II

250547

380

Reg. Prot. № 980

SEPARAT-ABDRUCK

AUS

TSCHERMAK'S

1.6. 1917

MINERALOGISCHEN UND PETROGRAPHISCHEN

MITTHEILUNGEN

XV. Band, 1895.

HERAUSGEGEBEN

VON

F. BECKE.

ALOIS SIGMUND. DIE BASALTE DER STEIERMARK.

WIEN,

ALFRED HÖLDER,

K. U. K. HOF- UND UNIVERSITÄTS-BUCHHÄNDLER,

ROTHENTHURMSTRASSE 15.

II

250.547

XVIII. Die Basalte der Steiermark.

1. Das Basaltgebiet von Klöch.

Von Alois Sigmund.

(Mit 1 Kartenskizze und 2 Textfiguren.)

Einleitung.

Südlich vom Basaltrücken des Hochstraden, zwischen dem St. Aigener Bache und dem die steirisch-ungarische Grenze bildenden Kutschenitza-Bache erhebt sich inselartig aus der Murniederung bei Halbenrain das Klöcher Bergmassiv.

Es besteht der Hauptsache nach aus zwei unter einem fast rechten Winkel divergirenden Bergzügen: einer von Osten nach Westen streichenden Kette flacher Kuppen — dem Seindl (424 Meter), Finsterlberg (Karte: *Fi. B.*) und Zahrerberg (Karte: *Za. B.*) — und einem breiten, $2\frac{1}{2}$ Kilometer langen, schliesslich zur domartigen Kuppe des Kindsbergkogels (459 Meter) anschwellenden Rücken, der vom Ostende jener Reihe nach Nordnordwest verläuft und daher mit ihr eine nach Westen offene Bucht einschliesst. Diesem Rücken ist gegen Osten ein paralleler, welcher auf seinem Südende die Klöcher Burgruine trägt, vorgelagert; zwischen beiden windet sich eine Schlucht, die Klause. Wie ein Wall schliesst endlich der Hohenwart (388 Meter) das Massiv gegen Osten ab.

Ein basaltisches Gestein bildet die Hauptmasse dieser Berge, es lagert in einem Tuffbecken, welches ringsum von neogenen Schichten umgeben ist.

Laub- und Nadelwälder bedecken den grössten, insbesondere den centralen und nach Norden gekehrten Theil des Gebietes, während die südlichen, südwestlichen und südöstlichen Abhänge seit alten Zeiten mit Reben bepflanzt sind, welche vornehmlich an den Stellen, wo noch die Reste von Schlackenhitzen vorhanden sind, einen vor-

trefflichen Weisswein liefern. Die Aufschlüsse sind daher nur auf die wenigen Stellen beschränkt, wo Steinbrüche in den Tuffen und im Basalte zur Gewinnung von Bausteinen und Strassenschotter angelegt sind.

UMGEBUNG VON KLÖCH.

Ueber dieses Gebiet liegen von folgenden Autoren Berichte vor:
 Andra e¹⁾ constatirte Schlackenmassen auf dem Kindsbergkogel
 und Seindl, die peripheren Tuffe und den nach seiner Ansicht von diesen

¹⁾ Die Umgebung von Fürstenfeld, Feldbach, Gleichenberg und Klöch. J. d.
 k. k. geol. R.-A. 1855.

abstammenden Mergel, der an den Gehängen und in den zwischen den Kuppen gelegenen Thälern abgelagert ist.

Untchj¹⁾ fand, dass Tuff und Basalt wechsellagern und letzterer am Seindl von einer Breccie aus grossen Brocken eines porösen Gesteines, die durch ein rothbraunes Cement verbunden sind, überlagert werde. Er unterscheidet ferner unter den Klöcher Basalten einen dichten und einen feinkörnigen, olivinfreien; letzterer sei der vorherrschende. Der dichte Basalt des Kindsbergkogels enthalte weder Olivin, noch einen pyroxenischen Bestandtheil, auch keinerlei glasige Substanz, sondern nur Feldspath, Magnet- und Titaneisen. Die Analysen des dichten und des porösen Gesteines ergaben bei ersterem einen aussergewöhnlich geringen Gehalt von MgO (2.10) und einen auffallend beträchtlichen Gehalt an NaO (10.62), während das poröse Gestein des Seindl einen hohen Gehalt an MgO (8.56) und einen normalen Gehalt von NaO (4.48) besitzt.²⁾

K. Hofmann³⁾ sieht in den Waitzener, Bakonyer und steirischen Basalten, welche durch den ähnlichen und einförmigen petrographischen Charakter, durch ein analoges tektonisches Verhalten und durch ihr übereinstimmendes geologisches Alter drei sehr ähnliche Gruppen bilden sollen, die Glieder einer grossen vulcanischen Zone, welche das ungarisch-steirische Neogenbecken vom Südsaume der Karpathen bis zum Ostrande der Alpen durchquert. Die Entstehung dieser Vulcanreihe falle in die Zeit der Congerienstufe; die in den zuerst geförderten Tuffen eingeschlossenen Quarze sollen durchbrochenen tieferen Schichten entstammen und befänden sich daher auf secundärer Lagerstätte.

¹⁾ Beiträge zur Kenntniss der Basalte Steiermarks etc. Mitth. d. naturw. Ver. f. Steiermark. 1872.

²⁾ Die Resultate der Analysen des dichten Basalts von Weitendorf bei Wildon (I) und von Klöch (II) lassen sich mit der mineralogischen Zusammensetzung dieses Gesteines kaum in Einklang bringen; aber auch in der Analyse der Klöcher Basaltlava ist der Kalkgehalt für einen Basalt auffallend klein (4.54). Ob der Fehler in der Wahl des Materiales oder im Gang der Analyse steckt, ist schwer zu sagen. Jedenfalls wäre eine neuerliche chemische Untersuchung der steirischen Basalte eine sehr dankenswerte Unternehmung. Der bedeutende Wassergehalt in I und II lässt auf starke Zersetzung schliessen. Damit ist aber der hohe Natrongehalt nicht recht in Einklang zu bringen.

³⁾ Basalt von Bakony. Z. d. d. geol. G. XXIX. Bd., 1877, pag. 185.

D. Stur¹⁾ setzt dagegen die Eruption der Klöcher- und Gleichenberger Basalte in die Zeit der Bildung des Belvedereschotters.

R. Hörnes²⁾ wendet sich mit dem Hinweis auf die angeblich wesentliche Verschiedenheit der petrographischen Beschaffenheit, die abweichende Tektonik und das nicht genau übereinstimmende geologische Alter der Gleichenberger und Bakonyer Basalte gegen die Ansicht K. Hofmann's, dass die steirischen und ungarischen Basalte derselben vulcanischen Zone angehören; die in den Tuffen steckenden Quarze seien nicht aus der Tiefe emporgerissen worden, sondern vielmehr fluviatile Einlagerungen. Hörnes stellt die Vermuthung auf, dass die steirische Basaltgruppe mit dem Abbruche der Ostalpen im Zusammenhange stünde und eher mit der Thermallinie von Wien in Zusammenhang zu bringen wäre.

Auf eine kurze Mittheilung beschränkt sich E. Hussak³⁾, als er die Resultate seiner Bestimmungen von Klöcher Gesteinen bekannt gab; er erklärte die Gesteine des Klöcherkogels und des Seindl als echte Feldspathbasalte, die von St. Jörgen, vom Finsterlberg, aus der Klamm und vom westlichen Fuss des Kindsbergkogels als „Nephelintephrite“. Für diese Bestimmung war, wie H. Zirkel⁴⁾ bemerkt, nur das Nebeneinandervorkommen von Plagioklas und Nephelinfülle, nicht aber die Abwesenheit von Olivin massgebend; Tephrit und Basanit wurden zu jener Zeit noch nicht allgemein unterschieden.

Im Folgenden theile ich die Ergebnisse der petrographischen Untersuchung der von mir im Sommer 1894 und Frühjahr 1895 in der Umgebung von Klöch gesammelten Tuffe und basaltischen Gesteine mit, sowie einige Beobachtungen, welche einen Beitrag zur Erkenntnis der tektonischen Verhältnisse des Gebietes liefern sollen.

Die mikroskopische Untersuchung der Gesteine wurde im mineralogischen Institute der deutschen Universität in Prag durchgeführt. Ich erfülle eine angenehme Pflicht, wenn ich dem Vorstande dieses Institutes, Herrn Prof. Dr. F. Becke, für die mir während meiner Arbeit zugewandte Anregung und Hilfe, sowie für die Liberalität,

¹⁾ Geologie der Steiermark, pag. 615.

²⁾ V. d. k. k. geol. R.-A. 1880, pag. 49.

³⁾ V. d. k. k. geol. R.-A. 1880, pag. 161.

⁴⁾ Lehrbuch der Petrographie. III. Bd., 2. Aufl., 1894, pag. 27.

mit welcher mir die zur Untersuchung nöthigen Instrumente zur Verfügung gestellt wurden, meinen aufrichtigen Dank abstatte.

I. Palagonittuff und Nephelinbasanit bei Klöch.

Die Berglehne, an welcher der Pfarrort Klöch, der Ausgangspunkt unserer Wanderung um und durch das Eruptivgebiet, liegt, ist an der Strecke zwischen der Kirche und dem südlichen Ende der Klause zur Gewinnung von Bauplätzen theilweise angeschnitten und abgetragen, so dass sich gleich hier ein instructiver Aufschluss, eine circa 7 Meter hohe Felswand, bietet.

Man sieht, dass die Basis des Berges von einem grauen, ungeschichteten Tuffe gebildet ist; dieser wird von einer 1·2 Meter dicken Schichte von Basaltblöcken, die von einer rothbraunen Erde umhüllt sind, überlagert; im Hangenden breitet sich fester, in schlanke Säulen zerklüfteter Basalt aus.

Jener Tuff besteht zunächst aus einem grauen Aschenmaterial, dessen mikroskopische Diagnose unsicher ist; doch gelang es mir neben Fragmenten kleiner Augitkrystalle und Glimmerschüppchen an einigen Stellen, besonders am Rande der daraus gefertigten Schliffe, das Vorhandensein von Calcitfittern nachzuweisen.

Weiters steckt in diesem Tuffe eine Unmasse von pechschwarzen, stark glänzenden Körnern, deren Grösse zwischen mikroskopischer Kleinheit und Erbsengrösse schwankt. Eine kleine Menge dieser Körner wurde fein zerrieben und zuerst mit verdünnter und, als sich keine Wirkung zeigte, mit kochender Salzsäure behandelt; auch da schien das Pulver unangreifbar. Nach 24 Stunden jedoch gelatinirte mehr als die Hälfte der Probe. Mit Rücksicht auf dieses Ergebnis, sowie auf die mikroskopische Untersuchung, deren Details an einer späteren Stelle dieser Arbeit mitgetheilt werden, halte ich jene Körner für Palagonit. Demgemäss ist auch der Tuff, der aller Wahrscheinlichkeit nach von vulcanischen Sand- und Aschenauswürfen abzuleiten ist, als Palagonittuff zu bezeichnen.

Ich füge hier an, dass nach F. Anger¹⁾ die Tuffe des 12 Kilometer nördlich von Klöch gelegenen Eruptivgebietes von Gleichenberg ebenfalls Palagonittuffe sind.

¹⁾ Mikroskopische Studien über klastische Gesteine. Diese Mittheilungen, 1875, pag. 171.

In jenen von Klöch sind jedoch ausser Quarzgeschieben auch noch grosse, zwei verschiedenen Gesteinstypen angehörende Auswürflinge eingebettet, nämlich:

a) unregelmässig gestaltete Basaltblöcke, welche aussen eine glatte, lederbraune Rinde, an den Bruchflächen hakenförmige, theilweise auch konische Hohlräume besitzen; letztere von 1—5 Centimeter Höhe sind glattwandig und mit nach innen vorspringenden, spiralig verlaufenden Leisten versehen;

b) ellipsoidische Bomben eines blauschwarzen, schneeweiss gesprengelten Gesteines mit blasiger oder schwammiger Ausbildung und concentrisch-schaligem Baue. Die grosse Axe dieser Ellipsoide erreicht bei den grössten eine Länge von fast einem Meter, die kleine von einem halben Meter. Die dichtgedrängten Blasenräume sind hirse Korn- bis bohnen gross; an manchen Bomben, besonders an den grösseren, beobachtet man eine deutliche Streckung der grösseren Blasen, welche parallel der Oberfläche der Bombe verläuft.

In dem weitmaschigen Gewebe dieses Gesteines bemerkt man unter dem Mikroskope zunächst eine aus bis 0.05 Millimeter langen und 0.01 Millimeter breiten Augitsäulchen, reichlichem Magnetit und einer bräunlichen Basis bestehende Grundmasse. Die letztere gelatinirt mit HCl leicht unter Ausscheidung ziemlich zahlreicher $NaCl$ -Würfel. In dieser Grundmasse sind Augitkrystalle, Glaskörner und — jedoch sehr vereinzelt — stark zersetzte Olivinkrystalle porphyrisch ausgeschieden.

Die grossen Augite sind theils bis 1.5 Millimeter lange und 0.8 Millimeter breite idiomorphe Einzelkrystalle, welche die den basaltischen Augiten eigenthümlichen Flächen besitzen, theils sternförmig zu Augitaugen geschaart. Sie zeigen eine bräunlichgelbe, sehr schwach pleochroitische Hülle und einen farblosen Kern. Besonders an Schnitten parallel oder fast parallel der Symmetrieebene erkennt man, dass sie sanduhrartig gebaut sind. Das Maximum der Auslöschung $c:c$ in den Anwachskegeln der Pyramide, welches fortan mit cc_s bezeichnet wird, beträgt 52° , in den Anwachskegeln der verticalen Flächen, für welches die Bezeichnung cc_m gelten soll, 60° .

Neben diesen vollkommen ausgebildeten Augiten kommen auch, allerdings sehr selten, gabelförmig gebaute vor.

Als Einschlüsse dieser Augite wurden regellos angeordnete, spärliche Glaseinschlüsse, durchscheinende, ungegliederte Säulchen von mikrolithischer Kleinheit und Magnetitkörnchen beobachtet.

Während man an frischen Bruchflächen des Gesteines nicht selten noch gelblichgrüne, trübe, stark zersetzte Olivinkörner bemerkt, sieht man solche in den Schliffen nur sehr vereinzelt. Sie fallen eben beim Schleifen des spröden Gesteines aus diesem heraus. Jene schneeweissen, rechteckigen, erdigen Nester, welche dem Gesteine das erwähnte gesprenkelte Aussehen verleihen, dürften ebenfalls dem nach der Behrens'schen Methode nachgewiesenen beträchtlichen *Mg O*-Gehalte zufolge aus Olivinen hervorgegangen sein.

In der Grundmasse stecken ferner noch grössere, unregelmässig begrenzte, farblose oder gelblichbraune Glaskörner, welche sehr vollkommen ausgebildete Augitmikrolithe, an denen häufig grössere Globulite haften, und Magnetitkörner einschliessen.

Die blasenförmigen, zumeist leeren Hohlräume des Gesteines sind mit einer 0.015 Millimeter dicken, farblosen, an Sprüngen reichen Opaltapete ausgekleidet; diese Kruste erscheint bei gekreuzten Nicols dunkel, mit Anwendung des Gypsblättchens jedoch merklich doppelbrechend, was wohl auf die durch die Sprünge angedeuteten Spannungsdifferenzen zurückzuführen ist. Manchmal erreicht sie jedoch eine bedeutendere Dicke und umschliesst dann entweder einen kleinen Hohlraum oder einen Kern bräunlichen Glases.

Nach dem mineralogischen und structurellen Befunde halte ich dieses Gestein für einen Magmabasalt von blasiger Structur; sollte jedoch in Zukunft der Nachweis gelingen, dass jene oben beschriebenen schneeweissen, erdigen Bestandtheile nicht von Olivinen herkommen, sondern zeolithischer Natur wären und jene seltenen makroskopischen Olivine nur den Wert von accessorischen Bestandtheilen besässen, dann läge wohl ein Augitit vor.

Hie und da stecken in diesem Gesteine auch erbsengrosse Körner eines schwach violetten Quarzes und Bruchstücke eines Gneisses, die vom Magma aus der Tiefe emporgerissen worden waren. Letztere sind mit einer opaken Schmelzrinde überzogen und enthalten lagenweise zwischen trüben Feldspath- und Quarzkörnern angeordnete dunkle Glaslamellen, die aus der Einschmelzung des Glimmers hervorgehen.

Die vierseitigen, dünnen Säulen des Basaltes, welcher sich über die dem Tuffe aufgelagerte Basalttrümmerschichte ausbreitet, scheinen, von unten aus betrachtet, vertical zu stehen; klettert man zu ihnen hinauf, so sieht man jedoch, dass sie unter Winkeln von $35-50^\circ$ gegen die Flanke des Berges, also gegen Nord einfallen. Es scheint diese Partie einer einst gewölbten Fläche, vielleicht einer Stromstirne, zu entsprechen.

Es ist ein schwarzes, ungemein feinkörniges Gestein, dessen Grundmasse aus idiomorphen Augitkryställchen, Olivinkörnern, Magnetit und einer farblosen Fülle, welche aus Plagioklas, Nephelin und einer meist farblosen Basis besteht, gebildet ist; in dieser sind grössere Augit- und Olivinkrystalle porphyrisch ausgeschieden.

Die Augite der Grundmasse herrschen im Gesteine in einem Masse vor, dass sie mit dem Magnetit beinahe ausschliesslich dasselbe bilden. Sie sind wie die Augite des in den palagonitischen Tuffen liegenden Magmabasaltes bräunlichgelb gefärbt und zeigen wie diese die Sanduhrstructur.

Die Olivine in der Grundmasse sind eckige Körner von $0.05-0.2$ Millimeter Durchmesser und haben ein sehr frisches Aussehen.

Der Plagioklas, welcher nur spärlich, aber ziemlich gleich vertheilt im Gesteine vorkommt, tritt in farblosen Leisten mit polysynthetischer Zwillingbildung auf.

Häufig verwachsen zwei nach dem Albitgesetz gebaute Zwillinge nach dem Karlsbader Gesetz mit einander; an solchen Krystallen wurde nach der Anleitung von Michel-Lévy¹⁾ die Bestimmung vorgenommen. An ausgewählten Schnitten, welche hohe und symmetrisch liegende Auslöschungsrichtungen erkennen liessen, wurden die auf die Elasticitätsaxe a sich beziehenden Auslöschungsschiefen der einzelnen Lamellen bestimmt. Nachdem die Zwillingstrace auf den verticalen Faden des Fadenkreuzes eingestellt war, wurden zunächst die symmetrisch liegenden Schiefen der nach dem Albitgesetz verwachsenen Platten 1 und 1' des ersten, hierauf die des zweiten Zwillings: 2 und 2' bestimmt:

$$\begin{array}{ll} 1 = +13.5^\circ & 2 = -33^\circ \\ 1' = -14^\circ & 2' = +34^\circ \end{array}$$

¹⁾ Etude sur la détermination des Feldspaths dans les plaques minces. Paris 1894.

Die Differenz Δ beträgt also 20° ; diese Werte stimmen mit den auf Taf. VI der Michel-Lévy'schen Studie angegebenen überein und weisen auf einen basischen Labrador von der Zusammensetzung $Ab_3 An_4$.

An einer am Rande eines Schlifses gelegenen, in den Canadabalsam hineinragenden Feldspathleiste wurde nach der von F. Becke¹⁾ vorgeschlagenen Methode constatirt, dass sie ein stärkeres Lichtbrechungsvermögen besitzt als der Balsam; auch diese Beobachtung weist auf einen basischen Feldspath.

Der Nephelin bildet zumeist, ähnlich dem Quarze vieler Granite, Aggregate farbloser, unregelmässig begrenzter Körner, welche die bekannte schwache Doppelbrechung und graublaue Polarisationsfarbe zeigen. Nicht selten trifft man jedoch auch wohlbegrenzte Einzelkrystalle, mitten im Glase schwebend gebildet; von diesen liegen theils isotrope, einschlussfreie, scharfcontourirte, regelmässige Sechsecke oder — neben schiefen Schnitten — gerade auslöschende rechteckige Längsschnitte vor. Die Aggregate und die idiomorphen Individuen bilden mit den Plagioklasen und der Basis eine im einfachen Lichte einheitlich erscheinende Fülle. Auf den Nephelingealt des Gesteines weist auch die mikrochemische Reaction: freigelegte Schliffstellen zeigten, mit HCl behandelt, nach $\frac{1}{4}$ Stunde zahlreiche Kochsalzwürfel.

Die Basis bildet entweder für sich allein oder mit den oben erwähnten Mineralien farblose, grössere und kleinere Tümpel. An manchen Stellen ist jedoch das Glas durch massenhafte, bräunlichgelbe punktförmige oder durch grössere, mosaikartig angeordnete Globulite dunkel gefärbt.

Die porphyrisch ausgeschiedenen Augite — bis 0.7 Millimeter lang und 0.4 Millimeter breit — zeigen die bekannten Tracen und Spaltungsrisse der basaltischen Augite. Selten sind Zwillinge nach (101), noch seltener einfache und polysynthetische nach (100).

Sie besitzen einen farblosen Kern und eine violettgraue, titanreiche Hülle. Interessant sind jene seltenen Krystalle, die zu innerst einen blassgrünen regelmässig contourirten Kern besitzen, welcher den Rest einer protogenen, nun zumeist resorbirten Augitgeneration

¹⁾ Ueber die Bestimmbarkeit der Gesteinsgemengtheile auf Grund ihres Lichtbrechungsvermögens. Wiener Akad., Juli 1893, I.

darstellt. — Auch an den Augiten dieses Gesteines lässt sich, oft schon im einfachen Lichte, die Sanduhrstructur besonders an Schnitten parallel der Symmetrieebene erkennen; deutlich heben sich die lichten Anwachskegel der Pyramide von den dunklen der verticalen Flächen ab. Häufig combinirt sich die Sanduhrstructur mit Zonenstructur; dann sieht man i. p. p. L. verschieden gefärbte Zonen innerhalb der Anwachskegel. Die Auslöschungsschiefen der letzteren verhalten sich wie die in den früher besprochenen Magmabasalten; stets sind diejenigen der Pyramide kleiner als die der verticalen Flächenzone; jedoch sind es durchwegs geringere Werte, die hier gefunden wurden.

$$c c_s = 48^{\circ}$$

$$c c_m = 52^{\circ}$$

Die porphyrisch ausgeschiedenen Olivine sind meist Krystallbruchstücke, seltener Krystalle von bis 1·7 Millimeter und 0·5 Millimeter Breite. Auch wollsackähnlich auf einander gelagerte, optisch gleich orientirte Olivinkörner oder knäuelartige Aggregate von Olivin-, Augit- und Glaskörnern kommen vor. Das Mineral ist durch seine Reinheit und Frische ausgezeichnet; nur ein dünnes Häutchen eines krapprothen Umwandlungsproductes überzieht die peripheren Theile der Olivine.

Dagegen treten an diesen häufig Corrosionserscheinungen auf; es befremdet aber auf den ersten Blick, dass nur ein Theil der porphyrischen Olivine vom Magma angeätzt, der andere Theil, sowie alle Olivine der Grundmasse jedoch unverletzt erscheinen. Zur Erklärung dieser mit der herrschenden Anschauung über die Ursache der Corrosion scheinbar im Widerspruche stehenden Thatsache verweise ich auf zwei Umstände.

Wenn man in einem Dünnschliffe neben Schnitten porphyrischer Olivine, welche Merkmale einer Corrosion zeigen, auch solche trifft, welche diese Merkmale nicht besitzen, so ist noch nicht erwiesen, dass die Krystalle, denen letztere entsprechen, auch wirklich unverletzt sind. Denn weil die corrodirende Thätigkeit des Magma nicht auf die ganze Oberfläche des Krystalles¹⁾, sondern sich nur

¹⁾ Das ist allerdings ein Umstand, der bis jetzt weder durch die Theorie Rosenbusch's von der nach Ausscheidung basischer und kieselarmer Minerale gesteigerten relativen Acidität, noch durch die Dölter-Hussak'sche Annahme eines nach der Ausscheidung von Augit und Olivin relativ alkalireicher gewordenen Magmas erklärt wird. Künftige Aetzversuche an Olivinkrystallen durch magmatoide

auf napf-, mulden- oder sackförmige Aushöhlungen beschränkt, so ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass bei einem scheinbar ungeätzten Individuum die Schliffebene gerade durch solche Stellen läuft, welche vom Magma nicht angeätzt wurden. Würde der nämliche Krystall höher oder tiefer geschnitten worden sein, so könnte man an ihm gerade solche Corrosionsmerkmale antreffen, wie an seinen Nachbarn.

Andererseits sei darauf hingewiesen, dass das Magma zu verschiedenen Zeiten auch eine verschiedene chemische Zusammensetzung und ein verschiedenes physikalisches Verhalten besitzt. Die protogenen, grossen Olivine unterlagen der Einwirkung eines ganz bestimmt differenzierten Magmas, welches zur Zeit der Bildung der Olivinkörner in der Grundmasse längst seine Aetzfähigkeit gegenüber dieser zweiten Generation eingebüsst hatte.

Der reichlich vorhandene Magnetit zeigt die bekannte Ausbildungsweise; er tritt überwiegend in einzelnen Körnern, seltener in kugelhähnlichen Aggregaten auf; doch bemerkt man hie und da auch Krystalle und Parallelverwachsungen einzelner Krystalle.

Nach dem mineralogischen und structurellen Verhalten halte ich dieses Gestein für einen Nephelin-Basanit.

II. Der Nephelin-Basanit des Seindl.

Ein Fussweg führt hinter der Kirche in westlicher Richtung auf den Südabhang des Seindl. Nach circa 100 Schritten trifft man im Walde auf plattenförmig geklüfteten Basalt; die 3 Decimeter dicken Bänke streichen von NO.—SW. und fallen gegen Nordwest unter 54° ; das Gestein ist grau und sehr feinkörnig. Höher hinauf trifft man Bänke, die unter 60° — 85° gegen Nordwest einfallen. Wenige Schritte abseits vom Wege befindet sich in einem Weingarten ein kleiner Steinbruch; hier ist das Gestein in $\frac{1}{2}$ Meter dicke Pfeiler zerklüftet, die unter 52° ebenfalls gegen Nordwest widersinnisch fallen; es ist grau, dicht und besitzt makroskopische

Schmelzflüsse werden hierüber vielleicht die erwünschte Klarheit verschaffen. R. K ü c h, welcher in seiner Arbeit über die Laven Südamerikas („Die vulcanischen Gesteine in der Republik Colombia“, pag. 60) die Corrosionserscheinungen auf Wachstumsdeformitäten zurückzuführen geneigt ist, sieht in jenem Umstande einen triftigen Grund gegen die Hypothesen Rosenbusch's und Dölter's.

Olivineinschlüsse. Unter dem Mikroskop weist das Gestein im wesentlichen dieselben Mineralcomponenten und denselben Bau auf wie der 1 Kilometer weiter östlich gelegene Nephelin-Basanit von Klösch.

Augit.

Unter den Grundmasseaugiten kann man deutlich zwei Grössentypen unterscheiden; zu dem einen gehört die überwiegende Mehrheit derselben; charakteristisch ist eine Länge von 0·05 bis 0·08 Millimeter und eine Breite von 0·02—0·05 Millimeter. Zu dem zweiten gehören die Augitsäulchen von 0·1 Millimeter Länge und 0·05 Millimeter Breite. Unter den letzteren traf ich hier als Seltenheit auch Andreaskreuz-Zwillinge.

Die porphyrisch ausgeschiedenen Augite sind bis 0·5 Millimeter lang und 0·4 Millimeter breit. An Querschnitten oder schief zur Verticalaxe geführten Schnitten zeigen sie wie die Klöcher Augite einen farblosen Kern und eine violettgraue Hülle. Auch hier traf ich Krystalle mit einem grasgrünen, structurlosen, schwach pleochroitischen, unregelmässig gestalteten centralen Kerne. In die äusserste Zone eines solchen Augites ragt ein Plagioklas pfahlartig hinein; die Ausscheidung des Plagioklas aus dem Magma erfolgte also während des letzten Stadiums der Bildung der porphyrischen Augite.

Häufig ist der farblose Kern schwammartig aufgelockert; in den Hohlräumen stecken dann Magnetitkörner.

Auch in diesem Basanite sind die Grundmasse- und porphyrischen Augite sanduhrförmig gebaut.

An Schnitten, welche im c. p. L. durch die symmetrische Farbenvertheilung sich als parallel oder nahezu parallel der Symmetrieebene erwiesen, wurde constatirt:

1. Die Anwachskegel der Pyramide geben höhere Interferenzfarben, sind also stärker doppelbrechend als die der Prismenzone.

2. Das Maximum der Auslöschungsschiefe cc beträgt bei den porphyrischen Augiten im Anwachskegel der Pyramide 51° , in dem der Prismenzone 59° .

3. Das Maximum der Auslöschungsschiefe cc weicht bei den Grundmasseaugiten im Anwachskegel der Pyramide von dem der porphyrischen nicht ab; dagegen ist bei letzteren ein kleines Plus im Anwachskegel der Prismenzone zu bemerken (59° gegen 56°).

An Schnitten, welche die Bilder der Axen sehen liessen, wurde unter Anwendung des Czapski'schen Oculars in Combination mit der nach Angabe F. Becke's construirten sogenannten Klein'schen Lupe¹⁾ ferner festgestellt:

1. Die Dispersion ist eine geneigte.
2. Die der Verticalaxe zunächst liegende Axe *B* ist stark, die Axe *A*, welche durch die Querfläche gesehen wird, schwach dispersirt.
3. $\rho > v$ um die Mittellinie *c*.

In einem Schnitte, der parallel zum negativen Orthodom liegt, sieht man den farblosen Kern *k*, die Anwachskegel der Pyramide *s* und die der Prismenzone *m*. Im c. p. L. werden die Mittellinie *c* und die schwach dispersirte Axe *A*, und zwar nach den entgegengesetzten Seiten von der Schliffformalen, sichtbar. Unter Anwendung einer Camera lucida mit gleichsinnig drehbarem Zeichentisch²⁾ wurde ermittelt:

1. Die Lage der Mittellinie und der Axe *A* in *k*, *s* und *m*. Es zeigte sich:

Der Winkel zwischen der Schliffformalen *n* und der Axe *A* beträgt

in <i>k</i> :	16·5°,
in <i>s</i> :	18°,
in <i>m</i> :	20°.

Daher beträgt die Abweichung

zwischen <i>A_k</i> und <i>A_s</i>	= 1·5°,
" <i>A_s</i> " <i>A_m</i>	= 2° und
" <i>A_k</i> " <i>A_m</i>	= 3·5°.

Die schwach dispersirte Axe *A* erleidet demnach eine merkliche Verschiebung.

Viel stärker wandert die Mittellinie *c*, welche mit der Schliffformale nach der entgegengesetzten Seite wie die schwach dispersirte Axe

in <i>k</i>	einen Winkel von 14°,
in <i>s</i>	" " " 9·5°,
in <i>m</i>	" " " 2°

einschliesst.

¹⁾ Diese Mittheilungen. XIV, 1895, pag. 375.

²⁾ Construit von F. Becke. Beschrieben in diesen Mittheilungen, Bd. XIV, Heft 6, 1895.

Daher beträgt die Abweichung

zwischen c in k und c in s : 4.5° ,

" c " s " c " m : 7.5° und

" c " k " c " m : 12° .

Da die beobachtete Auslöschungsschiefe cc , wie oben schon angegeben, im Anwachskegel der Pyramide 51° , in dem der Prismenzone 59° , die Abweichung beider von einander 8° beträgt, so ergibt sich eine sehr genaue Uebereinstimmung der nach zwei Methoden gefundenen entsprechenden Werte.

2. Es zeigte sich ausserdem, dass im Anwachskegel des Prisma auch die stark dispergirte Axe B in das Gesichtsfeld rückt und diese zeigt eine Abweichung von der Schliffformalen n im Betrage von 24° .

3. In der Interferenzfigur des Anwachskegels des Prisma bemerkt man in der 90° -Stellung auffallende Farbensäume an dem Querbalken des schwarzen Kreuzes, und zwar ist der Saum an der der schwach dispergirten Axe A zugekehrten Seite gelblich, an der entgegengesetzten Seite blau gefärbt; daraus ergibt sich:

$$cc_p < cc_v$$

4. Der Axenwinkel $2V$ nimmt ab, wenn man vom Kern zur Hülle übergeht:

$$2V_k = 61^\circ$$

$$2V_s = 55^\circ$$

$$2V_m = 44^\circ$$

Zur übersichtlichen Darstellung der unter 1., 2. und 4. angegebenen Verhältnisse dienen die zwei beigegebenen Holzschnitte. Fig. 1 soll die gegenseitige Lage der optischen Axen A und B im Kerne, in den Anwachskegeln der Pyramide und den der Prismenzone in einem zur Symmetrieebene parallel geführten Augitschnitte veranschaulichen. — Fig. 2 stellt schematisch einen sanduhrförmig gebauten Augitkrystall dar, der ebenfalls parallel mit (010) geschnitten ist; im Kerne, in den Anwachskegeln der Pyramide und der Prismenzone ist die Lage der optischen Axen und deren Winkel verzeichnet. c bezeichnet die Verticalaxe.

Der Plagioklas

ist in diesem Gesteine in viel reicherer Menge vorhanden als im Klöcher Basanite.

Wie in diesem, tritt er nur in der Grundmasse auf, hier aber in zwei Generationen: einer älteren, in Form farbloser, polysynthetischer Leisten und Tafeln und einer jüngeren, die aus grösseren

Fig. 1.

Fig. 2.

poikilitischen Individuen besteht und in Gesellschaft der Basis und des Nephelins eine ähnliche leptomorphe Fülle zwischen den Augiten der Grundmasse bildet, wie sie aus dem Klöcher Basanite bereits bekannt ist.

Als Seltenheit treten gegabelte Wachstumsformen auf, wie solche glasreichen Gesteinen eigenthümlich sind.

Die Bestimmung des Feldspaths wurde auch hier nach der Anleitung Michel-Lévy's durchgeführt. Er erwies sich wie im Klöcher Basanite als ein basischer Labrador.

Glas

ist so reichlich vorhanden, dass es annähernd den vierten Theil der Gesteinsmasse bildet. Die grossen, tümpelähnlichen Flecken desselben fallen sofort im Dünnschliff auf. Ueberwiegend ist es farblos; doch trifft man auch mitten in der farblosen Basis graugelbliche und

blassgrüne Partien. Massenhaft ausgeschiedene farblose Nadeln, Einschlüsse von Magnetitoktaëdern und vollkommene Augitkryställchen sind derselben eigen. Dann aber stecken theils neben, theils in ihr farblose, schwach doppeltbrechende, bläulichgraue Interferenzfarben zeigende Körner von

Nephelin.

Zur Krystallbildung war es bei diesem Mineral hier offenbar wegen sehr rascher Erstarrung des Magma nicht gekommen.

Die Nephelinfülle verräth sich ausserdem dadurch, dass blossgelegte Stellen der Schiffe, mit *HCl* behandelt, wie der Klöcher Basanit zahlreiche und sehr deutliche *NaCl*-Würfel bildeten.

Der Olivin

verhält sich sowohl in der Grundmasse wie als porphyrischer Einsprengling so wie der im Klöcher Basanit. Als Seltenheit beobachtete ich Durchkreuzungszwillinge nach (011). Die Olivinkörner der Grundmasse erscheinen stärker angegriffen wie die entsprechenden im Klöcher Gesteine. Grosse Olivine mit Maschenstructur sind selten. Mit staunenerregender Mannigfaltigkeit treten an diesen grossen Olivinen Corrosionserscheinungen auf; halbkugelige Knöpfe, rübenförmige Zapfen, spechtnestartige Tropfen sind die am häufigsten auftretenden Formen des eingedrungenen Magmas.

Wie in Klöch ist auch dieser Olivin sehr rein, nur ausnahmsweise trifft man in ihm ein Magnetitkorn.

Der Magnetit

zeigt dieselbe Ausbildung wie im Klöcher Basanit.

Von jenem Steinbruch aus gelangt man, gegen die Höhe des Seindl wandernd, durch einen kurzen Graben in einen Kessel, dessen Wände aus einem röthlichgrauen, schwammigen, theilweise schon zu einem schabbaren Thone umgewandelten basaltischen Gesteine bestehen. An einer Stelle, gerade unter dem Weingartenhause des Herrn C. Andrieu, befindet sich eine kleine Abgrabung, welche insofern wichtig ist, als sie den allmählichen Uebergang des schwammigen, thonigen zunächst in ein schwammiges, blauschwarzes, doch festes Gestein, endlich in jenen grauen, oben beschriebenen Nephelinbasanit zeigt. Solche Uebergänge sieht man auch an anderen Punkten des Eruptivgebietes.

Die Oberfläche der Seindlkuppe besteht demnach aus einem circa $\frac{1}{2}$ Meter dicken Schlackenhute, der dem compacten Kern der Kuppe aufgesetzt ist.

Dieses Verhältnis erinnert an den ganz ähnlichen Bau der östlichen Nachbarn der Klöcher Berge, der Basaltkegel des Nagy-Somlyo, Szt György ¹⁾, Badaeson und Kabhegy, welcher durch Beudant und K. Hofmann bekannt geworden ist.

Auf der Höhe des Seindl angelangt, sieht man überall Bruchstücke des Schlackenhutes herumliegen. Besonders im Frühjahr zur Zeit des Hauens, d. i. des Umgrabens der Weingärten, kommen sie stückweise zum Vorschein. Die Erde, welche aus diesem dunklen, schwammigen Gestein entsteht, ist dunkel rothbraun und trocken, absorbiert daher die Sonnenwärme in hohem Masse; sie ist deshalb für den Rebenbau in vorzüglicher Weise geeignet; in früheren Jahren wurden diese Bruchstücke in ganzen Fuhren nach anderen, ferngelegenen Weingärten gebracht, geschlägelt und dem Boden beigemischt.

Die noch frischen Stücke haben eine blauschwarze Farbe. Die ovalen, hirsekorn- bis bohngrossen Poren liegen wie in den Magmabasaltbomben im Palagonittuffe bei Klöch dicht bei einander, so dass die Scheidewände nur 1—2 Millimeter dick sind. Die letzteren sind aber nicht solide, sondern bergen ebenfalls sehr kleine Hohlräume.

