

Die vorliegende Untersuchung wurde im petrographischen Institut der Universität Strassburg unter Leitung der Herren Professoren DDr. E. COHEN und H. BÜCKING ausgeführt.

Diesen meinen hochverehrten Lehrern, sowie Herrn Professor Dr. A. HEIM in Zürich möchte ich an dieser Stelle meinen besten Dank aussprechen für die mannigfache Unterstützung, die sie mir bei meiner Arbeit zu Theil werden liessen.

Geologisch-petrographische Mittheilungen über einige Porphyre der Centralalpen und die in Verbindung mit denselben auftretenden Gesteine.

Von

C. Schmidt in Strassburg i. Els.

Mit Taf. XXII. XXIII.

Einleitung.

Der den Centralalpen eigenthümliche Aufbau wird bedingt durch den Gegensatz, welchen die krystallinischen Centralmassive mit den sie umhüllenden oder zwischen ihnen eingeklemmten Sedimentgesteinen bilden.

Jeder Versuch, die Entstehung des centralalpinen Gebirgssystems zu erklären, wird in erster Linie damit beginnen müssen, dass man die gegenseitigen Lagerungsverhältnisse dieser beiden das ganze Alpensystem aufbauenden Elemente zu deuten sucht. Eingehende Untersuchungen gerade in dieser Hinsicht haben nun darauf geführt, für die Entstehung der Centralalpen eine Ursache anzunehmen, welche von Aussen wirkend, sämtliche Gebirgsglieder — seien dieselben plutonisch oder sedimentär — längst fertig gebildet, als ein einheitliches Ganzes gehoben hat. — Die Bildung der krystallinischen Gesteine gehört einer sehr frühen geologischen Epoche an, die Entstehung des heutigen alpinen Gebirgssystems fand in einer relativ jungen Zeit statt.

So lange man die gebirgsbildende Kraft innerhalb der Alpen selbst suchte, d. h. die krystallinischen Gesteine der Centralmassive als Eruptivgesteine ansah, welche empör-

dringend die Sedimente gehoben hätten, war es natürlich von grösster Bedeutung diese Anschauungsweise auch dadurch stützen zu können, dass man mit derselben die petrographische Natur der betreffenden Gesteine in Einklang zu bringen suchte. Die Frage nach der Natur der alpinen, krystallinischen Gesteine verlor aber ihre Bedeutung für das Verständniss der Entstehungsweise der Alpen, seit man sie als passive Gebirgslieder erkannte; es ist also das petrographische Studium dieser Gesteine ein besonderer, gewissermassen selbstständiger Zweig der geologischen Erforschung der Centralalpen geworden.

Will man aus der heutigen Lagerung der Gesteine, welche Eruptivgesteine, krystallinische Schiefer, metamorphische Sedimente sein können, einen Anhaltspunkt für die Erklärung ihrer Entstehung gewinnen, so muss man sich das Alpensystem in den status quo der Zeit ihrer Bildung zurückversetzt denken. Es ist dazu in erster Linie eine Altersbestimmung der fraglichen Gesteine nothwendig und dann eine vollständige Kenntniss aller der Vorgänge, welche seit dieser Zeit die Lagerungsverhältnisse der alpinen Gebirgslieder gestört haben: man wird sich gefaltete Schichtencomplexe ausgeglättet und die Glieder verworfener wieder auf gleiche Höhe gebracht denken müssen.

Da nun aber einerseits die Altersbestimmung dieser Gesteine nur in wenigen Fällen möglich ist und anderseits die erforderliche ideelle Wiederherstellung der ursprünglichen Lagerungsverhältnisse nie mehr als den Werth einer nicht sehr sichern Hypothese wird beanspruchen können, so zwingt uns diese Art und Weise, in der allein die Resultate der geognostischen Untersuchung des alpinen Gebirges verwerthet werden können, bei einem Versuche, die Genesis eines bestimmten Gesteines zu erklären, das Hauptgewicht auf die petrographischen Charaktere desselben zu legen.

In Gebieten, wo wir bei weitem nicht die Mannigfaltigkeit der Bildungen und des geologischen Baues finden, wie in den Centralalpen, wird man bei der Entscheidung, ob ein Gestein eruptiv sei oder nicht, in den meisten Fällen sich nicht allein auf die petrographische Beschaffenheit desselben stützen dürfen, ohne das geologische Auftreten mit zu berücksichtigen.

In den Centralalpen wird es noch um so schwieriger sein, mit Hülfe der petrographischen Untersuchung, auf die wir fast allein angewiesen sind, ein festes Urtheil über die Natur der in Frage stehenden Gesteine zu gewinnen, als dieselben gerade in Folge der örtlichen Dislocationen auch in ihrer petrographischen Beschaffenheit modificirt worden sind und in den seltensten Fällen in der Gestalt vorliegen, welche sie ursprünglich bei ihrer Bildung besaßen.

Wir sehen, der Weg, welcher allein zu einer erschöpfenden Kenntniss der centralalpiner Eruptivgesteine führt, ist ein weiter und viel geschlungener; es wird auch in vielen Fällen unmöglich sein, ein feststehendes Urtheil sich herauszubilden.

In der vorliegenden Arbeit sollen die Resultate niedergelegt werden, welche bei einem Versuche, einen Porphyry der Centralalpen genauer geologisch und petrographisch zu studiren, zwei andere damit zu vergleichen, bis jetzt erlangt wurden. Mit der Untersuchung des Porphyry ist natürlich jedesmal eine Discussion der geologischen Verhältnisse der betreffenden Gegend verbunden, und auch andere daselbst auftretende Gesteine sollen jeweilen kurz petrographisch beschrieben werden. Den Ausgangspunkt der Untersuchungen bildete der Porphyry der Windgälle im Kanton Uri; von hier stehen mir auch am meisten geologische Daten zur Verfügung. Zu vergleichenden Studien an den Porphyren im Centralmassiv der Aiguilles rouges wurde ich durch mündliche Mittheilungen von Herrn A. HEIM angeregt.

Schliesslich werde ich die Resultate einer Excursion im Banina-Heuthal (Graubünden) hier noch verwerthen.

I. Theil.

Der Porphyry der Windgällen.

Nach den eingehenden und in vielen Punkten abgeschlossenen Untersuchungen von A. HEIM, wie wir sie in seinem bekannten Werke: „Untersuchungen über den Mechanismus der Gebirgsbildung im Anschluss an die geologische Monographie der Tödi-Windgällengruppe“ niedergelegt finden, musste bei einer neuen Bearbeitung des Gebietes der Windgällen die Aufmerksamkeit von vorneherein gerade auf die

Fragen gelenkt werden, welche dieser Forscher noch nicht mit aller Bestimmtheit gelöst hatte. Es galt also vor Allem eine petrographische Charakteristik des in so abnormen Lagerungsverhältnissen an der Windgälle auftretenden Porphyrs zu geben, sowie die kartographische Vertheilung der einzelnen Varietäten desselben und die Abgrenzung des Ganzen festzustellen. Eine wiederholte Aufnahme des ganzen Gebietes mit Zugrundelegung der neuen topographischen Karte 1 : 50 000, sowie eine geologische Detailuntersuchung und petrographische Beschreibung der krystallinischen Gesteine des Maderanerthales, deren Beziehung zum Porphyр allerdings schon jetzt besprochen werden wird, müssen die ersten Aufgaben bei der Ausarbeitung einer vollständigen geologischen Monographie des das Maderanerthal begrenzenden Gebirges sein.

Da zum Verständniss der petrographischen Eigenthümlichkeiten des Porphyrs eine eingehende Berücksichtigung seines geognostischen Auftretens unerlässlich ist, so erscheint es zweckmässig, eine Besprechung des geologischen Systems der ganzen Windgällenkette vorzuschicken, wobei ich mich im Ganzen an die betreffenden Angaben HEIM's anschliessen kann und nur wenige neue Beobachtungen hinzuzufügen habe.

1. Sedimentgesteine der Windgälle.

Die Basis der Schichtgesteine bilden in den Centralalpen allgemein Verrucano und Röthidolomit, welche BALTZER¹ zusammenfassend „Zwischenbildungen“ nennt². Es kann diese Art der Bezeichnung in Beziehung auf die Verhältnisse, wie sie im ganzen Gebiet des Nordrandes der Finsteraarhornmasse sich darstellen, eine sehr glückliche genannt werden; sie wird sich bei exacter Verwerthung der daselbst gewonnenen Resultate vielleicht durch das ganze Gebiet der Centralalpen in Anwendung bringen lassen. Beide Horizonte dieser Zwischenbildungen sind nach ihrem geologischen Alter nicht näher zu bestimmen, sie sind zwischen Mittelcarbon und Lias eingela-

¹ BALTZER, Der mechan. Contact von Gneiss und Kalk im Berner-oberland. (Beiträge zur geol. Karte der Schweiz. XX. Lief.)

² STUDER zählt den ganzen braunen Jura ebenfalls noch zu den Zwischenbildungen. (Geol. d. Schweiz. Bd. II. p. 46.)

gert. Die als Verrucano bezeichneten Gebilde sind in vielen Fällen weder nach ihrer petrographischen Natur noch nach ihrem geognostischen Auftreten genau zu umgrenzen. Während HEIM in der That auf eine scharfe Umgrenzung dessen, was er Verrucano nennt, verzichtet, versuchen ROTHPLETZ¹ und BALTZER den Verrucano als ein klastisches Sedimentgestein zu definiren, das immer (bei normaler Lagerung) concordant unter Röthidolomit liegt, also im Allgemeinen discordant den centralmassivisch gestellten krystallinischen Schiefern auflagert. Es kann in Folge mechanischer und chemischer Veränderungen der Gesteine die Grenze zwischen Verrucano und krystallinischen Schiefern verwischt sein, aber Übergänge zwischen beiden finden nicht statt. Halten wir an dieser Definition von Verrucano fest, so können wir denselben in unserem Gebiet nur an einer einzigen Stelle, nämlich auf Ober Hüfi, in deutlicher Entwicklung nachweisen (siehe Profil V). Er bildet daselbst eine schön gewundene 5 m. mächtige Schicht. Das Gestein ist ein mit Salzsäure brausender Sandstein und besteht hauptsächlich aus Quarzkörnern, die, in allen Grössen neben einander liegend, im Dünnschliff meist als einheitliche Individuen erscheinen und immer durchaus unregelmässige Begrenzung zeigen. Das Cement, theils kalkig, theils quarzitisches, ist durch Häute von Eisenoxydhydrat braun gefärbt und enthält kleine Schüppchen eines muscovitartigen Minerals ausgeschieden².

Der Röthidolomit bildet einen geognostisch und petrographisch scharf begrenzten und in Folge seines orographischen Auftretens leicht kenntlichen Horizont. Während er westlich und östlich unseres Gebietes, vom Scheidnössli bis gegen Evi-thal einerseits, am Piz Cambrales andererseits, in typischer Entwicklung auftritt (vgl. HEIM, Atlas. Taf. I), finden sich an der Windgälle selbst ebenfalls bloss auf Ober Hüfi Spuren desselben in einer kaum 1 m. mächtigen Schicht (Profil V)³. —

¹ ROTHPLETZ, Die Steinkohlenformation und deren Flora an der Ostseite des Tödi. (Abhandl. der schweiz. pal. Ges. Vol. VI. 1879.)

² Als vollkommen identisch mit dem vorliegenden Gestein erwies sich nach der mikroskopischen Untersuchung ein vom Foostock (Kt. Glarus) stammender Verrucano.

³ Auf der Karte, sowie auf den Profilen ist Röthidolomit nicht durch eine besondere Farbe ausgeschieden.

Herr A. HEIM theilt mir mit, dass er auch beim Rothhorn eine circa 1 m. mächtige Bank von Röthidolomit aus dem Schnee hervorragend gefunden habe.

Schichten, welche dem Lias zugezählt werden könnten, fehlen unserem Gebiete; auch die in den östlichen Centralalpen lithologisch so gut charakterisirten Schiefer, welche dem Horizonte des *Harpoceras opalinum* angehören, sind nur an der nordwestlichen und östlichen Grenze der Windgällengruppe nachzuweisen. Auf Ober Hüfi (Profil V. j 1) erreichen sie eine Mächtigkeit von etwa 25 m.; ferner finden sie sich nach HEIM an der Schwärze (Profil III) „dünn-schiefrig, gequetscht“ unter dem schiefrigen Porphy. Erst im Hintergrund des Evithales erscheinen diese Schiefer wieder, die Basis der Sedimente bildend. Sie sind hier reich an den für diesen Horizont charakteristischen Kieselknollen. An der Haldeneck¹ treten sie an der nach Süden gerichteten Umbiegungsstelle (Muldenbiegung²) des Kalkkeiles, vollständig von Clivage durchsetzt, in grosser Mächtigkeit auf.

Zwei andere Stufen des braunen Jura, welche HEIM als durchgehend für das Gebiet der östlichen Schweizeralpen bezeichnet, Eisensandstein (mit *Harp. Murchisonae*) und Echinodermenbreccie (mit *Stephan. Humphriesianum*) finden sich in typischer Entwicklung auf Ober Hüfi (Profil V). Die Echinodermenbreccie (j 3) erreicht dort eine Mächtigkeit von 15 m., während der Eisensandstein (j 2) mehr zurücktritt. Von hier aus lässt sich die Echinodermenbreccie gegen Westen weiter verfolgen; sie erscheint am jetzigen Ende des Hüfigletschers gegen den „Tritt“ hinauf, am Ostende der „Schwärze“ (Profil III und IV), ferner am Ende des Stäfelgletschers, und etwas schiefrig aber doch ächt über dem Eisenoolith der obern Grube. — Auf der ganzen Westseite der kleinen Windgälle (vom Rübiboden bis ins Evithal) bildet die Echinodermenbreccie das mächtigste Glied des braunen Jura. Im aufsteigenden Gewölbeschenkel scheint sie jedoch zu fehlen. Am obern Furggeli (Profil II) berühren saiger stehende Schichten, die nach ihrem petrographischen Habitus zum Eisensandstein

¹ Vgl. BALTZER, Mech. Contact. Atlas Taf. X. Fig. 2.

² Über die Bezeichnungsweise der Glieder von Falten vgl. HEIM, Mech. Atlas Taf. XVI. Fig. II.

gehören, den Porphyr und sind am Contact von eckigen Porphyrstücken erfüllt, so dass man annehmen möchte, dass sich hier eine Reibungsbreccie gebildet habe.

Der ganze obere braune Jura findet sich vom Calanda bis westlich vom Berner Oberland concentrirt in einer meistens nur 1—3 m. mächtigen Schicht, die als Eisenoolith entwickelt ist. Dieser Horizont ist an der Windgälle sehr gut ausgebildet. Auf Ober Hüfi (Profil V j 4) erreicht er eine Mächtigkeit von beiläufig 6 m. Am oberen Furggeli (Profil II), am Furggeli oberhalb des Käserngrates¹ (Profil I) und im Felsenkamin zwischen Schwarzhorn und Rothhorn gliedert sich derselbe in mehrere Unterabtheilungen. HEM² gibt ein detaillirtes Profil des Doggers im Felsenkamin zwischen Schwarzhorn und Rothhorn, leider ist dasselbe jetzt grösstentheils verschüttet. Eine Reibungsbreccie am Contact gegen Porphyr wie im obern Furggeli fand ich hier nicht, wohl aber die schon von HEM erwähnten gerundeten Porphyrgerölle, eingebettet in Echinodermenbreccie und Eisenoolith.

In petrographischer Hinsicht ist dieser Eisenoolith sehr interessant; es mag hier die Beschreibung einiger Varietäten desselben folgen. Eine systematische Untersuchung der verschiedenen Abänderungen dieses Gesteins, verfolgt durch das ganze Gebiet der Centralalpen, würde einen werthvollen Beitrag liefern zur Kenntniss der durch mechanischen Einfluss an Sedimentgesteinen hervorgerufenen Umwandlungen.

Ein von Ober Hüfi stammendes Handstück dieses Oolithes besteht in seiner Hauptmasse aus einem dichten Kalk, welcher durch eingelagerte Schüppchen von Eisenoxyd (Hämatit) rothgefärbt ist. Die in die Länge gezogenen etwa 2 mm. langen Oolithkörner sammeln sich stellenweise an. Sie bestehen aus Magnetit und zeigen einen schaligen Aufbau. Zwischen den äusseren Schalen dieser Oolithkörner sammelt sich oft in dünnen Streifen ein hellgrün durchscheinendes Mineral an.

¹ Käserngrat möchte ich den aus Porphyr bestehenden von N. nach S. verlaufenden Felsgrat bezeichnen, welcher sich von dem zwischen den rothen Hörnern und der grossen Windgälle verlaufenden Kamme abzweigt.

² Vgl. Mechanismus. Bd. I. p. 63. Atlas Taf. IV. Prof. II b.

Die meist schiefriegen Eisenoolithe der obern Eisengruben sind von dunkler braun-schwarzer Farbe und enthalten in grosser Menge stark glänzende bis 1 mm. grosse Magnetit-oktaëderchen. Wie die mikroskopische Untersuchung zeigt, besteht die Gesteinsmasse zum grössten Theile aus Magnetit, welcher in derben, netzförmig sich verbreitenden Partien auftritt. Weitere Gemengtheile derselben sind Körner von Kalkspath und Rotheisen. Die zahlreich vorhandenen, gleichmässig durch das ganze Gestein sich verbreitenden Oolithkörner bestehen zum Theil ebenfalls noch aus schalig sich anordnendem Magnetit. Oft aber gehen sie an den Rändern in ein grünes, schwach pleochroitiches, Aggregatpolarisation zeigendes Mineral über, welches dann in den meisten Fällen weiter um sich greift und schliesslich die ganze Substanz der Körner bildet, so dass nur hie und da im Innern derselben noch einzelne Körner oder Schalen Magnetit übrig bleiben. Immer zeigen diese schalig aufgebauten, grünen Körner ein Interferenzkreuz zwischen gekreuzten Nicols. — Die überall im Handstück hervorglänzenden Magnetitkryställchen, deren Zahl im Dünnschliff sich noch vermehrt, sind wohl als jüngste Bildung aufzufassen. Sie entstehen hauptsächlich auf Kosten des derben Magnetites, wie er sich in der Gesteinsmasse findet, oder ebenso wie das grüne Mineral aus dem Magnetit der Oolithkörner. Diese Umkrystallisirung kann so weit gehen, dass schliesslich sämmtlicher Magnetit nur noch in Form scharf ausgebildeter Krystalle auftritt. Da dieser Fall gerade bei einer am meisten schiefriegen Varietät beobachtet wurde, so scheint die Vermuthung HEIM's, dass mechanische Umformung des Gesteins und Umkrystallisation des Erzes in ursächlichem Zusammenhang stehen, nicht unbegründet zu sein¹.

Trotz langwieriger Versuche gelang es mir nicht, durch Trennung mit Hülfe der THOULET'schen Lösung und des Magneten eine für eine Analyse genügende Portion des grünen, unbestimmten Minerals rein zu erhalten. Es erinnert dasselbe an das Eisenoxydulsilicat, welches ebenfalls mit oolithischer Structur sich in einem dem Oxford angehörigen Kalk-

¹ Vgl. HEIM, Mechanismus Bd. I. p. 62. Bd. II. 98, sowie BALTZER, Der mechan. Contact etc. p. 48.

stein im Chamosonthale bei Ardon (Kt. Wallis) findet und von BERTHIER Chamosit genannt wurde^{1, 2}.

In dünnen Lagen zwischen den Schichten, sowie auf Klüften des Eisenoolithes der obern Eisengruben treten merkwürdige Neubildungen auf, welche bereits von A. MÜLLER und P. GROTH erwähnt werden³. Das Gestein, welches als compacte Einlagerung erscheint, besteht aus glasglänzenden 2—5 mm. langen Plagioklasleisten. Die Zwischenräume ausfüllend, oder als feiner Überzug über dieselben, tritt ein dunkelgrüner, feinschuppiger Chlorit (Rhipidolith) auf. Im Dünnschliff erweist sich der Plagioklas als recht frisch. Der Rhipidolith bildet kleine Schüppchen, welche zwischen den Feldspathleisten zu dichten Aggregaten sich ansammeln oder zerstreut in grosser Menge als Einschlüsse in demselben sich finden. Die einzelnen Schüppchen sind lebhaft pleochroitisch; der parallel c schwingende Strahl ist strohgelb, die parallel a und b schwingenden Strahlen sind dunkelgrün.

Auf Klüften des Oolithes finden sich oft wohlausgebildete Krystalle von braungelbem Kalkspath (Ankerit), Eisenspath und Eisenglanz, Albitzwillinge und Quarzsäulen⁴. Die Ankerite zeigen auf ihrer angewitterten Oberfläche ein System parallel der Basis und den Rhomboëderkanten verlaufender Rillen. In Beziehung auf die paragenetischen Verhältnisse dieser Mineralien lässt sich angeben, dass auf einzelnen Drusen Quarz als ältestes, Kalkspath als das jüngste Mineral auftritt, indem

¹ STUDER, Index der Petrographie. p. 49.

² Herr L. v. WERWEKE hatte die Freundlichkeit, mir Dünnschliffe eines Eisenoolithes zu zeigen, welcher in lothringischen Murchisonsschichten eingelagert sich findet und dort Minette genannt wird. Die Oolithkörner dieser Gesteine bestehen, wie die der meisten ausseralpinen jurassischen Eisenoolithe, aus Eisenoxydhydrat. In einigen Varietäten tritt hier ebenfalls ein lichtgrün durchscheinendes Mineral auf, und zwar neben Calcit als Ausfüllungsmasse, wohl auch als Versteinerungsmittel mikroskopischer, organischer Reste, es schliesst sich meistens eng an die Oolithkörner an.

³ Vgl. Verhandlungen der naturf. Gesell. in Basel. Bd. IV. 1867. MÜLLER, a) Die Eisensteine des jurassischen Kalkgebirges am Fuss der Windgälle. p. 575. b) Über die Eisensteinlager am Fuss der Windgälle. p. 762. Ferner P. GROTH, Mineraliensammlung der Universität Strassburg. p. 250.

⁴ Eine nähere Beschreibung dieser Mineralien gedenke ich in nächster Zeit veröffentlichen zu können.

Quarzsäulen von Albittafeln und Albite von Kalkspath umwachsen werden. — Oberhalb Landiberg an der Westseite der kleinen Windgälle fand ich in Blöcken ein höchst bemerkenswerthes oolithisches Gestein. In einem grobkörnigen, krystallinischen Kalkstein, der reich an mikroskopischen Resten von Organismen (meistens Crinoidenbruchstücken) ist, liegen schalig aufgebaute, längliche Oolithkörner, deren längerer Durchmesser oft über 1 cm. beträgt. Die mikroskopische Untersuchung zeigt, dass diese Körner aus einem Gemenge brauner Schüppchen von Eisenoxydhydrat und dem bereits beschriebenen Chamosit-ähnlichen Mineral bestehen. In diesen grossen Oolithen liegen hie und da bis 0,05 mm. grosse, sphärolithische Gebilde. Kleinere ganz regelmässig schalig aufgebaute Körner zeigen zwischen gekreuzten Nicols ein aus zwei Hyperbeln bestehendes Interferenzbild, ähnlich demjenigen, welches zweiachsiges Krystalle in convergentem polarisirtem Licht zeigen.

Wie überall am Nordrande des Finsteraarhornmassivs bildet der Malm auch an den Windgällen die Hauptmasse der Sedimente. Die an der Basis derselben auftretende Oxfordgruppe (D'ORB.) schliesst sich orographisch an den Dogger an, d. h. sie bildet gewöhnlich zugleich mit demselben am Fusse der schroffen Wände des Hochgebirgskalkes schmale Terrassen. In der Ostschweiz, d. h. bis zur Windgälle, bildet das Oxford als Schiltkalke (ESCHER) einen petrographisch und paläontologisch gut charakterisirten Horizont¹. In den Alpen westlich der Reuss ist das Oxford hingegen als thonige, dünn-schiefrige, dunkelgraue Kalke entwickelt².

Nach der petrographischen Ausbildung der betreffenden Gesteine zu urtheilen, scheint es mir, als ob am Südabhang der Windgällen die schiefrige, den Effinger Schichten (Mösch) entsprechende Stufe des Oxford, auf Hüfalp aber die Schiltkalke (Birmensdorfer Schichten [Mösch]) vorherrschten.

Überall an diesen Gesteinen lassen sich die Wirkungen mechanischer Kräfte erkennen. Gar nicht selten finden wir

¹ Vgl. BACHMANN, Berner Mittheilungen. 1863. Mösch, Der Jura in den Alpen der Ostschweiz. 1872. HEIM, Mechanismus. Bd. I. p. 67.

² BALTZER, Contact von Gneiss und Kalk. p. 49.

gequetschte und verzogene Petrefacten, namentlich Belemniten¹.

Bei den Eisengruben fand ich einen parallel der Schieferung des Gesteins in der Weise auseinander gerissenen Belemniten, dass die einzelnen Bruchstücke desselben nicht wie gewöhnlich in einer geraden Linie liegen, sondern noch gedreht sind, so dass sie, alle unter einander annähernd parallel, mit der Längsrichtung der Schieferung einen Winkel von ungefähr 45° bilden. Dieselbe Erscheinung beobachtete ich auch an Schiefem in der Ramozeschlucht bei Vättis (Kt. St. Gallen).

Am Ende des Stafel-Gletschers zwischen Unter-Furggeli und Schwarzberg treten direct unter dem Doggerband braunroth angewitterte, sehr schön gefältelte Kalkschiefer (Ob. Oxford?) auf. Die Fältelung tritt namentlich dadurch schön hervor, dass graue, dünne, mit Salzsäure wenig brausende Lagen, rippenartig hervorragend, abwechseln mit intensiv braunroth gefärbten, mit Salzsäure lebhaft brausenden Lagen.

Das an Masse weitaus überwiegende Formationsglied ist der Hochgebirgskalk, welcher hier wie überall in den Centralalpen äusserst arm an Fossilien ist und durch mechanische Kräfte bald dünnschiefelig ausgewalzt, bald marmorisirt erscheint.

