Mt. Colombino, andererseits hinab zum Ogliothal sendet, wo die rothen Sandsteinlagen durch die Felseninseln bei Darfo mit den Schichten am Eingang in das Dezzothal in Verbindung stehen.

Auf der Südseite des Sattels machen sich besonders

die schwarzen Kalke bemerkbar, welche am Gehänge gegen Mt. Guglielmo ausstreichen und in W.-Richtung zum Iseosee fortsetzen. Also auch hier finden wir die Grödener-schichten selbstständig und ohne Begleitung von Rothliegendem unmittelbar über Phyllit entwickelt, was deren Unabhängigkeit immer mehr bestätigt. Dabei ist noch ausserdem zu bemerken, dass wir zwar auf diesem Passe ähnlichen Lagerungsverhältnissen begegnen, wie längs der bis jetzt so vielfach erwähnten O.-W.-Verwerfung, dass aber dieser Punkt weit aus der Streichungslinie nach S. verschoben erscheint. Eine der Judicarien-Spalte gleichlaufende Linie vom Mt. Muffetto herstreichend deutet die Richtung an, in welcher gleichsam eine Schleppung nach S. stattfand, so dass dann westwärts, allerdings nunmehr in NW.-Richtung die Verwerfung fortsetzt. Damit stimmt auch die Beobachtung überein, dass von Colina di Szeno abwärts durch das Palettothal uns ununterbrochen in grosser Einförmigkeit die Phyllitschichten begleiten. Erst dicht vor Fraine treten wieder ganz eigenthümliche störende Momente hervor.

Schon ehe man den Ort Fraine erreicht, legen sich plötzlich unmittelbar über Phyllitschichten wieder Bänke rothen Sandsteins an, ohne dass sich eine Spur grauer Schichten, welche dem Rothliegenden zu vergleichen wären, bemerken lässt. Bald hebt sich auch ein typischer Quarzporphyr aus dem Untergrunde hervor und die rothen Sandsteine der Grödener Schichten stehen hier genau in demselben Verhältnisse zu diesem Porphyr, wie in der Botzener Gegend oder in dem Distrikte von Belluno in dem Bündener Gebirge. Was aber diese Wechselbeziehung zwischen rothen, zuweilen conglomeratigen Sandsteinlagen und dem Porphyr hier noch interessanter macht, ist die Thatsache, dass, wie sich dies an der grossen Wegkrümmung zwischen Fraine und Sonvico gut beobachten lässt, in

der Porphyrnähe der Sandstein in eine dem Sericit- oder Phyllitgneiss sehr ähnliche Gesteinsart übergeht, genau so, wie ich es bei Stuls unfern Belluno und auch mehrfach im Davoser-Thale beobachtet habe.

Es legt sich nämlich zunächst an den normalen Porphyry eine flaserig schiefrige Bildung an, welche in der Hauptmasse einem hellfarbigen Porphyry oder häufiger einem Thonstein gleichkommt und in dieser gleichförmig dichten feldsteinharten Hauptmasse einzelne Ausscheidungen von Quarz, Orthoklas und Glimmer enthält, zugleich aber durch eine weiche, hellgrüne Sericit-artige Substanz durchflasert ist, so dass das Gestein im Ganzen ein schiefriges Gefüge annimmt und manchen Phyllitgneissvarietäten oder sog. Porphyroiden täuschend ähnlich wird. Man könnte solche Gebilde wohl Porphyrschiefer nennen. Nun ist oft zwischen diesem Flaserschiefer und dem rothen, schiefrigen Sandstein kaum eine Grenze zu finden, und wo diese hervortritt, stellt sich eine eigenthümliche Breccienbildung ein, welche aus meist kleinen scharfen Bröckchen von Porphyry, Quarz und, was besonders bemerkenswerth erscheint, von Phyllit verkittet durch eben jene Feldstein- und Sericit-ähnliche Masse, welche wir oben bei dem flaserigen Schiefer kennen gelernt haben, besteht. Damit scheint angedeutet zu werden, dass die Bildungszeiten des rothen Sandsteins und die Eruption des Porphyrs nicht sehr weit auseinander liegen.

Um diese dem ächten Phyllitgneiss im Aeusseren oft täuschend ähnlichen Gesteine der Porphyre und der Reihe der Grödener Sandsteine, wie solche mit dem sog. Verrucano der Schweizer Geologen häufig in Verbindung treten, näher kennen zu lernen, wurde die Sericit-artige Substanz einer Analyse unterworfen und dadurch deutlich erkannt, dass hier das äussere Aussehen der Masse uns ein trügerisches Bild vorführt.

Die grüne Sericit-ähnliche Zwischenmasse ist zu 22,4% durch Schwefelsäure zersetzbar und ausserordentlich Kieselsäure-reich.

In nachfolgenden bezeichnet:

- I. die Bauschanalyse dieser grünlichen Substanz,
- II. die Zusammensetzung des in Schwefelsäure zersetzbaren Antheils (22,4%) nach H. Schwager's Untersuchung,
- III. die von Lossen aufgestellte theoretische Zusammensetzung des Nassauer Sericits:

Bestandtheile	I.	II.	III.
Kieselsäure . . .	82,69	58,78	51,43
Thonerde . . .	8,36	19,41	25,06
Eisenoxydul . .	2,57	4,71	8,77
Kalkerde	0,46	0,67	—
Bittererde . . .	0,58	1,01	—
Kali	2,65	7,76	11,45
Natron	0,17	0,16	—
Wasser	1,93	5,94	3,29
Summe	99,41	98,44	100,00

Die grüne Substanz scheint demnach eine Vermengung von Quarz mit einem Onkosin-artigen Mineral darzustellen, welche nur äusserliche Aehnlichkeit mit Sericit besitzt und einen durch Zersetzung umgebildeten Thonstein darstellt. Aehnlichen Gesteinsübergängen begegnet man häufig in den Graubündener Alpen z. B. bei Stuls, Bellaluna, Bergen, im Davoser Thal, bei Ponte u. s. w.

Ehe man auf dem Wege von Fraine nach Pisogne den Ort Sonvico erreicht, legt sich jenseits der Porphyrkuppe

wieder der Complex der Grödener Schichten und unmittelbar darüber die Seisser- und jüngeren Mergelschiefer an, denen in der tiefen Schlucht von Valle Tel grossluckige Rauh- wacke folgt. Eine Verwerfung schneidet diesen Schichten- zug plötzlich ab und bringt weiter abwärts noch einmal die Schichten des rothen Sandsteins und der Conglomerate zum Vorschein. Diesen legen sich dann wieder in normaler Folge die Seisser-, Campiler-Schichten und in der Schlucht der V. Torbiolo bei Pieve vecchia zum 2 Male Rauh- wacke, hier mit weichen gypshaltigen Zwischenschichten an, um ihrer Seits weiter dem schwarzen Kalke zur Unterlage zu dienen, der das Steilgehänge SO. oberhalb Pisogne bildet und durch den See quer durchstreichend oberhalb Lovere an der nörd- lichen Thalseite wieder auftaucht.

Bei diesem leicht zu überblickenden Fortstreichen der Schichten von O. nach W. oder NW und NO. ist be- merkenswerth, dass die bisherige vorherrschend O.-W., oder doch SO.-NO. Streichrichtung nunmehr auf der Westseite des Ogliothals fast rechtwinkelig sich abbiegt und sofort auf eine weite Gebirgsstrecke hin von SW. nach NO. ge- wendet bleibt, ohne dass damit tief einschneidende Verände- rungen in der Zusammensetzung der Gebirgsschichten ver- bunden sind.

Denn gleich oberhalb Lovere finden wir unter den mächtigen Diluvialnagelfluhbänken der Thalterrasse den- selben schwarzen Kalk, wie bei Pisogne, und bei Volpino eine mit der Rauh- wacke verbundene, erstaunlich mächtige Gypsbildung, auf der hier fast das ganze Dorf steht. Sie zieht sich über Castello zum Sattel des Kirchleins S. Vi- gilio o Lovano zu dem wir über die grossartigen Schutt- halden des schwarzen Kalks emporsteigen. Das Steilgehänge gegen das Ogliothal oberhalb Rogno wird von schroffen Felsrippen der rothen Sandsteine und Conglomerate gebildet, welche auch in dieser Gegend an dem Felsen des Kirchleins

S. Vigilio Seisser- und Campiler Schichten über sich tragen. Wir haben also hier noch ganz die regelmässige Aufeinanderfolge von den Grödener Schichten bis zum Muschelkalk. Der Weg von S. Vigilio über Monti, Anfuro bis Angolo in Dezzothale führt ununterbrochen über diese fast in gleicher Richtung streichenden Triasglieder, unter denen auch hier der röthliche, von Holopellen-Kerne erfüllte Oolith in's Auge sticht. Erst kurz vor Angolo steigt man auf steilem Gehänge über rothe Sandsteinbänke zum Dezzothale hinab.

7. Dezzothal — Val di Scalve.

Die neue, durch das Dezzothal¹⁰⁾ gebaute Strasse hat nicht nur das an den herrlichsten Naturschönheiten überreiche Schluchtenthal zugänglich gemacht, sondern auch zahlreiche, für die geognostische Wissenschaft besonders lehrreiche Profile aufgeschlossen.

Schon gleich oberhalb Angolo begegnen wir schwarzem, quer über das Thal ziehenden Kalkschiefer im Wechsel mit Tufflagen und grüner Pietraverde. Die zuerst anstehend zu beobachtenden Schichten sind kohlschwarze, hornsteinführende Kalke vom Typus der Buchensteiner Schichten. Dann folgt die Reihe der dünngeschichteten Kalkschiefer, welche zahlreiche Fischschuppen, *Aon*-artige *Ammoniten*, *Halobien* und in Unzahl *Posidonomya wengensis* beherbergen. Es sind diess typische Wengener Schichten. Trotz vielen Biegungen und örtlichen Unregelmässigkeiten ist das allgemeine Einfallen nach NW. auf weite Strecken zu bemerken. An den höheren Gehängen setzt sich darauf das hohe Kalkgebirge auf. Ehe dasselbe in seiner Neigung nach NW.

10) Obwohl bereits Lepsius dieses Thal geognostisch ausführlich beschrieben hat, halte ich es doch nicht für überflüssig, die Aufmerksamkeit nochmals auf die prächtigen Profile des Querthales zu lenken.

in die Thalsole herab sich einsenkt, erhebt sich plötzlich nahe bei Val Iada ein mächtiger Fels eines prächtig grünen Eruptivgesteins ganz vom Pophyrcharakter, in dessen anscheinend dichter Grundmasse nach Art der Porphyre Orthoklas — selten Plagioklas — Quarz und grüne Glimmer eingesprengt vorkommen. Hornblende kann ich in den von mir eingesammelten, zahlreichen Gesteinsproben nicht als wesentlich ansehen, da ich zahlreiche Dünnschliffe aus verschiedenen Stellen der Eruptivmasse habe anfertigen lassen, welche keine Hornblende enthalten, in einzelnen Fällen fand ich zwar einige Hornblendenädelchen, aber immer höchst spärlich, nicht häufiger als in dem Porphyr von Colombino.