Diese zarten Lamellen bestehen aus einer dunklen Grundmasse, die aus einer bräunlichgelben Basis, Magnetit, Olivinkörnern, Augitkrystallen mit Sanduhrstruktur und ganz frischen Plagioklasen besteht, in welcher bis 0.5 Millimeter lange Augitkrystalle, Augitzwillinge nach (101) und sehr stark serpentinisirte und corrodirt Olivinkrystalle porphyrisch ausgeschieden sind. Nach dem mineralogischen Befunde, insbesondere wegen des Verbandes mit dem tiefer liegenden Nephelinbasanite, bin ich geneigt, dieses schwammige Gestein für die Oberflächenfacies der letzteren zu halten, in welcher der Nephelin nicht zur Ausscheidung gelangte.

¹⁾ Am Szt. György hegy (am Nordufer des Plattensees) konnte ich mich selbst von der Existenz eines bedeutenden Restes des dortigen Schlackenhutes und der Uebereinstimmung der Schlacke mit der vom Seindl überzeugen. Der betreffende Aufschluss befindet sich am felsigen Nordwestabhang des Berges.

III. Die Palagonittuffe des Finsterlberges, Zahrerberges und in der Bucht von Jörgen.

Ueber den breiten Rücken des Seindl und die flache Kuppe des Finsterlberges, welche nach E. Hussak aus Nephelintephrit besteht, gelangt man durch Weingärten und Wald in eine Schlucht hinab, die den Finsterberg vom Zahrerberg trennt. Am südlichen Ausgange derselben befinden sich sowohl am Westfusse des ersteren, wie am Ostfusse des letzteren grosse Steinbrüche, welche in den die Basis dieser Berge bildenden Tuffen angelegt sind.

Diese sind lagenweise sehr deutlich geschichtet; die Bänke fallen gegen den Berg ein und sind, was besonders schön am Finsterberg zu sehen ist, mehrfach gefaltet.

Diese Tuffe, welche mit denen bei Klöcher, was Lage und Zusammensetzung anbelangt, ganz und gar übereinstimmen, bestehen aus folgenden Gesteinselementen:

1. Palagonit. Die makroskopische Beschaffenheit, sowie das Verhalten gegen Salzsäure der Glaslapilli wurde bereits bei Besprechung des Klöcher Palagonittuffes beschrieben.

Der Palagonit bildet auch hier den Hauptbestandtheil des Tuffes. Unter dem Mikroskop besteht er zum grössten Theile aus durchsichtigem, graulichgelbem oder honigbraunem Glase, welches bandartig von einem dunkelbraunen, schwach polarisirenden Zersetzungsproducte desselben eingehüllt ist. Bald sind es unregelmässig zerlappte Kerne, bald tropfenartige und flammengarbenähnliche Gebilde, in denen das Glas auftritt. In grosser Menge birgt dasselbe

- a) vollkommen ausgebildete, sanduhrförmig gebaute Augitmikrolithe mit hohen Auslöschungsschiefen: $c c_s = 50^\circ$, $c c_m = 63^\circ$. In den zerlappten Kernen sind diese unregelmässig, in den Tropfen jedoch ausgezeichnet fluidal angeordnet, so dass die Hauptaxe der Mikrolithe mit der Längsrichtung der Tropfen parallel läuft;
- b) ganz frische Olivinkörner;
- c) klastische Quarzkörnchen mit einer Glasrinde;
- d) grünlichgelbe Hornblende;
- e) Calcit.

Secundär treten in kleinen, blasenförmigen Hohlräumen der Glaslapilli radialstrahlige gebaute Aggregate eines bläulichweissen, positiv doppeltbrechenden Minerals, wahrscheinlich des Natroliths, auf.

2. Blassgrüne, vollkommen ausgebildete Augitkryställchen in kleinen Nestern, ähnlich denen, welche im Aetnasande vorkommen.

3. Diese Bestandtheile sind durch ein lichtbräunlich-gelbes Cement, welches wie das in Klöch an einigen sehr dünnen Stellen Kalkspathflitter erkennen lässt, mit einander verbunden.

Ferner führen diese Tuffe Bruchstücke von Felsarten, welche weder im Eruptivgebiete von Klöch, noch in nächster Umgebung anstehend angetroffen werden, nämlich

4. eckige, oft mehrere Centimeter lange Fragmente eines quarzführenden Magmabasalt es. Die Grundmasse desselben besteht aus einer gelb- bis honigbraunen, isotropen Basis; in dieser schwimmen hellbraune, zum Theil mit einem schwarzen Staube erfüllte Augitmikrolithe mit fluidaler Anordnung und wenige Magnetitkörner. Porphyrisch ausgeschieden sind sehr regelmässig entwickelte, sanduhrförmig gebaute Augitkrystalle mit farblosem Kerne und graugelblicher Hülle, kleeblattartige Augitaggregate und völlig frische, scharf begrenzte Olivinkrystalle ohne jeder Zersetzungs- oder Corrosionserscheinung. Als fremde Einschlüsse birgt der Magmabasalt zahlreiche milchweisse oder schwach rosenroth gefärbte Quarzbrocken. Diese erreichen eine Grösse von 0.2 Millimeter bis 3 Millimeter Durchmesser. Das Innere durchqueren Schnüre von Flüssigkeitseinschlüssen; aussen sind sie von einer 0.02 Millimeter dicken, bräunlichen Glasrinde, welche theilweise globulitisch entglast ist, überzogen. Nur selten ragt hie und da ein Augitsäulchen der Grundmasse in die Körnchen der Glaszone hinein. Jener Augitfilz jedoch, welcher die ebenfalls mit einer Glasrinde überzogenen Quarzeinschlüsse im Magmabasalte von Reichenweier, am sogenannten Lassens Peak in Californien und in Basalten anderer Localitäten kranzförmig umsäumt, ist hier nicht vorhanden.

5. Freiliegende, eckige Quarzkörner und Quarzgeschiebe ohne Glasrinde bis zur Grösse eines Taubeneies.

6. Kaliglimmerschüppchen.

7. Schmitzen eines gelblichen, an der Oberfläche gefritteten Thones.

8. Nussgrosse Geschiebe von Granit.

Nachdem Quarz sowohl im Palagonit als in dem Magmabasalt als Einschluss nachgewiesen ist, ist es wahrscheinlich, dass auch die übrigen im Palagonittuffe freiliegenden Quarze und Bruchstücke von

Gesteinen aus Schichten stammen, die das aus der vulcanischen Spalte emporgeblasene lose Eruptionsmaterial passirte.

Die stellenweise deutliche Schichtung des Palagonittuffes kann nicht als Beweis für den Absatz aus Wasser herangezogen werden; bekanntlich sind ja oft die losen Auswurfstoffe der heutigen Vulcane, wie zum Beispiel in Pompeji, ebenfalls deutlich geschichtet.

Organische Reste sind aus diesem Tuffe ebensowenig bekannt, wie aus dem von Klöch.

Hat man den Zahrerberg umwandert, gelangt man in die weite Bucht von Jörgen, die, nach Nordwest geöffnet, südwärts von den nördlichen Ausläufern des Seindl, Finsterl- und Zahrerberges, im Osten von dem mächtigen Rücken des Kindsbergkogels einge-
fasst ist.

In der Bucht selbst lagert Belvedere-Schotter, der bis zum Fusse jenes Bergwalles heranreicht. Dieser ist hier wieder von theils grobkörnigen, theils feinkörnigen, aschgrauen, oft deutlich geschichteten Palagonittuffen gebildet.

Die letzteren sind in zwei Steinbrüchen aufgeschlossen, von denen der östliche Eigenthum der Gemeinde Jörgen ist, der westliche zur Herrschaft Halbenrain gehört. Im letzteren ist der Tuff durch massenhafte Einlagerung von Palagonit sehr grobkörnig und in deutliche Bänke gegliedert; diese liefern jene grossen, vorzüglichen Bausteine, aus denen die Wohn- und Wirthschaftsgebäude in der ganzen Umgebung aufgebaut werden. Auch die Brücken auf der Bahnstrecke Mureck-Radkersburg sind aus diesem Material aufgeführt.

Im Gemeinde-Steinbruche wechseln nach Ost fallende Bänke eines feinkörnigen Palagonittuffes mit grauen thonigen Lagen ab, in denen nur vereinzelte Glaslapilli stecken.

Ueber den Tuffen lagert überall, wie bei Klöch, eine circa 2 Meter hohe rothbraune Lehmschichte, welche grosse Basaltblöcke führt.

IV. Der Nephelin-Basanit von Jörgen, des Kindsbergkogels, in der Klause und des Schlossberges bei Klöch; der Palagonittuff des Hohenwart.

Der Tuff im östlichen Steinbruche bei Jörgen wird von einem bläulichgrauen feinkörnigen Nephelinbasanite überlagert, der in fast senkrechte Pfeiler zerklüftet ist. Charakterisirt ist dieser Basanit durch

die geringe Menge der porphyrischen Augitkrystalle, welche jedoch eine um so bedeutendere Grösse erreichen. Neben dem farblosen Glase gibt es auch weingelbes und bräulichgelbes mit Sphäroglubuliten.

Am Nordabhang des Kindsbergkogels befindet sich auf halber Bergeshöhe ein Steinbruch, welcher, ähnlich wie am Seindl, den Uebergang des oberflächlichen, schwammigen, stellenweise in einen röthlichgrauen Thon umgewandelten Gesteines in einen festen Basanit, der den Kern der Kuppe bildet, aufdeckt. In einem tiefen, schluchtähnlichen Einschnitt sieht man den Basanit in 1 Decimeter dicke, saiger stehende Platten zerklüftet. Diese streichen hier von Nord nach Süd, also radial zur Verticalaxe der Kuppe. Da weitere Aufschlüsse an der Ost- und Westseite, insbesondere jedoch an der Stelle, wo die Kuppe mit dem plateauartigen, von Süd nach Nord streichenden Rücken zusammenhängt, fehlen, so ist es eine offene Frage, ob der Kogel als eine selbständige Quellkuppe oder als das kuppenförmig aufgestaute Ende eines Stromes aufzufassen ist.

Es wäre noch anzufügen, dass jene Platten stellenweise durch parallel und senkrecht zu der unter 68° geneigten Flanke des Berges erfolgte Klüftungsflächen in schlanke Säulen und in oft nur daumendicke Säulchen von rechteckigem oder rhomboidischem Querschnitt gespalten sind. Mitten im Gesteine stecken mitunter linsenförmige Basanitkerne, die von gebogenen Platten eingehüllt sind.

Auch am Kindsbergkogel bilden Palagonittuffe und Breccien derselben die Unterlage des Basanits; weiter gegen Tieschen hinab lagert mantelförmig auf den Tuffen ein gelblichgrauer, Muscovit-schüppchen führender Thonmergel, noch weiter hinab trifft man auf den Belvedere-Schotter.

Auf der Höhe der bewaldeten Kuppe befindet sich das sogenannte „Stadtthörl“, ein kreisrunder Wall, der indessen keine tektonische, sondern nur eine historische Bedeutung besitzt; hinter ihm zogen sich, der Sage nach, zur Zeit der Kuruzeneinfälle die Bewohner der Umgebung bei drohender Gefahr zurück.

Von den Eigenthümlichkeiten des Nephelin-Basanits des Kindsbergkogels sind folgende hervorzuheben:

Unter den Augiteinsprenglingen fallen solche mit grossem, prächtig dunkelgrünem, stark pleochroitischem (b = grasgrün, c = gelbgrün) Kerne auf.

Hinsichtlich der farblosen Fülle und des Magnetits macht sich in den Schliffen, welche von den Basanitklippen am Fusse des Kogels und vom Gesteine am Gipfel der Kuppe stammen, ein gewisser Gegensatz bemerkbar. In jenen bildet die Fülle, ähnlich wie im Basanite des Seindl, grössere inselförmige Flecken, welche ausser aus Glas, spärlichem Plagioklas und der nicht individualisirten Nephelinfülle auch aus deutlich krystallirtem Nephelin gebildet ist; dann tritt dort der Magnetit in allerdings zahlreichen, aber grossen Körnern auf. In letzterem tritt die Fülle auffallend stark zurück, von Nephelinkrystallen ist keine Spur vorhanden, dagegen durchdringt der Magnetit in Form eines äusserst feinen, aber massenhaften Staubes das ganze Gesteinsgewebe. Die porphyrisch ausgeschiedenen Augite bergen als Einschlüsse häufig Olivinkörner; demnach ist der Olivin als der ältere Bestandtheil zu betrachten.

An der Nordostflanke des Kindsbergkogels entspringen im Buchenwalde mehrere Quellen; weiter unten die Sauerbrunnen in Klapping bei der Mühle und in Pichla.

Die Waldwiese, welche sich am Ostfusse des Berges erstreckt, führt südwärts in eine Schlucht, die Klause, welche von dicht bewaldeten Basaltbergen flankirt ist und bei dem Ausgangspunkte unserer Wanderung, dem Markte Klöch, mündet.

Das feinkörnige, graue Gestein zur Rechten ist ebenfalls ein Nephelin-Basanit; accessorisch treten Biotitblättchen und Calcitnester auf.

Die linke Seite in der Klause wird von einem 2 Kilometer langen von Nord nach Süd streichenden Bergrücken gebildet, welcher an seinem Südende die Klöcher Burgruine trägt. Auch dieser östlichste der Klöcher Basaltberge besteht aus Nephelin-Basanit. Das feinkörnige, bläulich-graue Gestein von den Felsklippen bei der Ruine birgt zerstreut liegende eckige und runde Hohlräume. Mit freiem Auge sind bis 1 Centimeter grosse Olivinkrystalle sichtbar. Die einschlussfreien Augite der Grundmasse besitzen Auslöschungsschiefen von 54.6° , respective 56° , die entsprechenden Werte der Magnetit- und Glaseinschlüsse führenden porphyrisch ausgeschiedenen Augite sind 49° und 58° . Wie am Westfusse des Kindsbergkogels und in der Stromstirne bei Klöch tritt neben den Nephelinkörnern auch krystallisirter Nephelin in der farblosen Fülle auf.

Weiter gegen Osten wird der Klöcher Schlossberg vom rebenbepflanzten Hohenwart wallartig überragt. Dieser Wall besteht aus einem aschgrauen, geschichteten Palagonittuffe, der an manchen Stellen in den Weingärten und in einem verlassenen Steinbruche hinter dem herrschaftlichen Meierhofe anstehend angetroffen wird.

Die Schichten streichen von Süden nach Norden und fallen auf beiden Flügeln des Walles gegen Osten.

Am Kamme des Walles, nördlich von der Ortschaft Hohenwart, liegt auf dem Tuffe eine Schichte ausgezeichnet geschichteten Mergelschiefers mit Kohleflittern, in welchem eine 1 Meter dicke Bank mittelkörnigen Basaltconglomerats eingeschaltet ist.

Die Ergebnisse meiner Untersuchung kann ich in Folgendem zusammenfassen:

1. Die vulcanische Thätigkeit im Eruptivgebiet von Klöch begann mit dem Auswerfen von Glaslapilli und losem Aschen- und Sandmaterial, welches, nachträglich durch Druck verfestigt und geschichtet, den überall an der Basis der Kuppen anstehenden Palagonittuff bildete.

2. Aus der Beobachtung des widersinnischen Einfallens des Palagonittuffes an verschiedenen Punkten des Gebietes schliesse ich auf die Existenz eines Tuffbeckens.

3. In einer zweiten Periode vulcanischer Thätigkeit wurde an allen Punkten das gleiche sehr augitreiche Gestein, ein Nephelin-Basanit, gefördert. Dieser füllte, Kuppen und Rücken bildend, jene Tuffmulde aus. Die Oberfläche des Basanits erstarrte locker und bildete Schlackenhüte, welche dem festen Kerne aufsitzen. Unterschiede in den Basaniten von verschiedenen Punkten des Gebietes bestehen allerdings, beziehen sich aber nur auf die mehr oder minder reiche Entwicklung der Fülle, das mehr oder minder häufige Auftreten des Plagioklas und die verschiedene Ausbildung des Magnetits. Alle Augite des Gebietes sind sanduhrförmig gebaut; stets sind die Werte der Auslöschungsschiefen in den Anwachskegeln der Pyramide geringer als die der Prismenzone.

Die optischen Axen schliessen im Kerne der Augite einen grösseren Winkel als in den Anwachskegeln der Pyramide, in denen der Prismenzone den kleinsten ein.

Der Plagioklas erwies sich überall nach seiner optischen Orientirung als ein Bytownit.

Ein olivinfreies, basaltisches Gestein existirt im Klöcher Basaltgebiete nicht. Auch ein echter Feldspathbasalt tritt meines Erachtens nirgends auf. Eine Wechsellagerung von Tuff und Basalt wurde an keinem Punkte beobachtet.

4. Der Palagonittuff und der Basanit scheinen auf zwei divergierenden Spalten, von denen die eine der Richtung: Klöch—Zahrerberg, die andere der Linie: Klöch—Kindsbergkogel folgt, gefördert worden zu sein.

Prag, Juni 1895.

2,
A. Sigmund

SEPARAT-ABDRUCK

AUS

TSCHERMAK'S

MINERALOGISCHEN UND PETROGRAPHISCHEN

MITTHEILUNGEN

HERAUSGEGEBEN

VON

F. BECKE.

ALOIS SIGMUND. DIE BASALTE DER STEIERMARK.

Tschermak's mineralogische und petrographische Mittheilungen.

Bd. XVI. Heft 3/4.

1896.

Hochstrasse

Feldbach

WIEN,

ALFRED HÖLDER,

K. U. K. HOF- UND UNIVERSITÄTS-BUCHHÄNDLER,

ROTHENTHURMSTRASSE 15.

XVI. Die Basalte der Steiermark.¹⁾

Von Alois Sigmund.

2. Der Nephelinit und Palagonittuff des Hochstraden.

(Mit 1 Figur im Text.)

Jenseits des Aigenbaches, welcher das Klöcher Basaltgebiet im Westen und Norden umfließt, erhebt sich aus der Murebene ein circa 10 Kilometer langer Bergrücken, der gegen Norden allmählich an Höhe zunimmt und schliesslich zur Kuppe des Hochstraden (607 Meter) anschwillt; dann senkt sich der Kamm, biegt hakenförmig gegen Osten um und verbindet sich schliesslich mit jenem Rücken, der östlich vom Klöcher Schlossberg aus der Murniederung über Aigen in das obere Lendvathal führt.

Der Hochstradner Kogel selbst, der nach Osten umbiegende Flügel, endlich eine Reihe isolirter, in fast gleichen Intervallen von circa 1000 Schritten aufeinander folgender, kleinerer Kuppen, die auf der Kammlinie des nach Süden sich senkenden Rückens angeordnet sind, bestehen aus einem basaltischen Gestein, das stellenweise einer Tuffdecke aufgelagert erscheint.

Der Basalt folgt also einer S-förmigen Linie, welche auch auf D. Stur's geologischer Karte der Steiermark deutlich hervortritt.

Von Süden aus gezählt, reihen sich die Basaltvorkommnisse in folgender Ordnung an einander:

1. Basaltkuppe in der Gemeinde Neusetz. Steinbrüche bei den Bauernhöfen des vulgo „Setzschneider“ und „Branntweiner“.
2. Ober dem Dorfe Grössing. Kleine Steinbrüche im Walde links und rechts vom Kammwege.
3. Am Rosenberg (Stainzerleiten).
4. Ober dem Dorfe Frutten.
5. In der Gemeinde Stradenberg.

¹⁾ Vergl. diese Mittheil., Bd. XV, pag. 361.

6. Die halb-ellipsoidische Basaltkuppe des Hochstraden. Diese fällt steil gegen Nordwesten ab; der untere Theil des bewaldeten, klippen- und schluchtenreichen Abhanges wird im Volksmunde „Die Teufelsmühle“ genannt.

7. Die Basaltdecke ober dem Dorfe Waldra. Diese steht mit der Hauptkuppe in Verbindung und zweigt von derselben gegen Osten hin ab. Wie jene gegen Nordwesten, so stürzt diese Decke gegen Nordosten steil ab und bildet hier eine senkrechte, aus aufrechten, circa 20 Meter hohen und 1 Meter dicken Pfeilern bestehende Wand; an deren Fusse breitet sich ein Plateau aus, auf welchem das Dorf Waldra liegt.

In der weiten Bucht, welche von dem weniger steilen Südostabhang der Hauptkuppe und der Südseite der Wand von Waldra umschlossen wird, breitet sich ein Hochplateau aus, welches die zerstreuten Gehöfte des Dorfes Hochstraden trägt.

Ringsum lehnen sich an den Basalt Congerienschichten, welche im Westen, Süden und Südosten bis in's Thal hinabreichen. Der bogenförmige Kamm des eigentlichen Hochstraden ragt circa 70 Meter über die obere Grenze des Congerienlehms empor. Ein schmaler Gürtel sarmatischer Schichten (Hernalser Tegel und Cerithien-Sandstein) lagert am Nordwest-, Nord- und Ostfusse des Berges; diese Schichten bilden auch die Brücke zu dem Aigener Rücken.

Jene isolirten Basaltlager stecken jedoch in einer langgestreckten, neogenen Schotterfläche, welche dem vom Hochstradener Kogel nach Süden abzweigenden Rücken gerade auf dessen Kammlinie zungenförmig aufgelagert ist.

Aus den Tuffen am Hochstraden sind bisher keine Einschlüsse organischer Natur, welche einen sicheren Schluss auf die Bildungszeit derselben und somit auch auf die Eruptionszeit des Basaltes gestatten würden, bekannt geworden. Wenn jedoch der Analogieschluss zulässig ist, dass sie mit den ähnlichen, benachbarten Tuffen der Umgebung von Gleichenberg gleichalterig sind, so wäre ihre Bildung in die Zeit nach Ablagerung der sarmatischen Schichten und nach der Zeit der Eruption der Gleichenberger Augittrachyte, Andesite und Rhyolithe zu setzen. Denn in jenen Tuffen sind einmal eckige Bruchstücke von Cerithienkalk ¹⁾ mit den typischen Leitfossilien

¹⁾ D. Stur, Geologie der Steiermark, pag. 614, al 5.

und Stücke der Gleichenberger Eruptivgesteine¹⁾ als Einschlüsse schon lange bekannt, andererseits wurde durch Stur constatirt, dass diese Tuffe z. B. in der Gegend zwischen Kapfenstein und Fehring thatsächlich auf Congerienlehm, welcher dort die *Melanopsis Martiana* Fér. führt²⁾, aufliegen.

Auch der weiteren Annahme Stur's, dass die Basalteruption und Bildung der Tuffe zur Zeit der Ablagerung des Belvedere-Schotter erfolgt sei, will ich nach meinen eigenen Beobachtungen nicht widersprechen, wenn ich gleichwohl hervorheben muss, dass dessen Mittheilung: die Basaltberge erschienen auf der Linie Hochstraden—Klöch mit ihren noch theilweise erhaltenen Tuffen jener Schotterfläche wie aufgesetzt³⁾, einer thatsächlichen Begründung entbehrt.

Das basaltische Gestein des Hochstraden, speciell von: Waldra, Rosenberg, Hochstradener Kogel, Unter dem Hochstraden, dann die im Tuffe der Teufelsmühle eingeschlossenen Basaltstücke wurden von E. Hussak⁴⁾ als echter Nephelinbasalt bezeichnet. Es soll im folgenden gezeigt werden, dass diese Bezeichnung höchstens für einen Punkt des Gebietes, nämlich für das Gestein des isolirten Basaltvorkommens am Rosenberg, zutrifft, während das vorherrschende Gestein nicht als Nephelinbasalt erklärt werden kann.

I. Structur und mineralogische Zusammensetzung des Nephelinites des Hochstraden.

Das Gestein ist im frischen Zustande graulichschwarz, dicht und zeigt hie und da mit freiem Auge sichtbare, circa 1·5 Millimeter lange und 0·7 Millimeter breite, schwarze Augitkrystalle. Der Bruch ist flachmuschelig. An einigen Aufschlüssen (Stainzerleiten und Steinbrüche in der Gemeinde Neusetz) trifft man im höchsten Horizonte der Basaltaufschlüsse auch eine halbverwitterte, lichtgraue,

¹⁾ D. Stur, Geologie der Steiermark, pag. 615, al. 1.

²⁾ D. Stur, Geologie der Steiermark, pag. 615, al. 2.

³⁾ D. Stur, Geologie der Steiermark, pag. 615, al. 4. — Es sind hier wohl nur jene fünf isolirten Basaltlager, die in jener oben erwähnten Schotterzunge eingeschaltet sind, gemeint.

⁴⁾ Verh. d. k. k. geol. Reichsanst., 1880, pag. 160—162; vergl. auch C. Dölter und E. Hussak, „Ueber die Einwirkung geschmolzener Magmen auf verschiedene Mineralien“ im N. J. f. M. etc., Jahrg. 1884, Bd. I, pag. 19.

dunkel gesprenkelte und höckerige Bruchflächen zeigende Varietät — Graupenbasalt.

Die mikroskopische Untersuchung sämmtlicher, den bekannten Aufschlüssen des ausgedehnten Gebietes entnommenen Gesteinsproben stellte eine überraschende Uebereinstimmung der Structur und mineralogischen Zusammensetzung derselben fest. Es ist ein Gestein mit einer halbkrySTALLINISCHEN, aus Augit, Magnetit, Nephelin, Hauyn und intersertaler Basis bestehenden Grundmasse, in welcher Augitkrystalle porphyrisch ausgeschieden sind.

Der Olivin spielt im Gestein des Hochstraden eine eigenthümliche Rolle. Manche Gesteinsproben sind ganz olivinfrei, in anderen tritt er in sehr geringer Menge und da aber nicht als wirkliches, gesteinsbildendes Element, sondern als Ansatz- und Resorptionscentrum der grossen Augite auf; er gehörte in diesem Falle einer sehr frühen Generation an, die später gänzlich oder grösstentheils durch das noch nicht völlig starr gewordene, sich noch spaltende Magma aufgelöst und deren Zerfällungsproducte theilweise zum Aufbau jener Augite verwendet wurden. Aus diesem Grunde und weil eine wesentliche Differenz in dem Charakter der olivinfreien und olivinführenden Varietäten nicht constatirt werden kann, ist es meines Erachtens nicht zulässig, den nicht einmal überall den Wert eines accessorischen Minerals besitzenden Olivin bei der Classification des Gesteines in Berücksichtigung zu ziehen.

Nur an einem Punkte, auf der Stainzerleiten, nehmen entweder ganz zu einem rothen Mineral umgewandelte kleine Olivinkörner oder oberflächlich umgewandelte grössere Olivine an der Gesteinsbildung einen untergeordneten Antheil, so dass man höchstens diese Varietät als Nephelinbasalt bezeichnen könnte.

Mit Rücksicht auf die mineralogische Zusammensetzung des Gesteins, welches den bei weitem grössten Theil des Basaltgebietes bildet, und das Ergebnis der chemischen Analyse des Gesteins vom Nordwestabhange der Hochstradener Kuppe ist dieses als basaltischer Nephelinit zu erklären.

Obwohl das Gestein an fast allen Punkten des Gebietes dieselbe mineralogische Zusammensetzung besitzt, also petrographisch einheitlich struirt ist, zeigen einige wesentliche Gemengtheile an verschiedenen Punkten des Gebietes doch solche charakteristische Verschiedenheiten, dass eine eingehende Behandlung jener Gemeng-

theile als angemessen erscheint. Diese Verschiedenheiten würden es beispielsweise ermöglichen, einen steirischen Basalt nicht allein als einen Basalt vom Hochstraden, sondern auch als einen Basalt von einem bestimmten Punkte dieses ausgedehnten Gebietes zu bestimmen.

Augit.

Dieses Mineral überwiegt alle anderen Gemengtheile weitaus an Menge; es bildet nicht allein den Hauptbestandtheil der Grundmasse, auch die einzigen porphyrischen Ausscheidungen gehören demselben an.

Sowohl die Grundmasse-Augite, als auch die grossen Krystalle sind gut automorph, u. zw. dicksäulenförmig entwickelt und zeigen die an den Augiten des Nephelin-Basanites von Klöch vorkommenden Tracen und Zwillingsbildungen.

Makroskopisch besitzen die grossen Augite, wie schon erwähnt, eine pechschwarze Farbe und starken Glasglanz; im Durchschnitte zeigen sie jedoch einen farblosen Kern und eine grünlichgelbe Hülle. Diese ist bei den Augiten des Südrückens (Neusetz u. s. w.) sehr dünn und, wie besonders an senkrecht zu *c* getroffenen Schnitten deutlich sichtbar, scharf von dem farblosen Kerne abgegrenzt. An einem Querschnitt von 1 Millimeter Durchmesser wurde die Dicke der Hülle mit 0.03 Millimeter gemessen. Die grossen Augite der Hauptkuppe und noch mehr die von Waldra besitzen eine breitere Hülle, deren Färbung allmählich von innen nach aussen zu an Intensität zunimmt.

Die Grundmasse-Augite sind durch und durch grünlichgelb; sie bildeten sich augenscheinlich aus derselben Substanz, welche zum Aufbau der Hülle der grossen Augite verwendet wurde; daraus erhellt, dass sie jünger sind als die grossen Augite und dass ihre Bildungszeit in das Ende der letzteren zu setzen ist. Die optische Untersuchung der grossen Augite ergab ähnliche Resultate, wie sie beim Klöcher Basanite gewonnen wurden.¹⁾

An Schnitten // (100), besonders aber // (010) erkennt man den sanduhrförmigen Bau der Augitkrystalle. Schon im einfachen Lichte unterscheiden sich die lichten Anwachskegel der Pyramiden von den dunkeln der Prismenzone. Im parallel polarisirten Lichte

¹⁾ Vergl. „Die Basalte der Steiermark. I. Das Basaltgebiet von Klöch.“ Von Al. Sigmund. Diese Mittheilungen, 1895, XV, pag. 372–375.

erweist sich die Doppelbrechung in ersteren höher, als in letzteren. Mittels des Babinet'schen Compensators wurde die Differenz der Brechungsexponenten $\gamma - \alpha$ im Anwachskegel der Pyramide s und in dem des Prismas m bestimmt:

$$(\gamma - \alpha)_s = 0.029$$

$$(\gamma - \alpha)_m = 0.027$$

Die Auslöschungsschiefen wurden an im convergenten polarisirten Lichte als // oder fast // zu (010) befundenen Schnitten gemessen. Für den Augit vom Hochstraden, Teufelsmühle, betragen dieselben:

$$c c_k = 42^\circ$$

$$c c_s = 45^\circ$$

$$c c_m = 52^\circ$$

In den Augiten von verschiedenen Punkten des Gebietes bewegen sich die Werte für $c c_k$ in den Grenzen zwischen 42° — 45° , für $c c_s$ zwischen 44° — 47° und für $c c_m$ zwischen 51° — 54° . Der Kern (k) zeigt im selben Schnitte nicht immer eine einheitliche Auslöschung: sie variirt an verschiedenen Stellen um 1° — $1\frac{1}{2}^\circ$.

Unter Anwendung einer Camera lucida mit gleichsinnig drehbarem Zeichentisch ¹⁾ und der neuen von Prof. F. Becke angegebenen Constructions-methode ²⁾ wurde im convergent polarisirten Lichte constatirt:

1. An einem Schnitte (Augit von Neusetz) $\perp$ zu c , der nach a Zwillingbildung zeigte, und in dem die Axe B in Hülle (h) und im Kern (k) sichtbar war:

$$c B_k = 12\frac{1}{2}^\circ$$

$$c B_h = 25^\circ;$$

daraus ergibt sich:

$$B_k B_h = 12\frac{1}{2}^\circ.$$

2. An einem Schnitte (Augit von Grössing), fast // (100), der die Axe A in Hülle und Kern zeigte:

$$A_k A_h = 7\frac{1}{2}^\circ.$$

Die stark dispergirte Axe B wandert also stärker, als die Axe A .

¹⁾ F. Becke, Messung von Axenbildern mit dem Mikroskop. Diese Mittheilungen, XIV, pag. 263.

²⁾ Siehe diese Mittheilungen, XVI, Heft 2.

3. An einem Schnitte, in dem die Mittellinie c und die schwach dispergirte Axe, demnach A , sichtbar waren, also $//$, oder nahezu $//$ zum positiven Orthodom getroffen war:

$$2 V_k = 58^\circ$$

$$2 V_h = 54^\circ 20'$$

Ich bemerke hier, dass die Bestimmung der Lage der Mittellinie naturgemäss nicht absolut genau ausfallen kann, daher Beobachtungsfehler von 1° — 2° kaum zu vermeiden sind. Infolge dessen werden auch die auf anderem Wege gefundenen Werte der Auslöschungsschiefen, welche zur Controle herangezogen werden, mit den unter Anwendung convergent polarisirten Lichtes gefundenen nicht immer vollkommen stimmen. Nach den sub 1 und 3 angegebenen Werten ist

$$c B_k = 12\frac{1}{2}^\circ \quad \text{und} \quad c B_h = 25^\circ,$$

$$B_k c_k = 29^\circ \quad \quad \quad " \quad B_h c_h = 27^\circ,$$

$$\text{demnach} \quad c c_k = 41\frac{1}{2}^\circ \quad \quad \quad " \quad c c_h = 52^\circ,$$

während die direct im parallel polarisirten Lichte gemessene Auslöschungsschiefe cc im Kerne $= 45^\circ$ einen um $3\frac{1}{2}^\circ$ höheren Wert liefert. Gut stimmen jedoch die beiderseits gefundenen Werte in der Hülle überein.

Wie im Augit von Klöch ist also auch hier der Winkel, den B in k und h einschliesst, grösser als der, welchen c in k und h und dieser wieder etwas grösser, als der, den A in k und h bildet; dann ist auch hier der Axenwinkel im Kerne grösser als in der Hülle. Da die Axenwinkel in den Kernen des Klöcher und Hochstradener Augites ungefähr dieselben (61° , 58°), in den Hüllen jedoch bedeutend verschieden sind (44° und 54°), so scheinen die Kerne der Augite der beiden benachbarten Eruptionsgebiete eine nahezu gleiche, die Hüllen jedoch verschiedene chemische Zusammensetzung zu besitzen.

Vereinzelt tritt im farblosen Kerne eine grasgrüne, unregelmässig begrenzte centrale Partie auf, welche einen um circa 10° kleineren Axenwinkel als jener besitzt und ähnlich wie bei den Klöcher Augiten den seltenen Rest einer resorbirten älteren Generation von Augiten darstellt.

Die Augite sind sehr reich an mannigfachen Einschlüssen. Die Mitte der grossen Augite birgt Glaseinschlüsse, Dampfporen, Magnetit-

und Olivinkörner; die äussere Partie des farblosen Kernes ist jedoch einschlussfrei; die gelbe Hülle führt ausser zahlreichen, parallel mit den Grenzflächen angeordneten langgestreckten Glaseinschlüssen prächtige, vollkommen entwickelte Dodekaeder von Hauyn. Diese sind zumeist farblos, doch trifft man auch röthlichgraue und farblose mit schwarzen Punkten.

Aus diesen Einschlüssen kann gefolgert werden, dass die Ausscheidung der grossen Augite nach der des Magnetits und Olivins begann und das Ende der Bildungszeit der Augite mit dem Anfang der Ausscheidung der Hauyne coincidirte.

In einem Falle (Augit vom Hochstraden, Teufelsmühle) beobachtete ich eine interessante Augit-Perimorphose: Augit- und Olivinkörnchen, die durch ein opalartiges Cement breccienartig verkittet sind, werden von einer dünnen Hülle von Augit, welche aussen die gewöhnlichen Flächen der basaltischen Augite zeigt, umschlossen; im parallel polarisirten Lichte erweist sich diese Hülle aus einer grossen Anzahl polysynthetischer Zwillinge aufgebaut.

Die grossen Augite des Nephelinites von Waldra sind corrodirt; die Ränder der Krystalle sehen wie ausgenagt aus und in den oberflächlichen Grübchen stecken sehr häufig Hauynkörner.

Der Nephelin

bildet im Vereine mit farbloser Glasbasis in den sehr feinkörnigen, augitreichen Gesteinsvarietäten der Hauptkuppe und des Südrückens vorwiegend eine farblose Fülle; seltener sind sechseckige und rechteckige Durchschnitte von Krystallen. In dem Gesteine bei Waldra, in welchem die Gemengtheile grösser und vollkommener auskrystallisirt sind, bildet Nephelin und Glasbasis grosse inselartige, selbständige Partien, in welchen man häufig grosse, schön entwickelte Nephelinkrystalle antrifft.

Das Mineral wurde in den Schlfen auch mikrochemisch nachgewiesen.

Als Einschlüsse bergen die Nepheline Glaseinschlüsse, nicht definirbare hellgelbe Kügelchen und an beiden Enden abgerundete Stäbchen, endlich Augitkryställchen. Die beiden letzteren sind häufig parallel mit den Begrenzungslinien der Krystalle angeordnet.

Nach den Augiteinschlüssen ist der Nephelin jünger als die Grundmasse-Augite und demnach der zuletzt auskrystallisirte Gemengtheil.

Hauyn.

An allen Punkten des Basaltgebietes bildet der Hauyn einen wesentlichen Bestandtheil der Grundmasse. An Menge kommt er dem Nephelin gleich. Doch ist sein Habitus an verschiedenen Punkten des Gebietes so verschieden und für bestimmte Punkte wieder ein derart constanter und charakteristischer, dass man beispielsweise, wie beim Augit, aus diesem auf die Fundstelle schliessen kann.

Die Hauyne des Gesteins von Waldra zeigen unter allen Hauynen des Gebietes die deutlichsten Krystallformen. Es sind verhältnismässig grosse Krystalle von 0.01 bis 0.25 Millimeter Durchmesser. Sie besitzen eine farblose breite Hülle und einen bläulichgrauen Kern von wolkenähnlichem Umriss, welcher meist eine Unzahl äusserst kleiner, regellos gelagerter, opaker Einschlüsse birgt. Seltener sind diese in einfachen Reihen oder zu einem sechsstrahligen Sterne angeordnet. Vereinzelt kommen hier augenähnliche Hauyne vor, mit dunklem Kerne und einem schmalen, aus jenen Einschlüssen gebildeten Ringe. Die Dodekaeder des Hauyns treten entweder einzeln oder — meist zu dreien — vereinigt in der Grundmasse auf.