Die eocänen Sedimente der Windgällengruppe sind theils Thonschiefer (Flysch), theils Nummulitensandstein, theils sind sie als Taveyanazsandstein zu bezeichnen². — Die Thonschiefer, mit eingelagerten Sandsteinbänken, erreichen ihre grösste Entwicklung, mannigfache Falten bildend, in der Gegend von Krummkähli und Riedersegg. — An der Basis der hohen Kalkwand der Windgällen, südlich oberhalb des Seewli-Sees, ziehen sich steil nach Süden fallende Nummulitensandsteinbänke hin, welche dann, nach Süden sich fortsetzend, oberhalb Riedersegg als Muldenkern in die grosse Windgällenfalte eintreten, sich bis an die Wideregg verfolgen lassen und nochmals am rechten Ufer des Hüfigletschers zu Tage treten.

¹ Vgl. HEIM, Mechanismus. Atlas Taf. XIV

² Die Karte von HEIM (Atlas zu Mechanismus) zeigt die Verbreitung dieser drei Glieder auch innerhalb unseres Gebietes.

Der Taveyanazsandstein¹ erreicht an der nördlichen Grenze des Gebietes, vom Stichgand aus gegen Rinderstock, Rothgrat und Schwarzstöckli eine bedeutende Mächtigkeit und Ausdehnung. Das Gestein ist deutlich geschichtet, bis 1 m. mächtige Bänke bildend. Grosse, scharfkantige, braun angewitterte Blöcke desselben häufen sich am Nordgehänge der Seewlialp zu weit ausgedehnten Trümmerhalden an.

Die hier zu beschreibenden Stücke dieses Gesteines sind von dunkel lauchgrüner Farbe, die „erbsengrossen hellern Flecken“² fehlen. In einer splittrigen, grünlichen Grundmasse lassen sich mit der Loupe zahlreiche, etwa 1 mm. grosse, schwarz glänzende Hornblendesplitter, sowie stark glänzende Quarzkörner, ferner Feldspathdurchschnitte und braun glänzende Partikel eines Erzes, wahrscheinlich Magnetkies erkennen. Mit Salzsäure betupft braust das Gestein auf. Nach der mikroskopischen Untersuchung besteht dasselbe aus Quarz, Orthoklas, Plagioklas, Augit, Hornblende, Chlorit, Calcit und Magnetit³; es erweist sich als ein unverkennbar klastisches Gestein.

Quarz erscheint in scharfkantigen, splittrartigen Individuen und zeigt meistens deutliche undulöse Auslöschung, auch wohl Streifensysteme beim Drehen zwischen gekreuzten Nicols. Der Orthoklas ist stark zersetzt; er tritt in grössern rechteckigen Durchschnitten auf, bisweilen fast porphyrtartig hervortretend, während der Plagioklas, meist bedeutend frischer, als schmale Leisten entwickelt ist und nie grössere Dimensionen erreicht. Die durchgehends geringe Auslöschung der Leisten (ca. 5°) lassen vermuthen, dass Oligoklas vorliegt.

Augit ist der an Individuenzahl weitaus vorherrschende Gemengtheil des Gesteins. Die rissigen, licht gelblich-grünen Körner sind gewöhnlich noch recht frisch, zeigen keinen Pleochroismus und eine Auslöschungsschiefe zwischen 27° und 40°. — Die Hornblende charakterisirt sich durch geringe Aus-

¹ Vgl. STUDER, Index der Petrographie. p. 232.

² Vgl. HEIM, Mechanismus. Bd. I. p. 78.

³ In gleichfalls nicht gefleckten Varietäten von Taveyanazsandstein aus dem Berner Oberland fand BALTZER keine Hornblende. (Vgl. Bibliothèque Universelle. Arch. des scienc. phys. et nat. 3 Période. Tome VIII. Genève 1882. p. 396.)

lösungsschiefe und starken Pleochroismus. Die Farben sind, analog wie bei den Hornblenden jüngerer Gesteine, licht bräunlich-gelb und schmutzig dunkel grünlich-braun. Vielfache Zwillinge sind nicht selten; einzelne Krystalle zeigen zonaren Aufbau. Häufig sind die Leisten zerbrochen oder geknickt. Die Hornblende tritt weit weniger häufig als der Augit auf, wird aber zuweilen bedeutend grösser und ist meist stärker zersetzt. Chlorit sammelt sich zu lichtgrünen Putzen an und ist wohl hauptsächlich ein Zersetzungsproduct der Hornblende. Calcit verbreitet sich, die Zwischenräume ausfüllend, in kleinen Körnern durch das ganze Gestein.

In der ganzen Art seiner Ausbildung gleicht dieser Tavayanazsandstein, der nach HEIM, BALTZER, RENEVIER und LORV den obern Horizonten des Eocän angehört, vollkommen gewissen devonischen Schalsteinen. Die Entstehungsweise desselben liesse sich vielleicht mit dem freilich sehr vereinzelt auftretenden diabas- und melaphyrartiger Gesteine im Eocän am Nordabhang der Alpen in Zusammenhang bringen¹.

Anmerkung. Herr Dr. E. HAUG hatte die Freundlichkeit, einige von mir in den besprochenen Gegenden gesammelte Petrefacten zu bestimmen. Bezugnehmend auf die Arbeiten von STUTZ² möchte ich hier anführen, dass oberhalb Niedersurenen im Engelbergerthal an mehreren Punkten im Liegenden der schwarzen Schiefer, welche nach STUTZ zum Lias (einschliesslich der Opalinus-Thone) gezählt werden müssen, sich eine etwa 1 m. mächtige, schwarze Kalkbank findet, direct auf Röthidolomit lagernd.

Ich fand darin:

Harpoceras Aalense ZIET.

Terebratula Eudesi OPP.

„ *teste* DUMORT.

Pecten [Entolium] disciformis SCHÜBL.

Unicardium sp. (nov.?)

Cypricardia sp. indet.

¹ Vgl. KAUFMANN, Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz. Lief. XIV. 2. Abth. p. 82 u. f. Ferner SCHARDT, Études géol. sur le Pays-d'Enhaut Vaudois. (Bullet. de la Soc. vaud. des scienc. nat. vol. XX. No. 90. 1884. p. 15.) Ich hoffe diese vereinzelt interessanten Vorkommnisse nächstens genauer besprechen zu können.

² Dies. Jahrb. 1879. 842 und 1884. II. 14.

Von diesen Formen weisen die beiden ersten sicher auf Ober-Lias; die über dieser Bank liegenden schwarzen Schiefer vertreten dann wahrscheinlich die Opalinus-Thone.

Im Erstfelderthal fand sich westlich oberhalb der Mattalp in harten aussen gelben, innen schwarzen Kalkbänken neben *Harpoceras* [*Ludwigia*] *Murchisonae* Sow. *Pholadomya Fricken-sis* MOESCH. (MOESCH. Monogr. Pholad. Tab. X. Fig. 1. pag. 30), eine Form, die mit *Harp. Murch.* auch anderswo zusammen vorkommt.

Der Eisenoolith von Hüfälpeli enthält:

Harpoceras [*Ludwigia*] *punctatum* STAHL.
(Leitform für Zone der *Reineckia anceps*
und des *Cosmoceras Jason.*)
Reineckia sp.

2. Geologischer Bau der Windgällenkette.

Das Gebiet der Windgällen bildet den östlichen Endpunkt einer geologisch sehr interessanten Linie, auf welcher die sedimentären Formationen des nördlichen alpinen Randgebirges und die krystallinischen Gesteine des weit ausgedehnten Finsteraarhornmassivs sich unter bestimmten, immer wiederkehrenden Erscheinungen berühren. Orographisch ist diese Linie vom mittlern Theile des Urbachthales im Berner Oberland bis zum Ende des Hüfigletschers im Maderanerthal durch von SW nach NO verlaufende Längsthäler markirt, deren Wasser in die beiden, ihr System kreuzenden Querthäler der Aare (Haslithal) und der Reuss sich ergiessen. Die Thalsole selbst ist überall in den im Allgemeinen steil nach SO einfallenden krystallinischen Schiefen eingeschnitten, welche auch den südlichen Abhang der Thäler und die denselben krönenden Bergspitzen zusammensetzen. Am Nordabhang aber schieben sich in einer gewissen Höhe über die steil nach SO einfallenden Gneissstraten in discordanter Lagerung die mächtigen, sedimentären Ablagerungen, im Allgemeinen WSW—ONO streichend und schwach nach Norden einfallend. Es ist dies die Linie des mechanischen Contactes von Gneiss und Kalk.

In Übereinstimmung mit dem gleichartigen geologischen Baue ihrer Gehänge zeigen diese Thäler auch überall denselben landschaftlichen Typus. Der Südabhang steigt in

gleichmässiger Neigung in die Höhe und trägt eine Reihe durch die Erosion herausgenagter kegelförmiger Gipfel, von deren Spitze in divergirenden, bis in die Thalsole hinab verlaufenden Rinnen mit schwach geneigten Böschungen die Wasser ins Thal fliessen, so dass der ganze Hang gleichsam gerippt erscheint. An keinem dieser Gipfel hat die Erosion eigenartige Formen herausgemeisselt; überall zeigt das Gebirge im Grossen denselben ruhigen, düstern Charakter; es wirkt auf den Beschauer nur durch seine Masse und durch die unbeschränkte Zahl der sich drängenden, himmelanstrebenden Spitzen.

Auf der Nordseite dieser Thäler erhebt sich über einem gleichförmig ansteigenden; aber doch im Einzelnen reich gegliederten Sockel krystallinischer Gesteine eine undurchdringliche, unübersteigbare Kalkmauer, welche als zusammenhängende Masse die Thalschaft ihrer Länge nach, gegen Norden abschliesst; nur wenige hinter ihr liegende beeiste Gipfel vermögen sie zu überragen. Jede einzelne Partie dieser starren, grauweissen Kalkmasse besitzt eine ihr eigenthümliche Architektur: hier bieten sich den erodirenden Kräften bald harte Kalkbänke, oder weichere Mergelschichten, bald breite Schichtflächen oder schmale Schichtenköpfe dar; es müssen sich daher auch überall besondere, eigenartige äussere Gestaltungen des Felsgerüsts herausbilden, die sich zwar wiederholen, so oft dieselben Verhältnisse, bedingt hauptsächlich durch den geologischen Aufbau des Schichtencomplexes, sich wieder einstellen. Senkrechte Felsabstürze, schmale, treppenförmig übereinander liegende, horizontale Bänder, vorspringende Erker, einzeln aufragende Zacken beleben in buntem Wechsel die starre, vegetationslose Felsenmasse, welche, von grellem Sonnenlichte beleuchtet, einen scharfen Gegensatz zu dem düstern, im Schatten liegenden südlichen Abhang dieser eigenartigen Thäler bildet.

Das Kalkgebirge schiebt sich nur da, wo das Gebirgssystem noch am vollständigsten erhalten ist, die durch den Verlauf dieser Thäler bezeichnete Linie überschreitend, weiter nach Süden über das Centralmassiv hinweg, auf den Wasserscheiden zwischen Engelberger- und Erstfelderthal einerseits und Engelberger- und Gadmen- resp. Wendenwasserthal an-

derseits die Gipfel der Spanörter und des Titlis bildend¹. Die hohen Kalkwände auf der Nordseite dieser Längsthäler lassen keine grossen Complicationen in ihrem Aufbau erkennen, ebenso wenig wie die unter den Sedimentärformationen steil stehenden krystallinischen Schiefer. Der Dogger hingegen und namentlich die Zwischenbildungen, eingeklemmt zwischen Hochgebirgskalk und Gneiss, bilden im Gadmenthal und im Erstfelderthal für sich mehrfache Falten.

Während also in den besprochenen Längsthälern der geologische Bau des Contactgebietes ein verhältnissmässig einfacher ist, treffen wir weit complicirtere Verhältnisse im Gebiete westlich vom Haslithal, da wo Gneiss und Kalk mächtiger entwickelt sind und wo keine Längsthäler zwischen beiden sich öffnen. Der für diese Gegenden charakteristische Gebirgsbau, bedingt durch liegende Falten des ganzen Systems der Sedimente, über deren nach Süden gekehrte Mittelschenkel krystallinische Gesteine sich hinüberschieben, findet sich nun wiederholt im Gebiete der Windgällengruppe.

Das Gebiet, dessen geologischen Bau wir zum Verständniss der Lagerungsverhältnisse des Porphyrs näher kennen lernen müssen, ist vor Allem der Nordabhang des Maderanerthales. Ein scharf ausgeprägter, aus Hochgebirgskalk bestehender zackiger Kamm, der von den rothen Hörnern über die grosse Windgälle, den Gwasmet, und den grossen Ruchen hinweg bis zum Alpgnoferstock von West nach Ost sich erstreckt, schliesst das Maderanerthal nach Norden ab. Das tiefeingeschnittene Reussthal durchschneidet das Gebirge senkrecht zur Streichrichtung desselben. Da der mittlere und untere Theil des Maderanerthales dagegen ein Längsthal ist, so zeigt der reichgegliederte Nordabhang desselben die Tektonik der Windgällenkette in ihrer ganzen Längsausdehnung. Einen wichtigen Einblick in den Bau des Gebirges erlaubt schliesslich noch das enge Querthal, in welchem der Hüfigletscher herabsteigt. Da die Windgällenkette in der Weise von Süden, Westen und Osten her durch tief eingeschnittene Thäler von dem umgebenden Gebirge isolirt erscheint, so war es möglich, einen in seltener Weise vollkommenen Einblick in den complicirten Bau derselben zu gewinnen.

¹ Vgl. BALTZER, Contact von Gneiss und Kalk. Karte.

Beim Scheidnössli, zwischen Schaddorf und Erstfeld steigen die Sedimente aus der Thalsohle der Reuss empor und bilden in geringer Höhe oberhalb der Haldeneck eine kleine Falte, in deren Gewölbekern die krystallinischen Schiefer hineintreten¹. An der Südwestecke der kleinen Windgälle hat die Basis der Sedimente schon eine Höhe von 2200 m. erreicht; im Hintergrunde des Maderanerthales liegt sie hingegen nur 1580 m. hoch (Profil III), weiter nach Osten ist sie gar nicht mehr denudirt (Profil IV und V).

Auf dieser Linie, wo die Randkette mit dem Centralmassiv in Berührung tritt, bilden die Jura- und Eocänformation² eine Falte, die grosse Windgällenfalte, deren Verlauf A. HEM in seiner geologischen Monographie der Tödi-Windgällengruppe in erschöpfender Weise uns darstellt³.

Die einzelnen Theile der Falte: Muldenschenkel, Muldenbiegung, Mittelschenkel, Gewölbebiegung und Gewölbeschenkel, sind auf den verschiedenen, senkrecht zur Streichrichtung der Schichten durch das Gebirge gezogenen Profillinien ungleich entwickelt und auch durch die Erosion ungleich blossgelegt.

In der Umgebung des Seewli-Sees, auf der Nordseite der Windgällenkette, tritt Eocän als Hangendes des zum Gewölbeschenkel gehörenden Hochgebirgskalkes auf. Bevor dasselbe nun als schmales Band, den Muldenkern bildend, in die grosse Hauptfalte eintritt, entstehen in der Umgebung von Riedersegg durch locale Stauungen sehr complicirte Lagerungsverhältnisse zwischen Jura und Eocän. Die Karte stellt diese Verwicklungen in Folge der Steilheit des Terrains beinahe im Profil dar. Auf der ganzen Länge der Falte treffen wir nun auf dem Mittelschenkel liegend, als Gewölbekern,

¹ Sehr schön erkennt man dort den Verlauf des Gewölbeschenkels an den steil nach Süden in vielen kleinen Windungen aufsteigenden Schichten des Röthidolomit. Im Mittelschenkel scheinen die Zwischenbildungen zu fehlen. — Schon im Jahre 1828 gab Dr. LUSSEK im Taschenbuch für Mineralogie von LEONHARD eine ganz richtige Darstellung dieser Falte. Vgl. ferner: STAPFF, Geologische Übersichtskarte der Gotthardstrecke. 1885. Bl. I.

² Dass die Zwischenbildungen im Gebiet dieser Falte meistens fehlen, habe ich bereits erwähnt.

³ Vgl. ferner: Société Géologique Suisse. (Procès verbal des excursions de la section de Géologique le 10, 11, 12 août 1883 par V. GILLIÉROU.)

krystallinische Gesteine, grösstentheils Porphyr, oft in enger Verbindung mit carbonischen Bildungen.

An der Westecke der kleinen Windgälle (HEIM, Atlas Taf. IV. Fig. 1) ist blos der von Norden kommende Muldenschenkel, der aus Eocän bestehende Muldenkern und der Mittelschenkel erhalten — Muldenbiegung, Gewölbebiegung und Gewölbeschenkel fehlen. Der Dogger, welcher nach HEIM in umgekehrter Lagerung auf dem Hochgebirgskalk des Mittelschenkels liegen soll, fehlt ebenfalls, Carbon oder Porphyr lagern direct auf dem zu dünnen, gebogenen Platten ausgewalzten Malm; erst an der Südostecke der kleinen Windgälle (Profil I) findet sich wieder Dogger zwischen Carbon und Malm eingelagert. In ganz analoger Weise wie hier an der kleinen Windgälle fehlen auch an der obersten Gneissfalte des Gstellihorns im Berner Oberland die obersten Schichten (Dogger etc.) des umgekehrten nach Norden zurückkehrenden Mittelschenkels¹, um wie auch an der Windgälle im aufsteigenden Gewölbeschenkel plötzlich wieder zu erscheinen.

Auch im Muldenschenkel der Windgällenfalte fehlt der Dogger auf der Strecke von Rückenegg bis oberhalb Oberkäsern.

Der von den rothen Hörnern bis zum Alpgnoferstock verlaufende Felskamm bildet nun den aufsteigenden und nach Süden sich umbiegenden Gewölbeschenkel der Falte. Profil II zeigt an der Widderegg nun auch die Muldenbiegung mit dem als Muldenkern auf sich selbst zurückgelegten Eocän; an der Umbiegungsstelle ist der Dogger weggeschürft und Gneiss umhüllt die scharf gebogenen Malmschichten, zum Theil mit denselben flach umbiegend. Beim unteren Furggeli bilden die Schichten des weissen und braunen Jura des Mittelschenkels einen scharfen Knick. Im obern Furggeli, am Fuss der grossen Windgälle treffen wir die saiger stehenden Doggerschichten des Gewölbeschenkels, die sich von da weg mit geringen Unterbrechungen als braunes Band am Fusse der schroffen Kalkwand bis an das Ostende der Alpgnofer Platten verfolgen lassen. Weiter nach Osten auf den Stafelalpen und dem Ortliboden ist der Malm des Mittelschenkels entblösst,

¹ Vgl. BALTZER, *Mech. Contact etc.* Atlas Taf. VI.

der ursprünglich darauf lagernde Dogger ist nur noch an wenigen Stellen in kleinen Stücken erhalten. Vom Schwarzthal weg bis zur Firnplanke beim Hüfigletscher sind Muldenschenkel, Muldenbiegung und Mittelschenkel vollständig von Gneiss und schiefrigem Porphy umhüllt. An mehreren Stellen traf ich vereinzelt, mitten im Gneiss steckende Schollen von Hochgebirgskalk (vgl. Karte). Die Isolirung dieser Schollen geschah wohl durch Abreissen von der Hauptmasse des Kalkes bei dem mechanischen Process der Faltung¹.

Durch das Thal des Hüfigletschers wurde nun der Mulden- und Mittelschenkel der Falte wieder freigelegt; auch das Eocän des Muldenkernes tritt am rechten Ufer des Gletschers zu Tage. Die Falte ist von der kleinen Windgälle bis zum Hüfigletscher um 620 m. gesunken und auch bedeutend schwächer geworden, der Mittelschenkel erscheint um Vieles verkürzt (Profil III und IV). Auf der linken Seite des Hüfigletschers bilden Gneisse den Gewölbekern. An Stelle einer einzigen Muldenbiegung erscheinen mehrere kleinere Biegungen, indem im Muldenschenkel selbst Nebenfalten auftreten. Auf Ober Hüfi (Profil V) finden wir nun noch die Basis des nach Süden zurückgelegten Gewölbeschenkels, welcher im westlichen Theile der Falte vollständig fehlte.

Gehen wir noch weiter nach Osten, so sehen wir, wie der Gewölbeschenkel immer mehr an Ausdehnung gewinnt, bis schliesslich auch in ihm Nebenfalten auftreten: es löst sich die eine grosse Windgällenfalte in ein System übereinander liegender kleinerer Falten auf.

3. Die krystallinischen Gesteine des Maderanerthales.

Die krystallinischen Gesteine des Maderanerthales gehören dem nordöstlichen Theile des grossen Centralmassivs des Finsteraarhorn an; ihre Schichten streichen WSW—ONO und fallen unter 50—70° nach SSO ein. Am Nordabhang des Thales biegen die Gneisse flacher um und legen sich, zwar nur in geringer Ausdehnung, über den Mittelschenkel der

¹ Vgl. BALTZER, *Mechan. Contact von Gneiss und Kalk.* p. 184.

Windgällenfalte. G. VOM RATH¹, A. MÜLLER² und A. HEIM³ beschreiben die krystallinischen Gesteine des Maderanerthales. MÜLLER sucht dieselben mineralogisch zu bestimmen und unterscheidet Thon-, Talk- und Glimmerschiefer, Felsitschiefer, Chlorit- und Hornblende-Gneisse, Syenite und Diorite etc., ohne aber die Verbreitung der einzelnen Varietäten zu verfolgen. A. HEIM versucht es, die Verbreitung einzelner Abänderungen kartographisch festzustellen (Atlas Taf. I) und dieselben mit andern Vorkommnissen petrographisch und geologisch zu parallelisiren, indem er ein vollständiges Profil durch das Ostende des Finsteraarhornmassivs gibt. Trotzdem ich viel Zeit und Mühe darauf verwendet habe, bestimmte Typen ihrer petrographischen Natur nach festzulegen und in ihrer Verbreitung zu verfolgen, so muss ich mich darauf beschränken, unter dem reichlich gesammelten Material nur einige wenige Gesteinsabänderungen heraus zu greifen und mikroskopisch zu untersuchen. Auch mir erscheint es zweifelhaft „ob es jemals gelingen wird, in dem Heer der durch diese Gesteine gebildeten Abänderungen eine Gesetzmässigkeit und ein regelmässiges Wiederkehren bestimmter Typen zu erkennen“.

Am Abhang von Waldiberg, in der Gegend von Frisen-
thal und Frensenberg sowie oberhalb Bristen, am Südabhang
des Thales treten gneissartige Gesteine⁴ auf, die bald körnig,
bald schiefrig sind. Die körnigen Varietäten, welche mehr
gegen Norden vorherrschen, bilden ein grob- und gleichkörni-
ges Gemenge, ohne stark ausgeprägte Schieferung. Der Feld-
spath ist vorwiegend Orthoklas; Plagioklas ist weniger
häufig und oft noch recht frisch. Quarz ist recht reichlich
vorhanden und bildet unregelmässig begrenzte Parteen, die
zwischen gekreuzten Nicols sich in ein Aggregat zackig be-
grenzter, in einander greifender Körner auflösen. Als basische
Gemengtheile erscheinen zerstreut kleine Schüppchen eines
grünen Glimmers (Chlorit) und Muscovit. Beide sind oft mit

¹ G. VOM RATH, Geognostisch-mineralogische Beobachtungen im Quell-
gebiet des Rheins. (Zeitschr. d. d. geol. Ges. Bd. XIV. 1862. p. 391.)

² A. MÜLLER, Verhandl. der naturf. Ges. in Basel. Bd. IV. 1867.

³ A. HEIM, Mechanismus. Bd. I. p. 22.

⁴ Von STAPFF werden dieselben als „Glimmerschiefergneiss“ bezeichnet.
(Geolog. Übersichtskarte der Gotthardbahnstrecke. 1885.)

einander verwachsen. In der Umgebung von Frenschenberg nimmt dies Gestein einen andern Habitus an, indem der Chlorit sich zu Flasern anhäuft. Dadurch, dass schliesslich der Chlorit noch mehr überhand nimmt und zugleich Quarz gegenüber Feldspath zurücktritt, entstehen die Chlorit- und Glimmerschiefer, welche die Felswand zusammensetzen, längs welcher der Weg von Amsteg nach Bristen hinaufführt.

Am Nordufer des Kerstelenbaches tritt zwischen dem Seebach und der Widderlauwi eine Scholle von schiefrigem Augengneiss auf. Der porphyrtartig hervortretende Feldspath erscheint im Dünnschliff in Form unregelmässig begrenzter Partien, ist meistens zersetzt und macht oft den Eindruck von Carlsbader Zwillingen mit eingeschaltetem, an der Zwillingstreifung kenntlichem Plagioklas. Das kleinkörnige Gemenge, in welchem diese grössern Feldspathe eingebettet liegen, besteht aus Quarzkörnern, meist frischen Plagioklasleisten, denen sehr zahlreiche dunkelgrüne, unregelmässig zackig begrenzte Hornblendesäulchen und hie und da Blättchen eines braunen fasrigen Glimmers beigemischt sind. Als charakteristischer accessorischer Gemengtheil dieses schiefrigen Hornblendegneisses tritt Titanit in Form zahlreicher brauner Körner, die häufig Zwillingstreifung zeigen, auf.

Die Gesteine, welche auf Hüfialp den Gewölbekern der Falte bilden, sind grösstentheils ebenfalls augengneissartig entwickelt. Zwischen den bis 1 cm. langen, ausgezogenen Feldspathleisten, die noch verhältnissmässig frisch sind und u. d. M. keine Zwillingstreifung zeigen, ziehen sich Aggregate winziger Quarzkörnchen, Plagioklasleistchen und Flasern eines zersetzten braunen Glimmers hindurch.

Nach A. HEIM zieht sich eine Zone Granit-Gneiss in einer Mächtigkeit von ungefähr 200 m. ohne eine Andeutung von Schichtung zu zeigen am Bristenseeli vorbei; sie tritt am Steinthalstock, an der Hagstecke, südlich vom Düsigipfel wieder auf und lässt sich bis hinter die Bifertenalp am Tödi verfolgen.

