

Geologisch-petrographische Studien im Gebiete der Melaphyre und Augitporphyre Südtirols.

Von Dr. H. Graf Keyserling.

Mit einer geologischen Kartenskizze und 15 Figuren im Texte.

Einer Anregung von Prof. Wilhelm Salomon in Heidelberg folgend, beschloss ich, im Herbste 1901 eine Untersuchung der Porphyrlaven Südtirols vorzunehmen.

Da ich den ganzen Sommer über mit einer anderen Arbeit beschäftigt war, konnte ich mich erst Anfang September in's Gebiet aufmachen. Angesichts der vorgerückten Jahreszeit war die Zeit, die ich im Gebirge verbringen konnte, äusserst kurz bemessen und da es mir darauf ankam, ein möglichst günstiges typisches und dabei nicht zu grosses Gebiet meiner Untersuchung zu Grunde zu legen, um auch in kurzer Zeit zu nennenswerthen Resultaten zu gelangen, so war die Frage: wohin mich wenden?

Von vornherein hatte ich den italienischen Theil im Auge — um Predazzo, Primiero herum waren und sind ja stets zahlreiche Forscher thätig, während der zu Italien gehörige östliche Theil der Dolomiten die Geologen weit weniger gelockt zu haben scheint. Seit Mojsisovics' und Dölter's Zeiten scheint bis auf Salomon, dem wir die schöne Monographie der Marmolata verdanken, Niemand mehr dort gearbeitet zu haben.

Aber auch hier musste noch eine specielle Wahl getroffen werden und das konnte nur nach eigener Anschauung geschehen. So wanderte ich denn, von Cortina d'Ampezzo kommend, bewaffnet mit der italienischen Generalstabskarte und Mojsisovics' geologischer Karte, über Höhen und Pässe dem Cordevoethale zu, überall Umschau haltend nach günstigen Stellen für meine Untersuchungen. Von Caprile aus wurden Excursionen zur Marmolata zu und gegen Selva Bellunese unternommen, aber ich fand nicht, was ich wünschte.

Mir kam es auf anstehende Laven an, hier aber gab es nur Tuffe. Mojsisovics hat auf seiner Karte bei Caprile ein abgesunkenes Stück Porphyrlava eingezeichnet; das ist nicht richtig: es ist dichter, um mit Tschermak zu reden, primärer Tuff. Aber das Gestein ist so dicht und hart, hat bläulichen Glanz und muscheligen Bruch, dass es sehr den Anschein erweckt, als hätte man es mit dichtem Basalt oder Melaphyr zu thun. Auch ich fiel Anfangs dieser Täuschung zum Opfer, aber die mikroskopische Untersuchung

von Dünnschliffen dieses Gesteins zeigte, dass es ein dichter Tuff ist, gebildet zum grössten Theil aus Labradorfragmenten, die durch allerhand Bindemittel chloritischer Natur verkittet sind.

Zur Marmolata zu wurde eine Excursion unternommen, unter anderem der Mte. Pigion erstiegen, aber auch hier habe ich nur Tuff entdecken können.

Die Gegend zwischen Marmolata und Alleghe, rings um den Sasso Bianco, habe ich nicht begehen können, weiss daher nicht, ob dort wirklich Lavaströme auftreten oder auch nur Tuffe.

So wandte ich mich denn südwärts, um von Agordo aus mein Glück zu versuchen. Die Gegend um den Mte. Framont erwies sich als ungünstig, um so bessere Resultate versprach dagegen die Region zwischen den Palle di S. Lucano und Val Falcade. Von dieser Gegend soll denn auch vorliegende Arbeit handeln.

Bei diesen Untersuchungen bin ich Herrn Cav. Cesare Tomé in Agordo, Präsidenten der dortigen Section des italienischen Alpenvereins, für seine vielen guten Rathschläge, die mir sehr zu statten kamen, zu Dank verpflichtet. Auch möchte ich hier meines Begleiters und Trägers, des Bergführers Eugenio Conedera (Agordo) gedenken, der mir sowohl durch seine glänzenden Eigenschaften als Bergführer, wie auch durch sein aufgewecktes, intelligentes Wesen und reges Interesse für die Wissenschaft von grossem Nutzen war. Allen Fachgenossen, die in dieser Gegend zu arbeiten gedenken, möchte ich ihn daher aufs Beste empfehlen.

Die Zeit, die ich auf meine Untersuchungen verwenden konnte, wurde auf ein Minimum reducirt durch die ungünstige Witterung. Unablässiger Regen und dichter Nebel machten Bergtouren auf Tage hinaus unmöglich; die klaren Tage, deren es leider nur äusserst wenige gab, wurde mit um so grösserem Eifer gearbeitet. Trotzdem ist die Untersuchung eine fragmentarische geblieben, viele Punkte mussten unbegangen bleiben. Dafür wurde viel Material zur petrographischen Untersuchung gesammelt, die denn auch den wesentlichsten Bestandtheil meiner Arbeit ausmacht.

Auf stratigraphische Untersuchungen, speciell solche paläontologischer Natur, habe ich mich gar nicht eingelassen; darin habe ich mich ganz auf Mojsisovics' Aufnahmen verlassen.

Der Lavencomplex, um den es sich hier handelt, wird begrenzt östlich durch die Palle di San Lucano, südlich durch die Dolomitmassen des Coston di Miel und Mte. Campo Boaro, die jenem riesigen Complex angehören, welchen Mojsisovics als Primieroriff bezeichnet hat. Südwestlich liegt der Piz di Fiocobuon. Nördlich und westlich folgt die Reihe der unteren triadischen Schichten, abgeschnitten von den anderen Gebirgstheilen durch die Thäler von Falcade und Forno di Canale.

Ich werde bei der topographisch-geologischen Beschreibung (man vergl. die geologische Kartenskizze auf S. 313) etwas in's Detail gehen, um die intimeren Lagerungsverhältnisse besser beleuchten zu können. Zum Schluss will ich eine allgemeine Uebersicht geben.

Geht man von Forno di Canale kommend das Val di Garés aufwärts, so zeigen sich etwas complicirte tektonische Verhältnisse.

Am Beginne des Thales bestehen die Berge auf beiden Seiten aus stark gefalteten Werfener Schichten: an den Faltungen nimmt auch der darüberliegende Muschelkalk noch Theil. Es sind offenbar Schichtenstauungen an einer Verwerfung. Die Sedimente sind recht steil aufgerichtet — bis zu einem Winkel von gegen 60° — und fallen ostnordostwärts ein. Bei Casa Mezzavalle bilden die Werfener Schiefer die Gipfel der das Thal umsäumenden Berge. Weiter thalaufwärts liegen sie beinahe horizontal, richten sich dann wieder auf — und hier folgt die Verwerfung, die auch Mojsisovics auf seiner Karte eingezeichnet hat. Sie streicht in der Richtung N 30 W—S 30 O¹⁾ über das Thal weg. Die Störung ist auf der westlichen Thalseite auch vorhanden und ich weiss nicht, ob Mojsisovics Recht hat, wenn er nur einseitig eine abgesunkene Scholle einzeichnet. Freilich sieht es so aus, als wenn auf der westlichen Seite keine richtige Absenkung stattgefunden hätte, die gegenüber deutlich zu sehen ist. Westlich ist der Muschelkalk weit stärker gefaltet als östlich, aber eine deutliche Verwerfungslinie ist nicht zu constatiren. Von jetzt ab folgt entgegengesetztes Fallen — SSO — Anfangs mit nahezu 40° , allmählig schwächer geneigt. Unterhalb der Casera di Caoz sieht man Werfener Schiefer sammt Muschelkalk mit einem Fallwinkel von circa 20° allmählig untertauchen und die Porphyrtuffe, die Anfangs nur auf den höchsten Spitzen sichtbar waren, reichen bis zur Thalsohle; letzteres tritt ein erst circa 400 m vom Dorfe Garés. Dass die Tuffe so tief hinabreichen, hängt damit zusammen, dass das Thal selbst sich allmählig hebt (Forno steht auf 876 m, Garés auf 1391 m), ausserdem ist es concav, gleicht einer Mulde und der diluviale Schutt verdeckt die tieferen Schichtlagen.

Steigt man etwa 500 m thalaufwärts von Casa Mezzavalle auf einem schmalen Fusspfad zum Wasserfall zu, der von der Casera Caoz hinabfliesst, so trifft man 6 m aufwärts von der Stelle, wo der Pfad zum erstenmal den Bach kreuzt, die erste Tuffbank im blaugrauen Kalkstein auf 1530 m Seehöhe. Streichen N 60 W—S 60 O, Fallen 39° S. Weiter aufwärts alterniren brauner und grüner dünnbankiger Tuff mit dunkelgefärbten Kalk- und Dolomitlagen. Der grüne Tuff hat Aehnlichkeit mit der bekannten Pietra verde, er ist äusserst hart und zeigt muscheligen Bruch. Oefters beobachtet man selective Erosion: die Tuffe sind stark erodirt, die Kalklagen ragen hervor. Oft finden sich papierdünne Tuffzwischenlagen in den Kalkbänken. Etwas höher aufwärts scheint eine kleine Verwerfung durchzugehen, denn man steigt längere Zeit durch stark gefaltete Kalkschichten hinan. Aufwärts folgen noch wechsellagernde Tuff- und Kalkbänke, dann, unweit der Casera Caoz, compacte Lava mit Mandelsteinstructur in grösstem Style — blasenreiche Gesteine mit Calcitausfüllung. Einige Meter höher wieder nur Tuff, geradezu gespickt mit Bomben zweierlei Art: die eine entspricht der Lava selbst, es sind schwarze Gesteine mit Augit- und Feldspatheinsprenglingen, die andere ist hellfleischroth, mit weissen, grossen Feldspathen. Letztere Art

¹⁾ Die angegebenen Himmelsrichtungen sind nicht corrigirt, sondern so wiedergegeben, wie sie vom Compass abgelesen wurden.

ist bei weitem die häufigere. Bis zur Casera Caoz sieht man nur Tuff, theils hart, splitterig brechend, theils loser, hell oder gebändert, sandig, stark verrutscht.

Ueber die Absonderungsformen, die sich hier zeigen, werden wir später reden. Ein riesiger Lavablock zeigt schwarze Grundmasse mit hellen Einsprenglingen. Der zersetzte Tuff enthält massenhaft losen Augit.

Von der Casera zur Cima di Caoz führt der Weg stets über bombenreichen Tuff, und zwar sind die Bomben meist roth oder grün mit stark gerötheten Feldspathen; ich beobachtete nur eine einzige, nicht sehr mächtige Lavaschicht.

Dieser ganze Complex zeigt schwaches, südwärts gerichtetes Fallen.

Der Gipfel des Cima di Caoz besteht aus compactem, kleine Bomben führendem Tuff.

An der Forcella di Caoz ist eine Störung vorhanden: die Schichten fallen hier plötzlich nordwärts, anstatt nach Süden. Die Bomben sind nach wie vor vorwiegend von der rothen Art.

Obgleich die ganze Masse sehr verstürzt ist, lässt sich im Allgemeinen doch ein südlicher Fallwinkel von 20—30° constatiren.

Beim Abstieg von der Cima di Caoz südostwärts zur Casera Malgonera zu stösst man plötzlich auf stark gestörten Dolomit, der eine beträchtliche Strecke einnimmt. Es war wegen der Schwierigkeit des Terrains nicht möglich, die Verhältnisse genauer zu studiren, es handelt sich wohl entweder um einen gewaltigen Dolomiteinschluss oder aber um eine eingreifende Zunge dieses Gesteins. Unweit davon bildet der Bach, der an der Casera Stia di Gardés vorbeifliesst, die Grenze gegen den Dolomit der Palle di S. Lucano.

Auf der Passhöhe, unterhalb des Mte. Pion, lässt sich das Verhältnis des Tuffs zum Dolomit schön studiren. Die Passhöhe selbst steht auf Dolomit. Aber darüber sieht man an einigen Stellen dünnbankige Tuffschichten. Ja, es findet sich sogar eine Tuffschicht im sonst scheinbar ungeschichteten Dolomit. Etwas westlich ruht ein Dolomithügel concordant auf Bombentuff, aus welchem übrigens sowohl der Mte. Pion als auch der Mte. Prademur zusammengesetzt ist.

Von der Passhöhe lässt sich die Grenze schön beobachten. Sie geht längs dem Bachbette von der Passhöhe dem Cardevolethale zu. Ueberall sieht man entweder Anlagerung der Tuffschichten oder inniges Ineinandergreifen.

Die Tuffschicht im Dolomit streicht N 50 O—S 50 W und fällt nordwestwärts mit 25—30°.

Die Schichten des Mte. Pion fallen südostwärts mit 35°; zum Pass zu werden sie allmähig horizontal und lagern sich zuletzt der Böschungfläche des Dolomits an.

Die Tuffe der Cima di Pape, di Caoz, des Mte. Pion haben alle gleiche Fallrichtung. Zur Casera Stia di Gardés zu, wo alles gleichfalls aus Tuffen mit zweierlei Bomben besteht, den rothen und schwarzen mit hellen Einsprenglingen, ist alles sehr verrutscht. Riesige Tuffblöcke liegen regellos umher. Hier lässt sich auch aufs Schönste die

Glacialerosion beobachten: die Kalke sind glattgeschliffen, öfters sieht man ähnliche Erscheinungen, wie die, welche als roches moutonnées bezeichnet werden. Von den eigenthümlichen Formen, welche die Glacialerosion an den Tuffen hervorruft, werde ich später reden.

Um die Grenzverhältnisse an der Forcella Gesuretta zu studiren, muss man, von Valle di S. Lucano kommend, über Prá den Weg, der längs einem Bache nordwestwärts führt, hinansteigen. Anfangs führt er über Kalk- und Dolomitbänke. Bis genau zur Casera Frata (1140 *m*) fließt der Bach über horizontal liegende Kalkbänke, dann folgt ungeschichteter Dolomit.

Hoch über diesem sieht man die dunklen steilen Wände der Tuffschichten. Im Bachbette ist die Tuffgrenze etwa 150 *m* oberhalb des Casera Pian della Stufa, aber schon dicht hinter der Casera Frata sieht man einzelne compacte Tuffmassen, darunter immer noch wohlgeschichtete Kalkbänke, schwach gebogen und ostwärts fallend.

Im darüberliegenden Tuff massenhaft Kalk- und Dolomitlinsen.

Da die Grenze gegen das westliche Dolomitmassiv genau dem Bachbette folgt, kann man sie gut beobachten: der Tuff schneidet scheinbar scharf gegen den Dolomit ab. Dass die durch die Erosion hervorgebrachte scharfe Grenze nicht die ursprüngliche ist, beweisen die allenthalben eingreifenden Dolomitungen — der Zusammenhang ist der denkbar innigste.

Hier ist der Tuff unglaublich zersetzt und zeigt flasrige Absonderung; er ist voll von eckigen Lavafragmenten, die aber alle der dunklen Art mit weissen Einsprenglingen angehören; die rothen fehlen.

Die Zersetzungserscheinungen sind höchst merkwürdig. Das Gestein zeigt leuchtend bläulichgrüne Farben, malerisch contrastirend gegen die rosa Kalkadern, die allenthalben das Gefüge durchsetzen. Die Masse ist ziemlich weich, jeder Hammerschlag hinterlässt einen intensiv blaugrünen Fleck.