Den Hauynen des Gesteins vom Nordwestabhange der Hauptkuppe und der isolirten Basaltlager am Südrücken sind hingegen das bekannte charakteristische Strichnetz eigenthümlich. Zudem sind sie weniger gut automorph entwickelt. Trotz Anwendung sehr starker Vergrösserung (800) konnte ich keine Incontinuität in den schwarzen Strichen constatiren, so dass ich der üblichen Annahme, jene schwarzen Striche wären aus Glaseinschlüssen und Gasporen zusammengesetzt, für diesen Fall nicht beipflichten kann. Die haarscharfen Striche ragen oft mit ihren Enden weit in die farblose Rinde der Krystallkörner hinein.

Bei Frutten und in der Gemeinde Neusetz kommen neben den gewöhnlichen, eine schmale farblose Hülle und einen grossen dunklen Kern besitzenden Hauynen — die auf den ersten Blick leicht mit Magnetit verwechselt werden können — auch solche mit röthlichgrauem oder violettrothem Kerne und dem Strichnetze vor. Ich halte dieses röthliche Pigment für etwas Ursprüngliches, nicht als secundäres Product, wie dies von anderen Beobachtern angenommen wird, und zwar aus dem Grunde, weil man hier die röthlichen Hauyne auch als Einschlüsse der gelben Augithülle findet,

welche die am frühesten entstandenen Hauyne einschloss und sie vor einer nachträglichen Veränderung schützte.

Die schalig gebauten, in den Tuffen der Teufelsmühle eingeschlossenen Basaltbomben führen winzige, unter dem Mikroskope prächtig saphirblaue Hauynkörner.

Um den Hauyn auch mikrochemisch nachzuweisen, wurde eine frei gelassene Schliffstelle, welche die fraglichen Körner enthielt, mit verdünnter Salzsäure behandelt und im Wasserbade 5' lang erwärmt; die Gelatine wurde dann mittels Pipette abgenommen und mit verdünnter Schwefelsäure versetzt. Nach wenigen Minuten bemerkte man die für Hauyne charakteristischen Gypsnadeln.

Magnetit.

In der feinkörnigen Varietät vom Hochstradner Kogel und der südlichen Basaltlager ist dieses Erz in sehr zahlreichen, aber kleinen, in der gröberkörnigen von Waldra in weniger zahlreichen, dafür grösseren Körnern vorhanden.

In Neusetz (Steinbruch des „Branntweiners“) ist die oberflächliche Partie des Basaltes aschgrau und schwarz gesprenkelt; wie die mikroskopische Untersuchung zeigte, rühren diese dunklen Flecken von nesterartigen, lokalen Anhäufungen von Magnetitkörnern her, in deren Mitte oft ein oder mehrere grosse Augite stecken. Die um diese basischen Concretionen herumliegenden, auffallend hellen Partien des Gesteins sind dann relativ magnetitarm.

Glasbasis.

Eine farblose, nur hie und da durch eingelagerten feinsten Staub trübe Glasbasis steckt im Vereine mit Nephelin als Fülle zwischen den früher genannten Gemengtheilen. Doch ist sie in den augitreicheren Varietäten (Hauptkuppe, Südrücken) stärker entwickelt, als in der augitärmeren und nephelinreicheren von Waldra.

Accessorische Minerale.

Olivin. Die zwiefache Art des Auftretens dieses Mineralen wurde in der Einleitung besprochen.

Ein im Durchschnitte goldgelbes, isotropes, augenscheinlich secundär gebildetes Mineral füllt entweder gänzlich die mikroskopischen Hohlräume des Gesteines, oder überzieht in schalig gebauten

Krusten die Wände derselben. Die äusserste Schichte erweist sich im parallel polarisirten Lichte als ein Aggregat radialfaseriger Büschel

Fig. 1.

eines doppeltbrechenden Mineralen mit bläulich-grauer Interferenzfarbe, das schwächer lichtbrechend ist, als das umschlossene gelbe Mineral. Die Längsaxe der Fasern = c.

Nebenstehende Figur möge schliesslich die Ausscheidungsfolge der Gemengtheile nach Tschermak's Methode

versinnlichen. Die endwärts in Punkte aufgelöste Olivinlinie bedeutet die nachträgliche Resorption dieses Minerals.

II. Chemische Zusammensetzung des Gesteines vom Hochstraden.

Ein frisches Stück von einer Felsklippe am Nordabhange des Hochstradener Kogels (Teufelsmühle) wurde von Herrn A. Jäger, Assistenten für allgemeine und analytische Chemie an der k. k. deutschen technischen Hochschule in Prag, analysirt. Die Analyse ergab folgendes Resultat:

SiO_2	40.99
TiO_2	2.41
Al_2O_3	16.50
Fe_2O_3	10.62
MnO	0.35
MgO	3.29
CaO	12.63
Na_2O	5.95
K_2O	2.36
P_2O_5	0.89
SO_3	0.64
Cl	0.36
Glühverlust	2.63

99.62

Das specifische Gewicht bestimmte ich mit 2.91.

Der Gehalt an SiO_2 und Al_2O_3 reiht sich an den des Nephelinites von Wickenstein (41·87 und 16·48, Löwe) und des hauynreichen Capverdischen Nephelinites von S. Antão (41·09 und 18·35, Dölter). Unter den Alkalien waltet das Na_2O vor; der Procentgehalt desselben deckt sich fast vollständig mit dem des Nephelinites von Wickenstein (5·50), Wie in allen bisher bekannten Nepheliniten ist auch hier der CaO -Gehalt grösser als der Alkaligehalt. Die Seltenheit des Olivins prägt sich in dem geringen MgO -Gehalte aus, einem Werte, auf welchen die MgO keines bekannten Nephelinbasaltes heruntersinkt. Der verhältnismässig hohe Gehalt an TiO_2 ist wohl auf einen Titangehalt des Magnetits, vielleicht auch der gefärbten Rinde des Augits zurückzuführen. H_2SO_4 und Cl (auch in dem Capverdischen hauynreichen Nephelinite enthalten) erklären sich aus dem Gehalte an Hauyn; die Anwesenheit von P_2O_5 dürfte auf einen versteckten Apatitgehalt hinweisen.

Um die Beziehungen der Metallatome des analysirten Gesteins zu einander und damit die Kategorie des Magmas festzustellen, wandte ich die von Rosenbusch¹⁾ vorgeschlagene Methode an.

Die Werte von SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MgO , CaO , Na_2O , K_2O und TiO_2 wurden zunächst unter proportionaler Vertheilung von MnO , P_2O_5 , SO_3 und Cl , sowie des Glühverlustes auf 100 umgerechnet und in der Tabelle II zusammengestellt. Diese Procentzahlen wurden durch die entsprechenden Werte der Moleculargewichte dividirt und die erhaltenen Quotienten mit der Anzahl der Metallatome der einzelnen Basen multiplicirt. Die Producte wurden dann auf 100 umgerechnet und in der Tabelle III zusammengestellt:

Tabelle II.	
SiO_2	43·2
TiO_2	2·6
Al_2O_3	17·4
Fe_2O_3	11·2
MgO	3·5
CaO	13·3
Na_2O	6·3
K_2O	2·5
	100·0

Tabelle III.	
Si	39·78
Ti	1·64
Al	18·78
Fe	7·72
Mg	4·89
Ca	13·12
Na	11·16
K	2·91
	100·00

$$MAZ = 181 \quad AZ = 449$$

¹⁾ Ueber die chemischen Beziehungen der Eruptivgesteine. Diese Mittheilungen. 1890, XI, pag. 144.

Die Werte der Tabelle III, das Verhältnis der SiO_2 zur Al_2O_3 , die niedrige Atomzahl, die Metallatomzahl, sowie das hohe spezifische Gewicht weisen auf ein kieselsäurearmes, an Basen reiches Magma, welches dem 9-Magma im Sinne Rosenbusch' eingereiht werden könnte.

III. Die Palagonittuffe am Hochstraden.

Unter dem Nephelinite breitet sich eine Tuffdecke aus, die besonders am Nordabhang der Hauptkuppe auf eine grössere Strecke aufgeschlossen ist.¹⁾ Mit freiem Auge sind in dem röthlichgrauen, ungeschichteten Tuffe pechschwarze, hirsekorn-grosse Körnchen, Muscovitschüppchen und Quarzfragmente sichtbar; ausserdem stecken in ihm zahlreiche, nuss- bis kopfgrosse Stücke eines schlackigen Basaltes.

U. d. M. erweisen sich jene schwarzen Körnchen als Lapilli; sie bestehen aus einem ledergelben Glase, in dem Augitmikrolithe, grössere Augitkrystalle und Aggregate von solchen, Olivin- und Quarzkörner, spärlicher Magnetit und ein massenhafter, äusserst feiner Staub ausgeschieden sind.

Das rothe, erdige Cement, welches diese Lapilli verkittet, besteht wahrscheinlich aus stark zersetzten Lapilli; denn in der trüben, schwach doppelbrechenden Grundmasse, die aus der Umwandlung des Glases hervorgegangen sein dürfte, sind ebenfalls Augitmikrolithe, Olivin- und Quarzsplitter hie und da noch sichtbar.

Es sind also Palagonittuffe, welche denen des Klöcher Basaltgebietes ähnlich sind.

Die eckigen Brocken jenes schlackigen Basaltes, welche in diesem Tuffe eingeschlossen sind, zeigen u. d. M. genau dieselbe mineralogische Zusammensetzung wie der unweit anstehende Nephelinit der Hauptkuppe.

Nahe der Hangendseite der Tuffdecke ist derselben eine 6 Decimeter mächtige Bank eines ziegelrothen, deutlich geschichteten, sandsteinartigen Tuffes eingeschaltet.

¹⁾ Nach einem schematischen Profil des Hochstraden von Dr. C. Clar (siehe dessen Vortrag: „Zur Hydrologie von Gleichenberg“ in den Verhandl. d. k. k. geol. Reichsanstalt, 1889, pag. 148) findet dort eine Wechsellagerung von Basalt und Tuff statt.

IV. Ueber die Tektonik des Nephelinit.

Die Thatsache, dass die beiden benachbarten, nur durch ein 1 Kilometer breites Längenthal getrennten Eruptivgebiete des Hochstraden und von Klöch aus zwei structurell und mineralogisch, insbesondere was den vorwaltenden Hauptgemengtheil, den Augit, und die Grundmasse betrifft, nahe verwandten basaltischen Gesteinen aufgebaut sind, dass aber auch andererseits das Gestein von Klöch überall Plagioklas führt, während in dem des Hochstraden nirgends auch nur eine Leiste dieses Minerals ausgeschieden wurde, dass letztere hinwieder reichlichen Hauyn führt, der dem ersten gänzlich mangelt, dürfte wohl den Schluss gestatten, dass beide Eruptivgesteine sich aus einem und demselben spaltungsfähigen Magma entwickelt haben.

Soweit nun das heutige Relief des Hochstradener Eruptivgebietes und die wenigen, nicht genügend instructiven Aufschlüsse eine Annahme zulassen, begann — wie bei Klöch — die eruptive Thätigkeit mit der Förderung von Palagonittuffen. Diese wurden den sarmatischen Schichten direct aufgelagert. Die Tuffdecke wurde später von nachquellendem basaltischen Magma überflossen, das sich in zwei Ströme theilte, von denen sich der eine nach Südosten, der andere nach Süden wandte.

Der erste breitete sich deckenartig aus und bildete das an seinem Ostrande steil abfallende, in meterdicke und circa 20 Meter hohe senkrechte Pfeiler zerklüftete Felsplateau von Waldra.

Der zweite Strom ergoss sich nach meiner Ansicht wahrscheinlich in ein nach Süden streichendes Thal und füllte dasselbe aus. Diese Thalfurche hatte aber kein stetes Gefälle, sondern fiel in mehreren Terrassen ab. Später wurde dieser Strom von Süsswasser überfluthet, das auf den ebenen Flächen desselben Quarzgeschiebe — den Belvedereschotter — ablagerte.

Zu dieser Ansicht, welche die aus dem früher angeführten Satze Stur's deducirbare Annahme, die Basaltberge auf dem Südrücken seien isolirte, dem Belvedereschotter aufgesetzte Kuppen, ausschliesst, leiteten mich folgende Beobachtungen und Erwägungen:

Wandert man vom Dorfe Hürth, das in der Ebene am Südende des Rückens liegt, längs des allmählich ansteigenden Kammes aufwärts, so gelangt man, nachdem man circa 3 Kilometer zurück-

gelegt, auf eine Terrasse, auf der die Gehöfte der Ortschaft Pregucken zerstreut liegen. Bis hieher bestehen Kamm und Abhänge ausschliesslich aus Congerienlehm. Auf der Terrasse von Pregucken trifft man zum ersten Male auf Belvedereschotter. Am Nordrande dieser Terrasse schwillt der Kamm zu einer flachen, bewaldeten Kuppe an, welche aus Basalt besteht. Am Rande der Kuppe trifft man denselben in schaligen Verwitterungsformen an; mitten in den Kugeln stecken noch Ellipsoide aus festem Basalt, während die umgebenden Schalen in eine leicht zerbröckelnde blaugraue Erde umgewandelt sind. Das Hangende des Basaltes bildet hier, wie allenthalben, meterhoher, grauer Basaltschutt. Hier befinden sich auch die bereits früher genannten Steinbrüche des „Setzschneiders“ und „Branntweiners“, die einzigen bedeutenderen des ganzen Gebietes. An den 8—10 Meter hohen Wänden derselben sieht man festen Basalt durch senkrechte oder fast senkrechte Klüfte in aufrechte, meterdicke Pfeiler zerklüftet. An der Grenze gegen das Hangende bemerkt man auch wagrechte Klüfte die Pfeiler durchsetzen. Wie tief der Basalt hinunterreicht, ist nicht bekannt. Diese senkrechten Klüfte trifft man nun überall, wo auf dem Kamme Basalt ansteht. Hinter diesem flachen Hügel verläuft der Kamm eben, und hier trifft man wieder auf Schotter; hierauf folgen in kurzen Abständen flache Basalkuppen und Schotterterrassen wechselweise aufeinander, bis man zum Hochplateau gelangt, aus dem die Hauptkuppe empor-taucht. Aber nicht allein auf den Kuppen trifft man Basalt; auch auf den ebenen Theilen des Kammes traf ich ihn zu wiederholten Malen an. Im ganzen zählte ich acht¹⁾ verschiedene Punkte, an welchen Basalt ansteht, und es ist wahrscheinlich, dass später — bei Gelegenheit der Anlegung neuer Schottergruben — noch mehr aufgedeckt werden dürften.

Die durchgängig senkrechte Zerklüftung des Basaltes, seine auf bedeutende Strecken hin gleichbleibende mineralogische Zusammensetzung und endlich die rasche Aufeinanderfolge der einzelnen Basaltaufschlüsse weisen auf einen Strom hin, der noch heute unter dem Belvedereschotter ein zusammenhängendes Ganze bilden dürfte.

Wenn Stur²⁾ erklärt, dass die Basaltberge auf der Linie Hochstraden-Klöch der Belvedereschotterfläche wie aufgesetzt er-

¹⁾ Auf der Stur'schen Karte sind fünf verzeichnet.

²⁾ Geol. d. Steiermark, 1871, pag. 614.

scheinen, so wäre auf folgendes zu verweisen: Nirgends ist am Südströme der Basalt so weit abgeteufelt, dass man das Liegende wie an der Hauptkuppe beobachten könnte, nirgends ist ein Stiel vorhanden. Möglicherweise hat Stur eine von der Hauptkuppe südwärts streichende Spalte vorausgesetzt¹⁾, aus welcher an fünf verschiedenen Punkten basaltisches Magma emporquoll und sich zu Quellkuppen aufstaute. Dann müssten aber auch diese Kuppen, abgesehen davon, dass sie doch viel stärker auf der Kammlinie hervortreten würden, im allgemeinen einen radialstrahligen Bau besitzen, was, wie erwähnt, nicht zutrifft.

Es ist jedoch auch nicht ausgeschlossen, dass Stur jene Basaltkuppen als Erosionsrelicte eines Stromes aufgefasst hat, eine Annahme, welche gewiss mehr berechtigt wäre als jene.

3. Der Nephelinbasanit, der Palagonittuff, die Nephelinbasalt-Bomben und die Nephelinbasaltdecke des Steinberges bei Feldbach.

(Mit 3 Figuren im Text.)

Die südöstlich von Feldbach bei Mühldorf aus dem Raabthale sich erhebende Kuppe des Steinberges besteht aus einem basaltischen Sockel, dem Tuff- und Basaltdecken abwechselnd aufgelagert sind.

I. Der Nephelinbasanit des Sockels.

Basaltisches Gestein tritt hie und da an den Waldwegen zu Tage und ist an der Westseite des Berges durch einen ziemlich grossen Steinbruch aufgeschlossen. Es ist ein Graupenbasalt von lichtgrauer Farbe, der in unregelmässige Blöcke zerklüftet ist. Mit freiem Auge erkennt man einzelne schwarze Augitkörner und eine Unzahl feiner Poren.

Im Dünnschliffe zeigt es eine hypidiomorph-körnige Structur, und zwar den Löwenburg-Typus. Es besteht aus Augit, Olivin, Plagioklas, Nephelin, einer farblosen Basis, Magnetit und Apatit.

Es ist somit als ein Nephelinbasanit zu bezeichnen.

¹⁾ Wie thatsächlich seinerzeit Dr. C. J. Andrae; vergl. dessen „Bericht“ im Jahrbuch d. k. k. geol. Reichsanstalt, 1855, pag. 292 u. f.

Augit.

Die schwach pleochroitischen Durchschnitte erscheinen theils dunkelgrauviolett, theils gelblichgrün. Zumeist tritt er in morgensternähnlichen Aggregaten auf; Andreaskreuzzwillinge sind nicht selten.

Alle Augite sind auch hier sanduhrförmig gebaut. Die Auslöschungsschiefen betragen:

$$c c_k = 48^{\circ}$$

$$c c_s = 50^{\circ}$$

$$c c_m = 55^{\circ}$$

Ferner wurde in gleicher Weise wie bei den Augiten des Nephelinit vom Hochstraden constatirt:

$$B_k B_h = 10^{\circ}$$

$$c_k c_h = 7^{\circ} ?^1)$$

$$A_k A_h = 4^{\circ}$$

und

$$2 V_k = 66^{\circ}$$

$$2 V_h = 60^{\circ}$$

Das folgende Bild gibt eine Uebersicht der optischen Orientirung des Mineralen (Fig. 2).

Die Menge des Augits ist in diesem Gestein beträchtlich geringer als im Nephelinbasanite von Klöch und im Nephelinite des Hochstraden.

Olivin.

Er tritt in 1 Millimeter grossen Körnern auf, welche nur selten noch eine oder die andere Krystallebene zeigen. Er bildet zwar einen wesentlichen Bestandtheil des Gesteines, ist jedoch in demselben ungleichmässig vertheilt.

Interessant und für diesen Basalt charakteristisch ist die Art seiner Umwandlung in ein braunrothes Mineral. An den Durchschnitten der Olivinkörner beobachtet man nämlich zu äusserst eine dünne Rinde frischer Olivinsubstanz, unter dieser eine schalenförmige Zone eines rothen Mineralen, welche zumeist einen Kern noch unzeretzter Olivinsubstanz einschliesst. Siehe Fig. 3 und 4.

Jene frische Hülle ist nur 0.06—0.08 Millimeter dick und wird besonders im parallel polarisirten Lichte deutlich sichtbar. Während

¹⁾ Nicht vollkommen verlässlich. Entschieden ist aber

$$B_k B_h > c_k c_h > A_k A_h.$$

jedoch in den meisten Durchschnitten ein Gegensatz in den Interferenzfarben der Hülle und des Kernes nicht bemerkbar ist, zeigt sich in bestimmten Schnitten dort, wo die Mittellinie c austritt, eine Differenz der Farben, und zwar zeigt die Hülle höhere Interferenzfarben als der Kern; beispielsweise wurde an einem Olivinkorne im Kern das Roth zweiter, in der Hülle das Grün dritter

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

Ordnung beobachtet. Die Hülle ist demnach in Schnitten $\perp c$ stärker doppeltbrechend als der Kern, was darauf hindeutet, dass $2V$ um c in der Hülle grösser ist als im Kern. An einem Schnitte, in welchem im convergent polarisirten Lichte eine optische Axe sichtbar ist, wurde in der That constatirt, dass dieselbe in Hülle (h) und Kern (k) einen Winkel von $30^\circ 30'$ einschliesst, und zwar ist der Winkel, den die optische Axe mit der Mittellinie c im Kerne bildet, kleiner als der entsprechende Winkel in der Hülle, also

$$V_{ck} < V_{ch},$$

demnach

$$V_{\alpha_k} > V_{\alpha_h}.$$

Es ist somit der Axenwinkel in der Hülle um 7° grösser als im Kerne.

Ausserdem wurde beobachtet:

$$\varrho > v$$

um die Mittellinie α .

Unter der Hülle verlaufen, annähernd parallel den äusseren Contouren, flachschalige Sprungflächen, welche gleichsam den Kern aus der Hülle herauschälen und häufig bis zur Oberfläche der Olivinkörner reichen. Von diesen capillaren Klüften aus scheint die Umwandlung des Olivins in jenes braunrothe Mineral gegen das Centrum hin vor sich zu gehen. Es liegt also hier eine Form der Umsetzung vor, wie sie von Doss an Olivinen syrischer Basalte, von K. Hofmann an denen der Basalte des Bakony und von Michel-Lévy¹⁾ an den Olivinen des ophitischen Basaltes des Mont Dore bereits früher beobachtet wurde.

Nach den Untersuchungen, welche S. L. Penfield und E. H. Forbes²⁾ an Chrysolithen anstellten, ist mit der Abnahme des Eisens im Olivine eine Zunahme des Wertes von $2V$ verbunden und von einer Abnahme der Stärke der Doppelbrechung begleitet. Ausserdem ergab sich, dass die Chrysolithe mit einem geringeren FeO -Gehalte als 12 Procent (z. B. aus Aegypten, New-Mexiko) optisch positiv sind mit der Dispersion $\varrho < v$, während die mit mehr FeO (Auvergne) optisch negativ sind mit der Dispersion $\varrho > v$.

Es ergibt sich daraus für unseren Fall, dass die Hülle eisenreicher ist, als der Kern, dieser demnach magnesiumreicher als jene ist; eine Thatsache, welche mit den an anderen zonar gebauten Krystallen, wie am basaltischen Augit, Anomit im Quarzdioritporphyrit von Steinegg im niederöstr. Waldviertel³⁾ gemachten Erfahrungen übereinstimmt und sich aus dem Umstande erklären lässt, dass bei beginnender Festwerdung eines Magmas aus diesem zuerst die am schwersten schmelzbaren Substanzen, wie die magnesiahaltigen, und erst später die leichter schmelzbaren, wie die eisenhaltigen, auskrystallisiren. Entsprechend dem Vordringen der Umwandlung des Olivins von jenen Sprungflächen gegen die Mitte ist die äusserste Partie des rothen

¹⁾ Notes sur la chaine des Puys le Mont Dore etc. Paris 1891, pag. 831 u. 832.

²⁾ Ueber den Fayalit von Rockport, Mass., und über die optischen Eigenschaften der Chrysolith-Fayalit-Gruppe u. s. w. Zeitschr. f. K. u. M. 1896, XXVI, pag. 143.

³⁾ F. Becke, Eruptivgesteine des nieder-österreichischen Waldviertels. Diese Mittheilungen, 1883, V, pag. 151.

Minerales braunroth, die innerste, welche oft aus äusserst feinen, parallel verlaufenden Fasern besteht, röthlichgelb.

Bei der optischen Untersuchung des Olivinkernes und des rothen Minerals wurde constatirt:

1.	Olivin:	rothes Mineral:
El. Axe	a	entspricht: b
" "	b	" a
" "	c	" c

Die in der Basis liegende Axenebene des Olivins hat sich also bei der Umwandlung in das rothe Mineral um die krystallographische Axe $a=c$ in die Längsfläche gedreht.

2. a ist im rothen Mineral die 1. Mittellinie, demnach dasselbe optisch negativ.

Diese Ergebnisse stimmen mit den entsprechenden, die Michel-Lévy über das „mineral rouge“ in seiner oben citirten Arbeit auf pag. 830 mittheilt, vollkommen überein.

Die Olivine schliessen regelmässig Magnetitkrystalle ein; sie sind — auch diejenigen, welche im rothen Mineral eingeschlossen sind — völlig unverändert und treten im Kerne eben so häufig auf als in der Hülle, ein Beweis, dass die Magnetitbildung vor der Krystallisation des Olivins begonnen und während derselben fort dauerte.

Plagioklas.

Die wasserklaren, leistenförmigen Plagioklaskrystalle mit polysynthetischem Aufbaue bilden einen wesentlichen Bestandtheil des Gesteins und übertreffen an Grösse und Menge jene des Nephelin-basanites von Klöch. Sie bilden entweder eine Fülle zwischen den Augiten, oder sie liegen regellos im Vereine mit dem Nephelin in der Glasbasis. Neben der vorherrschenden polysynthetischen Zwillingsbildung nach M tritt auch die Verwachsung je zweier nach dem Albitgesetze aufgebafter Individuen nach dem Karlsbader Gesetz auf. An solchen wurde auch hier nach der Methode Michel-Lévy's¹⁾ die Bestimmung vorgenommen. Die Messungen ergaben:

(1)		18°
(1')		19°
(2)		35°
(2')		—

¹⁾ Étude sur la détermination des Feldspaths etc. Paris 1894.

Diese Werte entsprechen einem basischen Gliede der Labradoritreihe.

An den einzelnen Lamellen bemerkt man keine einheitliche, sondern eine gleichmässig wandernde Auslöschung, und zwar nimmt der Wert derselben vom Kern weg gegen die Hülle ab:

	Kern	Hülle
(1)	18°	4°
(2)	35°	20°

Die Hülle ist somit ein saurerer Labradorit als der Kern.

Nephelin und Glasbasis.

Aggregate von wasserklaren Nephelinkörnern bilden theils selbstständig, theils im Vereine mit farbloser Glasbasis eine stark vorwaltende Fülle. Häufig umhüllen Nephelinkörner kranzförmig grosse Glaskerne. Vom Glase hebt sich der Nephelin im einfachen Lichte durch seine stärkere Lichtbrechung, im polarisirten Lichte durch seine schwache Doppelbrechung und die matte graublaue Interferenzfarbe ab. Der Nephelin schliesst ausserordentlich feine, blassgelbliche, das Glas massenhafte haarfeine farblose Nadeln, welche oft einen dichten Filz bilden, ein.

Der Nephelinbasanit von Klöch ist augitreicher, dagegen ärmer an Nephelin und Glas als der von Feldbach.

Apatit.

Bis 1 Millimeter lange, farblose oder graulichweisse, gegliederte Säulchen dieses Mineralen treten zwar ungleich vertheilt, aber in ziemlich bedeutender Menge im Gesteine auf. Die an den Enden nicht entwickelten Individuen sind häufig gebrochen, die Theilstücke von einander getrennt und verschoben.

Magnetit.

Im Vergleiche zu den erzeichen Nephelinbasaniten von Klöch ist hier die Menge des Magnetits eine verhältnismässig geringe. Die freien, anscheinend jüngeren Magnetitkörner sind jedoch sehr gross, während eine ältere Generation, die theilweise von den Olivinen und Augiten eingeschlossen wurde, aus kleinen, aber gut ausgebildeten Krystallen besteht.

Hie und da kam auch ein Titaneisenerztäfelchen zur Ausscheidung.

Ausscheidungsfolge: Apatit, Magnetit, Olivin, Augit, Feldspath, Nephelin.

II. Der Palagonittuff.

Der Nephelinbasanit wird von einem ungeschichteten, röthlich-grauen Tuffe bedeckt, zu dessen Bildung folgende Bestandtheile beitrugen:

- a) feinst zerstäubte Minerale;
- b) honigbraune Lapilli (Palagonit) von birnförmiger oder unregelmässig zerlappter Gestalt mit eingeschlossenen, zahlreichen Augitkrystälchen und spärlichen Magnetitkörnern;
- c) massenhaft auftretende, kleine, lose, vollkommen ausgebildete Augitkrystalle;
- d) kleine Basaltbrocken;
- e) Olivinkrystalle und deren Fragmente;
- f) vereinzelte Hornblendekrystalle von dunkelgrüner Farbe;
- g) Orthoklas- und Quarzbruchstücke.

In den mikroskopischen Hohlräumen des Tuffes haben sich Natrolith-Drusen angesiedelt.

III. Die Nephelinbasalt-Bomben.

Während der Ejection der sand- und staubähnlichen Auswurfsmassen, welche nach ihrer Festwerdung den Palagonittuff bildeten, wurden auch faust- bis kopfgrosse Bomben und Blöcke von über 1 Meter Durchmesser ausgeworfen, welche vom Tuffe eingehüllt wurden.

Auf der Höhe des Berges fand ich lose Bomben, an deren Oberfläche scharf ausgeprägte, über 1 Centimeter hohe parallele Rippen verlaufen, wie solche z. B. von Darwin an den isländischen Obsidianbomben beobachtet wurden; es ist wahrscheinlich, dass jene Bomben später, da sie aus glashartem Material bestehen, durch Erosion aus dem Tuffe herausgelöst wurden.

In der dichten, schwarzen Grundmasse der Bomben und Blöcke treten mit freiem Auge sichtbare, bis 3 Millimeter grosse Augit- und Olivinkrystalle hervor.

Die Grundmasse besteht aus einer gelblichgrauen bis braungrauen Glasbasis; in dieser sind, weil schwebend gebildet, vollkommen automorphe, im Dünnschliff gelblichgrüne Augitkrystalle mit Sanduhrbau und hohen Auslöschungsschiefen ($cc_k = 50^\circ$; $cc_s = 54^\circ$; $cc_m = 60^\circ$), magmatisch corrodirt Olivinkrystalle ohne Spur einer Umwandlung, wenig Magnetit und mikroskopisch kleine, aber ausserordentlich scharf begrenzte wasserklare Nephelinkrystalle ausgeschieden. Besonders prächtig heben sich die reinen Krystallformen des Nephelins aus dem dunklen Glase des Gesteins jener auf der Spitze des Steinberges liegenden Bomben hervor; hier verlaufen ausserdem die Poren des Gesteins und die Augitsäulchen in der Richtung der oberflächlichen Rippen, woraus man wohl schliessen kann, dass die Augite sich nicht intratellurisch gebildet haben.

Nach der mineralogischen Zusammensetzung des Gesteins dieser Bomben kann dasselbe als ein Nephelinbasalt mit stark vorwaltender hyaliner Grundmasse bezeichnet werden.

IV. Die Nephelinbasaltdecke.

Dem Tuffe ist nahe am Gipfel des Berges eine 2 bis 3 Meter mächtige, durch senkrechte und wagrechte Klüfte in Platten gesonderte Decke eines basaltischen Gesteines aufgelagert; diese Decke besteht wie die Bomben im Tuffe aus einem Nephelinbasalt, jedoch mit äusserst feinkrystalliner, überwiegend aus Augitkryställchen gebildeter Grundmasse, in welcher Augit- und Olivinkrystalle porphyrisch ausgeschieden sind. Der Nephelin tritt hier als Fülle auf, und wurde auch mikrochemisch nachgewiesen.

Der vulcanische Herd, welchem die Eruptivgesteine des Steinberges entstammen, förderte also anfänglich ein relativ saures basaltisches Magma (Nephelinbasanit), dann Tuffmaterial, schliesslich ein sehr basisches Magma (Nephelinbasalt). Letzteres wurde vorerst in Form von Bomben ausgeworfen, floss aber später, eine Decke bildend, ab.

Mineralogisches Institut der deutschen Universität in Prag,
Mai 1896.

3.

SEPARAT-ABDRUCK

AUS

TSCHERMAK'S

MINERALOGISCHEN UND PETROGRAPHISCHEN

MITTHEILUNGEN

HERAUSGEGEBEN

VON

F. BECKE.

ALOIS SIGMUND. DIE BASALTE DER STEIERMARK. 4. u. 5.

Fürstenfeld, Steiermark.

Tschermak's Mineralog. und petrographische Mittheilungen,
Band XVII, Heft 6.

1897.

WIEN,

ALFRED HÖLDER,

K. U. K. HOF- UND UNIVERSITÄTS-BUCHHÄNDLER,

ROTHENTHURMSTRASSE 15.

XX. Die Basalte der Steiermark.

Von Alois Sigmund.

4. Der Magmabasalt und basaltische Tuff bei Fürstenfeld.

Einleitung.

Sechs Kilometer südlich von Fürstenfeld, in der Nähe des Dorfes Stein, tauchen mitten im neogenen Hügellande zwei niedrige Basalkuppen aus dem Congerientegel empor. Sie sind durch ein schmales Thal von einander getrennt, hängen jedoch, wie einige durch Erosion aufgeschlossene Stellen der Thalsohle beweisen, miteinander zusammen.¹⁾

Beide Kuppen scheinen einer von Westen nach Osten streichenden Spalte aufzusitzen, bilden jedoch keine selbständigen Erhebungen im Terrain, sondern sind den benachbarten, höheren, neogenen Hügeln vorgelagert und mit diesen durch flache Sättel verbunden. Während die westliche, grössere Kuppe ausser einigen unbedeutenden Klippen und einem längst aufgegebenen, jetzt von Gebüsch überwucherten Steinbruch keine Aufschlüsse bietet, ist die östliche durch über 50 Jahre fortgesetzte Steinbrucharbeit bis zu ihrem Kerne aufgeschlossen.

K. J. Andrae besuchte diesen Steinbruch im Jahre 1854; die Beschreibung²⁾ desselben und ein beigefügter Holzschnitt lassen erkennen, dass sich trotz des andauernden Abbaues von Basalt zur Gewinnung von Strassenschotter das charakteristische Bild des Aufschlusses im wesentlichen nicht geändert hat.

¹⁾ Auf der geologischen Karte der Steiermark von D. Stur, sowie auf jener im Massstabe 1:75.000 von der k. k. geol. Reichsanstalt hergestellten Karte sind diese zwei Kuppen als isolirte Basaltvorkommen verzeichnet.

²⁾ Bericht über die Ergebnisse geognostischer Forschungen im Gebiete der 14., 18. und 19. Section der General-Quartiermeisterstabkarte von Steiermark und Illyrien während des Sommers 1854. Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanstalt, 1855, VI. Jahrg.

Der Autor schildert die ausgezeichnete, säulenförmige Absonderung des Basaltes und die prächtige, noch jetzt vorhandene, ziemlich geräumige Höhle und berichtet, dass die Säulen theils strahlenförmig von der Basis auslaufen, theils der Peripherie des Berges folgen, dass sie aber stellenweise auch gekrümmt wären. Ich beobachtete, dass die Säulen im Kerne der Kuppe und in den centralen Theilen wagrecht liegen, an ihren Enden schwach gekrümmt sind, an beiden Seiten des Kernes jedoch fächerförmig verlaufen; diese Verhältnisse weisen auf einen zwiebelähnlichen Aufbau der Kuppe hin. Ob jedoch eine Quellkuppe oder nur das kuppenförmige Ende eines Stromes, der sich von der grösseren restlichen Masse abzweigte, vorliegt, konnte nicht constatirt werden, da einerseits das Liegende der Kuppe noch nicht aufgeschlossen, andererseits weil die kritische Seite der Kuppe, nämlich die der grösseren Basaltmasse zugekehrte, theils durch Erosion, theils durch die Steinbrucharbeit abgetragen ist.

Ausser der blossen Bestimmung des Gesteins als Magmabasalt durch E. Hussak¹⁾ lag bisher kein Bericht über die mineralogische und chemische Zusammensetzung desselben vor.

I. Mineralogische Zusammensetzung des Basaltes und Palagonittuffes.

Der frisch gebrochene Basalt hat eine matte, schwärzlichgraue Farbe, ist in den Kerntheilen der Kuppe dicht, in den peripheren Theilen jedoch porös aufgelockert. Nur selten tritt ein grösseres Olivinkorn makroskopisch hervor.

Im Dünnschliff sieht man in einer aus dem Magmareste, aus Augitkryställchen, Olivinkörnern und Magnetit bestehenden Grundmasse porphyrische Ausscheidungen von Augit und Olivin liegen.

Die Basis

ist zumeist farblos, local aber auch drappgelb oder violettgrau gefärbt. Meist liegen in ihr Magnetitkörnchen und Augitmikrolithe so dicht gedrängt, dass sie fast verschwindet. Stellenweise tritt sie aber in grösseren, einschlussfreien Partien entweder inselförmig oder, wie besonders die gefärbte Basis, bandartig auf; in dem letzteren Falle bildet sie oft die Wand und die angrenzenden Theile von Blasenräumen.

¹⁾ Verhandl. d. k. k. geol. Reichsanstalt, 1880, pag. 161.

Mineralog. und petrogr. Mitth. XVII. 1897. (Alois Sigmund.)

Behufs mikrochemischer Untersuchung der Basis erwies es sich als nöthig, die farblose und die dunkle Art aus Dünnschliffen zu isoliren; aus ausgedehnteren, mit der Lupe gut sichtbaren Partien gelang es mittels Nadeln Plättchen beider Glasarten herauszubrechen; jede Art wurde separat auf einen Objectträger gelegt und mit Salzsäure behandelt. Beide Glasarten gelatinirten, die drappgelbe später, unter Ausscheidung von $NaCl$ -Würfeln ¹⁾

Dieses Verhalten gestattet den Schluss, dass wahrscheinlich Nephelinsubstanz im Magma vorhanden ist, welche jedoch nicht wie bei allen anderen südlicher gelegenen, oststeirischen Basalten zur Krystallisation gelangte.

Augit.