Das Gestein bildet oberhalb des Bristenseelis durch die Art seines Auftretens einen scharfen Contrast gegenüber den ganz schiefrigen Sericitgneissen, die es nördlich und südlich begrenzen. Da, wo dieses Gestein den ausgeprägten Erosionskamm bildet, der sich vom Gipfel der herrlichen Py-

ramide des Bristenstockes bis ins Maderanerthal hinunterzieht (vgl. HEIM, Atlas Taf. XIII Fig. 1), wird derselbe plötzlich ganz scharf, und durch die nach allen Richtungen verlaufenden Spalten wild ausgezackt und zerklüftet, so dass man versucht sein könnte, hier an das Auftreten eines granitischen Ganges zu denken. Es enthält dieser „Granit-Gneiss“ als vorherrschenden Gemengtheil weisse Feldspathleisten, matte weisse Quarzkörner in untergeordneter Menge und Flasern eines braunen glimmerartigen Minerals. Der Feldspath lässt, wo seine Zersetzung nicht schon zu weit vorgeschritten ist, u. d. M. Zwillingsstreifung erkennen. Als ein Aggregat winziger, zackig begrenzter, optisch verschieden orientirter Körner füllt der Quarz die Lücken zwischen den Feldspathleisten aus. Nach der Beschaffenheit des Quarzes ist dies Gestein als ein Gneiss mit massiger Structur aufzufassen, eine Deutung, die sehr wohl mit dem Umstand übereinstimmt, dass dasselbe in seinem ganzen Verlaufe den krystallinischen Schieferen concordant eingelagert ist.

Gegenüber den in Structur und Zusammensetzung fortwährend wechselnden gneissartigen Gesteinen bilden nun eine Reihe durch ihren Hornblendereichthum charakterisirter Gesteine eine geologisch etwas schärfer begrenzte Gruppe. Obwohl dieselben in Beziehung auf Structur und mineralogische Zusammensetzung auch sehr verschiedene Ausbildung zeigen können, so kehren doch immer dieselben Typen wieder; constant bleibt der vorherrschende Gehalt an Hornblende. Meistens sind sie als grobkrySTALLINE quarzarme Hornblende-Gneisse entwickelt und zeigen oft eine eigenthümlich streifig-gewundene Structur. Knollenförmig häuft sich oft die Hornblende an, ebenso finden sich glimmer- und quarzreiche Ausscheidungen. Auf Klüften finden sich faseriger Asbest und AdularkrySTALLE. Neben den Hornblendegneissen erscheinen an mehreren Orten schiefrige Abänderungen, die man nach ihrem makroskopischen Aussehen als Strahlsteinschiefer bezeichnen würde. — HEIM hat diese Gesteine auf seiner Karte (Atlas Taf. I) als Amphibolite ausgeschieden; bei einer wiederholten Aufnahme des Gebietes in grösserem Maassstabe wäre seine Darstellung jedenfalls noch zu ergänzen und zu verbessern. — Es scheint mir, als ob diese Amphibolite am Nord-

abhäng des Maderanerthales in Form von Linsen concordant zwischen den gneissartigen Gesteinen eingelagert seien. Es würden sich daselbst vielleicht drei solcher Linsen finden: 1. am Ende des Hüfigletschers auf beiden Seiten des Thales; 2. südwestlich vom Golzernsee, vom Geschel aus bis zur „Thalbrücke“ hinab sich erstreckend; 3. am Golzernberg den Bockistock bildend.

Ein Handstück des Gesteines, wie es beim Ende des Hüfigletschers an der rechten Thalwand ansteht, besteht aus Feldspath, dunkelgrüner Hornblende und rothbraunem Glimmer. U. d. M. erweist sich der Feldspath als sehr zersetzt; wenn er noch irgendwie frisch ist, lässt er Zwillingsstreifung erkennen. Die Hornblende ist oft faserig, lebhaft pleochroitisch, schmutzig bräunlichgrüne Farbentöne zeigend. Die Lamellen des rothbraunen Glimmers sind gewöhnlich stark verbogen; häufig ist derselbe mit Hornblende verwachsen. Basische Blättchen zeigen in convergentem, polarisirtem Licht einen kleinen Axenwinkel. Quarz fehlt fast vollständig.

In diesem Gestein, welches die mineralogische Zusammensetzung des Diorites besitzt, treten vereinzelt hornblendefreie Partien auf. Es bestehen dieselben aus grossen, verbogenen Blättchen eines braunen Glimmers, welcher im Dünnschliff kräftigen Pleochroismus zeigt (licht strohgelb, dunkel braunroth); daneben erscheint unregelmässig begrenzter, stark zersetzter Feldspath sowie Quarz, seltener in einzelnen grössern Körnern, meistens kleinkörnige Aggregate bildend.

An der Südwestecke des Geschel in dem steilen, schwer zugänglichen Seebachtobel traf ich zwischen theils als Strahlsteinschiefer, theils als grobkörnige Hornblendegneisse entwickelten Gesteinen, deren Schichten steil aufgerichtet sind, concordant eingelagert drei Gesteine, welche petrographisch nicht uninteressant sein dürften. Die Beschreibung derselben folgt unter I. II. und III.

I. Das Gestein besitzt porphyrtartige Structur. Die Grundmasse besteht aus kleinen lichtgrünen Körnern und grössern Feldspathkörnern von plagioklasähnlichem Habitus. Aus derselben treten in grosser Menge etwa 1 cm. breite, unregelmässig begrenzte Durchschnitte einer schwarzen stengeligen Hornblende hervor, die auf den Spaltungsflächen lebhaften

Bronceglanz zeigt. Eine Messung von Spaltungsstücken ergab den für Amphibol charakteristischen Prismenwinkel.

Im Dünnschliff erscheint die Hornblende zu Aggregaten angehäuft, zeigt starken Pleochroismus, indem licht strohgelbe bis dunkelbraune Farbentöne auftreten. Die Absorption ist $c > b > a$. Die Auslöschungsschiefe von c zu c wurde zu 18° gemessen.

Die lichtgrünen Körner der Grundmasse erweisen sich nach der mikroskopischen Untersuchung als Augit. Es scheint derselbe gegenüber dem Feldspath an Menge vorzuherrschen; er bildet Aggregate rissiger, wasserklarer oder schwach grünlicher Körner, deren Pleochroismus zwar sehr schwach aber doch noch bemerkbar ist. Achtseitige Umrisse bei annähernd rechtwinkliger Spaltbarkeit sind oft zu beobachten. Zwischen gekreuzten Nicols zeigt der Augit lebhaft Interferenzfarben; die Auslöschungsschiefe von c zu c wurde zu 40° gemessen.

Der Feldspath zeigt, wenn noch einigermassen frisch, Zwillingstreifung, enthält aber meistens in grosser Menge muscovitartige Zersetzungsproducte.

II. Das sehr zähe, spezifisch schwere blau-schwarze Gestein besteht fast ausschliesslich aus stengeligen Aggregaten von Hornblende, welche lebhaft glänzende Spaltungsflächen besitzt. An losgelösten Stücken wurde der Spaltungswinkel im Mittel zu $124^\circ 45'$ gemessen. Zwischen diesen Hornblendsäulen und hie und da auf Klüften finden sich anscheinend dichte, theils heller, theils dunkler gefärbte Partien, die wohl Serpentin sind. Accessorisch stellen sich vereinzelt braunrothe, stark glänzende Glimmerschüppchen ein.

Die mikroskopische Untersuchung zeigt, dass die Hornblende ein Aggregat wirr durcheinanderliegender, grösserer und kleinerer, schwach gelblich-grüner Leisten bildet. Trotzdem sie schon recht zersetzt ist, lässt sie sich doch noch in den meisten Fällen nach Auslöschungsschiefe, Pleochroismus und Spaltungsdurchgängen sicher bestimmen.

Neben Hornblende bildet Olivin den zweiten Hauptgemengtheil des Gesteins. Es erscheint derselbe in Gestalt rundlicher, z. Th. noch wasserklarer Körner, welche lebhaft Interferenzfarben und die charakteristisch feinmuschelige Oberfläche zeigen. Auf den regellos sich kreuzenden Sprün-

gen haben sich in grosser Menge neben Serpentin schwarze opake Eisenerze als Zersetzungsproducte abgelagert. — In dem in Salzsäure löslichen Theile des Gesteinspulvers liess sich mit Hülfe einer qualitativen Prüfung ein grosser Magnesiagehalt nachweisen, was ebenfalls die Anwesenheit von Olivin bekundet. — Der accessorisch auftretende Glimmer erscheint im Dünnschliff theils in Gestalt vereinzelter grösserer Blättchen, theils findet er sich als kleinere Schüppchen eingeschlossen in Hornblende. Er ist stark pleochroitisch, basische Blättchen zeigen in convergentem polarisirtem Licht einen kleinen Axenwinkel. Die Doppelbrechung ist negativ.

III. In einer blauschwarzen, weichen, serpentinarartigen Masse liegen Büschel einer ölgrünen, stark glänzenden, stengeligen Hornblende, deren Spaltungswinkel zu 125° gemessen wurde. Daneben treten recht häufig kleine silberglänzende Glimmerschüppchen, sowie einzelne Körner von Pyrit hervor.

Die serpentinarartige Masse zeigt unter dem Mikroskop Aggregatpolarisation. Oft noch ganz scharf erhaltene parallele Spaltungsdurchgänge, auf welchen sich opake Körner ansammeln, und in deren Nähe die die Aggregatpolarisation bedingenden Schüppchen gewöhnlich etwas grösser werden, scheinen darauf hinzuweisen, dass das Muttermineral dieser Substanzen ein Bisilicat war. — Die lichtgrüne stengelige Hornblende erscheint im Dünnschliff farblos, zeigt lebhaft Interferenzfarben, eine geringe Auslöschungsschiefe von c zu c (bis zu 17°), sowie die charakteristischen Spaltungsdurchgänge. Sie bildet keine scharf umgrenzten Individuen, erscheint vielmehr in Form von Bruchstücken eingelagert in der Aggregatpolarisation zeigenden Hauptmasse. Überall zeigt sie Zersetzung in Producte, welche mit derselben identisch sind, so dass es wahrscheinlich erscheint, dass wir in ihr noch frische Reste des Mutterminerals der serpentinarartigen Hauptmasse des Gesteins vor uns sehen. Die kleinen, durch den ganzen Schliff sich verbreitenden Glimmerschüppchen sind lebhaft pleochroitisch, und zwar erscheinen sie intensiv dunkel orange, wenn das Licht senkrecht zu den Spaltungsdurchgängen schwingt, bläulich-grün, wenn es parallel dazu schwingt. Die Blättchen enthalten pleochroitische Höfe und Einschlüsse zahlreicher, winziger Nadelchen, die sich unter schiefen Winkeln schnei-

den. In basischen Schnitten zeigen sie in convergentem, polarisiertem Licht ein Axenkreuz, dessen Schenkel nur wenig auseinandergehen. Die Doppelbrechung ist negativ.

Ich muss mich hier darauf beschränken, diese drei merkwürdigen Gesteine zu beschreiben, ohne in Beziehung auf ihre Genesis etwas Bestimmtes aussagen zu können, möchte indess nochmals hervorheben, dass dieselben conforme Einlagerungen in parallel mit den krystallinischen Gesteinen verlaufenden Hornblendeschiefern bilden. Meines Wissens sind aus dem Gebiete der Centralalpen noch keine Peridotite bekannt, zu welcher Gruppe Gestein II zu rechnen ist; als „Hornblende-Peridotit“ würde dasselbe den Eruptivgesteinen parallel zu stellen sein, welche neuerdings COHEN¹ unter dem Namen „Hudsonit“ zusammenfasste. Das unter I beschriebene Gestein dürfte eine bis jetzt noch nie erwähnte Mineralcombination darstellen. Gestein III zeigt uns in directer Weise die Entstehung von sog. Giltstein, der in den Alpen so häufig auftritt.

Auch am Südabhang des Maderanerthales treffen wir innerhalb der gneissartigen Gesteine Zonen von Hornblendegesteinen, deren Verbreitung HEIM auf seiner Karte ebenfalls angibt. In Verbindung mit denselben treten hier Topfsteinlager auf. Was die mineralogische Natur dieser Gesteine betrifft, so kann ich einstweilen nur auf die Angaben von A. MÜLLER hinweisen². Es zeigen dieselben oft grosse Ähnlichkeit mit dem aus Hornblende entstandenen Zersetzungsproduct, welches die Hauptmasse des Gesteins III aus dem Seebachtobel bildet. Auch kann man im Hintergrund des Selenentobels direct verfolgen, wie die eigentlichen dunkelgrauen feinschuppigen Giltsteine aus lichtgrünen Amphibolitschiefern hervorgehen, indem asbestartige Substanzen ein Zwischenglied bilden. Nach der mikroskopischen Untersuchung bestehen solche Amphibolitschiefer ausschliesslich aus einer im Dünnschliff farblosen oder sehr schwach grünlich gefärbten Hornblende, welche meistens noch ganz scharfe Durchschnitte zeigt, an einigen Stellen aber in feinfaserige Aggregate übergeht.

¹ Berichtigung bezüglich des „Olivin-Diallag-Gesteins“ von Schriesheim im Odenwald. (Dies. Jahrb. 1885. I. 242. Vgl. G. WILLIAMS ib. II. 175.)

² Verhandlungen der naturf. Ges. in Basel. Bd. IV. 1867. p. 564.

Schliesslich möchte ich noch einen neuen Typus von Hornblendegesteinen erwähnen, welchen ich etwas südlich von der Lächerstockalp am Ostabhang des Bristen fand. Der vorherrschende Gemengtheil des Gesteins ist saussuritartiger Feldspath, daneben tritt in kurzen Säulen dunkelgrüne, stark glänzende Hornblende und in Form schuppiger Aggregate ein seidenglänzender gelber Glimmer auf.

Der Feldspath erweist sich unter dem Mikroskop als sehr zersetzt, so dass nur in wenigen Fällen noch Zwillingsstreifung sich erkennen lässt. Im Dünnschliff zeigt die durch Pleochroismus, Auslöschungsschiefe und Spaltungsdurchgänge gut charakterisirte Hornblende sehr lichte Färbungen und ist durchgehends recht frisch. Der Glimmer ist vollständig zersetzt, so dass sich nach dem Ergebniss der mikroskopischen Untersuchung über seine ursprüngliche Natur nichts aussagen lässt. Die Blättchen sind gewöhnlich stark verbogen und erfüllt von einem System feiner, sich kreuzender Nadelchen. Daneben erscheinen, eingeklemmt zwischen den grösseren Körnern, längliche Quarzpartien, die zwischen gekreuzten Nicols in ein Aggregat kleiner rundlicher Körner zerfallen¹.

Nach A. HEIM tritt inmitten der krystallinischen Gesteine am Südabhang des Maderanerthales, eine spitze Mulde bildend, ein Streifen centralmassivisch gestellter Sedimente auf, die theils als Verrucano, theils als Anthracit führende carbonische Schiefer bezeichnet werden. A. MÜLLER betrachtet einen grossen Theil der krystallinischen Gesteine des Maderanerthales als metamorphosirte Sedimentgesteine, seine Vermuthung wird allerdings durch Funde von Versteinerungen bestätigt².

Die carbonischen Schiefer werden in ihrem ganzen Verlaufe von weisslichen Schiefem begleitet, welche eine felsi-

¹ Auf der Alp Orsé bei Poschiavo, wo THEOBALD auf Blatt XX der eidgenössischen Karte 1 : 100 000 Gabbro einzeichnet, fand ich ein Gestein, das seiner mineralogischen Zusammensetzung nach vollkommen dem vorliegenden ident ist. Es ist dasselbe jedoch viel feinkörniger und der Glimmer erscheint nicht zu Fasern angehäuft, sondern findet sich in kleinen, verbogenen Blättchen mehr gleichmässig durch das ganze Gestein verbreitet. Losgelöste Blättchen zeigen unter dem Mikroskop ebenfalls Aggregatpolarisation, so dass der Axenwinkel nicht mehr beobachtet werden kann.

² Vgl. HEIM, Mechanismus. Bd. I. p. 23.

tische, an muscovitartigen, lebhaft glänzenden Schüppchen reiche Grundmasse besitzen, in der bis 3 mm. grosse Quarzkörner liegen. Es erinnern diese Gesteine an manche Abänderungen der später zu beschreibenden schiefrigen Porphyre vom Südabhang der Windgällenkette.

U. d. M. zeigen solche Gesteine, welche beim Bristenstäfeli und im Tobel des Etzlibaches bei Herrenlimmi geschlagen wurden, unverkennbar porphyrartige Structur. Die Einsprenglinge, Quarz und Feldspath, zeigen in hohem Grade die Folgen der Einwirkung mechanischer Kräfte und sind zugleich durch chemische Zersetzung angegriffen. Der Feldspath, meist in einzelne Stücke zerrissen, ist vorwiegend Orthoklas und zeigt hochgradige Zersetzung in muscovitartige Schüppchen. Die rundlichen Quarzkörner sind von Sprüngen durchzogen oder in einzelne eckige Stücke auseinandergerissen. Sie löschen meistens undulös aus; hie und da sieht man, wie die Grundmasse schlauchförmig in dieselben eindringt. An den Rändern fasert der Quarz gewöhnlich aus und verbindet sich mit den Elementen der Grundmasse. Die Grundmasse besteht aus einem Aggregat eckiger Quarzkörnchen und Schüppchen kaolinartiger Substanzen, welche mit ihrer Längsausdehnung der Schieferung des Gesteines parallel liegen und oft in einer Zone um die Einsprenglinge herum grössere Dimensionen erreichen.

Splitter der Grundmasse schmelzen vor dem Löthrohr und werden, mit Cobaltsolution geglüht, blau gefärbt. —

Wir haben bereits gesehen, dass auf dem umgekehrten Mittelschenkel der Windgällenfalte krystallinische Gesteine, stellenweise auch carbonische Schiefer liegen. Wo dieselben Schichtung resp. Schieferung zeigen, liegen sie den Sedimenten nahezu parallel, eine Erscheinung, die schon von G. VOM RATH, von MÜLLER und von HEIM besprochen wurde. Wie sich die gneissartigen Gesteine, welche auf Hüfialp den Gewölbekern bilden, in Beziehung auf ihre Lagerung den Sedimenten gegenüber verhalten, ist nicht so leicht festzustellen, da die Muldenbiegung im Innern des Gebirges steckt (Prof. V). Oberhalb der Hüfialp fallen die Gneisse normal nach Süden, sehr schön sieht man aber auf Oberhüfi, wie sie sich unter dem in kleinen Biegungen ansteigenden Gewölbeschenkel local flacher nach Norden umlegen.

Die aus dem Maderanerthal gegen Alp Gnof, die Stafelalpen und Bernetsmatt aufsteigenden krystallinischen Schiefer, von denen ich im Gegensatz zu MÜLLER und HEIM¹ das später zu besprechende Gestein der Alpgnoferplatten nach Lagerung und petrographischer Ausbildung scharf trenne, finden sich nur in sehr geringer Ausdehnung flach umgebogen auf dem Mittelschenkel liegend, so bei den Stafelalpen, an der Widderegg (Prof. VI) und am meisten nach Norden übergreifend am Südostvorsprung des Schwarzstöckli. Sie sind hier immer vollständig schiefrig geworden; die einzelnen Gemengtheile, Quarz, Feldspath und Glimmermineralien erweisen sich u. d. M. als vollständig zersetzt. Am unmittelbaren Contact mit dem darunterliegenden, oft marmorisirten Kalk treten Reibungs-breccien auf, in welchen hie und da bis 3 cm. grosse, unregelmässig ausgebildete und verzerrte Kalkspathrhomboëder liegen.

4. Carbon und Porphyry am Südabhang der Windgällenkette.

Das merkwürdige, am Nordabhang der Centralalpen vereinzelte Vorkommen von „Feldsteinporphyry“ an der Windgälle wurde von LUSSE in Altdorf entdeckt². Seitdem finden wir den Porphyry in der Literatur noch mehrfach erwähnt, so bei STUDER³, C. VOGT⁴, BALTZER⁵ u. A. — MÜHLBERG⁶ fand Blöcke des Porphyrys in den erratischen Bildungen des Kantons Aargau. Die eingehendsten Angaben über das geologische Auftreten und die petrographische Ausbildung desselben finden wir in dem schon oft erwähnten Werke von A. HEIM.

Der Porphyry zeigt in seiner ganzen Masse sehr wechselnde Ausbildung. Es sollen nun zuerst die einzelnen Varietäten, die zu fünf Typen sich zusammenfassen lassen, an welche die

¹ HEIM, Mechanismus. Bd. II. p. 148.

² Denkschr. der allgem. schweiz. Ges. f. d. gesamt. Naturw. Bd. I. 1829. p. 145.

³ STUDER, Geologie der Schweiz. Bd. II. p. 178. Ferner: Index der Petrographie.

⁴ C. VOGT, Lehrbuch der Geologie und Petrefactenkunde. Bd. II. p. 362.

⁵ BALTZER, Mechan. Contact von Gneiss und Kalk. p. 34.

⁶ MÜHLBERG, Über die errat. Bildungen im Aargau. (Festschr. der aargau. naturf. Ges. 1869. p. 111.)

schiefrigen Abänderungen sich anschliessen, in ihrer Verbreitung bestimmt, sowie petrographisch und chemisch untersucht werden. Die Art des Auftretens der einzelnen Varietäten ist aus den beigegebenen Tafeln ersichtlich.

Typus I.

Die am Südfuss des Käserngrates auftretende und den Seewligrat¹ zusammensetzende Porphyrvarietät besitzt eine rothbraune Grundmasse, in welcher in grosser Zahl weisse, bis 1 cm. lange Feldspathleisten liegen. Makroskopisch wahrnehmbare Quarzeinsprenglinge sind höchst selten. Einzelne schwarze anscheinend amorphe Leisten sind wohl Reste eines basischen Einsprenglings.

Gewöhnlich ist dies Gestein schon recht zersetzt; die Feldspathleisten zeigen einen bläulich-schwarzen oder rostrothen Kern. Solche dunkle und rostige Flecken verbreiten sich bei weiter gehender Zersetzung durch das ganze Gestein und sämtliche Feldspathleisten verlieren ihre weisse Farbe.

U. d. M. erweisen sich die Feldspatheinsprenglinge vorwiegend als Plagioklas. Das Gestein, welches am Südfuss des Käserngrates ansteht, ist reicher an Orthoklas, als dasjenige vom Seewligrat. Die Plagioklase zeigen häufig einen complicirten Aufbau, indem die Zwillingslamellen sich kreuzen, plötzlich scharf absetzen oder auskeilen. Vereinzelt wurde sehr schöne gesetzmässige zonare Umwachsung von Orthoklas um Plagioklas beobachtet. Die aus Orthoklas bestehende Randzone hebt sich scharf von dem aus frischerem Plagioklas bestehenden Kerne ab.

Das hauptsächlichste Zersetzungsproduct des Feldspathes, vornehmlich des Orthoklases ist eine schwach grünliche, Aggregatpolarisation zeigende Substanz. In langen schmalen Zügen durchzieht dieselbe dendritisch die Krystalle oder durchsetzt sie quer. Recht oft sind diese Züge in ihrem ganzen Verlaufe auf beiden Seiten von einem Saume schwarzer opaker Körner begleitet. In andern Fällen ist der Feldspath beinahe ganz in dieses grüne Zersetzungsproduct umgewandelt,

¹ Als Seewligrat bezeichne ich den Felskamm, welcher den Kessel des Oberkäsers-Älpli gegen Westen abschliesst und sich zwischen Schwarzhorn und der kleinen Windgälle erstreckt.

so dass förmliche Pseudomorphosen entstehen. Vereinzelt sind dann noch hie und da kurze Stücke von Plagioklas erhalten geblieben, welche noch frisch sind und sich scharf gegen die grüne Masse, in welcher sie liegen, abgrenzen. Der Verlauf der Lamellen in diesen, einem Individuum angehörigen Stücken zeigt, dass dieselben in geringem Maasse gegenseitig verschoben sind. Die Zersetzungsproducte haben sich offenbar zuerst auf den Sprüngen der zerbrochenen Feldspathe angesammelt und von da aus sich weiter verbreitet. Beim Digeriren des Schlifses in heisser Salzsäure wird diese grüne, an Sericit erinnernde Substanz kaum angegriffen.

Eine andere Art der Zersetzung des Feldspathes besteht darin, dass in verhältnissmässig noch frischen Leisten sich Schüppchen von rostrothem Eisenoxydhydrat anhäufen. Beide Arten der Zersetzung werden oft an einem Individuum beobachtet. — Neben diesen im Allgemeinen breiten und stumpf endigenden Feldspathleisten treten noch andere leistenförmige Einsprenglinge auf, welche durchgehends viel schmaler sind und oft domatische Endausbildung zeigen. Sie bestehen aus einer schwachgrünlichen Aggregatpolarisation zeigenden Substanz und sind von opaken braunschwarzen Körnern erfüllt. Über die ursprüngliche Natur dieser Einsprenglinge, welche offenbar Reste eines basischen Gemengtheiles sind, lässt sich nichts aussagen. Die Umrisse derselben deuten eher auf Hornblende, als auf Glimmer.

Die wenigen Quarzeinsprenglinge, welche beobachtet wurden, enthalten reihenweis angeordnete Einschlüsse. Es sind dieselben zum grössten Theile unzweifelhafte Flüssigkeitseinschlüsse mit beweglichen Bläschen, welche beim Erwärmen bis auf 80° ihr Volumen noch nicht ändern. Andere Einschlüsse mit wenig hervortretendem zackigem Rande und breitem umrandetem unbeweglichem Bläschen könnten vielleicht als Glaseinschlüsse gedeutet werden. Doch ist eine solche Bestimmung jedenfalls sehr unsicher; typische Glasdihexaëder fehlen vollständig.

Die Grundmasse löst sich schon bei schwacher Vergrösserung vollkommen in ein krystallinisches Gemenge auf. Sie besteht zum grössten Theile aus Quarzkörnern von rundlicher oder unregelmässig eckiger Gestalt. Der Durchmesser der

Körner beträgt im Mittel 0,03 mm. Als zweiter Gemengtheil der Grundmasse tritt Feldspath auf; selten individualisirte bis 0,09 mm. lange Leisten bildend, ist er immer stark zersetzt. Soweit eine Bestimmung desselben möglich war, scheint er Orthoklas zu sein, da Zwillingstreifung nie beobachtet wurde.

Auch in der Grundmasse sammeln sich als Zersetzungsproducte der Feldspäthe die oben beschriebenen grünen Substanzen an.