Die mikroskopische Untersuchung lehrte, dass diese grüne Masse fast ganz aus Calcit besteht, verkittet durch verschiedene zur Chlorit- und Bowlingitgruppe gehörige Substanzen.

Bei 1630 *m* steht im Bachbette compacte Lava an, mit grossen Augiteinsprenglingen; 4 *m* höher wieder Tuff, dann wieder Lava. Bei 1650 *m* mandelsteinartiger Porphyry, durchzogen von Calcitbändern, in unregelmässigen Massen durchsetzt theils von linsenförmigen Kalkeinlagerungen, theils von Tuffbreccien. Bei 1660 *m* harter, spröder Melaphyr, dazwischen unterbrochen durch dünne grüne Tufflagen. Etwas höher geschieferter Kalk, durch grünes Tuffmaterial verkittet, sehr compact, mit zahlreichen Kalkeinschlüssen und spärlichen schwarzen Bomben. Von hier bis zu 1710 *m*, wo der Weg den Bach zum zweitenmal kreuzt, fortdauernd compacte Augitporphyrlava, von Zeit zu Zeit unterbrochen durch dünne Tuffschichten. Bei 1710 *m* liegen vereinzelt Lavablöcke umher. Von 1740 *m* an sieht man nur Tuff mit eckigen Lapilli von blauschwarzer Farbe — die rothen fehlen. Nur einen einzigen Auswürfling dieser Art, der aber gleichfalls dunkle Farben zeigte, habe ich hier auffinden können.

Oben auf dem Sasso Negro lassen sich die Grenzverhältnisse wunderbar übersehen. Die Schichten fallen dicht gegen die Tromba di Miel annähernd nördlich, auf dem grössten Theil des die Forcella Gesuretta bildenden Lavencomplexes ziemlich genau westlich mit ca. 25°.

Die westliche Grenze gegen den Dolomit geht genau nord-südlich, dann längs dem Bergkamme südostwärts und folgt — gegen Osten — dem Laufe eines Baches, der in nordsüdlicher Richtung im Val di Gajane mündet, welcher weiter ostwärts die Grenze bildet. Westlich folgt die Grenze in der Richtung N 50 O einem Bache, der im Val di Garés mündet.

Tuff- und Lavamassen sind überall wie zerrissen von Wasserfällen, und bezeichnenderweise sind die tiefsten Einschnitte genau an der Grenze gegen die Dolomitmassive.

Die Abhänge sind so unglaublich steil, oft sogar überhängend, dass man, trotz des sonst völlig abweichenden Habitus, unwillkürlich an die Dolomitmauern erinnert wird. Aber an einigen Stellen ist die Lava am Dolomit doch noch erhalten, und dort sieht man, wie sich das vulcanische Material sanft an dessen Böschung anlegt.

Es bietet ein eigenthümlich erhabenes Bild, diese steilen rabenschwarzen, gleichsam unheildrohenden Mauern, umringt von den mächtigen weissen Dolomitmassen!

Von der Forcella Gesuretta findet sich im Mojsisovics'schen Werk¹⁾ ein schönes Lichtbild; auch das auf der Rückseite gezeichnete Profil gibt treffend den Thatbestand wieder.

Doch kehren wir zurück zur Schichtfolge: Bei 1850 *m* Tuff mit eckigen Lavafragmenten; bei 2045 *m* compacte Lava, durchsetzt von einer dünnen Bank Bombentuff; bei 2090 *m* loser Tuff; bei 2100 *m* compacte Lava; bei 2140 *m* Breccie mit eckigen Porphyrfragmenten, durch wenig Tuffmaterial verkittet; dann eine Bank von 6—7 *m* compacter Lava; bei 2150 *m* wieder loser Tuff; bei 2200 *m* compacte, cubisch absondernde Lava. Gleich darüber einige lose Tuffschichten mit eingeschalteten schmalen Bombenlagen. Hier ist der Fallwinkel gleich 20° NO.

Wir sehen also an diesem bestaufgeschlossenen Theile unseres Porphyrgebietes, dass die Tuffe bei weitem vorwiegen und durch nicht sehr mächtige, aber zahlreiche Lavenergüsse unterbrochen sind.

Gehen wir jetzt kurz die anderen Berge durch: Begibt man sich von der Forcella Gesuretta in nordöstlicher Richtung zum Mte. Caoz zu, so schreitet man die ganze Zeit über auf blauschwarzer Augitporphyrlava. Beim Mte. Valghera reicht diese bis 1810 *m*, dann folgt Bombentuff, oberhalb wieder eine schmale Schicht Lava; der Gipfel besteht aus Tuff. Hier findet sich wieder eine Kalkbreccie — die Lagerungsverhältnisse konnte ich leider nicht genau untersuchen.

Am Abhang zwischen dem Mte. Valghera und Mte. Paralada auf 1950 *m* ü. d. M. steht blockige Lava an, hier aber vorwiegend mit hellen Einsprenglingen, wenn auch die Augite immer noch zahl-

¹⁾ Mojsisovics, „Dolomitriffe“, pag. 333.

reich vorhanden sind. Von der Forcella bis hierher war nur Augitporphyrlava zu sehen gewesen.

Der Mte. Paralada besteht ganz aus compactem Melaphyr mit cubischer Absonderung.

Etwas südöstlich von da, Gardéswärts, auf 1680—1700 *m* über dem Meere, befindet sich die südöstliche Grenze gegen den Dolomit. Hier folgen gefaltete Bänderkalke mit circa 30° westwärts fallend, zugleich mit schwacher Neigung gegen Norden.

Die definitive Grenze gegen den Dolomit ist bei 1550 *m*. Der Dolomit ist hier dünnbankig und fällt mit circa 30° ziemlich genau südwärts.

Ziehen wir die vorläufigen Consequenzen: Auf der Ostseite des Val di Garés haben mehrere Effusionen stattgefunden, unterbrochen durch zahlreiche Ausbrüche von Tuff- und Bombenmaterial. Die Tuffschichten dominiren bei weitem, sie sind es auch, die stets die Gipfel der Berge bilden. Der südliche Theil dieses Complexes besteht durchwegs aus Augitporphyrlava, südlich und östlich findet sich ebensoviel Feldspath als Einsprengling. Die Region der rothen und der zum selben Typus gehörigen braungrünen Bomben ist eine recht engbegrenzte. Die Gruppe von Caoz führt hauptsächlich solche Bomben, aber nur wenig südlich, beim Mte. Paralada treten sie sehr zurück, ebenso ostwärts gegen die Cima di Pape und zum Mte. Pion zu. Ihr Hauptverbreitungsgebiet liegt in der Gegend zwischen Mte. Caoz und der Casera di Gardés.

Auf der westlichen Seite vom Val di Gardés habe ich nur eine einzige solche Bombe gefunden.

Gehen wir jetzt zu dieser Region über. Soweit sich in Anbetracht der hier sehr schlechten und spärlichen Aufschlüsse mit Sicherheit etwas aussagen lässt, besteht die ganze Gegend um die Cimon della Stia vorwiegend aus compacter, blauschwarzer Augitporphyrlava. Erst weiter südöstlich, beiläufig gegenüber der Cima di Caoz, habe ich Lava mit vorwiegend hellen Einsprenglingen gefunden. Dass ich hier, wie schon mitgetheilt, nur ein einziges Stück der, wie ich gleich voranschicken will, zur Gruppe der Orthoklasporphyre gehörigen Auswürflinge gefunden habe, mag einerseits auf den schlechten Aufschlüssen beruhen, vielleicht aber auch daran liegen, dass auf dieser Seite überhaupt keine oder wenig Auswürflinge zu finden sind, wenigstens habe ich weder Tuffe noch sonstige Bomben entdecken können.

Um so schöner lassen sich hier dafür, besonders vom Gipfel der edelweissreichen Cimon della Stia, welche die prachtvollste Aussicht über die gesammten Tiroler und italienischen Alpen bietet, die Grenzverhältnisse studiren.

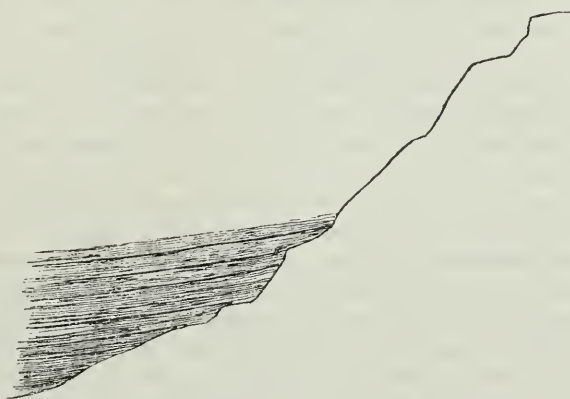
Die südliche Grenze der Laven gegen den Dolomit bildet auch hier ein tieferodirtes Bachbett, das in der Richtung N 60 W—S 60 O im Val di Garés mündet. Gegen den Piz di Fiocobon hebt sich die Lava und setzt hinter einem Bergvorsprung weiter westlich fort¹⁾. Der ganze Lavencomplex fällt hier östlich mit einem Winkel von 25—30°,

¹⁾ Die Gegenden nordwestlich davon habe ich leider nicht begehen können.

während (besonders gut zu sehen gegenüber auf der nördlichen Seite des Val Falcade) der Dolomit mit der ganzen Schichtserie bis hinab zu den Werfener Schiefen in derselben Richtung einen Fallwinkel von bis 45° zeigt. Deutlich sieht man hier, wie der Dolomit bis fast nach dem Dorfe Garés hinunter tief unter die Lava greift, oft stufenartig.

Von hier aus fällt auch deutlich der Gegensatz in den Fallrichtungen bei den verschiedenen Regionen auf: Bei der Cima di Pape ist die Fallrichtung annähernd südlich, gegen den Mte. Campo Boaro zu nördlich.

Fig. 1.



Der Col dei Pidocchi steht noch auf Lava, die Grenze gegen den Dolomit befindet sich auf der Forcella di Fiocobon; beim Col dei Pidocchi greift eine Dolomitzunge in die Laven ein.

Die Porphyrmassen fallen gegen das tief bis hinab zum Quarzporphyr erodirte Val Falcade steil ab. Hier ist das Ende unseres Lavencomplexes. Der Steilabfall ist hier vielleicht noch wilder und unheimlicher als der vom Sasso Negro gegen Garés: die ursprünglichen Lagen haben sich in eine Unzahl klippenartiger Spitzen aufgelöst, die oft so steil und wohl auch ebenso unbeständig sind, wie die Séracs auf den Gletschern des Hochgebirges.

Versuchen wir uns jetzt das Gesamtbild des besprochenen Lavengebietes zu veranschaulichen.

Es handelt sich offenbar um ein einziges Eruptionsfeld, wo Lavenergüsse und Ausbrüche alternirt haben. Das Gebiet westlich vom Val di Garés besteht, soweit sich constatiren lässt, zum grössten Theile aus compacter Lava, östlich davon dominiren die Tuffe.

Die meisten vulcanischen Auswürflinge in Gestalt von Lapilli und Bomben finden sich in der nächsten Umgebung des Mte. Caoz,

aber auch zur Forcella Gesuretta zu sind sie reichlich vorhanden — nur ist dort blos eine schmale Zunge der ursprünglichen Decke erhalten geblieben.

Vorwiegend, ja fast ausschliesslich um den Mte. Caoz herum finden sich dagegen die Bomben von Orthoklasporphyr.

Es ist nicht wahrscheinlich, dass während oder nach der Eruption sehr beträchtliche Umlagerungen hier Platz gegriffen hätten, vielmehr deutet alles darauf, dass das jetzige Bild im Grossen und Ganzen beiläufig den Verhältnissen entspricht, wie sie während der Eruptionen — also in der Wengener Periode — lagen.

Daher möchte ich annehmen, dass sich die Haupteruptionsstelle in der Gegend des heutigen Mte. Caoz befunden hat. Mein Hauptargument ist folgendes: Die Bomben und Fragmente des Alkaligesteins, welche, da sie in ihrer Zusammensetzung sehr wesentlich von den Melaphyren und Augitporphyren abweichen, unzweifelhaft aus grösserer Tiefe stammen müssen (denn dass in der Nähe der Oberfläche ein so intensiver Differentiationsprocess Platz gegriffen hätte, widerspricht allen bisherigen Erfahrungen), finden sich fast ausschliesslich in dieser Gegend, hier aber in ungeheurer Menge. Die Tuffe sind hier geradezu gespickt mit Bomben und Lapilli, dagegen treten Lavaströme sehr zurück. Dass nun submarin die Auswürfinge auf grössere Entfernungen projicirt werden könnten, hat doch wohl wenig Wahrscheinlichkeit für sich. Dagegen konnten sie freilich durch das Wasser verschleppt werden, dann aber nicht in sehr grossem Maßstabe. Auf letztere Weise deute ich mir das vereinzelte Vorkommen dieser Auswürfinge an der Forcella Gesuretta und Forcella Fiocobon. Ich denke, die Hauptmasse der emporgeschleuderten Gesteine blieb in der Nähe der Eruptionsstätte, und daher scheint es mir äusserst wahrscheinlich, dass in der Nähe des Mte. Caoz eine Haupteruptionsstelle sich befunden hat. Ob es die einzige war oder nur eine unter vielen — das lässt sich jetzt schlechterdings nicht entscheiden. Das ganze Gebiet ist ja nicht gross, und dass Auswürfinge auch submarin — etwa durch heftige Strömungen, die durch die Gewalt der Eruption entstanden — z. B. vom Mte. Caoz bis zur Forcella Gesuretta, gelangen konnten, dagegen lässt sich a priori nichts sagen.

Wir können uns demnach die Verhältnisse folgendermassen zurechtlegen: Die Haupteruptionsstelle befand sich in der Nähe des heutigen Mte. Caoz. Dort wurden in ungeheuren Mengen Bomben und Lapilli ausgeworfen und im Meere zu dichten Tuffen verkittet. Dieses geschah, entsprechend der muthmasslichen Richtung der Explosion, vorwiegend in östlicher und südöstlicher Richtung. Das Material sank zu Boden, wo es hinfiel, ziemlich unabhängig vom Relief des Meeresbodens. Die emporquellenden Laven, welche, soweit sie in grösserer Masse vorhanden waren, ihrer eigenen Schwere folgend, abflossen, mussten sich dabei naturgemäss dem damaligen Gefälle anbequemen; sie flossen mehr gegen Westen ab. Das ist der grosse Lavencomplex um die Cimon della Stia.

Leider ist der Zusammenhang der beiden Gebiete durch das Val di Garés heute unterbrochen, so lässt sich darüber nichts

Exacteres beobachten. Natürlich ist es gar nicht ausgeschlossen, dass jene große Lavamasse aus mehreren Spalten hervorgequollen ist; entscheiden lässt sich darüber jetzt nichts mehr.

Ich brauche wohl nicht extra hervorzuheben, dass die von mir geschilderten Verhältnisse, wie sie in der Eruptionszeit gewesen sein könnten, rein hypothetisch construiert sind. Doch scheint es mir nicht unwahrscheinlich, dass die Hypothese, annähernd wenigstens, der Wirklichkeit entsprechen dürfte.

Dass unser Lavengebiet überhaupt einer besonderen Eruption seinen Ursprung verdankt, ist nicht zu bezweifeln. Weit und breit in der Umgegend sind überhaupt keine Laven vorhanden.