Winzige, farblose bis blassgrüne, vollkommen idiomorphe Augitkrystalle bilden den überwiegenden Bestandtheil der Grundmasse, und weil diese die porphyrischen Ausscheidungen an Masse übertrifft, auch den grössten Theil der Gesteinsmasse. Während sie in den Kerntheilen der Kuppe regellos in der Basis liegen, sind sie in den peripheren Theilen, übereinstimmend mit der Lage der parallel zur Oberfläche gestreckten Blasen, fluidal geordnet.

Neben diesen kleinsten Augiten unterscheidet man in der Grundmasse noch eine individuenärmere Generation grösserer, grünlichgelber Augitkrystalle, bei denen auch häufig Zwillingsbildung nach (101) auftritt; sie besitzen Sanduhrstructur, welche an Schnitten $\parallel$ (010) oder $\perp$ zur c schon im einfachen Lichte erkennbar ist; die Auslöschungsschiefe $c c$ beträgt:

im farblosen Kern	41°
in den blassgelben Anwachskegeln der Pyramide	46°
in der rahmenförmigen Hülle	48°
und in den Anwachsstreifen der verticalen Flächen	53°

Sie nimmt also in der Richtung der Hauptaxe vom Kerne aus nach aussen zu. Noch deutlicher tritt auch hier dieses Verhältniss hervor,

¹⁾ Demnach entspricht das vorliegende Gestein — genau genommen — keiner der von Bücking aufgestellten Arten der Limburgite. Sieht man jedoch von der mit Recht angezweifelte dritten Art — zu welcher Bücking bekanntlich Limburgite mit farbloser, mit HCl gelatinirender Basis und mit brauner, nicht auflösbarer Basis rechnet — ab und hält an der Annahme der Existenz eines einheitlichen Magmas bei einem Limburgite fest, so liesse sich das Gestein am ehesten noch in die Limburgite der zweiten Art einreihen.

wenn mit dem Sanduhrbau die Zonenstructur combinirt ist. Ferner besitzen die dem Kerne zunächst liegenden Anwachsschichten der verticalen Flächen ein geringeres Lichtbrechungsvermögen als die entfernteren.

Die porphyrisch ausgeschiedenen Augite erreichen eine Grösse bis 1·6 Millimeter und erscheinen im Dünnschliff als farblose, corrodirte Krystalle; auch sie sind sanduhrförmig gebaut, doch bleiben ihre Auslöschungsschiefen hinter der des Kernes der grösseren Grundmasse-Augite zurück.

Alle Augite dieses Basaltes sind durch die Reinheit ihrer Substanz ausgezeichnet; nur selten bergen sie Glaseinschlüsse und Magnetitkörnerchen.

Olivin.

Olivinkörnerchen und Aggregate von solchen sind in unansehnlicher Menge in der Grundmasse vertheilt. Die porphyrisch ausgeschiedenen Olivine sind bis 3 Millimeter grosse corrodirte Krystalle; die Einwirkung des Magma beschränkte sich jedoch meist nur auf eine sehr schmale, äusserste Zone, wodurch schlauch- und fjordähnliche Aetzungsgrübchen entstanden. Mit Ausnahme der Olivine in der nur wenige Millimeter dicken Verwitterungsrinde, welche — ähnlich denen im norwegischen Basalte von Moss¹⁾ — in ein Aggregat von gelblichgrauen, radialfaserigen Serpentin-Kugeln umgewandelt sind, zeigen alle anderen keine Spur irgend einer endogenen Veränderung.

Die intratellurischen Olivine bergen spärliche Glaseinschlüsse, häufig Picotit- und Magnetitoktaeder, die Olivine der Grundmasse nur letztere.

Das Gestein schliesst häufig Olivinknollen ein, welche ein grobkörniges Gemenge von farblosen bis weingelben, an der Oberfläche in ein Carbonat umgewandelten Olivinkörnern, smaragdgrünen Diopsidkörnern, ölgrünem Bronzite und winzigen, pechschwarzen, an den Rändern braun durchscheinenden Picotitkörnerchen darstellen.

Solche Olivinknollen führen in grosser Menge auch die zahlreichen Lapilli-Tuffbänke, deren Verbreitung von Altenmarkt bei Fürstenfeld im Norden bis nach Klöch im Süden, von Gnas im Osten bis weit über die steirisch-ungarische Grenze hinaus im Westen reicht. Hier sind sie entweder von einer basaltischen Hülle rings

¹⁾ F. Zirkel, Basaltgesteine, 1870, pag. 64.

umschlossen oder es haftet ihnen nur an einem Theile ihrer Oberfläche basaltisches Gestein kappenartig an; in vielen Fällen mangelt ihnen aber auch gänzlich jede basaltische Begleitung.

Bei der Untersuchung der basaltischen Mäntel von Olivinknollen, die aus Lapillituffen verschiedener oststeirischer Localitäten stammten, stellte es sich nun heraus, dass die Grundmasse derselben überall mit jener des Magmabasalts von Fürstenfeld im wesentlichen übereinstimmt. Auch die porphyrischen Ausscheidungen, Augit- und Olivinkrystalle, bleiben sich allenthalben gleich, so dass diese basaltischen Hüllen der Olivinknollen, sowie auch die selbständig auftretenden Lapilli, als Magmabasalt zu bezeichnen sind. Nur die grossen Augite der Basaltmäntel der Olivinknollen, welche in den zwischen Fehring und Kapfenstein und im Osten von Gnas gelagerten Tuffen stecken, zeigen einen Bau, der von dem der porphyrischen Augite im Basalt von Fürstenfeld in charakteristischer Weise abweicht. Dieselben besitzen vollendeten Idiomorphismus, im Innern aber einen grossen, irregulären Kern von im Dünnschliff farblos erscheinendem Broncit; an der Grenze zwischen Augit und Broncit lagert eine dünne Schichte kleinster Augitkörnchen. Neben diesen interessanten Augiten sind noch corrodirt Broncite, Olivine und als Seltenheit Picotitkörnchen mit opacitischem Saume vorhanden. Eine fast ganz gleiche mineralogische Zusammensetzung haben die Lapilli aus den Tuffen von Kapfenstein, welche C. Dölter und E. Hussak¹⁾ beschrieben haben. Nur die braune Hornblende, die hier laut Angabe als Gemengtheil auftritt, fand ich in den Basaltmänteln nicht, wohl aber als 1·5 Centimeter grosse, lose im Tuffe steckende Krystalle.

Magnetit

in Körnchen und Oktaëdern ist in sehr reicher Menge vorhanden.

Die Structur des Magmabasaltcs bei Fürstenfeld ist in Uebereinstimmung mit der aller anderen Limburgite als eine hypokrystallinporphyrische zu bezeichnen.

¹⁾ Ueber die Einwirkung geschmolzener Magmen auf verschiedene Mineralien. N. J. f. M., 1884, pag. 29.

Schon mit freiem Auge nimmt man stellenweise im Gesteine eingeschlossene rauchgraue, starkglänzende Körner mit muscheliger Bruchfläche wahr, welche sich mit der Spitze des Messers nicht ritzen lassen. Es sind Quarze von ungleicher Grösse, die ungleichmässig im Gesteine zerstreut liegen; doch kann man in jedem Schliffe deren mehrere beobachten. Der Gehalt an Quarz ist somit immerhin ein so beträchtlicher, dass eine Einflussnahme desselben auf die SiO_2 -Bestimmung bei der chemischen Analyse des Gesteins nicht ausgeschlossen erscheint. Im Dünnschliff sieht man weiters, dass jedes Quarzkorn eine gelbe, gleichmässig dicke Glasrinde besitzt, welche bei grösseren Körnern die Dicke von 0.5 Millimeter erreicht; in diese Glashülle ragen vom umschliessenden Gesteine her hellgrüne, sanduhrförmig gebaute Augitsäulchen hinein. Diese Quarzkörner mit ihrem augitischen Contacthufe gleichen also ganz jenen, die aus dem Magmabasalte von Reichenweier und vom Lassens Peak in Neu-Californien bereits bekannt sind. J. S. Diller hält den Quarz in diesem californischen Feldspathbasalt für einen primären Bestandtheil, der sich zuerst aus dem Magma ausgeschieden haben soll. Wegen der ungleichmässigen Vertheilung und den bedeutenden Grössendifferenzen der Quarze im Fürstenfelder Basalte sind diese, wie manche andere in anderen Basalten, wohl nur als secundäre Einschlüsse, welche aus einer vom Magma durchbrochenen Sandbank stammen, aufzufassen.

Noch häufiger als solche Quarzkörner trifft man im Dünnschliff auf Körner von flaschengrünem, drappgelbem, braunem oder farblosem Glase von der Grösse und Gestalt eines Hirsekorns; sie verleihen sogar dem Gesteine ein eigenthümliches Gepräge. Diese Glasmandeln sind entweder theilweise globulitisch oder farrenkrautähnlich entglast, oder bergen wenige Mikrolithe; häufig vorhandene Sprünge weisen auf eingetretene Spannungsdifferenzen. Sie liegen alle in einer ähnlichen Augithülle wie die Quarzkörner. Dieser Umstand führt zu dem Schlusse, dass sie kleine, gänzlich eingeschmolzene, fremde Sandkörnchen oder Gesteinsbruchstücke sind. Sie dürften wohl ident sein mit den Nestern von gefärbtem oder farblosem Glase, welche Chelius in einem Magmabasalt des rechtsrheinischen Hessen antraf.

In den mikroskopischen Klüften und Hohlräumen bildeten sich folgende secundäre Minerale:

1. Farblose, isotrope, öfters aber auch schwache Doppelbrechung zeigende Krystalle mit dodekaëdrischen Umrissen; sie überziehen krustenartig die Wandungen der Hohlräume; die Lichtbrechung ist geringer als die des benachbarten, das Lumen der Höhlung ausfüllenden Calcits; es dürften hier wohl Analcimkrystalle vorliegen.

2. Calcit, das am häufigsten vorhandene secundäre Mineral. Der Gehalt an mikroskopischem Calcit ist selbst in dem frischen Gestein ein so beträchtlicher, dass dieses mit *HCl* lebhaft braust und wie der Quarz in dem Ergebnis der chemischen Analyse zur Geltung gelangt sein dürfte. Ausser mikroskopischem Calcit trifft man manchmal in grösseren ellipsoidischen Hohlräumen bohngrossen Calcitmandeln, und auf Klüften Drusen von 5—8 Millimeter grossen, wasserklaren oder weingelben, spitzen Calcit-Rhomboedern.

3. Natrolith.

4. Aragonit, in kugeligen, radialfaserigen Aggregaten.

5. Ein Zeolith (Philipsit?) mit eigenthümlichem Aufbau. Die Querschnitte der farblosen Krystalle zeigen im einfachen Lichte ein scharf begrenztes Quadrat, in welchem, den Seitensymmetralen folgend, ein deutliches helles Kreuz sichtbar ist; in den Ecken des Quadrates bemerkt man ruinenartige Contouren. Zwischen gekreuzten Nicols werden jenes Kreuz und die Ecken dunkel, die zwischen den Kreuzesarmen liegenden Rechtecke zeigen jedoch dieselben Interferenzfarben, wie die benachbarten Calcite. Das Kreuz entspricht wohl vier sich rechtwinklig kreuzenden Platten, die Polygone in den Ecken vier Säulchen; die Platten und Ecksäulen gehören entweder einem farblosen, isotropen oder einem optisch einaxigen Minerale an, welches senkrecht zur optischen Axe getroffen wurde. Die Querschnitte dieser Krystalle erinnern einigermassen an die des Chiasoliths.

Der Basalt schliesst an einigen Stellen auch Bruchstücke von Gesteinen¹⁾ ein, welche beim Emporquellen des Magmas von den

¹⁾ In der Sammlung steirischer Minerale und Gesteine des Landesmuseums in Graz befindet sich ein 2 Decimeter langes und 4 Centimeter dickes Fragment

Wänden der Eruptionsspalte mitgerissen wurden. Als solche wären zu nennen:

1. Nussgrosse Brocken von Aplit.
2. Ein Ballen eines ziegelrothen Thones von circa 1 Meter Durchmesser, der nahe der Peripherie der Kuppe im Basalte steckt.

An einigen Stellen der Oberfläche der östlichen Kuppe traf ich auf Schollen eines basaltischen Tuffes; es sind dies wahrscheinlich durch das aufbrechende basaltische Magma emporgerissene Bruchstücke einer Tuffmasse, welche in Form eines flachen Aschenkegels das Liegende des Basaltes bilden dürfte. Der Tuff ist ein graulichgelbes, erdiges Gestein, in dem eckige Basaltbrocken eingeschlossen sind. Jenes besteht, im Dünnschliff betrachtet, aus mikroskopischen, honiggelben, stark zersetzten Palagonitkörnern, die durch Calcit cementirt sind; die Basaltstücke gehören einem Magmabasalt mit fluidal geordneten Augiten an. Das Gestein hat ganz dasselbe Aussehen und eine analoge mineralogische Constitution, wie jener graulichgelbe palagonitische Tuff, der unter der Nephelinitdecke des Hochstraden in bedeutender Mächtigkeit lagert.

II. Chemische Zusammensetzung des Magmabasalts.

Herr Dr. Richard R. v. Zeynek, Assistent am k. k. chemisch-pathologischen Institute in Wien, hatte die Güte, die Analyse dieses Magmabasalts zu übernehmen und auszuführen, wofür ich ihm meinen besten Dank ausspreche.

Ergebnisse der Analyse.

I. Aufschliessung im Rohr mit kohlen saurem Natronkali.

einer sehr regelmässig sechsseitigen Säule gefritteten Sandsteins, welches nach der Etiquette von dem in Rede stehenden Basaltberge stammt. Trotz alles Suchens gelang es mir nicht, einen solchen Sandstein im Felde aufzufinden. Es ist wohl möglich, dass von diesem sehr harten Contactgestein einst eine grössere Scholle vorhanden war, welche mit dem Basalte zugleich geschlägelt und als Schottermaterial weggeführt wurde. Nach einem Dünnschliff aus einem Stücke jenes Säulenfragmentes, das ich Herrn Custos Dr. Ed. Hattler verdanke, besteht dieser Sandstein vorwiegend aus scharfkantigen Quarzkörnchen, farblosen, von unzähligen Dampfporen durchschwärmten Glaskörnchen, welche durch ein dunkles, nicht bestimmbares Cement, wahrscheinlich ein Frittungsproduct, mit einander verkittet sind.

1·0496 Gramm Substanz gab 0·0192 Gramm Wasser, 0·4908 Gramm Kieselsäureanhydrid, 0·1214 Gramm Eisenoxyd, 0·1882 Gramm Aluminiumoxyd, 0·0865 Gramm Calciumoxyd, 0·2128 Gramm pyrophosphorsaures Magnesium = 0·0767 Gramm Magnesiumoxyd, Spuren von Mangan.

II. Aufschliessung mit Flussäure.

1·0490 Gramm Substanz gab 0·1062 Gramm Chloralkalien, 0·1193 Gramm Kaliumplatinchlorid, entsprechend 0·0370 Gramm Natriumoxyd, 0·0231 Gramm Kaliumoxyd.

III. Eisenoxydulbestimmung. 0·6887 Gramm Substanz verbrauchte 6·35 Cubikcentimeter Chamäleon (1 Cubikcentimeter Chamäleon = 0·0061 Gramm Eisenoxydul) entspricht 5·62 Procent Eisenoxydul.

IV. Kohlensäurebestimmung. 2·0637 Gramm Substanz gab 0·0275 Gramm Kohlensäure.

In Procenten:

H_2O	1·83
SiO_2	46·76
TiO_2	Spur
Fe_2O_3	5·33
FeO	5·62
Mn	Spur
Al_2O_3	17·93
CaO	8·24
MgO	7·31
Na_2O	3·53
K_2O	2·20
CO_2	1·33

100·08

Aus diesen Procentzahlen wurden auf dem bekannten, von Rosenbusch¹⁾ vorgeschlagenen Wege die Metallatomverhältnisse, auf 100 reducirt, berechnet:

¹⁾ Ueber die chemischen Beziehungen der Eruptivgesteine. Diese Mittheilungen, 1890, XI. Bd.

<i>Si</i>	46.1
<i>Al</i>	20.6
<i>Fe</i>	4.0
<i>Mg</i>	10.9
<i>Ca</i>	8.7
<i>Na</i>	7.0
<i>K</i>	2.7

Das Gestein ist demnach von einem ψ -Magma ableitbar, aus dessen Spaltung der Basalt und die Olivinknollen entstanden.

5. Der Feldspathbasalt bei Weitendorf.

Einleitung.

An der Südspitze der dreieckigen, von der Mur und Kainach eingeschlossenen Schotterbank erhebt sich unweit von Weitendorf eine circa 20 Meter hohe flache Basaltkuppe. Sie liegt aber nahe dem Ostrande des steirisch-pannonischen Beckens, unweit von den krystallinen Schiefern des Koralpenzuges und 40 Kilometer weit von der oststeirischen basaltischen Aufbruchstrecke Klösch—Fürstenfeld entfernt.

Durch ausgedehnte Steinbrucharbeit ist bereits die Hälfte der Kuppe abgetragen. Die segmentförmige Felswand, welche jetzt abgebaut wird, zeigt in der Mitte eine Zerklüftung in bis 3 Meter dicke, verticale Pfeiler, welche durch unregelmässige Querklüfte in wollsackähnliche Glieder getheilt sind; an den Flanken jedoch verläuft die Klüftung nicht normal zur Oberfläche, sondern schwach convex, so dass es den Anschein hat, als wären die peripheren Theile schalenförmig um den Kern gelagert.

Während die Eruptionszeit der oststeirischen Basalte sowohl durch die Einschlüsse der begleitenden Tuffe — petrefactenführende Bruchstücke sarmatischer Gesteine und Quarzgeschiebe aus dem Belvedereschotter — als durch den Verband derselben mit dem liegenden Congerientegel und dem hangenden Belvedereschotter hinreichend genau festgestellt ist ¹⁾, fehlen bei dem Gesteine von Weitendorf sichere

¹⁾ Siehe D. Stur's Geologie der Steiermark, pag. 614 und 615 und Dr. Conrad Clar's Schilderung der geologischen Verhältnisse der Gegend von Gleichenberg in

Anhaltspunkte zur Bestimmung des geologischen Alters. Nur das Hangende des Basalts ist bekannt; an einer muldenförmigen Stelle der Oberfläche der Kuppe traf ich eine 2 Meter mächtige Mergelschichte; sonst ist die ganze Kuppe von Schotter kappenförmig überlagert. Schon Dr. F. Rolle¹⁾ und G. Untchj²⁾ erwähnten den Mangel von Aufschlüssen; Untchj bemerkte jedoch, indem er sich auf ein angebliches Vorkommen von devonischem Schiefer am jenseitigen Ufer der Kainach beruft, dass der Durchbruch des Basaltes durch eine Spalte im Grundgebirge erfolgt sein dürfte.

An dem der Basaltkuppe gegenüberliegenden Ostabhang des Kuklitz-Kogels traf ich am Fusse des Berges hart am rechten Ufer der Kainach eine auf mehrere Meter weit zu verfolgende Bank eines graulich-grünen, dichten Gesteins, welches nach einem Handstücke in der Sammlung des geologischen Institutes der Universität in Graz auch am nördlichen Gehänge des Berges aussteht. Es ist Thonphyliten eingeschaltet und war schon F. Rolle, der das Gestein als „Aphanit“ bezeichnete, bekannt. Das von mir untersuchte Gestein besteht aus trübem Plagioklas, Chlorit, röthlich durchsichtigem, körnigen Titanit und Magnetit; die erstgenannten Gesteinselemente sind schieferig angeordnet. Dass der Chlorit aus Augit entstand, wurde mir erst nach der Durchsicht der zum Vergleiche herangezogenen Schiffe des Diabases zwischen Kaindorf und Kainberg bei Leibnitz klar; hier sind die den Diabasen des mittelsteirischen Devons eigenthümlichen röthlich-violetten Augite längs der Spalt- risse in dasselbe chloritische Mineral umgewandelt, welches im Gestein bei Weitendorf in fertiger Umwandlung als wesentlicher Gemengtheil auftritt. Ich halte demnach dieses Gestein für einen theilweise veränderten Diabas. Nach dem äusseren Ansehen und nach der seinerzeit von V. Hansel³⁾ gegebenen Beschreibung stimmt es auch mit dem Diabase vom Ausgange des Harizthales (n. von Graz) mit dem Unterschiede überein, dass es Titanit statt Titaneisen enthält; es ist also noch weiter als dieses verändert. Der Weitendorfer

Prof. E. Ludwig's „Chemischer Untersuchung der Constantinquelle in Gleichenberg“. Diese Mittheilungen, 1896, XVI. Bd.

¹⁾ Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst., 1856, pag. 594.

²⁾ Mittheilungen d. nat. Vereines f. Steiermark, 1872, pag. 48.

³⁾ Eruptivgesteine im Gebiete der Devonformation in Steiermark. Diese Mittheil., 1884, Bd. VI, pag. 65 und 66.

Diabas steht ohne Zweifel mit den weiter nördlicher gelegenen, den devonischen Quarziten der Umgebung von Graz eingeschalteten Diabasen einerseits und den Diabasen zwischen Lebring und Leibnitz andererseits in genetischem Zusammenhange und bildet eine Brücke zwischen dem nördlichen und südlichen Vorkommen. Der nur 500 Meter weiter östlich anstehende Basalt scheint in der von Norden nach Süden streichenden Bruchspalte, welche die Grenze zwischen dem Devon und Neogen bildet, in Form einer parallel zu diesem Bruchrande gestreckten Quellkuppe gefördert worden zu sein.

Wenn nun auch das geologische Alter des Gesteins dieser Kuppe bislang noch nicht constatirt ist, so unterliegt es nach der petrographischen Untersuchung desselben doch keinem Zweifel, dass, wie schon Prof. K. F. Peters¹⁾ im Jahre 1872 erklärte, ein Feldspathbasalt, also kein Melaphyr, vorliegt. Allerdings, wie es mir nach dem minderen Erhaltungsgrade der Olivine und Augite, sowie dem häufigen Auftreten grösserer, secundäre Minerale (aber keine Zeolithe) bergender Hohlräume scheint, von einem höheren Alter, als den oststeirischen Basalten zukommt.

Mineralogischer Bestand und die Structur des Basalts; endogene Einschlüsse desselben

Das Gestein ist graulichschwarz und dicht; stellenweise sieht man mit freiem Auge bis 3 Millimeter grosse, ölgrüne, frische, seltener dunkelrothe, veränderte Olivinkrystalle.

Aus den Dünnschliffen erkennt man, dass eine überwiegend aus Plagioklasleisten bestehende Grundmasse den grössten Theil des Gesteins bildet; in dieser sind Augit-, Olivin- und Plagioklaskrystalle porphyrisch ausgeschieden; ein geringer Magmarest steckt noch zwischen den Feldspathleisten; Titaneisen und Magnetit sind die ausgeschiedenen Erze.

Die Plagioklasse der Grundmasse bilden schätzungsweise drei Viertel der Gesteinsmasse. Die wasserklaren, leistenförmigen Krystalle derselben sind zu fluidalen Zügen geordnet; die 30° erreichenden Auslöschungsschiefen symmetrisch auslöschender Zwillingslamellen weisen auf einen basischen Labrador. Die porphyrisch

¹⁾ In den oben cit. „Beiträgen zur Kenntniss der Basalte Steiermarks u. s. w. von G. Untchj“.

ausgeschiedenen Plagioklase erscheinen in tafelförmigen Krystallen; Schnitte nach *M* zeigen bei diesen Einsprenglingen im Kerne stärkere Lichtbrechung als in der rahmenförmigen Hülle und eine von innen nach aussen abnehmende, der α entsprechende Auslöschungsschiefe:

im inneren Theile des Kernes . . .	— 32°
im äusseren Theile des Kernes . . .	— 12°
in der Hülle	+ 5°

Der Kern entspricht demnach einem Bytownit; um den basischen Kernkrystall lagerten sich nach aussen stetig saurer werdende Schichten ab; die Hülle hat die Orientirung des Oligoklas.

In reicher Menge durchsetzen Apatitnadeln diese Plagioklaseinsprenglinge; seltener bergen diese farblose Glaseinschlüsse.

Auch der Augit ist in zwei Generationen vorhanden. Die wenigen intratellurischen Augite erscheinen im Durchschnitte farblos und als corrodirt Krystalle. Nur selten trifft man Schnitte mit deutlichem Sanduhrbau; an Schnitten nach (010) wurden folgende Auslöschungen bestimmt:

$$c c_s = 39^\circ$$

$$c c_m = 42^\circ;$$

Der Axenwinkel ist ziemlich gross; als Mittelwert wurde gefunden: $2V = 58^\circ 50'$. Diese grossen Augite schliessen wenige, aber grosse, farblose Glaseier und Picotitoktaëder ein.

Manchmal trifft man auf grössere Augitkrystalle, welche porphyrisch ausgeschiedenen Olivinen aufgewachsen sind; aber ein andermal sieht man diese auf jenen oder auch so auf einander sitzen, dass ihre Trennungsflächen die gegenseitige Hemmung beim Wachsthum zeigen. Diese Erscheinungen, sowie ferner der Umstand, dass beide Minerale Einschlüsse gleicher Art bergen, weisen auf die gleiche Zeit der Ausscheidung beider Minerale hin. Häufiger bemerkt man, dass die grossen Augite von den Plagioklasen wie eine Strominsel umflossen werden; sie sind daher älter als diese.

Die jüngere Generation der Augite erscheint als farblose, rundliche, einschlussfreie Körner, die entweder vereinzelt in der Grundmasse liegen oder zu Augitaugen oder prächtigen, garbenähnlichen Aggregaten geschart sind.

Auch der Olivin tritt in zwei Generationen auf. Die porphyrisch ausgeschiedenen Olivinkrystalle sind von der Oberfläche

und längs der Sprünge in grünen, faserigen Serpentin umgewandelt, in dessen Maschen noch Reste frischen, wasserklaren Olivins stecken; in den peripheren Theilen der Nordflanke der Kuppe, aber auch in einigen mehr central gelegenen, schon durch ihre graue Farbe von weitem auffallenden, jedenfalls besonders stark imbibirten Stellen derselben sind die grossen Olivine jedoch völlig in blutrothes Eisenhydroxyd umgewandelt. Dieses Endstadium gestattet den Schluss, dass der Olivin des vorliegenden Gesteines ein sehr eisenreicher, ein Fayalit, ist. Zu demselben Schlusse kam G. Untchj auf Grund der von ihm ausgeführten chemischen Analyse des Basalts, welche angeblich nur eine Spur von Magnesia ergab.

Einer zweiten Generation gehören jene zahlreichen, bald licht-, bald dunkelgrünen, stellenweise blutrothen Flocken an, welche aus Olivinkörnern hervorgegangen sind, die in den von den Feldspathmikrolithen der Grundmasse gelassenen Lücken sich ausschieden. Dass diese Flocken wirklich nichts anderes sind als in verschiedenen Umwandlungsstadien befindliche Olivine, beweist nicht nur ihre Farbe, welche stets mit jener der jeweiligen Umwandlungsproducte der grossen Olivine genau übereinstimmt, sondern auch der Umstand, dass sie mit diesen dieselbe geringe Doppelbrechung und faserige Structur gemeinsam haben. Diese gefärbten Flocken verleihen der farblosen Grundmasse ein eigenthümliches, geflecktes Ansehen.

Die beiden Erze, Ilmenit und Magnetit, treten in den verschiedenen Regionen der Kuppe in wechselnder Menge auf. In der Gipfelregion übertrifft die Menge des Magnetits jene des Ilmenits; in den centralen und basalen Theilen der Kuppe herrscht hingegen das Titaneisen vor; ein Verhältnis, welches bekanntlich auch bei den Basalten des südlichen Bakony zutrifft und von K. Hofmann¹⁾ aus der Verschiedenheit der Lösbarkeit der beiden Erze im Magma und der Umkehr des Löslichkeitsverhältnisses bei geändertem Drucke zu erklären versucht wurde.

Der Ilmenit tritt in tafelförmigen Krystallen auf, welche je nach der Schnittlage entweder als eisenschwarze, sechseckige Blättchen, deren Rand stellenweise ruinenartige Contouren zeigen, oder als Leisten mit oft scepterähnlichen Umrissen erscheinen. Auch dunkle lappen-

¹⁾ Die Basaltgesteine des südlichen Bakony. Budapest 1897, pag. 30 ff. und pag. 206.

förmige Gebilde mit bogig ausgeschnittenen Rändern sind wohl als Titaneisen zu deuten. Jene Blättchen mit den sechseckigen Umrissen sind an dünnen Stellen mit nelkenbrauner Farbe durchsichtig und schwach doppelbrechend. Nach diesem Verhalten und nach Durchsicht einiger zur Vergleichung herangezogener Schlitte von Feldspathbasalten des Bakony (Szt. György hegy, Badacson, Sági hegy), welche nach Angabe K. Hofmann's Titaneisenglimmer führen, scheint auch das Weitendorfer Titaneisen in dieser Modification aufzutreten. An besonders dünnen Blättchen sieht man auch helle Streifen, welche sich unter Winkeln von 60° kreuzen und auf eingeschaltete Zwillingslamellen schliessen lassen. Nicht selten sind Augitkörnchen oder Feldspathleisten von Ilmenitblättchen eingeschlossen oder eingeklemmt, während ein umgekehrtes Lagerungsverhältniss nicht beobachtet wurde; der Ilmenit schied sich also später als der Feldspath aus dem Magma aus. — Ich prüfte das Basaltpulver nach der Schön'schen Methode und erhielt den für TiO_2 charakteristischen orangegelben Niederschlag. Nach der Analyse von G. Untchj beträgt der TiO_2 -Gehalt des Gesteins 1.44 Procent.¹⁾

Der Magnetit tritt in den Schliffen des Gesteinsmaterials, welches aus der Gipfelregion stammt, in Krystallen und Körnchen auf; in jenen aus den inneren und basalen Theilen ist nur selten ein Magnetitkorn mit Sicherheit zu constatiren. Mit Hilfe eines Jamin'schen Lamellenmagnetes konnte ich aus dem Basaltpulver dieser Regionen schwarze, magnetische Körnchen in relativ nicht unbedeutender Menge isoliren; ob dieselben jedoch Magnetit- oder magnetische Ilmenitkörnchen waren, blieb unentschieden.

Zwischen den Feldspathleisten der Grundmasse sind feinste Lamellen einer farblosen Basis²⁾ gelagert, welche von dichten Wolken gelblichbraun durchscheinender Globulite durchschwärmt sind; oft sind diese zu parallelen Reihen geordnet und nehmen so auch ihrerseits an der Fluidalstructur der Grundmasse Antheil. Sehr wahrscheinlich bestehen diese Globulite aus Titaneisen. Auch in den dreieckigen Räumen, welche divergirende Feldspathleisten einschliessen, steckt stellenweise farbloses, manchmal aber auch

¹⁾ l. c. pag. 47.

²⁾ Schon C. F. Peters constatirte die Anwesenheit einer farblosen Basis l. c. pag. 58.

drappgelbes, braunes, grünes oder violettgraues Glas. Auch grössere, inselförmige Glasnester mit dunklen, keulenförmigen trichtergleichen Ausscheidungen werden vereinzelt angetroffen. — Die Basis wird durch Salzsäure nicht angegriffen und scheidet keine *NaCl*-Würfel aus.

Nach dem Vorstehenden ist die Structur des Gesteins als hypokrystallin-porphyrisch, jene der Grundmasse als hyalopilitisch zu bezeichnen.

In einer Tiefe von circa 12 Meter unter der Oberfläche der Kuppe sind grössere, unregelmässig gestaltete Hohlräume mit einem grünlichgrauen, dichten Gesteine ausgefüllt, welches sich vom Basalt scharf abgrenzt, stellenweise aber selbst völlig frische eckige Bruchstücke des Basaltes einschliesst. Die Härte desselben ist 2·5; mit Salzsäure befeuchtet, braust dasselbe; gepulvert und mit *HCl* versetzt, gelatinirt es nach längerer Zeit. Schliffe lassen erkennen, dass diese Ausfüllungsmasse vorwiegend aus sehr vollkommenen Sphärokrystallen besteht, zwischen welchen farbloser, krystallinischer Calcit sich ausbreitet. Diese Sphärokrystalle bestehen aus blassgrünen, radialstrahligen, feinsten Fasern von ziemlich deutlicher Doppelbrechung. Die Auslöschung erfolgt anscheinend gerade und normal zur Faseraxe, welche die Axe der kleinsten Elasticität ist. Centriscche Schnitte zeigen das sphärolithische Interferenzkreuz. Diese Eigenschaften weisen auf einen Delessit.

Zahlreiche andere Hohlräume sind von mitunter prächtigen Drusen von Aragonit, Chalcidon und Bergkrystall ausgekleidet; auf letzterem sitzen oft lehmgelbe Calcit rhomboëder mit 1 Centimeter Kantenlänge, die mit winzigen Pyritkrystallen bestreut sind. Eine Beschreibung dieser secundären Minerale gibt Dr. Ed. Hatle in den „Mineralien des Herzogthums Steiermark“, (Graz 1885¹⁾); die Altersfolge derselben erörterte schon früher Dr. F. Rolle.²⁾

In der folgenden Tabelle I ist das Ergebnis der chemischen Analyse des Weitendorfer Basaltes aus G. Untchj's „Beiträgen“

¹⁾ Pag. 36, 40, 59 und 76.

²⁾ Jahrb. d. k. k. geolog. Reichsanstalt, 1856, pag. 594.

wiederholt und in der Tabelle II die auf 100 umgerechneten Metallatomverhältnisse zusammengestellt.

I.	
SiO_2	54.08
TiO_2	1.44
Al_2O_3	16.39
Fe_2O_3	11.62
FeO	4.18
MgO	Spur
CaO	4.91
Na_2O	1.96
K_2O	2.31
H_2O	3.61
P_2O_5	Spur

100.50

II.	
Si	57
Ti	1.1
Al	20.6
Fe	9.3
Ca	5.3
Na	3.6
K	3.1

100.0

Der hohe Si -Gehalt, das den Exponenten 1 fast erreichende Verhältnis $(Na + K + 2 Ca):Al$, und der Umstand, dass $Na + K > Ca < 4 Ca$ ist, weisen auf ein δ -Magma.

Ausser den fünf Basaltvorkommnissen, deren petrographische Verhältnisse im XV., XVI. und diesem Bande der „Mittheilungen“ erörtert wurden, gibt es nach den Erfahrungen, die ich auf meinen Wanderungen im Basaltgebiete der Steiermark während der drei letzten Jahre erworben, kein weiteres, anstehendes basaltisches Gestein.

Prof. M. J. Anker erwähnt zwar in seiner „kurzen Darstellung der mineralogisch-geognost. Verhältnisse der Steiermark“, Grätz 1835,

auf pag. 75 und 77 noch zwei andere Basaltvorkommnisse: „einen dichten, aber nicht mächtigen Basalt bei Schlosswald“ (Gegend zwischen Poppendorf und Gnas) und einen säulenförmigen bei Welsdorf; ich traf jedoch an beiden Orten nur basaltische Tuffe; auch den Umwohnern jener Orte, die an dem Vorkommen festen, anstehenden Basaltes gewiss sehr interessirt wären, war ein solches gänzlich unbekannt. Möglicherweise meinte Prof. Anker unter dem Welsdorfer Basalt den fünf Kilometer südlich vom Schlosse Welsdorf auftretenden, oben beschriebenen „Magmabasalt bei Fürstenfeld“, da bei diesem das Merkmal der Zerklüftung in regelmässig polyedrischen Säulen zutrifft und der, da er das einzige, weit- und altbekannte Basaltvorkommen am linken Ufer der Raab ist, in dem Verzeichnisse Anker's, das an Vollständigkeit kaum etwas zu wünschen übrig lässt, gewiss nicht übergangen worden wäre.

Wien, August 1897.

(Schluss folgt.)

4.

SEPARAT-ABDRUCK

AUS

TSCHERMAK'S

MINERALOGISCHEN UND PETROGRAPHISCHEN

MITTHEILUNGEN

HERAUSGEGEBEN

VON

F. BECKE.

ALOIS SIGMUND. DIE BASALTE DER STEIERMARK.

Tschermak's Mineralog. und petrographische Mittheilungen,
Band XVIII, Heft 5.

WIEN,
ALFRED HÖLDER,
K. U. K. HOF- UND UNIVERSITÄTS-BUCHHÄNDLER,
ROTHENTHURMSTRASSE 15.

XIV. Die Basalte der Steiermark.

(Schluss.¹⁾)

Von Alois Sigmund.

6. Die Basalttuffe.

Ausser den Tuffen, die das Liegende der basaltischen Gesteine der Ost-Steiermark bilden, treten dort auch selbständige Tuffmassen auf. Die Mehrzahl derselben sind in weiten Abständen auf einem hufeisenförmigen, nach Süden zu offenen Gürtel angeordnet, der die auf einer von S. nach NO. verlaufenden Querzone aufsitzenden Basalte umschliesst, während eine central gelegene Tuffmasse sich spornartig vom trachytischen Bergmassiv bei Gleichenberg nach Süden abzweigt. Diese überwiegend dem Congerientegel aufgelagerten Tuffe bilden entweder wallartige Bergrücken oder schneepflugförmige isolirte Kuppen, welche Erosionsrelicte einstiger Kraterwälle oder grosser Aschenkegel darstellen.

Unter diesen Tuffen waren jene des central gelegenen Walles die ersten, welche petrographisch untersucht wurden; Andrae²⁾ und Anger³⁾ beschrieben den dem Trachyt des Sulzkogels aufgelagerten Tuff des Röhrkogels und die sich südwärts anschließenden Tuffe der Wirberge und bestimmten jenen als Palagonittuff. Später theilte A. Penck⁴⁾ die ersten mikroskopischen Details über diese Tuffe mit.

Ueber jene Tuffe, welche bei Klöch, am Hochstraden, am Steinberg bei Mühldorf und wahrscheinlich auch an den Kuppen bei Stein den dort auftretenden Nephelinbasanit, beziehungsweise Nephelinit

¹⁾ Siehe diese Mitth., Bd. XV, pag. 361, Bd. XVI, pag. 337 und Bd. XVII, pag. 526.

²⁾ Jb. d. k. k. geol. R.-A., 1855, pag. 276.

³⁾ Diese Mitth., 1875, pag. 171.