Die rothe Farbe der Grundmasse wird durch undurchsichtige, in reflectirtem Licht braunroth erscheinende Häutchen von Eisenhydroxyden bedingt, welche überall in derselben sich verbreiten, namentlich aber die Feldspathkörner überziehen. Licht roth durchscheinende Schüppchen von Eisenglimmer, wie sie in der Grundmasse der meisten rothen Porphyre sich finden, scheinen zu fehlen. Bei zweistündigem Behandeln des Dünnschliffes mit heisser Salzsäure wird die Grundmasse noch nicht vollständig entfärbt.

Typus II.

In Bezug auf Korngrösse und Structur stimmt eine zweite grüne Porphyrvariatät vollkommen mit dem beschriebenen Gesteinstypus überein. Es findet sich dieselbe blos am Käserngrat, dessen grösste Masse sie zusammensetzt; nach Süden grenzt sie dort an Typus I und nach Norden an rothe felsitische Porphyrvariatäten (Typ. IV, vergl. Profil I).

In ganz frischem Zustande ist die Grundmasse lauchgrün und enthält rosaroth Feldspathleisten in grosser Menge als Einsprenglinge. Kleine Quarzkörner sind etwas häufiger als in der vorigen Varietät. Dunkelgrüne Blättchen und winzige Leisten erscheinen als basische Einsprenglinge.

Der Feldspath ist, wie die mikroskopische Untersuchung zeigt, theils Plagioklas, theils Orthoklas und in den meisten Fällen schon stark zersetzt. Die grössten Leisten sind in der Regel Orthoklas, oft Carlsbader Zwillinge bildend, meistens stärker zersetzt wie die häufiger vertretenen kleinern Plagioklasse. Die Zersetzungsproducte sind muscovitartige Schüppchen, welche sich nicht wie in der vorigen Varietät zu sericitartigen Aggregaten anhäufen.

Die wenigen Quarzeinsprenglinge zeigen im Dünnschliff unregelmässige, meistens geradlinige Begrenzung, sind von Rissen durchzogen und enthalten reihenweis angeordnete Flüssigkeitseinschlüsse.

Der basische Einsprengling ist ein chloritartiges Mineral von lebhaft grüner Farbe, deutlichem Pleochroismus und paralleler Auslöschung. Gewöhnlich ist die Zersetzung desselben schon so weit vorgeschritten, dass die Blättchen unter Ausscheidung von Magnetit- und Ilmenitkörnern sich in eine schwach bräunlichgelb-grüne, zarte Aggregatpolarisation zeigende Substanz umgewandelt haben. Als Titaneisenerz wurden opake, in reflectirtem Licht hellgelblich-grau erscheinende und lamellaren Aufbau zeigende Körner bestimmt, welche beim Digeriren des Schliffes in Salzsäure sich nicht lösten. Als Einschlüsse enthält der Chlorit ferner noch Zirkon, Apatit und winzige Nadelchen, die sich oft büschel- oder sternförmig anordnen (Rutil). Beim Digeriren des Schliffes in heisser Salzsäure werden die grünen Blättchen gelb entfärbt. Da dieselben meistens domatische Endigung, auch wohl Spaltungsdurchgänge, die sich unter Winkeln von 115° – 124° schneiden, zeigen, so ist wohl anzunehmen, dass sich der Chlorit zum grössten Theile aus Hornblende gebildet habe, wenn auch einzelne Durchschnitte in einer Weise parallele Spaltungsdurchgänge zeigen, dass man in diesen Fällen eher Glimmer als Muttermineral des Chlorites annehmen möchte.

Ähnlich wie das grüne Zersetzungsproduct des Feldspathes in Typus I, verbreitet sich hier das Zersetzungsproduct des Chlorites durch das ganze Gestein und sammelt sich zu grössern Putzen an.

Die Grundmasse besteht aus Quarz- und Feldspathkörnern und zahlreichen Chloritschüppchen, welche die grüne Farbe derselben bedingen. Der Feldspath ist Orthoklas, doch nicht so stark zersetzt wie in der vorigen Varietät.

Accessorisch auftretende Mineralien sind Zirkon in verhältnissmässig grossen und scharf ausgebildeten Krystallen, ferner recht reichlich Magnetit und Pyrit, sowie ganz einzeln Kalkspath.

Typus III.

Nach Structur und mineralogischer Zusammensetzung schliesst sich an die beiden beschriebenen Typen eine dritte Gesteinsvarietät an, welche nur an der Nordseite des Schwarzhorns in sehr geringer Ausdehnung gefunden wurde.

In einer graulich-grünen, mehr splittrigen Grundmasse liegen grosse milchweisse Feldspatheinsprenglinge, oft Carlsbader Zwillinge bildend und in der Regel sich nicht scharf von der an Masse zurücktretenden Grundmasse abhebend. Auch einige rauchgraue, stark glänzende Quarzkörner erscheinen als Einsprenglinge. Sehr oft zeigen die Feldspatheleisten schon makroskopisch als Zeichen der Zersetzung einen grünen Kern, der sich in einzelnen Fällen soweit ausdehnt, dass die ganze Feldspatheleiste in ein sericitartiges Mineral umgewandelt erscheint. Die mikroskopische Untersuchung zeigt denn auch, dass in dieser Varietät wie in Typus I die feinschuppigen Zersetzungsproducte des Feldspathes sich zu zusammenhängenden Aggregaten anhäufen. In Folge der weitgehenden Zersetzung lässt sich u. d. M. in den wenigsten Fällen entscheiden, ob ein Orthoklas oder ein Plagioklas vorliegt, recht häufig konnte jedoch noch Zwillingsstreifung beobachtet werden.

Die Zersetzung des nur mikroskopisch wahrnehmbaren basischen Gemengtheiles ist in diesem Gestein noch weiter fortgeschritten als in Typus II. Die grüne Farbe der Chloritblättchen ist vollständig verschwunden. Magneteisen als Zersetzungsproduct ist seltener, dagegen sind Titanmineralien häufiger, vor allem Ilmenit, der in reflectirtem Licht hell gelblichgrauen Glanz und in schönster Weise lamellaren Aufbau zeigt. Zuerst erscheint das Titaneisenerz in körnigen Aggregaten, erst bei weitergehender Zersetzung des Chlorits in Form grösserer, meist zackig begrenzter Körner und Leisten. Recht häufig findet sich die charakteristische Umwandlung in Leukoxen, wobei dann oft nur ein Netzwerk dünner, unzersetzter Titaneisenleisten übrigbleibt. Nicht selten trifft man ferner in den zersetzten Chloritblättchen lange, dünne, schwach röthlich-grau durchscheinende Säulchen, die wohl Rutil sein dürften. — Der Titangehalt des Gesteins konnte

qualitativ durch Schmelzen des Pulvers mit saurem schwefelsaurem Kali und Kochen der abfiltrirten, stark verdünnten Lösung leicht nachgewiesen werden.

Die Grundmasse ist bedeutend feinkörniger als in Typ. I und II; sie besteht zum grössten Theil aus Quarzkörnern, Feldspath ist untergeordnet, hingegen verbreiten sich in derselben winzige Schüppchen eines glimmerartigen Minerals, wohl Zersetzungsproducte des Feldspathes.

Accessorisch auftretende Mineralien sind Calcit, Apatit und Zirkon, welch letzterer oft zonaren Aufbau zeigt, indem ein dunkelbrauner Kern von einer farblosen Randzone umgeben wird.

Typus IV.

Die bis jetzt beschriebenen Gesteinstypen mit granitischer Grundmasse und vorherrschenden Einsprenglingen (Feldsteinporphyre) unterscheiden sich petrographisch scharf von rothen und grauen felsitischen Varietäten mit an Zahl und Grösse zurücktretenden Einsprenglingen und vorherrschender Grundmasse (Hornsteinporphyre). HEIM fand in einigen Proben dieser Hornsteinporphyre nur 1—5 Volumina Quarz und Feldspathkrystalle auf 1000 Vol. Grundmasse. Gesteinstypen, welche Übergänge der basischern zu den sauern Porphyren bilden, konnte ich nicht finden; in Beziehung auf die Structur der Grundmasse und die Zahl der Einsprenglinge bildet allerdings Typus III ein Zwischenglied. Nirgends, auch nicht am Käserngrat, wo mit Ausnahme von Typus III alle Varietäten neben einander auftreten (Profil I), konnte ich eine scharfe Grenze, eine trennende Kluftfläche zwischen diesen so sehr verschieden ausgebildeten Gesteinen finden.

Die Gesteine, welche zu einem 4. Typus zusammengefasst werden können, bilden eine schmale Zone um die Feldsteinporphyre herum; am Käserngrat grenzen sie direct nördlich an Typus II. Sie besitzen eine splittrige rothbraune stellenweise auch grünlichgraue Grundmasse. Die Einsprenglinge sind milchweisse Feldspathkörner, die zum Theil noch recht frisch erscheinen, sie sind meist klein, nur wenige erreichen eine Länge von ungefähr 5 mm.

Während in den bis jetzt beschriebenen Porphyrvaretäten Quarzeinsprenglinge wenn auch selten ganz fehlen, so

doch immer nur sehr vereinzelt auftreten, mit Ausnahme von Typus III, erscheint Quarz in diesen Hornsteinporphyren wohl ebenso häufig wie Feldspath.

U. d. M. zeigen die Feldspatheinsprenglinge gewöhnlich ganz unregelmässige, oft etwas verschwommene Umrisse. Die einzelnen Körner scheinen oft bloß Bruchstücke von Kristallen zu sein; zuweilen kann man die Zusammengehörigkeit solcher nahe bei einander liegender Bruchstücke noch leicht erkennen, meistens aber liegen dieselben ganz vereinzelt. — Mit wenigen Ausnahmen ist der Feldspath Orthoklas, meistens einfache Individuen, seltener Zwillinge (anscheinend nach dem Bavenoer Gesetz¹) bildend. Er ist meistens bräunlichgelb gefärbt, zuweilen noch frisch und in ähnlicher Weise wie die Sanidine von Rissen durchzogen.

Der Quarz erscheint als Einsprengling sowohl geradlinig begrenzt, als auch in Form unregelmässig begrenzter Körner und Splitter. Er zeigt in der Regel in schönster Weise schlauchförmige Einbuchtungen von Grundmasse und reihenweis angeordnete Flüssigkeitseinschlüsse. Wenn auch die Quarzkörner gewöhnlich gegen die Grundmasse scharf abgegrenzt sind, so kann man doch in einzelnen Fällen beobachten, wie der Quarz am Rande des Kornes sich ausfranst, in einzelne kleine Körner zerfällt, welche von Grundmasse umgeben werden.

Die Grundmasse ist theils granophyrisch, theils kryptokrystallin oder mikrofelsitisch ausgebildet. Die granophyrischen Theile der Grundmasse erscheinen in Form einzelner, oft recht scharf begrenzter Partien. Sie bestehen aus runden Quarzkörnern und aus verhältnissmässig scharf begrenzten, oft langen, schmalen Feldspathleisten, opaken Körnern und grünen oder braunen Zersetzungsproducten. Quarz und Feldspath sind granophyrisch mit einander verwachsen. In grosser Menge treten innerhalb dieses körnigen Aggregates Pseudosphärolithe auf, welche bei gekreuzten Nicols ein meistens verschwommenes Interferenzkreuz zeigen. Oft kann man schon bei 300facher Vergrösserung als die Bestandtheile dieser Pseudosphärolithe noch ganz gut Quarz und Feldspath erkennen, in andern Fällen aber bestehen dieselben aus einem Aggregat winziger Körner, deren Natur sich nicht mehr be-

¹ Vgl. COHEN, Sammlung von Mikrophotographien. Taf. XXVIII, Fig. 2.

stimmen lässt. Der Kern dieser Pseudosphärolithe ist recht häufig durch Eisenoxydhydrat braun gefärbt.

Weitaus der grösste Theil der Grundmasse ist aber kryptokrystallin entwickelt. U. d. M. erscheint dieselbe in gewöhnlichem Licht gekörnelt und enthält in grosser Menge opake Körner, sowie in reflectirtem Licht braunroth erscheinende Schüppchen von Eisenhydroxyden; rothe Eisenglimmerblättchen fehlen auch in dieser Varietät. Bei stärkster Vergrößerung sieht man bei gekreuzten Nicols noch einzelne Quarzkörner oder Glimmerblättchen in der Grundmasse aufleuchten, die übrige Masse zeigt eine „diffuse Polarisationswirkung“. Einzelne Theile scheinen ganz dunkel zu bleiben; einer Deutung derselben als glasige Basis widerspricht auch ihr Verhalten bei der Untersuchung mit der Biot'schen Quarzplatte nicht.

Die Grundmasse aller dieser felsitischen Porphyrvarietäten zeigt in typischer Ausbildung Fluidalstructur. Die opaken Körner, welche der Grundmasse eingestreut sind, schaaren sich in mannigfach gewundenen Streifen bald dichter, bald liegen sie lockerer, und zugleich bekunden hellere und dunklere Streifen wechselnde Cohäsionsmaxima in der Substanz der Grundmasse. — Die Fluidalstructur wird noch ausgeprägter da, wo die grüne feinfaserige sericitartige Substanz in Form schmaler Bänder die Grundmasse durchzieht, in ihren Wellenlinien die Richtung der Fluidalstructur bezeichnend, sich eben da anhäufend, wo Dichtigkeitsunterschiede der ungleich erstarrten Grundmasse den Absatz erleichterten. In Gestalt eines schmalen Saumes umgibt diese grüne Substanz oft die Einsprenglinge und häuft sich auf der Seite derselben an, welche der Richtung der Fluidalstructur abgekehrt ist. Wo die Fluidalstructur besonders deutlich ausgeprägt ist, sind auch die granophyrisch entwickelten Putzen der Grundmasse in die Länge gezogen und gewunden.

Accessorische Mineralien fehlen diesem Typus fast ganz, vereinzelt wurde Zirkon beobachtet.

Typus V.

Die rothen felsitischen Varietäten (Typ. IV) bilden mit grauen und grünlichen, ebenfalls felsitisch ausgebildeten, aber noch durchaus massig auftretenden Porphyren (Typ. V) ein

Ganzes. Im Allgemeinen setzen dieselben die äusseren Theile des massigen Porphyrkörpers zusammen, aus ihnen gehen die schiefriegen Porphyre hervor. Inmitten der grauen Porphyre treten oft (Gipfel der kleinen Windgälle, Furggeligrat¹) ganz regellos Partien rother Porphyre auf. Der Übergang von Typus IV zu Typus V scheint im Allgemeinen bloss im Wechsel der Farbe zu bestehen, wenn auch, je mehr wir uns von dem durch das Auftreten der basischeren Varietäten (Typ. I) bezeichneten Centrum des Porphyrkörpers entfernen, die Quarzeinsprenglinge gegenüber den Feldspathleisten an Zahl zunehmen und die Grundmasse immer mehr überhand nimmt, bis dann schliesslich die Einsprenglinge überhaupt fast ganz verschwinden. Die Blöcke und Säulen dieses grünen, felsitischen Porphyrs sind meistens mit einer dünnen Rinde grüner Zersetzungsproducte überzogen, welche sich auch auf Klüften des Gesteines ansammeln.

Eng verbunden mit Gesteinen vom Typus IV, südlich sich anschliessend, treten am Furggeligrat Felsitporphyre auf mit graulich-grüner Grundmasse, in welcher Quarzkörner und blass rosaroth Feldspathleisten eingesprengt liegen.

U. d. M. zeigt der Feldspath ganz denselben Habitus, wie in den rothen felsitischen Varietäten und ist ebenfalls grösstentheils Orthoklas.

Die Grundmasse zeigt auch hier in ausgezeichneter Weise Fluidalstructur. Der grösste Theil derselben ist ebenfalls mikro- bis kryptokrystallinisch, einzelne mehr oder weniger scharf begrenzte Partien hingegen granophyrisch entwickelt. In der an muscovitartigen Schüppchen sehr reichen Grundmasse verbreiten sich überall dendritisch schmale Bänder eines feinfaserigen Zersetzungsproductes. Opake Körner und in reflectirtem Licht braunroth erscheinende Häutchen fehlen fast vollständig. Als Zersetzungsproducte treten braun gefärbte Carbonate auf in einzelnen Körnern, oft aber auch in scharf begrenzten Rhomboëdern.

Auf dem Gipfel der kleinen Windgälle finden sich ebenfalls mehrfach graue und rothe Hornsteinporphyre in enger Verbindung. Häufig treten in den grauen Porphyren

¹ Eigene Localbezeichnung des zwischen unterem und oberem Furggelli sich erstreckenden Felskammes.

rothe Flecken auf. Die mikroskopische Untersuchung zeigt, dass dieselben immer aus granophyrischer Grundmasse bestehen und reich an in reflectirtem Licht braunroth erscheinenden Eisenoxydhydrat-Häuten sind.

In einem am Käserngrat am Contact mit dem Dogger auftretenden Gestein mit grauer Grundmasse finden sich neben einer grossen Anzahl von Quarzeinsprenglingen nur ganz wenige Feldspathleisten. Eine Bestimmung der Feldspäthe ist nicht mehr möglich, da dieselben vollständig in ein Gemenge von muscovitartigen Schüppchen, wenig Quarz und Calcitkörner zersetzt sind, so dass sie mit Salzsäure behandelt lebhaft brausen.

Die Grundmasse ist noch etwas feinkörniger, als die der andern Gesteine dieses 5. Typus und zeichnet sich namentlich durch ihren Reichthum an kaolinartigen Zersetzungsproducten aus.

No. 4 der unten folgenden Analysen gibt die Zusammensetzung dieses Gesteins als Vertreter von Typus V.

Schiefrige Porphyre.

Die bis jetzt beschriebenen Gesteine sind nur ein kleiner Theil der ganzen Porphyrmasse, welche auf den Mittelschenkel der Windgällenfalte hinübergeschoben, den Gewölbekern derselben bildet. Nach Süden fast die ganze kleine Windgälle zusammensetzend, nach Osten den Schwarzberg und die Alpnofenplatten bildend, schliessen sich an die massigen, säulenförmig abgesonderten Porphyre Gesteine an, welche überall in deutlichster Weise die Wirkung mechanischer Metamorphose (Streckung) zeigen. Nach Norden grenzen die massigen Porphyre meistens an den Dogger des aufsteigenden Gewölbeschenkels, nur an einzelnen Stellen finden wir auch hier in geringer Ausdehnung schiefrige Gesteine.

Die Anfänge einer Einwirkung mechanischer Kräfte auf die massigen Porphyre zeigen sich in einer inneren Zertrümmerung des Gesteins. Es erscheint dasselbe aus lauter scharfkantigen, ebenflächigen, meistens ungefähr rechteckigen Stücken zusammengesetzt, bleibt aber äusserlich noch ganz compact. Oft sammeln sich auf diesen zahlreichen Kluftflächen rostige Zersetzungsproducte an.

Nach ihrer petrographischen Zusammensetzung und Structur gehören diese Gesteine zu den unter Typus V zusammengefassten Porphyren. In Folge der hochgradigen Zertrümmerung sind die Einsprenglinge von Rissen durchzogen und zerbrochen. Die zwischen gekreuzten Nicols fast ganz dunkel erscheinende Grundmasse zerfällt in grössere und kleinere eckige Stücke, zwischen welchen sich ein grünlich-braunes, feinfaseriges Zersetzungsproduct abgelagert hat.

In dieser Weise veränderter Porphyr findet sich namentlich da, wo die horizontal liegenden Porphyrsäulen oder Platten an den saiger stehenden Dogger anstossen, also am Fuss des Gwasset, am obern Furggeli, am Käserngrat und an der Nordseite des Schwarzhorns; in analoger Ausbildung treffen wir ihn am Südfuss des Käserngrates, anstossend an Gesteine, die zu Typus I gehören. Wird nun durch mechanische Kräfte das Gestein in noch kleinere Theile zertrümmert und wirkt die Kraft vorzugsweise streckend, so entstehen vollkommen schiefrige Gesteine, welche, je nach der Art der Umwandlung ein ganz verschiedenes Aussehen besitzen können, in allen ihren Abänderungen aber doch u. d. M. noch immer ihre ursprüngliche Porphyrnatur erkennen lassen, indem in der Regel recht kleine, meistens schon makroskopisch wahrnehmbare Quarz- und Feldspatheinsprenglinge in einer theils mikrokristallinen, theils granophyrisch entwickelten Grundmasse liegen. Zugleich mit den mechanischen Umänderungen gehen auch mineralogische Neubildungen vor sich: es häufen sich in grösserer Menge grüne, Aggregatpolarisation zeigende Zersetzungsproducte an, wie wir sie in allen bis jetzt beschriebenen Porphyrvarietäten theils aus Feldspath, theils aus Chlorit haben entstehen sehen.

Das Gestein, welches die wild zerklüftete Porphyrkappe der kleinen Windgälle bildet und am Südfuss des Käserngrates, sowie auf dem Seewligrat an den rothen Feldsteinporphyr (Typ. I) anstösst, ist beinahe durchweg ein grau-grüner, compacter, schiefriger Porphyr mit wenigen kleinen Quarz- und Feldspatheinsprenglingen. Der Quarz zeigt häufig kräftige, undulöse Auslöschung und ist wie der Feldspath, welcher fast ausschliesslich Orthoklas ist, von Rissen durchzogen oder in einzelne Stücke auseinandergerissen.

An einzelnen Stellen in der Grundmasse häufen sich in grosser Zahl winzige ächte Sphärolithe an, die zwischen gekreuzten Nicols ein ganz scharfes Axenkreuz geben, dessen Arme sich im Mittelpunkt des Sphärolithen schneiden und nach aussen sich verbreiten.

Auf dem Gipfel der kleinen Windgälle zeigt der Porphyr noch vollkommen säulige Absonderung; die Säulen liegen auch hier zu Büscheln vereinigt horizontal oder neigen schwach nach Süden; hier finden sich auch noch die rothen Felsitporphyre, welche unter Typus IV beschrieben wurden. — Auf der Südseite der kl. Windgälle wird der Porphyr, wo er die Basis der ganzen Porphyrmasse bildet und direct auf Carbon auflagert, vollständig schiefrig; oft erscheint er ganz quarzitisch, an andern Orten verwandelt er sich in seiner ganzen Masse in das grüne thonige Zersetzungsproduct, nur einzelne zerbrochene Quarzeinsprenglinge bleiben erhalten.

Aus den massigen Porphyren kennen wir das sericitartige Zersetzungsproduct blos als Pseudomorphose nach Feldspath oder als schmale, in der Grundmasse sich dendritisch verbreitende Bänder. Für sich in grösserer Menge ausgeschieden treffen wir dasselbe überall in den schiefrigen Porphyren der kleinen Windgälle. Entweder ist das ganze Gestein bis auf wenige quarzitishe Brocken in diese grüne Substanz umgewandelt oder es treten in den noch unveränderten Felsitschiefern bis 2 cm. lange und 1 cm. dicke Flatschen dieses Minerals auf. Die Farbe desselben ist meist ölgrün bis lauchgrün. Die Oberfläche ist gewöhnlich glatt, der Bruch im Grossen flach muschelrig und fettglänzend, im Kleinen feinerdig und matt. Die einzelnen im Gestein eingeschlossenen lenticulären Massen zeigen stengelige Absonderung mit Querbrüchen oder auch vollkommen blätterige Structur. Ganz schiefrige, hell lauchgrüne Varietäten haften an der Zunge und riechen thonig. Lichtgrün durchscheinende Splitter schmelzen sehr schwer vor dem Löthrohr, werden etwas gebleicht und undurchsichtig. Die Härte der lauchgrünen schiefrigen Varietäten ist wenig über 3, die der dunkeln stengeligen 2,5. Das spec. Gew. ist 2,85. —

In allen diesen Eigenschaften erinnert das vorliegende Mineral an den von A. KNOTT beschriebenen sächsischen Pini-

toïd, mit welchem es auch in Bezug auf sein geologisches Vorkommen übereinstimmt¹.

Das Pulver des dunkeln stengeligen Minerals ist, unter Wasser zerrieben, knetbar und besteht nach der mikroskopischen Untersuchung aus winzigen, schwach grünlich gefärbten Blättchen, die schwach pleochroitisch sind und parallel auslöschten. Auch einzelne Quarzkörner sind im Pulver enthalten.

Zum Zwecke einer quantitativen Analyse wurde das gepulverte Mineral auf dem Wasserbade im Platintiegel längere Zeit mit einer Mischung von drei Gewichtstheilen concentrirter Schwefelsäure und einem Gewichtstheil Wasser behandelt. Die dabei ausgeschiedene Kieselsäure wurde von dem unzersetzten Rückstande, der sich unter dem Mikroskop grösstentheils als Quarz erwies, durch anhaltendes Digeriren mit Natriumcarbonat getrennt².

Die unter I. folgenden Zahlen sind das Resultat der auf diese Weise ausgeführten Analyse; II. giebt die Zusammensetzung des Minerals nach Abzug des in Schwefelsäure und Soda unlöslichen Rückstandes:

	I.	II.
Rückstand .	13,40	—
Si O ² .	44,89	51,83
Al ² O ³	24,29	28,77
Fe ² O ³	2,28	2,63
Fe O .	1,66	1,91
Ca O .	0,54	0,63
Mg O	0,47	0,54
K ² O .	7,48	8,63
Na ² O	0,85	0,98
H ² O .	3,27	3,77
	99,76	99,69

Vergleichen wir die unter II. angegebenen Zahlen mit den Analysen anderer krypto- oder phanerokrystalliner Mineralien, welche ebenfalls als intermediäre Zersetzungsproducte dem analysirten Mineral nahe stehen dürften, so finden wir,

¹ A. КНОР, Beitr. zur Kenntniss der Steinkohlenformation und des Rothliegenden etc. (Dies. Jahrbuch. 1859. p. 558.)

² Das feingepulverte Mineral löst sich auch in concentrirter Salzsäure, doch viel langsamer als in Schwefelsäure.

dass dasselbe noch am ehesten mit dem Sericit übereinstimmt¹. Die einzelnen Bestimmungen der vorliegenden Analyse differiren nie um ein ganzes Procent von den Zahlen einer Analyse eines Sericites von Hallgarten im Rheingau, welche von W. VON DER MARK angeführt wurde².