Lepsius¹¹⁾, wie Roschenbusch, bezeichnen das Gestein als Porphyrit. Letzterer bemerkt, dass dieses Gestein sich durch einen accessorischen Gehalt an braunem Glimmer und Quarz, so wie durch das Fehlen einer eigentlichen Basis, an deren Stelle eine kryptokrystalline Grundmasse getreten ist, sich von den echten Porphyriten unterscheidet. Damit würde allerdings der sehr geringe Kieselsäuregehalt stimmen, im Uebrigen aber macht das Gestein auf mich den entschiedenen Eindruck eines Porphyrs.

Was diesen Durchbruch eines Eruptivgesteins aber geologisch besonders interessant macht, ist die deutlich gangförmige Durchsetzung desselben durch schwärzliche und grauliche Kalkbänke, welche der Grenzregion der Wengener und Esinokalkschichten angehören. Das Eruptivgestein ist nicht bloss an und durch den Kalk geschoben, sondern unzweifelhaft in weichem Zustande durch denselben emporgedrückt worden. Denn wir finden an den Gangspalten der schief durchschnittenen Kalkbänke eine so innige Verwachsung von Porphyr und Kalkmasse, dass man von diesen

11) Lepsius a. a. O. S. 183 und 317. Rosenbusch P. d. G. II. S. 291; Curioni nennt das Gestein von dieser Stelle Porfido basico.

Berührungsstückchen Dünnschliffe herstellen kann, die recht deutlich die innige Verbindung beider Gesteine an den Begrenzungsflächen erkennen lassen. Auch dringt das Eruptivgestein in feinen, oft nur messerrückendicken Aederchen vielfach in den Kalkstein weit hinein und enthält überdies zahlreiche Kalksteinbrocken in der Teigmasse rings eingeschlossen. Diese eingeschlossenen Kalkstückchen sind stark verändert, hellfarbig grünlich, wie von Porphyrsubstanz durchtränkt und an den Rändern mit demselben verflossen, während der an den Porphyr direkt angeschlossene Kalk äusserlich kaum eine andere Veränderung erkennen lässt als eine etwas hellere Färbung und ein fein krystallinisches Gefüge. Aus einer schiefe von der Eruptivmasse durchschnittenen Kalkbank konnte ich aus verschiedenen Entfernungen von der Ganggrenze Material sammeln, um es bezüglich eines erlittenen Einflusses zu prüfen. Es ergab sich Folgendes:

Ich stelle zunächst an die beiden Enden der Reihen auf der einen Seite

- I. das Eruptivgestein mitten aus der Gangmasse, wo es, wie man annehmen muss, am wenigsten von dem Contacte beeinflusst ist, — auf der anderen Seite
- VI. den Kalk aus der durchsetzten Kalkbank, aber 15 m entfernt von der Durchbruchsstelle. Dann folgen:
 - II. Eruptivmasse direkt an der Contactstelle verwachsen mit Kalk, aber von diesem sorgfältig abgetrennt, dann
 - III. im Porphyr ringsum eingeschlossene Kalkbröckchen, ferner
 - IV. Kalk unmittelbar mit der Eruptivmasse verwachsen und endlich
 - V. Kalk aus derselben Kalkbank, aber 1 Meter entfernt von der Contactfläche.

Bestandtheile	I	II	III	IV	V	VI
Kieselsäure .	55,60	51,64	47,78	17,15	6,24	6,54
Thonerde . .	22,30	21,84	17,01	2,50	1,92	1,24
Eisenoxyd . .	3,50	2,85	2,50	0,25	0,73	0,74
Eisenoxydul .	4,50	4,39	3,75	1,00	0,28	0,50
Kalkerde . .	1,75	1,80	11,43	43,63	48,74	48,86
Bittererde . .	1,65	5,76	4,00	0,54	1,84	1,28
Kali	3,42	3,55	3,50	0,29	0,74	0,50
Natron	1,56	1,86	1,50	0,85	0,46	0,40
Kohlensäure .	2,52	4,56	8,64	33,90	39,16	38,57
Wasser	2,42	2,16	0,55	0,05	0,60	0,85
	99,22	100,41	100,66	100,16	100,91	99,48

Aus der Vergleichung dieser Analyse ergeben sich ganz eigenthümliche Verhältnisse. Was zunächst die Zusammensetzung des, soweit sich beurtheilen lässt, ganz unzersetzten Gesteins mitten aus der Eruptivmasse entfernt von der Kalkgrenze anbelangt, so ist dessen basische Natur bei relativ geringem Gehalte an Kieselerde (55,6%) bei einem zudem höchst geringen Gehalt an Kalk und Bittererde sehr auffallend, um so mehr, da doch grössere Quarzkörnchen ziemlich häufig in der Porphyrmasse sich bemerkbar machen. Auch ist der Gehalt an Natron (1,56%) gegen jenen an Kali (3,42%) nicht gross genug, um in der Hauptmasse eine Natronfeldspathsubstanz voraussetzen zu können, viel weniger wegen der geringen Kalkerdemenge einen anderen Plagioklas. Ist man genöthigt das Vorwalten einer Orthoklasssubstanz anzunehmen, so stimmt dazu der geringe Kieselsäuregehalt sehr schlecht. Doch bemerkt man in der undeutlich kristallinischen, an das Dichte grenzenden, aber in p. L. durchweg deutlich als doppelt brechend sich darstellenden Grund-

masse zahlreiche, hellgrüne Streifen und Schlingen einer gleichfalls doppelt brechenden Substanz, die nicht oder sehr schwach dichroitisch ist, von Salzsäure nur schwierig zersetzt wird, weder mit Chlorit noch Chloropit sich vergleichen lässt, und einem Eisenoxydulthonerdesilikat mit geringem Gehalte an Kieselerde anzugehören scheint. Jedenfalls trägt die Beimengung dieser prächtig grünen, auch oft mitten in den Quarzkörnchen eingeschlossenen Substanz viel dazu bei, den Gesamtgehalt an Kieselsäuren wesentlich herabzudrücken. Um die versteckte Beimengung etwa eines Zeolithes oder eines an Kieselsäure-armen feldspathigen Minerals aufzufinden, wurde das feinste Gesteinspulver mit concentrirter Salzsäure längere Zeit hindurch behandelt. In Lösung ging 16,145% mit 2,52% Kohlensäure, die an Kalkerde, Bittererde und Eisenoxydul gebunden ist; ausserdem 2,4% Wasser.

Rechnet man von obigen 16,145

ab Karbonate 5,725

so bleibt Rest: 10,420, dessen Procentzusammensetzung zu kleinen Mischungsverhältnissen hinführt, welche sich deutlich als eine bestimmte oder als Gemenge verschiedener Mineralien ansehen lässt. Bemerkenswerth ist nun der nicht unbeträchtliche Gehalt an Karbonat, welches aber nicht, wie in anderen Fällen, als Zersetzungsprodukt zu deuten ist, sondern einen aus dem benachbarten Kalkgestein infiltrirten Absatz, wie da oder dort bemerkbare kleine Kalkspaththeile verrathen, darstellt.

Der unmittelbar an den Kalk angrenzende Porphyry (Analyse II) unterscheidet sich durch einen geringeren Kieselsäure- und grösseren Bittererdegehalt. Ausserdem macht sich eine etwas stärkere Beimengung von Karbonat bemerkbar, doch ist letztere immerhin gegenüber der unmittelbaren Nähe des Kalksteins auffallend gering. Wider alles Erwarten klein ist die kaum kennenswerthe Zunahme an Kalkerde im Ganzen. Der Abnahme an Kieselsäure im Porphyry

scheint die Zunahme des zunächst anschliessenden Kalks an Kieselsäure zu entsprechen. Im Ganzen hat ein erstaunlich geringer Umtausch von Kalk zum Porphyry stattgefunden. Noch eigenthümlicher zeigen sich die im Porphyry mitten eingeschlossenen Knollen, die man auf den ersten Blick unbedenklich für die in den Teig eingewickelten Kalkbröckchen halten möchte. Doch sind sie meist durch und durch von der grünen Porphyrymasse durchdrungen, und zeigen an den Rändern, wo sie allmählig in die Porphyrymasse übergehen, Einschlüsse von Quarz und Glimmer. In Dünnschliffen ist ihre Grundmasse abweichend von der des Porphyrys eine wirre, trübe, wolkige, pulverige Substanz mit einzeln eingestreuten weisslichen Krystalltheilchen, Quarzkörnchen und Glimmerschüppchen. Die Analyse eines solchen Einschlusses ergab:

Kieselerde	54,16
Thonerde	19,29
Eisenoxyd (mit Oxydul)	7,79
Kalkerde	4,48
Bitterde	4,46
Kali	1,93
Natron	2,83
Kohlensäure	3,24
Wasser	<u>2,83</u>
	99,86

Diese Zusammensetzung weicht so wenig von der des Porphyrys selbst ab, dass man zweifeln könnten, ob man diese Ausscheidungen für abgerissene und eingewickelte Kalkstückchen halten darf. Nicht leicht begreiflich wenigstens ist es, weshalb der Kalk nicht zur Bildung von Kalksilikaten Verwendung gefunden hat. Die unter III oben mitgetheilte Analyse bezieht sich nun auf ein Stückchen von fast rein weisser Farbe und krystallinischem Gefüge, welche sich

scharf von der umhüllenden Porphyrmasse abgegrenzt zeigt. Hier scheint die Abstammung von dem benachbarten Kalk kaum anzweifelbar. Gleichwohl ist auch in diesem Falle obwohl die Substanz lebhaft braust, kaum mehr als 20% Karbonate vorhanden. Nimmt man das Karbonat weg, so bleibt ein Rest, dessen Zusammensetzung sich dem des Porphyrs nähert und nur mehr Kieselsäure nachweist. Derselbe wird durch kochende concentrirte Chlorwasserstoffsäure nur wenig zersetzt und zeigt weder eine Aehnlichkeit mit Zeolithen, oder Granat und sonst an den Contactstellen im Kalk gewöhnlich ausgebildeten Mineralien. Als deren Zusammensetzung ergab sich:

Kieselsäure	56,82
Thonerde	12,01
Eisenoxyd	1,80
Eisenoxydul	3,19
Kalkerde	4,55
Bittererde	4,06
Kali	2,00
Natron	2,80
Wasser	<u>2,73</u>
	99,46

Daraus ergibt sich eine so nahe Uebereinstimmung mit dem Porphyr, dass man diesen Rest in der That grössten Theils als in den Kalk eingedrungene Porphyrsubstanz ansehen muss.