⁴⁾ Z. d. d. geol. Ges., 1879, Bd. XXXI, pag. 504.

oder Limburgit unterteufen, habe ich in Nr. 1, 2, 3 und 4 dieser Abhandlung berichtet.

Im folgenden theile ich die Ergebnisse der petrographischen Untersuchung sämtlicher Tuffvorkommnisse im oststeirischen Eruptivgebiete mit. Um im Rahmen dieses Abschnittes eine möglichst vollständige Uebersicht dieser Gesteine zu bieten, wurden auch die bereits früher beschriebenen in denselben einbezogen; das geschah aber auch deshalb, weil ich bei Klöch und am Hochstraden innerhalb der letzten Jahre neue Tufftypen auffand und die erneute Durchsicht der Schläffe aus dem älteren, bereits beschriebenen Tuffmaterial manche neue Thatsache ergab.

Bei der Aufzählung sind die Tuffvorkommnisse so angeordnet, wie sie von Süden gegen Norden aufeinander folgen.

I. Klöch.

a) Hohenwart.

Der wallartige Rücken des Hohenwart an der Ostgrenze des Eruptivgebietes von Klöch wird von einem asch- bis gelblichgrauen, deutlich geschichteten palagonitischen Tuffe gebildet. Auf diesem gedeiht eine edle Rebe, die einen Wein liefert, der das erlesene Product der Blocklava am Seindl¹⁾ an Feinheit noch übertrifft.

Am theilweise bewaldeten Westabhang befindet sich in der Nähe des herrschaftlichen Meierhofes ein aufgellassener, jetzt von Gebüsch überwucherter Steinbruch, in dem man ein deutliches Einfallen der Schichten nach Osten bemerkt.

An frischen Bruchflächen des Tuffes sieht man schon mit freiem Auge die zahlreichen pechschwarzen, fettglänzenden, mohnkorn- bis erbsengrossen Palagonitkörner, dann bläulichgraue Bröckchen eines porösen, basaltischen Gesteins, die in der aschgrauen, grossentheils erdigen Grundmasse eingebettet liegen; in dieser erkennt man noch makroskopische Quarzkörner, Kaliglimmer- und Biotitschüppchen, diese jedoch nur sehr selten. Die Grundmasse verbreitet beim Anhauchen einen entschiedenen Thongeruch und haftet an der Zunge.

Wenn man aus dem Tuffe herausgelöste Palagonite in Salzsäure legt, gelatiniren sie; sie sind demnach als Sideromelane zu bezeichnen.

¹⁾ Vergl. „Die Basalte der Steiermark. 1.“ Diese Mitth., Bd. XV, pag. 377.

Dünnschliffe von Tuffproben zeigen nun zunächst, dass der Palagonit ausser in makroskopischen, noch viel öfter in mikroskopischen Dimensionen auftritt. Er besteht aus einem zumeist frischen, rehgrauen seltener honigbraunen Glase, in dem zahlreiche, fluidal geordnete, säulchenförmige Augitmikrolithe, grössere, corrodirte Augitkrystalle, nicht selten mit einem bröcchigen Kerne, dann Olivinkrystalle, aber nur sehr spärlich Magnetitkörner ausgeschieden sind. Neben diesen unveränderten Palagonitkörnern gibt es aber auch solche von dunkelgrüner Farbe, deren hyaline Substanz in eine schmutzigrüne, schwach doppelbrechende, erdige Masse umgewandelt erscheint und deren freigewordene Ausscheidungen sich mit der umgebenden Grundmasse vermischt haben.

In den Basaltbröckchen aber sind nur sehr geringe Reste eines entfärbten Glases vorhanden, dagegen sind jene oben genannten Einschlüsse der Palagonitkörner, insbesondere aber die kleinen Augite und das Magneteisen in einer die anderen Bestandtheile stark überwuchernden Menge ausgeschieden. Demnach sind diese Bröckchen als *Magmabasaltlapilli* zu bezeichnen.

Zwischen den Palagonitkörnern und diesen *Magmabasaltlapilli* besteht also keine scharfe Grenze, beide Gebilde sind ausgespratzte Theilchen desselben Magmas auf verschiedenen Ausscheidungsstufen.

Manche Palagonitkörner und *Magmabasaltbröckchen* führen in diesem und in anderen oststeirischen Tuffen häufig Quarzkörner als Einschlüsse oder halten solche eingeklemmt; demnach erscheint die Annahme, diese entstammten quarzföhrnden, von der Eruptionsspalte durchsetzten Schichten (z. B. Schotterbänken, sarmatischen Sanden, Lehm- oder Mergelschichten) und wären bei der Aschenruption von den Wänden der Esse ab- und mitgerissen und so dem Tuffmaterial einverleibt worden, berechtigter zu sein, als die von F. Stoliczka¹⁾ und R. Hörnes²⁾ verfochtene, wonach diese Quarze auf fluviale Einschwemmungen zurückzuführen seien.

Ist jene Annahme zutreffend, so erklärt sich auch die Anwesenheit der in zahlreicher Menge eingestreuten Kaliglimmerschüppchen; sie befinden sich, wie die Quarzkörnchen, in den Tuffen auf secundärer Lagerstätte.

¹⁾ Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst., 1863, Bd. XIII, pag. 21.

²⁾ V. d. k. k. geol. Reichsanst., 1880, pag. 49.

Die Bestimmung des erdig erscheinenden Theiles der Grundmasse war bei diesem und allen ähnlichen Tuffen der kritische Punkt bei der Untersuchung. Nur an den dünnsten Stellen gelungener Schriffe, deren Herstellung begreiflicherweise ziemlich schwierig ist, konnte die complicirte Zusammensetzung desselben erkannt werden; als Bestandtheile dieses erdigen Cementes wurden constatirt:

1. Augitkryställchen, von denen die grössten eine Länge von circa 0.5 Millimeter erreichen, Sanduhrstructur zeigen und häufig Augitmikrolithe einschliessen, dann Bruchstücke solcher Kryställchen;
2. Augitmikrolithe, welche durch Zusetzung dunkelgrüner Palagonitkörner frei geworden, häufig sogar ihre frühere fluidale Anordnung beibehalten haben und innerhalb einer schmutziggrünen, flockigen Substanz, des Residuums der Glasmasse liegen;
3. winzige Quarzkörner und Glimmerschüppchen;
4. zerstreute Nester farblosen, krystallinischen Calcits, der sich aus Sickerwässern ausgeschieden haben dürfte;
5. stellenweise massenhaft auftretende farblose bis blassgelbe doppelbrechende Körnchen.

Während die Erklärung der erstgenannten, isolirten Augitkryställchen als ausgespratzte, intratellurische Ausscheidungen des Magmas wie jene der sub 2 bis incl. 4 genannten Bestandtheile keine Schwierigkeiten bot, war ich über die Natur der letztgenannten Körnchen lange im Zweifel. Erst als ich geschabten Mergel aus einem grösseren, aus der Tiefe emporgerissenen und im Tuffe eingeschlossenen Bruchstück mikroskopisch untersuchte und jetzt dieselben farblosen und gelblichen, doppelbrechenden Körnchen, welche zwischen gekreuzten Nicols perlgraue Interferenzfarben zeigen, nebst winzigen Quarzkörnchen und Glimmerschüppchen wie im erdigen Bestandtheil des Tuffes antraf, erkannte ich, dass jene Körnchen das einstige kalkig-thonige Bindemittel der im Tuffe eingelagerten Quarze und Glimmerschüppchen waren. Demnach entstammen sie, wie diese, in der Tiefe anstehenden Sedimentgesteinen.

Es sind also nur die Palagonitkörner und Magmabasaltbröckchen, sowie die freien Augitkryställchen echt vulcanische Bestandtheile des Tuffes, während die mit diesen gemischten Quarzkörnchen, Glimmerschüppchen und Körnchenaggregate sedimentären Ursprungs sind und sich in den Tuffen auf secundärer Lagerstätte befinden.

Es ist klar, dass die Kerntheile eines solchen ursprünglich aus lockerem Materiale aufgeschütteten Tuffkegels unter keinen Umständen primäre organische Reste einschliessen können; es wäre aber ganz gut denkbar, dass, wenn die Aufschüttung der oststeirischen Tuffe auf dem seichten Grunde des steirisch-ungarischen Congeriensees erfolgt wäre, wie dies K. Hofmann¹⁾ annimmt, wenigstens die peripheren Theile der flachen Tuffkegel gestrandete Reste von Thieren oder Pflanzen jenes Sees einschliessen könnten. Bisher wurden jedoch weder in diesem noch überhaupt in einem oststeirischen Tuffe irgend welche organische Reste gefunden. Die seit langem bekannten Einschlüsse eckiger, fossilführender Bruchstücke sarmatischer Gesteine kommen hier nicht in Betracht. Dieses Fehlen von Petrefacten weist eher auf eine subaerile, an den schlammigen Ufern des regredirenden Congeriensees erfolgte Ascheneruption.

Dieser palagonitische Tuff des Hohenwart stellt einen Typus dar, der nicht allein hier an der Ostgrenze, sondern auch in den anderen Theilen des Eruptivgebietes von Klöch und weiter im oststeirischen Tuffgebiete überhaupt vorherrschend auftritt (Normaltuff).

b) Seindl.

Zunächst begegnet man ihm wieder hinter dem Dorfe Klöch am Südfusse des Seindl, wo er bei der „Villa Eckhart“ auf eine grössere Strecke aufgeschlossen ist. Man sieht hier eine circa 7 Meter hohe Tuffwand, — die Aussenseite eines keilförmigen Segmentes jener grossen Tuffmulde, welche in der folgenden Eruptionsepoche von einem nephelinbasanitischen Magma nicht allein gefüllt wurde, sondern über welche sich dieses auch zu einer 164 Meter hohen Kuppe aufstaute. Da dieses Magma, wie aus der Existenz der Reste eines schwammig-porösen Schlackenhutes geschlossen werden darf, reichlich mit Wasser durchtränkt, daher leicht beweglich war, erfolgte wohl local ein Ueberfliessen desselben über den Rand der Tuffmulde; dies dürfte der Grund sein, warum man den Tuff am Fusse des Seindl nur strichweise antrifft.

c) Finsterlberg und Zahrerberg (westwärts vom Seindl).

An der Mündung des Grabens zwischen dem Finsterlberg und dem Zahrerberg stehen am Fusse beider Kuppen lichtgraue, sehr

¹⁾ „Die Basaltgesteine des südlichen Bakony.“ III. Bd. d. „Mitth. aus d. Jahrb. d. k. ung. geol. Anstalt“, 1879, pag. 239.

deutlich geschichtete, feste palagonitische Tuffe an. Grobkörnige Lagen, in denen Palagonit-, Magmabasalt- und Quarzkörner vorwalten und das mörtelgraue Cement zurücktritt, wechseln mit feinkörnigen, in denen das entgegengesetzte Verhältniss herrscht, ziemlich regelmässig ab, so dass die Schichten bandartig gestreift erscheinen.

Die Palagonitkörner dieses Tuffes erscheinen im Dünnschliffe verschieden gefärbt; man unterscheidet honigbraune, rehgraue mit goldgelber, isotroper Rinde, gelblichgrüne und durchaus goldgelbe Magmatropfen mit den nämlichen Ausscheidungen, welche in den Palagonitkörnern des Tuffes des Hohenwart vorkommen. Die porphyrisch ausgeschiedenen Augite bergen nicht selten Glaseinschlüsse von derselben Färbung, wie die hyaline Substanz des Palagonitkorns.

Das lichtgraue, steinharte Cement besteht zum grössten Theile aus farblosem, krystallinem Calcit. An der Peripherie der Palagonit- und Magmabasaltkörner haben sich jedoch Aggregate von farblosen, radialfaserigen Halbkugeln angesiedelt; im p. p. L. zeigen diese zwischen gekreuzten Nicols zierliche Interferenzkreuze. Diese Erscheinung, die gerade Auslöschung der mit den Enden in den Calcit hineinragenden Fasern, deren positive Doppelbrechung sowie deren Grad weisen auf Natrolith.

Wegen seiner Festigkeit und schönen Bankung eignet sich dieser Tuff zur Gewinnung von Bausteinen.

d) Jörgen.

Auch die Basis der Berge um Jörgen an der Westseite des Eruptivgebietes besteht grösstentheils aus deutlich geschichteten, palagonitischen mit sedimentärem Material gemischten Tuffen, wie sie uns vom Hohenwart bekannt sind. Sie sind in mehreren Steinbrüchen, von denen die zum Gute Halbenrain und jener der Gemeinde Jörgen gehörige die grössten sind, aufgeschlossen.

Den Tuffschichten sind hier strichweise fingerdicke, ausschliesslich aus Palagonit- und Magmabasaltkörnern bestehende Lagen eingeschaltet. Die bis erbsengrossen Körner sind von einer graulichweissen Rinde überzogen. Nur dort, wo sich die Körner berühren, haften sie aneinander; daher ist das Gefüge dieser aus rein vulkanischem Sande bestehenden Streuschichten ein sehr lockeres. Jene weisse Rinde, welche die Körnchen wenigstens theilweise cementirt, besteht,

wie die Dünnschliffe zeigen, aus Natrolith in Form von radial-faserigen Halbkugeln.

In einem Graben n. ö. von Jürgen, wo der Gemeindesteinbruch sich befindet, trifft man mit dem normalen Tuff vom Hohenwart-Typus auch einen Tuff, der auf den ersten Blick ganz das Aussehen eines aschgrauen, ungeschichteten Mergels hat. Doch stecken auch in ihm wieder Palagonit- und Magmabasaltkörner, aber nur in der Grösse eines Hirsekorns und nur in spärlicher Anzahl. Seine aschgraue Grundmasse besteht aus mikroskopischen, graulichgelben Augitkörnern mit reichlichen Einschlüssen von Augitmikrolithen, Augitkryställchen, Glimmerschüppchen, eckigen Quarzkörnern und farblosen, feinsten Körnern und Flittern, die ich für Calcit halte, da das Gestein beim Benetzen mit *HCl* sehr stark braust.

e) **Kindsberg-Kogel** (nördl. von Klöch).

Die Tektonik dieser Kuppe stimmt mit jener des Seindl auffällig überein. Ein flacher Hügel aus Congerientegel bildet ihre Unterlage; sie selbst besteht aus einem basalen Tuffringe, dem eine mächtige, halbkugelige Nephelin-Basanitmasse aufsitzt. Von jenem Tuffringe ist ein beträchtliches Segment am nördlichen Gehänge der Kuppe auf eine weite Strecke hin aufgeschlossen; es ist ein gelblich-grauer Tuff nach dem bekannten Typus des Tuffes vom Hohenwart. Nur wiegt die Grundmasse so bedeutend vor, dass er ein sandstein-ähnliches Aussehen besitzt.

Wie am Seindl kommen auch hier Reste eines schwammig-porösen Schlackenhutes¹⁾ vor; grössere Schollen und kleinere eckige Bruchstücke desselben, welche von der steilen Kuppe abrutschten und in die am Fusse anstehenden, offenbar noch nicht verfestigten Aschenmassen fielen, wurden durch deren Material verkittet; so entstand die Blocklava-Breccie, welche in Form eines Gürtels der Aussenfläche des Tuffsegmentes anliegt.

Diese Breccie liefert einen ebenso durch seine Leichtigkeit als Festigkeit ausgezeichneten Baustein.

¹⁾ Bruchstücke davon sind so leicht, dass sie auf Wasser gelegt, schwimmen.

2. Hochstraden.

Meine früheren Ausführungen¹⁾ über die palagonitischen Tuffe des Hochstraden kann ich jetzt durch Folgendes ergänzen:

Die Basis des Berges bilden sarmatische Schichten, und zwar Tegel und Sande; jene herrschen in den unteren, diese in den oberen Horizonten vor. Nach Dr. C. Clar's²⁾ Profil des Hochstraden beträgt, von der Thalsole an gerechnet, die Mächtigkeit dieser Schichten circa 50 Meter.

Unweit über dem Niveau der wasserführenden Cerithiensande traf ich am Nordabhange des Berges³⁾ am Bachufer einen aschgrauen Tuff (1) anstehend, in dem schwarze, eckige, hirsekorn- bis haselnussgrosse Stücke eines schlackigen basaltischen Gesteins eingebettet liegen. Die erdige Grundmasse überwiegt bei weitem die Einsprenglinge. Im Dünnschliffe erwiesen sich diese als einem hauynreichen Nephelinite zugehörig, demselben Gestein, das als mächtiger Strom den Gipfel des Berges bildet. Den Nephelin konnte ich allerdings nur mikrochemisch nachweisen. Die grösseren Hauynkrystalle in diesen Lapilli sind farblos, am Rande manchesmal schwach himmelblau und schliessen hier nicht selten Häufchen von farblosen Mikrolithen ein; die kleineren Hauyne sind durchaus himmelblau; es mangelt ihnen allen jedoch das schwarze Strichnetz, welches die Hauyne der Stromfacies des Nephelinitis charakterisirt. Diese Nephelinitlapilli werden hier wieder von mikroskopischen, honigbraunen oder rehgrauen, häufig vielfach gelappten oder gezackten Palagonitkörnern begleitet. Von den gewöhnlichen Ausscheidungen derselben fehlen hier die Olivine; dagegen treten hier die Magnetite viel zahlreicher auf als in den Palagonitkörnern der Klöcher Tuffe. — Die übrige Grundmasse ist jener des Normaltuffs vom Hohenwart analog; das sedimentäre Material ist hier wohl ein Mergel, da der Tuff, mit H Cl benetzt, lebhaft braust.

Dieser Tuff lässt sich längs des von der Höhe des Hochstraden kommenden Baches noch höher hinauf bis zum Wege unter der

¹⁾ Die Basalte der Steiermark. 2. Der Nephelinit und Palagonittuff des Hochstraden. Diese Mitth. Bd. XVI, pag. 349.

²⁾ Zur Hydrologie von Gleichenberg. Vortrag. V. d. k. k. geol. Reichsanst., 1889, pag. 148.

³⁾ Unweit oberhalb der Ig. Gütl'schen Mühle.

Teufelsmühle, jener wildromantischen Stelle, wo die Grenze zwischen den Tuffen und dem hangenden Nephelinitströme aufgeschlossen ist, verfolgen. Nun ändert sich aber die Farbe der Grundmasse; sie geht aus dem früheren Aschgrau und Gelblichgrau in ein Röthlichgrau und Blassziegelroth über; der calcitische Bestandtheil der Grundmasse ist verschwunden, denn der Tuff braust jetzt nicht mehr unter Einwirkung von HCl . Der früheren Beschreibung dieses bereits dem Contacthorizonte angehörigen ungeschichteten Tuffes füge ich noch an, dass die Palagonitkörner in diesen gegen den Schluss der Ascheneruptionen geförderten Tuffen bedeutend grösser sind, als in den unteren Tufflagen; man unterscheidet an ihnen schon mit freiem Auge einen pechschwarzen, stark glänzenden Kern mit körniger Bruchfläche und eine matte, bräunliche, erdige Rinde. Im Dünnschliff zeigen die grösseren eine schön goldgelbe bis morgenrothe Farbe, wie sie auch die Palagonitkörner des Palagonittuffs am NO-Abhang des Badacson (am N-Ufer des Plattensees) besitzen. Die hyaline Substanz der kleineren Palagonitkörner ist unter Freilassung der eingeschlossenen Augite und Magnetite bereits der Zersetzung anheimgefallen.

Diesem blassziegelrothen, ungeschichteten Tuffe (2) ist eine 6 Decimeter mächtige Bank eines ziegelrothen, deutlich geschichteten, sandsteinähnlichen palagonitischen Tuffes (3) und diesem eine dünne Lage eines rothbraunen, in Brocken zerfallenen Tuffes (4), der das Liegende des in mächtige, breite, verticale Pfeiler geklüfteten Nephelinitstromes des Gipfels der Kuppe bildet, aufgelagert.

Die Textur der obersten Lage, die Constanz, mit welcher sich das rothe Band unter dem Nephelinit erstreckt, die allmähliche Abnahme der Intensität der rothen Farbe von der Contactfläche weg nach unten lassen auf eine kräftige Contactwirkung der Nephelinitlava auf den Tuff schliessen, die sich auf circa 20 Meter weit ausge dehnt haben dürfte.

Am höchsten Punkte des Bergplateaus fand ich im Walde zahlreiche Fragmente der Oberflächenfacies des Nephelinitstromes; sie sind röthlichbraun — was von den mikroskopischen zahlreichen Haunynkrystallen, die dieser Facies eigenthümlich sind, herrührt — und zeigen an ihrer Oberfläche jene tauartig gedrehten Wülste, welche die Fladenlava charakterisiren.

Inwieferne die mächtige Nephelinitmasse des Hochstraden und die Tuffe als schützende Decke der wasserführenden sarmatischen Sande eine ausserordentlich wichtige ökonomische Bedeutung für den stetig aufblühenden Curort Gleichenberg besitzen, hat bereits Herr Dr. C. Clar in überzeugender Weise in seiner Abhandlung: „Zur Hydrologie von Gleichenberg“¹⁾ dargelegt.

Nur in dem einen Punkte, wo Dr. Clar von einer Wechselagerung von Tuff und Basalt spricht, kann ich nach meinen bisherigen Beobachtungen mit ihm nicht übereinstimmen. Es ist mir keine dem Tuffe eingeschaltete Basaltdecke am Hochstraden bekannt; von den Cerithiensanden weg bis zum Nephelinite hinauf scheint nur eine ununterbrochene palagonitische Tuffmasse, deren verticale Mächtigkeit ich auf circa 120 Meter schätze, als Rest des ursprünglichen Tuffkegels anzustehen, die durch eine einheitliche, durch keinen Lavaerguss unterbrochene Ascheneruption aufgeschüttet wurde.

3. Gleichenberg.

Ueber die im Osten und Südosten des Curortes anstehenden Tuffe des Röhrkogels und der Wirberge berichtet A. Penck²⁾ im wesentlichen Folgendes:

An dem Aufbau der sandsteinähnlichen, palagonitführenden Tuffe des Röhrkogels beteiligten sich vor allem Lapilli³⁾, „Gerölle“ basaltischer und andesitischer Gesteine, Quarzkörner, Augit- und Sanidinsplitter, seltener solche von Amphibol oder Biotit. Die reingrauen, randlich etwas zersetzten Palagonite führen neben den gewöhnlichen Ausscheidungen auch Plagioklaskryställchen. Das Cement ist theils palagonitische Substanz, theils Calcit.

Ein grauer Tuff vom Wirberge enthält weniger Lapilli, aber mehr Quarzkörner und Fragmente andesitischer und trachytischer Gesteine. Das Bindemittel ist auch hier Calcit.

Ein graues Gestein von der Krugfabrik⁴⁾ führt endlich so wenige vulcanische Auswürflinge, dass es füglich als Sandstein

¹⁾ l. c. pag. 148.

²⁾ Ueber Palagonit und Palagonittuffe. Zeitschr. d. d. geol. G., 1879, Bd. XXXI, pag. 545.

³⁾ i. e. Palagonitkörner (A. S.).

⁴⁾ Diese Fabrik, in welcher Steinkrüge, in denen früher das Gleichenberger Mineralwasser versandt wurde, erzeugt wurden, existirt heute nicht mehr.

gelten kann. Bestandtheile sind stark zersetzte Lapilli, Quarzkörner, Basalt-, Andesit- und Trachytbruchstücke. Unbestimmtes Cement.

Ein rother Tuff von derselben Localität ist fast ausschliesslich aus nephelinführenden Lapilli zusammengesetzt. Diese schliessen auch zahlreiche Hauyne ein. Cement theils augitisch, theils palagonitisch.

Diese Tuffarten aus der Umgebung der ehemaligen Krugfabrik sind mir nicht bekannt.

Bezüglich des Palagonittuffes vom Röhrkogel, von welchem A. Penck wie von den anderen Gleichenberger Tuffen meint, sie befänden sich auf secundärer Lagerstätte, möchte ich bemerken, dass seine körnigen Bestandtheile keine Rollungsspuren aufweisen und dass die ganz sicher auf primärer Lagerstätte befindlichen Palagonittuffe des Szigligeter Schlossberges und insbesondere des Badaeson im südlichen Bakony ihm makroskopisch zum Verwechseln ähnlich sind und der letztgenannte Tuff auch mikroskopisch mit ihm im wesentlichen übereinstimmt.

4. Der Steinberg bei Feldbach.

Was ich über die Tektonik dieses Berges im XVI. Band dieser „Mittheilungen“ auf pag. 352 sagte, gilt nur von dessen Westhälfte. Die Mächtigkeit der Nephelinbasaltdecke habe ich jedoch zu gering angegeben. Dieser Decke ist, wie ich nachträglich constatire, noch eine niedrige Kuppe aus schlackigem Nephelin-Basanit aufgesetzt.

Diese Westkuppe steht durch einen schmalen Rücken mit der höheren Ostkuppe in Verbindung, welche aber aus einem theils röthlichgrauen, grobkörnigen, theils aschgrauen, palagonitischen Tuff besteht, der sich weit hinunter bis zur halben Bergeshöhe verfolgen lässt. Er ist in der tiefen Erosionsfurche des über den Nordabhang in kleinen Cascaden herabstürzenden Baches und in einer circa 8 Meter hohen, senkrechten Wand unter der „Giselahöhe“ aufgeschlossen. Hier sieht man auch seine Schichten bergewärts nach Süden fallen, während sie weiter oben, möglicherweise durch den westwärts emportauchenden Nephelinbasalt, gehoben erscheinen und mit der Flanke des Berges gegen Norden fallen. Die zahlreichen über faustgrossen Stücke schwammig porösen limburgitischen Gesteins, die auf der Westkuppe und deren Abhängen zerstreut herumliegen,

scheinen Einschlüsse des Tuffes gewesen zu sein, die durch dessen Verwitterung frei wurden.

Dieser Tuff liegt hier an der Osthälfte des Berges auf einem grünlichgelben, glimmerreichen lockeren Sande, der die untere Hälfte des Berges bildet und sowohl im Bachbette als am Fusse des Berges unweit des Schlosses Hainfeld aufgeschlossen ist.

Nach erneuter Durchsicht der Schiffe des röthlichgrauen, grobkörnigen Tuffes von der Westseite des Berges, der mit jenem oben genannten Tuffe, welcher die Ostkuppe bildet, völlig übereinstimmt, reihe ich dieses Gestein an den palagonitischen Normaltuff vom Hohenwart; nur nehmen hier zersetzte Palagonitkörner entschiedeneren Antheil an der Bildung der Grundmasse, als bei jenem.

5. Kapfenstein (5 $\frac{1}{2}$ Kilometer östlich von Gleichenberg); **Hassberg, Kuruzenkogel, Wienerberg; Beilstein, Wachsenegg** (nördlich von Kapfenstein).

Dies sind jene peripheren, selbständigen Tuffvorkommnisse, welche dem östlichen, mit dem Hohenwart beginnenden Aste des hufeisenförmigen Bogens angehören, der die centralen Basalkuppen einschliesst. Sie sind auf zwei parallelen Linien angeordnet, und zwar gehören die vier erstgenannten dem inneren, die zwei letzten dem äusseren Flügel dieses Astes an.

Trotz mancher makroskopischer Verschiedenheiten, die durch die Variabilität des Mengenverhältnisses zwischen Einsprenglingen und Grundmasse oder des Grössenverhältnisses der Einsprenglinge bedingt werden, reihen sich alle Tuffe der beiden Linien an den Normaltuff des Hohenwart.

Die weithin sichtbare 471 Meter hohe¹⁾ stumpfkegelförmige Kuppe bei Kapfenstein ist die Ruine eines Tuffvulcans, an dem man an centralen Partien das charakteristische, concentrisch nach einwärts gerichtete Fallen der Tuffschichten wahrnimmt. Diesen sind, wie bei Jörgen, strichweise dünne, lockere Lagen von gröberen Palagonit- und Magmabasalt-, Olivin- und Quarzkörnern eingeschaltet.

Der Reichthum dieser Tuffe an nuss- bis kopfgrossen Einschlüssen von Olivinbomben ist seit langem bekannt.

¹⁾ Abs. Seehöhe; die Seehöhe des am Südfusse des Berges liegenden Ortes Kapfenstein beträgt 282 Meter.

Von der Nordflanke des Kapfensteins zweigt sich ein circa 8 Kilometer langer, gegen das Raabthal streichender Rücken aus Congerientegel ab, dem die Tuffkuppen des Hassberges, Kuruzenkogels und Wienerberges aufgesetzt sind. Oestlich von diesem Rücken streicht in derselben Richtung ein zweiter mit den Tuffkuppen des Beilsteins und Wachseneggs. In den Tuffen dieser kleineren Kuppen trifft man überall bis faustgrosse Einschlüsse von Magmabasaltbomben, deren Kern aus einem Olivinknollen besteht¹⁾, bis 2 Centimeter grosse Amphibolkrystalle, endlich grössere Knauern eines grünlichen, glimmerreichen Sandsteins.

6. Poppendorf und Gnas.

Auch die dem westlichen Aste der Tuffcurve aufgesetzten, in dem sarmatischen Hügelzuge zwischen Poppendorf und Gnas auftauchenden Tuffe gehören grösstentheils, wie die des östlichen Astes, dem Normaltuffe an.

Sie scheinen eine bedeutende verticale Mächtigkeit zu besitzen; ich traf sie an den Berglehnen nahe der Thalsohle (z. B. beim „Grabenschneider“) und konnte sie bis zur Kammhöhe des Hügelzuges verfolgen.

Ein ganz eigenartiger Tuff bildet jedoch die Kuppe des „Kaskogels“ im Osten von Gnas; es ist ein hellgraues, feinkörniges, sandsteinähnliches Gestein, das zur einen Hälfte aus mohnkorngrossen, schwarzen Palagonit- und Magmabasaltkörnern, zur anderen aus eckigen, hirsekorngrossen Quarz-, Olivin-, grünen Augitkörnern und Kaliglimmerschüppchen besteht. Ich konnte bei diesem Tuffe kein „Cement“ mit Sicherheit constatiren; da die Körnchen jedoch, wenn auch locker (unter einem leichten Schlag zerfällt die Gesteinsprobe zu Grus) zusammengefügt sind, ist die Existenz eines wenn auch minimalen Cementes dennoch wahrscheinlich. Jedenfalls bildet dieser

¹⁾ Vergl. diese Mitth., Bd. XVII, pag. 529. — Nachträglich füge ich der betreffenden Stelle an, dass die porphyrischen Augite der basaltischen Hüllen und Kappen der Olivinknollen manchmal einen farblosen Kern besitzen, der aus regelmässig miteinander verwachsenen Lamellen eines rhombischen und monoklinen Pyroxens besteht; weiters, dass die oft 3–4 Millimeter grossen Broncitkrystalle dieser basaltischen Hüllen durch einen tombakartigen Schiller auf den Spaltflächen ausgezeichnet sind. Diese Broncite, sowie jene Kerne rühren aus zerspratzten Olivinbomben her, welche die ersten Ausscheidungen des basaltischen Magmas waren.

palagonitische Tuff einen Antagonisten zu jenen viel häufiger auftretenden Tuffen, in welchen die Palagonit- und Basaltkörner nur in sehr geringer Menge auftreten und die zum grössten Theile nur aus vulcanischer Asche und sedimentärem Material bestehen. Dieser Tuff bildet also den Schluss der an dieser Stelle geförderten vulcanischen Producte.

In diesem psammitischen, palagonitischen Tuffe fand ich ein wohl erhaltenes Exemplar eines sarmatischen Cerithiums, das aus einer durchbrochenen Sandsteinschichte herrühren dürfte.

7. Rechtes Ufergelände der Raab.

a) Pertlstein.

Die sehr deutlich geschichteten Tuffe am Nordabhang des Plateaus von Pertlstein besitzen eine grünlichgraue bis dunkelgraue Grundmasse, in der mit freiem Auge sichtbare Palagonit- und Magma-basaltkörner, Quarz- und Olivinkörner eingebettet sind.

Im Dünnschliffe betrachtet erweist sich die Grundmasse aus mikroskopischen, honigbraunen und fast einschlussfreien, gelben, dann aber einschlussreichen und dunkelgrünen, stark zersetzten Palagonitkörnern, Quarzkörnchen, picotitführenden Olivinkörnern, Kaliglimmerschüppchen, Amphibolkrystallen und Bruchstücken von solchen, die mit opacitischem Saume versehen sind, zusammengesetzt. Alle diese Gemengtheile sind, wie die des aschgrauen Tuffes am Finsterberg, durch ein vorwiegend natrolithisches, stellenweise auch calcitisches Cement untereinander verbunden.

Dieser Tuff schliesst Brocken von Nephelinbasalt, grössere Amphibolkrystalle, Schmitzen von Glanzkohle und eigrosse Olivinbomben ein.

b) Calvarienberg bei Feldbach.

Ein ganz gleicher Tuff wie der vorige bildet den Calvarienberg bei Feldbach und die diesem sich westwärts anschliessenden Hügel.¹⁾

Ausser oft faustgrossen Amphibol- und bis kopfgrossen Olivinbomben fand ich als Einschlüsse dieses Tuffes noch Bruchstücke eines Biotit-Andesits und eines Feldspathbasalts, von Eruptivgesteinen, von denen das erstgenannte in der nördlichen Umgebung von Gleichen-

¹⁾ Auf der von der k. k. geol. Reichsanstalt herausgegebenen Karte erscheint das Tuffvorkommen nur auf einen Theil des Calvarienberges beschränkt.

berg, das letztgenannte aber circa 22 Kilometer weit westlich bei Weitendorf in sehr ähnlicher Ausbildung anstehend getroffen wird.

c) Unter-Weissenbach.

Der Tuffhügel bei Unter-Weissenbach ist durch ein Thal von der eben besprochenen Tuffhügelkette im SW. von Feldbach getrennt und besteht aus einem deutlich geschichteten röthlichgrauen Tuffe, dem stellenweise schlierenartig ein graulichschwarzer Tuff eingeschaltet ist. Dieser Hügel scheint einer Flanke eines ehemaligen Kraterwalles zu entsprechen; seine Schichten fallen unter einem Winkel von circa 30° gegen Osten.

Die Schlieren des schwarzen Tuffes¹⁾ bestehen ausschliesslich aus theilweise stark zersetzten, im Dünnschliffe flaschengrünen Palagonitkörnern, aus Magmabasaltbrocken und spärlichen Quarzkörnern, die alle durch Natrolith cementirt sind.

Im röthlichgrauen Tuff²⁾ sind die nicht so dichtgedrängten Palagonit- und Basaltkörner nicht allein durch Natrolith, der wie in den benachbarten Tuffen prächtige, mikroskopische Drusen bildet, sondern auch durch augitische Asche, der sedimentäres Material beigemischt ist, cementirt.

Als Einschlüsse traf ich hanfkorn-grosse Olivinkörner, Amphibolsplitter, Olivinbomben und im schwarzen Tuffe faustgrosse, eckige Bruchstücke eines grauen, von zahlreichen Cerithien und Cardien durchspickten sar-matischen Sandsteins.

8. Auersberg.

Gegenüber dem Tuffhügel bei Unter-Weissenbach liegt am linken Ufer der Raab die Kuppe des Auersberges (407 Meter ü. d. M.), zu deren Aufbaue ausser den die Basis bildenden Congerierschichten verschiedene Arten von Tuffen beigetragen haben.

Soweit gegenwärtig die Aufschlüsse (Steinbrüche auf halber Bergeshöhe und nahe dem Gipfel) ein Urtheil gestatten, bildet ein

¹⁾ Möglicherweise ist dies der „schwarze Basalttuff von Feldbach, nördlich von Gleichenberg“, über dessen Olivinbomben E. Hussak in A. Penck's obencitirter Abhandlung (pag. 548) referirte.

²⁾ Dieser ist wegen seiner grösseren Festigkeit geschätzter als der schwarze; aus ihm werden gegenwärtig die Bausteine für die neue Pfarrkirche in Feldbach gebrochen.

röthlichgrauer, palagonitischer Normaltuff das tiefstgelegene Glied der Tuffe.

Ihm folgt ein grünlichgrauer Tuff; dieser besteht hauptsächlich aus eckigen, erbsen- bis walnussgrossen Brocken eines schaumigen Magmabasalts vom Aussehen eines Bimssteins, die verwittert eine grünlichgelbe Farbe annehmen, dann aus Palagonit- und Olivinkörnern, Broncitsplittern — die alle durch Calcit, der optisch und durch *H Cl* nachgewiesen wurde, untereinander verkittet sind. Diese Tuffe werden gebrochen und wegen ihrer besonderen Leichtigkeit für bestimmte Bauzwecke gewählt.

Auf diesem Tuff liegt eine über 1 Meter dicke granlichgelbe Tuffschichte; das Gestein hat ganz das Aussehen eines Mergels; es wird von den Steinbrucharbeitern „Leberstein“ genannt, ist jedoch nicht brauchbar, da es nach einem Froste in eine Unzahl kleiner Stücke zerfällt. Es besteht fast ausschliesslich aus mikroskopischen, gelblichbraunen doppelbrechenden Körnchen, die nicht näher bestimmt werden konnten, aus grünlichen und gelblichen Augitkryställchen, sowie Spänehen und Splittern von solchen, abgerundeten Quarzkörnern, Kaliglimmerschüppchen und mohnkorngrossen, bläulichgrauen Basaltbröckchen. Es liegt hier ein Tuff vor, in dem die Einsprenglinge fast ganz fehlen und der nur aus augitischer Asche, die mit sedimentärem Material gemengt ist, zu bestehen scheint.

Im Hangenden dieses Tuffes folgen schwarze, grobkörnige Tuffe, welche aus Palagonitkörnern, mit Augitmikrolithen erfüllten Augitkrystallen und deren Bruchstücken, zahlreichen Quarz- und Olivinkörnern, sowie Broncitsplittern bestehen, die alle durch ein fast verschwindendes Aschencement verkittet sind. Sie liefern trotz dieses Umstandes gute Bausteine.

Diesen schwarzen Tuffen ist an einer Stelle eine 6 Decimeter mächtige Scholle eines emporgerissenen, sandigen, sedimentären Gesteins („Opok“ genannt) eingelagert.