Die Entstehung des Sericites, der nach LASPEYRES³ als ein dichter Kaliglimmer zu betrachten ist, lässt sich durch die Reihe der Porphyrvarietäten sehr schön verfolgen, er ist hier ohne Zweifel ein Product der Zersetzung des Feldspathes.

Südwärts an die massigen grauen Felsitporphyre des Furggeligrates schliessen sich lichte graulich grüne Porphyrschiefer an, die sich vom Hauptgestein der kleinen Windgälle nur dadurch unterscheiden, dass Feldspatheinsprenglinge spärlich auftreten. Die Quarze sind ausserordentlich reich an Einschlüssen und fingerartig sich verzweigenden Einbuchtungen von Grundmasse. — Neben den gewöhnlichen Felsitschiefern ist unter den Gesteinen des Schwarzstöckli eine, auf beiden Seiten desselben dem Doggerband aufliegende, schiefrige Porphyr-Varietät zu erwähnen, welche recht grosse runde Quarzkörner in einer weissen Grundmasse enthält. Es sind dieselben, wie die mikroskopische Untersuchung zeigt, gewöhnlich in einzelne Stücke auseinander gerissen und zeigen in der Regel sehr kräftige, undulöse Auslöschung. Die wenigen u. d. M. erkennbaren Feldspatheinsprenglinge sind vollständig zersetzt. — Die Schiefer, welche den Schwarzberg und die Alpgnoferplatten bilden, sind in noch grösserem Maasse, als die bis jetzt beschriebenen Felsitschiefer durch mechanische Umformung modificirt, doch lassen sie sich nach ihrer makroskopischen und mikroskopischen Structur meistens noch leicht mit denselben identificiren. Hie und da erhält das meist dunkle Gestein ein breccienartiges Aussehen, so dass man es auf den ersten Blick mit gewissen carbonischen Grauwacken oder mit Verrucano vergleichen möchte.

Der an Zahl und Grösse vorherrschende Einsprengling ist Quarz, doch ist auch Feldspath oft recht reichlich ver-

¹ Vgl. Tabelle bei LASPEYRES: Hygrophyllit. (TSCHERMAK, Mineralogische Mittheilungen. 1873. p. 170.)

² Verhandl. d. naturh. Ver. f. Rheinl. u. Westf. 1878. 35. 262.

³ Zeitschr. f. Krystallographie. Bd. IV. p. 244.

treten und zwar erweist er sich, obwohl im Ganzen Orthoklas vorherrscht, noch in vielen Fällen als Plagioklas, welcher oft auffallend frisch ist. — Eine Zersetzung des ganzen Gesteins in Sericit, wie sie bei den schiefrigen Porphyren der kleinen Windgälle eintritt, wurde hier nie beobachtet.

Die Felsitschiefer der Schwarze sind von dunkel graugrüner Farbe. Zu den kleinen Quarz- und Feldspath-Einsprenglingen tritt in winzigen Schüppchen Biotit hinzu, der zwar selten noch erhalten, sondern meistens in Aggregate von dunkelgrünen chloritartigen Blättchen zersetzt ist.

Es ist nicht unwahrscheinlich, dass einige dieser den östlichen Theil der Alpgnoferplatten bildenden Schiefer aus Porphyrvarietäten hervorgegangen sind, welche unverändert nicht mehr gefunden wurden.

Nachdem wir nun die petrographische Beschaffenheit der verschiedenen Abänderungen, welche die Gesteine der einheitlichen Porphyrmasse zeigen, kennen gelernt haben, bleibt uns noch die chemische Zusammensetzung von einzelnen Repräsentanten der verschiedenen Typen zu betrachten übrig.

Von den hier folgenden Analysen von Gesteinen, die zu Typus I, II, IV und V (Analyse 1, 2, 3 und 4) gehören, wurde Analyse 3 im chemischen Laboratorium der Universität Heidelberg von Herrn J. MAI ausgeführt. Analyse 1, 2, 4 machte ich im petrographischen Institut der hiesigen Universität. Ich bestimmte dabei TiO_2 nur in Analyse 2. Zur Eisenoxydulbestimmung wurde das Pulver nach der von DOELTER angegebenen Methode auf dem Wasserbade im Kohlensäurestrom mittelst verdünnter Schwefelsäure und Flusssäure in einer Platinretorte aufgeschlossen und dann rasch titirt.

Herr Stud. SERDA hatte die Freundlichkeit im chemischen Institut der hiesigen Universität die Analyse einer Probe des schiefrigen Porphyrs vom Schwarzthal auszuführen (Analyse 5).

	1. Typ. I.	2. Typ. II.	3. Typ. IV.	4. Typ. V.	5. Schiefr. Porphyr.
TiO ²	—	0,92	—	—	—
SiO ²	64,88	67,04	74,80	76,41	76,93
Al ² O ³	16,43	16,00	12,60	14,42	14,35
Fe ² O ³	3,69	2,11	1,53	0,48	0,85
FeO	0,54	1,55	0,83	0,74	0,23
CaO	2,22	1,00	0,79	1,43	1,29
MgO	0,19	0,69	0,17	0,24	0,12
K ² O	6,57	5,49	4,83	3,88	0,60
Na ² O	3,73	4,62	2,54	0,63	2,71
H ² O	1,17	1,53	1,08	1,02	1,01
CO ²	0,49	—	—	1,40	1,71
	99,91	100,95	99,17	100,65	99,80

Diese Analysen zeigen, dass die vorliegenden Gesteine auch nach ihrer chemischen Zusammensetzung in die Gruppe der Granite oder Quarzporphyre gehören, und zwar zeigen die einzelnen Typen eine Änderung in ihrer chemischen Zusammensetzung, die mit der Differenzirung ihrer petrographischen Zusammensetzung Hand in Hand geht. Der Titansäuregehalt sowohl als die Zunahme von FeO und MgO in Analyse 2 erklären sich durch das reichlichere Auftreten eines basischen titansäurehaltigen Gemengtheiles. Das Verhältniss der Alkalien in den verschiedenen Analysen stimmt sehr gut mit der unter dem Mikroskop gemachten Beobachtung, dass Orthoklas in den basisreichern Porphyren vorherrscht, während der umgekehrte Fall bei den Feldsteinporphyren eintritt; am reichsten an Plagioklas ist Typus II (Analyse 2). Der Gehalt an Carbonaten in Analyse 1 und 4 steht mit der grössern Zersetzung der betreffenden Gesteine im Zusammenhang.

Die Analyse des schiefrigen Porphyrs vom Schwarzthal (An. 5) stimmt in Beziehung auf Kieselsäure- und Thonerdegehalt recht gut mit der Analyse des zu Typus V gehörigen Gesteines überein. Auffallend ist bloß, dass das Gestein mehr Natron als Kali enthält, obwohl unter den Feldspatheinsprenglingen Orthoklas häufiger ist als Plagioklas.

HEM hat in überzeugender Weise dargethan, dass der Porphyrr der Windgälle bei der nachöcänen Erhebung der Alpen sich nicht anders wie ein Sediment oder wie die kry-

stallinischen Schiefer verhalten habe und passiv auf den Mittelschenkel der Windgällenfalte hinübergeschoben worden sei¹. Die im Dogger des Felsenkamins zwischen Rothhorn und Schwarzhorn eingelagerten gerollten Porphyrstücke beweisen nicht nur, dass der Porphyr älter ist als der braune Jura, sie weisen auch darauf hin, dass letzterer in einiger Entfernung von dem längst gebildeten Porphyr sich ablagerte.

In innigstem Zusammenhang mit dem Porphyr treten nun im Liegenden desselben, lagernd auf dem Dogger des Mittelschenkels der Falte, carbonische Schichten auf. Es bestehen dieselben aus schwarzen Anthracit führenden Schiefern und Conglomeraten, sie sind am untern Furggeli (Profil II) etwa 60 m., an der SO-Ecke der kleinen Windgälle (Profil I) höchstens 10 m. mächtig entwickelt. Obwohl es mir nicht gelang in diesen Ablagerungen fossile Pflanzen zu finden, so kann die Identität derselben mit den Bildungen vom Biferten-grätli, welche von ROTHPLETZ² nach ihren fossilen Pflanzen für mittelcarbonisch erklärt werden, als sicher angenommen werden, da sie petrographisch vollkommen übereinstimmen. Die Verbindung der schwarzen Schiefer mit dem darüberliegenden Porphyr ist eine sehr innige, man kann mit Leichtigkeit Handstücke schlagen, welche auf der einen Seite aus weissem schiefrigem Porphyr, auf der andern Seite aus schwarzem Carbonschiefer bestehen. Oft findet man in den untern Lagen des schiefrigen Porphyrs sowohl am Furggeli-grat als auch an der kleinen Windgälle Schmitzen carbonischer Schiefer eingelagert. An der SO-Ecke der kleinen Windgälle (Profil I) lagert auf gequetschtem Dogger oder auf dünnschiefrigem, wellig gebogenem Hochgebirgskalk eine in ihrer Mächtigkeit fortwährend wechselnde Bank, bestehend aus schiefrigem, fast vollständig in Sericit umgewandeltem Porphyr. Zwischen dieser Bank und der Hauptmasse des Porphyrs eingeklemmt finden sich die carbonischen Ablagerungen. Es ist eine ganz gewöhnliche, bis jetzt noch nicht beobachtete Erscheinung, dass die schwarzen Schiefer eckige meist kleinere Stücke von Porphyr einschliessen, woraus sich schliessen lässt, dass der

¹ HEIM, Mechanismus. Bd. II. p. 114.

² A. ROTHPLETZ, Steinkohlenformation des Tödi und deren Flora. (Abhandlungen der schweiz. pal. Ges. Vol. VI. 1879.)

Porphyr älter als mittelcarbonisch ist, wofür ein negativer Beweis schon durch das Fehlen von Contactwirkung geliefert wird. Da diese Stücke im Gegensatz zu den im Dogger eingeschlossenen nicht gerollt sind, so können wir annehmen, dass das Carbon sich in unmittelbarer Nähe des schon gebildeten Porphyrs abgelagert habe, vielleicht denselben überdeckend.

Die carbonischen Schichten nehmen nicht an der Windgällenfalte Theil, sie sind vielmehr zugleich mit dem Porphyr, in engster Verbindung mit demselben, passiv in ihre jetzige Lage gebracht worden.

HEIM gibt an, dass das Gestein der Alpgnoferplatten, welches sich als mechanisch umgeformter Porphyr erwies, in „ununterbrochenem Zusammenhang mit den krystallinischen Massen in der Tiefe des Maderanerthales stehe“. Nun sehen wir aber, sehr schön namentlich bei der Evelialp und oberhalb des „Tritt“, wie diese Platten, ca. 20° nach Süden fallend, plötzlich ihr Ende erreichen, eine bis 10 m. hohe, auch auf der topographischen Karte deutlich hervortretende Felswand bildend. Porphyr und Carbon gehören jedenfalls zum System der centralmassivisch gestellten Gesteine, wenn auch nicht direct beobachtet werden kann, wie die Alpgnoferplatten sich weiter nach Süden fortsetzen und ein steiles Südfallen annehmen. Am natürlichsten erscheint die Annahme, dass das ganze System von Porphyr und Carbon am Nordabhang des Maderanerthales mit der am Südabhang verlaufenden Zone carbonischer Gesteine im Zusammenhang gestanden habe. Es finden sich ja auch daselbst Gesteine, welche als gestreckte Porphyre gedeutet werden können.

Wenn auch die vorliegenden Untersuchungen noch in keiner Weise ein abgeschlossenes Ganzes bilden, so liefern sie doch genügendes Material, um eine zusammenfassende Diagnose des Porphyrs geben zu können. Während HEIM die Alpgnoferplatten als Verrucano betrachtet, aber keine Grenzen, sondern vielfach Übergänge gegen den Porphyr hin findet, geht aus der mikroskopischen und chemischen Untersuchung dieser Gesteine hervor, dass dieselben mechanisch umgeformte, gestreckte Porphyre sind, und zwar lässt sich schrittweise die Herausbildung der schiefriigen Abänderungen aus den ächt

massigen verfolgen¹. Umgränzen wir den Porphyr in der auf der Karte angegebenen Verbreitung, so sehen wir, dass derselbe ein zusammenhängendes Ganzes bildet, dessen einzelne Theile in Beziehung auf ihre petrographische Ausbildung in einem gesetzmässigen Verhältniss zu einander stehen. Während schon die durchaus massige Ausbildung, die säulenförmige Absonderung sowie die makroskopische und mikroskopische Structur des unveränderten Porphyr in deutlichster Weise auf eruptiven Ursprung desselben hinweisen, finden wir gerade in der Art der Verbreitung der einzelnen Varietäten neue Thatsachen, welche als beweisende für diese Annahme gelten können.

Der Windgällenporphyr ist theils ein Mikrogranit (Feldsteinporphyr), theils ein Granophyr (Hornsteinporphyr). Nur die Granophyre zeigen mechanische Umformung, indem sie in Porphyrschiefer übergehen, die aber im Dünnschliff noch unverkennbar Granophyrstructur zeigen. Wenn nun der als Typus I beschriebene Mikrogranit das Centrum eines eruptiven Porphyrkörpers darstellt, so bilden sich aus demselben gegen die Peripherie hin eine Reihe von Differentiationsformen heraus, welche successive kieselsäurereicher werden. Die grossen Feldspatheinsprenglinge, unter denen Plagioklas mindestens ebenso zahlreich wie Orthoklas vertreten ist, nehmen an Zahl und Grösse ab, Orthoklas beginnt vorzuherrschen, während zugleich die Quarzeinsprenglinge sich mehren. Die mikrokrystallinische Grundmasse gewinnt grössere Ausdehnung, indem sie sich zugleich mikrofelsitisch verdichtet, an einzelnen Stellen granophyrisch sich ausbildet. Mikrogranit und Granophyr bilden in ihren verschiedenen Abänderungen zwei in sich geschlossene Gesteinsgruppen; höchstens Typus III kann in gewisser Beziehung als Zwischenglied aufgefasst werden. Dennoch müssen wir die ganze Porphyrmasse als einheitlichen geognostischen Körper auffassen, die einzelnen

¹ v. LASAULX findet bei der Untersuchung der Porphyroide der Ardennen, sowie bei derjenigen eines quarzfreien Orthoklas-Porphyr bei Dietz (Nassau) dem vorliegenden Vorkommen analoge Beispiele für mechanische Umformung von Eruptivgesteinen. Vgl.: Über die Tektonik und die Eruptivgest. der franz. Ardennen. Vortrag October 1883. Ferner: Sitzung d. nat.-hist. Ver. der Rheinlande u. Westfalen. 4. August 1884.

Typen bilden Differentiationsformen eines einzigen Magmas. Analoge Verhältnisse zeigen auch andere Porphyrkörper, z. B. die schwarzen und rothen Porphyre von Lugano, deren Alter zwar im Gegensatz zum Windgällenporphyr ein postcarbonisches ist¹.

Die bei der Faltung der Alpen mitgerissene und in so abnorme Lagerungsverhältnisse hineingebrachte Porphyrmasse zeigt eine unsymmetrische Ausbildung. Während gegen Süden und namentlich gegen Osten die Zone der Granophyre eine sehr breite ist, ist sie nur schmal entwickelt oder fehlt ganz gegen Westen und Norden. Westwärts vom hypothetischen Centrum des Porphyrkörpers (Seewligrat) wurden die Granophyre durch die Erosion des Reussthalles entfernt, nördlich von demselben hat sie der aufsteigende Gewölbeschenkel der Windgällenfalte weggeschürft. Dass hier in der That mehr zermalmende als streckende Kräfte auf den Porphyr einwirkten, beweist uns die Reibungsbreccie, welche am obern Furggeli zwischen den horizontal liegenden Porphyrsäulen und den Doggerschichten eingelagert ist, sowie die Thatsache, dass in eckige Stücke zertrümmerte Granophyre sich namentlich in der Nähe des aufsteigenden Gewölbeschenkels finden (siehe p. 427).

Es ist vielleicht schliesslich nicht ohne Interesse darauf hinzuweisen, dass LORV² aus den Hautes Alpes ein Porphyrvorkommen beschreibt, welches sich mit dem Porphyr der Windgällen vergleichen lässt. Es bildet dort der Porphyr, welchen LORV für dyadisch hält, den Kern eines aufrechten, aus Trias und Jura gebildeten Gewölbes, ist aber wie der Verfasser annimmt, erst durch die gebirgsbildenden Kräfte passiv in das System der Falte hineingebracht worden. Der den Porphyr überlagernde triadische Sandstein enthält gerollte Porphyrstücke. Wir brauchen uns in der That diese aufrechte Falte nur in eine liegende umgelegt zu denken, um eine der Windgälle vollkommen analoge Bildung vor uns zu sehen.

¹ HARADA, Das Luganer Eruptivgebiet. (Dies. Jahrb. Beil.-Bd. II. 1.)

² Bull. d. l. Soc. géol. de France. Sér. III. tome XII. 5 nov. 1883.

5. Massige Gesteine aus dem Gebiet des Finsteraarhornmassivs im Vergleich mit dem Porphyrr der Windgälle.

Da das Vorkommen porphyrischer Gesteine an der Windgälle gerade deshalb so sehr unsere Aufmerksamkeit auf sich zieht, weil es ein ganz vereinzelt ist, so erscheint es schon aus diesem Grunde zweckmässig, analoge Bildungen in andern Theilen der Centralalpen genauer zu studiren und mit dem Porphyrr der Windgälle zu vergleichen. Aber noch aus andern, tiefer liegenden Gründen schienen mir vergleichende Untersuchungen in dieser Richtung erwünscht. Wenn auch die petrographischen Charaktere unseres Porphyrs durchaus diejenigen eines ächt massigen Gesteines sind, so wird man doch noch nach Beweisen für den eruptiven Ursprung desselben suchen müssen, die aus der Art des geognostischen Auftretens geschöpft sind. Die Lagerungsverhältnisse des Windgällenporphyrs sind nun aber, wie wir gesehen haben, durch Kräfte, die erst lange nach der Entstehung desselben zu wirken angefangen haben, zu derart complicirten geworden, dass sie nur wenig in dieser Richtung verwerthet werden können; es gelang blos nachzuweisen, dass der Porphyrr älter als Mittelcarbon ist. Wenn sich nun auch anderswo in den Centralalpen petrographisch analoge Gesteine finden liessen, an deren eruptivem Ursprung sowohl aus geognostischen, als auch aus petrographischen Gründen nicht gezweifelt werden kann, so wäre vielleicht auf diesem Wege durch Analogieschluss ein weiterer Beweis für die eruptive Natur des Windgällenporphyrs zu finden.

Von grossem Interesse ist daher folgende Angabe HEIM's¹: „Nach Ingenieur H. BERL findet sich in der Schützenbächliruns, welche vom Gipfel der kleinen Windgälle westlich nach Silenen geht, unmittelbar unter der untern Masse von Juragesteinen im Centralmassiv selbst etwas Windgällenporphyrr.“ Da aber auf der topographischen Karte 1 : 50 000 nirgends ein Schützenbächli angegeben ist, auch die Anwohner kein solches kennen, so liegt hier wohl eine Verwechslung mit der auf der Karte verzeichneten Schüpfenbächliruns vor, welche in der

¹ HEIM, Mechanismus. Bd. I. p. 38.

That „vom Gipfel der kleinen Windgälle westlich nach Silenen geht“. Beim Herumklettern in dieser Runse fand ich nun aber bloß Porphyrböcke, oft bedeutende Dimensionen erreichend. Anstehenden Porphyr konnte ich nicht entdecken, doch lässt sich nicht mit Sicherheit behaupten, dass die vorliegende Angabe unbegründet sei, da ich eine viel Aufwand an Zeit und Mühe erfordernde, auch nicht ganz gefahrlose systematische Untersuchung der ganzen Runse nicht durchführen konnte.

Die innige Verbindung von Carbon und Porphyr an der Windgälle und eventuell auch am Südabhange des Maderaner Thales weist uns darauf hin, auch die andern Carbonvorkommen in den östlichen Theilen der Centralalpen zu betrachten. In grosser Ausdehnung findet sich Carbon am Ochsenstock und Bifertengrätli an der Nordseite des Tödi. Nach der Darstellung von HEIM und ROTHPLETZ lagert auf den 75° SSO fallenden krystallinischen Gesteinen das System der carbonischen Schiefer und Conglomerate, bald discordant über die Schichtenköpfe der Gneisse hinweggreifend, bald concordant zwischen dieselben eingefaltet. Verrucano und Röthidolomit bilden das Hangende des Carbon. Die ausgeprägte Transversalschieferung aller dieser Gesteine, die im Gefolge der mechanischen Umänderungen auftretenden mineralogischen Neubildungen, sowie z. Th. nicht sehr günstige Aufschlüsse, erschweren es sehr, die einzelnen Bildungen petrographisch auseinander zu halten und Klarheit über die gegenseitigen Lagerungsverhältnisse zu gewinnen, so dass jedenfalls, trotz der schönen Arbeit von A. ROTHPLETZ das letzte Wort über die Geologie dieser interessanten Stelle noch nicht gesprochen ist. Am Nordwestabhang des Bifertengrätli, nicht weit von dem Fundpunkte von Pflanzenresten, traf ich ein graues felsitisches massig auftretendes Gestein (Petrosilex), anscheinend in den carbonischen Schieferungen eingelagert. Es besteht dasselbe, wie die mikroskopische Untersuchung zeigt, aus einer sehr feinkörnigen Grundmasse, deren Bestandtheile Quarz und muscovitartige Schüppchen sind. Als Einsprenglinge liegen in derselben Bruchstücke von Quarz und zersetztem Feldspath. Obwohl eine gewisse Analogie mit den schiefrigen Porphyren der Windgälle nicht zu verkennen ist, so wäre es doch ver-

früht, das vorliegende Gestein mit denselben zu identificiren, so lange man nicht Übergänge zu deutlich entwickelten Porphyren findet. Herr A. HEIM theilt mir gütigst mit, dass er auf der Sandalp (Schutthalden gegen Röthi und Tödi) zwei Bruchstücke von deutlich entwickeltem Porphyry gefunden habe. Es ist also zu hoffen, dass bei einer genaueren Durchforschung des Gebietes unzweifelhafter Porphyry auch anstehend hier gefunden werden wird.

Da der Porphyry der Windgälle im Centrum ein Mikrogranit ist, in den peripherischen Theilen aber ein Granophyry wird, theilweise einem Quarzporphyry sich schon sehr nähert, so könnte man daran denken, die ganze Masse desselben als eine porphyrische Granitapophyse zu betrachten. HARADA vermuthet in ähnlicher Weise in Folge der centralen granitischen Ausbildung der rothen Porphyry von Lugano, dass dieselben mit in der Tiefe liegenden Granitstöcken in Verbindung ständen. Da wir ein analoges Verhältniss in schönster Weise aus dem Central-Massiv der Aiguilles Rouges kennen lernen werden, so mag hier eine kurze Erörterung folgen, in wiefern eine solche Annahme ihre Berechtigung haben könnte.

Im ganzen Gebiet des Finsteraarhornmassivs sind nur von wenigen Punkten ächt massige Gesteine bekannt. In nächster Nähe der Windgälle durchbrechen, wie die geologische Karte von STUDER und ESCHER angiebt, im Fellithal drei Granitstöcke die Schichten der krystallinischen Gesteine. ALB. MÜLLER¹ bespricht dieses Vorkommen. Südwestlich oberhalb der letzten Hütten von Felliberg am Thalgehänge tritt dieser Granit, ausgezeichnet durch gerundete Oberflächenformen vollkommen massig ausgebildet zu Tage. Der Contact mit den krystallinischen Schieferen der Umgebung ist durch Vegetation verdeckt. Der Granit zeigt vorwiegend eine fast horizontale Zerklüftung und umschliesst nach MÜLLER eckige scharf abgegrenzte Bruchstücke des nächst anstehenden dunkeln Talkgneisses. Ein Wechsel in der Structur des Gesteines innerhalb desselben Stockes war nicht bemerkbar. — Zwischen glasigen grossen Quarzkörnern und den an Masse

¹ Verhandl. der naturf. Ges. in Basel. Bd. IV. p. 388 u. 583. Ferner: A. MÜLLER, Die Granite des Fellithales. (Verhandl. etc. Theil VI. 2. Heft. 1875.)

vorherrschenden im Durchschnitt etwa 5 mm. langen Feldspathleisten schiebt sich, putzenförmig sich anhäufend, der meistens in Chlorit umgewandelte Glimmer (Biotit) ein. Die grossen Quarzkörner erweisen sich u. d. M. zwischen gekreuzten Nicols als einheitliche Individuen. Sie sind niemals geradlinig begrenzt, scheinen durch Zersetzung angegriffen zu sein; oft lösen sie sich an den Rändern in ein Haufwerk runderlicher Körnchen auf. Der Quarz enthält in grosser Menge meist reihenweis angeordnete Flüssigkeitseinschlüsse. Der Feldspath ist theils Plagioklas, theils Orthoklas; Plagioklas scheint vorzuherrschen, ist auch gewöhnlich frischer als der Orthoklas. Der Biotit zeigt sehr starken Pleochroismus (hell strohgelb, tief dunkelgrün). Die wenigen unzersetzten Reste werden von einem Haufwerk opaker Körner und grüner Chloritfasern umgeben.

In Beziehung auf Structur und mineralogische Zusammensetzung stimmt dieses Gestein vollkommen mit dem Protogin überein, welcher sich in breiter Zone über den Kreuzlipass gegen das Fellithal (Sonniger Wichel) nach der Schöllenen hinzieht. Es scheint desshalb natürlicher, das beschriebene Gestein zu den Protoginen zu rechnen, als hier einen selbständig auftretenden Granitstock anzunehmen.

Herr A. HEIM theilt mir mit, dass ausgezeichnete Euritgänge die Amphibolite des Piz Ginf und Piz Ner durchschwärmen.

An der Südseite des Tödi treten vielfach Gesteine auf, welche man nach Lagerung und Structur für ächte massige Granite, Syenite oder Aplite halten kann. Die mikroskopische Untersuchung des Gesteines vom Kehlstock und Piz Ner lässt auch in der That auf einen eruptiven Amphibol-Biotit-Granit schliessen, während der bekannte Puntaiglasgranit wohl als titanitführender Amphibol-Biotit-Gneiss der Reihe der kristallinen Schichtgesteine zuzurechnen ist.