In Dünnschliffen zeigt dieser Einschluss eine krystallinische Grundmasse mit eingestreuten grösseren und kleineren Kryställchen, vereinzelt Quarztheilchen und glimmerähnlichen Blättchen. Nimmt man mit verdünnter Säure die Karbonatbeimengung weg, so ändert dies verhältnissmässig wenig am Aussehen des Dünnschliffs. Hier und da ist

durch die Entfernung des Kalkspaths, der stellenweis ausgeschieden vorkommt, eine Lücke entstanden und zahlreiche der kleinen Krystallnadelchen sind verschwunden, doch ist die Hauptmasse scheinbar unverändert geblieben, nur dass man jetzt allerdings hellgrüne Streifchen deutlicher wahrnimmt, welche wie im Porphyr selbst durch die Hauptmasse sich durchziehen. Das Alles deutet auf bedeutende substantielle Aenderungen hin, welche die im Porphyrtieg aufgenommenen Kalkbröckchen erlitten haben, indem sie gleichsam von der Porphyrsubstanz durchtränkt wurden.

Die Verwachsung des Porphyres mit dem Kalk des Nebengesteins ist eine so innige, dass man, wie schon bemerkt, leicht Dünnschliffe herstellen kann, welche z. Th. aus Porphyr und z. Th. aus Kalkstein bestehen. Diese interessanten Kontaktstückchen lassen auf der einen Seite in dem Porphyr keine irgend auffallende Verschiedenheit im Vergleich zu der entfernter liegenden Porphyrmasse wahrnehmen. Eine $\frac{1}{4}$ —1 mm. breite ziemlich scharf geschiedene Grenzregion trennt den Porphyr von dem eigentlichen Kalk. Hier begegnen wir genau derselben Bildungsweise, wie in den mitten im Porphyr eingeschlossenen Kalkbröckchen: eine krystallinisch, höchst feinkörnige Grundmasse enthält zahlreiche kleinste Nadelchen, seltener grössere Kalkspatheile und Quarzkörnchen neben grünlichen Streifchen, welche das Ganze durchschwärmen. Es bezeichnet ein feinstes, zackig welliges, dunkelgrünes Streifchen die eigentliche Abgrenzung von dem Kalktheil. Eine amorphe, glasartig erstarrte Zone ist nicht vorhanden. Der zunächst anstossende Kalk nun ist etwas heller gefärbt als das von der Porphyrgrenze entfernte Gestein, und anscheinend mehr feinkrystallinisch körnig. Diese Verhältnisse lassen sich in Dünnschliffen sehr deutlich erkennen. In diesen bemerkt man deutlich krystallinisch-körnige Theilchen von Kalkspath, zwischen welchen eine unklar krystallinische staubig

trübe Zwischenmasse verbreitet ist. Nimmt man durch schwache Säuren die kalkspathigen Gemengtheile weg, so bleibt eine porösschwammige, noch ziemlich zusammenhängende Masse übrig, die aus doppeltbrechenden, unregelmässig zackigen Stäbchen und Leistchen oder Körnchen besteht. An dem stellenweis sehr lebhaften Glanz der Farben i. p. L. glaubt man darunter Quarznädelchen erkennen zu können.

Aus allen diesen Erscheinungen an den Contractflächen des Eruptivgesteins mit dem benachbarten Kalk geht hervor, dass der Einfluss des ersteren auf den durchsetzten Kalk in Bezug auf materielle Veränderung ein minimaler ist, der sich nur auf die allernächste, dem Porphyr unmittelbar angeschlossene Berührungsmasse des Kalkgesteins beschränkt. Dabei bleibt freilich immer unbestimmt, welches der ursprüngliche Grad des Einflusses war und wie viel an diesem durch die später sicher eingetretenen Wirkungen des circulirenden Wassers wieder unsichtbar geworden ist.

Verfolgt man das Profil nun weiter thalaufwärts, so biegen sich allmählig jene mächtigen weissen Kalklagen zur Thalsole herab, welche die benachbarten Berghöhen krönen. Es sind meist hellfarbiggraue, sogar hellweisse Kalke, welche in mächtigen Bänken geschichtet, durch die bekannte Riesenoolithtextur sich auszeichnen. Durchschnitte von *Chemnitzien*, von einzelnen *Korallen* und am häufigsten von *Gyroporellen* lassen die Uebereinstimmung mit dem sog. Esinokalk oder den Wettersteinkalk der Nordalpen nicht verkennen. Die Bänke haben durchschnittlich ein Einfallen nach NW., sind aber vielfach gebogen, geschlungen, zu Mulden und Sättel zusammengeschoben und von dem Gewässer des engen Thaleinschnitts zu den sonderbarsten Felsformen ausgenagt.

Das häufige Vorkommen von *Gyroporella* in diesem Kalke — *G. annulata* und *multiserialis* sind ungemein

häufig — giebt mir Veranlassung an dieser Stelle mich etwas ausführlicher über diese nunmehr zu den Kalkalgen verwiesenen Organismen auszusprechen, um so mehr als Benecke in einer jüngeren Abhandlung¹²⁾ über Esino gewichtige Bedenken gegen meine Zusammenfassung der Formgruppe der *Gyroporella annulata* und *vesiculifera* erhoben hat.

Zunächst darf ich bemerken, dass ich längst davon vollständig überzeugt bin, dass *G. vesiculifera* einen höheren Horizont einnimmt, als die typische *G. annulata* des Wettersteinkalkes. Ich habe bereits in dem ersten Abschnitte dieser Mittheilungen darüber berichtet, und das massenhafte Auftreten derselben im Hauptdolomite W. vom Gardasee erwähnt. Nach Benecke fehlt nun bei dieser Art der Nachweis, dass die Poren nach Aussen führen, d. h. eine Oeffnung nach Aussen besitzen. Auch gewinnt diese Form dadurch eine gewisse Eigenthümlichkeit, dass die Höhlrümchen nicht in einem geschlossenen Kreise stehen; deshalb glaubt Benecke folgern zu sollen, dass darin ein besonderer Typus, der von jenem der *G. annulata* abzutrennen wäre, begründet sei, für den jedoch der Namen *Gyroporella* deshalb nicht passe, weil die Poren nicht ringförmig gestellt seien.

Es muss zugegeben werden, dass die *G. vesiculifera* etwas Abweichendes von den andern *Gyroporellen* besitzt, obwohl nicht zugestanden werden kann, dass der Gegenbeweis sicher erbracht sei, es fehle an einer Communication der Poren nach Aussen. Wenn man bedenkt, wie schwierig es ist, bei senkrechten oder horizontalen Durchschnitten gerade die Stelle zu treffen, wo ein sicher sehr feines Kanälchen vom Hohlraume zur Oberfläche verlaufen würde, wenn man ferner bedenkt, wie unsicher das Erkennen solcher feinsten Verbindungen in dem krystallinischen, meist rauben Dolomit sei, wird man wenigstens nicht mit Bestimmtheit

12) Ueber die Umgebungen von Esino 1876.

die Abwesenheit der Kanälchen behaupten können. Ich habe solche allerdings auch nicht absolut sicher zu erkennen vermocht, glaube aber doch Dünnschliffe vor mir zu haben, welche eine solche Annahme gestatten. Will man diese Form als besonderes Genus von *Gyroporella* abgrenzen, so man wird sie wohl als *Ascoporella* zu bezeichnen haben.

Was dann die Formen mit durchreichenden, nahe gleich weiten Kanälchen anbelangt, so wird man wohl, je nachdem diese Kanälchen zu je zwei Reihen zusammengeordnet sind, oder in mehrere Reihen geordnet oder auch ziemlich gleichmässig in Reihen ohne Unterbrechungen vereinigt sind, für jede diese Eigenthümlichkeiten besondere Gruppen aufstellen können. Mir scheint jedoch dieses Moment nicht zwingend, um eine so weitgehende, bedeutungslose Zersplitterung vorzunehmen, um aus jeder dieser Reihen ein besonderes Genus zu machen. So viel aber scheint mir denn doch klar, dass, wenn man für alle diese Specialitäten eine Gattung aufstellt, diese gemeinsame Bezeichnung nicht *Diplopora* sein kann, weil die Benennung nur auf jene beschränkte Formreihe mit je zweireihig gestellten Kanälchen bezogen werden könnte. Gerade deshalb glaubte ich annehmen zu dürfen, dass sich der von mir vorgeschlagene, allgemeine und umfassende Name *Gyroporella*, unter dem sich ohne grossen Zwang selbst noch *G. vesiculifera* bringen lässt, durch sich selbst gerechtfertigt sei.

Ich füge hier eine Bemerkung über die *Gyroporellen* von Esino bei, von welchem mir ein reiches Material aus dem hiesigen paläontologischen Museum zur Untersuchung zur Verfügung stand. Wenn, wie Benecke bemerkt, bei den Formen von Esino zahlreiche Exemplare mit je zwei genäherten Kanälchenreihen vorkommen, bei welchen diese Kanälchen anstatt, wie bei *G. annulata* schief aufwärts, eine nahezu horizontale Richtung einschlagen, so kann das,

wenn keine Uebergänge vorkommen, wohl auf zwei unterscheidbare Arten hinweisen. So weit meine neulichen Untersuchungen zu erkennen geben, habe ich nur sehr vereinzelt Exemplare aufgefunden, welche mehr horizontal erlaufende Kanälchen besaßen. Ich konnte mich aber sonst von einer scharfen Abgrenzung gegen *G. annulata* nicht überzeugen. Bei dieser Gelegenheit fand ich auch Exemplare der schönen grossen *G. aequalis* im Esinokalk, wahrscheinlich Stoppani's *Gastraschoena herculea*. Noch eine andere Lokalität der Westalpen verdient bei dieser Gelegenheit erwähnt zu werden, nämlich Mondovi in der Provinz Cuneo der ligurischen Alpen, von wo ich durch die Gefälligkeit des H. Portis eine grosse Anzahl *Gyroporellen* reicher schwarzer Dolomite zur Untersuchung erhalten habe. Ich erkannte als die vorherrschende Form *Gyroporella annulata*, daneben *G. multiserialis*, *G. aequalis* und *dissita*. Auch Durchschnitte von *Dentalinen* konnte ich bemerken. Diese Einschlüsse lassen wohl keinen Zweifel darüber bestehen, dass dieses Gestein, trotz seiner tiefschwarzen Färbung ein Aequivalent des Schlerndolomits oder Wettersteinkalks sei, der mithin eine grosse Rolle in jenen westlichen Alpen spielt.

Was endlich die gerade im Dezzothal besonders prächtig vorkommende Riesenoolithbildung anbelangt, die Stoppani als eine Zusammenhäufung knolliger Spongien ansieht — *Esinospongia* — so hat bereits Benecke für die gleiche Bildung von Esino, wie früher von Escher von der Linth und dann von mir für die Nordalpen nachgewiesen wurde, klargelegt, dass wir es durchweg nur mit grossen nieren- oder knollenförmigen unorganischen concentrisch schaligen Ueberrindungen zu thun haben. So ist es auch im Dezzothale. Dünnschliffe lassen keine Spur einer organischen Struktur erkennen, wohl aber kommt es vor, dass die Ueberrindungen über ein Stückchen eines Schwammes oder andern

organischen Körpers stattfand, wie dies auch bei Oolithkörnern im Kleinen vorzukommen pflegt.