Wie sind nun die Lagerungsverhältnisse? Gehen wir zuerst den Eruptivcomplex östlich vom Val di Garés durch.

Das normale Fallen liegt in südöstlicher Richtung. Doch kommen die verschiedensten anderen Fallrichtungen vor. Wo es sich um Tuffe handelt, da bedarf es zur Erklärung dieser Abweichungen keiner grösseren tektonischen Störungen. Wie wir gesehen haben, ist das Tuffmaterial meist arg verrutscht und ganz geringe Störungen können im verhältnismässig losen Material ziemlich weitgehende Veränderungen hervorgerufen haben.

Zum negativen Beweise dieser Annahme mögen die compacten Laven der Cimon della Stia dienen; diese zeigen auf dem grössten Theile des von ihnen bedeckten Gebietes regelmässig das normale südöstliche Fallen auch da, wo genau gegenüber ostwärts im Tuffe ganz andere Fallrichtungen vorkommen. Der feste Melaphyr wurde eben von kleinen secundären Störungen wenig oder gar nicht beeinflusst.

Anders liegen die Verhältnisse an der Grenze des Dolomits, an der Faciesgrenze. Oestlich, gegen den Mte. San Lucano, lehnen sich die Tuffe an die Dolomitböschung an und zeigen westliche Fallrichtung. Im Südosten, oberhalb Pont, wo eine Dolomit- zunge weiter nordwestlich vorgeschoben ist, fallen die Laven in nordwestlicher Richtung. Etwas südlich von der Casera Frata beobachtete ich rein nördliches Fallen. Dieselbe Fallrichtung sahen wir eine Strecke lang im Süden gegen den Mte. Campo Boaro zu. Die Laven heben sich desgleichen gegen den Piz di Fiocobon.

Nur wenig weit von der Dolomit- zunge stellen sich dann wieder andere Fallrichtungen ein: westlich vom Mte. San Lucano südöstliches Fallen, an der Forcella Gesuretta westliches, an der Cimon della Stia südöstliches Fallen.

Erinnern wir uns noch, dass wir nördlich, im Val Falcade, beobachtet haben, dass der ganze Schichtencomplex mit dem Dolomit einen östlichen Fallwinkel bis 45° zeigt, während die hangenden Laven nur einen solchen von höchstens 25° aufweisen. Also eine offene Discordanz.

Vergegenwärtigen wir uns jetzt noch einmal die Grenzverhältnisse. Gegen die Palle di L. Sucano, am Pass östlich vom Mte. Pion, sahen wir Folgendes: Die Tuffschichten, die auf dem Mte. Pion selbst nach südostwärts fallen, werden horizontal und lagern sich allmählig mit einem kleinen nordwestlichen Fallwinkel an die Böschung des Dolomits an. Hier sahen wir inuigstes In-

einandergreifen: eine Tuffbank fand sich im Dolomit, unweit davon sahen wir letzteren concordant den Tuff überlagern und an der Dolomitböschung waren noch einige dünne Tuffschichten erhalten geblieben — wohl die letzten Reste einer ursprünglich wohl weit mächtigeren Decke.

Recapituliren wir jetzt die Grenzverhältnisse beim Aufstieg zur Forcella Gesuretta. Die Grenze ist durch die vielen reissenden Wildbäche stark erodirt, so dass an einem Ufer die Dolomitmauern, am anderen die Tuffwände steil emporragen; dennoch konnten wir auch hier inniges Ineinandergreifen constatiren: Vorsprünge von Dolomit setzen in die Tuffe hinein, diese umschliessen Dolomitblöcke in jedem Umfange — schliesslich beobachtete ich an einer Stelle sanftes Anlagern der Laven an die Dolomitböschung.

Beim Aufstiege von Garés zur Cimon della Stia sahen wir, dass der Dolomit tief unter die Laven greift, diese sich dagegen gegen die Forcella di Fiocobon, der Dolomitböschung entsprechend, heben. Andererseits schien in vielen Fällen die Grenze eine recht scharfe zu sein.

Ziehen wir nun die Consequenzen: die angeführten Thatsachen scheinen mir zu beweisen, dass hier Laven und Dolomite ungefähr gleichzeitige Bildungen sind, dass wir es also mit Facieswechsel zu thun haben.

Stellenweise waren die Dolomitanhäufungen schon vor der Eruption beträchtlich über den Meeresgrund erhaben — hier musste die Grenze eine verhältnismässig scharfe werden.

Bei gleichzeitiger Bildung fand innigstes Ineinandergreifen statt.

Stellenweise fanden die Eruptionen vor der Dolomitbildung statt, hier überlagert demnach der Dolomit die Laven.

Alle drei Fälle lassen sich beobachten, oft, wie z. B. an der Forcella Pion, an ein und derselben Stelle.

So sicher es mir nun durch Rothpletz¹⁾ und vor Allem durch Salomon²⁾ erwiesen scheint, dass die Dolomit-„Riffe“ nicht, wie Mojsisovics meinte, von Korallen, sondern von Kalkalgen³⁾ aufgebaut wurden, für ebenso zweifellos halte ich es, dass Dolomiten, Tuff- und Mergelschichten derselben Zeit angehören, mit anderen Worten, dass diese verschiedenen Formationen verschiedene Facies derselben Ablagerungsperiode darstellen. Salomon, der wohl die schwerstwiegenden Gründe gegen die Korallenriffhypothese in's Feld geführt hat, erkennt dabei doch den Facieswechsel vollkommen an⁴⁾. Ueber das Verhältnis der „Riffe“ zu den submarinen Eruptionen sagt er wörtlich Folgendes⁵⁾: „In der Lommeli-Periode bildeten sich in der Region der jetzigen Dolomiten vulcanische Spalten und Bruchfelder.

¹⁾ Querschnitt durch die Ostalpen.

²⁾ Marmolata. Palaeontographica, Bd. XLII, 1895.

³⁾ Die von mir geschilderten Verhältnisse lassen sich, meiner Meinung nach, nur mit letzterer Hypothese vereinen.

⁴⁾ Für den Facieswechsel glaube auch ich in den Verh. d. k. k. geolog. Reichsanstalt Nr. 2, 1902, einen neuen Beweis erbracht zu haben.

⁵⁾ l. c. pag. 47.

Während diese sich rasch mit vulcanischem Material erfüllten, wuchsen auf dem höhergelegenen nichtvulcanischen Meeresgrunde langsam mächtige Diploporenanhäufungen in die Höhe und griffen nach vollständiger Ausfüllung der vulcanischen Tiefen noch vor dem Eintritte der Raibler Periode fast überall über die heteropischen vulcanischen und mergeligen Massen über“.

Mit dieser genetischen Auffassung kann ich mich vollkommen einverstanden erklären. Zu betonen wäre noch, dass diese Anschauung sich auch wesentlich mit der Mojsisovics'schen deckt (natürlich blos in Bezug auf die Faciesverschiedenheit), wie denn auch seine Aufnahmen in der von mir besuchten Gegend in allen Hauptpunkten dem Thatbestande entsprechen.

Zu reden wäre noch über den „Faciesböschungswinkel“ oder kurzweg „Facieswinkel“, ein Ausdruck, den Salomon aufgebracht hat. Mojsisovics behauptet, dieser Winkel betrage häufig bis gegen 45° , Salomon¹⁾ meint, er übersteige nie 30° , während Rothpletz²⁾ die Anlagerung überhaupt leugnet und entweder eine scharfe natürliche Grenze oder aber eine Verwerfung als Grenze haben will.

Ich habe dazu Folgendes zu bemerken. Wo Anlagerung wirklich zu constatiren war, betrug der Facieswinkel nie mehr als 30° , meist viel weniger, von einem Facieswinkel, der auf Korallenriffe schliessen lassen könnte, habe ich nie etwas wahrgenommen. Zur Rothpletz'schen Anschauung möchte ich aber Folgendes vorbringen: Unzweifelhaft gibt es Fälle, wo die Lava scharf am Dolomit abschneidet. Die Stellen, die Rothpletz begangen hat, kenne ich nicht aus eigener Anschauung, ebensowenig wie diesen Forscher seine Studien in mein Gebiet geführt haben. Jedenfalls ist aber dies nicht der einzige Fall. Die tieferodirten Wasserläufe, welche in der Regel längs der Faciesgrenze reissend dahinfließen, haben die angrenzenden Schuttsysteme stark angegriffen, so dass der Melaphyr gewöhnlich eine senkrechte Wand bildet und auch der Dolomit weit steiler erscheint, als er es vermuthlich ursprünglich gewesen ist. Verbindet man nun durch Construction die jetzige Dolomitböschung mit den Laven, so kann man leicht auf einen Facieswinkel von 45° und darüber kommen, was fraglos nicht richtig wäre. Ebenso leicht kann man aber auf den Gedanken gebracht werden, es handle sich hier um scharfe Grenzen. Auch das wäre, für viele Fälle wenigstens, unrichtig, da eben meiner Meinung nach die jetzigen Böschungswände keineswegs die ursprünglichen Verhältnisse wiederspiegeln.

Es hat ja nichts Gewagtes an sich, in einem vulcanischen Gebiete allenthalben Spalten und Verwerfungen anzunehmen, und diese Annahme dürfte auch sehr oft zutreffen. Doch scheint es mir, dass in vielen Fällen die Sachlage anders aufzufassen ist.

Ueberhaupt stört die Erosion sehr bei der richtigen Würdigung der Verhältnisse. Am wenigsten erodirt sind naturgemäss die compacten Lavaströme, die loseren secundären Tuffe sind dagegen im grössten Maßstabe abgetragen. Und sie sind es ja gerade, welche das Haupt-

¹⁾ l. c. pag. 34 ff.

²⁾ l. c. pag. 61.

material an der Faciesgrenze bilden. So ist z. B. die schmale Zunge, die wir heute an der Forcella Gesuretta sehen, zweifelsohne nur der letzte Rest einer Decke, die ursprünglich wohl reichlich das Doppelte ihres jetzigen Umfanges betragen haben mag.

Tuffe.

Zu den charakteristischsten Erscheinungen submariner Eruptionen, wie sie uns hier vor Augen liegen, gehören die Tuffbildungen, welche von denen, die sich bei subaërischen Eruptionen ablagnern, sehr wesentlich verschieden sind.

Schon Richthofen¹⁾ unterschied in Südtirol Eruptiv- und Sedimenttuffe. Tschermak²⁾ führte für dieselben Bildungen die Bezeichnungen primäre und secundäre Tuffe ein. Bei ersteren hat bei noch nicht festem Zustande des Eruptivmaterials das Wasser mitgewirkt, letztere sind echt klastische Gesteine.

Tschermak sagt über die dichten primären Tuffe Folgendes³⁾: „Es lässt sich nicht annehmen, dass diese Trümmerbildungen durch das Wasser hervorgerufen wurden. Man kommt vielmehr zu der Vorstellung, dass schon bei dem Empordringen der Porphyrmassen die Zertrümmerung der bereits etwas erhärteten Absätze stattfand und diese Trümmer theils durch die emporkommenden plastischen Massen umhüllt, theils aber ohneweiteres zusammengehäuft wurden. Jedenfalls muss eine bedeutende, durch das Wasser veranlasste Umwandlung dieser Trümmermassen eingetreten sein, damit jene Gebilde zu Stande kommen konnten.“

Um primäre Bildungen handelte es sich, wenn ich von harten compacten Tuffen redete, die selten erkennbare Schichtung zeigen. Dieselben sind, wie schon Dölter hervorgehoben hat, auf den ersten Anblick schwer von Laven zu unterscheiden. Untersucht man diese Tuffe unter dem Mikroskop, so findet man wesentlich eckige oder gerundete Labradorfragmente, Quarzkörner, auch Augitkrystalle zu einer undurchdringlich dichten Masse zusammengekittet durch grünes secundäres Mineralgemenge. Tschermak⁴⁾ hält die weiter nicht zu bestimmende grüne Substanz für Pinitoid. Ueber die Feldspathe sagt Tschermak⁵⁾: „Die Feldspathkrystalle, die darin eingeschlossen sind, erscheinen häufig trübe, etwas gerundet, und haben das Aussehen, als ob sie in fertigem Zustande in die Masse gekommen wären. Indessen bemerkt man auch kleine durchsichtige, mit der Grundmasse innig verwachsene Krystalle, die sich wohl in der Masse aus deren Substanz entwickelt haben.“

Wo die Zersetzung das Gefüge gelockert hat, sieht man oft massenhaft ausgewitterte Augitkrystalle. Ich glaube, dass Tschermak mit seiner Auffassung den Nagel auf den Kopf getroffen hat. That-

¹⁾ Geogn. Beschreibung der Umgebung von Predazzo, St. Cassian und der Seisser Alpe in Südtirol. Gotha 1860.

²⁾ Die Porphyrgesteine Oesterreichs. Gekrönte Preisschrift. Wien 1869.

³⁾ l. c. pag. 155.

⁴⁾ l. c. pag. 101.

⁵⁾ l. c. pag. 155.

sächlich bestehen die primären Tuffe wesentlich aus dichtverklitteten Einsprenglingsfragmenten der ursprünglichen Lava.

Bei diesem Thatbestande ist es natürlich oft schwer, genau anzugeben, wo der Tuff aufhört und die eigentliche Lava anfängt.

Genau zu unterscheiden sind dagegen die Sediment- oder secundären Tuffe. Hier finden sich alle möglichen Arten und Uebergänge; grüne, graue, braune, schwarze und röthliche Farben kommen vor, und die Tuffe nehmen allmählig theils das Gepräge von Sandsteinen, theils von Thonen und Letten an. Sehr verbreitet sind deutlich geschichtete Bändertuffe. Im Uebrigen möchte ich hier ganz auf Tschermak's¹⁾ unerreichte classische Beschreibung verweisen, wo auch über die Zusammensetzung der grünen *pietra verde*-ähnlichen dichten Gesteine, deren Vorkommen ich bereits erwähnte, alles Nöthige gesagt ist.

Sehr charakteristisch sind die Verwitterungserscheinungen. Die ursprünglich dunklen Tuffe nehmen beträchtlich hellere Farben an, die von violetten und röthlichen bis zu intensiv blaugrünen schwanken. Letztere lernten wir besonders beim Aufstiege zur Forcella Gesuretta kennen. Die ursprüngliche Masse ist hier ganz in ein Gemenge von Calcit und Epidot, chlorit- und bowlingitartigen Mineralien verwandelt, zahlreiche Kalkbänder und -Schnüre durchziehen das Gefüge, und zuweilen finden sich dichte Ueberzüge von Heulandit. Besonders schön war letzteres an einem verstürzten Block unterhalb der Casera di Caoz zu sehen, wo ausserdem schöne Stufen von Kalkspath und Analcim vorkamen.

Eigenthümlich sind die Absonderungsformen bei den verwitterten Tuffen.

Im Allgemeinen erfolgt die Absonderung nach sphärischen Gesetzen. Einzelne Partien zersetzen sich langsamer, die Zwischenlagen schneller. Das Resultat ist nicht unähnlich den roches moutonnées.

Fig. 2.



Gewöhnlich ist aber die Absonderung schalig. Oefters zeigt sich eine Art, die ich brodlaibartig nennen möchte. Der Tuffblock löst sich in eine Unzahl brodartiger Formen auf, die ihrerseits concentrisch schalig absondern.