In dem westlich der Reuss sich erstreckenden Theile des Finsteraarhornmassivs sind, soviel mir bekannt, wirkliche Granit- oder Porphyrstöcke noch nicht nachgewiesen worden¹. Es besteht das Centralmassiv hier aus einer nördlichen

¹ Blatt XVIII und ebenso Blatt XIV erschienen während des Druckes dieser Arbeit.

und einer südlichen Gneisszone. An die südliche Gneisszone schliesst sich die mächtige oft zwei Stunden breite Granit-Gneisszone an, die ihrerseits wieder durch einen Hornblendegesteine führenden Schichtencomplex von der nördlichen Gneisszone getrennt ist. Grössere, massige Partien von altermptivem Granit kommen nach BALTZER¹ innerhalb der Granit-Gneiss-Zone des Aarmassivs nicht vor. Nach FELLEBERG² besteht auch das Bietschhorn und die Bietschhornkette, welche der Granit-Gneisszone angehören, durchweg aus einem weissen, euritischen Granit, ähnlich demjenigen, welcher den Piz Ner an der Südseite der Tödigruppe bildet.

Porphyrische Gesteine aus dem westlichen Theile des Finsteraarhornmassivs scheinen nicht bekannt zu sein, doch gibt STUDER³ an, dass in den Gandecken des Triftgletschers im Haslithal sich Blöcke eines Porphyrs finden mit dunkelgrünlich-grauer Grundmasse und vielen rechteckig oder unbestimmt begrenzten, weisslichen Feldspatheinsprenglingen und einzelnen Hornblendetheilchen. Quarz fehlt. Dieser Beschreibung nach könnte das Gestein mit der grünlichen Varietät des Windgällenporphyrs (Typus II) übereinstimmen. Herr A. HEIM theilt mir mit, dass er in der Mittelmoräne des Unteraargletschers zwei Bruchstücke eines Felsitporphyrs mit grauer Grundmasse und ausgeschiedenem Quarz und Feldspath gefunden habe. —

Schliesslich könnte man in den Rahmen unserer vergleichenden Betrachtungen noch die Besprechung von Gesteinsvorkommnissen hineinziehen, die nicht mehr dem Gebiet der Centralmassive angehören. Unter den von ESCHER im Verrucano des Käpfstockgebietes nachgewiesenen melaphyrischen und porphyrischen (porphyritischen?) Lagergängen kommen nach HEIM auch „local einige Abänderungen vor mit Serpentinfecken welche an Windgällenporphyr erinnern“. An andern Orten enthält der Verrucano oft Conglomeratbruchstücke von rothem feldspathreichem Porphyr. Die bunte Nagelfluh der Voralpen (ältestes Miocän) enthält stellenweise in grosser

¹ BALTZER, Randerscheinungen der centralgranitischen Zone des Aarmassiv. (Dies. Jahrb. 1885. II. 25.)

² cf. Verhandl. der schweiz. naturforsch. Gesellsch. 1877/78. p. 55 ff.

³ STUDER, Index der Petrographie. p. 80.

Menge Gerölle eruptiver Gesteinsarten (Granite, Porphyre, Variolite etc.), wie sie heute dem Nordabhang der Alpen gänzlich fremd sind¹. Man hat versucht, das Auftreten dieser Gerölle, die in den jüngeren Nagelfluhbildungen nicht mehr vorkommen, durch Annahme eines jetzt verschwundenen nördlichen eruptiven Randgebirges zu erklären, analog demjenigen, wie wir es auf der Südseite der Alpen von Lugano bis Ivrea noch heute finden. STUDER² und BALTZER³ discutiren diese Frage. BALTZER fasst die Spilite etc. des Kärpfstockes als Fragmente dieses Randgebirges auf, welche mit dem Verrucano, in den sie gangförmig eingedrungen waren, die für jene Gegenden charakteristischen Lagerungsstörungen erfahren haben.

Aus allen diesen Erörterungen geht hervor, dass wir die Entstehung des Windgällenporphyrs auf zweierlei Weise zu erklären versuchen können:

1) Der Windgällenporphyr ist ein selbstständig auftretender alt- oder vorcarbonischer Porphyrstock, der nachträglich in das System der älteren krystallinischen Schiefer des Centralmassivs zugleich mit Carbon hineingefaltet wurde, ohne mit denselben in irgend welchem genetischen Zusammenhang zu stehen. Als solcher wäre er leicht, nach Analogie der Eruptivgesteine des Kärpfstockes, als ein mehr nach Süden vorgedrungener Rest des hypothetischen nördlichen Randgebirges zu erklären.

2) Es ist eine ursprüngliche Verbindung des Porphyrs nach Süden mit Graniten der Centralzone vorhanden, d. h. der Porphyr ist als eine porphyrische Facies von Granit aufzufassen.

Im folgenden Abschnitt sollen nun porphyrische Gesteine, die nachweislich mit Granit zusammenhängen, beschrieben und mit den einzelnen Varietäten des Windgällenporphyrs verglichen werden.

¹ Vgl. A. GUTZWILLER, Die löcherige Nagelfluh. Ihre Beziehungen zu den tertiären und quaternären Ablagerungen. (Bericht der Gewerbeschule zu Basel. 1879—1880.)

² STUDER, Geologie der Schweiz. II. Bd. p. 387.

³ BALTZER, Glärnisch, ein Problem alpinen Gebirgsbaues. p. 51.

II. Theil.

Porphyre aus dem Centralmassiv der Aiguilles rouges.**Geologischer Bau der Aiguilles rouges-Gruppe,
im Vergleich mit dem Finsteraarhornmassiv.**

Während, wie wir gesehen haben, im Gebiet des Finsteraarhornmassivs ächt massige Gesteine nur eine ganz untergeordnete Rolle spielen, und keines der vereinzeltten Vorkommnisse zur Erklärung der Verhältnisse an der Windgälle direct irgendwie verwerthet werden kann, finden sich hingegen im Central-Massiv der Aiguilles rouges eingelagert im System der krystallinischen Schiefer nicht nur stockförmig auftretende ächte Granite, sondern auch mehrfach Gänge bildende Porphyre, die nach den Beschreibungen von A. FAVRE und H. GERLACH mit gewissen Varietäten des Windgällen-Porphyr übereinstimmen dürften. Es war also zu erwarten, dass eine wiederholte Untersuchung dieser Gesteine einen werthvollen Beitrag zur Kenntniss der alpinen Eruptiv-Gesteine überhaupt liefern würde, der vielleicht auch darauf hinweisen könnte, als was der Porphyr an der Windgälle aufzufassen ist.

Am Ostabhang des Torrenthorn (östl. von Leuk) erreicht das ausgedehnte Massiv des Finsteraarhorns sein westliches Ende; die Casannaschiefer, die dort noch auftreten, verschwinden unter einer mächtigen Decke von Sedimenten, welche der Jura-, Kreide- und Eocänzeit angehören. Als ein etwa 60 km. langer Complex greifen nun die Sedimente zwischen Torrenthorn und Dent de Morcles d. h. zwischen Finsteraar- und Aiguilles rouges-Massiv nach Süden in den Zug der Centralalpen hinein: die Käme des Wildstrubel, des Weisshorn, des Wildhorns und der Diablerets, meist aus Kreide oder Eocän bestehend, bilden die orographische Fortsetzung der von krystallinischen Gesteinen gebildeten Häupter der Finsteraarhorngruppe. Südlich der Rhône grenzen an diese Sedimente nicht, wie in ihrer östlichen Verlängerung an der Furka, direct wieder centralmassivisch gestellte Gneisse, sondern es nehmen carbonische Conglomerate, Quarzite und „jüngere metamorphische“ Schichten eine breite, nach Süden sich erstreckende Zone ein, bis dann die Gneisse der Centralmasse der Dent Blanche emporsteigen.

Die geologischen Verhältnisse in der Zone zwischen Finsteraar- und Silvretta-Massiv sind den besprochenen zwischen Finsteraar- und Aiguilles rouges-Massiv vollkommen analog. Während die Masse der krystallinischen Gesteine immer tiefer sinkt, schliesslich nur noch in den Thalkesseln entblösst ist (Sandalp, Limmerntobel), greifen die Sedimente immer weiter nach Süden vor und überbrücken schliesslich in der Gegend des Tödi als zusammenhängende Decke das Centralmassiv vollständig, um weiter östlich in breiter Zone sich bis an den Rhein nach Süden auszudehnen. Die Gipfel des Hausstockes, Sardona etc. in den Glarneralpen sind geologisch und orographisch denen des Wildstrubel und der Diablerets in den Berner- und Waadtländeralpen analog. Es schliesst sich hier jenseit des Rheinthaales, dessen Parallelität mit dem Rhônethal von der Furka bis Martigny sofort in die Augen fällt, an die mesozoischen Ablagerungen ein sich weit ausdehnendes System von Marmorlagern, Verrucanoconglomeraten und vielleicht liasischen Schiefern (Bündnerschiefer) an, aus welchem sich dann die Gneisse und Glimmerschiefer der Rheinwaldhorngruppe und des Surettagebirges, sowie die Granite des Julier als Centralmassen emporheben¹.

Die Sedimente in der Zone zwischen Finsteraar- und Silvrettamassiv zeigen grossartige Lagerungsstörungen, die den äusseren Kämmen der nördlichen, sedimentären Randzonen der Alpen fremd sind. Der Bau der Dent de Morcles weist darauf hin, dass ähnliche Erscheinungen auch in der Wildstrubel-Dent de Morcles-Kette vorkommen². Auch BERTRAND³, der für die Lagerungsstörungen im Kt. Glarus eine neue Erklärungsweise versucht, indem er statt einer Doppelfalte eine einzige nach Norden gerichtete Falte annimmt, findet eine directe Übereinstimmung im Baue der Kalkalpen zwischen Aiguilles rouges- und Finsteraarmassiv einerseits und zwischen Finsteraar- und Silvrettamassiv anderseits.

Die Ursache der Entstehung dieser Faltensysteme ist

¹ Vgl. Carte géologique de la Suisse par STUDER et ESCHER. 2e Edition.

² Vgl. RENEVIER, Notice sur ma carte géologique de la partie sud des Alpes Vaudoises. (Archives des sciences physiques et naturelles. Tome LIX. Genève 1877.)

³ BERTRAND, Rapport de structure des Alpes de Glaris et du bassin houiller du Nord. (Bull. de la Soc. géol. de France. III sér. t. 12. p. 327.)

ebenso wie diejenige der Fächerstructur der Centralmassive in tangentialwirkenden Druckkräften zu suchen. Der enorme Zusammenschub der Erdrinde compensirt sich einerseits in den Centralmassiven, anderseits in den Faltsystemen der in ihrer Streichrichtung sie vertretenden Sedimente¹.

Finsteraarmassiv und Aiguilles rouges-Massiv verlaufen beide mit ihrer Längsaxe parallel dem Streichen der ganzen Alpenkette, die Schichten in der Aiguilles rouges-Gruppe streichen desshalb im Allgemeinen N 20—40 O, während wir im Finsteraarmassiv ein Streichen N 50—60 O finden. Beide Massive sind geologisch äquivalent und stehen wahrscheinlich mit einander in directer Verbindung. Es konnte diese Verbindung noch nicht nachgewiesen werden, da die Sedimentdecke zwischen Dent de Morcles und Torrenthorn nirgends von tief einschneidenden Thälern durchzogen wird; die östliche Fortsetzung des von Sedimenten bedeckten Finsteraarmassivs hingegen tritt bei Vättis noch einmal zu Tage.

Zusammenhängende, ausgezeichnete Darstellungen der geologischen Verhältnisse der ganzen Aiguilles rouges-Gruppe verdanken wir B. STUDER², A. FAVRE³ und H. GERLACH⁴. Die von Les Houches im Arvethal bis zur Dent de Morcles sich erstreckende 35 km. lange und 4—5 km. breite Gebirgsmasse wird im Nordwesten von einer mächtigen Kalkmauer begrenzt, welche die Gipfel der Les Fiz, des Buet, der Tours Salières, der Dent du Midi und auf der rechten Seite des Rhônethales die Tête de l'Oulivaz trägt. An dieser Kalkwand sehen wir mehrorts die ganze Schichtenreihe der alpinen Formationen vom Taveyanaz-Sandstein bis zum Carbon aufgeschlossen. Die Schichten streichen gewöhnlich N 10—20 O und fallen etwa 30° nach Nordwesten; sie liegen discordant auf den steil aufgerichteten Gneisssschichten, und nur die an den beiden Enden des Massivs die Basis der Sedimente bildenden carbonischen Schiefer und Conglomerate zeigen hie und da ein steileres

¹ Vgl. A. HEIM, Mechanismus der Gebirgsbildung. Bd. I. p. 239.

² STUDER, Geologie der Schweiz. Bd. I. p. 160—168.

³ A. FAVRE, Recherches géologiques dans les parties de la Savoie, du Piemont et de la Suisse voisines du Montblanc, avec Atlas. Genève 1867. Bd. II. p. 297—363.

⁴ H. GERLACH, Das südwestliche Wallis. (Lief. IX der Beiträge zur geol. Karte der Schweiz. Blatt XII des eidgenöss. Atlases.)

Nordwestfallen¹ (bis 75°). Die gegenseitigen Lagerungsverhältnisse der Schichten der nördlichen sedimentären Randzone und der Gneissstraten des Centralmassivs sind also hier, wenn auch viel einfacher als in der Contactzone des Finsteraarmassivs, so doch im Princip dieselben. Die Kappe horizontal gelagerter Jura- und Trias-Gesteine auf dem höchsten Gipfel der Aiguilles rouges beweist, dass auch hier die Sedimente einst die ganze Masse der krystallinischen Gesteine überdeckt hatten².

Im Südosten wird unser Centralmassiv von demjenigen des Mt. Blanc und von der kleinen Gebirgsgruppe des Arpille durch eine spitze Mulde geschieden³, die in der Umgebung von Chamonix nur durch wenige Überreste von jurassischem Kalk angedeutet wird, welcher aber am Croix de fer eine mächtige Entwicklung erreicht. Von Valorcine bis Vernayaz im Rhônethal wird diese Mulde von ältern carbonischen Conglomeraten (conglomérat de Valorcine) und jüngern carbonischen Schiefnern gebildet. Es ist dieselbe sehr schön durch das Rhônethal zwischen der Pissevache und der Gorge de Trient aufgeschlossen.

Die Schichten gneissartiger Gesteine, aus welchen die Aiguilles rouges-Masse vorwiegend besteht, bilden keinen Fächer; das Streichen derselben stimmt mit der Längsausdehnung des Massivs überein (N 20—40 O), ihr Einfallen ist immer sehr steil, gewöhnlich südöstlich, am Nordwestrande hingegen nordwestlich. Ein regelmässiger Wechsel der petrographischen Beschaffenheit dieser krystallinischen Gesteine in Zonen, die sich durch die ganze Gebirgsmasse parallel der Streichrichtung verfolgen lassen, findet hier nicht statt. Es tritt fast durchweg Gneiss auf, der in den meisten Fällen deutlich schiefrig ist; Hornblendegesteine in grösserer Verbreitung scheinen zu fehlen.

Der Glimmer der Gneissvarietäten⁴ ist meistens ein

¹ Vgl. FAVRE, Atlas. Pl. XV. Fig. 1.

² Ibid. Pl. XV. Fig. 7.

³ Ibid. Pl. XVIII. Fig. 1. Pl. XVII. Fig. 1 u. 3.

⁴ In der Sammlung des petrograph. Instituts der Univ. Strassburg befindet sich eine von BERTRAND in Paris stammende Suite von Aiguilles rouges- und Mt. Blanc-Gesteinen, deren Dünnschliffe für die vorliegende Arbeit durchgesehen wurden.

tombackbrauner Biotit, in seltenen Fällen frisch, meistens unter Ausscheidung von opaken Erzen und häufig auch von Anatas¹ in chloritische Substanz umgewandelt, auch wenn er makroskopisch noch ganz frisch erscheint. Feldspath, meistens zersetzt, in unregelmässig begrenzten Parteen auftretend, nur selten scharfe Leistenform zeigend, ist bald Orthoklas, bald Plagioklas. Orthoklas scheint häufiger zu sein. Der Quarz enthält nur sparsam Flüssigkeitseinschlüsse. Die scheinbar einheitlichen Quarzparteen lösen sich zwischen gekreuzten Nicols in ein Aggregat kleinerer und grösserer verschieden orientirter Körner auf. In den vorliegenden Gesteinen sind nun diese Körner stets stark ausgezackt und greifen mit ihren zackigen Rändern in einander ein. Als accessorische Gemengtheile treffen wir Titanit und Turmalin. — Durch vollständige Chloritisirung des Biotits und Umlagerung der chloritischen Substanzen entstehen grünlich gefärbte Gesteine, deren schiefrige Textur in Folge der mangelnden parallelen Anordnung des Glimmers mehr verwischt ist. — Röthliche, meistens feinkörnige, glimmerarme Gneissabarten nannte FAVRE: Protogine rose; es werden dieselben vielfach mit rothen Granitporphyren verwechselt.

Durch das Auftreten eruptiver, granitischer und porphyrischer Gesteine, welche die Gneisse durchbrechen, wird vor Allem die Eigenartigkeit der Centralmasse der Aiguilles rouges bedingt². In einer Länge von 20 km. durchzieht, am Südostabhang der Aiguilles rouges beginnend, ein nur $\frac{1}{2}$ —1 km. breiter Granitzug das ganze Massiv bis an die Rhône. Dieser Granitzug ist serpentinenartig gewunden, durchschneidet, obwohl er im Grossen und Ganzen lagerartig auftritt, hie und da die Gneissstraten unter spitzen Winkeln und sendet meistens felsit-porphyrische oder aplitische Apophysen in dieselben. GERLACH³ hat diesen Gang in seinem ganzen Verlaufe Schritt für Schritt verfolgt und in ausgezeichneter Weise beschrieben. Die mineralogische Zusammensetzung und der Habitus des Granites sind wechselnd. Am Nordostende des

¹ Das Vorkommen von Anatas in Chlorit wird S. 457 eingehender besprochen werden.

² Vgl. FAVRE, Atlas. Pl. XVII. Fig. 1.

³ Lief. IX der Beitr. zur geol. Karte der Schweiz. p. 14 u. p. 27—32.

Ganges in der Gegend von Van tritt ein feinkörniger typischer Biotitgranit auf. Der Granit in der Umgegend von Valorcine ist überall massig, unregelmässig zerklüftet, besitzt Schalenstructur und besteht aus einem klein- bis mittelkörnigen Gemenge von grauem glasigem Quarz, weissen und grauen Feldspathleisten und broncebraunen Glimmerschuppen. Weisse, seltener graue Feldspathleisten treten oft porphyrtartig hervor. DELESSE¹ beschreibt aus der Umgegend von Valorcine einen zweiglimmerigen Granit, der „grauen Orthoklas und weissen, perlmutterglänzenden oder schwach grünlichen Oligoklas“ enthält. In der Analyse, die DELESSE anführt, sind Magnesia und Alkalien aus der Differenz bestimmt.

In der BERTRAND'schen Suite der hiesigen Sammlung befinden sich mehrere Stücke Valorcinegranit. Das eine, als „Protogin“ bezeichnet, mit der Fundortsangabe „Loriaz“ versehen, stammt wahrscheinlich von oberhalb Les Cicerets, etwas südöstlich von Loriaz. Der granitische Habitus des Gesteins ist unverkennbar. Durch die vollkommen regellose Anordnung der Gemengtheile, durch das massenhafte Auftreten grosser kantengerundeter Quarzkörner ist dasselbe von den typischen Protoginen der Mt. Blanc-Gruppe unterschieden; es erinnert in Structur und Farbe an die Juliergranite. Die grossen Quarzkörner erweisen sich zwischen gekreuzten Nicols als einheitlich, sie sind rissig, zeigen häufig undulöse Auslöschung und führen wie die Quarze der ächten Granite reihenweis angeordnete Flüssigkeitseinschlüsse. Der Feldspath ist theils Orthoklas, theils Plagioklas. Der Glimmer war ursprünglich Biotit, ist aber vollständig in Chlorit umgewandelt, welcher in Flasern das Gestein durchzieht.

Von andern Stücken mit der Fundortsangabe „Valorcine“ ist eines ein typischer Biotitgranit mit accessoriischem Apatit und Zirkon, ein zweites ein Biotit-Muscovitgranit, der sich in nichts von den vereinzelt, in selbstständigen Stöcken auftretenden, zweiglimmerigen Graniten unterscheidet. Mit dem Granit von Remiremont (Westseite der Vogesen) z. B. stimmt er vollständig überein.

¹ Bulletin de la société géol. de France. II Série. Tome VII. 1849—1850. p. 424.

Die Gemengtheile in einem vierten Handstück von Valorcine sind ebenfalls regellos angeordnet, wie in ächt massigen Gesteinen. Grosse Feldspathleisten und glasige Quarzkörner sind die einzigen wesentlichen Gemengtheile. Die Feldspathleisten sind entweder schwärzlich gefärbt und zeigen äusserst lebhaften Perlmutterglanz auf den Spaltungsflächen, oder sie sind von weisser Farbe. Ein Splitter von schwarzem Feldspath wurde beim Glühen auf einem Platinblech über dem Gebläse entfärbt. Es rührt also diese schwarze Färbung, welche der grösste Theil der Feldspathleisten zeigt, von organischen Substanzen her, die in Gestalt trüber Flocken im Dünnschliff die Leisten vollständig überziehen. Auch da, wo die Feldspathsubstanz durch organische Substanzen nicht getrübt ist, lässt sich unter dem Mikroskop in Folge vollständiger Zersetzung nicht entscheiden, ob ein Orthoklas oder ein Plagioklas vorliegt. Das Product der Zersetzung sind zahllose, wirt durcheinander liegende, schwach gelbliche Säulchen, die parallele Auslöschung und oft Querabsonderung zeigen. Es ist anzunehmen, dass Zoisit vorliegt, den CATHREIN¹ als Zersetzungsproduct in Saussuriten gefunden. Mit H^2SiF_6 konnte in den weissen Leisten nur Natrium, in den schwarzen vorwiegend Kalium nebst etwas Natrium nachgewiesen werden. Es scheint also der schwarze Feldspath ein Orthoklas, der weisse hingegen ein Plagioklas zu sein.

Zum Zwecke einer weiteren Untersuchung des weissen Natriumhaltigen Plagioklases wurden Spaltungsstücke parallel den zweideutlichsten Spaltungsrichtungen dünn geschliffen. Das eine Blättchen zeigt Zwillinglamellen, deren Auslöschungsschiefe unter dem Mikroskop gemessen höchstens 3^0 beträgt. Das andere Blättchen lässt an einigen noch nicht ganz von Zersetzungsproducten erfüllten Stellen Spaltungsdurchgänge erkennen und löscht gegen dieselben um 18^0 schief aus. Da es wahrscheinlich ist, dass das Blättchen mit den Zwillinglamellen // P (oP, 001) und das Spaltungsdurchgänge zeigende // M ($\infty P\infty$, 010) geschliffen ist, so stimmen diese Werthe für die Auslöschungsschiefen ganz gut mit den von

¹ A. CATHREIN, Über Saussurit. (Zeitschr. f. Krystallogr. VII. 1883. p. 236.) Dies. Jahrb. 1883. II. 177.

SCHUSTER¹ für den Albit angegebenen überein. Auf M konnte das für den Albit charakteristische Axenbild in Folge der starken Zersetzung des Feldspaths nicht beobachtet werden. Es könnte nach diesem Befunde höchstens noch eine Verwechslung mit Labradorit vorliegen, wogegen der mit Strahlstein übereinstimmende Schmelzbarkeitsgrad (4), die intensive Gelbfärbung der Löthrohrflamme, sowie der mangelnde Kalkgehalt sprechen. Kalk konnte nämlich auch nicht qualitativ nachgewiesen werden, nachdem das feine Pulver des Feldspathes mit concentrirter Salzsäure auf dem Wasserbade 24 Stunden lang digerirt und das Filtrat mit Ammoniak und kohlensaurem Ammoniak versetzt worden war. Da gar keine Fällung entstand, so ist anzunehmen, dass der Feldspath nicht merklich angegriffen worden sei, was mit den Eigenschaften des Albites gut übereinstimmt, weil Labradorit in Pulverform durch Digestion mit Salzsäure stark angegriffen wird.

Der Glimmer ist so spärlich vorhanden, dass er wohl nur als accessorischer Gemengtheil betrachtet werden kann. Es tritt ein grüner und ein brauner Glimmer auf. Losgelöste Blättchen lassen in convergentem polarisirtem Licht einen kleinen Axenwinkel erkennen. Sie sind durchzogen von einem Gitterwerk heller, doppelbrechender, parallel auslöschender Nadeln, die unter 120° (resp. 60°) sich kreuzen. Nach den von ROSENBUSCH und COHEN² angegebenen Methoden konnte auch an ganz kleinen Blättchen Asterismus nachgewiesen werden: es zeigten sich drei breite Strahlen eines sechsstrahligen Sternes. —

Aus diesen wenigen Angaben geht jedenfalls hervor, dass der Granit von Valorcine in seiner ganzen Erstreckung auch als solcher innerhalb seiner Masse viele Abänderungen und nicht, wie man es nach den Beschreibungen von GERLACH annehmen könnte, bloß structurelle Differenzirungen zeigt, die als porphyrische Granitfacies am Rande und in den Apophysen des Hauptganges oder Stockes auftreten; ohne Zweifel aber

¹ SCHUSTER, Über die opt. Orient. der Plag. (TSCHERMAK, Mittheil. III. Bd. 1880. p. 153.) Dies. Jahrb. 1880. II. 8.

² E. COHEN, Zusammenstellung petrographischer Untersuchungsmethoden. Strassburg. März 1884. p. 13.

haben wir hier inmitten der aufgerichteten krystallinischen Schichtgesteine einen mächtigen Gang ächten Granits.