Dieser Kalk zieht sich unter verschiedenen wellenförmigen Krümmungen im Dezzothale aufwärts, wird jedoch endlich überdeckt von einem graulichen mergeligen Schichtencomplex mit schwärzlicher Lumachell- und einer Art Oolithbildung. Diese Schichten enthalten Versteinerungen, in grosser Menge unter Anderen: *Gervillia bipartita*, *Corbis Mellongi*, *Myophoria Kefersteini*, *Pinna Bouëi*, *Pecten filus* u. A. Es sind dies die sog. Dossen- oder Raibler-Schichten, welche regelmässig den Esino- oder Wettersteinkalk zu überlagern pflegen.

Diese Schichten halten im Thale nicht lange an, und ehe man den ersten Strassentunnel erreicht, bilden wieder geschlossene dolomitische Gesteine, aber mit nunmehr SO. Einfallen die felsigen Thalgehänge. Es sind dies wieder Bänke des Esinokalks, die sich muldenförmig unter den Raibler Schichten herausheben und den Gegenflügel des vorhin erwähnten Kalkschichtensystems ausmachen. Die Schichten zeigen auch hier mancherlei unregelmässige Verbiegungen, Krümmungen, welche in dem tiefen Flussrinnal oft prächtig entblösst sich zeigen, nehmen aber bald ein ziemlich regelmässiges SO. Einfallen an.

Sehr bemerkenswerth ist auch auf diesem Gegenflügel zwischen dem zweiten Wegmacherhaus und dem Tunnel ein ähnliches hellfarbiges Porphyrgestein, das deutlich gangartig den Kalk durchbricht, wie es scheint, nahe in gleichem geologischem Horizonte, in welchem wir das Vorkommen bei Angolo vorn beschrieben haben. Doch ist diese Eruptivmasse meist so vollständig in ein Steinmark-ähnliche Substanz umgewandelt, dass man feste unveränderte Stücke nicht zur Hand bekommt.

Eine von Ost her ziehende Verwerfung nahe bei Paen schneidet die Kalkschichten ab und es wird dadurch die

direkte Continuität der Schichten unterbrochen, indem mächtiger Gehängeschutt sich breit macht. Erst nahe unterhalb Dezzo, wo die Höhenstrasse von Clusone her sich mit der Thalstrasse vereinigt, stehen wieder reichlich ausgebildete Wengener Halobienschichten in Form schwarzen Mergelschiefer an. Wir haben damit den Gegenflügel der Schichten oberhalb Angolo erreicht. Rasch folgten nun, soweit sich dies unter grossartigem Gehängeschutt an einzelnen Stellen erkennen lässt, schwarzer Muschelkalk, schwarzer plattiger Kalk, Rauhwaacke und die hier besonders mächtigen Mergel der Campiler und Seisser Schichten, deren Unterlage, der rothe Grödener Sandstein erst oberhalb Vilminore zu Tag ausstreicht. Wir haben damit das eigentliche Val Scalve betreten, in dessen Mitte das freundliche Dorf Schilpario liegt.

Die nördliche, terrassenförmig ansteigende breite Thalseite ist bei Schilpario von mächtigem Schutt und Ueberdeckung eingenommen und bietet wenig Gelegenheit zu geologischen Beobachtungen. Auch in dem Wälderreichen Grunde, durch den man ostwärts zum Pass von Zovetto emporsteigt, findet sich nur an sehr vereinzelt Stellen anstehendes Gestein. Erst wenn man zu den ausgedehnten Alpflächen vorgedrungen ist, stellen sich immer häufiger Entblössungen ein und der weit von S. nach N. ausgehende Kamm, über den hier verschiedene Passwege in das Ogliothal hinüberführen, liefert uns an verschiedenen Stellen sehr instructive Aufschlüsse.

Wir beginnen unsere Untersuchung am S. tiefsten Sattelleinschnitte, wo dicht am Fuss des steilen Gehänges des Mt. Vaccio der Weg auf der Sattelhöhe in die sehr dünngeschichteten, von zerstückelten, kohligen Pflanzenresten erfüllten, grünlich grauen Sandsteinschiefer einschneidet. Unter den zahllosen Pflanzenresten lässt sich mit Sicherheit nur ein *Equisetum* erkennen. Diese Sandstein-

schiefer wiederholen sich mehrfach in dem System schiefriger schwarzer Mergelschiefer, tufig sandiger Lagen und harter hornsteinartiger Schichten, welche sowohl nach ihrer petrographische Beschaffenheit wie durch den Einschluss von *Halobien* sich als Zugehör zu den Wengener Schichten zu erkennen geben. Diese Schichten reichen an dem Querrücken bis unmittelbar zu den steil aufsteigenden Kalkfelsen, die zum Mt. Vaccio emporragen. Es thürmen sich hier feine, dichte, grauliche Kalke voll von *Esinospongien* und *Gasteropoden* auf, deren Zugehörigkeit zum *Esinokalk* ausser Zweifel steht.

In der entgegengesetzten nördlichen Richtung stellen sich auf dem Kamme, der zum Hauptpasse nach Edolo fortzieht, im Liegenden der oben erwähnten Wengener Schichten erst hornsteinreiche, schwarze Kalke mit knollig wulstigen Schichtflächen (*Buchensteinerschichten*) und darunter hellgraue, flasrig knollige Kalke mit Spuren von *Brachiopoden* (*Bänke des alpinen Muschelkalks*) und endlich unter diesen der hier mächtige Complex schwarzer, weissadriger und butziger, plattiger Kalke, welche gegen das Liegende zu mehr mergelige Beschaffenheit annehmen, durch Verwitterung leicht ausbleichen und sich unmittelbar auf die hier grossartig ausgebreitete *Rauhacke* auflegen, ein.

Ausser diesen normalen Schichtgesteinen beteiligt sich aber an der Zusammensetzung des Felskamms zwischen den zwei Sattelübergängen von Zovetto auch ein sehr ausgezeichnetes Eruptivgestein in grosser Mächtigkeit, wie dies bereits die Curionische Karte richtig angiebt.

Dieses Gestein nimmt genau dieselbe Stellung ein, wie die Eruptivmasse zwischen *Compass-* und *Cadino-Alpe* bei *Bagolino* und auch seine Gesteinsbeschaffenheit weist auf dieselbe Gruppe der *Diorite* hin, welche zu wiederholten Malen bereits erwähnt wurden z. B. oberhalb *Collio*, im *Serimandthal*, im *Mellathale* unterhalb *Bovegno* u. s. w. Es ist

dies wahrscheinlich der Mikrodiorit von Lepsius. Da das Gestein am Zovettopasse unter allen beobachteten Vorkommnissen die geringsten Veränderungen erlitten zu haben scheint, so dürften einige weitere Bemerkungen über dasselbe hier eine Stelle finden.

Das Gestein ist deutlich nicht sehr feinkörnig, der Hauptsache nach aus krystallinischen Theilchen zusammengesetzt, bei welchen ein weisses feldspathiges Mineral und dunkelgrüne Hornblende ohne deutliche Grundmasse sich in die Herrschaft theilen. In den Dünnschliffen zeigen sich die feldspathigen Theilchen stark verändert, meist milchig und wolkig trübe und lassen i. p. L. meist nur Aggregatfarben hervortreten; selten bemerkt man parallele Farbestreifchen eines Plagioklases oder das anscheinend gleichmässige Blau und Gelb orthoklasischer Feldspäthe. Dazwischen und aufs innigste mit den feldspathigen Theilchen vermengt tauchen, zu kleinen, beerenförmigen Häufchen gruppirt, ganz kurze, anscheinend fast quadratische Stäbchen von hellbouteillengrüner Farbe auf, die beim ersten Anblick einen tesseralen Mineral anzugehören scheinen, i. p. L. aber nach allen Richtungen hin die schönsten Farben geben. Sie sind nicht fasrig, in Säuren unzersetzbar und dürften am ehesten einem Augitbestandtheil zuzuweisen sein. Die einzelnen Kryställchen sind zu klein, um Winkelbestimmungen vorzunehmen. Bei der innigen Verwachsung mit dem Feldspathbestandtheil war es unausführbar, letzteren für eine besondere Analyse rein auszuhalten. Die nachstehende Feldspathanalyse giebt deshalb auch kein genaues Bild der Zusammensetzung dieses Gemengtheils. Die Hornblende ist schön grün gefärbt, stark dichroitisch und zuweilen an das Fasrige grenzend, streifig. Glimmer habe ich an den mir vorliegenden Exemplaren nicht auffinden können. Magnetitkörnchen sind nur sehr spärlich vorhanden; Quarz fehlt. Ich fand das Gestein auf der Passhöhe zwischen Compass und den Cadino-Alpen

bei Bagolino, dann an zwei Stellen bei Collio, bei Bovegno und auf dem Zovettopasse bei Schilpario mit Ausnahme des mehr oder weniger hohen Grades der Zersetzung nahezu übereinstimmend und sehr ähnlich, wenn nicht ident mit dem von Lepsius beschriebenen Microdiorit. Da dieser Name jedoch auf die feinen Texturverhältnisse zu beziehen ist und andeuten soll, dass das Gestein der Bergamasker Alpen zum Diorit sich verhalte, wie der Mikrogranit zum Granit, so passt dies durchaus nicht zu dem mir vorliegenden Gestein, das so deutlich krystallinisch körnig, wie selten selbst der ächte Diorit ausgebildet ist. Ich möchte daher, da seine Eruptionszeit der älteren Trias zufällt, das Gestein lieber als Mesodiorit bezeichnen.

Die Analyse ergab folgendes Resultat:

Bestandtheile	Bausch- analyse	Analyse des feld- spathigen Theils
Kieselsäure	47,70	56,04
Titansäure	0,80	0,56
Thonerde	15,25	18,04
Eisenoxyd	} 13,07	0,91
Eisenoxydul		1,95
Manganoxydul	Spuren	Spuren
Kalkerde	11,70	9,00
Bittererde	5,00	5,44
Kalk- (Mg O Fe O) Carbonat	1,56	—
Kali	0,79	0,78
Natron	3,08	6,26
Wasser und Kohlensäure .	1,50	1,42
Summa	100,45	99,50

In Bezug auf die Zusammensetzung des möglichst rein ausgesuchten Feldspaths lässt sich allein schon aus dem hohen Gehalt an Bittererde entnehmen, dass, wie durch die optische Untersuchung bereits erkannt worden war, eine Vermengung mit einem Bittererde-kalkhaltigen Mineral vorliegt. In wie weit dies beigemengte wahrscheinlich dem Augit angehörige Mineral wirklich die Bestandtheile dieses Körpers enthält, entzieht sich unserer Berechnung. Nur so viel ist aus der Analyse ersichtlich, dass abgesehen von dieser augitischen Beimengung, die feldspathige Masse nur zu sehr geringem Maasse aus Orthoklas, vorherrschend dagegen aus einem Natron-Kalk-Plagioklas besteht.