Ausserhalb zeigen sich an diesen „Laiben“ Einschnürungen, und wo diese so weit vorgeschritten sind, dass sich die Körper zertheilen,

¹⁾ l. c. pag. 154—162.

so ist das Resultat nicht unähnlich einem angeschnittenen Brode. Ist die Zersetzung so weit gediehen, dass die ursprünglichen ellipso-

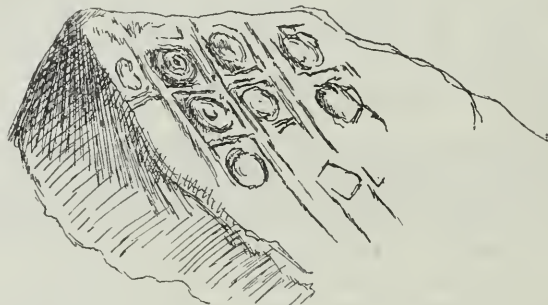
Fig. 3.



idalen Gebilde zu flachen Kuchen geworden sind, so ähneln sie aufs Sprechendste — man verzeihe den Ausdruck — Kuhfladen.

Findet sich diese Art Absonderung in Verbindung mit Glacialerosion, so zeigt sich folgende Erscheinung (beobachtet unterhalb

Fig. 4.



des Passes am Mte. Pion): Eine glattgeschliffene Fläche weist in regelmässigen Feldern brodlaibartig absondernde Partien auf, die durch ein Netzwerk von festen Schranken von einander getrennt sind.

Wo der Tuff sehr reich an Bomben ist, können natürlich all diese Erscheinungen nicht Platz greifen. Da wittern eben bei der Zersetzung die Bomben aus und das tuffige Bindemittel zerfällt in einen grobkörnigen Grus.

Laven.

Gehen wir jetzt zur makroskopischen Beschreibung der Laven über. Gemeinsam allen vorkommenden Varietäten ist eine dichte dunkle, braun- bis blau- und violett-schwarze Grundmasse. Seltener hat sie röthliche oder grünliche Farbe.

In Bezug auf die Einsprenglinge lassen sich drei Arten unterscheiden:

1. Makroskopisch fast nur Augit zu sehen; die Grundmasse ist dicht durchsetzt von oft beträchtlich, bis über 2 *cm* grossen flaschengrünen, idiomorphen Augitsäulen, die muschligen Bruch und auch makroskopisch deutlich die Spaltrisse nach dem Prisma zeigen. Sieht man genauer hin, so entdeckt man allerdings Feldspathe, aber sie treten sowohl an Zahl wie an Grösse beträchtlich zurück.

Wo die Augite sehr reichlich vertreten sind, nimmt das ganze Gestein einen grünlichen Anstrich an.

2. Augit und Feldspath sind zu nahezu gleichen Theilen vorhanden, der Gesamteindruck ist naturgemäss ein hellerer.

3. Der Feldspath dominirt bedeutend unter den Einsprenglingen.

Da die Feldspathe meist langleistenförmig nach *M* und *P* entwickelt sind und oft sehr beträchtliche Grösse erreichen (bis 3 *cm* und darüber), so erhält das Gestein durch die Abwechslung von weissen fluidal geordneten Einsprenglingen und schwarzer Grundmasse ein beinahe zebraartiges Gepräge. Wo die Feldspathe frisch sind (was nur sehr selten der Fall ist), ist ihr Habitus glasig, meist aber sind sie trübe und zersetzt und ihr Habitus ist ein wachsähnlicher.

Deutlich lässt sich bei diesen auch makroskopisch Zonenstruktur beobachten: der Kern ist dunkel (am stärksten zersetzt), herum lagern sich concentrisch mehr oder weniger ausgesprochen röthliche oder braungrünliche Zonen, der Rand ist am hellsten, oft weiss.

Zwischen diesen drei nur künstlich geschiedenen Gesteinstypen kommen alle nur möglichen Uebergänge vor; nur die Grenzglieder sind scharf charakterisirt und auch localisirt. So trifft man an der Forcella Gesuretta anstehend nur reinen Augitporphyr, östlich vom Mte. Coaz vorwiegend Labradorporphyr.

Aeusserst selten nur sind die Gesteine frisch. Ich habe, wenn ich mich recht erinnere, eigentlich kein einziges völlig frisches Handstück schlagen können.

Bei der Zersetzung ändert sich natürlich der Gesamtcharakter des Gesteins sehr wesentlich.

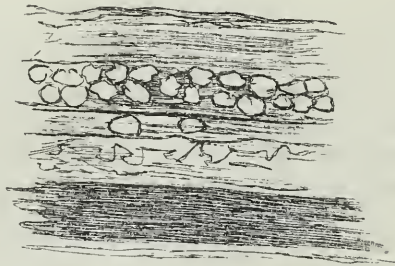
Die Grundmasse wird heller, bräunlich oder grünlich. In vielen Fällen, wo der Gesamteindruck etwa chokoladenbraun ist, erkennt man bei genauerer Betrachtung, dass in Wirklichkeit alle möglichen Farben, von carminroth bis blaugrün, durch ihre Combination diesen Gesamteffect hervorrufen. Stark zersetzte Grundmasse nimmt wesentlich grüne Färbung an. Die Feldspathe werden ganz trüb, grünlich — ja meist steht an ihrer Stelle ein Gemenge von Kalk und Chloritmineralien. Bei noch stärkerer Zersetzung wird die Grundmasse gelblich, die Feldspathe oder deren Stellvertreter, wo sie noch vorhanden, haben niedrigeres Niveau als die meist besser erhaltene Grundmasse. Gewöhnlich wittern sie aus und hinterlassen nur ihre Negative.

Völlig frisch und erhalten scheinen dagegen bis in's letzte Stadium die Augite zu bleiben. Sie wittern aus, wenn das gelockerte Gefüge sie nicht mehr zu halten vermag, aber bewahren ihre Integrität. Sie gewähren einen eigenthümlichen Anblick, diese dunklen idiomorphen Säulen in der hellgelben völlig verwitterten Masse.

Der frische Porphyr ist ausserordentlich hart und äusserst schwer zu zerschlagen. Er zeigt meist cubische, öfters plattige Absonderung. Erstere herrscht besonders bei den mächtigeren compacten Lavaströmen vor.

Was ich als Bomben und Lapilli bezeichnete, sind gerundete, oft auch eckige Fragmente, deren äusserer Theil meist stark verwittert ist und sich gleichsam abschälen lässt. Sie liegen massenhaft eingebettet im Tuff; oft wechsellagern Schichten, die fast ausschliesslich aus aneinandergereihten Bomben bestehen, mit bomben-

Fig. 5.



armen oder -freien Tuffbänken. Das ist leicht erklärlich: bei submarinen Eruptionen, ähnlich wie etwa in Flussmündungen, sanken eben die schwereren Stücke früher zu Boden. Wo man keine Schichtung sieht, handelt es sich eben um jene früher besprochenen Eruptivtuffe, deren Entstehungsweise wesentlich von der anderer Sedimente abweicht.

Sehr häufig sind Mandelsteinbildungen, namentlich beim Aufstiege zur Forcella Gesuretta, zu sehen. Man beobachtet blasige Hohlräume, oft ausgefüllt, gewöhnlich durch Calcit, selten durch Zeolithe, öfters durch sphärische Aggregate verschiedener Substanzen.

Bei der Verwitterung hat Imprägnation von kohlensaurem Kalk in grösstem Maßstabe stattgefunden, was besonders unter dem Mikroskope hervortritt, aber auch dem unbewaffneten Auge in Gestalt zahlloser Bänder und Schnüre sehr auffällt.

Bevor wir jetzt zur mikroskopischen Untersuchung der Gesteine übergehen, sei der Vorarbeiter gedacht. Seit Richthofen's Zeiten sind es eigentlich nur Tschermak und Döller, die sich mit den Porphyströmen eingehender befasst haben. Ersterer hat in seinen „Porphyrgesteinen Oesterreichs“ eines der classischsten Werke geliefert, welche die geologische Literatur aufzuweisen hat. Man staunt darüber, wie im Jahre 1869, wo es noch keine unseren heutigen Instrumenten vergleichbare Mikroskope gab, eine Arbeit entstehen konnte, die in den meisten Beziehungen selbst den modernsten Anforderungen genügt! Freilich ist Einiges zu berichtigen, besonders hinsichtlich der Feldspathe, da damals die chemische Analyse das einzige sichere Mittel

zu ihrer Bestimmung bot. So wird denn nicht nur von Tschermak, sondern sogar noch von Dölter als häufiger Gemengtheil der Melaphyre Orthoklas angeführt. Für Orthoklas wurden eben damals alle die Feldspathe gehalten, welche keine Zwillingsstreifung nach dem Albitgesetze zeigten. Besonders wurden die Feldspathe der Grundmasse, bei welchen ja bekanntlich, selbst wenn es sich um die basischesten Plagioklase handelt, nur selten Zwillingsbildung, ausser nach dem Karlsbader Gesetze, zu constatiren ist, mit „Orthoklas“ bezeichnet.

Das entspricht nun freilich nicht den Thatsachen.

Noch eines möchte ich bemerken: Dölter, der sich am meisten mit den Augitporphyren befasst hat, hat gleichwohl die von mir untersuchte Gegend nur gestreift. Wenn trotzdem das meiste von Dölter Gesagte auch für unsere Porphyre zutrifft, so liegt das an der grossen Gleichförmigkeit aller der in den verschiedensten Gegenden Südtirols auftretenden Lavaströme.

Ein wesentlicher Unterschied knüpft sich nur an ein Mineralvorkommen: Dölter spricht des öfteren von Hornblende in den Porphyren; diese fehlt in den von mir untersuchten Gesteinen vollständig. Nach Dölter¹⁾ scheint sich ihr Vorkommen hauptsächlich auf die Laven zwischen Predazzo und Roda, auf die Gegend von Ricoletta und des Pesmedaberges, den Zug Canazei—Caprile und das Bufaure—Giumellagebirge, welche Gegenden ich alle nicht besucht habe, zu beschränken.

Die von mir untersuchten Laven sind von Dölter nur wenig beachtet worden, da sein Arbeitsgebiet eben hauptsächlich andere Regionen umfasste.

Spezielle Hinweise auf Arbeiten dieser Forscher werden an geeigneter Stelle ihren Platz finden.

In Folgendem will ich zuerst die genaue petrographische Beschreibung der eigentlichen Melaphyre und Augitporphyre geben, das nur in Bomben vorkommende Alkaligestein wird in einem besonderen Abschnitte behandelt werden.

Zur Untersuchung des gesammelten Materials hat mir Herr Professor Dr. F. Becke in Wien sein Institut und alle nöthigen Instrumente in liebenswürdigster Weise zur Verfügung gestellt und mich bei der Arbeit mit Rath und That aufs Gütigste unterstützt.

Ihm sei auch an dieser Stelle mein herzlichster, innigster Dank ausgesprochen.

Zu grossem Danke bin ich gleichfalls Herrn Assistenten Hermann Tertsch verpflichtet.

Die Dünnschliffe wurden von der Firma Voigt & Hochgang angefertigt.

¹⁾ Entnommen einer Reihe von Arbeiten Dölter's in den Jahren 1873—76, hauptsächlich im Jahrb. und den Verh. der k. k. geol. R.-A. erschienen.

Mikroskopische Untersuchung.

Schon Tschermak¹⁾ bezeichnet als Hauptgemengtheile des Melaphyrs Plagioklas, Augit und Magnetit. Hauptgemengtheil, wenn auch an Verbreitung stark zurücktretend, ist auch der Olivin, wozu in äusserst seltenen Fällen ein Glimmer tritt. Sehr charakteristisch ist auch der Apatit. An secundären Producten findet sich massenhaft Calcit, Quarz, Glimmer, chloritische und bowlingitartige Mineralien, die wegen ihrer Kleinheit nicht genau zu bestimmen waren und öfters, besonders in Pseudomorphosen nach Olivin vorkommen.

Ich beginne mit dem

Augit.

Dieser findet sich, wie schon Tschermak hervorgehoben hat, immer nur als Einsprengling, nie in der Grundmasse. Die nicht selten vorkommenden kleinen Individuen, die aber immer noch beträchtlich grösser sind als die Grundmasseminerale, gehören offenbar einer zweiten Einsprenglingsgeneration an.

Im Handstücke hat der Augit dunkelflaschengrüne Färbung, der Strich ist heller, gelblichgrün, etwa moosfarben.

Die Individuen erreichen beträchtliche Grösse, messen oft bis über 3 *cm* in der Längsrichtung und sind schön idiomorph. An der krystallographischen Begrenzung betheiligen sich die drei Pinakoide, Prismen- und Pyramidenflächen. Im Dünnschliff ist der Augit farblos bis hellgelblich und zeigt keinen merklichen Pleochroismus.

Die Spaltrisse nach dem Prisma, die auch makroskopisch deutlich hervortreten, sind sehr dicht gedrängt, beinahe wie bei Hornblenden. Eine andere Spaltbarkeit habe ich nicht beobachtet.

Fig. 6.



Die meisten Augite sind verzwilligt nach dem Augitgesetz und oft in so grossem Maßstabe, dass man unwillkürlich an die Albitlamellen der Plagioklase erinnert wird. Ausserdem beobachtete ich öfters die Zwillingsbildung nach der Basis.

¹⁾ l. c. pag. 126.

An mehreren spitzrhomischen Schnitten, die genau auf 010 getroffen waren, wurde die Auslösungsschiefe gemessen. Uebereinstimmend ergab sich ein Winkel von

$$c : \gamma = 46^{\circ}.$$

Der optische Charakter des Minerals ist positiv. Nach der Becke'schen Zeichentischmethode¹⁾ wurde der Axenwinkel gemessen. Es zeigte sich, dass $2v = 56^{\circ}$ corrigirt 52° betrage.

Die Dispersion ist zu schwach, um überhaupt constatirt zu werden.

Aus diesen Daten geht hervor, dass unser Augit der Diopsid-Hedenbergitreihe jedenfalls näher steht, als dem basaltischen Augit. Der (meist titanhaltige) basaltische Augit hat starken Pleochroismus (in gelben und violetten Tönen), sehr beträchtliche Dispersion und nach Becke²⁾ zwar gleichfalls einen kleinen Axenwinkel ($2v = 45-60^{\circ}$) aber eine Auslösungsschiefe von 59° . Frappant ist in allen Stücken die Aehnlichkeit mit dem von Becke³⁾ bei den Andesiten von Alboran beschriebenen Augit. Dieser zeigt gleichfalls sehr schwache Dispersion (die übrigens bei der auf 010 austretenden Axe deutlicher sichtbar ist), eine Auslösungsschiefe von beiläufig 45° , denselben Axenwinkel, keinen Pleochroismus und keine Zonenstructur, die ich auch bei unserem Augit nie wahrgenommen habe; Sanduhrstructur habe ich einige Male angedeutet gefunden. Auch die Verwitterungserscheinungen beweisen, dass unser Pyroxen thatsächlich in die Nähe der Diopsid-Hedenbergitreihe gehört: randlich zeigen sich Kalk- und Eisenausscheidungen, was eben eine Zusammensetzung aus den Molekülen $Ca Mg Si_2 O_6$ und $Ca Fe Si_2 O_6$ wahrscheinlich macht, wobei letzteres Molekül zu überwiegen scheint.