Namentlich am östlichen Rande des Ganges in der Umgebung des Col de Montets wird der Granit von einem Zuge porphyrischer Gesteine begleitet, die aus dem Granit selbst sich allmählig entwickeln. Aus der erwähnten BERTRAND'schen Suite stehen mir zwei Stücke, als Eurit bezeichnet, von Valorcine und aux Ruppes zur Verfügung. In einer grauen, splittigen Grundmasse liegen als Einsprenglinge Quarz, Feldspath und schwarzer Glimmer. Die Zahl der Einsprenglinge, namentlich der Quarzkörner und Feldspathleisten vergrössert sich unter dem Mikroskop bedeutend. Die kleineren Leisten sind gewöhnlich frischer, als die grösseren, und meistens Plagioklas. Die Grundmasse ist mikrokrySTALLIN und enthält in grosser Menge zu Aggregaten vereinigt Muscovit-schüppchen. — Sehr oft werden mit diesen dichten Quarzporphyren andere dichte Gesteine verwechselt und ebenfalls mit Namen wie „Eurit, Petrosilex, Roche de corne etc.“ bezeichnet. Diese „dunklen Schiefergesteine“ (GERLACH) zeigen niemals Einsprenglinge und besitzen ein höheres spezifisches Gewicht als die Glieder der Quarzporphyrreihe; ich fand dieselben auch am Sex des Granges oberhalb Granges, wo sie eng verbunden mit den carbonischen glimmerigen Sandstein- und Conglomeratschichten auftreten. Die mikroskopisch untersuchten Stücke solcher Vorkommnisse von Valorcine und Montets, welche von BERTRAND als Eurit und Petrosilex bezeichnet werden, erwiesen sich theils als feinkörnige Quarz-Hornblende- resp. Strahlsteinschiefer, theils als äusserst feinkörnige, dunkel graugrüne Muscovit-Schiefer.

Während bei Valorcine der Hauptgranitgang der Aiguilles rouges direct mit einem Streifen porphyrischer Gesteine in Verbindung steht, finden sich nach der geologischen Karte der Schweiz auf der Westseite des Brévent, im Thal der Sallenche und am Fuss der Dent de Morcles Porphyrgänge, deren directe Verbindung mit dem Granit nicht nachgewiesen werden konnte. Es ist jedoch kaum anzunehmen, dass sie ihr Dasein einer besonderen Eruptions-Periode verdanken und nicht Apophysen des grossen Granitganges sind. Da diese Gänge alle auf einer dem Hauptgang parallel verlaufenden

Linie auftreten, welche zudem noch auf der Westseite des Gneissrückens des Massivs liegt, so ist nicht daran zu denken, an der Oberfläche eine Verbindung mit dem Granit nachweisen zu können. Die Richtigkeit der Annahme, dass wir es hier in der That mit Apophysen zu thun haben, könnte dadurch gestützt werden, dass man bei genauerer Untersuchung unter den porphyrischen Gesteinen, die sich direct aus dem Granit entwickeln, Abarten finden würde, welche mit denen der einzelnen Gänge vollständig ident wären.

Es sollen nun in Folgendem das Auftreten der Gänge im Thal der Sallenche und im Barthélemi-Tobel besprochen und die betreffenden Gesteine beschrieben werden. Auf eine irgendwie abgeschlossene geognostische Untersuchung muss ich verzichten.

Etwa eine halbe Stunde oberhalb Van d'enhaut, in der Richtung nach Salanfe, traf ich auf der Höhe des Felsenriegels, über den die Sallenche in einzelnen Absätzen stürzt, einen das Bachbett durchsetzenden, am rechten Ufer prachtvoll aufgeschlossenen Porphyrgang, vielleicht denselben, den GERLACH in seiner Karte eingezeichnet hat¹.

GERLACH hat seinen Gang noch weit nach Südwesten am Abhang des Luisin verfolgt; er tritt aber nach ihm nicht einmal ganz an das Ufer der Sallenche, während der von mir beobachtete Gang den Bach überschreitet, in Folge der grossen Widerstandsfähigkeit des Porphyrs einen Wassersturz hervorrufend, und sich, soweit es bei dem herrschenden Nebel möglich war, noch eine Strecke nordöstlich am Gehänge des Salantin verfolgen liess. FAVRE erwähnt den Porphyr nur vom linken Ufer der Sallenche. Es ist sehr wohl möglich, dass mehrere Gänge auftreten. Das Gestein, in welchem der Gang aufsetzt, ist ein zäher compacter Gneiss von grünlicher Farbe, welche durch den aus dem Glimmer entstandenen, durch das ganze Gestein sich verbreitenden Chlorit bedingt ist. Der Feldspath erscheint u. d. M. in vollständig zersetzten Partien; Umrisse, die auf Krystallform deuten, fehlen.

¹ An der Stelle, wo RENEVIER (Carte géologique de la partie sud des Alpes Vaudoises etc. 1875) Porphyr angibt, fand ich keinen Porphyr, wohl aber einen deutlich ausgeprägten, feinkörnigen, rothen Gneiss (Prologine rose).

Die Quarzkörner lösen sich zwischen gekreuzten Nicols in Aggregate auf, die einzelnen Körnchen derselben zeigen die für viele Gneisse charakteristische zackige Begrenzung.

An der untersuchten Stelle ist der Gang etwa 20 m. mächtig, streicht ziemlich genau N—S und fällt ungefähr 70° gegen Osten, während die Gneisschichten, in denen er aufsetzt, unter 70° NW fallen und N 20° O streichen. Das östliche Einfallen des Ganges könnte vielleicht als ein Stützpunkt für die Anschauung gelten, dass derselbe eine Apophyse des weiter östlich sich hinziehenden Granitganges ist. — Die mineralogische Zusammensetzung des Porphyrs innerhalb des Ganges ist eine sehr wechselnde: am Saalband gewöhnlich grau und dicht, wird er gegen die Mitte hin roth und grobkörnig.

Var. I. Das grünlich-weiße Gestein, welches auf beiden Seiten des Ganges in absolut gleicher Ausbildung direct am Contact mit dem Gneiss auftritt, scharf gegen denselben absetzend, besteht aus einer splitterigen, vor dem Löthrohr zu einem weisslichen Email schmelzenden Grundmasse. Als Einsprenglinge in derselben machen sich vor Allem zahlreiche silberweiße, lebhaft glänzende Glimmerblättchen geltend, welche oft scharf hexagonale Umrise zeigen. Die Feldspatheinsprenglinge bilden meistens kleine fleischrothe Körner, selten sind sie durch Krystallflächen begrenzt. Kleine wasserhelle Quarzkörner, die in grosser Menge als Einsprenglinge vorhanden sind, treten weniger deutlich als Feldspath und Glimmer aus der weisslichen Grundmasse hervor.

Die Resultate der mikroskopischen Untersuchung des Gesteins sind folgende:

Die meistens geradlinig begrenzten Quarzeinsprenglinge sind rissig, zeigen Einbuchtungen und Einschlüsse von Grundmasse. Sie enthalten in grosser Menge rundliche und zackige Flüssigkeitseinschlüsse, oft reihenweise angeordnet; auch Glaseinschlüsse konnten nachgewiesen werden. Ausserdem schliesst der Quarz lange, spiessige, schwach gelblich gefärbte Mikrolithe ein, die sich oft radial-büschelförmig anordnen. Da dieselben nicht selten deutliche Querabsonderung zeigen, so könnte man sie vielleicht als Apatit oder Sillimanit deuten. Häufig bemerkt man bei gekreuzten Nicols eine eigenthümliche feine Streifung über die Quarzkörner hinlaufen.

Der Feldspath, meistens schon stark zersetzt, ist theils Orthoklas theils Plagioklas; recht oft sieht man Verwachsungen beider. Die Plagioklase zeigen complicirten Aufbau, indem die Zwillingslamellen sich kreuzen, mitten im Krystall auskeilen oder scharf absetzen. Die Zersetzung der Feldspathsubstanz macht sich durch das Auftreten winziger Glimmerblättchen geltend.

Porphyrtartig hervortretende Glimmerblättchen sind im Dünnschliff nicht zahlreich zu beobachten. Sie erweisen sich als vollkommen unzersetzt und wasserklar.

Mit H^2SiFl^6 konnte nur Kalium in diesem Glimmer nachgewiesen werden; es liegt also ein Kaliglimmer vor, der zu den ersten Ausscheidungsproducten aus dem Porphyrmagma zu gehören scheint, da er häufig Quarz und Feldspath durchsetzt oder sich ganz in denselben eingeschlossen findet.

Die optische Untersuchung zeigt, dass der Glimmer zweiter Art ist. Der Axenwinkel für Natrium-Licht, in Öl gemessen, beträgt $35^{\circ}52'$. Es lässt sich also der Glimmer nur unter die Phlogopite einreihen; er dürfte in optischer Beziehung dem Zinnwaldit noch am nächsten stehen, ein Lithium-Gehalt konnte jedoch beim Glühen einzelner Blättchen im Spectralapparat nicht nachgewiesen werden.

Die Grundmasse setzt sich aus wasserklaren doppelbrechenden Körnern, die wohl Quarz sind, und aus unregelmässig gestalteten schwach gelblichen Glimmerschüppchen zusammen; ob auch Feldspath hinzutritt konnte nicht entschieden werden. Da Glimmer und Quarz ein derart mikrokrySTALLINES Aggregat bilden, dass in demselben die einzelnen Bestandtheile nicht scharf umgrenzt mosaikartig hervortreten, so ist schwer zu entscheiden, ob zwischen den doppelbrechenden Körnern schmale Häute von Glas sich finden oder nicht; grössere Partien isotroper Basis fehlen jedenfalls vollständig.

Var. II. Am westlichen Saalband des Ganges schliesst sich an das soeben beschriebene Gestein eine der Structur nach demselben idente Varietät an, deren Grundmasse aber rothbraun ist und mit einer scharfen Loupe betrachtet feinkörnelt erscheint. Quarz- und Muscovit-Einsprenglinge zeigen hier dieselben Eigenschaften wie im vorhergehenden Gesteinstypus. Der Feldspath hingegen erscheint schon

bei makroskopischer Betrachtung bedeutend frischer, die Krystalle sind nicht roth gefärbt, heben sich scharf, bald lebhaft glasglänzend, bald milchig getrübt aus der rothen Grundmasse ab.

U. d. M. tritt die verhältnissmässig geringe Zersetzung des Feldspathes deutlich hervor; gewöhnlich haben sich nur einige zackig begrenzte Schüppchen eines glimmerartigen Minerals ausgeschieden. Die meisten Durchschnitte zeigen Zwillingstreifung. Orthoklase sind selten. Kieselfluorpräparate ergaben, dass sowohl die glasglänzenden als auch die matten Individuen zu den Natronfeldspäthen gehören, und da weder Calcium- noch Kalium-Salze sich gebildet hatten, so dürfte dieser Feldspath wohl zur Albit-Reihe gerechnet werden. Spaltungsstücke konnten wegen der Kleinheit der Individuen nicht untersucht werden.

Die mit stärkster Vergrößerung erkennbaren Gemengtheile der Grundmasse sind wiederum Quarz, vielleicht auch Feldspath und in grosser Anzahl Glimmerblättchen. Im Ganzen zeigen die einzelnen Individuen ziemlich scharfe Begrenzung und heben sich deutlich hervor, so dass man oft mit annähernder Bestimmtheit eine isotrope Basis nachweisen kann, namentlich da wo Glimmerblättchen unter spitzem Winkel an einander stossen. Die Untersuchung dieser Zwischenklemmungsmasse mit der Brot'schen Quarzplatte lässt es wahrscheinlich erscheinen, dass die Deutung derselben als glasige Basis die richtige sei, obwohl die Möglichkeit einer Verwechslung mit basischen Schnitten von winzigen Quarzkörnern nicht absolut ausgeschlossen ist.

Die rothe Färbung des Gesteins wird durch kleine Schüppchen und Körnchen von roth durchscheinendem Eisenoxyd (Eisenglimmer) bedingt, welche in grosser Menge durch die Grundmasse zerstreut sind. Es ist wohl kaum anzunehmen, dass dieses Eisenoxyd sich als solches, als ursprünglicher Gemengtheil der Grundmasse aus dem Magma ausgeschieden habe. In welcher Form aber das Eisen ursprünglich vorhanden war, lässt sich nicht nachweisen, jedenfalls aber sind die rothen Körnchen nicht das Product einer weiter gehenden Zersetzung des Gesteins. WILLIAMS¹ vermuthet, dass in diesen

¹ G. H. WILLIAMS, Die Eruptivgesteine der Gegend von Tryberg im Schwarzwald. (Dies. Jahrbuch. II. Beilageband. 1883. p. 602.)

roth gefärbten unzersetzten Porphyren das Eisen ursprünglich in Form globulitischer Gebilde vorhanden gewesen sei.

Var. III. An der östlichen Seite des Ganges wurde dieses rothe felsitische Gestein nicht bemerkt. Es wird dort der das Saalband bildende grünliche-weiße Porphy in der Richtung gegen die Gangmitte hin grobkörniger, die Einsprenglinge mehren sich und werden zugleich grösser. Die Grundmasse tritt zurück und erscheint körnig, nicht mehr splittrig. Muscovit als Einsprengling wird hier durch dunkelgrüne glänzende Blättchen eines chloritischen Minerals vertreten. Die Feldspatheinsprenglinge erreichen bedeutende Grösse, oft Carlsbader Zwillinge bildend; sie sind ziegelroth oder milchweiss gefärbt. Quarz erscheint in recht grossen unregelmässig begrenzten Körnern. — Der Übergang von der vollkommen felsitischen Varietät in diese mehr körnige vollzieht sich in einer Zone, die ungefähr ein Meter breit ist. Die vorliegende Gesteinsvarietät bildet in ihrer typischen Ausbildung nur einen schmalen Streifen, indem gegen die Gangmitte hin bald wieder eine andere noch mehr granitische Abart des Porphyrs auftritt.

Die mikroskopische Untersuchung zeigt, dass die grossen, rissigen Quarzkörner in allen Richtungen von reihenweis angeordneten Flüssigkeitseinschlüssen durchzogen sind, ferner finden sich als Einschlüsse Zirkonmikrolithe und Chloritblättchen.

Die noch einigermaßen frischen Feldspatheleisten erweisen sich theils als Orthoklas, theils als Plagioklas; doch lässt sich im Ganzen constatiren, dass das Mengenverhältniss zwischen Plagioklas und Orthoklas sich gegenüber den vorigen Varietäten zu Gunsten des Orthoklases geändert hat. In vielen Fällen aber ist die Zersetzung schon so weit gediehen, dass die Leisten durchaus Aggregatpolarisation zeigen; gewöhnlich haben sich dann grössere Flasern von Muscovit ausgeschieden. — Es wurde ein grosser Orthoklas beobachtet, welcher zwei Orthoklasleisten und einen noch ganz frischen Plagioklas unregelmässig umwachsen hatte.

Die chloritartigen Blättchen zeigen alle parallele Auslöschung und starken Pleochroismus (zwischen dunkelgrün und strohgelb). Basische Blättchen verhalten sich anscheinend

isotrop, zeigen aber in convergentem polarisirtem Licht ein schwaches Öffnen des Interferenzkreuzes beim Drehen des Objecttisches.

Sehr charakteristisch für diesen Chlorit sind Einschlüsse kleiner gelblicher Körner, die immer in grosser Zahl vorhanden sind. Die Formen derselben sind oft unregelmässig, oft aber quadratisch und dann isotrop, auch finden sich spitze Doppelpyramiden oder Combinationsformen von P und oP. Dies alles scheint auf Anatas hinzuweisen. Von Flusssäure werden diese Körner nicht angegriffen und lassen sich deshalb leicht isoliren. Die mikroskopische Untersuchung der isolirten Körner lehrt, dass dieselben zum grössten Theile Anatas sind; an einzelnen Kryställchen konnte u. d. M. der Winkel an der Spitze der Pyramide zwischen zwei gegenüberliegenden Pyramidenflächen zu 44° , der Mittelkantenwinkel zu 136° und der Winkel von Pyramide zur Basis zu 112° gemessen werden, Werthe, die mit den für Anatas angegebenen vollständig übereinstimmen. Ein Versuch den TiO^2 -Gehalt isolirter Körner mit Hülfe der Phosphorsalzperle nachzuweisen, blieb ohne Resultat; allerdings war die zum Versuch verwandte Menge eine sehr geringe. Neben Anatas findet sich in untergeordneter Menge noch Zirkon als Einschluss im Chlorit. — Da Anatas als ursprünglicher Gemengtheil in Eruptiv-Gesteinen nicht bekannt ist, was auch, wie THÜRACH¹ neuerdings besonders hervorhebt, in Folge seines Verhaltens bei erhöhter Temperatur gar nicht zu erwarten ist, so ist derselbe hier augenscheinlich als directes Nebenproduct bei der chloritischen Zersetzung von Glimmer oder Hornblende entstanden. Es liegt kein Grund für die Annahme vor, dass er sich aus Titanmineralien² (Titanit oder Rutil) gebildet habe, welche nach THÜRACH fast ausnahmslos die Muttermineralien für Anatas sein sollen.

Die Elemente der Grundmasse sind gegenüber der Varietät vom Saalband merklich grösser geworden; dieselben bestehen zum grössten Theil aus Muscovit-Fasern, die sich

¹ THÜRACH, Über das Vorkommen mikroskopischer Zirkon- und Titanmineralien in Gesteinen. Würzburg 1884. (Dies. Jahrb. 1885. II. 396.)

² Vgl. auch DILLER, Anatas als Umwandlungsproduct von Titanit etc. (Dieses Jahrbuch. 1883. I. 187.)

oft zu büschelförmigen Aggregaten vereinigen, in welchen die Quarz- und Feldspath-Körner eingebettet liegen. In einer schmalen die Einsprenglinge umgebenden Zone werden die Quarz- und Feldspath-Körner der Grundmasse gewöhnlich etwas grösser und zeigen eine schwache Neigung zu radialer Anordnung, eine Erscheinung, die der Umwachsung von Einsprenglingen durch granophyrische Pseudosphärolithe in vielen Quarz- und Granit-Porphyren analog sein dürfte.

Var. IV. Das Gestein, welches die Gangmitte bildet, überhaupt den grössten Theil des Ganges zusammensetzt, zeichnet sich durch noch ausgeprägteres Vorherrschen der Einsprenglinge gegenüber der Grundmasse aus. Letztere, blassroth gefärbt, erscheint gekörnelt und erhält durch Einlagerung zahlreicher winziger Muscovitschüppchen einen eigenthümlich schimmernden Glanz. Unter den Einsprenglingen treten die bis 2 cm. langen gewöhnlich fleischrothen Feldspathleisten am schärfsten hervor, weitere Einsprenglinge sind grosse kantengerundete Quarzkörner, Schüppchen des grünen chloritartigen Minerals, sowie Blättchen von Muscovit.

Quarz und Feldspatheinsprenglinge zeigen u. d. M. keine Merkmale, welche sie vom Feldspath und Quarz der bereits beschriebenen Varietäten wesentlich unterscheiden. Vereinzelt findet sich mikroperthitische Verwachsung von Orthoklas und Plagioklas. Besondere Erwähnung verdient vielleicht die Beobachtung, dass einmal, wo eine Feldspathleiste sich an ein Quarzkorn anlegt, die Feldspathsubstanz als tiefe schlauchförmige Einbuchtung einzudringen scheint. Diese Erscheinung, wie wir sie gewöhnlich nur für die Grundmasse kennen, stellt hier wohl den denkbar einfachsten Fall mikropegmatitischer Verwachsung von Quarz und Feldspath dar, kann also für einen Beweis gleichzeitiger Ausscheidung dieser beiden Minerale gelten.

Muscovit erscheint im Dünnschliff selten als Einsprengling; sehr häufig sind die oben beschriebenen Anatas führenden Chloritblättchen; doch hat sich in den meisten Fällen der Chlorit noch weiter zersetzt unter Abscheidung opaker Körner. — Accessorisch findet sich als Einsprengling Apatit.

Die Grundmasse hat in dieser Varietät eine vollkommen körnige Structur erlangt, so dass das Gestein als Granit-

porphyr (Mikrogranit) bezeichnet werden muss. Klare, Flüssigkeitseinschlüsse führende Quarz- und getrübte Feldspathkörner heben sich scharf gegeneinander ab. Das Aggregat von Quarz- und Feldspathkörnern wird in allen Richtungen von Muscovitfasern durchzogen, welche sich oft auch zu grössern Partien ansammeln. — Die rothe Färbung des Gesteins wird durch feinvertheilte Körner und Schüppchen roth durchscheinender oder opaker Eisenerze bedingt.

Die Vergleichung der vier untersuchten Gesteinstypen dieses Ganges zeigt in deutlicher Weise, dass ein typischer Granitporphyr von der Gangmitte aus sich nach den Saalbändern hin immer mehr verdichtet und in einen Quarzporphyr übergeht. Ziehen wir nun noch den Umstand in Betracht, dass wir diesen Porphyrgang als eine Apophyse eines Granitstockes ansehen können, so stimmen die betrachteten Verhältnisse ganz mit denen des Bodeganges, jener Apophyse des Ramberggranites im Harz überein, die LOSSEN¹ ausführlich bespricht. Beim Bodegang ist jedoch die Zone der dichten, felsitischen Gesteine verhältnissmässig eine breitere. LOSSEN erwähnt auch als Analogon das vorliegende Vorkommen; ähnliche Verhältnisse sind von ROSENBUSCH² aus den Vogesen beschrieben worden. — Der Porphyrgang von Van d'enhaut zeigt zwar auf dem einzigen untersuchten Querschnitt nicht eine vollständige Symmetrie, indem wir auf der Westseite desselben eine Varietät des Saalbandgesteines finden (Var. II), die auf der Ostseite fehlt und umgekehrt auf der Westseite kein Analogon der in der östlichen Hälfte auftretenden Var. III entdecken konnten, der einzigen Abart, welche frei von weissem Glimmer ist. Es ist indess wohl unstatthaft, dieser jedenfalls nur geringen Störung der Symmetrie grössere Bedeutung zuzumessen, so lange nicht noch mehr Profile desselben Ganges untersucht sind.

Der reissende Bergbach St. Barthélemi wälzt aus einer tiefen Schlucht, welche die Grenze zwischen dem Gebiet der

¹ LOSSEN, Der Bodegang im Harz. (Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1874. p. 856.)

² ROSENBUSCH, Steiger Schiefer. p. 230. (Abhandl. zur geol. Spez.-Karte von Els.-Lothr. Bd. I. Heft II.)

krystallinischen Schiefer und der Sedimente bezeichnet, ungeheure Trümmernmassen hervor und baut aus denselben den riesigen Schuttkegel auf, welcher, weit ins Rhonethal sich hinaus schiebend, Fluss, Strasse und Eisenbahn zwingt, einen weiten Bogen bis hart an das gegenüberliegende steile Thalgehänge zu machen. Unter den bei La Rasse umherliegenden Blöcken finden sich nicht selten rothe, graue und grünliche Porphyre in den verschiedensten Structurformen.

Am Fussweg, der am östlichen Thalgehänge in die Schlucht hinein nach Norlot (Nortot nach der Karte von RENEVIER) führt, stehen continuirlich krystallinische Gesteine an, die im Allgemeinen N30O streichen und steil nach NW einfallen. Das System derselben muss von einer gewissen Anzahl von Porphyrgängen durchzogen sein; denn überall findet man am Wege und im Walde vereinzelte Blöcke des bekannten Gesteins. Nachdem ich etwa eine halbe Stunde in die Schlucht hineingestiegen, traf ich auf einen 8 m. mächtigen Porphyrgang, der saiger stehend ein Streichen von N 6° W zeigt, also die Schichten der krystallinischen Schiefer durchschneidet. Das Gestein, in welchem dieser Gang aufsetzt, ist ein schief-riger Gneiss. Tombackbraune, glänzende Glimmerblättchen treten in parallelen Lagen auf. U. d. M. erweisen sich dieselben schon stark zersetzt, sie fasern gewöhnlich am Rande aus und gehen in chloritische Substanz über. Die Quarzkörner lösen sich zwischen gekreuzten Nicols in kleinkörnige Aggregate auf, der Feldspath scheint vorwiegend Plagioklas zu sein.

Das Ganggestein ist scharf von diesem Gneiss getrennt. Das Gestein, welches die Saalbänder bildet, hat viel Ähnlichkeit mit der felsitischen Varietät I des Ganges von Van, abgesehen von seiner mehr dunklern grauen Färbung. Die Feldspatheinsprenglinge zeigen Glasglanz. U. d. M. erweist sich fast sämmtlicher Feldspath als Plagioklas, wie in Var. I. Die Quarzeinsprenglinge enthalten in grosser Menge Flüssigkeitseinschlüsse, lange spiessige, an Apatit oder Sillimanit erinnernde Mikrolithe mit Querabsonderung, sowie einzelne Zirkonkryställchen.

Auch hier ist ein heller Glimmer charakteristischer Einsprengling; er tritt sowohl frei in der Grundmasse als auch

in allen andern Einsprenglingen als Einschluss auf; häufig setzen einzelne Glimmerleisten aus der Grundmasse in Quarzkörner hinein.

Ganz vereinzelt finden sich Chloritblättchen, sowie Calcit als Einsprengling.

In der Grundmasse kann man mit starker Vergrößerung zahlreiche Glimmerschüppchen erkennen, die wohl den Hauptgemengtheil derselben ausmachen. Vereinzelt hervortretende unregelmässig begrenzte wasserklare Körner lassen sich wohl als Quarz deuten, im Übrigen aber ist die Grundmasse kryptokrystallin, d. h. man erkennt wohl, dass ein krystallines Aggregat vorliegt, die einzelnen Bestandtheile desselben lassen sich aber weder ihrer Natur nach bestimmen noch überhaupt räumlich scharf begrenzen.

Das Gestein der Gangmitte entspricht in seiner makroskopischen Structur ganz gut der Var. III des Ganges von Van, die Feldspathleisten sind gewöhnlich etwas grösser und stets weiss, die Grundmasse ist graulich-grün gefärbt. U. d. M. zeigen die Einsprenglinge: Quarz, Feldspath, Muscovit und Chlorit dieselben Merkmale wie in den analogen Varietäten des beschriebenen Ganges. Im Dünnschliff sammeln sie sich oft an einzelnen Stellen an, wo sie wirt durcheinander liegend ein grobkörniges Aggregat bilden. Die Muscovitleisten dieser Aggregate sind häufig gebogen, schmiegen sich den Quarz- und Feldspathkörnern an oder durchsetzen dieselben.