Der nördliche Hauptsattelübergang nach Lovenoschneidet in mächtige Rauhackenbildungen ein, die von Zwischenlagen weicherer, wahrscheinlich auch gypshaltigen Mergels begleitet werden. Mit dem nun noch weiter NO. fortstreichenden Gebirgskamm, der sich gegen Mt. Venerocolo emporzieht, stellen sich dann auch die mergelig-sandigen, theils intensiv rothen, theils grünlich grauen, durch Verwitterung oft rostfarbigen Schiefer der Campiler- und Seisser-Schichten mit zahlreichen gut erhaltenen Versteinerungen ein. Auch an Eisenerzen ist dieser Gesteinszug ausnehmend reich und das ganze Gehänge ist von alten und selbst jetzt noch zeitweise in Betrieb stehenden Erzgruben bedeckt. Es sind vielfach zu Tag ausstreichende, Eisenerz-reiche Gesteinslager, welche verrathen, dass auch hier die Erze vorherrschend, wenn nicht ausschliesslich, flötzweise ausgebildet vorkommen. Rothe Sandsteinbänke und Conglomeratlagen treten nur in einzelnen Wasserrissen am Weg nach Schilpario zu Tag.

7. Fiume nero im oberen Val Seriana, Valledel Gleno und Mt. Venerocolo.

Die Angaben der von Hauer'schen und Curioni'schen Karten weichen bezüglich der Auffassung der Gebirgsglieder in dem hohen Gebirgsthelle, welcher das Val di Scalve und Val Seriana nordwärts abschliesst und von dem Veltliner Thal scheidet, wesentlich von einander ab. Während von Hauer die sog. Kohlenformation von der Nachbarschaft des Mt. Venerocolo bis St. Marco sich ausbreiten lässt, dehnt Curioni die der sog. Kohlenformation (Scisti antrascitici) zugetheilten Schichten auf die Thalausläufer des Val Seriana (V. Barbelino, Fiume nero, Val Grabiasca, V. Goglio etc.) aus und beschränkt seine permische Schichten — unter welchen freilich auch ein Theil des v. Hauer'schen Verrucano fällt — auf die engere Gebirgsgruppe von Mt. Venerocolo bis zum Bondione Thal. Da nun an diese zuletzt genannte Bildung in dieser Gegend längs einer beträchtlichen Strecke der rothe Sandstein mit den Seisser Schichten sich anschliesst, so war in dieser Gegend wiederum die doppelte Aufgabe gestellt, einmal zu untersuchen, ob die hier auftretenden sog. permischen Schichten identisch sind mit jenen von Collio und Bagolino und dann, wenn dies der Fall, in welcher Wechselbeziehung hier diese permischen Gesteine zu dem rothen Sandstein der Grödener Schichten stehen.

Wir beginnen unsere Untersuchung in dem Gebiete des Val Seriana mit Begehung des engen Gebirgsthal's Fiume nero.

An dem Dorfe Fiume nero beobachtet man auf der S. Thalseite an der Brücke unzweifelhaft anstehenden glimmerigen Phyllit. Er bildet auch hier die Unterlage jener Gesteinsreihe, welche nun im eigentlichen Fiumenerothale sich

darauf anlegt. Wir finden hier dieselben graugrünen, harten grauwackigen Sandsteine, grauliche oder schmutzig grüne rothe Conglomerate, schwarze glimmerige dünnplattige Sand-schiefer mit Wülsten auf den Schichtflächen, kohligen Einschlüssen und Spuren von Pflanzenüberresten, wie sie in den sog. permischen Schichten bei Collio erfunden werden. Auch die Benützung der dünnen, plattigen Sandsteine als Dachdeckmaterial kehrt genau ebenso bei Fiume nero wieder.

Diese Schichten streichen quer durch das Thal und fallen ziemlich constant steil nach NW. ein.

Schon oberhalb der Einmündung des Val Secca tauchen die darunter liegenden älteren Phyllitschichten wieder auf und es ist wenigstens hier im Thale der rothe Sandstein nicht entwickelt. Vielleicht war dies Veranlassung, dass Curioni diese Schichten zu dem anthracitischen Kohlengebirge und nicht zu den permischen Schichten gerechnet hat. Doch ist es keinem Zweifel unterstellt, dass diese Schichtenreihe genau identisch mit jenen von Collio, also mit Ausschluss der eigentlichen Carbonformation der Dyas zuzuweisen ist.

Die älteren Phyllitgesteine dieses Thales, welche höher aufwärts mächtig anstehen, tragen einen so ausgezeichneten Charakter an sich, dass sie etwas näher geschildert zu werden verdienen. Es nehmen unter denselben nämlich die sog. Phyllitgneisse hier einen ganz besonders hervorragenden Antheil an der Zusammensetzung dieser Schichtenreihe und bieten die mannichfaltigste Abänderung dieses an sich vielfach wechselnden Gesteins. Die Hauptform gleicht so vollständig dem sog. Phyllitgneiss des Fichtelgebirgs oder gewissen Typen des Sericitgneisses von Nassau, dass man Handstücke davon nicht zu unterscheiden vermag. Auch ist es nicht zweifelhaft, dass alle die gneissartigen Gesteine, die wir bisher in den Bergamasker Alpen nur gelegentlich als Phyllitgneiss erwähnt haben, zugleich mit dem von

Theobald zuerst als Casannaschiefer vom Casannapasse unterschiedenen Gestein, wie überhaupt mit den zahlreichen Varietäten, die später unter diesem Namen in dem Bündener Hochgebirge bezeichnet und neulich wieder von Rolle¹³⁾ unter Hinweisung auf Simmler's Alpinit und Helvetan-Gneiss in den rhätischen Alpen beschrieben wurden, zusammengefasst eine natürliche Gruppe ausmachen, welche sich ebenso bestimmt geographisch abscheiden, wie geologisch in ein bestimmtes Abhängigkeitsverhältniss zu der Phyllitformation bringen lässt.

Es muss jedoch bemerkt werden, dass später von Theobald Vielerlei unter Casannaschiefer zusammengenommen wurde, wodurch der ursprünglich bloss petrographische Begriff sogar vorwaltend einen stratographischen Beigeschmack erhielt. Suess drückte demselben förmlich die Bedeutung einer Formationsabtheilung im Sinne einer alpinen Faciesbildung von Carbonschiefer auf. Ich glaubte hier Veranlassung nehmen zu sollen, bei dieser Gelegenheit die bis jetzt aus den verschiedensten Gegenden gesammelten verwandten Gesteinsarten des sog. Phyllitgneisses einer vergleichenden Betrachtung zu unterziehen. Es liegen mir vor oder sind aus der Beschreibung sicher hierher gehörig auszuführen: Gesteine aus den verschiedensten Theilen des Centralstocks der östlichen Alpen von Sömmering bis zu den Grenzen der Schweiz und Italiens. In der Schweiz findet sich das Gestein vielfach, wie erwähnt, in den Graubündener Schieferalpen, in dem von Rolle durchforschten Gebiet von Chiavenna und im Veltliner Gebiet, in der Tödigruppe, in den Berner Alpen, im Gotthardtgebiet (jedoch nicht unter den mir vorliegenden Gesteinen des Tunnels), vielfach auch als sog. Pseudokalkschiefer oder Talkgneiss und Talk-

13) Mikroskopische Beiträge aus den Rhaetischen Alpen von Dr. Fr. Rolle 1879.

quarzit der Savoyer- und Piemonteser Alpen, und wie angeführt, häufig in den Bergamasker Alpen. Dazu kommt das als Sericitschiefer bezeichnete, häufig gneissige Gestein aus Nassau, im linksrheinischen Schiefergebirge, in den Ardennen im Harze (Porphyroide), jenes von mir beschriebene aus dem ostbayerischen Grenzgebirge, aus dem Fichtelgebirge und Thüringer Walde. Ferner gehören gewiss auch zahlreiche Fundpunkte z. B. der Ardennen, Pyrenäen, des Balkans, in Nordamerika (Michigan, Canada) u. s. w. hieher.

Alle diese Gesteine von überraschend grosser petrographischer Aehnlichkeit, welche vorherrschend ein wesentliches Glied der Phyllitformation ausmachen, möchte ich unter der Bezeichnung Sericitschiefer¹⁴⁾ und allgemein als Sericitgestein zusammenfassen.

Charakteristisch für alle diese Gesteine ist der sog. Sericitbestandtheil, welcher in Form dünner, wein- oder gelblich grünlicher, selten röthlicher Schüppchen oder Blättchen in meist wellig gewundenen flaserigen Lagen der Schichtung parallel mit den übrigen Bestandtheilen verbunden dem Gestein von der Schichtfläche betrachtet einen fettig seiden- oder talkartigen Glanz verleiht. Dies hat vielfach zu der falschen Bezeichnung solcher Gesteine als „talkig“ verführt.

Auf dem höchst charakteristischen Querbruche des meist dünnblättrigen, doch zuweilen auch dickflaserigen Gesteins sieht man die welligen, dünnen Flasern des Sericits, die sich häufig auskeilen, um andere dafür sich anlegenden Platz zu machen, in stetem Wechsel mit feinkörnigen, trüben und hellen meist etwas dickeren, nicht sericitischen Lagen, die sich gleichfalls häufig verstärken und verschwächen, verflasert.

14) Siehe Näheres in meiner geogn. Beschreibung Bayerns III. Bd. Fichtelgebirge S. 123 und ff.

Es sind vorherrschend feldspathige und quarzige Substanzen, welche sich an der Zusammensetzung dieser Fasern betheiligen. Bald sind in diesen die feldspathigen, bald die quarzigen Lagen mehr entwickelt, bis zum Verschwinden der einen oder andern, wodurch verschiedene Varietäten sich bilden. Nicht selten auch ist die Durchwachsung dieser Substanzen so innig, dass eine mehr oder weniger dicht aussehende, Thonstein- oder Hällefint-artige Gesteinsart sich daraus entwickelt. Zu den mehr oder weniger regelmässigen lagerigen Lamellen kommen ferner noch knotige Ausscheidungen von Feldspath oder Quarz oder von beiden zugleich vor. Diese Ausscheidungen sind dadurch ausgezeichnet, dass sie plötzlich und rasch zu einem grösseren Korn anschwellen, sich zwischen die Lamellen eindringen, oft sogar dieselbe gleichsam quer durchschneiden und fast senkrecht zu den Lamellen gestellt erscheinen.

Auf den Schichtungsflächen machen sich diese aus der Masse ausgeschiedenen Körnchen, welche fälschlich als klastische Einschlüsse gedeutet worden sind, als kleine Erhabenheiten oder Knötchen bemerkbar, und tragen in Verbindung mit den welligen, oft gekräuselten Unebenheiten der Sericitfasern wesentlich dazu bei, die Eigenartigkeit des Phyllitgneisses und Sericitquarzites schon dem äusseren Ansehen nach für das Auge leichter bemerkbar zu machen.