Der Augit ist meist trefflich erhalten, wo Zersetzung Platz gegriffen hat, beginnt sie randlich. Doch habe ich auch schöne Pseudomorphosen nach diesem Mineral beobachtet: erstens von Quarz, umsäumt von Chlorit und Bowlingit (?) — diese Art findet sich aber vorzugsweise im Orthoklasporphyr — zweitens bei ganz zersetzten Gesteinen von vorwiegend Calcit mit wenig grünen Beimengungen, wobei die kristallographischen Umriss vollständig erhalten geblieben sind.

Wo der Augit ausgewittert ist, finden sich randlich gewöhnlich kleine, äusserst frische Reste.

Als Einschlüsse führt er neben secundärem Quarz fast immer Magnetit und grosse Apatitsäulen.

Häufig sieht man Knickungen, wie sie an Glimmern effusiver Gesteine so häufig beobachtet werden.

Aggregate dieses Minerals sind selten, doch habe ich solche einige Male gesehen; sie bestehen aus kleinen, annähernd gleichorientirten Individuen.

¹⁾ Messung von Axenbildern mit dem Mikroskop. Tsch. Min. u. petrog. M. XIV., 563.

²⁾ Der Hypersthen-Andesit von Alboran. Tsch. Min. u. petr. M. XVIII., 525

³⁾ Ebenda.

Der Pyroxen der südtiroler Porphyrströme ist also ein normaler eisenreicher Augit, der seiner chemischen Zusammensetzung wie seinem optischen Verhalten nach ziemlich genau die Mitte zwischen dem basaltischen Augit und dem eigentlichen Diopsid halten dürfte. Seine Zusammensetzung entspricht wohl der Dölter'schen Analyse des Augits von Bufaure (citirt Rosenbusch, Elemente, pag. 319).

Feldspath.

Alle vorkommenden Feldspathe, soweit sie dem ursprünglichen Magma angehören, sind basische Plagioklase. Orthoklas, der ja immerhin untergeordnet vorkommen mag, habe ich nicht gesehen. Dass auch Dölter nur wegen des Fehlens der Albitstreifung an Orthoklas gedacht hat, geht besonders aus folgender Stelle hervor¹⁾: „Als Orthoklas sind wohl die in der Grundmasse vorkommenden einfachen neben den polysynthetischen Zwillingen vorkommenden Feldspathleisten zu betrachten.“

Ich beginne mit den Einsprenglingen. Sie sind langleistenförmig nach *M* und *P*, seltener tafelförmig nach *M*, und erreichen, wie schon bemerkt, sehr beträchtliche Grösse. Sie sind intensiv nach dem Karlsbader und Albitgesetze verzwillingt und auch Periklinlamellen fehlen selten. Wo die Feldspathe frisch sind, zeigen sie beträchtliche Doppelbrechung und sind allesammt sehr viel stärker lichtbrechend als Canadabalsam.

Dank häufiger, äusserst günstiger Schnittlagen liessen sich die Bestimmungen nach mehreren Methoden ausführen, so dass durch die Uebereinstimmung der gefundenen Resultate deren Sicherheit gewährleistet erscheint.

Zunächst wurde festgestellt, dass alle Feldspathe optisch positiv sind. Dank der häufigen Periklinlamellen liess sich constatiren, dass die Auslöschungsrichtung im spitzen Winkel α liegt.

Nach den Michel-Lévy'schen Tabellen konnte aus der Krümmung des Axenbalkens ein Anorthitgehalt von gegen 70% berechnet werden; dieselbe Procentzahl ergab eine ganze Reihe von Messungen, die nach der Michel-Lévy'schen Methode an Karlsbader Zwillingen vorgenommen wurden. Doch zeigte sich beim Durchmessen von zahlreichen Feldspathen aus den verschiedensten Schliften, dass dieser Anorthitgehalt nicht constant ist; vielmehr fanden sich nach derselben Methode Feldspathe, die bis 80% *An* enthielten, und solche, bei denen der Anorthitgehalt auf 60, 55, 50% herunterging. Dass es sich hierbei nicht um Bestimmungsfehler handelt, beweist der Umstand, dass die angewandte Becke'sche Methode²⁾ auf Schnitten senkrecht zu *M* und *P* (kenntlich daran, dass die Periklinlamellen auf denen nach dem Albitgesetze nahezu senkrecht stehen) ganz dieselben Resultate ergab; der Anorthitgehalt schwankt zwischen 50 und 70%. Geographisch ist hier gar keine Scheidung möglich; dieselben

¹⁾ Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. XXV., pag. 299.

²⁾ Zur Bestimmung der Plagioklase in Dünnschliffen in Schnitten senkrecht zu *M* und *P*. Tsch. Min. u. petrog. M. XVIII., 566.

verschiedenbasischen Feldspathe kommen sowohl im typischen Augitporphyr wie im augitarmen Melaphyr vor. Sogar in ein und demselben Schriff finden sich Feldspathe verschiedener Basicität, z. B. solche von 55 und solche von 70% *An*.

Dank der überaus häufigen und sehr ausgesprochenen Zonenstructur kann man dieselben verschiedenen Mischungsverhältnisse an den Zonen desselben Feldspathindividuums beobachten.

Wo die Feldspathe stark zersetzt sind, was bei den Labradoren gewöhnlich der Fall war, zeigt sich an der stärkeren Verwitterung des Kerns (der dann aus einem Gemisch von Calcit und Glimmermineralien besteht), dass dieser ursprünglich der basischeste war. Die Leichtigkeit der Verwitterung steigt ja bekanntlich bei Feldspathen progressiv mit dem Anorthitgehalt. Auch bei frischen wurde diese Erscheinung oft beobachtet, so dass der Kern z. B. 70, die Hülle 50% *An* führte.

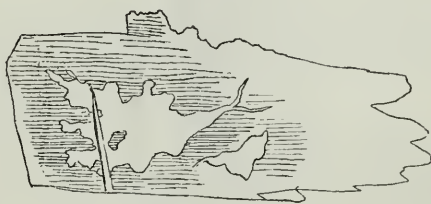
Nicht selten wurde aber auch der umgekehrte Fall beobachtet, und zwar so sicher bestimmt, dass kein Zweifel an der Richtigkeit obwalten kann. Ich setze ein Beispiel her, wo die Messung an einem senkrecht auf *M* und *P* getroffenen Individuum vorgenommen wurde. Die Auslöschungsschiefe gegen die Zwillingsgrenze betrug beim Kern 29°, bei der Hülle 34°, und zwar lag die Auslöschungsrichtung im spitzen Winkel α . Das entspricht einem Anorthitgehalt von 50% für den Kern, von 60% für die Hülle.

In dem betreffenden Schriffe, der von einem an der Forcella Gesuretta geschlagenen Handstücke herrührte, zeigten alle Feldspathe diese Art Zonenstructur.

Diese vom Normalen abweichende Erscheinung ist, wenn auch im Ganzen selten, doch schon in verschiedenen Gesteinen beobachtet worden ¹⁾.

Da nun experimentell feststeht, dass immer zuerst die schwerer schmelzbaren Verbindungen auskrystallisiren, also hier die

Fig. 7.



anorthitreichen Feldspathe, so ist diese Erscheinung sehr auffallend und muss ihren besonderen Grund haben; welchen in diesem Falle, vermag ich nicht anzugeben.

Einige Male wurde secundäre Albitbildung beobachtet. Ein grosses Labrador-Individuum zeigte neben dunklen Trübungen mit

¹⁾ Vergl. Zirkel I, 230.

starker Lichtbrechung, die wohl auf beginnende Umsetzung zurückzuführen sind, ein Adernetz von einer hellen Substanz, deren Brechungsexponent beträchtlich niedriger war als der des Labradors. Da eine Periklinlamelle durch Labrador wie Adernetz ging, liess sich constatiren, dass die Auslöschungsrichtungen entgegengesetzt verliefen, diese also beim Labrador im spitzen, beim Adernetze im stumpfen Winkel α lag. Es fand sich eine Stelle, wo beide Feldspathe Axenaustritt zeigten, wobei festgestellt wurde, dass beide optisch positiv seien. Beim Labrador lag die Axe ziemlich mitten im Gesichtsfelde, beim Adernetze randlich.

Da es sich um Schnitte annähernd senkrecht zu einer optischen Axe handelte, war natürlich mit der Auslöschungsschiefe wenig anzufangen.

Dagegen zeigte sich deutlich beim Eintragen in die Michel-Lévy'schen Projectionen, dass das Adernetz nur aus Albit, resp. einem diesem sehr nahestehenden Oligoklasalbit bestehen könne, wenn der andere Feldspath Labrador ist — was sicher festgestellt war. Da nun auch der optische Charakter wie die niedrige Lichtbrechung für Albit sprechen, so ist es wohl so gut wie sicher, dass es sich thatsächlich um letzteren Feldspath handelt, wie solcher ja als secundäre Bildung vom Tonalit des Rieserferner, von dem Gloggnitzer Forellenstein und anderen Gesteinen hinlänglich bekannt ist.

Wie schon früher betont, sind aber die Feldspathe selten frisch, fast immer zersetzt. Gewöhnlich ist die Verwitterung am Rande und im Kerne am weitesten vorgeschritten, während die mittleren

Fig. 8.



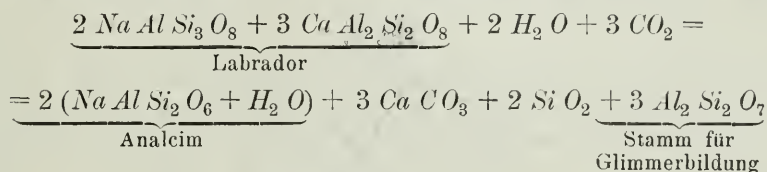
Lagen noch verhältnismässig frisch geblieben sind. Die Zersetzungsproducte bestehen zum grössten Theil aus Calcit, hellem Glimmer und Chloritmineralien; Epidot habe ich nicht beobachtet.

Da bei sehr starker Verwitterung das ganze Gestein sehr stark von kohlensaurem Kalke imprägnirt worden ist, so füllt dieser auch ganz die Negative der ausgewitterten Feldspathe. Bei verwitterten Melaphyren ist überhaupt der meiste Feldspath durch Calcit ersetzt.

Eine eigenthümliche Erscheinung wurde in einigen wenigen Fällen beobachtet: nämlich die Ersetzung des Feldspathes durch Calcit und Analcim. Hier ist der ursprüngliche Feldspath gleichsam wolkig durchsetzt von einer sehr schwach lichtbrechenden isotropen, hellen Substanz, welche ich nach Analogie mit den Erscheinungen bei den später zu besprechenden Orthoklasporphyren, wo Analcim sicher nachgewiesen wurde, als Analcim anspreche. Die Zwischenräume sind von Calcit und Glimmer eingenommen.

Diese Umsetzung ist chemisch sehr verständlich: Da die Zusammensetzung des Analcims der Formel $Na_2 Al_2 H_4 Si_4 O_{14}$ entspricht, der Calcit der Formel $Ca CO_3$, so brauchte wesentlich nur Kieselsäure fortgeführt und durch Kohlensäure und Wasser ersetzt zu werden, damit das Natron und Aluminium als Analcim, der Kalk als Calcit gebunden wurde. Der Ueberschuss gab den Stamm zur Glimmerbildung und Quarz, der ja secundär nirgends fehlt.

Die Gleichung würde folgendermassen lauten:



Wie sämtliche Analysen zeigen, fehlt Kali in keinem Gesteine vollständig. In welcher Verbindung es vorkommt, ist bisher noch nicht genügend untersucht worden; vermuthlich kommt untergeordnet immer etwas Orthoklas vor. Für die Oligoklase ist es sehr wahrscheinlich, dass sie etwas Kali führen, ob auch basischere Feldspathe, wie Tschermak annahm, kann noch nicht mit Sicherheit weder bejaht, noch verneint werden. Jedenfalls dürfte das zur Muscovitbildung nöthige Kali, zum mindesten in unserem Gesteine, nicht fehlen.

Außerst häufig ist bei den grossen Labrador-Einsprenglingen kreuzweise Verwachsung (siehe Fig. 9 auf Seite 336), die schon Dölter¹⁾ beobachtet hat und bei welcher ich, in Uebereinstimmung mit diesem Autor, keine bestimmte Gesetzmässigkeit habe entdecken können. Gewöhnlich haben die beiden Individuen den stark verwitterten Kern gemeinsam.

Die Feldspathe sind krystallographisch schön entwickelt, bis auf die Endflächen: *M* und *P* herrschen vor, die den Domen und Pyramiden entsprechenden Flächen fehlen. Am besten idiomorph sind die Feldspathe in einigen dichten Aggregaten, die wesentlich nur aus diesem Mineral bestehen, sehr häufig aber ganz regellos in der Lava auftreten.

Ich kann diese Art der dichten Verwachsung nicht besser bezeichnen, als wenn ich sie saniditähnlich nenne. In dichter, fast ausschliesslich aus einem Filze von Feldspathmikrolithen bestehender Grundmasse finden sich Brécien von dicht ineinander verzahnten, meist herrlich frischen Labradoren, die reich an Magnetit- und Glasein-

¹⁾ Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanstalt XXV, pag. 295.

schlüssen sind. Die Durchschnitte sind prismatisch oder rechteckig, die Individuen weit weniger langgestreckt, als es bei den gewöhnlichen Einsprenglingen die Regel ist. Judd hat diese Art Structur als glomeroporphyrisch bezeichnet.

Es handelt sich offenbar um durch locale Differentiationsprocesse entstandene saure Ausscheidungen, deren Gegenstück, die basischen, besonders bei Intrusivgesteinen, Graniten, Syeniten und Dioriten bekanntlich grosse Verbreitung haben.

An Einschlüssen sieht man vornehmlich Magnetit und Apatit, häufig aber auch, besonders bei den eben beschriebenen Feldspathbreccien, braunes Glas, was schon Dölter¹⁾ beobachtet hat. Wo die Feldspathe verwittert sind, ist letzteres natürlich am schnellsten auskrystallisirt.

Die makroskopisch auffallende rothe oder braune Farbe der Feldspathe ruht von deren Eisenschüssigkeit her. Besonders scheint der Calcit eisenschüssig zu werden, da die fast nur aus diesem Mineral

Fig. 9.



bestehenden verwitterten Feldspathkerne besonders ausgesprochen diese Farben zeigen.

Quarz fehlt selten als secundäres Product.

Fast scheint es, als nehme der Anorthitgehalt der Feldspathe mit der Grösse ab. Es finden sich nämlich ausser den grossen Einsprenglingen und den Grundmassfeldspathen, den Mikrolithen, gewissermassen Zwischenstadien, Individuen mittlerer Grösse, die vermuthlich einer zweiten Einsprenglingsgeneration angehören.

Nach den Auslöschungen zu schliessen (meist gegen 27° Max.) scheinen sie saurer zu sein, einen Anorthitgehalt von beiläufig 45% zu führen, doch ist nichts Sicheres zu entscheiden, da ich darunter auch solche von 55% *An* und darüber bestimmt habe.

Sehr viel saurer als die Einsprenglinge sind dagegen die Grundmassfeldspathe, wie es ja bei basischen Effusivgesteinen gewöhnlich der Fall zu sein pflegt. Sie sind gleich den Einsprenglingen

¹⁾ Ebenda.

langleistenförmig ausgebildet und zeigen fast immer Verzwilligung nach dem Karlsbader, seltener nach dem Albitgesetze.