Merkwürdig ist eine linsenförmige Kluft, welche die vorgenannten Tuffe fast senkrecht durchsetzt und von einem gelblichgrauen Tuffe, der aus verhältnismässig wenigen grösseren, rehgrauen und zahlreichen kleineren, häufig schon zersetzten Palagonitkörnern, Augitspänehen, eckigen Quarzkörnchen und Glimmerschüppchen besteht, gangförmig ausgefüllt ist.

Noch höher oben trifft man einen deutlich geschichteten, violett-grauen oder gelblichgrauen Tuff, in dem Bruchstücke von Gneis und Olivinknollen eingebettet sind.

9. Riegersburg.

Das schneepflugförmige Felsenriff der Riegersburg, eine Landmarke der Oststeiermark, ist, wie der Kapfenstein, das Erosionsrelict eines mächtigen Tuffvulcans.

Ueber dessen Tektonik theilt Dr. C. Clar¹⁾ Folgendes mit: „Die beiden Gehänge des bei Riegersburg von Westen her einmündenden Grazbachthales werden von mächtigen Tufflagern gebildet, die im nördlichen Gehänge nach NW., im südlichen nach SW. fallend, mit den nach SO. fallenden Tuffen der Riegersburg sich zwanglos zu einem jetzt durch die Erosion in drei Theile getheilten Aschenkegel vereint denken lassen.“

Der Tuff besteht vorwiegend aus erbsengrossen, porösen Magma-basaltlapilli und stark zersetzten, im Dünnschliff grünlichgelben Palagonitkörnern, welche entweder, wie es bei den am Südabhang des Berges anstehenden Tuffen der Fall ist, durch ein rein natrolithisches Cement oder aber, wie es bei den dem hypothetischen Krater zunächstliegenden, also zuerst geförderten am Westfusse des Riffes anstehenden Tuffen zutrifft, durch ein vorwiegend calcitisches, daneben auch palagonitisches Cement verkittet sind.

Die porphyrischen Augite in den Basaltlapilli besitzen häufig einen grünen, corrodirtten Kern und eine farblose Hülle; auch treten in derselben vereinzelte Picotitsplitter mit opacitischem Saume und Plagioklasleisten auf.

In den Tuffen dieses Riffes stecken taubeneigrosse Quarzgeschiebe, Amphibolbomben und sehr häufig bis kopfgrosse Mergelknauern.

10. Stein; Stadtberge bei Fürstenfeld.

Der Mittheilung über das Vorkommen einer Scholle eines palagonitischen Tuffes an der Ostflanke der Magmabasaltkuppe bei Stein²⁾ sei noch angefügt, dass in dem Tuffe neben krystallinem Calcit auch sedimentäres Material als Cement auftritt.

¹⁾ Mittheilungen aus Gleichenberg. V. d. k. k. geol. Reichsanst., 1878, pag. 122.

²⁾ Diese Mittheilungen, Bd. XVII, pag. 533.

Die gelblich- oder aschgrauen Tuffe auf den Kämmen der Stadtberge bei Fürstenfeld sind palagonitische Tuffe nach dem Normaltypus; sie gleichen sowohl äusserlich als in mikroskopischer Beziehung auffällig den unteren Tuffen bei Gnas und jenen des Tuffvulcans bei Sitke (östl. von Kis-Czell) in Ungarn.

Die Ergebnisse der Detailuntersuchung der oststeirischen Basalttuffe lassen sich in folgenden Sätzen zusammenfassen:

1. Allen oststeirischen Basalttuffen ist ein variabler Gehalt an Sideromelan- und Magmabasaltbrocken, die in den Tuffen des Hochstraden durch Nephelinitlapilli ersetzt sind, eigenthümlich.

2. Diese constanten Bestandtheile sind meistens in einer augitischen Asche, die sich mit Sedimentmaterial mengte, eingebettet; anderenorts bilden entweder verwitterte Palagonitkörner im Vereine mit Calcit oder mit Natrolith und Calcit, oder jedes von diesen Mineralen für sich allein das Cement. Es ergibt sich demnach, wenn man die Art des letzteren als Eintheilungsprincip wählt, folgende

Uebersicht der oststeirischen palagonitischen Tuffe.

I. Gruppe. Tuffe, deren Cement aus augitischer Asche, die *a)* mit thonigem, *b)* mit mergeligem Sedimentmaterial gemengt ist, besteht. (Normaltuffe.)

Zu *a)* gehören die Tuffe vom Hohenwart, von Klöch (Villa Eckhart), einige Tuffe bei Jörgen, der breccienähnliche Blocklava-Tuff und der Tuff am Nordfusse des Kindsbergkogels; die rothen, oberen Tuffe am Hochstraden; der Tuff des Steinberges bei Feldbach; die Tuffe von Kapfenstein, Burgfeld; der untere Tuff von Gnas.

Zu *b)* gehören: die lichtgrauen Tuffe bei Jörgen; die gelblich-grauen unteren Tuffe am Hochstraden, die Tuffe vom Wachseneck, Beilstein, Hassberg und Kurúzenkogel; die Tuffe der Stadtberge bei Fürstenfeld; der röthlichgraue und der mergelähnliche Tuff am Auersberg.

II. Gruppe. Tuffe mit vitrogenem (d. h. durch Verwitterung von Palagonitkörnern entstandenem) und calcitischem Cement: Der röthlichgraue Tuff von den Wirbergen bei Gleichenberg; der grünlichgelbe, leichte Tuff vom Auersberg; der centrale Tuff vom Westfusse der Riegersburg.

III. Gruppe: Tuffe mit calcitischem Cement: der röthlich-braune, grobkörnige Tuff vom Röhrkogel bei Gleichenberg; der graue Tuff von den Wirbergen bei Gleichenberg (nach A. Penck).

IV. Gruppe: Tuffe mit natrolithischem Cement: die lockeren vulcanischen Sande bei Jörgen, Kapfenstein; die Tuffe bei Pertlstein, am Calvarienberge bei Feldbach, bei Unter-Weissenbach¹⁾, vom peripheren Theil (Südabhang) der Riegersburg; der sandstein-ähnliche Tuff vom Kaskogel bei Gnas (?).

V. Gruppe. Tuffe mit natrolithischem und calcitischem Cement: Die lichtgrauen Tuffbänke des Finsterl- und Zahrerberges.

3. Der absolute Mangel an Versteinerungen, das häufige Fehlen einer Schichtung, die Verbindung eines Theiles der Tuffe mit sicher subaerilen basaltischen Gesteinen und der Umstand, dass die selbstständig auftretenden Tuffe entweder auf demselben oder gar einem höheren Niveau anstehen, wie die Basalte, das Fehlen von Rollungsspuren an den intratellurischen Elementen der Tuffe weisen auf eine subaerile Entstehung der Tuffe hin.

Rückblick.

Die vulcanische Thätigkeit in der Oststeiermark wurde in der Mitte der sarmatischen Epoche²⁾ mit der Förderung rhyolithischer, trachytischer und andesitischer Laven eingeleitet, welche, erstarrt, den Dom des Gleichenberger Kogels und das denselben umgebende kuppige Bergland bildeten.

Die extensivste und intensivste Entfaltung der vulcanischen Energie trat in diesem Gebiete jedoch erst nach dem Rückzuge des Congeriensees³⁾ ein, als mächtige Aschenmassen sowohl nördlich und südlich vom trachytischen Eruptionscentrum, als auch im Um-

¹⁾ Den röthlichgrauen Tuff von Unter-Weissenbach könnte man auch zur ersten Gruppe zählen.

²⁾ Siehe D. Stur, Geol. d. Steiermark, pag. 607.

³⁾ Die ersten basaltischen Lapilli sollen nach Angabe Dr. C. Clar's (vergl. Prof. E. Ludwig's cit. Abhandlung: Chemische Untersuchung der Constantinquelle in Gleichenberg) schon während der sarmatischen Periode ausgeworfen worden sein und sich mit den marinen Sedimenten am Südfusse des Trachtydomes vermenget haben; ich habe diese Tuffacies — die einen Tuffit darstellen würde — nicht kennen gelernt.

kreise ausgeworfen wurden; diese bildeten flache Tuffkegel, von denen einige eine Höhe von ca. 200 Meter erreichten.

Obwohl sich diese Ascheneruptionen auf einem verhältnismässig grossen ovalen Felde, dessen Längsaxe (Klösch-Fürstenfeld) ca. 22 Kilometer und dessen Queraxe (Gnas-Kapfenstein) ca. 11 Kilometer beträgt, vertheilten und bei dem wechselreichen Verlaufe einer Ascheneruption auch die Constitution der den einzelnen Phasen des Ausbruchs entsprechenden Aschenschichten eines Streukegels sich mehr oder minder stetig änderte, besitzen die oststeirischen Tuffe im grossen und ganzen ein zwar ziemlich einförmiges, doch eigenthümliches Gepräge: es sind durchwegs palagonitische Tuffe, in denen bald die grösseren Auswürflinge, nämlich Sideromelan- und Magmabasalt-, resp. Nephelinitlapilli, bald das Cement, u. zw. meistens augitische, mit Sedimentmaterial gemengte Asche, Calcit oder Natrolith vorherrschen.

Diesen Ascheneruptionen folgten an den vier, in der Richtung von *S* nach *NNO* aufeinanderfolgenden Essen bei Klösch, des Hochstraden, bei Mühlendorf und bei Stein Ausbrüche basaltischer Laven, welche, die Krater der ursprünglichen Tuffvulcane erfüllend und die Ränder derselben überfliessend, erstarrt Kuppen (Seindl, Kindsbergkogel, Hochstraden-Kogel, bei Stein), Ströme und Decken (am Seindl, Steinberg und Hochstraden) bildeten. Ob auch die isolierte, am weitesten gegen Westen vorgeschobene Basaltkuppe von Weitendorf ein „gemischter Vulcan“ ist, d. h. eine Tuffbasis besitzt, konnte wegen des Mangels an Aufschlüssen bislang nicht eruirt werden.

Die mikroskopische Untersuchung der oststeirischen Basaltgesteine ergab, dass die normal, d. h. im Innern der Kuppen und Ströme erstarrten Gesteinspartien im Eruptionsgebiet von Klösch einem Nephelinbasanit mit überwiegendem Augitgehalte, die Oberflächenfacies daselbst, nämlich die Blocklava des Seindl und Kindsbergkogels, einem Basanitoid (Bücking), das Gestein des Hochstraden einem haunynreichen Nephelinite¹⁾, die Gesteine des Steinberges bei

¹⁾ H. Rosenbusch bezeichnet in seinem Werke: „Elemente der Gesteinslehre“, 1898, pag. 356, dieses Gestein als Haunophyr; obwohl dasselbe nach den dort mitgetheilten Analysen dem Haunophyr von Melfi und dem vom Covão-Krater, S. Antão, Capverden, in mancher Beziehung näher steht, als dem typischen Nephelinit vom Katzenbuckel, so finde ich doch, mit Rücksicht darauf, dass sich in dem Gesteine Nephelin und Haunyn, was ihre relative Menge anbelangt, die Wage halten, meine ursprüngliche Bezeichnung als Nephelinit für angemessener als die, welche Rosenbusch dem Gestein verlieh.

Feldbach einem Nephelinbasanite, resp. Nephelinbasalte, das Gestein der kleinen Kuppen bei Fürstenfeld einem Magmabasalt und jenes bei Weitendorf einem Feldspathbasalt angehören.

Diese petrographische Verschiedenheit der basaltischen Gesteine der oststeirischen Eruptivprovinz lässt sich auf Spaltungsvorgänge innerhalb des localen Magmas zurückführen, deren Erörterung nach der Darlegung der innigen Beziehung zwischen dem steirischen und ungarischen Eruptionsgebiet am Schlusse folgen soll.

Der im wesentlichen sowohl in den Grenzfacies als in den Kerntheilen der basaltischen Producte der Oststeiermark sich gleich bleibende petrographische Charakter weist aber darauf hin, dass nach dem Ergusse keine nennenswerten Spaltungsvorgänge in den einzelnen derselben stattgefunden haben. Dass jene Producte jedoch in verschiedenem Masse von Wasser durchtränkt waren, beweist das Auftreten typischer Blocklava am Gipfel und an den Abhängen des Seindl und des Kindsbergkogels und jenes von Fladenlava an der Oberfläche der Ströme am Hochstraden und am Steinberge bei Feldbach.

Die Förderung basaltischer Gesteine bildete den Schluss der vulcanischen Thätigkeit in der oststeirischen Eruptionsprovinz; als deren letzte Spuren jedoch sind die Sauerlinge von Radein, Klapping, Straden und Gleichenberg zu betrachten.

Dieselbe begann also mit der Förderung saurer Producte und endete mit dem Ergusse basischer Laven.

Dies wäre demnach ganz „l'ordre habituel“ im Sinne Michel Lévy's¹⁾, welchem, wie bekannt, auch die Eruptionsproducte in Ungarn und Siebenbürgen, in Italien (Euganeen, phlegräische Felder, Ponza, Ischia) auf Island, in der Auvergne, in Mexiko u. a. O. folgen.

Dass jedoch die steirischen Eruptivmassen ebenso wenig wie die letztgenannten in ihrer Reihenfolge einem allgemein giltigen Gesetze folgten, geht u. a. aus der Erfahrung hervor, dass die umgekehrte Reihenfolge (basisch-sauer) vielleicht ebenso häufig in anderen Eruptionsgebieten angetroffen wird. Ich erinnere hier nur an die Resultate der Untersuchungen Prof. J. Hibsch's im böhmischen Mittelgebirge, wonach dort zuerst Nephelin- und Feldspathbasalte, dann tephritische Gesteine und Essexite, endlich phonolithische und

¹⁾ Classification des magmas des roches éruptives. Bull. d. l. soc. géol. d. France, 1897, T. XXIV, pag. 326—377.

trachytische Gesteine gebildet wurden. In neuester Zeit hat W. C. Brögger¹⁾ gegen diesen „ordre habituel“ Stellung genommen, indem er auf die Ergebnisse seiner Forschungen im Eruptivgebiete von Kristiania, die sich allerdings nur auf Tiefengesteine beziehen, auf die von Arch. Geikie mitgetheilten Resultate der Untersuchung der alten Vulcane Grossbritanniens, die Eruptionsfolge im Gebiete von Predazzo und in den chilenischen Anden hinwies. Nur scheint mir, als ob der ausgezeichnete norwegische Forscher, vielleicht im Banne seiner von ihm verfochtenen Differentiationstheorie, die Lehre von der angeblich gesetzmässigen Reihenfolge: basisch-sauer, wenn auch nicht so exclusiv, wie Michel-Lévy die entgegengesetzte, begünstige — während doch nach der Erwägung aller vorliegenden Ergebnisse auf eine völlige Aequivalenz beider Reihenfolgen geschlossen werden muss.

Um eine Uebersicht über die chemische Zusammensetzung der oststeirischen Eruptivgesteine zu gewinnen, stellte ich in der folgenden Tabelle I die in verschiedenen Zeitschriften und zu verschiedenen Zeiten publicirten Resultate der chemischen Analysen, nach absteigendem SiO_2 -Gehalt geordnet, in der Tabelle II die für dieselben Gesteine auf 100 umgerechneten Metallatomverhältnisse zusammen.

Tabelle I.

	I.	II.	III.	IV.	V.
SiO_2	73.39	61.54	61.44	60.25	57.17
TiO_2	—	—	—	—	—
Al_2O_3	14.12	15.97	17.08	19.51	16.90
Fe_2O_3	0.77	1.93	3.67	3.07	—
FeO	0.67	2.98	2.42	2.06	8.50
MgO	0.29	0.82	1.14	2.11	1.90
CaO	1.25	5.52	6.21	5.89	6.30
Na_2O	3.66	4.48	4.06	3.72	1.00
K_2O	4.47	4.55	3.86	4.33	3.90
H_2O	1.22	1.39	2.04	0.61	3.38
P_2O_5	—	—	—	—	—
SO_3	—	—	—	—	—
Cl	—	—	—	—	—
CO_2	—	2.43	—	—	—
	99.84	101.61	101.92	101.55	99.05

¹⁾ Die Eruptivgesteine des Kristianiagebietes; III. Das Ganggefolge des Laurdalits. Videnskabselskabets Skrifter, 1898, I, M.-N. Kl., pag. 342—347.

	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.
SiO_2	54.08	46.76	44.15	42.76	40.99
TiO_2	1.44	Spur	0.84	1.83	2.41
Al_2O_3	16.39	17.93	15.41	11.57	16.50
Fe_2O_3	11.62	5.33	20.85	16.94	10.62
FeO	4.18	5.62	—	—	$MnO = 0.35$
MgO	Spur	7.31	8.56	2.10	3.29
CaO	4.91	8.24	4.54	2.22	12.63
Na_2O	1.96	3.53	4.48	10.62	5.95
K_2O	2.31	2.20	0.31	3.25	2.36
H_2O	3.61	1.83	—	4.23	2.63
P_2O_5	Spur	—	0.83	0.88	0.89
SO_3	—	—	—	—	0.64
Cl	—	—	—	—	0.36
CO_2	—	1.33	—	—	—
	100.50	100.08	100.17	100.30	99.62

Tabelle II.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.
<i>Si</i> . . .	69.5	58.1	57.2	55.3	56.9	57.0	44.2	41.9	41.2	39.8
<i>Ti</i> . . .	—	—	—	—	—	1.1	—	0.6	1.3	1.6
<i>Al</i> . . .	15.7	17.7	18.7	20.8	19.6	20.6	19.7	17.3	13.1	18.8
<i>Fe</i> . . .	1.0	3.7	4.4	3.6	7.1	9.3	8.2	14.9	15.2	7.7
<i>Mg</i> . . .	0.4	1.2	1.6	2.8	2.8	—	10.4	12.2	3.0	4.9
<i>Ca</i> . . .	1.3	5.6	6.2	5.8	6.7	5.3	8.3	4.6	2.5	13.1
<i>Na</i> . . .	6.7	8.2	7.3	6.6	1.9	3.6	6.5	8.2	19.8	11.2
<i>K</i> . . .	5.4	5.5	4.6	5.1	5.0	3.1	2.7	0.3	3.9	2.9

- I. Quarztrachyt, Gleichenberg, Anal. v. H. Frisch. Diese Mitth. 1877, pag. 277.
- II. Trachyt, Gleichenberg, Villa Schuh; Jos. Utschik. Diese Mitth. 1877, pag. 277.
- III. Trachyt, Gleichenberg; A. Smita. Diese Mitth. 1877, pag. 277.
- IV. Andesit, Gleichenberg; F. Salzer. Diese Mitth. 1879, I. Bd., Neue Folge, pag. 370.
- V. Augitandesit aus der Klamm bei Gleichenberg; Morlot, Roth. Gest. Anal. I., pag. 19, 1861.
- VI. Feldspathbasalt, Weitendorf; G. Untchj. Mitth. d. nat. Ver. f. Steiermark, 1872.

- VII. Magmabasalt, Stein bei Fürstenfeld; R. v. Zeynek. Diese Mitth., 1897, Bd. XVII, pag. 534.¹⁾
- VIII. Basaltlava (Basanitoid), Klöch; G. Untchj. Mitth. d. nat. Ver. f. Steiermark, 1872.
- IX. Dichter Basalt (Nephelinbasanit), Klöch; G. Untchj. Mitth. d. nat. Ver. f. Steiermark, 1872.
- X. Hauynreicher Nephelinit, Hochstraden; A. Jäger. Diese Mitth., 1896, Bd. XVI, pag. 347.

Diese Analysenreihe ist, was insbesondere die sauren Gesteine anbelangt, ziemlich vollständig; es fehlen nur Analysen des in allen oststeirischen Tuffen auftretenden Sideromelans, des Nephelinbasanits und Nephelinbasalts vom Steinberge bei Feldbach. Bezüglich der Verlässlichkeit der Analysen VI, VIII und IX obwalten jedoch begründete Bedenken, wie dies aus dem folgenden Gutachten, das ich Herrn Professor Dr. F. Becke verdanke, erhellt:

„Die Analysen VII und X entsprechen recht gut den Basalten, welche auf *g*-Magmen zurückzuführen sind. Ihr gegenseitiges Verhalten gibt zu folgenden Bemerkungen Anlass: Das relativ hohe *Mg* bei VII ist im Einklang mit dem Ueberwiegen des Olivins und der Metasilicate. Auch wenn das Gestein völlig auskrystallisirt wäre, hätten Feldspathe und feldspathähnliche Minerale keine grosse Rolle zu spielen gehabt. Das entgegengesetzte Verhältniss: niedere Zahl von *Mg*, hohe *Na + K* — Zahl in X führt herbei:

1. Armut oder Fehlen von Olivin, der nur bei reichlichem *Mg*-Gehalt krystallisiren kann;
2. das reichliche Auftreten von Nephelin und anderen Feldspathvertretern, zu denen es kommen muss, da der *Si*-Gehalt sehr niedrig, und nur wenig Basen durch Olivin in *Si*-armer Verbindung gebunden wurden.

Die Analysen VI und IX passen recht schlecht zur mikroskopischen Analyse. Nr. VI hat enorm hohes *Si* (57) für einen Basalt und die fehlende *MgO* in einem olivinreichen Gestein lässt nur folgende Annahmen zu: entweder ist die Analyse schlecht oder das analysirte Stück war sehr zersetzt (vielleicht verkieselt).

¹⁾ Die Analysen I, II, III, IV und VII wurden im Laboratorium des Herrn Prof. E. Ludwig ausgeführt.

Die Analyse IX ist sicher schlecht. Nehmen wir die *MAZ*: 3·9 *K* verlangen — in welcher Form immer sie vorhanden sein mögen — 3·9 *Al* zur Bindung. 19·8 *Na* verlangen, ob sie als Nephelin oder Albitsubstanz auftreten, 19·8 *Al*. Das gibt ein Erfordernis von 23·7; die Analyse gibt 13·1! Man müsste annehmen, dass 10 *Na* circa als Aegirin mit *Fe* verbunden seien und hätte dann doch kein *Al* übrig, um die Anorthitsubstanz zu bilden, die doch vorhanden sein muss, da basischer Feldspath nachgewiesen wurde. Auch die Analyse VIII ist nicht sehr vertrauenerweckend. Dagegen stimmen die neueren Analysen VII und X recht gut mit den an die 9-Magmen anzuschliessenden Basalten.“

Nach diesen Erwägungen gestatten also die Analysen VI, VIII und IX keinen sicheren Einblick in die chemischen Verhältnisse der betreffenden Gesteine und können demnach auch nicht weiter verwertet werden. Eine erneute chemische Analyse des Nephelinbasanits von Klöch, sowie seiner Oberflächenfacies, des Basanitoids vom Seindl, weiters des Feldspathbasalts von Weitendorf wäre neben einer Analyse des chemisch bis jetzt noch nicht untersuchten Sideromelans eine ebenso wünschens- als dankenswerte Unternehmung.

Zum Schlusse sollen noch die Beziehungen erörtert werden, welche zwischen den basaltischen Gesteinen der Oststeiermark und jenen des benachbarten ungarischen Eruptionsgebietes bestehen.

Die oststeirische Vulcanreihe ist die westlichste jener grossen vulcanischen Zone, die das ungarisch-steirische Neogenbecken vom Südabhang der Karpathen bis zum Ostrand der Alpen¹⁾ durchzieht.

An sie reiht sich im Osten das Vulcansystem des Bakony, dessen Centrum auf innere Senkungsfelder der schollig zerstückelten, vorwiegend aus triadischen Schichten aufgebauten Bakonykette fällt und eine mit dem Nordufer des Plattensees parallel streichende Längszone von circa 40 Kilometer Länge bildet; bezieht man jedoch die isolirten vulcanischen Vorposten, welche dieser Längszone gegen Nordwesten zu vorgelagert sind, in die Bakonygruppe ein, so ge-

¹⁾ Jenseits der Koralpe taucht bei Kollnitz im Lavantthale noch eine isolirte, circa 50 Meter hohe Feldspathbasaltkuppe empor (siehe C. Prohaska, B. von Kollnitz, S. W. A. 1885, Bd. XCII, pag. 20); ob diese noch jener Zone angehört oder nicht, ist eine offene Frage.

staltet sie sich zu einer mächtigen, gegen NW. streichenden Querzone, welche sich vom Nordufer des Plattensees über das Congerienland bis zur steirisch-ungarischen Grenze erstreckt. — Die östlichste Gruppe bilden die jenseits der Donau in der Nähe der nordungarischen Trachytstöcke nordöstlich von Waitzen auftretenden isolirten Basaltkuppen und Gänge, die einer von *NNO* nach *SSW* streichenden Hauptspalte aufsitzen. Es sei gleich hier hervorgehoben, dass der Feldspathbasalt dieser Gruppe eine auffallende petrographische Aehnlichkeit mit dem am weitesten nach Westen vorgeschobenen Basalte der steirischen Gruppe, jenem von Weitendorf, besitzt.

Nach den übereinstimmenden Berichten ungarischer Geologen erscheinen die Waitzner und Bakonyer Basaltgesteine — wie die steirischen — dem Congerientegel aufgelagert. Nur meint K. Hofmann, der verdienstvolle Erforscher des Bakonyer Basaltgebietes, dass die Eruptionszeit der Basalttuffe des Bakony, welche, wie in der Oststeiermark, die basaltischen Ausbrüche einleiteten, wegen gewissen Thatsachen, unter denen die Einschaltung papierdünnen, grünlichen glimmerigen Thones im Tuffe des Sági hegy bei Kis-Czell¹⁾, die stets sehr deutliche Schichtung der Tuffe²⁾ und der reichliche Gehalt an Palagonit³⁾ des palagonitischen Tuffes von Szigliget als die wesentlichsten hervorgehoben werden, an das Ende der Ablagerungszeit der Congerienstufe, aber noch innerhalb des Congeriensees zu verlegen wäre.⁴⁾ Nur bei den zwei kleinen, selbständigen Tuffhügeln — dem Kopasztető und der Kis-hegyestő bei Köves-Kállya gibt K. Hofmann die Möglichkeit einer subaerilen Aufschüttung zu.⁵⁾ Von diesen hat jedoch, wie aus der Generalstabskarte ersichtlich ist, der erste eine Seehöhe von 294 Meter, der zweite von 239 Meter und in einem gleichen Niveau stehen die Tuffe am benachbarten Badaacson, am Szt. György hegy und am Szigligeter Schlossberg (242 Meter) an, weshalb nicht einzusehen ist, warum nicht auch für diese Tuffe eine subaerile Entstehung gelten soll. Jene Lagen glimmerigen Thones im Tuffe des Sági hegy können eben so gut von

¹⁾ Vergl. K. Hofmann, „Die Basaltgesteine des südlichen Bakony“, pag. 124.

²⁾ l. c. pag. 122 u. pag. 173.

³⁾ l. c. pag. 123 u. pag. 182.

⁴⁾ l. c. pag. 122.

⁵⁾ l. c. pag. 122.

einer Schichte, welche bei der Eruption durchbrochen und dabei fein zerstäubt wurde, herrühren; ich fand Knauern und Schmitzen eines ganz gleichen Thons in den Tuffen des Beilsteins S. von Fehring. Dass eine deutliche Schichtung von Tuffen durchaus nicht immer die Folge eines Absatzes aus Wasser sein muss, weiss man seit langem; die sicher subaerilen Tuffe von Herculaneum, der Peperino vom Albaner See¹⁾ sind ja auch geschichtet. Uebrigens traf ich sowohl in Ungarn als in Steiermark häufig ungeschichtete Tuffe in Gesellschaft von geschichteten. Dass der Palagonit im Szigligeter Tuffe nicht durch die Einwirkung des Wassers auf fein zerstiiebtes Aschenmaterial entsteht, wie K. Hofmann annimmt, braucht hier nicht eigens widerlegt zu werden; es ist erwiesen, dass der Palagonit primäre Aschentheilchen und Lapilli darstellt. Und wie lässt sich mit K. Hofmann's Annahme die Thatsache des auch bei den ungarischen Tuffen constatirten absoluten Mangels an organischen Resten²⁾ vereinen? Ich glaube daher auch bei den ungarischen wie bei den steirischen Tuffen eine subaerile Entstehung annehmen zu müssen.

Was den petrographischen Charakter der steirischen und ungarischen Basalttuffe betrifft, so bin ich auf Grund persönlicher Beobachtungen im Tuffgebiet des Bakony und nach Durchsicht der von K. Hofmann angelegten Sammlung von Tuffen des Bakony im Museum der königlichen ungarischen geologischen Anstalt in Budapest, die ich dem liberalen Entgegenkommen des k. ungarischen Sectionsgeologen Herrn Dr. Thomas von Szontagh verdanke, zur Ueberzeugung gelangt, dass in der That, soweit ich das zur Vergleichung herangezogene Material kenne, eine auffällige Uebereinstimmung der typischen Arten sowohl in makro- als mikroskopischer Hinsicht herrscht. Auch bei der Bildung der Mehrzahl der ungarischen Basalttuffe spielten, wie bei den steirischen, eckige oder nur geringfügige Rollungsspuren aufweisende Palagonit- und Basaltlapilli in sehr variabler Menge einerseits, augitische mit sedimentärem Material gemengte Asche als Cement andererseits die Hauptrolle. Beispielsweise fand ich die röthlichgrauen, palagonitischen Tuffe bei Kövago Oers (in der Budapester Sammlung) und Klöch,

¹⁾ Vergl. Poulett Scrope, Ueber Vulcane, 1872, pag. 182.

²⁾ K. Hofmann, Die Basaltgesteine etc., pag. 183.

die grauen, glimmerführenden, relativ wenige, aber grosse schwammige Basaltlapilli einschliessenden Tuffe von Gereze und vom unteren Tuffhorizont des Hochstraden, die Tuffe mit den Olivinbomben von Miska und Kapfenstein, jene von Sitke und den Stadtbergen bei Fürstenfeld zum Verwechselln ähnlich. Dasselbe gilt auch bezüglich der grobkörnigen palagonitischen Tuffe bei Szigliget und am Badaeson einerseits, des Röhrkogels andererseits; doch stehen sich die beiden letztgenannten wegen ihres calcitischen Cementes noch näher.

Auch die tektonischen Verhältnisse der Basalttuffe des Bakony sind jenen der Oststeiermark überraschend ähnlich. Wie hier, treten sie entweder als Sockel fester Basaltmassen oder als selbständige, noch ziemlich gut erhaltene Tuffkegel mit nach einwärts gerichtetem Fallen der Schichten oder als flache Tuffwälle auf, die wahrscheinlich Rudimente ehemaliger Kraterländer sind.¹⁾

Wie die meisten steirischen Basalttuffe schliessen auch manche ungarische, wie die von Szt. Bakálla, Sitke, Miska und Szigliget, Olivinbomben, jene von Királykö-Feketehegy und vom Südfuss des Kopaszető Amphibolbomben ein.

Während aber in der Oststeiermark die Basalttuffe, sowohl hinsichtlich ihrer Verbreitung als ihrer Massenentwicklung die festen basaltischen Gesteine bedeutend übertreffen, herrscht im Basaltgebiete des südlichen Bakony gerade das umgekehrte Verhältnis. Eigentliche Domvulcane im Stile der prächtigen, mitten in der Puszta emportauchenden zuckerhutförmigen Haláp- und Gulács hegy in der Bucht von Taboleza, oder solche riesige Basaltmassen, wie der flachkegelförmige Agartető gibt es in der Oststeiermark gar nicht; auch bei den „gemischten Vulkanen“ des Bakony, wie beim Kabhegy (dem mächtigsten dieser Eruptivprovinz), dem Szt. György hegy, dem Badaeson, dem Czobancs, dem grossen und kleinen Schomlauer Berg, dem Sági hegy treten die die Basis dieser Berge bildenden Tuffringe gegenüber den ansehnlichen, brotlaibförmigen

¹⁾ Ich besuchte (im August 1897) auch den von K. Hofmann (Basaltgesteine, 1879, pag. 150) als „wahrhaft classische Vulcanruine“ bezeichneten Tuffhügel bei Sitke; es ist wohl möglich, dass er seit dem Besuche jenes Forschers durch fortgesetzte Steinbrucharbeit manches von seinen „classischen“ Formen eingebüsst haben mag; sicher ist, dass man in seinen beaux restes, wie in denen der meisten steirischen Tuffwälle, doch nur mit Aufwendung eines nicht unbeträchtlichen Masses von Phantasie, die Rudimente eines alten Kraters erblicken kann.

Basaltmassen, welche diesen aufrufen, in den Hintergrund, während dieses Verhältnis, wie es mir scheint, nur am Seindl und am Kindsbergkogel auftritt, und sich an der Westkuppe des Steinberges bei Feldbach und besonders am Hochstraden Tuff und Basalt die Wage halten dürften.

Ich gehe nun zur Vergleichung der festen Basaltgesteine beider Eruptivprovinzen über.

Was zunächst die makroskopische Structur der ungarischen Basalte anbelangt, so sind auch hier wie bei jenen der Oststeiermark die Kerne der grösseren Kuppen und Plateaux anamesitisch, die Oberfläche schwammartig porös entwickelt; die Blocklavastücke, welche ich am Gipfel des Badacson und am Nordabhang des Szt. György hegy sammelte, sind jenen vom Gipfel des Seindl und vom Nordabhang des Kindsbergkogel völlig gleich. Als Fladenlava erstarrten schliesslich, wie am Hochstraden und am Steinberge, die unbedeutenden Basaltmassen der tuffreichen Vulcane Hegyesd und Szigliget, sowie die bedeutenderen der Domyulcane.

Auf pag. 191 seiner „Basaltgesteine des südlichen Bakony“ bezeichnete K. Hofmann diese als Feldspathbasalte; an einer späteren Stelle (pag. 225) erklärte er jedoch, „dass sie neben ihrem Plagioklasgehalte in allen vollkommen entglasten Proben Nephelin constant in ziemlich reichlicher Menge führen“ und „in Rücksicht ihres Gemenges eine Uebergangsstelle von den Feldspathbasalten zu Zirkel's Nephelinbasalten einnehmen“.

Aus den überaus klaren und anschaulichen Darstellungen K. Hofmann's und nach Durchsicht einer Anzahl von Dünnschliffen gelangte ich zu dem Schlusse, dass die überwiegende Mehrzahl der Basaltgesteine des südlichen Bakony, wie jene des Eruptivgebietes bei Klöch und am Steinberge bei Feldbach, der Familie der Basanite angehört und den Gesteinen, die heute als Nephelinbasanite bezeichnet werden, entspricht. Der Rest jedoch, nämlich die der Blocklava des Seindl analoge Oberflächenfacies des Nephelinbasanits des Szt. György hegy und anderer Basaltberge, die Fladenlava des Hegyesd und der den Palagonittuff des Szigligeter Schlossbergs durchbrechende Gang gehört den Basanitoiden (Bücking) an.

Von den Nephelinbasaniten der Oststeiermark unterscheiden sich aber jene des Bakony in erster Linie dadurch, dass in ihrer

Grundmasse der Feldspath den Augit an Menge übertrifft, während bei jenen bekanntlich das umgekehrte Verhältniss herrscht.

Ausserdem tritt das Titaneisenerz in den Basisgesteinen der Nephelinbasanitkuppen des Bakony in viel schärfer charakterisirten und daher leichter bestimmbaren Krystallen auf, als in den gleichartigen der oststeirischen Basanite, z. B. in dem im Bachbette der Klöcher Klause anstehenden Gesteine und im Basisgestein des Kindsbergkogels, wo ich jenes Erz erst nach Abschluss meiner Abhandlung über den Nephelinbasanit bei Klöch bei nochmaliger Durchsicht der Schliffrösetheile constatiren konnte.

Dem Bakony fehlen jedoch gänzlich echte Feldspathbasalte, wie einer bei Weitendorf in der Mittelsteiermark ansteht, ein Nephelinit mit dem reichen Hauygehalte, wie er am Hochstraden kuppen- und deckenbildend auftritt und ein echter Limburgit, wie ihn die Kuppe bei Fürstenfeld aufweist.

Die petrographische Verschiedenheit der Gesteine des steirisch-ungarischen Eruptivgebietes können wir auf Spaltungsvorgänge innerhalb des localen Magmas zurückführen und uns dieselben so vorstellen:

Das Weitendorfer Gestein, das territorial und petrographisch unter den steirischen Basaltgesteinen eine exclusive Stellung einnimmt, entstammt, wie jenes der Eruptivprovinz von Waitzen, z. B. vom Czereghegy¹⁾, mit dem es in petrographischer Beziehung so auffällig übereinstimmt, einem relativ saureren Magmatheile, das sich von der Peripherie des grossen steirisch-ungarischen Magmas abspaltete, an zwei getrennten, diametral und schief gegenüberliegenden Punkten ausbrach und sich als Feldspathbasalt verfestigte. Der Magmarest differenzirte sich in zwei Kerne, einen saureren und einen basischeren, von denen der erste auf den Spalten der Bakonykette aufstieg und als Nephelinbasanit mit vorherrschendem Plagioklasgehalte erstarrte; aus dem zweiten westlichen schälte sich ein neuer

¹⁾ Das Gestein des Czereghegy wird von A. Koch als Augit-Andesit bezeichnet. Ich halte es jedoch deswegen für einen Feldspathbasalt, da ausser dem überwiegenden Plagioklas und dem Augit auch noch Olivin in Krystallen und Körnern, die allerdings schon zu einem lichtgrünen Minerale umgewandelt sind, und sehr reichliches Titan- und Magneteisenerz seine wesentlichen Bestandtheile bilden.

an SiO_2 und Mg ärmster Kern heraus, der am Hochstraden ausbrach und sich als hauynreicher Nephelinit verfestigte, während seine restlichen, polaren Theile einerseits bei Klöch, andererseits bei Mühldorf empordrangen und als Nephelinbasanit mit überwiegendem Augitgehalte erstarrten. Ein äusserster, nordwärts gelegener, kleiner Theil brach bei Fürstenfeld aus; in ihm unterblieb wegen des in engster Beziehung zu der kleinen geförderten Masse stehenden relativ raschen Ganges der schliesslichen Erstarrung die Ausscheidung des Nephelins und sogar die des Feldspaths, so dass es nur zur Bildung eines Magmabasalt es kam.

Wien, August 1898.

5
ÜBERREICHT VOM VERFASSEN.