In Dünnschliffen bieten namentlich die quer zur Schichtung genommenen Schnitte besonderes Interesse. Es lassen sich hier die in mehr oder weniger dünnen Lagen mit einander flasrig wechselnden Schüppchen und Streifchen von Sericit und Quarz sehr deutlich daran unterscheiden, dass die wellig gebogenen Sericitfasern wie aus einzelnen der Länge nach gestreckten Fasern zusammengesetzt erscheinen, wobei diese Fasern manchmal mit einander verflochten sich darstellen. Die Substanz zeigt im Querschnitte i. p. L. nur schwaches Farbenspiel. Die Quarzlagen dagegen

sind feinkörnig und scheinen zwischen den feinsten Körnchen zugleich auch oft noch eine feldspathige Substanz zu beherbergen. Letztere ist jedoch auch den Sericitschüppchen in mehr dichter Verwachsung beigemischt. Wo die meist wasserhellen und vielfach von Flüssigkeitsbläschen erfüllten Quarzausscheidungen sich zwischen diesen Streifchen einstellen, sieht man nicht selten die Enden der Sericitlagen in einzelne Fasern getheilt in die Quarzmasse¹⁵⁾ hineinragen zum deutlichsten Beweis ihrer gleichheitlichen Entstehung mit den übrigen Bestandtheilen des Gesteins. Noch auffallender ist bei manchen Feldspathknötchen die quer zu der Schichtung gerichtete Streifung, die sich vielfach i. p. L. ähnlich wie die Streifchen der Plagioklase verhält.

Bei den Schliften parallel den Schichtflächen trifft man es nur sehr selten, gute Durchschnitte durch die Sericitfasern zu erhalten, die nicht in Folge anderweitigen Zwischenlagen undeutliche Erscheinungen liefern. Dagegen gelingt es besser dünne Blättchen von dem Gestein mit einem feinen Messer abzuheben und diese einer Untersuchung zu unterziehen. Es ist bemerkenswerth, dass selbst die feinsten Blättchen, die eine gewisse Neigung der Zerspaltung an sich tragen, spröde und nicht elastisch biegsam sind. U. d. M. zeigen sich diese Spaltblättchen meist nur stellenweise vollkommen klar durchsichtig. Sie sind durch wolkenartig eingestreute dunkle Staubtheilchen flockig trübe. I. p. L. treten eigenthümlichen Erscheinungen hervor. Bei der Dunkelstellung erscheint der Sericit an den durchsichtigen Stellen hell ohne deutliche Färbung, zugleich aber erfüllt mit einer

15) Ein einziger Blick auf den Dünnschliff eines Phyllitgneissquerschnittes lehrt überzeugend, dass man diese Quarz- (und Feldspath-) Körnchen nicht als klastische, Geröll-ähnliche Einschlüsse ansehen dürfe. Selbst in Fällen, wo solche Körnchen quer zur Schichtung gestellt sind, zeigt sich an den Rändern eine innige Verwachsung mit den übrigen Substanzen des Gesteins.

erstaunlichen Anzahl kleiner Nadelchen, zuweilen auch sechseckige Blättchen, welche in lebhaften Farben glänzen. Namentlich ist dies bei dem grünlichen Sericit von Naurod¹⁶⁾ in Nassau der Fall. Dies beweist schlagend, dass die meisten Sericite nicht aus einer einheitlichen Substanz bestehen. Sehr bemerkenswerth ist das Verhalten der Sericitblättchen bei Anwendung der Stauroscop-Vorrichtung. Stellt man hierbei den Apparat auf das schwarze Kreuz ein, so ändert sich nach eingeschobenen Sericitblättchen weder die Farbe noch die Stellung des Kreuzes beim Umdrehen des Sericitblättchens, eine Erscheinung, welche wesentlich gegen die Annahme spricht, dass der Sericit nur eine Modification von weissem Glimmer sei.

Häufig ist derselbe mit chloritischen und solchen Substanzen verwachsen oder durch diese ersetzt, welche gewöhnlich auch die Hauptmasse der Phyllite zusammensetzen. Selbst Andeutungen von Glimmerschüppchen stellen sich ein. Ausserdem scheinen auch die übrigen zufälligen Beimengungen z. B. von Magneteisen, Schwefelkies, Karbonaten sich an diese Lagen zu halten, wodurch dieselben oft unklar und undeutlich werden.

Eigenthümlichen Schwierigkeiten unterliegt die chemische Untersuchung dieser Gesteine. Es ist schon von vornherein klar, dass eine Bauschanalyse kaum einen maassgebenden Aufschluss zu liefern im Stande ist. Die selbst durch das unbewaffnete Auge deutlich wahrnehmbare Verschiedenheit in dem Gehalt an makroskopisch ausgeschiedenem Quarze lässt dies schon erkennen. Wir können daraus höchstens bei einem grossen Ueberschuss an Kieselsäure einen hohen

16) Ich verdanke diesen typischen Sericit der Güte des Herrn Prof. Sandberger in Würzburg, der mir zugleich die sehr interessante Mittheilung machte, dass der von List analysirte Sericit von Naurod von einer Quarzader in Schiefer herstammt, und dass der eben erwähnte grünliche von Naurod dem List'schen Originalsericit sehr ähnlich sei.

Gehalt an Quarz ableiten. Aber auch die getrennte Analyse des mit aller Sorgfalt ausgesuchten sericitischen Bestandtheils liefert in den seltensten Fällen ganz befriedigende Resultate, weil mit denselben in feinsten Vertheilung quarzige und feldspathige Substanzen innigst vermengt sind. Daher gelingt es in den seltensten Fällen die scheinbar reine Sericitsubstanz durch kochende Schwefelsäure vollständig zu zersetzen, wie es doch gemäss der Natur des Sericites sein sollte. Es bleibt bei dieser Behandlung meist ein feldspathig quarziger Rest im Rückstande. Doch dürfte in der Zersetzbarkeit der Sericitsubstanz durch concentrirte kochende Schwefelsäure entgegen der Annahme List's, welcher an giebt, dass Sericit durch Schwefelsäure nicht zersetzt werde das bequemste Hilfsmittel geboten sein, die Theilanalyse für unsere Zwecke nutzbar zu machen, einen Weg, den ich nach langen Versuchen als den besten erprobt habe. Indem man nämlich, so weit dies immer thunlich ist, die Sericitschüppchen von allen sichtbaren Nebenbestandtheilen reinigt, dann in concentrirter Schwefelsäure längere Zeit in der Wärme behandelt, erhält man eine vollständige Zersetzung des wirklichen Sericitantheils, freilich bei einer Vermengung mit feldspathigen Substanzen zugleich auch eine im Ganzen geringe Zersetzung der letzteren. Auf diese Weise gewinnt man, so verschieden auch das äussere Ansehen der sericitischen Masse sein mag, vergleichbare Ergebnisse. Bei gleichzeitiger Anwesenheit von in Salzsäure zersetzbaren, chloritischen Theilchen und Karbonaten ist zu empfehlen vor der Behandlung mit Schwefelsäure zuerst Chlorwasserstoffsäure in Anwendung zu bringen.

Die auf den folgenden Seiten mitgetheilten, meistens von Herrn Assistent A. Schwager ausgeführten Analysen werden dazu dienen, einen Ueberblick über die Phyllitgneise der verschiedenen Verbreitungsgebiete und die Uebereinstimmung ihrer Sericitbestandtheile zu geben.

Vergleicht man in dieser keineswegs noch erschöpfenden Reihe von Analysen die Angaben unter 1, 2, 3, 5, 8, 10, 14, 16, 19, 23, so wird man kaum verkennen, dass diesen eine mineralogisch gleich zu stellende Substanz zu Grunde liegt. Es ist dies eben die Sericitsubstanz, während die Analysen des anscheinend reinen Sericits mit Anwendung der Schmelzung mit Natriumcarbonat und der Zersetzung durch Flusssäure, wie die Analysen unter 9, 18, 21 zeigen, nur sehr annähernde Vergleichswerthe geben und gewöhnlich einen zu hohen Kieselsäuregehalt liefern.

Die bisher vorgenommenen Analysen reichen allerdings noch nicht hin, um über diese Substanz vollständig in's Klare zu kommen, doch genügen sie, um auf das ausserordentliche Interesse aufmerksam zu machen, welches sich an diesen ungeahnt weit verbreiteten Gesteinsgemengtheil knüpft, indem sie dessen wahrscheinliche Identität von den verschiedensten Fundstellen jetzt schon vermuthen lassen. Man kann heute bereits sagen, dass diese Substanz zu denjenigen wesentlichen Gemengtheilen vieler krystallinischer Schiefer gezählt werden muss, welche durch die Häufigkeit des Vorkommens und die weite Verbreitung in geologischer Beziehung sehr in den Vordergrund treten und auch von den Mineralogen nicht bei Seite geschoben werden dürfen. Man kann ja in letzterer Richtung verschiedener Ansicht sein, wie dies bezüglich vieler nicht deutlich auskrystallisirter Mineralkörper der Fall ist, ob nämlich dieser Substanz eine mineralogische selbständige Stellung zukömmt oder ob sie nur als eine Varietät des Glimmers zu betrachten ist. Für den Geologen, der die Sericit-führenden Gesteine in der Natur an zahlreichen Fundstellen beobachtet hat, wird es keinen Augenblick zweifelhaft sein, dass im Sericit, wenn er auch die Stelle und Rolle des Glimmers übernimmt, doch ein eigenthümliches und selbstständiges geologisches Gesteinselement vorliegt. Ich bin übrigens im Zusammen-

Fundstellen	Kieselsäure	Titansäure	Thonerde
1. List, Analyse des Sericits von Naurod bei Wiesbaden	49,00	1,69	23,65
			Dazu
2. Lossen's theoretische Zusammensetzung	51,43	—	25,06
3. Von der Marck Sericit von Hallgarten in Nassau	51,61	—	29,49
4. Sericit- oder Phyllitgneiss von Hallgarten in Nassau, Bauschanalyse	77,52	—	14,28
5. Daraus Sericit mit Schwefelsäure zersetzt 8,44% 8,44%	49,18	—	29,66
6. Rest erst mit verdünnter Flusssäure behandelt, zersetzt 59,88%	69,08	—	19,89
7. Letzter Rest 32,68%	100,00	—	Sp.
8. Sericit von Naurod, nach Sandberger dem List'schen Sericit ganz ähnlich 82,12%	49,53	—	28,97
9. Helvetan aus gneissartigem Quarzit von Niederen Alp nach Simmler	67,07	—	13,05
10. Aus Theobald typischen Casannaschiefer vom Casannapass, in Schwefelsäure zersetzbarer Theil des Sericits . . 42,2%	49,90	—	28,28
11. Rest unzersetzter Substanz . . 57,8%	68,23	—	17,75
12. Phyllitgneiss aus den Graubündner Alpen bei Bergün, Bauschanalyse	73,14	—	13,05
13. Ausgesuchten Sericit desselben mit Salzsäure kurze Zeit behandelt . . 6,7%	22,38	—	9,26
14. Dieselbe Substanz weiter durch Schwefelsäure zersetzt 12,2%	50,81	—	29,50