Wegen ihrer grossen Kleinheit liessen sich ganz genaue Bestimmungen nicht durchführen. Die Lichtbrechung ist auch hier beträchtlich stärker als die des Canadabalsams. Der Durchschnitt der Auslöschungsschiefen lag zwischen 10 und 14°, das Maximum von 16° habe ich nicht überschritten gefunden. Das liesse auf einen Andesin mit circa 30% *An* schliessen.

Die häufig beobachtete undulöse Auslöschung rührt wohl meistens daher, dass die Mikrolithen nicht die ganze Dicke des Schlifves einnehmen, und es wäre zum Mindesten gewagt, aus dieser Erscheinung Schlüsse auf die Structur ziehen zu wollen.

Die Mikrolithen sind fast immer frisch und gut erhalten (bis auf ganz zersetzte Gesteine), sie liegen, wie die ophitische Structur es mit sich bringt, kreuzweise durcheinander, wobei sie aber eine Ebene gemeinsam haben.

Tschermak¹⁾ hat mit den damaligen unzureichenden Mitteln den Feldspath des Melaphyrs als Oligoklas mit circa 7% *Ca* bestimmt, den des Augitporphyrs als Labradorit mit 11% *Ca*. Da die von Tschermak untersuchten Laven aus anderen Gegenden stammen, kann ich die Richtigkeit der Bestimmung nicht controliren, jedenfalls ist aber ein Unterschied in der Basicität der Feldspathe von Melaphyr und Augitporphyr in der von mir besuchten Gegend nicht nachzuweisen.

Auf das Verhältnis dieser zwei Gesteinsvarietäten zu einander werde ich später zu sprechen kommen.

Zu den wesentlichen Gemengtheilen unseres Porphyrs gehört auch der

Magnetit.

Dieser kommt in grossen Mengen allenthalben im Gesteine vor, sowohl frei in der Hauptmasse als eingeschlossen in Augiten und Feldspathen.

Auch ist dieses Mineral schon von allen[früheren Forschern erschöpfend behandelt worden.

Er erreicht beträchtliche Grösse, ist meist idiomorph, octaedrisch und cubisch ausgebildet und leicht kenntlich an seinem bläulichen Glanze in auffallendem Lichte. Ebenso häufig tritt er auch in derben Massen auf, jedenfalls ist er allenthalben vorhanden und trägt wesentlich zum Charakter des Gesteins bei.

Glimmer, und zwar ein rothbrauner, stark dichroitischer Biotit wurde nur in zwei Fällen in sehr kleinen verkümmerten Individuen beobachtet und sein Vorkommen bildet jedenfalls eine Ausnahme. Stets zeigt er starke caustische Wirkungen, die Ränder sind opak und mit Eisenerzen und deren Rivaten angefüllt; das Innere ist gewöhnlich durch Quarz ersetzt, eine Erscheinung, die ich bei Beschreibung des Alkaligesteins, wo scheinbar genau derselbe Glimmer,

¹⁾ l. c. pag. 140.

mit denselben Umsetzungsproducten, zu den wesentlichsten Gemengtheilen gehört, ausführlicher behandeln werde. Das eine Vorkommen befand sich in einem stark zersetzten röthlichen Melaphyerauswürfling, das andere gleichfalls in einem Auswürfling, der aber auch äusserlich in keiner Beziehung vom Normalen abwich. Die Augite scheinen hier an Zahl etwas zurückzutreten, sie sind allesamt im höchsten Grade eisenreich, Erze sind in ungewöhnlich grosser Menge vorhanden.

Dass der Glimmer kein secundäres Product sein könne, beweisen die caustischen Wirkungen. Um so räthselhafter bleibt es, wie dieses Mineral, obschon nur ganz local, im Melaphyr entstehen konnte. Dem Anscheine nach ist es ein sehr eisenreicher Biotit, wie er im Orthoklasporphyr in grossen Mengen vorkommt. Nun ist es ja nicht undenkbar, dass dieses leichtspaltende Mineral von den loco sehr zahlreichen Bomben losgelöst und in die glühende Melaphyrlava hineingekommen sei. Die überaus starken caustischen Wirkungen, die kleinen verkümmerten Individuen und das nur ganz locale Auftreten legen diese Auffassung nahe. Doch ist bekanntlich Glimmer — Biotit — kein seltener Gast in etwas kalihaltigen basischen Magmen. Da letzteres sehr wahrscheinlich ist bei unseren Melaphyren, so wird wohl in diesem Umstande die natürlichste Erklärung dieses Vorkommens zu suchen sein.

Olivin.

Gesehen habe ich nur Pseudomorphosen nach diesem Mineral, deutlich kenntlich an den spitzrhomischen und rechteckigen Umrissen, aber stofflich von Olivin völlig abweichend. Der Olivin fehlt nirgends, ist aber auch nirgends sehr häufig, so dass er eigentlich weniger als Hauptgemengtheil, denn als wesentlicher Nebengemengtheil aufgefasst werden muss. In anderen Lavengebieten Südtirols scheint er viel häufiger zu sein, nach Tschermak's und Dölter's Beschreibungen zu urtheilen. Hier muss der Magnesiumgehalt der Laven ein zu geringer gewesen sein, um Olivinbildung in grösserem Maßstabe zu gestatten.

Die Pseudomorphosen bestehen zum grössten Theil aus Quarz, selten und nur in äusserst zersetzten Gesteinen aus Kalkspath; die Quarzmasse ist vermengt und umsäumt von eigenthümlichen grünen Mineralien.

Tschermak¹⁾ hält sie für dem Pinitoide Knop's entsprechend, Dölter²⁾ für Delessit; factisch ist eine genaue Bestimmung unmöglich, da die einzelnen Fasern unendlich klein sind.

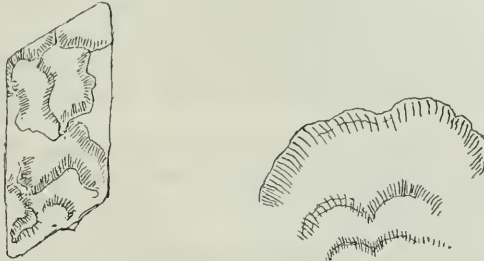
Zwei Arten sind zu unterscheiden: erstens ein grünes, meist in Fetzen auftretendes schwach licht- und sehr schwach doppelbrechendes Mineral mit unmerklichem Pleochroismus. Diese Substanz, die sich auch sonst allenthalben im Gesteine als Zersetzungsproduct findet, oft in grossen Mengen, dürfte zur Chloritgruppe gehören.

¹⁾ l. c. pag. 101.

²⁾ Ueber die mineralogische Zusammensetzung der Melaphyre und Augitporphyre Südost-Tirols. Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. XXV, pag. 289 ff.

Häufiger noch findet sich ein beträchtlich stärker lichtbrechendes, sehr stark doppelbrechendes Mineral, das stets fasrig, gewöhnlich radialfasrig struirt ist und in grösseren Stücken einen deutlichen Pleochroismus in gelben und moosgrünen Tönen erkennen lässt. α liegt quer zur Längsrichtung, wie bei den Glimmern, und dieser Richtung entspricht der gelbe Farbenton.

Fig. 10.



Immer findet sich dieses Mineral in fasrigen Aggregaten und gewöhnlich in Verbindung mit Quarz; es umsäumt diesen gleichsam, oft die bekannten Festonmuster nachahmend, und ich beobachtete diese Erscheinung sowohl in den Olivinpseudomorphosen wie frei im Gesteine, wo kleine Hohlräume durch Quarz ausgefüllt sind. Sehr häufig tritt es auch in runden pseudosphärolithischen Aggregaten auf. In convergentem Lichte sah ich öfters dunkelblaue anormale Interferenzfarben, wie sie z. B. für den Melilith charakteristisch sind.

Da genauere Bestimmungen nicht durchzuführen waren, kann ich nicht entscheiden, ob nicht am Ende mehrere äusserlich ähnliche Mineralien unter dieser Beschreibung zusammengefasst worden sind. So ist es äusserst wahrscheinlich, dass es sich theilweise um einen grünen Phyllitglimmer handelt.

Für die meisten Fälle liegt es aber am nächsten, an Bowlingit oder Iddingsit zu denken, die ja äusserst häufig aus zersetztem Olivin hervorgehen. Lacroix's¹⁾ Beschreibung passt gut auf dieses Mineral, allerdings aber auch auf Delessit, wofür Dölter den Körper hielt. An Iddingsit oder Bowlingit zu denken, liegt nahe, besonders nach der Analogie mit anderen olivinführenden Eruptivgesteinen, wo diese Minerale sicher nachgewiesen sind.

Ausser in den Olivinpseudomorphosen kommen die oben beschriebenen Substanzen auch sonst allenthalben im Gesteine vor, Hohlräume ausfüllend, meist in Gesellschaft des Quarzes oder in Gestalt von Sphärolithen.

Ein sehr charakteristischer Nebengemengtheil ist der

Apatit,

der in auffallend grossen, sehr schön idiomorphen Individuen überaus häufig als Einschluss in Augiten und Feldspathen, oft auch frei in der

¹⁾ Mineralogie I, 2, pag. 444 ff.

Grundmasse auftritt. Er ist säulenförmig ausgebildet, hat bräunliche Farbe und zeigt eigenthümliche dunkle, dichtgesäete Streifen in der Längsrichtung; die Spitzen der Säulen sind meist frei davon. Um Spaltrisse handelt es sich sicher nicht; die Streifen verdanken wohl Verunreinigungen während des Wachstums ihre Entstehung.

An secundären Producten gibt es ausser den oben geschilderten grünen Mineralien vor allem Kalkspath, der bei starker Verwitterung der Lava sogar die Hauptmasse zu bilden scheint, Eisenderivate, wie Limonit, bisweilen auch Hämatit, viel Quarz, letzteren sowohl in zersetzten Olivinen, Augiten und Feldspathen als auch frei in der Grundmasse. Ausserdem kommen manche Zersetzungsproducte vor, z. B. aus umkrystallisirten Glas, die nicht näher zu bestimmen waren.

Somit wären wir mit der mineralogischen Zusammensetzung unseres Porphyrs zu Ende. Ich gehe jetzt zur

Grundmasse

über. Sie besteht, abgesehen von den oben besprochenen Feldspathmikrolithen und Magnetitkörnern, aus einer compacten, nicht sehr stark lichtbrechenden, optisch annähernd isotropen Masse von meist dunkler Farbe. Diese Substanz ist optisch nicht aufzulösen, doch scheint nicht viel eigentümliches Glas vorhanden zu sein. Das wäre auch zu verwundern, denn das allenfalls vorhandene Glas musste schon bei schwacher Verwitterung umkrystallisiren. Ich bezeichne sie als dichte ursprüngliche Glasbasis.

Die Grundmasse ist sehr stark eisenschüssig und die verschiedenen Farben rühren, wie schon Tschermak¹⁾ hervorgehoben hat, von verschiedenen Oxydationsstufen des Eisens her. So ist die Farbe bisweilen rostroth, meist dunkel, schwärzlich. Erstere rührt offenbar vom Vorherrschen der Verbindung Fe_2O_3 , letztere vom Dominiren der Gruppe FeO her.

Die Verwitterung modificirt natürlich auch die Grundmasse. Die opake Basis löst sich auf, es entstehen dichte Ueberzüge von Chlorit- und Bowlingitmineralien. Kalkspath krystallisirt massenhaft aus. Da die Vertheilung eine unendlich feine ist, konnten keine exacteren Bestimmungen vorgenommen werden.

Besonders in den rostrothen Varietäten ist Kalkspath vorherrschend und es scheint, dass besonders dieser von feinvertheiltem Eisen erfüllt ist; so ist z. B. bei den zersetzten Feldspathen der fast nur aus Calcit bestehende Kern gewöhnlich makroskopisch rostbraun.

Viel Chlorit und ähnlich gefärbte Substanzen in der Grundmasse geben dem Gesamtgesteine einen grünlichen Anstrich, der bis in's intensiv Grüne gehen kann. Durch die vorherrschende Combination Chlorit-Calcit entstehen jene eigenthümlich leuchtenden Farben, von denen ich schon bei Beschreibung der Tuffe gesprochen habe.

¹⁾ l. c. pag. 99.

Es ist anzunehmen, dass auch hier, wie gewöhnlich, die Grundmasse beträchtlich saurer ist, als es die Einsprenglinge sind; dafür sprechen schon die saureren Feldspathe.

Structur.

Der Structur nach ist unser Porphyry ein echtes Effusivgestein.

In feinkörniger bis dichter Grundmasse liegen grosse, schöne idiomorphe Einsprenglinge, die stets fluidal geordnet sind, also alle parallel einer Ebene.

Im Speciellen möchte ich die Structur, wo die Grundmasse nicht, was sehr selten ist, nur aus Basis besteht, als ophitisch oder doloritisch bezeichnen. Für diese Ausbildungsform ist charakteristisch ein dichtes Gemenge von Feldspathleisten in der Grundmasse, die parallel zu einer Ebene, aber nach verschiedenen Richtungen auseinanderliegen, sich also durchkreuzen. Meist sind sie ziemlich constant nur nach zwei Richtungen gelagert. Wo die dichte Grundmasse so zurücktritt, dass sie nur mehr zur Verkittung der Mikrolithen dient, kann man von Intersertalstructur reden, ein Fall, der in den schon beschriebenen „Feldspathbreccien“ die Regel bildete.

Man kann sich leicht vorstellen, dass durch nur unbeträchtliches Anwachsen der Mikrolithen und Verschwinden der Basis jene Textur entsteht, die für den Diabas, der ja stofflich mit dem Melaphyr identisch ist, typisch erscheint. Das hat Tschermak¹⁾ auch beobachtet und er behauptet daher mit Recht, dass zwischen Melaphyr und Diabas, sowie Augitporphyry „nur ein Unterschied in der Ausbildungsweise bestehe“.

Der Procentsatz von Basis und Mikrolithen ist sehr schwankend. Es gibt Varietäten, wo die Grundmasse grösstentheils dicht ist, in anderen tritt die Basis sehr zurück. Im Allgemeinen kann man sagen, dass der Feldspathgehalt der Grundmasse beiläufig parallel geht mit dem unter den Einsprenglingen. Der reine Augitporphyry hat eher dichte Grundmasse, wenn auch die Mikrolithen niemals fehlen, der augitarne Labradorporphyry führt vorwiegend Mikrolithen. Am extremsten ist letzteres bei den schon besprochenen sauren Ausscheidungen zu sehen, die fast allein aus Feldspath bestehen.

Eine chemische Analyse wäre werthlos gewesen, da mein Material nirgends frisch genug dazu war, doch dürften die vorhandenen Analysen von Porphyren aus anderen Gegenden Südtirols bei der grossen Gleichförmigkeit der Ergüsse auch unserem Melaphyr entsprechen.

Ich setze eine Analyse²⁾ der Melaphyrdecke zwischen Schlern und Hauptdolomit her:

¹⁾ l. c. pag. 130.

²⁾ Citirt aus Rosenbusch's Elementen der Gesteinslehre, pag. 312.