SEPARAT-ABDRUCK

AUS

TSCHERMAKS

MINERALOGISCHEN UND PETROGRAPHISCHEN

MITTHEILUNGEN

HERAUSGEGEBEN

VON

F. BECKE.

ALOIS SIGMUND. EIN NEUES VORKOMMEN VON
BASALTTUFF IN DER OSTSTEIERMARK.

Tschermaks Mineralogische und petrographische Mitteilungen,
XXIII. Band, 5. Heft, 1904.

WIEN

ALFRED HÖLDER,

K. U. K. HOF- UND UNIVERSITÄTS-BUCHHÄNDLER,

I., ROTENTURMSTRASSE 13.

XXII. Ein neues Vorkommen von Basalttuff in der Oststeiermark.

Von Alois Sigmund.

Im Sommer 1903 wurde anlässlich einer neuen Straßenanlage zwischen den Ortschaften Jobst und Lindegg bei Fürstenfeld an zwei Stellen Basalttuff aufgeschlossen. Proben dieses Tuffes wurden von Herrn Hans Urschler, Stadtratskonzipisten in Graz, dem Kustos der mineralogischen Abteilung am Landesmuseum in Graz Herrn Dr. Eduard Hatle überbracht und von mir zur Untersuchung übernommen. Später besuchte ich selbst die neue Lokalität. Der erste Aufschluß liegt am Südabhange des mit Heidekraut und gemischtem Wald bewachsenen, zirka 40 m hohen Bergrückens, über den die Straße zwischen den genannten Dörfern führt; er ist von Jobst in 5 Minuten zu erreichen; der Tuff tritt hier auf einer Strecke von zirka 60 Schritten in dunklen, rauhen Höckern aus dem Straßengrunde hervor. Von hier gelangt man in einer Viertelstunde zum zweiten Aufschluß; dieser liegt am Kamme des Rückens, dort, wo die Straße denselben eingeschnitten hat; der Tuff steht hier an den Seitenwänden des Einschnittes und am Straßengrunde an und läßt sich zirka 120 Schritte weit verfolgen.

Diese aufgedeckten Tuffmassen sind Teile einer flachen Tuffkuppe, die, wie die meisten Tuffvorkommen des steirisch-ungarischen Neogenbeckens, dem Kongerientegel aufgelagert und größtenteils von Belvedereschotter überlagert ist.

Der Tuff besteht vorwiegend aus hanfkorn- bis walnußgroßen basaltischen Lapilli. Diese zeigen keine oder nur sehr geringe Rollungsspuren und sehen beispielsweise den Lapilli des Vesuvs

aus dem Jahre 1872 sehr ähnlich; man kann daher annehmen, daß sie an derselben Stelle, wo der Tuff heute liegt, ausgeworfen wurden. Die Minderzahl dieser Lapilli hat ein dichtes Gefüge, die meisten sind stark porös; die Poren sind teils sehr klein, punktförmig, teils 2—3 mm groß, gestreckt und parallel geordnet.

Die Untersuchung der Dünnschliffe ergab, daß diese Lapilli wie jene der meisten oststeirischen Basalttuffe einem Limburgit angehören; der glasige Rest der Grundmasse ist lichtbraun und nur in geringer Menge vorhanden.

Ein kleiner Teil der Lapilli ist wie manche Limburgite im Habichtswald durch einen Gehalt an Plagioklas ausgezeichnet. Die Leisten dieses seltenen Gemengteiles durchschwärmen in ziemlich deutlicher fluidaler Anordnung stellenweise das Gewebe der Grundmasse-Augite und sind zumeist einfache Zwillinge nach dem Albitgesetze, in einzelnen Fällen auch Roctourné-Zwillinge. Nach den symmetrischen Auslöschungsschiefen günstig getroffener Zwillingslamellen ist dieser Feldspat ein Labrador.

Auch vereinzelte Einsprenglinge von brauner Hornblende wurden in den beiden Arten der Lapilli, den feldspatführenden und feldspatfreien, angetroffen.

Wie die Lapilli in anderen oststeirischen Basalttuffen und wie der Limburgit der Quellkuppen bei Stein (6 km südlich von Fürstenfeld) schließen auch die Lapilli des Tuffes von Lindegg abgerundete Quarzstücke als Fremdlinge ein; jedoch fehlen hier die Augit-aureolen.

Solche Quarzgeschiebe stecken auch in dem die Lapilli verbindenden Zement und erreichen oft die Größe einer Haselnuß. Mit freiem Auge sind im Zement ferner ziemlich zahlreiche Blättchen von Kaliglimmer sichtbar. Diese Glimmerschüppchen und die Quarze entstammen einer glimmerführenden Sandsteinschichte, von der Fragmente bei der Eruption der Lapilli mitgerissen wurden.

Der übrige Teil des Zementes ist vulkanischen Ursprungs und besteht aus teils ölgrünen, $\frac{1}{4}$ mm großen, dicksäulenförmigen, teils noch kleineren lichtgrünen, schlanksäulenförmigen Augitkrystallen, aus Fragmenten von Augitindividuen, aus Olivinkörnern, endlich aus mikroskopischen Sideromelanen in Tropfenform und von bräunlichgelber bis schokoladebrauner Farbe, in denen sich stellenweise Augitmikrolithe ausgeschieden haben.

Es erübrigt noch zu erwähnen, daß manche andere Gemengteile stark zersetzt sind, auch in relativ guten Schlifften trübe und daher undefinierbar blieben.

Der Lapillituff bei Lindegg stimmt in petrographischer Beziehung mit den Tuffen des Hohenwart und des Kindsbergkogels bei Klöch überein und ist somit in die erste der vom Verfasser in der Abhandlung über die oststeirischen Basalttuffe¹⁾ aufgestellten Tuffgruppen einzureihen; diese umfaßt jene Tuffe, welche teils aus Limburgit- und Sideromelanlapilli, teils einem Zement aus Augitkrystallen und sedimentärem Material bestehen.

Sieht man bei diesem Tuffe von dem Fehlen sekundären Calceits ab, so gleicht er weiter auffallend dem Tuff vom Beilstein, dem unteren Tuffe des Auersberges bei Feldbach, jenem der Stadtberge bei Fürstenfeld und den schon jenseits der steirischen Grenze liegenden Tuffen von Krieselstein und Neuhaus. Unter den außerösterreichischen Basalttuffen ist der „Schlackentuff“²⁾ von Mehlem a. Rh. in Rheinpreußen ihm sehr ähnlich.

Der Lapillituff von Lindegg liegt auf der nördlichen Fortsetzung jener südsüdöstlich streichenden Eruptionsspalte, auf der weiter südlich die Tuffe der Stadtberge bei Fürstenfeld und am rechten Ufer der Raab die Tuffkuppen des Haßberges, des Kuruzenkogels, des Wienerberges und des Kapfensteins aufgelagert sind. Da in den drei anderen oststeirischen, ebenfalls in annähernd meridionaler Richtung streichenden Vulkanreihen: Auersberg — Gnas, Riegersburg — Klöch und Stein bei Fürstenfeld — Neuhaus keine Ausbruchsmasse die Breite des neuen Tuffvorkommens bei Lindegg erreicht, so erscheint demnach dieser Tuff als das am weitesten nach Norden vorgeschobene Eruptivgebilde der Oststeiermark.

Da die oststeirischen Tuffhügel sowie die in der Vulkanreihe: Riegersburg — Klöch aus Tuffen und basaltischen Gesteinen aufgebauten Kuppen mit den in der westungarischen Ebene und im südlichen Bakony inselförmig emporragenden alten Vulkanen wegen ihres gleichen geologischen Alters, ihrer gleichen Tektonik und der nahen Verwandtschaft ihrer Gesteine eine geologische Einheit bilden und in ihrer gegenseitigen Lage ein System von zirka zehn in süd-

¹⁾ Siehe diese Mitteilungen, Bd. XVIII, 1899, pag. 394.

²⁾ Nach Bruhns.

südöstlicher bis südöstlicher, demnach verkehrt fächerförmig streichenden Vulkanreihen¹⁾ erkennen lassen, so kann die Tuffkuppe bei Lindegg eigentlich nur als der am weitesten nach Nordwesten

¹⁾ J. Böckh hat zuerst (1872) die Ansicht geäußert (siehe dessen Abhandlung: Die geologischen Verhältnisse des südlichen Bakony. Jb. d. k. ung. geol. Anstalt, Bd. II und III), daß die Tuffhügel und Basaltberge im südlichen Bakony auf vier Verwerfungsspalten aufsitzen, von denen zwei parallel zur Streichrichtung der Bakonykette, die beiden anderen senkrecht darauf gerichtet sind. Es bestehe also ein annähernd rechteckiges Senkungsfeld, dessen Längsachse mit dem Plattensee parallel streiche und an dessen Rändern Eruptivmassen verteilt seien, die demnach ein Vulkansystem für sich bildeten. Dieser Annahme schloß sich auch R. Hörnes an und legte sie in seinem Werke: „Bau und Bild der Ebenen Österreichs“, 1903, der Besprechung der oststeirischen Eruptivgebilde und deren Beziehungen zu den ungarischen Vorkommnissen zugrunde. (Vgl. l. c. pag. 189 und 190.)

K. Hofmann erkannte jedoch, daß die Vulkane des südlichen Bakony mit jenen in der westungarischen Ebene in petrographischer und geologischer Beziehung in innigem Zusammenhange stünden und nicht voneinander getrennt werden dürften. Er reihte jene eruptiven Massen in fünf südöstlich streichende „Reihungslinien“ ein und zeichnete sie in die seiner Abhandlung: „Die Basaltgesteine des südlichen Bakony“ (Jb. d. königl. ung. geol. A., Bd. III, 1879) angefügte geognostische Karte ein.

Noch während ich mit der Untersuchung der oststeirischen Basalte und Basalttuffe beschäftigt war, lernte ich auf wiederholten Reisen nach Westungarn die prächtigen, in der Pußta inselförmig emportauchenden, teils hut-, teils kegelförmigen vulkanischen Berge kennen und unter diesen genauer den Sági hegy, den großen Schomlauer Berg und im südlichen Bakony den Badacson und Szt. György hegy. Sie sitzen wie alle anderen basaltischen Eruptivmassen des steirisch-ungarischen Neogenbeckens den Kongerienschichten auf; ihre untere Hälfte besteht aus Basalttuff, resp. palagonitischem Tuffe, ihre Plateaumasse aus Nephelin-Basanit. Genau dieselben geologischen, tektonischen und lithologischen Verhältnisse herrschen aber auch am Steinberg bei Feldbach und bei den Kuppen bei Klösch, die der bedeutendsten Vulkanreihe der Oststeiermark angehören. Unter den verschiedenen westungarischen Tufftypen, die in den selbständigen, noch teilweise erhaltenen Tuffringen (z. B. bei Sitke), Tuffhügeln (z. B. bei Szigliget) und in den unteren Teilen der oben genannten Berge auftreten und die ich teils an Ort und Stelle, teils bei der Besichtigung der Sammlung westungarischer Eruptivgesteine in der k. ung. geol. Anstalt zu Pest zu sehen bekam, gibt es nicht einen, der nicht auch in der Oststeiermark vertreten wäre.

Diese Umstände führen zu der Annahme, daß die Basalttuffe und Basalte der Oststeiermark und Westungarns in geologischer Beziehung zusammengehören und daß jene fünf von K. Hofmann aufgestellten Vulkanreihen mit den Reihen in der Oststeiermark und einer im Hügellande an der steirisch-ungarischen Grenze liegenden Reihe ein einheitliches Vulkansystem bilden.

vorgeschobene Eruptionspunkt gelten. Die Tuffkuppen von Kho-Fidisch, Sitke und des Magasi hegy in Ungarn stellen die nördlichsten Ausbruchsmassen der steirisch-ungarischen Eruptivprovinz dar.

Diese zehn Vulkanreihen würden — nach einer kleinen, meines Erachtens zulässigen Erweiterung der ersten („6.“) von K. Hofmann angenommenen Reihe —, von Westen nach Osten gezählt, in nachstehender Ordnung aufeinanderfolgen:

1. Anersberg—Gnas. — Nur Tuffhügel.

[Es ist nicht ausgeschlossen, daß der 30 km westlich von dieser Reihe liegende und ebenfalls annähernd meridional streichende Basaltrücken von Weitendorf bei Wildon einer kurzen Nebenspalte des genannten Systems angehört, nachdem auch das postsarmatische Alter dieses Basalts durch die Beobachtung V. Hilbers (siehe die Anmerkung 1 auf pag. 182 des oben zitierten Werkes von R. Hörnes) festgestellt zu sein scheint.]

2. Riegersburg—Steinberg bei Feldbach—Hochstraden—Klöcher-Kuppen—Radein. — Ein Tuffhügel, aus Tuff und Basalt aufgebaute Berge, Säuerlinge.

3. Lindegg—Kapfenstein. — Nur Tuffhügel.

4. Stein bei Fürstenfeld—Neuhaus in Ungarn. Tuffkuppen und aus Tuff und Basalt aufgebaute Berge.

5. Kho—Fidisch—Güssing. Nur Tuffhügel.

6. Tatika—Szigliget. — Basaltberge und Tuffhügel.

(In der nördlichen Fortsetzung dieser Reihe liegen hart am Ostrande der Alpen die Basaltmassen von Pullendorf und Kobersdorf.)

7. Sitke—Kis Somlyó hegy—Szt. György hegy—Badacson—Fonyód hegy. — Tuffhügel etc., wie bei 2.

8. Köveshegy—Kopasztető. — Aus Tuff und Basalt aufgebaute Berge.

9. Magasi hegy—Somlyó hegy—Agartető—Boglár hegy. — Tuffhügel etc., wie bei 2.

10. Sági hegy—Somlyó hegy — Kabhegy—Tihany. — Tuffhügel etc., wie bei 2.

Kurzen Nebenspalten, die in gleicher Richtung mit den Hauptreihen in der Oststeiermark verlaufen, scheinen die Tuffhügel bei Feldbach (Kalvarienberg) und Bertlstein sowie die ursprünglich zusammenhängenden, jetzt durch Erosion getrennten Tuffmassen des Waxenegg und Beilstein aufgelagert zu sein.

1902.
6.

v. 2/

SEPARAT-ABDRUCK

AUS

TSCHERMAK'S

MINERALOGISCHEN UND PETROGRAPHISCHEN

MITTHEILUNGEN

HERAUSGEGEBEN

VON

F. BECKE.

ALOIS SIGMUND. DIE ERUPTIVGESTEINE BEI
GLEICHENBERG.

Tschermak's Mineralogische und petrographische Mittheilungen,
XXI. Band, 4. Heft, 1902.

WIEN

ALFRED HÖLDER,

K. U. K. HOF- UND UNIVERSITÄTS-BUCHHÄNDLER,
ROSENTURMSTRASSE 13.

XXI. Die Eruptivgesteine bei Gleichenberg.

Von Alois Sigmund.

(Mit 1 Textfigur und einer geologischen Kartenskizze. Taf. III.)

Einleitung.

Das oststeirische neogene Hügelland wird zwischen der Raab und der Mur von zwei sich kreuzenden Reihen vulkanischer Berge unterbrochen.

Die eine Reihe, welche von Süden nach Norden verläuft, besteht zum grösseren Theile aus flachen Tuffkegeln oder deren schneepflugförmigen Erosionsrelieten, zum kleineren aus combinirten Vulkanen, deren Basis palagonitische Tuffe bilden, über welchen basaltisches Gestein in Form von Kuppen aufgestaut oder deckenförmig ausgebreitet ist. Die Förderung dieser Gesteine erfolgte nach dem Rückzuge des Congeriensees aus dem Gebiete. Ueber diese Eruptivgesteine berichtete der Verfasser in den Jahrgängen 1895—1898 dieser „Mittheilungen“.

Die zweite Reihe ist eine schön gegliederte Kette von Kuppen, die von Westen nach Osten streicht. Nur an einer Stelle im Westen ist diese Kette durch eine tiefe Schlucht, die Klause, unterbrochen, durch welche auch eine Strasse aus dem Raabthal nach Gleichenberg und weiter in das untere Murthal führt.

Aeltere Forscher, wie Andrae, v. Fridau, Morlot, Stur u. A., erklärten die mannigfachen Gesteine dieser Kette wegen der Feldspatheinsprenglinge, die sie für Sanidine hielten, ferner wegen des Biotitgehalts und des trachytischen Aussehens der Grundmasse für Varietäten eines Trachyts.¹⁾

¹⁾ Siehe z. B. F. v. Fridau's „Skizze des Trachytvorkommens in der Gegend von Gleichenberg“ in W. Haidinger's „Berichten“, Bd. V, 1849, pag. 243—248.

Der Erste, der einzelne Gesteine dieser Kette mikroskopisch untersuchte, war E. Hussak.¹⁾ Er bestimmte ein Gestein aus dem nördlichen Theile des Schaufelgrabens, ein zweites vom Westfusse des Gleichenberger Kogels und ein drittes vom Schlossberg bei Gleichenberg als Augittrachyt, ein Gestein aus der Klause (ein Stück unterhalb des Gasthauses „zur Klausnerquelle“) und zwei Gesteine vom Eingang und vom Ende des Eichgrabens als Augitandesit, bemerkt jedoch von dem einen, „dass sich hier Plagioklas und Sanidin beinahe das Gleichgewicht halten“, und von dem anderen, dass er sanidinreich wäre und auch hinsichtlich der Mikrostruktur der Grundmasse nicht vollständig mit dem echten Augitandesite übereinstimme. Ausserdem beschrieb er noch das bereits von K. Andrae im Jahre 1855 als Rhyolith erkannte Gestein am Süden des Schaufelgrabens. Es wurden demnach von E. Hussak Gesteinsproben von sieben Punkten des ziemlich ausgedehnten Gebietes von circa 15 Quadratkilometern, darunter nur eine aus der 2 Kilometer langen Klause, eine vom Gleichenberger Kogel, dem mächtigsten Berge der Kette, aber keine von dessen Rivalen, dem Bscheidkogel und der Birkblösse, der Untersuchung unterzogen. Den Plagioklas der Trachyte und Andesite zählt Hussak auf Grund seiner Messungen der Auslöschungsschiefen an Zwillingslamellen, die 15—18° betragen, zum Oligoklas. Das Vorkommen des Plagioklases im Rhyolithe wurde zwar von Hussak constatirt, eine Bestimmung desselben jedoch nicht vorgenommen.

Im Jahre 1882 beschrieb M. Kišpatič²⁾ einige von Hofrath Prof. G. Tschermak und von Prof. J. Rumpf im Gleichenberger Vulkangebiete gesammelte Gesteine, die von verschiedenen Punkten der Klause, von der Birkblösse, vom Bscheidkogel, von Absetz und aus dem Eichgraben stammten. Theils waren es frische Gesteine, die Kišpatič im Gegensatze zu älteren Beobachtern, welche sie für Trachyte erklärten, insgesamt als Augitandesite bestimmte, theils zersetzte und in Alunite und Halbopale umgewandelte Andesite. Nach Kišpatič wird die Zersetzung entweder durch eingedrungenes

¹⁾ „Die Trachyte von Gleichenberg.“ Mitth. d. naturw. Vereines f. Steiermark, 1878, pag. 1—12.

²⁾ Ueber die Bildung der Halbopale im Augit-Andesit von Gleichenberg. Diese Mitth., IV, 1882, pag. 122—146.

kohlensäurehaltiges Wasser allein oder durch Wasser in Verbindung mit Schwefelsäure bewirkt, deren Entstehung jedoch nicht auf einstige Solfataren, sondern auf die Zersetzung des thatsächlich nicht selten in Klüften des Andesits vorkommenden Pyrits zurückzuführen sei. Die Zersetzung erstreckt sich sowohl auf die Plagioklas- und Augiteinsprenglinge, die oft mit Erhaltung ihrer äusseren Formen von den Sprüngen und Einschlüssen aus allmählich ganz in Opal umgewandelt werden, als auch auf die Grundmasse. Diese wird an Stellen, an welchen kohlensäurehaltiges Wasser einwirkte, nach Zersetzung des Magnetits und nach Neubildung von Sideritkugeln in den Hohlräumen direct in Opal, dort aber, wo kohlensäure- und schwefelsäurehaltiges Wasser angriff, zunächst in Alunit und dann erst in Opal umgewandelt. Im ersten Falle führt die Zersetzung zu schwefelsäurefreien, im zweiten zu schwefelsäurehaltigen ¹⁾ Halbopalen. — Die Beschreibung der frischen Andesite bringt gegenüber jener in Hussak's Abhandlung keine wesentlich neuen Daten; eine Bestimmung des Plagioklas wurde überhaupt nicht vorgenommen.

Die Arbeit Kišpatič's enthält auch ein Verzeichnis der über das Eruptivgebiet von Gleichenberg in den Jahren 1835—1878 erschienenen Abhandlungen. ²⁾

Chemische Analysen liegen bis jetzt von folgenden Gesteinen dieses Gebietes vor:

1. Vom Augitandesit (nach E. Hussak) in der Klamm, ein Stück unterhalb des „Gasthauses zur Klausnerquelle“; analysirt von Morlot ³⁾, beschrieben von E. Hussak. ⁴⁾

2. „Trachyt von Gleichenberg“; analysirt von A. Smita. ⁵⁾

3. „Trachyt von Gleichenberg, Villa Schuh“; analysirt von J. Utschik. ⁶⁾

4. „Andesit von Gleichenberg“; analysirt von F. Salzer. ⁷⁾

¹⁾ Nach einer Analyse von Fridau beträgt der Gehalt an H_2SO_4 in einem dieser Halbopale 16·5 Procent.

²⁾ L. c. pag. 124.

³⁾ Roth, Gesteinsanalysen I, 1861, pag. 19.

⁴⁾ L. c. pag. 7—9.

⁵⁾ Diese Mitth., 1877, pag. 277. Ohne nähere Angabe des Fundortes.

⁶⁾ Diese Mitth., 1877, pag. 277.

⁷⁾ Diese Mitth., 1878, pag. 370. Ohne nähere Angabe des Fundortes.

5. „Trachyt“ aus einem „frisch eröffneten Steinbruch am nördlichen Ende der Klausenschlucht“; analysirt von C. Clar.¹⁾
6. „Quarztrachyt von Gleichenberg“; analysirt von H. Frisch.²⁾
7. „Alunit von Gleichenberg“; analysirt von v. Fridau.³⁾
8. „Halbopal, Klause bei Gleichenberg“; analysirt von M. Schuster.⁴⁾

Die Resultate der Analysen 1—4 und 6 werden später an zutreffender Stelle angeführt.

Ueber das Alter der Eruptivgesteine bei Gleichenberg ist folgendes bekannt geworden. Sie sind älter als die basaltischen Gesteine der Oststeiermark. Nach D. Stur⁵⁾ ruhen sie auf dem unteren Tegel und Sand der sarmatischen Stufe. Sie sind am Fusse der Kette von diesen Schichten rings umhüllt, während die Basalte im Norden und Süden des Gleichenberger Eruptivgebietes auf Congerientegel liegen. Die Cerithienschichten sind bei Gleichenberg selbst fast horizontal gelagert, nur bei Gossendorf, einem 1 Kilometer nordwärts von den Gleichenberger Kogeln gelegenen Dorfe, sind sie etwas gegen Nord oder Nordost geneigt. Ob diese Neigung auf eine locale Hebung durch das Eruptivgestein zurückzuführen ist oder nicht, bleibt eine offene Frage. An drei Stellen, welche 100—190 Meter über der heutigen Thalsohle liegen, nämlich auf einer dem Bscheidkogel südwärts vorgelagerten Kuppe, dann auf einem kleinen Sattel am Ostabhang des Bscheidkogels und endlich am Absetzer Rücken sind dem Eruptivgestein Schotter und Sande der Belvedereepoche aufgelagert. An der erstgenannten Stelle, die durch den bekannten Mühlsteinbruch (471 Meter über dem Meere und 191 Meter über der Constantinsquelle in Gleichenberg) aufgeschlossen ist, zeigen sich der Schotter und Sand durch den Absatz früherer Geyser verkieselt und schliessen neben den von F. Unger bestimmten Resten eingeschwemmter Nadel- und Laubhölzer auch Trachytgerölle⁶⁾ ein. Auf

¹⁾ Boden, Wasser und Luft von Gleichenberg. 1881, pag. 15. — (Am Nordende der Klause stehen mehrere Arten andesitischer Gesteine, aber keine Trachyte an. Es ist mir nicht bekannt, welcher Art die von Herrn Dr. C. Clar gewählte Gesteinsprobe angehörte. Anm. d. Aut.)

²⁾ Diese Mitth., 1877, pag. 277.

³⁾ Cit. in Kišpatič's Halbopale etc., pag. 135.

⁴⁾ Diese Mitth., 1878, pag. 371.

⁵⁾ Geologie der Steiermark. 1870, pag. 606.

⁶⁾ D. Stur, Geologie der Steiermark, pag. 606 und 607.

der Ostflanke der der Centralmasse im Süden vorgelagerten Andesitinsel des Praterwaldes liegt ein palagonitischer Tuff, der die Kuppe des Röhrkogels bildet.

Seit dem Erscheinen der Abhandlungen E. Hussak's und M. Kišpatič's wurde keine weitere petrographische Arbeit über die Eruptivgesteine von Gleichenberg veröffentlicht. Hingegen liegt eine Anzahl kleinerer, in den letzten zwei Decennien von Prof. C. Clar¹⁾, Curarzt in Gleichenberg, publicirter Abhandlungen balneologischen und theilweise auch geologischen Inhalts vor, von denen insbesondere die Skizze: „Boden, Wasser und Luft von Gleichenberg“ Jedem, der die geologischen Verhältnisse der Umgebung von Gleichenberg studiren will, zur ersten Orientirung empfohlen werden kann.

Die Durchsicht der Literatur über die Gleichenberger Eruptivgesteine lässt erkennen, dass bisher eine systematische petrographische Durchforschung ihres Gebietes noch nicht unternommen wurde. Daher konnte auch an die Lösung der naheliegenden Frage, ob jene Gesteine Differenzirungsproducte eines einheitlichen Magmas darstellen, oder ob die bisher als Trachyte und Andesite erklärten Gesteine auf verschiedene, mehreren Spalten entstammende Magmenergüsse zurückzuführen sind, und des damit in innigem Zusammenhange stehenden Problemes der Tektonik der Eruptivmassen noch nicht herangetreten werden.

In den Jahren 1898—1901 habe ich das Gebiet planmässig durchwandert und von allen Gliedern und verschiedenen Horizonten desselben möglichst frische Gesteinsproben gesammelt und untersucht.

Herr Hofrath Prof. G. Tschermak stellte mir ausserdem die von ihm seinerzeit angelegte und gegenwärtig dem mineralogisch-petrographischen Institute der Wiener Universität einverleibte Sammlung von Gleichenberger Gesteinen, sowie seine einschlägigen Notizen

¹⁾ Mittheilungen aus Gleichenberg. V. d. k. k. geol. R.-A., 1878, pag. 122. — Notiz über das Eruptionsgebiet von Gleichenberg. V. d. k. k. geol. R.-A., 1880, pag. 152. — Boden, Wasser und Luft von Gleichenberg. Eine balneologische Skizze. Mit 2 geol. Karten. Graz 1881. — Einwirkung CO_2 -haltigen Wassers auf den Trachyt von Gleichenberg. Diese Mitth., 1883, Bd. V, pag. 385—388. — Der Curort Gleichenberg in Steiermark. Wien 1886. — Ueber die Situation der in jüngster Zeit zur Süsswasserversorgung des Curortes Gleichenberg herangezogenen Quellen. V. d. k. k. geol. R.-A., 1887, pag. 354 und 355. — Zur Hydrologie von Gleichenberg. Vortrag. V. d. k. k. geol. R.-A., 1889, pag. 148.

in liberaler Weise zur Verfügung, wofür ich meinen besten Dank ausspreche.

Herr Prof. J. Rumpf hatte die Güte, mir seine von ihm gesammelte und jetzt im mineralogisch-geologischen Institut der k. technischen Hochschule in Graz hinterlegte Suite von Gleichenberger Gesteinen, in der ich manche mir neue Gesteinsart fand, zu zeigen und zu erklären und mir eine von ihm begonnene geologische Kartenskizze zu überlassen. Meinen verbindlichsten Dank dafür.

Bei der Untersuchung der 32 von mir gesammelten Gesteinsproben fand ich zunächst in einer Anzahl derselben einen neuen wesentlichen Gemengtheil, den Hypersthen, einen neuen Uebergemengtheil, den Olivin und einige neue Nebengemengtheile: den Zirkon und das Titaneisen; die Plagioklase wurden mit Anwendung der modernen Methoden neu bestimmt; auch hinsichtlich der Auffassung der Grundmasse gewisser, von E. Hussak beschriebener Andesite gelangte ich zu anderen Resultaten; endlich wurden die Ergebnisse der chemischen Analysen der früher angeführten Gesteine mit denen aus anderen Eruptivgebieten unter Benützung der jüngst von A. Osann¹⁾ publicirten Tabellen verglichen, um ihre Stellung in den Reihen analoger Gesteine zu bestimmen.

Am Schlusse der mikroskopischen Untersuchung sämtlicher mir vorliegender Gesteinsproben gelangte ich zu einem Einblick in eine gewisse Gesetzmässigkeit in der Vertheilung der zwei Hauptgesteinsarten, der Trachyte und der Andesite, und damit zu einer ganz neuen Auffassung der tektonischen Verhältnisse des Eruptivgebietes.

Die Ergebnisse meiner Untersuchungen sind in den folgenden Zeilen niedergelegt. Selbstverständlich halte ich mit dieser Arbeit die Discussion über die Gleichenberger Eruptivgesteine nicht für geschlossen, und ich gestatte mir, die Aufmerksamkeit der österreichischen Petrographen und Tektoniker auf dieses noch lange nicht völlig aufgeklärte Gebiet zu lenken, welches sich, nebenbei gesagt, auch durch hohen landschaftlichen Reiz auszeichnet.

Die Messungen der Axenwinkel und Brechungsexponenten einiger Gemengtheile wurden im mineralogischen Museum der Wiener Universität ausgeführt.

¹⁾ Versuch einer chemischen Classification der Eruptivgesteine. II. Die Ergussgesteine. Diese Mitth., Bd. XX, 1901.

Für die Begünstigung, in diesem Museum arbeiten zu dürfen, und für die mannigfache Förderung dieser Arbeit zolle ich dem Vorsteher des Museums, Herrn Prof. F. Becke, meinen innigen Dank.

Die Tektonik des Eruptivgebietes. Central- und Randgesteine.

Einen guten Ueberblick über die eruptive Bergkette bei Gleichenberg erhält man von der Höhe des „Fussweges nach Gleichenberg“, der in Feldbach¹⁾ die nach dem Curorte führende Strasse in süd-östlicher Richtung verlässt und sich oberhalb Mühlendorf mit derselben wieder vereinigt. Die beistehende Figur soll ein Bild der Kette geben.

Vor allem fesseln das Auge die mächtigen, das Centrum der Kette bildenden Kuppen des Gleichenberger und des Bscheidkogels. Ersterer erscheint von hier, also von Norden aus, kegelförmig, wiewohl er in Wirklichkeit die Gestalt eines von Süden nach Norden sanft abfallenden Rückens besitzt. In senkrechter Richtung dazu streicht der Rücken seines östlichen Nachbars, des Bscheidkogels. Rechts vom Gleichenberger Kogel erhebt sich der niedrigere, meridional streichende Rücken der Birkblösse; dann folgt ein tiefer Graben, die bereits erwähnte Klause und jenseits derselben die ebenfalls von Süden nach Norden streichende Kette der Sulzleiten und des Gleichenberger Schlossberges, an deren Westflanke sich bereits sarmatische Schichten anlehnen. Der Bscheidkogel fällt im Osten gegen den südwärts streichenden Eichgraben ab. Das Nordende dieses Grabens reicht bis

¹⁾ Station der k. k. Staatsbahnlinie Graz—Budapest, von welcher man am kürzesten (Entfernung = 11·5 Kilometer) und bequemsten nach Gleichenberg gelangen kann.

zu dem flachen Sattel, der den Bscheidkogel mit der ostwärts gelegenen Kuppe, dem Weinkogel oder der Prangerleiten verbindet. Von letzterer zweigt sich der breite Rücken von Absetz nach Süden ab. Parallel mit ihm streicht noch ein niedrigerer Rücken, der das Eruptivgebiet im Osten abschliesst und dessen Ostflanke durch eine Erosionsfurche, den Schaufelgraben, aufgerissen ist; in diesem steht ein liparitisches Gestein an, an das sich, wie im Westen an die andesitische Schlossbergkette, wieder sarmatische Schichten anlehnen.

Die tektonischen Verhältnisse der Gleichenberger Eruptivmasse sind wegen des Mangels zureichender Aufschlüsse, der üppigen Vegetationsdecke und der jedenfalls beträchtlichen, durch fließendes Wasser bewirkten Abtragung von Felsmaterial grossentheils in Dunkel gehüllt. Aber so viel wurde mir bei meinen Beobachtungen während der Wanderungen im Eruptivgebiete und nach Abschluss der Untersuchung der Gesteinsproben klar, dass die peripheren Theile des Gebietes zum grössten Theile aus andesitischen und den Andesiten sehr nahe stehenden Gesteinen bestehen, die in einem nicht sehr breiten, hufeisenförmigen, nach Süden offenen Gürtel die aus trachytischen Gesteinen aufgebaute Centralmasse, den Gleichenberger und Bscheidkogel, umschliessen. Aber auch die Lücke dieses Gürtels wird durch trachytoide, mit den Andesiten verwandte Gesteine ausgefüllt. Ein Blick auf die vorliegender Arbeit beigelegte geognostische Kartenskizze lässt die charakteristische Anordnung beider Gesteinstypen sofort erkennen.

In der geförderten Eruptivmasse vollzogen sich offenbar Spaltungsvorgänge, die zu peripheren und centralen Differentiationen führten; durch jene entstanden die basischen Randgesteine, durch letztere das saure Gestein der Centralmasse, ein Vorgang, der bekanntlich auch in manchen intrusiven Kernen stattfand und beispielsweise erst in jüngster Zeit von W. H. Weed und L. V. Pirsson am Shonkin Sag Lakkolithen in Montana nachgewiesen wurde.¹⁾

¹⁾ Geology of the Shonkin Sag and Pallisade Butte Laccoliths in the High-wood Mountains of Montana. American Journal of Science, Vol. XII, July 1901. (Der Kern des Shonkin Sag Lakkolithen besteht aus Syenit mit 50 Procent SiO_2 und 12 Procent Alkalien, die Hülle aus Shonkinit mit 47·88 Procent SiO_2 und 8·5 Procent Alkalien.)

Die blasige Structur des Trachyts am Ostabhang des Bscheidkogels und des am Gipfel der Prangerleiten anstehenden Andesits weist auf eine supramarine Eruption des Magmas.

Später wurde durch Abtragung des Daches der trachytische Kern blossgelegt und durch die hauptsächlich in meridionaler Richtung wirkende Erosion (Klause! Eichgraben!) sowie durch Verwitterung noch der Rest der Eruptivmasse in das heute bestehende kettenförmige System von Kuppen und Rücken zerlegt.

Im Folgenden sind die Gesteine des Eruptivgebietes von Gleichenberg nach ihrer mineralogischen Zusammensetzung, ihren Structurverhältnissen und, soweit Analysen vorliegen, auch nach ihrer chemischen Zusammensetzung beschrieben, und zwar die der Centralmasse zuerst, dann jene der Randzone. Den Schluss bildet die Besprechung des Liparits von jener ausserhalb der Hauptmasse gelegenen, wahrscheinlich älteren Quellsuppe, die im Schaufelgraben aufgeschlossen ist.

I. Die trachytischen Gesteine der Centralmasse.

I. Biotit-Augit-Trachyte.

Ein röthlichgrauer Trachyt von porösem Getüge, der beim Anhauchen nach Thon riecht, bildet die Gipfelregion und die oberen Theile der Abhänge des Gleichenberger- und Bscheidkogels. Durch Frost abgesprengte Felsstücke bilden in der Mitte des Südabhanges des Gleichenberger Kogels eine weite Trümmerhalde, die sich bis zum Südfusse des Berges hinab erstreckt und dort das anstehende, wahrscheinlich andesitische Gestein verdeckt.

A. Einsprenglinge.

Als Einsprenglinge treten in diesem Haupttrachyt bis 2½ Centimeter grosse Sanidine, dann Plagioklase, endlich spärliche Biotit- und Augitkrystalle auf.

Die grossen Sanidineinsprenglinge sind röthlichgelbe oder weingelbe, tafelförmige, rissige Krystalle, welche die Flächen *M*, *P*, *x* und *l* zeigen. Die Spaltbarkeit nach *P* ist deutlich, jene nach *M* weniger bemerkbar. Ihre Kanten sind etwas abgerundet. Meist sind die Krystalle mit der umgebenden Gesteinsmasse fest verbacken, stellenweise aber klaffen um sie schmale Schrumpfungsräume. Eigenthüm-

lich sind annähernd der Fläche (100) fast parallel und bogig verlaufende Sprünge. Ausser diesen grossen Sanidinkrystallen finden sich auch noch kleinere Scherben und Splitter von Sanidinen, die auf die Bewegung des Magmas während der Effusionszeit zurückzuführen sind.

Die schneeweissen oder grünlichweissen, erbsengrossen Körner, die dem Gestein ein gesprenkeltes Aussehen verleihen, sind Aggregate von drei bis vier unregelmässig gruppierten Plagioklasen. Die Individuen haben einen klaren Kern und eine durch massenhafte Glaseinschlüsse getrübbte Hülle. Sie sind polysynthetische Krystalle, meist nach dem Albit-, seltener nach dem Albit- und Periklingesetz, oder Karlsbader Doppelzwillinge. Die Werthe symmetrischer Auslöschungsschiefen an günstig geschnittenen Lamellen und jene der conjugirten Auslöschungsschiefen in den vier Lamellen der Doppelzwillinge weisen auf einen Labrador. Zuweilen sind die Krystalle zonar gebaut; dann besteht ihr Kern aus einem basischen Labrador mit circa 58 Percent An , die darauffolgende Zone aus einem basischen Andesin mit circa 43 Percent An und ihre Hülle wieder aus einem Labrador, der jedoch saurer ist als der Kern und einen Anorthitgehalt von circa 53 Percent aufweist.