Eisenoxyd	Eisenoxydul	Mangan- oxydul	Kalkerde	Bittererde	Kali	Natron	Wasser und Glühverlust	Summe
—	8,07	—	0,63	0,93	9,11	1,75	3,44	100,27
Fluorsilicium = 1,69 Phosphorsäure = 0,31								
—	8,77	—	—	—	11,45	—	3,29	100,00
2,22	1,08	0,56	—	0,87	9,22	0,61	3,95	99,61
0,72	1,76	—	0,60	0,72	3,30	0,18	1,40	100,48
5,64	—	—	0,71	0,90	10,04	2,17	2,26	100,66
3,39	—	—	0,89	0,91	4,17	Spur	2,03	100,06
Sp.	—	—	Sp.	Sp.	Sp.	—	—	100,00
7,26	—	—	0,14	2,46	7,43	0,12	4,97	100,88
—	4,43	—	2,38	2,18	7,37	1,69	1,85	100,02
2,16	2,23	—	0,23	1,66	9,76	0,21	5,73	100,16
3,15	—	—	0,32	1,86	7,22	1,34	1,02	100,90
—	2,50	—	1,34	1,94	4,11	0,22	4,06	100,39
—	16,92	—	15,82	9,64	6,41	—	19,83	99,83
—	3,68	—	0,91	2,06	11,53	0,71	0,69	100,16

Fundstellen	Kieselsäure	Tetansäure	Thonerde
15. Resttheil der Analyse 14 . . . 81,1%	81,38	—	11,89
16. Aus Phyllitgneiss von Glaris ausgesuchter Sericit mit Schwefelsäure behandelt, zersetzter Theil 39,5%	48,90	—	27,15
17. Rest unzersetzt 60,5%	68,21	—	17,68
18. Ausgesuchter Sericit aus dem Phyllitgneiss von Fiume nero, Bauschanalyse .	58,44	—	24,84
19. Dieselbe Substanz mit Schwefelsäure behandelt, zersetzt 47,68%	50,76	—	29,75
20. Rest dieser zersetzten Masse . 52,32%	65,44	—	20,30
21. Ausgesuchter Sericit aus dem Phyllitgneiss des Fürstensteins im Fichtelgebirge, Bauschanalyse	55,51		26,23
22. Ausgesuchter Sericit aus dem Phyllitgneiss von Dürrberg im Fichtelgebirg. Bauschanalyse	55,80	—	27,72
23. Ausgesuchter Sericit aus dem Sericitgneiss bei Goldkronach im Fichtelgebirge mit Schwefelsäure zersetzt 47%	45,88	—	33,96

halt aller chemischen und physikalischen Eigenschaften der Ansicht, dass der Sericit auch mineralogisch eine zureichend grosse Eigenartigkeit besitzt, um ihn als sog. eigene Species zu betrachten.

Was nun die Natur und Entstehung dieses Sericits anlangt, so wird derselbe vielfach als ein Umwandlungsprodukt aus Glimmer oder auch aus Feldspath angesehen. Ich kann nach der Untersuchung sehr zahlreicher Gesteinsproben, welche dieses Mineral enthalten, besonders in zur Schichtung

Eisenoxyd	Eisenoxydul	Mangan- oxydul	Kalkerde	Bittererde	Kali	Natron	Wasser und Glühverlust	Summe
—	1,10	—	0,09	1,30	2,96	0,17	1,86	100,75
2,89	2,44	—	0,21	2,37	9,15	0,64	6,22	99,97
3,75	—	—	0,29	1,74	7,54	0,82	0,82	100,85
4,04	—	Spur	0,44	1,92	6,70	1,27	3,40	101,13
3,87	—	—	0,23	2,50	7,78	0,64	5,72	101,28
3,24	—	—	0,65	1,42	5,71	1,84	1,24	99,84
3,81	—	—	0,52	0,83	4,41	4,00	4,31	99,62
3,07	—	—	0,14	0,53	5,62	1,51	4,03	98,42
4,57	—	—	0,22	0,83	9,32	0,52	4,98	100,26

quergenommenen Dünnschliffen, die weit lehrreicher, als die Paralleldünnschliffe sind, damit nicht übereinstimmen, erachte vielmehr den Sericit eher für eine Masse, aus der sich unter günstigem Verhältnisse Glimmer bilden konnte und gebildet hat. Von einer Entstehung aus Feldspath an Ort und Stelle kann schon erst nicht die Rede sein; dagegen spricht schon die ganze Art, wie die Sericitschüppchen in dem Gestein eingebettet vorkommen. Man betrachte einen einzigen Querdünnschliff und man wird hiervon sich leicht

überzeugen können. Ob die Massen des Sericit aus zerriebenen Feldspath abstammen, das ist eine andere Frage, die mir aber unbestimmbar und hier unwesentlich und höchst unwahrscheinlich scheint. Ich halte den Sericit für eine primitive Bildung, so ursprünglich, wie die Quarz- und Feldspaththeile und Streifen, denen er gleichwerthig beige-sellt ist. Man muss die ganze grosse Reihe der sog. Thonschieferbildungen älterer Art in ihrem chemischen und physikalischen Verhalten mit einander vergleichen und prüfen, um in ihnen gleichsam eine stufenmässige Entwicklung von der minder krystallinischen zu der gesteigerten krystallinischen Ausbildung wahrzunehmen. Namentlich sind es die mehr erdigen und mehr glimmerig glänzenden Phyllite, welche einer Seits auch nach ihrer lithologischen Beschaffenheit eine Verbindung vermitteln hinüber zu den cambrischen Thonschiefer und anderer Seits ganz allmählig in Glimmerschiefer verlaufen. Hierbei lässt sich bei vielen Schieferarten eine Substanz als Gemengtheil verfolgen, welche gleichsam der Träger des glimmerigen Elementes ist und dasselbe in verschiedenen Stadien der Entwicklung repräsentirt. Als eine solche Facies dieser Reihe fasse ich von genetischem Standpunkte auch den Sericit auf, der uns die Brücke bauen hilft für das Verständniss der Entstehung der krystallinischen Schiefer. Man vergleiche in dieser Beziehung die Textur der verschiedenen Thonschiefer von den versteinungs-führenden an rückwärts — immer in den Querdünnschliffen — bis zu den Phylliten, Glimmerschiefer und Gneissbildungen, wie solche mir jetzt aus der Untersuchung des Fichtelgebirgsgebiets und auch aus andern Gegenden zu Hunderten vorliegen und man wird eine erstaunliche Fülle von Analogien entdecken, welche die oben ausgesprochene Ansicht nicht als eine unbegründete erscheinen lassen werden.

Soweit die vielfach abändernden Sericitgesteine

zur Zeit bekannt sind, lassen sie sich etwa in folgende Gruppen theilen:

- 1) Sericitphyllit, glimmerig glänzender Phyllit wesentlich aus Sericit¹⁷⁾, in Salzsäure leicht zersetzbar chloritischem Bestandtheil und aus Quarz zusammengesetzt z. B. von Lauterbach, Lindenhammer etc.
- 2) Sericitquarzit, meist knotig flasrige Quarzite mit Sericitzwischenlagen und häufig mit Ausscheidungen von Quarzkörnchen z. B. von Christophsrod bei Wiesbaden Hallgarten etc.
- 3) Sericitgneiss oder Phyllitgneiss, dem vorigen ähnlich, aber wesentlich noch bereichert durch Feldspathbeimengungen, die häufig gleichfalls in Körnchen und Linsen ausgebildet sind, (Augengneiss). z. B. Fichtelgebirge Goldkronach, Redwitz, im ostbayerischen Grenzgebirge bei Waldsassen, in den Alpen.
- 4) Porphyrtartiges Sericitgestein mit anscheinend dichter felsitähnlicher Grundmasse der Bestandtheile des Sericitgneisses und porphyrtartig eingestreuten Ausscheidungen von Quarz und Feldspath (Porphyroid). Das Gestein ist häufig flasrig wellig geschichtet z. B. aus dem Harz, Thüringer Wald.

17) Soeben vor dem Druck dieser Zeilen erhalte ich durch die Gefälligkeit des Verfassers Herrn Laspeyres eine Abhandlung über Sericit (Z. für Kryst. IV. 3. 1879 S. 244), deren anregender, reicher Inhalt ich leider nicht mehr verwertben konnte. Ich füge deshalb hier noch die Analyse desselben Sericits von Hallgarten an, von dem 2 Analysen vorn mitgetheilt sind. Bei 105° getrocknete reine Substanz gab $\text{SiO}_2=45,361$; $\text{Al}_2\text{O}_3=32,919$; $\text{F}_2\text{O}_3=2,048$; $\text{FO}=1,762$; $\text{CaO}=0,494$; $\text{MgO}=0,895$; $\text{Ka}_2\text{O}=11,671$; $\text{Na}_2\text{O}=0,724$; $\text{H}_2\text{O}=4,126$ zus. = 100,000. L. kommt zu dem Schluss, dass der Sericit genau die chem. Zusammensetzung des Kaliglimmers besitze und nur als dichter Kaliglimmer anzusehen sei; er lässt denselben durch Umwandlung aus feinem Feldspathschlich, ähnlich dem Pinitoid, entstehen. Man sieht hieraus, dass diese Resultate mit meinen Untersuchungen nicht übereinstimmen.

- 5) Sericitflint, anscheinend dichte, aphanitische Vermengung von Sericit, Feldspath und Quarz in einem mehr oder wenig deutlich geschichteten Hälleflint-ähnlichen Gestein, auf dessen Schichtflächen Sericitblättchen sichtbar werden. Durch Ausscheidung von Quarz- und Feldspathkörnchen entstehen Uebergänge in das porphyrtartige Sericitgestein. (Euritschiefer z. Th. Felsitschiefer u. s. w.); z. B. von Val Fiume nero, vom Pfaffenkopf bei Treseburg am Harz (Sericit-Adinol Schiefer. Lossen's.)

Kehren wir zu dem Profile des Fiume nero Thales zurück, so finden wir oberhalb Val Secca durchweg die Schichten des glimmerigen Phyllits und der reichen Phyllytgneiseinlagerungen mit NW. Einfallen. Diese Gesteine scheinen ununterbrochen bis zu den höchsten Spitzen der Berge zwischen P. del Diavalo und Mt. Redorta fortzusetzen. Die in dem Hauptthale auch noch an höhern Stellen liegenden Fragmente grauer Sandsteine und Conglomerate stammen von Seitenhöhen und beweisen, dass hier die Collioschichten ziemlich grosse Ausbreitung gewinnen. Auch Rollstücke typischer Porphyre wurden bemerkt; dagegen fehlen hier alle Andeutungen des Vorkommens von rothem Sandstein und Seisser Schichten.

Vom Dorfe Fiume nero im Hauptthale aufwärts gegen Bandione stehen an den kahlen Gehängen ganz dieselben grauen Gesteine an, wie im Fiume nero Thale; es sind die Bildungen von Collio und Valle di Freg. Sie legen sich bei Bandione an dem Steilgehänge gegen Lizzola deutlich an den Phyllit an, der in der Umgegend von Lizzola mehrfach zu Tag tritt, oberhalb Lizzola in der Richtung zum Ca di Manina aber von einer Verwerfungsspalte abgeschnitten wird, so dass hier schwarzer plattiger Ortler-Kalk unmittelbar neben Phyllit auftaucht. Es ist dies derselbe schwarze Kalk, der zur Passhöhe ansteigend, hier auf Rauhwaacke

auflagernd in SO.-Richtung zum Dezzo-Thale streicht und dort an die Muschelkalkschichten sich anschliesst.