	Procent
<i>Si O₂</i>	49·60
<i>Ti O₂</i>	—
<i>Al₂ O₃</i>	19·26
<i>Fe₂ O₃</i>	9·67
<i>Fe O</i>	1·25
<i>Mn O</i>	—
<i>Mg O</i>	5·46
<i>Ca O</i>	9·29
<i>Na₂ O</i>	3·78
<i>K₂ O</i>	0·68
<i>H₂ O</i>	1·43
Summe	100·42

Dieser Melaphyr gehört offenbar einem augitarmen Typus an, dürfte also mit unseren augitarmen Melaphyren identisch sein.

Im Vorhergehenden habe ich ziemlich unterschiedslos von Melaphyr und Augitporphyr gesprochen. Lassen sich diese beiden Varietäten überhaupt naturgemäss scheiden? In ihren Endgliedern ohne Frage. Vom eigentlichen Augitporphyr sagt Tschermak¹⁾: „Das massige, typische Gestein ist durch das reichliche Auftreten von Augitkrystallen in dichter Grundmasse so scharf charakterisirt, dass es mit keiner anderen Felsart verwechselt werden kann.“

Das Gleiche gilt vom entgegengesetzten Endglied, wo nur oder fast nur Feldspath als Einsprengling vorkommt. Es ist nicht zu leugnen, dass diese beiden Varietäten sehr verschieden ausschauen. Dennoch sind sie auf natürliche Weise nicht zu trennen. Wir haben schon bei Behandlung der geographischen Verbreitung gesehen, dass derselbe Lavastrom innerhalb kurzer Strecken bald den Habitus eines reinen Augitporphyrs, bald den eines augitarmen Melaphyrs annimmt. Ausserdem kommen alle nur denkbaren Uebergänge vor. So sagt auch Tschermak²⁾: „Es mehren sich die Beispiele, welche darthun, dass zwischen dem Diabas und dem Melaphyr sammt Augitporphyr nur der Unterschied der Ausbildungsweise bestehe.“

Es hängt eben von kleinen Schwankungen in der chemischen Zusammensetzung des Gesamtmagmas ab, welche Varietät entsteht. Wie gering nur diese Schwankungen zu sein brauchten, geht aus den von Tschermak³⁾ berechneten Procentzahlen für die Hauptgemengtheile des Melaphyrs und Augitporphyrs hervor:

	Melaphyr Procent	Augitporphyr Procent
Feldspath	79	71
Augit	14	18
Magnetit	7	11

¹⁾ l. c. pag. 132.

²⁾ l. c. pag. 130.

³⁾ l. c. pag. 140.

Berechnete man nun noch sämtliche mathematisch möglichen Zwischenglieder, so hätte man ungefähr eine Tabelle aller vorkommenden Modificationen.

Rosenbusch¹⁾ schlägt vor, nur dann die Bezeichnung „Augitporphyr“ zu brauchen, wenn Feldspath als Einsprengling fehlt. Wo Feldspatheinsprenglinge vorkommen, müsste man von Melaphyren reden. Nach dieser Bezeichnungsweise sollten wir hier den Ausdruck „Augitporphyr“ überhaupt streichen, da Feldspatheinsprenglinge niemals fehlen, sondern nur mehr oder weniger zurücktreten. Doch meine ich, dass man für die südtiroler Melaphyre, soweit sie angitreich sind, die gewohnte Bezeichnung besser beibehalten möge. Der Augit gehört wesentlich zur Charakteristik dieser Felsart und der Name hat sich allmählig historische Berechtigung erworben.

Wir haben gesehen, dass in den hier besprochenen Gegenden nur Ergüsse vorkommen. Die Gänge von gleichartigen Gesteinen, die sonst überall reichlich auftreten, besonders westlich, nach Predazzo zu — sie fehlen hier.

Dagegen sind die submarinen Eruptionen in scheinbar kurzen Zwischenräumen in grosser Anzahl auf einander gefolgt und haben, Laven und Tuffe zusammengerechnet, grosse Mächtigkeit erreicht.

Nochmals will ich betonen, dass ich mich auf Schichtbestimmungen auf Grund von Fossilien gar nicht eingelassen habe, sondern in stratigraphischer Hinsicht mich ganz auf Mojsisovics' Angaben verliess.

Doch scheint mir festzustehen, dass Wengener Dolomit und Porphyrströme gleichzeitige Bildungen sind, für mein Gebiet glaube ich es wenigstens sicher nachgewiesen zu haben. In dieser Hinsicht sind Mojsisovics' Beobachtungen vollkommen richtig.

Dass aber die Eruptionen thatsächlich der Wengener Periode angehören, darüber scheinen die meisten Forscher einig zu sein, wenn sie auch, wie Salomon, annehmen, dass die Wengener Schichten nur eine besondere Ausbildungsform der Cassianer sind.

Das Triasmeer erbebte von gewaltigen plutonischen Erschütterungen und zugleich häuften sich friedlich die abgestorbenen Leiber mikroskopischer Pflanzen; und wenn wir jetzt den entzückten Blick über die gewaltigen Dolomitmauern schweifen lassen, so gewahren wir stauend, zu wie ungeheuren Wirkungen es doch die kleinsten Ursachen bringen können!

Der Orthoklasporphyr.

Schon des Oefteren wurde eines ganz anderen Gesteinstypus Erwähnung gethan, der nur in Auswürflingen, Bomben und Lapilli vorkommt und ein verhältnismässig beschränktes Verbreitungsgebiet hat.

Ungeheuer zahlreich sind die Auswürflinge in der nächsten Umgebung des Monte Caoz; auf der Forcella Gesuretta und der Cimon della Stia habe ich nur je ein Stück auffinden können.

¹⁾ Elemente, pag. 329.

Makroskopisch gibt es zwei Typen: einen dunklen melaphyr-ähnlichen und einen hellen. Letzterer ist es, der durch sein vom Melaphyr völlig abweichendes Aussehen meine Aufmerksamkeit auf sich zog.

Der helle Typus hat fleischrothe Grundfarbe, die je nach dem Erhaltungszustande mehr oder weniger in's Grauliche spielt. Als Einsprenglinge treten hervor tafelförmige Feldspathe, die, wenn frisch, weiss mit leichtem Stich in's Röthliche, gewöhnlich aber sehr stark röthlich erscheinen. Makroskopisch sind sonst noch Glimmer sichtbar und bei genauerem Hinschauen kleine Augite.

Dieses Gestein ist ganz unglaublich hart, beinahe quarzartig und kaum zu zerschlagen.

Der andere Typus ist dunkelbraungrün, bald mehr in's Bräunliche, bald mehr in's Grünliche spielend. Aus dieser dunklen Grundmasse treten röthliche, ja beinahe orangerothe Feldspathe leuchtend hervor. Auch hier ist viel Glimmer zu sehen.

Dieses Gestein, das in seiner mineralogischen Zusammensetzung mit dem fleischrothen identisch ist, verdankt seinen abweichenden Charakter der niederen Oxydationsstufe seines Eisens — dieselbe Erscheinung, die wir auch bei den Mylaphyren wahrnahmen.

Die dunkle Varietät ist gewöhnlich lange nicht so spröde, weil meist stärker zersetzt, und ist oft über- und durchzogen von Kalk- und Heulanditschnüren.

Wo der Kalk das ganze Gefüge imprägnirt hat, wird die Grundfarbe dunkler und glänzender.

An der mineralogischen Zusammensetzung betheiligen sich: Feldspathe und deren Derivate, Glimmer, Augit, Erze und secundäre Eisenverbindungen, Apatit, als secundäres häufiges Product Quarz.

Feldspath.

Unter den Einsprenglingen, mit deren Beschreibung ich beginne, herrscht ein Feldspath vor, der keine Albitlamellen zeigt. Doch finden sich einige Bomben, wo nach dem Albitgesetze verzwilligter Feldspath vorherrscht.

Ich beginne mit dem ersteren. Dieser ist tafelförmig nach *M* ausgebildet, seltener langleistenförmig, wie die Labradore im Melaphyr, und erreicht beträchtliche Grösse.

Die Prüfung auf die Lichtbrechung nach der Becke'schen Methode ergab, dass diese in allen Richtungen und allen Fällen beträchtlich niedriger ist als Quarz und Canadabalsam.

In Schnitten, wo eine optische Axe sammt Mittellinie austrat, wurde festgestellt, dass der Feldspath optisch negativ und der Axenwinkel ein sehr kleiner ist. Damit wäre schon nachgewiesen, dass es ein Alkalifeldspath sein muss und, da Albitstreifung durchwegs fehlt, jedenfalls kein Albit.

Die Axenebene liegt, wie an einer grossen Anzahl von Schnitten nachgewiesen wurde, ausnahmslos in der Symmetrieebene.

Das ist eine Orientirung, die nur beim Sanidin vorkommt.

Um ganz sicher zu gehen, wurden Splitter dieser Feldspathe herausgebrochen und auf einem vorher mit Balsam bedeckten Objectträger mit Flussäure behandelt.

Es zeigte sich auskrystallisirt weitaus vorherrschend Kieselfluorkalium in seinen typischen Formen, Würfeln und Octaedern sammt deren Combinationen. Kieselfluornatrium, dessen optisch negative hexagonale Tafeln gleichfalls zu sehen waren, trat der Zahl nach hinter dem Kali beträchtlich zurück. Die gleichfalls vorkommenden wenig zahlreichen Calciumspindeln rühren von secundären Producten her, was später zu besprechen sein wird.

Das weitaus vorherrschende Kali in der Zusammensetzung beweist also, dass wir es wesentlich mit Kalifeldspath zu thun haben, die optische Orientirung, dass dieser nur Sanidin sein kann.

Nicht selten sieht man perthitische Verwachsungen, sowie Fortwachsungen in Natronorthoklas; auch ohne genaue Untersuchung fällt diese Art Zonenstructur dadurch auf, dass der innere kalireiche Theil röthlich, der äussere, natronreichere, weiss ist.

Fig. 11.



Der in einigen Schliften vorherrschende, nach dem Albitgesetze verzwillingte Feldspath hat weitaus in den meisten Fällen gleichfalls niedrigere Lichtbrechung als Canadabalsam. Doch habe ich solche beobachtet, wo sich das Lichtbrechungsvermögen der beiden Substanzen nahezu gleich verhielt.

Die Auslöschungsschiefen sind bei sehr vielen so beträchtlich, bis 18° betragend, dass sich daraus, combinirt mit dem niedrigen Brechungsexponenten, nur auf Albit schliessen lässt. Doch zeigten manche Schnitte äusserst kleine Schiefen, wie sie für Oligoklas-Albit, resp. einen sehr sauren Oligoklas charakteristisch sind. Bei denselben Schnitten war auch der Brechungsexponent ein grösserer — annähernd dem des Balsams entsprechend.

Der verzwillingte Feldspath ist also zweifelsohne zum grössten Theil Albit, bisweilen ein diesem nahestehender Oligoklas.

Doch muss ich betonen, dass die verzwillingten Feldspathe im Ganzen viel seltener sind, nur bei einigen Auswürflingen überhaupt vorkommen, während weitaus vorherrschend der Sanidin die Einsprenglinge bildet.

Sehr merkwürdig sind hier die Verwitterungserscheinungen: bei + N zeigt es sich, dass die Feldspathe fleckenweise völlig dunkel bleiben.

Die genauere Untersuchung ergab, dass hier die ursprüngliche Substanz durch ein helles Mineral ersetzt wird, das sehr viel schwächer lichtbricht als der Feldspath und optisch isotrop oder wenigstens annähernd isotrop ist. Diese Zersetzung beginnt in unregelmässigen Wolken oder Flecken, kann aber so weit gedeihen, dass nur mehr schmale Streifen von Feldspath übrig bleiben. Dabei scheint sich diese Verdrängung nicht an die Spaltrisse zu halten, sondern ganz unregelmässig das Gefüge zu durchsetzen.

Eine nähere Untersuchung konnte nur auf chemischem Wege geschehen.

Denken konnte man a priori an Opal und an Zeolithe.

War ersteres der Fall, so mussten bei Behandlung des Pulvers mit Natronlauge merkliche Mengen von Kieselsäure aufgelöst werden.

Fig. 12.



Opal löst sich bekanntlich leicht in Lauge, während andere SiO_2 -Modifikationen und -Verbindungen davon fast gar nicht angegriffen werden.

Die Untersuchung ergab keine wahrnehmbaren Mengen SiO_2 und auch nach Behandlung des abgedampften Restes mit Flussäure, wo sich im Falle der Anwesenheit von Kieselsäure die typischen Krystalle von Kieselfluornatrium bilden mussten, änderte sich dieses Resultat nicht.

Opal konnte es also nicht sein. Nun wurde eine qualitative Bestimmung nach Behandlung des Pulvers mit verdünnter Salzsäure vorgenommen. In der Lösung fand sich: sehr viel Eisen, beträchtliche Mengen von Thonerde und Alkalien. Nach Eintrocknen der salzsauren Lösung der letzteren auf dem Objectträger zeigten sich grosse Mengen von Chlornatriumwürfeln.

Damit ist erwiesen, dass wir es mit Zeolithen zu thun haben — denn andere Silicate lösen sich nicht in so grossem Maßstabe in verdünnter Salzsäure — und zwar ist es einer, der wesentlich aus Thonerde und Natron besteht. (Das Eisen rührte von Zersetzungsproducten her.)

Unter den Zeolithen dieser Zusammensetzung entspricht nun der Analcim seinem ganzen Verhalten nach am besten unserem Mineral. Für diese Auffassung spricht auch die Analogie mit den Erscheinungen an den Tephriten¹⁾ des böhmischen Mittelgebirges, wo Analcim sicher nachgewiesen ist und ganz in derselben Weise auftritt. Nur scheint dort die Ersetzung des Feldspaths durch diese Substanz mehr längs den Spaltrissen fortzuschreiten.

Ich halte demnach das beschriebene Mineral für Analcim.

Da bei dieser Art Umwandlung Kieselsäure fortgeführt werden musste, so ist es sehr erklärlich, wenn man in allen angegriffenen Feldspathen secundären Quarz findet.

An sonstigen Zersetzungsproducten finden sich in den Feldspathen näher nicht zu bestimmende grüne Mineralien, ähnlich wie wir sie bei den Melaphyren kennen gelernt haben, heller Glimmer und infiltrirter Kalkspath.

An Einschlüssen kommen vor Magnetit, Quarz und Apatit, letzterer genau in der Form, wie er bei den Melaphyren beschrieben wurde.

Die Grundmasse besteht vorwiegend aus Feldspathmikrolithen in typisch trachytoider Ausbildungsform. Es sind kleine Leisten, die fluidal parallel zu einer Ebene angeordnet sind und sich in dichtem Filze durchkreuzen, vornehmlich nach zwei Richtungen. Es sind fast ausnahmslos Karlsbader Zwillinge.

Wegen ihrer grossen Kleinheit war die genaue Bestimmung sehr schwierig. Jedenfalls sind es aber gleichfalls Alkalifeldspathe.

Die Lichtbrechung ist, soweit es sich constatiren liess, allenthalben geringer als die des Canadabalsams, die Auslöschung immer gerade.

Eine Reaction mit Flussäure auf ein mikrolithenreiches Stück Grundmasse ergab gleichfalls vorherrschend Kali in der Zusammensetzung.

Ob diese Kalifeldspathe nun zum Sanidin, wie unter den Einsprenglingen, oder zum Orthoklas zu stellen seien, liess sich schlechterdings nicht mit Sicherheit feststellen.