Die Structur der Grundmasse erscheint bei starker Vergrößerung mikrokrystallin, aus Quarz und Glimmer der Hauptsache nach bestehend, ob noch Feldspath hinzutritt, könnte nicht sicher entschieden werden.

Da dieser Gang in seinem Querschnitte nicht so schön aufgeschlossen ist wie der zuerst beschriebene, so konnten nur die zwei Varietäten beobachtet werden. Von rothem Porphy sah ich keine Spur. Auch hier zeigt sich, dass der Porphy vom Saalband nach der Gangmitte hin grobkörniger, ärmer an Grundmasse, reicher an Orthoklas wird.

In der Tiefe des Tobels gegenüber dem mittlern der drei Bäche, die zwischen Mex und Norlot von Westen her sich in den Barthélemi-Bach ergiessen, erscheint ebenfalls Porphy

und zwar in mächtiger Ausdehnung. Schlechte Aufschlüsse, sowie ein Schneegestöber machten eine genaue Untersuchung dieses Vorkommens unmöglich. Alle die in Obigem beschriebenen Porphyrvarietäten fand ich hier anstehend ohne ihr gegenseitiges Lagerungsverhältniss noch dasjenige des Porphyrs zu den krystallinischen Schiefern klarlegen zu können.

Mitten zwischen den Porphyren erscheint hier plötzlich ein braunrothes fast dichtes weiches Gestein, das vollständig zertrümmert ist. Es besitzt dieses merkwürdige Gestein ganz den Habitus massiger Gesteine und lässt sich seinem äussern Ansehen nach mit Glimmersyeniten vergleichen, wie sie COHEN¹ als minetteartige Gesteine aus dem Odenwald (Steinbruch von Rohrbach, Hessen) beschrieben hat. — Ich bin absolut zweifelhaft, ob ich dies Gestein als eine neue Differenzirung des Porphyrs oder als einen selbstständigen Gang in demselben auffassen soll.

Makroskopisch erkennt man, dass das Gestein, welches in allen Richtungen von schmalen Calcitadern durchzogen wird, zum grössten Theile aus einem feinkörnigen Gemenge von röthlich-violettem Feldspath und winzigen Glimmerblättchen besteht; in demselben treten überall Flecken eines dunkelgrünen chloritartigen Minerals auf.

U. d. M. lässt sich sofort die hochgradige Zersetzung erkennen. Die Gemengtheile zeigen die für massige Gesteine charakteristische regellose Anordnung. Ob die schmalen kurzen Feldspathleisten dem Orthoklas oder dem Plagioklas zugerechnet werden müssen, konnte nicht sicher entschieden werden, doch zeigen auch die verhältnissmässig noch frischen Leisten keine Zwillingsstreifung und häufig parallele Auslöschung.

Der Glimmer bildet ähnlich wie der Feldspath kurze schmale Leisten, die braun gefärbt sind, lebhaften Pleochroismus zeigen und gewöhnlich in grosser Menge opake Körner einschliessen. Die chloritartigen Zersetzungsproducte verbreiten sich als feine Häutchen durch den ganzen Schliff, bilden aber auch grössere lichtgrüne Blättchen, in denen zerstreut opake oder gelbliche Körner liegen, deren Formen an

¹ BENECKE u. COHEN, Geognostische Beschreibung der Umgegend von Heidelberg. p. 176.

Anatas und Zirkon erinnern. Beim Behandeln des Schliffes mit heisser Salzsäure wird der Glimmer gebleicht ohne seinen Pleochroismus zu verlieren. Der Chlorit wird natürlich weggeätzt, die opaken und gelblich durchscheinenden Körner bleiben unangegriffen.

Die kleinen Quarzkörner, die sich nicht selten zwischen den andern Gemengtheilen eingestreut finden, sind wohl als secundäre Bildungen aufzufassen; jedenfalls ist Quarz nur ein durchaus accessorischer Bestandtheil des Gesteins.

Durch die mikroskopische Untersuchung wird also die schon makroskopisch hervortretende Übereinstimmung unseres Gesteins mit Glimmersyeniten (Minetten) vollständig bestätigt.

Wenn auch der Gedanke, dass diese Minette nichts wie eine weitere Differenzirung des Porphyrs wäre, nicht absolut zu verwerfen ist, so möchte ich doch, soweit die vorliegenden Untersuchungen überhaupt irgend eine Annahme erlauben, eher einen den Porphyр durchbrechenden Minettegang annehmen, ein Verhältniss, das FOURNET und DROUET¹ in der Umgebung von St. Laurent und Romanèche in dem Departement der Loire und der Saône ebenfalls beobachtet haben.

Minette ist aus dem ganzen Gebiet der Centralalpen noch kaum bekannt. FOURNET² soll im Val d'Annivier (Wallis) einen Minettegang entdeckt haben. Da Minettegänge die Eigenthümlichkeit besitzen, da, wo sie einmal auftreten, sich in grosser Menge zu zeigen, so ist zu hoffen, dass eine genauere Untersuchung der ganzen Gegend noch mehr ähnliche Bildungen zu unserer Kenntniss bringen wird, vorausgesetzt, dass das beschriebene Gestein wirklich ein minetteartiges ist.

Nach RENEVIER setzt gleich am Anfang des Barthélemi-Tobels, die Basis der Sedimente bildend, ein ziemlich breiter Streifen carbonischer Schichten auf die Ostseite desselben über und lässt sich bis auf die Höhe des Col du Jora meistens auf der rechten Seite des Baches verfolgen. Bei Norlot soll ein porphyрähnliches Gestein anstehen (pétrographiquement tout-à-fait un porphyre), welches RENEVIER³ als carbonisches

¹ Vgl. ZIRKEL, Petrographie. Bd. I. p. 605.

² Vgl. ZIRKEL, Petrographie. Bd. I. p. 606.

³ RENEVIER, Notice sur ma carte etc. p. 14.

Conglomerat ansieht (comme une simple variété bréchiforme du poudingue carbonifère). Auf der Stelle, wo nach der Karte dies Gestein vorkommen soll, fand ich keinen Porphyr. Ich möchte überhaupt annehmen, dass im Barthélemi-Tobel, wie auf Blatt XVII der geologischen Karte der Schweiz angegeben ist, die krystallinischen Schiefer das ganze Ostgehänge einnehmen, und dass die Porphyrgesteine gangförmig in demselben aufsetzen, also mit carbonischen Bildungen nichts zu thun haben. Ganz übereinstimmend mit den Verhältnissen im Barthélemi-Tobel enthält nach RENEVIER auf der gegenüberliegenden Seite des Rhônethales das Carbon an der Basis der nach Westen einfallenden Kalkwand des Tête de l'Oulivaz unterhalb Moreles bei Tsinsant ebenfalls porphyrartige Sandsteinvarietäten (grès bréchiforme rouge). Nach meinem Befunde sind hier die Carbonschichten wenig mächtig als schwarze Schiefer entwickelt und liegen, concordant mit Rauchwacke und Jura, discordant auf den N20°O streichenden und 70° nach Osten einfallenden Schichten der krystallinischen Schiefer, die hier meistens feinkörnig und glimmerarm sind. An der Stelle, wo sich das porphyrähnliche carbonische Conglomerat finden soll, gehen dieselben jedoch in einen rothen ziemlich grobkörnigen, glimmerarmen Gneiss (Protogine rose) über. Schon STUDER¹ deutet dieses rothe Gestein, sowohl hier wie oberhalb Outre-Rhône — etwas weiter östlich ebenfalls am Südfuss der Dent de Morcles — in gleicher Weise „als eine Abänderung des herrschenden Gneisses“.

Nach GERLACH stimmen die am Brévent in Gängen auftretenden Porphyre in Beziehung auf die mineralogische Zusammensetzung mit den beschriebenen Gesteinen von Van d'enhaut resp. Salanfe überein. Eine Besprechung dieser Vorkommnisse muss ich mir ebenfalls für spätere Untersuchungen vorbehalten.

Bei einem Vergleiche der Ganggesteine von Salanfe und des Barthélemi-Tobels mit dem Windgällenporphyr fällt es sofort in die Augen, dass die verschiedenen Differentiationsformen des eruptiven Gesteinskörpers von der Mitte gegen die peripherischen Theile hin bei beiden Porphyren sich

¹ STUDER, Geol. d. Schweiz. Bd. I. p. 162.

vollständig entsprechen. Geradeso wie beim Porphyry der Windgälle sind bei diesen Gängen die Granitporphyre des Centrums mit den Quarzporphyren des Saalbandes nicht durch eine vollständig kontinuierliche Reihe verbunden, beide Gesteinsabänderungen bilden vielmehr auch hier je eine in sich mehr oder weniger geschlossene Gruppe.

In mineralogischer und structureller Hinsicht unterscheiden sich die beiden beschriebenen Porphyre in einigen nicht unwesentlichen Punkten. Die Granitporphyre der Granitapophyse führen auch im Centrum des Ganges reichlich Quarzeinsprenglinge, welche den Mikrograniten der Windgälle fast vollständig fehlen. Während in den Granophyren der Windgälle Orthoklas gegenüber Plagioklas vorherrscht, in den Mikrograniten aber Plagioklas mindestens ebenso häufig wie Orthoklas auftritt, ändert sich bei den Gangporphyren des Aiguilles rouges-Massivs das Verhältniss der Feldspäthe von der Mitte gegen das Saalband hin gerade umgekehrt zu Gunsten des Plagioklases: die Varietäten der Gangmitte führen vorzugsweise Orthoklas, jene der Saalbänder vorzugsweise Orthoklas.

Durch das Auftreten von Kaliglimmer charakterisiren sich die Walliser Porphyre gegenüber dem Windgällenporphyry als Ganggesteine, welche letzterem hingegen Granophyr- und Fluidalstructur namentlich in seinen peripherischen Theilen eigenthümlich sind.

Die Verschiedenheit der beiden besprochenen Porphyre ist jedenfalls derart, dass wir kaum eine analoge Art der Entstehung beider annehmen dürfen.

Aus dem Centralmassiv des Mont Blanc, welches in enger Verbindung mit der Aiguilles rouges-Gruppe steht, werden ebenfalls von mehreren Punkten Porphyre erwähnt, so von Montanvert am linken Ufer des Glacier des Bois bei Chamonix.

Äusserst interessant ist der ganze Südostrand des Massivs von Vence, westlich von Sembrancher bis zum Col de Ferret¹. Es schliesst sich hier ohne scharf ausgeprägte Grenzlinie an den Protogingranit eine Zone von porphyrischen Gesteinen an, die namentlich in ihrer Beziehung zu den N 20° O streichenden und 70° SO fallenden jurassischen Kalken des Thales

¹ Vgl. GERLACH, Lief. IX der Beitr. z. geol. Karte der Schweiz.

der Dranse de Ferret manche Übereinstimmung mit den Lagerungsverhältnissen zwischen Porphyr und Sedimenten an der Windgälle zeigen. Oberhalb Praz de Fort greift der Porphyr auf kurze Strecke knieförmig über die schwarzen jurassischen Schiefer hinweg, ferner beobachtet man stellenweise an der Grenze zwischen Porphyr und Kalk Conglomeratbänke, gebildet aus abgerundeten Porphyrgeröllen, welche durch Kalk cementirt sind.

Nur genaue geologische Aufnahmen mit Hilfe der neuen topographischen Karte 1 : 50 000 verbunden mit eingehenden petrographischen Untersuchungen, können die Natur dieser Differenzirungen von Protogin, Gneiss und Porphyr feststellen. Erst dann kann man versuchen Fragen nach der Genese dieser Gesteine zu beantworten.

Anhang. Unter den erratischen Blöcken, welche im Verbreitungsgebiet des alten Rhône-gletschers im Kt. Aargau vorkommen, sollen sich nach F. MÜHLBERG¹ röthliche und graue Felsitporphyre finden, ähnlich denjenigen, wie sie „in der Umgegend der Pissevache“² im Wallis auftreten. Stücke des grössten dieser Blöcke, welcher auf dem Hungerberge bei Aarau die Gedenktafel für „Vater Meier“ trägt, verdanke ich der Freundlichkeit von Hrn. MÜHLBERG. Man könnte geneigt sein das vorliegende Gestein mit dichten felsitischen Porphyren in Beziehung zu bringen, wie wir sie aus der Umgegend von Valorcine kennen gelernt haben²; es unterscheidet sich jedoch schon makroskopisch von denselben durch den Mangel an Einsprenglingen und durch seine fettig graulich-grüne Färbung. U. d. M. erweist sich das Gestein der Hauptsache nach als ein feinkörniges Gemenge von Quarz und Feldspath. Wenn auch einzelne grössere Quarz- oder Feldspathindividuen hervortreten, so lässt sich doch in keiner Weise eine porphyrische Structur, d. h. ein Gegensatz zwischen Grundmasse und Einsprenglingen erkennen. In grosser Menge treten grüne glimmerartige Zersetzungsproducte, auch Epidot

¹ F. MÜHLBERG, Die erratischen Bildungen im Aargau. (Festschrift der aargau. naturf. Gesellsch. 1869. p. 138.)

² An der Pissevache selbst und in unmittelbarer Nähe derselben finden sich nur Granite und Gneisse in verschiedener oft ganz feinkörniger Ausbildung.

auf, durch welche die grüne Farbe des Gesteins bedingt ist. — Alle diese Charaktere weisen darauf hin, dass das Gestein dieses erratischen Blockes zu jenen dichten Gliedern der Reihe krystallinischer (metamorphischer) Gesteine gehört, die ja gerade am Ostrande der Aiguilles rouges-Masse so häufig vorkommen. Die Herkunft desselben lässt sich allerdings nicht so genau bestimmen, wie wenn ein typischer Porphyrvorkommen vorläge.

In der Kiesgrube auf der Suhrfeldterrasse¹ fand ich übrigens unter den Geröllen, in welchen die erratischen Blöcke von Arkesin und Arollagneiss stecken, mehrfach porphyrische Gesteine, welche mit den hier beschriebenen von Salanfe und aus dem Barthélemi-Tobel genau übereinstimmen.

III. Theil.

Porphyre in Graubünden.

Während in orographischer und geologischer Beziehung eine vollkommene Analogie der beiden Centralmassen des Finsteraarhorns und der Aiguilles rouges, in welchen die beiden bis jetzt besprochenen Porphyre auftreten, leicht zu erweisen war, bildet das Gebiet des Bernina, aus welchem ich noch ein Porphyrvorkommen kurz besprechen möchte, einen eigenartigen Typus in dem Kettengebirge der Centralalpen. — Massige Gesteine erheben sich hier in grossen selbstständig auftretenden Gebirgsmassen, aus einem Mantel älterer und jüngerer krystallinischer Gesteine sowie sedimentärer Ablagerungen der Trias- und Lias-Zeit empor. Die Frage nach der Entstehung dieser massigen Gesteine ist noch eine schwebende. Es steht blos so viel fest, dass die Granite des Julier und Bernina in ihren vielen Abarten ächt massig entwickelt sind, und dass noch kein absolutes Criterium anzugeben ist, welches sie petrographisch von eruptiven Graniten unterscheidet. Mögen nun auch diese Gesteine einst als eruptive Massen emporgedrungen sein, so sind sie doch erst lange nach ihrer Entstehung zugleich mit den geschichteten krystallinischen Gesteinen und sedimentären Formationen zu ihrer jetzigen Höhe als passive² Gebirgsmassen emporgehoben worden.

¹ Vgl. MÜHLBERG, Die heutigen und früheren Verhältnisse der Aare bei Aarau. (Programm der aargauischen Kantonsschule. 1885.)

² SUSS, Entstehung der Alpen. p. 10.

Im Gebiete des Berninà nun finden sich Porphyre, welche als Abänderungen der granitischen Gesteine der Centralmassen zu betrachten sind; es gehören hierher z. B. die Tschierva-, Montpers- und Serlaporphyre von G. VOM RATH¹.

Besonderes Interesse beanspruchen aber diejenigen Porphyre, welche wohl als selbstständige Massen von jüngerem Alter gang- oder stockförmig in den jüngern krystallinen Schiefern (Casannaschiefern) oder in Verrucano aufsetzen. Etwas oberhalb der Berninahäuser wird das Thal der Bernina von einer einseitigen spitzen Mulde durchquert, die aus Lias, Rhät, Hauptdolomit, unterer Trias und Verrucano besteht, wie neuerdings DIENER² nachgewiesen hat, während THEOBALD³ hier eine symmetrisch ausgebildete Mulde annimmt. Dieser Streifen mesozoischer Ablagerungen zieht sich, im Piz Alv culminirend, vom Westabhange des Piz d'ìls Leis bis in die Val d'Arlus hinauf und bildet in seiner nördlichen Fortsetzung am rechten Abhang der Val del Fain den Pischakamm. Er wird von Casannaschiefern umgeben, die nach der mikroskopischen Untersuchung aus Quarzkörneraggregaten und grössern Partien von Schüppchen eines hellgrünen glimmerartigen Minerals bestehen, in welchen vereinzelt Epidotkörner liegen. Gewöhnlich in der Nähe der mesozoischen Sedimente werden diese Schiefer von Porphyren durchbrochen, die oft unmittelbar an Verrucano oder triadische Rauchwacke anstossen. In dieser Weise finden sich Porphyrgänge, in ihrer Streichrichtung dem Streichen der Sedimente folgend, auf beiden Seiten des Heuthales, bei den Hütten von La Stretta über den Thalgrund setzend, ferner in der Val d'Arlus, am Piz della Stretta und im Plaun da Vaccas auf der Südseite der Fuorcla della Stretta. THEOBALD erwähnt, dass im centralen Theile der Gänge der Porphyr krystallinisch und granitartig wird, am Rande hingegen dicht ist. — Die beiden zu dieser vorläufigen Untersuchung benutzten Stücke habe ich letzten Herbst auf der rechten

¹ G. v. RATH, Geognostische Bemerkungen über das Berninagebirge in Graubünden. (Zeitschr. der deutsch. geol. Ges. Bd. IX. p. 258.)

² Dr. C. DIENER, Die Kalkfalte des Piz Alv in Graubünden. (Jahrbuch der geol. Reichsanstalt. 34. Bd. H. II. 1884. Dies. Jahrb. 1886. I. 65.)

³ THEOBALD, Beiträge zur geol. Karte der Schweiz. 3. Lief. 1866. p. 188 ff.

Seite des Heuthales oberhalb der Hütten von La Stretta geschlagen.

Das Gestein vom mittlern Theil des Ganges ist äusserst hart und zähe. Es besteht aus einem im Ganzen gleichkörnigen Gemenge von carminrothen, ca. 3 mm. langen Feldspathleisten und weisslichen Quarzkörnern. Namentlich auf den Klufflächen, aber auch unregelmässig durch das ganze Gestein sich verbreitend, treten grünliche Flecken eines chloritartigen Zersetzungsproductes auf. Einzelne Drusenräume sind mit rostigen Zersetzungsproducten und kleinen secundären Quarzkryställchen erfüllt.

Der Feldspath, dessen rothe Färbung durch feinvertheilte, äusserst kleine, carminrothe Körnchen von Eisenoxyd verursacht wird, zeigt fast durchweg Zwillingsstreifung. Der Quarz enthält in grosser Menge äusserst winzige, reihenweis angeordnete Einschlüsse, die wohl als Flüssigkeitseinschlüsse gedeutet werden müssen, da ihre Umrandung für Glas zu stark und für Gas zu schwach hervortritt und in grössern Einschlüssen vereinzelt bewegliche Libellen gesehen wurden.

Die vollkommen regellose, körnige Structur tritt u. d. M. deutlich hervor. Quarz und Feldspath zeigen selten regelmässige Begrenzung, sie greifen in der Regel mit ihren ausgezackten Rändern in einander ein; unvollkommen ausgebildete zerbrochene Feldspathleisten schliessen grössere Quarzkörner ein, oder es durchsetzt Feldspathsubstanz als schmaler gewundener Streifen einheitliche rissige Quarzkörner. Quarz und Feldspath stehen also in diesem Gestein in Beziehung auf ihre Association in einem Verhältniss, das mit pegmatitischer Verwachsung viel Ähnlichkeit hat und auf gleichzeitige Bildung dieser beiden Hauptgemengtheile hinweist.

Quarz und Feldspath zeigen morphologische Eigenschaften, die als Druckwirkungen zu deuten sind: die Zwillingslamellen des Plagioklases sind häufig verbogen, der Quarz zeigt undulöse Auslöschung, über das ganze Individuum hinlaufende Streifensysteme und in basischen Schnitten ein gestörtes Axenkreuz.

Zwischen den grössern Mineralkörnern finden sich häufig Partien, welche aus mikropegmatitisch verwachsenem Quarz und Feldspath bestehen. Wo Einsprenglinge in solche Par-

teen eingebettet sich finden, zeigen die winzigen mit einander verwachsenen Individuen derselben Neigung zu radialstenglicher Anordnung.

Da ein basischer Gemengtheil jedenfalls nur in ganz untergeordneter Weise vorhanden war, worauf die im Dünnschliff vereinzelt auftretenden Häute von Chlorit und Eisenoxydhydrat hinweisen, und da eine Grundmasse fehlt, wenn wir nicht die zwischen den grossen Körnern liegenden Parteen von Mikropegmatit als eine solche betrachten wollen, so könnte dies Gestein wohl als ein plagioklasreicher Aplit bezeichnet werden, in welchem Quarz und Feldspath grösstentheils mikropegmatitisch verwachsen sind.

Am äussern Theil des Ganges erlangt nun das Gestein einen vollkommen porphyrischen Habitus. Die violett-rothbraune Grundmasse besitzt in deutlicher Ausbildung variolithische Structur, indem in grosser Zahl tief rothbraune Kügelchen deutlich hervortreten. Als Reste eines basischen Gemengtheiles erscheinen braune oder dunkelgrüne Substanzen, in feinen Fasern zwischen den variolitischen Körnern der Grundmasse sich verbreitend; seltener sammeln sich dieselben zu grössern schmutzig-grünen Putzen an.

Wenig zahlreich und auch nie bedeutende Grösse erreichend treten Quarzkörner und ganz vereinzelt Feldspathleisten als Einsprenglinge hervor. Nach der mikroskopischen Untersuchung ist der Feldspath theils Plagioklas, theils Orthoklas. Die Quarzeinsprenglinge sind meistens Dihexaëder, u. d. M. erscheinen sie rissig, zeigen Streifensysteme und Einbuchtungen von Grundmasse; sie führen in grosser Menge Flüssigkeitseinschlüsse.

Mit schwacher Vergrösserung erkennt man, dass die Grundmasse zum grössten Theil aus mehr oder weniger regelmässigen rundlichen Pseudosphärolithen besteht, die oft recht scharf durch einen Kranz opaker Körner begrenzt sind. Sie zeigen zwischen gekreuzten Nicols ein Interferenzkreuz in mehr oder minder grosser Schärfe und Vollkommenheit. Häufig liegt in ihrem Centrum ein Quarz- oder Feldspathkorn.

Schon in gewöhnlichem Licht lässt sich bei starker Vergrösserung die verschiedene Natur der diese Sphärolithe zu-

sammensetzenden radial verlaufenden Fasern erkennen. Klar durchsichtige Partien lassen sich als Quarz, andere mehr getrübt als Feldspath deuten; auch Mikrofelsit scheint einen grossen Theil der Sphärolithe zu bilden.

Die Lücken zwischen den Pseudosphärolithen füllen eine mikrokrySTALLINE Grundmasse und netzartig durch das ganze Gestein sich verbreitende Fasern grüner Substanzen aus, die nicht genau bestimmt werden konnten und beim Digeriren des Schliffes in Salzsäure auf dem Wasserbade nicht angegriffen werden. Sie zeigen Aggregatpolarisation und enthalten einige grössere dunklere Körner (Epidot oder Titanit).

Das Gestein ist ein schöner typischer Granophyr im Sinne von ROSENBUSCH¹.

Wir finden also hier vom Centrum einer Porphyrmasse nach ihren äussern Theilen hin einen Übergang krystallinisch körniger Gesteine (Aplit) zu dichtern (Granophyr), ein Verhältniss, wie es HARADA² eingehend bei der Beschreibung der rothen Porphyre von Lugano verfolgt hat, wie wir es auch beim Windgällenporphyr gefunden haben.

Noch an verschiedenen Orten in Graubünden finden sich Porphyre, die als Gänge oder Stöcke in Verrucano- und Casannaschiefer aufsetzen.

Ich erwähne die von THEOBALD³ aufgeführten, den Verrucano durchbrechenden Porphyre von Bellaluna, an der Albulastrasse, vom Sandhubel, oberhalb Wiesen, und vom Kummerhubel an der Mayenfelder Furka, sowie den Porphyr vom Piz Cornet, der in Verbindung mit einem schmalen Streifen von Verrucano, Casannaschiefer und Gneiss mitten in einer grossen Masse von Hauptdolomit erscheint.

In analogen Lagerungsverhältnissen treten ausserhalb der grossen granitischen Centralmassive namentlich im Unterengadin und Prätigau vereinzelt Granitstöcke auf, deren Gestein in den meisten Fällen Juliergranit sein soll.

Um die Beziehung dieser sporadisch auftretenden Porphyre und Granite zu einander zu erkennen, ist es vor Allem nothwendig ihr Alter genau zu bestimmen. Sind die

¹ Vgl. ROSENBUSCH, Steiger Schiefer. p. 344.

² HARADA, Das Luganer Eruptiv-Gebiet. (Dies. Jahrb. Beil.-Bd. II.)

³ Beiträge z. geol. Karte der Schweiz. II. 1863.

Porphyre, wie es den Anschein hat, jünger als die Granite, so können sie eine selbständige geologische Stellung beanspruchen.

Ein Vergleich des Windgällenporphyrs mit diesen in Verrucano oder ähnlichen Bildungen selbstständig auftretenden Porphyren würde dann also zu einer ganz andern Auffassung desselben führen, als wenn wir ihn nach Analogie der Porphyre des Aiguilles rouges-Massivs als Granitapophyse deuten wollten.

Oro- u. hydrographische Karte des TRANSVAALGEBIETES

entworfen u. gezeichnet von

D^r. A. Rehmann.

Maßstab 1 : 3,700 000.

Die Höhen in Metern

— D^r. Rehmann's Route.