Der Weg auf der Passhöhe schneidet, ähnlich wie am Zovettopass, in Rauhwanke ein. Gleich daneben tauchen auch die Campiler- und Seisserschichten auf und ein lebhaft betriebener Bergbau bekundet auch hier den Reichtum an Eisenerzflötzen. Gewöhnlich kommen hier manganhaltige, stark verwitterte Spatheisensteine vor, bemerkenswerth sind aber noch insbesondere die spathigen, Pentacritenstiele umschliessende Bänke, welche Fläsern und Putzen von Eisenglimmer in sich schliessen. Es erinnert dies, wie schon bemerkt wurde, aufs Lebhafteste an eine ähnliche Erscheinung bei Berchtesgaden, wo Eisenglimmer in den Werfener Schichten einbricht.

In sehr tiefer Lage dieser Gesteinsreihe oberhalb Nona fand ich im grünlichgrauen, sandigen Mergelschiefer zahlreiche Exemplare von *Myophoria costata* und in den grossen Plattenbrüchen unterhalb Nona neben dem Wege zur Ponte di Gleno in gleichen Schichten *Myophoria costata*, *Naticella costata*, *Ammonites Cassianus* in z. Th. verkiesten oder mit einem chloritischen Ueberzug versehenen Schalen. Die hangenden Lagen dieser grossen Brüche nehmen eine röthliche Farbe an, werden ärmer an Versteinerungen, dagegen zeigen sich ihre Schichtflächen dicht bedeckt von Wülsten, Kriechspuren, Wellenfurchen u. dergleichen Unebenheiten. Wir stehen hier tief im Liegenden der Seisser Schichten, welche an dem nahen Zusammenflusse des Nonabaches mit dem Hauptbache des Val di Gleno in schöner Entblössung unmittelbar auf rothem Sandstein aufruhend. Die Schichten beider Gesteinsreihen fallen mit 50—65° nach SW. ein. Wir haben hier sicher wieder den rothen Grödener Sandstein, dessen Zusammenhang mit den Collioschichten wir nun aufwärts in Val di Gleno — Ein

schnitt, der die Schichten nahe rechtwinkelig durchquert, verfolgen.

Wir steigen von der Gleno-Brücke über die querstreichenden und vorwärts nach SW. einfallenden Schichtenköpfe thalaufwärts zu immer liegenderen Bänken von rothen Sandsteinen und hellen Conglomeraten bis in die Nähe des Wasserfalls, wo grobe Conglomerate mit Rollstücken von rothem Porphyrr und von Quarz sich einstellen empor. Eine auffallend weisse Sandsteinbank mit zahlreichen, rostfarbigen Putzen bilden ungefähr die Grenze zwischen den hangenden Bänken der Grödener Schichten und den nun im Liegenden folgenden, conform unter ungefähr 60° einschliessenden Schichten des sog. Rothliegenden mit den verschiedenen Gesteinslagen, wie wir solche soeben bei Fiume nero kennen gelernt habe. Eigenthümlich ist diesen Schichten eine ausgezeichnete fast senkrecht zur Schichtung gehende Schieferung. In Bezug auf Gesteinsentwicklung bemerken wir hier das Vorwalten einer schmutzig röthlichen und grauen Färbung. Diese Schichten reichen in ansehnlicher Höhe an den Gehängen der Berge empor, wo sie sich an den glimmerigen Phyllit des Mt. Gleno anlehnen.

Kehren wir zur Glenobrücke zurück, so können wir von einer Reihe von Steinbrüchen aus, welche in den abgerundeten Vorbergen auf denselben dünnspaltenden Dachschiefer-artigen Platten der Seisser Schichten mit *Myophoria costata*, wie bei Nona, im Betrieb stehen, die Grenzregion gegen den unterlagernden rothen Sandstein auf das genaueste Schicht für Schicht untersuchen. Besonders günstig hiefür ist Val Venero colina und eine Seitenschlucht bei Ronco unfern Schilpario, wo zwar die Schichten erst nach NO. einfallen, dann aber muldenförmig umbiegend ein normales SW. Einschliessen einnehmen. Wir finden auch hier, dass die durch die Steinbrüche aufgeschlossenen und ausgebeuteten Plattenmergel mit *Myophoria costata* zu der liegendsten

Reihe der Seisserschichten gehören, unter welchen zunächst dolomitisch-eisenspathige, stark rostfarbig verwitternde Gesteine in einer Mächtigkeit von nur 3—5 m sich einstellen. Unmittelbar darunter folgt dann die erste, sehr kieselsreiche, von Quarzadern durchflasernte, blassrothe Sandsteinbank und dann sofort die ganze grosse Reihe der rothen Sandsteine und Conglomerate der Grödener Schichten.

Es fragt sich nun, dürfen wir diese dolomitischen Grenzschichten, der wir übrigens, auch im Gebiete von Bagolino und Collio begegnet sind, eine grössere Bedeutung zumessen, und etwa für eine Stellvertretung der Bellerophonkalke, die allerdings auf gleichem geologischem Horizonte lagern, ansehen? Hiefür liegt kein anderer Grund vor, als etwa die dolomitische Beschaffenheit des Gesteins und dies dürfte denn doch nicht genügen, um damit eine so schwerwiegende Parallele zu begründen.

Aehnlichen Lagerungsverhältnissen begegnet man auch im Venerocolina-Hauptthale. Hier heben sich höher thal-aufwärts unter dem Complex der rothen Sandsteine und Conglomerate die grauen und schwarzen, oder schmutzig röthlich grauen Gesteine in gleichförmiger Unterlagerung hervor, die ganz unzweifelhaft den Collio- oder sog. Rothliegenden Schichten entsprechen. Sie gewinnen jedoch hier keine grosse Mächtigkeit, weil die rothen Sandsteinschichten noch einmal in einem grossen Sattel sich umbiegen und mit widersinnigem NW. Einfallen aufs neue zur Thalsohle herab sich einsenken, wo sie in dem grossen Kahr unterhalb des Passes dessen ganze Breite einnehmen. Es stehen zwar an dem Passsteig nahe der Hütten Stallo di Venericollo noch einmal dünnplattige, graue Sandschiefer an, welche der älteren Reihe angehören. Ihre Erstreckung ist aber sehr gering, indem sich sofort höher gegen den Pass-Uebergang¹⁸⁾

18) Ein plötzlich eingetretener Gewitterregen, der bis zum Abend

zu Phyllit aus dem Untergrunde heraushebt, welcher dann ohne Unterbrechung nur mit Gneiss-artigen und quarzitischen Zwischenlagen wechselnd bis zur Passhöhe und von dieser an nordwärts durch das ganze Valle di Beloiso anhält.

Die Hauptergebnisse dieser nur flüchtigen Wanderung durch den östlichen Theil der Bergamasker Alpen lässt sich endlich etwa in folgenden Sätzen zusammenfassen:

- 1) Das durch Suess näher bekannt gewordene Schichtensystem mit Pflanzenresten des Rothliegenden — grünlich graue, grauwackenartige Sandsteine, graue Conglomerate und schwarze plattige, Pflanzenreste-führende Sandsteinschiefer — ist nicht ident mit den Pflanzen-führenden Sandsteinlagen von Neumarkt und Recoaro.
- 2) Derselbe Schichtencomplex dieser älteren Gesteine — der Kürze halber *Collioschichten* — zeigt sich schon vertreten in der Naifschlucht bei Meran und in zahlreichen zwischen Porphyre eingeklemmten Fetzen bei Botzen.
- 3) Die *Collioschichten* schliessen sich zwar an allen Punkten, wo sie mit dem rothen Sandstein und Conglomerate (*Grödener Schichten*) unmittelbar zusammenstossen in gleichförmiger Unterlagerung an diese an. Aber es giebt sehr viele Punkte, wo in nächster Nähe die *Grödener Schichten* in ganz selbstständiger Entwicklung auftreten und unmittelbar über Phyllit das System jüngerer Schichten eröffnen. Diese Selbstständigkeit der Entwicklung spricht zu Gunsten einer Zuthheilung beider Ablagerungen zu verschiedenen Formationen und gegen die Zuweisung der *Grödener Schichten* zu dem Rothliegenden (*Zechstein*).
- 4) Demzufolge können auch im Zusammenhalte mit dem

anhält, verhinderte grade an der Passhöhe eingehendere Untersuchungen anzustellen.

überwiegenden Triascharakter der Neumarkter Flora die Grödener Schichten nur als Glieder der ältesten Trias angesehen werden.

- 5) Damit in voller Uebereinstimmung steht die Thatsache dass die Seisser Schichten mit *Myophoria costata* unmittelbar auf der obersten Bank des rothen Sandsteins aufliegen und dass also, da diese Lage dem mitteldeutschen Röth entspricht, im Falle man die Grödener Sandsteine als Repräsentanten der Dyas ansehen würde, dazwischen absolut kein Raum für eigentlichen Buntsandstein wäre.
- 6) Die typischen Bellerophonkalke setzen in die Westalpen nicht hinüber; die an der Grenze zwischen rothen Sandstein und Seisser Schichten bemerkbaren dolomitischen Lagen können mit einiger Sicherheit nicht für Stellvertreter gelten.
- 7) Die oft Gyps-führende Ra uh w a c k e nimmt ein constantes Niveau zwischen den Campiler-Seisser Schichten und dem Brachiopodenkalk des Muschelkalkes ein.
- 8) In den Westalpen entwickelt sich zwischen dieser gyps-führenden Ra uh w a c k e und der genannten Brachiopodenbank des Muschelkalks noch ein ungemein mächtiges System schwarzer, weissgesprengelter, versteinungsarmer, plattiger Kalke oder dolomitischer Kalke, die etwa den sog. Guttensteiner Kalken entsprechen und in den Ortler- und Graubündner Alpen eine dominirende Stellung gewinnen — Ortler-Kalke.
- 9) Die Schichtenentwicklung von der Muschelkalkbrachiopodenbank aufwärts bis zu den räthischen Schichten steht in den Bergamasker Alpen in naher Uebereinstimmung mit der südtiroler Ausbildung. Es entsprechen die Hornsteinknollenlagen den Buchensteiner Schichten, die Halbienschiefer den

Wengener Schichten, die Esinokalk- und Dolomite dem Schlerndolomit (Wettersteinkalk), die Schichten von Gorno und Dossena den Raibler Schichten und die Dolomite mit *Turbo solitarius*, *Avicula exilis*, *Megalodon triqueter*, *Dicerocardium Jani* und *Gyroporella vesiculifera* dem Hauptdolomit.

- 10) Unter den Gesteinen der älteren krystallinischen Schiefer spielt eine Form von Gneiss — der sog. Phyllitgneiss, Casanna-Schiefer Theobalds z. Th., — eine hervorragende Rolle und bildet ein wesentliches Glied der Phyllitformation in den Alpen.