Eine Bestimmungsmöglichkeit konnte auf Folgendem beruhen: Bei Einschaltung des Gypsblättchens muss beim Orthoklas α' immer in der Längsrichtung, parallel zur Zwillingsgrenze liegen, die Längsrichtung also blau erscheinen, die Richtung senkrecht dazu gelb.

Beim Sanidin ist in Folge der abweichenden Orientirung für gewisse Schnitte auch das umgekehrte Verhalten möglich. Doch gewährt diese Möglichkeit nur einen so geringen Spielraum, dass eine Bestimmung auf dieser Grundlage kaum zu unzweideutigen Resultaten führen kann.

Ich habe nun daraufhin eine Reihe von Schliffen statistisch durchprobirt, immer aber nur die Orientirung des Orthoklases gefunden. So ist es wahrscheinlich, aber keineswegs sicher, dass der Feldspath der Grundmasse Orthoklas und nicht Sanidin ist.

¹⁾ Hermann Veit Graber: „Ueber Auswürflinge in den tephritischen Brocken-tuffen der Umgebung von Tetschen a. E.“. Tschermak's Min. u. petr. Mittheilungen, XV., pag. 291 ff.

Auch in den Schliffen, wo die Einsprenglinge vorwiegend zum Albit gehören, löschen die Mikrolithen der Grundmasse ausnahmslos gerade aus, so dass sie wohl gleichfalls als Orthoklas aufzufassen sind; der Albit findet sich demnach nur als Einsprengling. Der wesentlichste dunkle Gemengtheil ist ein

Glimmer,

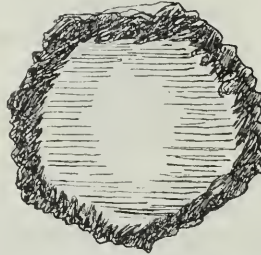
und zwar ein stark in rothbraunen und gelben Tönen dichroitischer Biotit.

Sehr beträchtliche Grösse erreicht er nicht, wenn er auch makroskopisch deutlich hervortritt. Er ist häufig verbogen, wie es bei Laven der Fall zu sein pflegt, und zeigt starke magmatische Corrosion und caustische Wirkungen. In allen Punkten stimmt er mit dem aus den Melaphyren beschriebenen überein.

Fast nirgends hat er seine Integrität bewahrt, beinahe immer ist nur ein kleiner Theil eines Individuums Glimmer, während das übrige aus Quarz und grünen Zersetzungsproducten besteht.

Der Rand ist stets opak, brüchig und ausgefüllt und angereichert mit Eisenausscheidungen, Erzen und secundären Producten. Bei Schnitten, parallel zur Spaltbarkeit, sieht man, dass auf den opaken

Fig. 13.



Rand in der Regel eine Zone von wohlerhaltenem Biotit folgt, während das Innere aus reinem Quarz besteht.

Figur 13 möge die Erscheinung veranschaulichen.

Bei Schnitten, auf denen die Spaltrisse zu sehen sind (s. Fig. 14), beobachtet man Folgendes: Längs den Spaltrissen ist Quarz infiltrirt, und zwar oft in so grossem Maßstabe, dass bis auf einige dünne Lamellen nichts vom Glimmer erhalten geblieben ist. Dann sieht man im Quarz deutlich die ursprünglichen Glimmerspaltrisse als Grenzschieden der verschiedenen Quarzschichten. Bei Anwendung sehr starker Vergrößerung merkt man, dass zwischen den Quarzleisten häufig unausprechlich dünne Biotitlamellen enthalten sind.

Bei nicht gleichförmiger Imprägnation erhält man ein, ich möchte fast sagen, lacolith-ähnliches Bild: Der eingedrungene Quarz hat die Glimmer-„Schichten“ auseinandergebogen und gewölbt (siehe Fig. 15).

Bei diesem Verdrängungsprocesse handelte es sich wohl wesentlich darum, dass die Alkalien weggeführt und durch Quarz ersetzt wurden.

Besonders hieran sieht man, wie stark das Gestein von Kieselsäure imprägnirt worden ist.

Ausser dem Quarz finden sich in den Biotitpseudomorphosen noch verschiedene von den grünen Substanzen, die beim Melaphyr

Fig. 14.



Fig. 15.



als chlorit- und iddingsitartig aufgefasst wurden; Bestimmungen waren unmöglich, doch dürfte es sich hier wohl zum grossen Theil um gebleichten hellen Glimmer handeln.

Dieselben Substanzen kommen auch sonst allenthalben vor als Ausfüllungsmassen, gewöhnlich in Verbindung mit Quarz. Die Erscheinungen sind genau dieselben wie beim Melaphyr, aber bei der Unmöglichkeit genauerer Bestimmungen kann ich nicht sagen, ob es factisch dieselben Körper sind.

An Einschlüssen führt der Biotit ausser dem Quarz stets Eisenerze in grossen Mengen, sowie schöne grosse Apatite, genau in der Gestalt, wie sie aus dem Melaphyr beschrieben wurden. Auch die Farbe ist dieselbe, bräunliche.

Der Augit

ist identisch mit dem des Augitporphyrs, daher ich auf die Beschreibung dieses verweise. Er ist im Ganzen nicht so häufig wie der Glimmer und tritt makroskopisch viel weniger hervor. Die Individuen erreichen auch nicht entfernt die Grösse, die sie im Melaphyr zu haben pflegen. Dafür kommen sie hier, wenn auch nicht gerade sehr zahlreich, in winzigen verkümmerten Individuen in der Grundmasse vor. Augitpseudomorphosen sind hier häufiger als im Melaphyr und bestehen wesentlich aus Quarz.

Der Magnetit

ist ebenso häufig, wenn nicht noch häufiger als in den basischen Laven und genau ebenso ausgebildet, theils idiomorph, theils in unregelmässigen Flecken und Fetzen.

Secundäre Eisenproducte spielen eine grosse Rolle, da die Grundmasse stark eisenschüssig ist. Auch Hämatit kommt bisweilen vor. Die grossen Eisenmengen, die sich bei der Analyse fanden, rühren offenbar von diesen Umsetzungsproducten her. Auch die Feldspathe sind stets eisenschüssig.

Wo das Gestein sehr zersetzt ist, da ist es wieder der Kalkspath, der die Hauptrolle spielt. Ich zweifle nicht daran, dass dieser zum allergrössten Theil durch äussere Infiltration hineingekommen ist, wie solches ja auch im grössten Maßstabe bei den Melaphyren der Fall war.

Die Grundmasse

besteht hauptsächlich aus Feldspathmikrolithen, dann aus einer Basis. Letztere optisch nicht aufzulösende Substanz hat graue bis rothe oder braungrüne Färbung, je nach der Oxydationsstufe des Eisens, und ist schwächer lichtbrechend als der Feldspath. Sie tritt im Ganzen hinter den Mikrolithen zurück, wenn auch Stellen vorkommen, wo die Grundmasse hauptsächlich aus dieser Substanz besteht. Magnetit ist sehr viel vorhanden, Augit im Ganzen nicht häufig. Oefters sieht man Aggregate von winzigen unbestimmbaren Krystallen, die den Gedanken nahelegen, dass es sich um umkrystallisirtes Glas handle.

Eine grosse Rolle spielt der Quarz, wenn er auch nirgends als primärer, sondern stets nur als secundärer Gemengtheil vorkommt. Von dem nach Glimmer und Augit pseudomorphen Quarz war schon die Rede, desgleichen von den Einschlüssen im Feldspath. Auch in der Grundmasse ist er äusserst häufig, aber stets als secundäre Ausfüllungsmasse zu erkennen.

Sowohl in grösseren Stücken wie in feinsten Vertheilung kommt er vor. Doch auch hier erkennt man deutlich den secundären Charakter daran, dass er stets nur in Aggregaten auftritt.

Das Gestein ist eben einer starken Verkieselung unterworfen gewesen, woher wohl auch seine grosse Härte und Sprödigkeit herrühren mag.

Die ausgesprochen porphyrische Structur hat ganz trachytoides Gepräge. Das Charakteristische für die Trachyte, die feinen, ins Kreuz liegenden Feldspatheleisten in der Grundmasse, trifft auch für diese Felsart zu.

Eine chemische Analyse wurde nicht ausgeführt, da die nirgends fehlenden secundären Producte, wie Quarz und Calcit, dem Resultate ein ganz falsches Gepräge verliehen hätten.

Wohin wäre das Gestein nun zu stellen? Die Vermuthung, dass es sich um Stücke der Quarzporphyrdecke handeln könnte, möchte ich von vornherein abweisen. Ich habe, um ganz sicher zu gehen, einige mir von Hofrath Tschermak gütigst zur Verfügung gestellte Schlicke des südtiroler Quarzporphyrs daraufhin angesehen.

Ganz abgesehen von dem sehr abweichenden äusseren Habitus sind folgende wesentliche Unterschiede zu notiren: Der Quarzporphyr führt stets Quarz als primären Einsprengling, und zwar in grossen Mengen, unser Gestein nirgends.

Auch die Grundmasse des ersteren besteht wesentlich aus Quarz und die Feldspathmikrolithen fehlen.

Unser Gestein dagegen führt keinen primären Quarz in der Grundmasse, dafür sind die Feldspathmikrolithen hier wesentlich.

Die dunklen Gemengtheile treten beim Quarzporphyr viel mehr zurück, als es hier der Fall ist, ausserdem führt ersterer nie so grosse Feldspatheinsprenglinge. Uebrigens steht in Bezug auf die Quarzporphyre Südtirols eine Arbeit von Dr. F. von Wolff¹⁾ in Aussicht, welche uns über ihre Zusammensetzung hoffentlich endgiltig Klarheit bringen wird.

Selbst wo die Feldspathe des Quarzporphyrs dieselben sind, wie bei unserem Gestein, nämlich Alkalifeldspath, zeigte sich ein deutlicher Unterschied: für sie sind charakteristisch scharfe, unter sich parallele Perthitlamellen, wie sie z. B. auch beim Göttweiher Granulit vorkommen, beim Orthoklasporphyr dagegen vollständig fehlen.

Dass dieser einem früheren Differentiationsprocesse innerhalb des basischen Gesamtmagmas seinen Ursprung verdankt, scheint mir um so wahrscheinlicher deswegen, weil viele Mineralien, besonders die Augite und Apatite, in beiden identisch sind.

Im Monzongebiete sind solche Differentiationserscheinungen sehr häufig; aus derselben Gegend kennt man Monzonit, Melaphyr und Nephelin-Syenitporphyr!

Allerdings weichen alle bisher beschriebenen „Orthoklasporphyre“ dieses Gebiets darin wesentlich von unserem ab, dass sie sämtlich Nephelin führen.

Ausserdem treten sie nur in Gängen auf.

Doch setze ich vergleichsweise die von Tschermak²⁾ citirte Analyse Kjerulf's des „Porphyrits“ her.

	Procent
<i>Si O₂</i>	59·17
<i>Al₂ O₃</i>	19·75
<i>Fe O</i>	1·71
<i>Ca O</i>	3·92
<i>Mg O</i>	0·40
<i>K₂ O</i>	4·03
<i>Na₂ O</i>	3·54
<i>H₂ O</i>	3·40
<i>C O₂</i>	2·52
Summe	98·4

Diese nicht sehr genaue Analyse ist nun freilich an keinem sehr frischen Gesteine vorgenommen, wie der hohe Wassergehalt und der offenbar an Kohlensäure gebundene Kalk beweist. Doch lässt sich erkennen, dass der Porphyrit so viel kieselsäure ärmer als unser Gestein ist, dass Nephelin entstehen konnte.

¹⁾ Bisher erschien ein vorläufiger Bericht in den Sitzungsberichten der k. Preuss. Ak. d. Wiss. Bd. XLIV, 1902.

²⁾ l. c. pag. 151.

Durch denselben Umstand unterscheidet sich davon auch der von Blawatsch¹⁾ beschriebene Nephelin-Syenitporphyr von Predazzo.

Doch scheint mir der chemische Unterschied kein gar so grosser zu sein. Bei etwas geringerem SiO_2 -Gehalt nur wäre unser Gestein vermuthlich identisch geworden mit den Vorkommnissen von Predazzo. Ich glaube mit Sicherheit, dass unser Orthoklasporphyr ein Glied in der Reihe ist, wo Nephelin-Syenitporphyr und Melaphyr die entgegengesetzten Endglieder bilden.

Nach der heutigen Bezeichnungsweise würde man den Namen „Orthoklasporphyr“ nicht mehr für die von Dölter, Tschermak und Anderen beschriebenen Vorkommnisse von Predazzo gebrauchen, dafür würde es aber genau auf das hier beschriebene Gestein zu treffen.

Oder, um Rosenbusch's²⁾ Nomenclatur zu folgen, man bezeichnet es als Glimmerorthophyr, ein Gesteinstypus, der sich von den Trachyten nur durch das Alter unterscheidet.

Da die Structur ganz die der Effusivgesteine ist, so ist an ein ursprüngliches Tiefengestein, dem diese Bomben entrissen sein könnten, nicht zu denken.

Ich stelle mir den Vorgang folgendermassen vor: Durch Differentiation war aus dem basischeren Gesamtmagma ein Alkaligestein entstanden, welches lange vor der Eruption der Melaphyre empor- drang, ohne jedoch an die Oberfläche zu gelangen. Es erstarrte, ähnlich wie die Gesteine der amerikanischen Laccolithe, mit porphyrischer Structur. Zur Zeit der Melaphyreruption wurde nun dieser „Pfropf“ von fremdem Gestein durchbrochen und in Gestalt von Bomben und Lapilli an die Oberfläche gebracht. Im heissen gluthflüssigen Magma wurden diese Bomben stark von Kieselsäure imprägnirt.

Da diese Felsart nur in sehr geringer Verbreitung vorkommt, so scheint der Differentiationsprocess nur ein localer gewesen zu sein.

Die Kartenskizze auf S. 313 [3], die ich nach Mojsisovics' Karte entworfen habe, soll nur zur Veranschaulichung der topographischen Verhältnisse dienen und macht keinen Anspruch auf stratigraphische Exactheit. Sehr vieles, besonders die Grenzen der Laven, sind nur beiläufig gezeichnet. Aber absolute Genauigkeit lässt sich bei einem Maßstabe von 1 : 75.000 nicht erreichen, dazu ist der Spielraum für Fehler zu gross. Da nun Karten in grösserem Maßstabe auf italienischem Gebiete nicht benützt werden dürfen, so habe ich vorgezogen, die Mojsisovics'sche Darstellung anzunehmen, obwohl sie meiner Darstellung im Texte in manchen Beziehungen direct widerspricht. Kam es mir doch weniger darauf an, eine genaue Aufnahme der Gegend zu machen, als die geologischen Verhältnisse, unter denen die Laven auftreten, in's richtige Licht zu setzen, und das hoffe ich im Texte erreicht zu haben.

¹⁾ Tsch. Min. u. petr. M. XX, pag. 40.

²⁾ Elemente der Gesteinslehre, pag. 271.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt](#)

Jahr/Year: 1902

Band/Volume: [052](#)

Autor(en)/Author(s): Keyserling

Artikel/Article: [Geologisch-petrographische Studien im Gebiete der Melaphyre und Augitporphyre Südtirols. 311-352](#)