Die Biotiteinsprenglinge wurden grösstentheils in Magnetitaggregate aufgelöst. Noch erhaltene Krystalle erscheinen in basalen Schnitten roth und besitzen einen grossen Axenwinkel; ihre Dispersion ist $\rho > v$.

Charakteristisch für die Biotite der Centralmasse ist jedoch der Mangel an Drucklinien, welche an den basalen Schnitten der Biotite der andesitischen Gesteine der Randzone so regelmässig und scharf in Gestalt eines Systems von drei, sich unter Winkeln von 60° schneidenden feinsten Rissen auftreten. Diese Umstände werfen auf die Frage nach der Entstehung jener Drucklinien ein helles Licht: sie entstanden bei dem Ausbruch des Magmas in den Biotitblättchen nicht durch den hydrostatischen Druck der hangenden Partie des verhältnismässig nur sehr wenig sich bewegenden, zähen Centralmagmas, sondern durch die heftige Pressung an den Spalträndern und die vielfachen, in ihren Wirkungen sich summirenden Stauchungen und Stösse, denen jene Blättchen während des Fortwälzens der stärker sich bewegenden peripheren Theile des Magmas ausgesetzt waren.

Die Augiteinsprenglinge erscheinen im Dünnschliffe blassgrün und sind überwiegend einfach gebaut.

Zu den zwei farbigen Gemengtheilen, dem Biotit und Augit, gesellt sich noch regelmässig Olivin, der in seinem Mengenverhältnis kaum hinter jenen farbigen Mineralien zurückbleibt. Im Trachyte der oberen Abhänge der beiden Kogel tritt er in Krystallen und Krystallkörnern, in den tieferen Niveaus jedoch ausserdem in der Grundmasse auf. Die Olivineinsprenglinge wurden in ihren Kerntheilen in radialfaserige Kugeln oder Polyeder von Serpentin, an ihren Rändern und Blätterdurchgängen in Eisenoxyd umgewandelt. Sie schliessen oft Scharen von Picotitoktaedern ein. Mit der allmählichen Zunahme des Olivins gegen die tieferen Niveaus der Kogel ist eine stete Abnahme von Biotit verknüpft. In dieser olivinreicheren und biotitärmeren Trachytvarietät schliessen die grünen, bis 2 Millimeter grossen Augiteinsprenglinge nicht selten corrodirtte Reste einer älteren, fast ganz verschwundenen Hypersthengeneration ein. In derselben Varietät zeigen auch manche Augitschnitte parallel der Symmetrieebene einen Sanduhrbau.

B. Grundmasse.

Die Grundmasse des Haupttrachyts besteht überwiegend aus circa $\frac{1}{8}$ Millimeter langen, fluidal geordneten Sanidinleisten, dann aus circa $\frac{1}{4}$ Millimeter langen Andesinleisten, die an Menge hinter den Sanidinen beträchtlich zurückbleiben. Zu diesen Feldspathen gesellen sich untergeordnet verbreitete Biotitflitter, Augit- und Magnetitkörnchen. Endlich sind noch eine geringe Menge einer meist farblosen, hie und da grünlich gefärbten intersertalen Glasbasis und ziemlich zahlreiche Tridymitnester vorhanden.

C. Nebengemengtheile.

Die rothe Farbe des Haupttrachyts wird durch die Imprägnation mit Eisenglimmer hervorgerufen. Dieser Erzgehalt ist wohl ebenso wie die Verkieselung eines Andesits am Südausgang der Klause auf die Wirkung von Fumarolen oder Thermen zurückführbar.

Ein anderer Nebengemengtheil ist der ziemlich stark verbreitete Apatit. Seine in der Grundmasse frei liegenden gelben Säulen sind hier durch starken Dichroismus ausgezeichnet: α = gelblichroth, c = weingelb. Die in den Labradoreinsprenglingen eingeschlossenen Apatitnadeln sind jedoch durchwegs farblos.

Hohlräume des stark veränderten Gipfelgesteins des Bscheidkogels sind von einem secundär entstandenen, honigbraunen, im Dünnschliff gelben Opal erfüllt.

Demnach ist das Gestein, welches die Centralmasse der beiden Hauptkuppen des Eruptivgebietes von Gleichenberg bildet, ein olivin-führender Biotit-Augit-Trachyt mit hyalopilitischer Grundmasse.

Leider liegt von diesem Trachyt bisher noch keine chemische Analyse vor, um den Verwandtschaftsgrad mit den Trachyten anderer Eruptivprovinzen feststellen zu können.

Am Nordostabhang des Bscheidkogels trifft man unweit des Gipfels ein graues Gestein, das von dichtgedrängten, bis $1\frac{1}{2}$ Centimeter langen, gestreckten und parallel geordneten Blasenräumen durchzogen ist. Die Wände dieser Hohlräume werden selbst wieder von hirsekorngrossen und noch kleineren ellipsoidischen Hohlräumen unterbrochen. Die mikroskopische Untersuchung dieses grossporigen Gesteins ergab, dass es nur eine durch das Entweichen von Gasen aufgelockerte Varietät des benachbarten, früher beschriebenen Trachyts der Centralmasse darstellt. Die Wände jener Hohlräume sind von einem grünlichgrauen, doppeltbrechenden Mineral, das sich in sehr feinen concentrisch angeordneten Häutchen anlagerte, beschlagartig überzogen.

Zweifellos gehört dieses Gestein einem Lavastrom an, der sich, wie die Richtung der Blasenräume anzeigt, aus einer Spalte des Trachytvulkans in nordöstlicher Richtung ergoss.

Das schwammige Gefüge dieses Lavastromes deutet aber zugleich darauf hin, dass derselbe nicht einem submarinen, sondern einem terrestrischen Vulkan entquoll.

$1\frac{1}{2}$ Kilometer nördlich vom Bscheidkogel und $\frac{1}{2}$ Kilometer westlich von Gossendorf erhebt sich eine gegen Süden und Osten steil abfallende Kuppe, die sich, ähnlich dem Praterwalde im Süden, inselförmig aus dem umliegenden flachwelligen sarmatischen Hügel-lande erhebt. Ihre Seehöhe beträgt 397 Meter, jene des Bscheidkogels, mit dem sie durch einen von Süden nach Norden streichenden Rücken in Verbindung steht, 510 Meter. Das Gestein dieser Kuppe stimmt mit dem Trachyt des Bscheidkogels völlig überein. Nur die Einsprenglinge, besonders die Sanidine, die ausnehmend schön entwickelt sind und eine Grösse von $2\frac{1}{2}$ Centimeter erreichen, sind grösser als in letzterem.

Der beide Berge verbindende Rücken wird oberflächlich von neogenen Schichten gebildet. Da man seine tieferen Theile nicht kennt,

lässt sich vorderhand nicht entscheiden, ob die Gossendorfer Trachyt-kuppe das aufgestaute Ende eines vom Bscheidkogel gegen Norden abgeflossenen Lavastroms oder aber eine selbständige Quellkuppe darstellt.

2. Biotit-Hypersthen-Trachyte.

Am unteren Theile des Südwestabhanges des Gleichenberger Kogels, in der Nähe des Südausganges der Klause, steht hinter dem „Haus am Walde“ ein graues, trachytisches Gestein mit unebenem Bruche an, welches, wie der Haupttrachyt, zwei Generationen von Sanidin, Plagioklas, Biotit, Augit und Olivin enthält, von demselben jedoch in drei Beziehungen abweicht. Erstens führt es neben den genannten farbigen Gemengtheilen noch Einsprenglinge von blassgrünen corrodirt, faserigen Hypersthenkrystallen. Zweitens kommen in der Grundmasse neben den Sanidinleisten etc. noch zonar gebaute, grössere Plagioklasleisten vor; die Auslöschungsschiefe α' in Schnitten senkrecht zu (010) und (001) gegen (010) beträgt im Kerne $+26^\circ$, in der Hülle $+22^\circ$; der Kern entspricht somit nach der von F. Becke¹⁾ publicirten empirischen Curve einem Labrador mit 47% *An*-Gehalt, also von der Formel $Ab_{53}An_{47}$, die Hülle einem etwas saureren Labrador mit 41% *An*-Gehalt von der Formel $Ab_{59}An_{41}$. Ferner konnte ein Magmarest in der Form einer Glasbasis nicht nachgewiesen werden; die Grundmasse ist daher hier rein pilotaxitisch.

Dieses Gestein ist demnach als ein Biotit-Hypersthen-Trachyt zu bezeichnen.

Dasselbe Gestein scheint sich in südwestlicher Richtung unterirdisch fortzusetzen, denn es taucht an der dem Südwestabhang des Gleichenberger Kogels gegenüberliegenden südlichen Ecke des Schlossberggrückens noch einmal auf und steht dort in Klippen an. Die älteren Labradorleisten in der Grundmasse besitzen hier Sanidinmäntel. Die Sanidinleisten der Grundmasse, neben den Tridymitblättchen das jüngste krystallisirte Ausscheidungsproduct des Magmas, sind durch globulitenführende, zarte Glashäutchen von einander getrennt. Als Nebengemengtheil treten hier überdies noch farblose, bis 0.4 Millimeter grosse Zirkonkrystalle auf. Hohlräume des Gesteins sind mit Carbonaten besiedelt. Interessant sind die in diesem Trachyte

¹⁾ Siehe F. Becke's Notiz: Zur Bestimmung der Plagioklase in Dünnschliffen in Schnitten $\perp$ zu *M* und *P*: Diese Mitth., 1899, Bd. XVIII, pag. 557.

eingeschlossenen, oft nussgrossen Stücke eines Tiefengesteins, eines Glimmerdiorits, mit spärlicher grüner Hornblende.

II. Die andesitischen Gesteine der Randzone.

I. Trachytoide Andesite.

Unter den andesitischen Gesteinen, welche die Randzone des Gleichenberger Eruptivgebietes einnehmen, stehen den Trachyten der Centralmasse zwei Varietäten, eine lichte, augitarme, theils olivinreiche, theils olivinfreie und eine dunkle, augit- und olivinführende, in mineralogischer und chemischer Hinsicht am nächsten. Beide Varietäten zeichnen sich vornehmlich durch den Reichthum an grossen Sanidineinsprenglingen aus und sollen daher als trachytoide Andesite bezeichnet werden.

a) Lichtgrauer, trachytoider Biotit-Andesit der Kuppe des Praterwaldes und am Südende des Absetzer Rückens.

Am Südende des den beiden Kogeln vorgelagerten Plateaus von Bärenreuth taucht inselartig ein eruptives Gestein empor, das die halbellipsoidische Kuppe des Praterwaldes bildet. Diese Kuppe, deren Längsachse von Norden nach Süden streicht, wird durch eine von NNO nach SSW verlaufende Schlucht in zwei ungleiche Theile geschnitten; an die Westflanke des grösseren westlichen Theils lehnt sich eine conchylienreiche Kalkbank¹⁾, die ein Glied der sarmatischen Schichten des Bärenreuther Plateaus bildet; an die Ostflanke der palagonitische Tuff²⁾ des Röhrkogels. Auf die eminente, national-ökonomische Bedeutung dieses Andesitstockes, des Ursprungs der vier alkalisch-muriatischen Sauerbrunnen, welche die Trink- und Badequellen des aufblühenden Curortes sind, sei hier nur hingewiesen. Die Quellen entspringen am Südende jener Schlucht, aus Klüften des Andesits, die nur von den alluvialen Sedimenten des Brunnen-thals überschüttet sind.

Es dürfte heute schwierig sein, frisches Gestein dieser Kuppe anstehend zu finden. Die moosbedeckten Felsklippen in der Schlucht, auf der Höhe in der Nähe des ehemaligen Musikpavillons und die

¹⁾ C. Clar, Boden, Wasser und Luft von Gleichenberg, 1881, pag. 11.

²⁾ Siehe des Autors „Basalte der Steiermark. 5. Die Basalttuffe.“ Diese Mitth., 1899, XVIII. Bd., pag. 386.

Blöcke im Bachbette lassen wohl Sanidin-, Plagioklas- und Biotitkrystalle in einer röthlichgrauen, mürben Grundmasse erkennen. Die Mürbe verhindert aber die Herstellung verwendbarer Schlitze. Als jedoch im Jahre 1874 an der SW-Flanke des Berges der Grund anlässlich des Baues der Villa Schuch ausgehoben wurde, kam ziemlich frisches Gestein zum Vorschein.

Dieses stimmt im Aeusseren mit dem früher beschriebenen lichtgrauen Glimmer-Hypersthen-Trachyt am SW-Fusse des Kogels überein, wie er hinter dem „Haus am Walde“ aufgeschlossen ist. Mit freiem Auge bemerkt man hier noch Biotittäfelchen als Einschluss in den Plagioklasen. Selten sind die Augiteinsprenglinge, die jedoch eine Grösse bis $4\frac{1}{2}$ Millimeter erreichen.

Ein von einem Sanidineinsprengling parallel der Klüftung annähernd der Querfläche abgelöstes Plättchen zeigte, in Canadabalsam gebettet, das charakteristische geringere Lichtbrechungsvermögen. I. c. L. sieht man das Interferenzbild und den Austritt der negativen Bisectrix. Der Axenwinkel $2V$, gemessen mittels drehbaren Zeichentisch und Camera lucida, beträgt 48° . Die horizontale Dispersion ist deutlich und $\varrho > v$.

Bei der Bestimmung der Plagioklaseinsprenglinge wurden beispielsweise folgende Werte gefunden:

α) An einem Karlsbader Doppelzwillings, der in der Zone senkrecht zu (010) getroffen ist, betragen die conjugirten Auslöschungsschiefen:

(1)		+ 23°
(1')		- 23°
(2)		+ 45°
(2')		-
$\Delta = 18.5^\circ$		

β) An einem Schnitte senkrecht zu (001) und (010) wurde die Auslöschungsschiefe $\alpha = 22^\circ$ gemessen. Die Werte aus beiden Messungen weisen auch hier auf einen Labrador hin.

Biotit kommt in reicher Menge und in zwei Generationen vor. Die Einsprenglinge des frischeren und tiefer liegenden Gesteins von der Villa Schuch haben im Gegensatze zu jenen des Oberflächengesteins, das auch Anomite führt, und zu allen anderen biotithaltigen Gleichenberger Gesteinen keine Erzsäume. Bei ersteren sind gegen die Spaltbarkeit geneigte Schnitte schwarz, bei letzteren tief-

braun, wenn die Spaltrisse parallel zum Hauptschnitt des Polarisators liegen, hingegen grünlichgelb bis bräunlichgelb in beiden Horizonten der Kuppe bei dazu senkrechter Lage. Blättchen parallel der Basis sind undurchsichtig schwarz.

Blassgrüne, corrodirt Augite kommen nur in geringer Menge vor, Olivin mangelt diesem Gesteine gänzlich.

Der Bau der Grundmasse weicht einigermassen von jenem der anderen andesitischen Randgesteine ab. Sie besteht zum überwiegenden Theile aus einer farblosen Glasbasis mit massenhaften, gelblich durchscheinenden, meist regellos, seltener sternförmig angeordneten nadelförmigen und verhältnismässig wenigen gelblichen, säulchenförmigen Mikrolithen, in denen $c = a$ ist, dann aus durchaus wasserklaren, nur stellenweise fluidal geordneten Labradorleistchen und ziemlich zahlreichen Tridymitnestern.

Als Nebengemengtheile sind gelbe dichroitische Apatite und farblose Zirkone vorhanden.

Dass auch das Gestein von der Villa Schuch trotz seines frischen Aussehens schon theilweise verändert ist, beweist die Anwesenheit zahlreicher Siderit- und Calcitgruppen in den mikroskopischen Hohlräumen des Gesteins, welches, mit HCl betupft, an allen Stellen ziemlich lebhaft braust.

Das Gestein des Praterwaldes muss demnach, abweichend von der herkömmlichen Auffassung als Trachyt, als trachytoider olivinfreier Biotit-Andesit mit besonders stark entwickelter hyalopilitischer Grundmasse bezeichnet werden.

Würde auch der letzte Magmarest, das reichlich vorhandene Glas, zur Krystallisation gelangt sein, so wäre daraus wohl Sanidin entstanden und dann wäre das Gestein ein echter Biotit-Trachyt.

Die sehr nahe Verwandtschaft dieses Gesteins mit den Trachyten offenbart sich auch aus den Resultaten der im Jahre 1877 von J. Utschik ausgeführten chemischen Analyse, die unter dem Titel „Trachyt von Gleichenberg, Villa Schuch“ im Jahrgang 1877 dieser Mittheilungen, pag. 277 veröffentlicht wurden und insbesondere, wenn man aus der Analyse nach dem Vorschlage A. Osann's¹⁾ die Werte s , a , c , f , n und k berechnet und an der Hand derselben dem Gestein

¹⁾ Versuch einer chemischen Classification der Eruptivgesteine. Diese Mitth., XIX, 1900, pag. 351 u. f.

in der Reihe der von diesem Autor aufgestellten Typen seinen bestimmten Platz aufgesucht hat.

Zunächst sind zur besseren Uebersicht die Zahlen der Analyse unter I wiederholt, unter II die mit Rücksicht auf den CO_2 -Gehalt gebotene Reduction des CaO -Gehaltes auf 3·08 berechneten Metallatomzahlen, unter III die Rosenbusch'schen Kerne und unter IV die Osann'schen Werte angefügt.

I.		II.	
SiO_2	61·54	Si	59·7
Al_2O_3	15·97	Al	18·1
Fe_2O_3	1·93	Fe	3·8
FeO	2·98	Mg	1·2
MgO	0·82	Ca	3·2
CaO	5·52	Na	8·4
Na_2O	4·48	K	5·6
K_2O	4·55		100·0
H_2O	1·39		
CO_2	2·43		
	101·61		
III.		IV.	
$(NaK) AlSi_2$	56·0	s	a
$CaAl_2Si_4$	14·35	c	f
$\overset{II}{R}Si$	12·3	n	k
Si	17·35	71·1	9·1
	100·00	3·0	7·9
		6	1·08

Aus II und III ergibt sich die Abstammung des Gesteins von einem granito-dioritischen (δ -) Magma. Die beiden Kerne $(NaK) AlSi_2$ und $CaAl_2Si_4$ führten zur Bildung der Sanidine und Plagioklase, der Kern $\overset{II}{R}Si$ zu jener des Augits. Die geringe Menge von Mg steckt im Biotit, und war, wie dies im Fehlen des Kernes $\overset{II}{R_2}Si$ seinen Ausdruck findet, nicht hinreichend, um Olivin zu bilden. Der hohe Gehalt an freiem Si gründet sich auf die starke Entwicklung der Glasbasis.

Vergleicht man die Werte von s , a , c , f und n mit jenen der von Osann aufgestellten Typen, so ergibt sich, dass das Gestein sowohl

in der Familie der Glimmerandesite, als auch in jener der Trachyte untergebracht werden könnte. In die Familie der Andesite wäre es dem Typus „Mt. Amiata“, dessen Formel $s_{73} a_{8.5} c_5 f_{6.5}$ lautet, einzureihen; diesem Gestein, das, wie neuerdings so manches andere, aus der alten Trachytfamilie ausgeschieden wurde, steht es auch in mineralogischer Beziehung wegen seines Reichthums an Sanidin- und Labrador einsprenglingen nahe. Allerdings ist das Gestein des Mt. Amiata hypersthenhaltig. Aber entschieden noch näher steht das Gestein der Kuppe des Praterwaldes dem Typus „Clover Meadow“ in der Familie der Trachyte, dessen Formel $s_{71} a_9 c_4 f_7 n_{5.9}$ mit jener des Gleichenberger Gesteins fast übereinstimmt. Und da der Kieselsäurequotient¹⁾ k sehr nahe der Grenze $= 1$ steht und der Wert von a ein relativ geringer ist, so wäre dieses Gestein von rein chemischem Standpunkte aus, wenn man in den diesbezüglichen Vorschlag A. Osann's²⁾ eingehen würde, in die Gruppe der andesitischen Trachyte einzuordnen.

Vom mineralogischen Standpunkt aus kann man sich meines Erachtens jedoch nicht entschliessen, das fragliche Gestein dem Biotit-Augit-Latit, Clover Meadow, Calif., der den Typus von der Formel $s_{71} a_9 c_4 f_7$ repräsentirt, anzugliedern und es in die Familie der Trachyte einzureihen. Denn nach Ransome³⁾ enthält jener Latit, wie die californischen Latite überhaupt, keinen Sanidin, sondern als Feldspath nur Plagioklas (Labrador von der Zusammensetzung $Ab_3 An_4$ ⁴⁾), sowohl als Einsprengling als in der Grundmasse, und führt neben reichlichem Biotit und spärlichem Augit noch eine grüne, in jedem Schlitze nachweisbare Hornblende. Es kämen da also zwei chemisch allerdings sehr nahe verwandte, mineralogisch jedoch recht differente Glieder in einem Typus zusammen.

Aber auch als Trachyt, wenn auch mit dem beschränkenden Attribut: andesitisch, kann das in Frage stehende Gestein nicht

¹⁾ Siehe A. Osann's Versuch etc. II. Die Ergussgesteine. Diese Mitth., Bd. XX, 1901, pag. 406.

²⁾ Ebenda, pag. 417.

³⁾ Some lava flows of the Western slope of the Sierra Nevada, California. By F. Leslie Ransome. Bulletin of the United States Geol. Survey, Nr. 89. Washington 1898, pag. 37.

⁴⁾ Ebenda, pag. 37.

bezeichnet werden, da es, wie bereits gesagt, keinen Sanidin in der Grundmasse führt, der doch zu den wichtigsten kritischen Merkmalen eines Trachytes gehört.

Da das Gestein in der Grundmasse nur Plagioklase führt, ist es in erster Linie ein Andesit, und da es Sanidineinsprenglinge enthält, empfiehlt es sich, es als trachytoiden Andesit zu bezeichnen.

Am Südende des Andesitrückens von Absetz steht noch ein hellgrauer, feinporöser, olivinreicher, trachytoider Biotit-Andesit an.

b) Graulichschwarzer, dichter, olivinreicher trachytoider Biotit-Augit-Andesit am Bärenreuther Plateau.

Dieses Gestein bildet jene sehr flachen, breiten Kuppen, die dem Bscheidkogel an dessen Südabhänge vorgelagert sind. Es schmiegt sich unmittelbar dem Haupttrachyt der Centralmasse an, während sich auf der anderen Seite die sarmatischen Schichten anlehnen, die das Plateau von Bärenreuth bilden und sich südwärts an der nahen Kuppe des Praterwaldes stauen. Es ist in zwei Steinbrüchen aufgeschlossen, die rechts vom Wege liegen, der vom Curorte Gleichenberg auf den Gleichenberger Kogel führt. Das Gestein hat ausserordentliche Härte und sehr dichtes Gefüge. Es wird mit schwerer Mühe geschlägelt und als Strassenschotter benützt.

Obwohl das Gestein nach seinem Aeusseren, von den Sanidineinsprenglingen abgesehen, einen entschieden basaltischen Habitus besitzt, stimmt es doch in mineralogischer Hinsicht im wesentlichen mit dem Haupttrachyt der Centralmasse, besonders mit jenem der tieferen Theile überein. Es fehlen hier nur die Sanidine in der Grundmasse.

Im Besonderen wäre aber noch Folgendes bemerkenswert.

Die bis 2 Centimeter grossen, röthlich-gelben angeschmolzenen Sanidine heben sich sehr auffällig von der graulich- bis grünlichschwarzen Grundmasse, die den überwiegenden Theil der Gesteinsmasse bildet, ab. Das spec. Gewicht eines Spaltungsstückes wurde durch Beobachtung des Schwimmens auf einer Mischung von Methylenjodid und Benzol mit 2.588 ermittelt.

Die bedeutend kleineren, grauen, zonar gebauten, glasglänzenden Labradoreinsprenglinge haben schmale Säume von Sanidin.

Der Gehalt an Biotit- und Augiteinsprenglingen ist hier entschieden grösser als im Trachyt der Kogel. Die Biotite besitzen Erzsäume, ihre unversehrten Kerne kräftigen Pleochroismus: a = grünlichgelb, c = schwarz.

Mit Ausnahme des Sanidins treten dieselben Minerale in einer zweiten Generation auch in diesem Gestein wieder in der Grundmasse auf. Die Labradorleisten derselben sind hier jedoch nicht fluidal geordnet. Der Gehalt an farbloser Glasbasis, die durch zahlreiche Globulite gelblichgrau punktirt erscheint und stellenweise auch in grösseren Lacunen vorkommt, ist in diesem Gestein geringer als in dem benachbarten Andesit des Praterwaldes, grösser als im Haupttrachyt.

Nester von schuppigem Tridymit sind auch hier vorhanden.

Der Eisenglimmer des Trachyts mangelt dem Gestein fast gänzlich und wird durch Magnetit ersetzt, der in grösseren Körnern der Grundmasse eingestreut ist.

Wie im Haupttrachyt der tieferen Niveaus des Bscheidkogels treten auch hier zahlreiche Olivine sowohl als Einsprenglinge als in der Grundmasse auf; sie sind in grünlichgelben, faserigen, seltener smaragdgrünen Serpentin umgewandelt, entbehren jedoch der rothen Rinde, welche die eisenreicheren Olivine des Trachyts auszeichnet. Sie sind älter als die Labradoreinsprenglinge.

Unter den Apatiten finden sich manche mit lavendelblauem, dichroitischem, quergegliedertem Kern und farbloser Hülle.

Zu wiederholtenmalen wurden Apatitsäulchen beobachtet, die auf Zirkonkryställchen aufgewachsen waren oder solche eingeklemmt hatten. Der Zirkon schied sich also früher aus als der Apatit.

Kleine, unregelmässig gestaltete Hohlräume werden von Sphaeroidit ausgefüllt oder ihre Wände sind mit Chalcedon überzogen.

Das Gestein von Bärenreuth wurde im Jahre 1877 von A. Smita analysirt. Im Folgenden ist unter I das Ergebnis der Analyse aus dem Originalberichte: „Trachyt von Gleichenberg“ im Jahrg. 1877 dieser Mittheilungen wiederholt; die Werte unter II, III und IV haben dieselbe Bedeutung wie jene unter den gleichen Ziffern in dem Capitel über das Gestein des Praterwaldes.

I.	
$Si\ O_2$	61.44
$Al_2\ O_3$	17.08
$Fe_2\ O_3$	3.67
$Fe\ O$	2.42
$Mg\ O$	1.14
$Ca\ O$	6.21
$Na_2\ O$	4.06
$K_2\ O$	3.86
$H_2\ O$	2.04
	<hr/> 101.92

III.	
$(Na\ K)\ Al\ Si_2$	47.6
$Ca\ Al_2\ Si_4$	23.8
$\overset{II}{R}\ Si$	17.6
Si	11.0
	<hr/> 100.0

II.	
Si	57.2
Al	18.7
Fe	4.4
Mg	1.6
Ca	6.2
Na	7.3
K	4.6
	<hr/> 100.0

IV.					
s	a	c	f	n	k
67.5	6.6	3.7	9.7	6.1	1.11

Da die Summe der Atomzahlen der Alkalimetalle auch hier grösser ist als jene von Ca , aber kleiner als dessen vierfacher Betrag, da ferner das Verhältnis $(Na + K + 2\ Ca) : Al$ annähernd 1:1 ist und Fe , Mg und Ca nur in geringer Menge auftreten, lässt sich auch dieses Gestein auf das δ -Magma zurückführen.

Wenn man die Kerne der beiden trachytoiden Andesite mit einander vergleicht, so bemerkt man, dass mit dem Sinken des Kernes $(Na\ K)\ Al\ Si_2$ im Bärenreuther Gestein eine Zunahme des Kernes $Ca\ Al_2\ Si_4$ verbunden ist. Der Kern $\overset{II}{R}\ Si$ ist hier beträchtlich grösser, jener von Si kleiner, was einerseits in der Zunahme an Augit, andererseits in der Abnahme der intersertalen Basis seine Begründung findet.

Die Werte s , a , c , f und n stimmen mit jenen des Osannschen Trachyttypus „Montagna“, dessen Formel $s_{67.5}\ a_7\ c_{3.5}\ f_{9.5}$ lautet, speciell mit jener des Augit-Latit, Dardanelle Flow, Cal. ($s_{67.7}\ a_7\ c_3\ f_{10}\ n_{5.3}$) sehr nahe überein. Nach dem hohen Kieselsäurequotienten würde das Gestein nach seiner chemischen Constitution zu den echten Trachyten gehören.

Auch diesfalls verweise ich auf meine anlässlich der Besprechung des Praterwaldgesteins geäußerten Bedenken.

2. Andesitoide.

Mit diesem Namen bezeichne ich alle jene Gesteine, die in ihren wesentlichen Eigenschaften mit den Andesiten übereinstimmen, sich jedoch von diesen durch den Gehalt von Sanidin in der Grundmasse unterscheiden. Sie sind besonders im westlichen Theile der Randzone des Eruptivgebietes verbreitet. Nach ihren jeweiligen farbigen Gemengtheilen gliedern sie sich in:

- a) Hypersthen-Biotit-Ad.
- b) Biotit-Augit-Ad.
- c) Biotit-Ad.

a) Hypersthen-Biotit-Andesitoid.

Während den Gesteinen der zweiten und dritten Gruppe eine räumlich beschränkte Verbreitung zukommt, ist der Hypersthen-Biotit-Andesitoid in jenem oben genannten Theil der Randzone überaus mächtig entwickelt. Aus ihm bestehen fast ausschliesslich die drei meridional gelagerten, mit einander seitlich verbundenen Kuppen jener Bergkette, welche die rechte Seite der Klause bildet, wenn man dieselbe von Norden her betritt. Er ist das erste Eruptivgestein, das dem Petrographen unter dem Hammer kommt, da es etwa schon 200 Schritte unter dem Nordeingang der Klause am Ostfusse der Sulzleiten, der nördlichst gelegenen Kuppe, in einem kleinen, jetzt aufgelassenen Steinbruch aufgeschlossen wurde.

Es ist ein graulichschwarzes, dichtes Gestein, welches ziemlich zahlreiche, bis 7 Millimeter grosse, graue, glasglänzende Plagioklaskrystalle, theilweise mit polysynthetischer Zwillingsstreifung, daneben aber auch ebenso grosse, oberflächlich kaolinisirte einfache Plagioklaszwillinge mit tafelförmiger Ausbildung, Biotitblättchen, endlich spärliche, schwarze, bis 3 Millimeter grosse Augitsäulchen einschliesst. Jene kaolinisirten Plagioklaszwillinge sind nach dem Gesetze: Zwillingssebene senkrecht zur Achse c , also nach Art der Karlsbader Zwillinge des Orthoklas gebaut und können, im Gegensatz zu den grauen, glasglänzenden Plagioklaskrystallen unschwer aus dem Gestein herausgelöst werden. Die Individuen werden von den Flächen M, P, T, l und x begrenzt.

Mikroskopische Untersuchung.

α) Einsprenglinge.

1. Zunächst sieht man jene oben angeführten, bereits mit freiem Auge sichtbaren, grauen Plagioklaskrystalle, die entweder Viellinge nach dem Albitgesetze oder Karlsbader Doppelzwillinge darstellen. Von diesen gestatteten einige die nähere Bestimmung mit Anwendung der von M. Lévy eingeführten Methode. Die Werte der conjugirten Auslöschungsschiefen der vier Lamellen (1), (1'), (2), (2') weisen wie bei den Trachyten und trachytoiden Andesiten auf einen basischen Labrador. Auf dieses Glied der Plagioklasreihe führen auch die Werte der symmetrischen Auslöschungsschiefen an basalen Schnitten der grossen, nur nach dem Albitgesetze aufgebauten Plagioklasviellinge, welche 13° — 15° betragen.

Ausser diesen makroskopischen Plagioklaseinsprenglingen tritt noch eine ziemlich zahlreiche Generation unregelmässig zerstreuter, circa 1 Millimeter grosser, meist einfacher Plagioklaszwillinge mit säulenförmigem Habitus auf, welche eine Zwischenstellung zwischen den grossen Einsprenglingen und den Feldspäthen der Grundmasse einnehmen. Trotz der Kleinheit der Individuen heben sie sich als Einsprenglinge von den Mikrolithen der Grundmasse ab. Schnitte senkrecht zu *M* und *P* erscheinen als zwei symmetrisch vereinigte Rhomben und gewähren den Anblick eines aufgeschlagenen Buches. Solche Schnitte sind, wie F. Becke¹⁾ und G. F. Becker²⁾ darlegten, vorzüglich zur Bestimmung geeignet. In solchen Schnitten betrug die Auslöschungsschiefe α im spitzen Winkel (010), (001) + 36° —+ 38° , ein Wert, welcher ebenfalls einem basischen Labrador zukommt.³⁾

Stellenweise kommen auch Plagioklaseinsprenglinge mit Zonenstructur vor. Die Zonen sind geradlinig gegen einander abgegrenzt und die Lagen der Auslöschungsschiefen sind in denselben scharf abgestuft. Doch kehren die Werte der Schiefen im Kerne und in der ersten dem Kerne anliegenden Hülle in den nächsten Zonen abwechselnd immer wieder — eine Erscheinung, die bekanntlich auch

¹⁾ Zur Bestimmung der Plagioklase in Dünnschliffen, in Schnitten senkrecht zu *M* und *P*. Notiz. Diese Mitth., Bd. XVIII, pag. 556—558.

²⁾ VIII. Ann. Rep. U. S. Geol. Survey 1896/97, Part. III. 1—86 (cit. aus F. Becke's Notiz).

³⁾ Siehe die von F. Becke in der sub ¹⁾ citirten Notiz veröffentlichte Tabelle und Curve der Auslöschungsschiefen.

bei den zonar gebauten Plagioklasen der Eruptivgesteine von anderen Localitäten sehr verbreitet ist.

Nach diesen Werten bestehen die Zonen, vom Kerne aus gezählt, abwechselnd aus einem basischen und einem sauren Labrador. Auch hier krystallisirte also der schwerer schmelzbare, kalkreichere Bestandtheil zuerst aus, und es lagerte sich ihm dann der leichter schmelzbare natronreichere Rückstand an.

Die Plagioklaseinsprenglinge strotzen in ihren peripheren Theilen von wurmförmigen und unregelmässig geformten, globulitenführenden Glaseinschlüssen. Diese trübe, glasreiche Rinde, die circa zwei Drittheile des Volumens des ganzen Krystalls einnimmt, ist scharf von dem wasserklaren, einschlussfreien Kerne geschieden. Schnitte, welche diese glasführende Schichte treffen, gewähren den Anblick eines Netzes — eine Erscheinung, die an den Plagioklasen vieler Andesite, z. B. des Augitandesits von Tokaj, schon lange bekannt ist. Das Wachsthum der grossen Plagioklase ging also anfangs langsam vor sich, dann aber erfolgte durch die bei der Effusion des Magmas eingetretene plötzliche Entlastung eine rapide Ausgestaltung der Krystalle.

Nicht selten schliessen oder klemmen die grossen Plagioklase Biotitblättchen ein, und sehr häufig bergen sie farblose, gegliederte Apatitnadeln.

Als secundäres Mineral tritt in den Hüllen der Plagioklase gelber, trüber Opal in Adern und Tropfen auf.

2. Zahlreiche tiefschwarze, bis 2·5 Millimeter breite und 1 Millimeter dicke Biotit tafeln. Mit dem Messer abgehobene, sehr dünne Spaltblättchen bleiben bis auf die tiefbraunen bis bräunlichgelben, durchscheinenden Ränder schwarz.

Auch in den Dünnschliffen sind Blättchen parallel der Spaltbarkeit schwarz und zeigen bei der Drehung über dem Polarisator keinen Wechsel der Farbe. I. c. L. zeigt sich an den dünnsten Stellen ein Achsenkreuz und mehrere Ringe wie bei einem optisch einachsigen Mineral; beim Drehen des Objecttisches öffnet sich das Kreuz kaum merklich, was auf einen sehr kleinen Achsenwinkel hinweist. Dagegen sind gegen die Spaltbarkeit geneigte Blättchen sehr stark pleochroitisch: tiefbraun bis schwarz, wenn die Spaltrisse parallel dem Hauptschnitt des Polarisators liegen, grünlichgelb in der dazu senkrechten Lage.

In manchen zur Spaltbarkeit geneigten Schnitten zeigen die den Krystall aufbauenden Lamellen bei der Drehung über dem Polarisator streifenweise eine verschiedene Färbung; dies weist auf die bekannte Zwillingsbildung der Glimmerkrystalle hin, nach welcher eine gegen c normale Ebene in der Zone (001 : 110) als Zwillingssebene auftritt, so dass vier Individuen, die sich an der Basis berühren, über einander liegen.

Auch hier treten an den Spaltblättchen die bereits von den Biotiten der trachytoiden Andesite her bekannten und schon von Hussak und Kišpatič erwähnten dunklen Linien auf, die sich unter 60° kreuzen. Sie stehen normal auf den Seiten der sechseckigen Blättchen und verlaufen parallel zu den Druckfiguren an den Glimmerblättchen. Bezüglich der Entstehung derselben siehe pag. 270.

Alle Biotite, sowohl die Einsprenglinge als jene der Grundmasse, sind von einem dunklen Rande umgeben, der aus opaken Körnchen besteht und das Product der magmatischen Corrosion ist. Die Einsprenglinge zeigen überdies in allen Gesteinspartien verschiedene Grade einer Zersetzung, welche vornehmlich von jenen Punkten ausgeht, wo Einschlüsse, z. B. Apatite, liegen. In anscheinend noch völlig frischen Gesteinspartien sehen die zur Spaltbarkeit geneigten Schnitte wie durchlöchert aus. Die theils parallelepipedischen, theils linsenförmigen Hohlräume sind mit Carbonaten, Calcit und Siderit, erfüllt und in ihrer Mitte steckt ein Magnetitoktaeder. In stärker zersetzten Gesteinspartien sind die Biotite dicht mit Magnetitkörnern besät, eine Erscheinung, die auch an den Biotiten verwandter Eruptivgesteine, z. B. an jenen des Trachyts vom Drachenfels, weitbekannt ist. Die Carbonate aber sind durch Auflösung verschwunden und die stark gebleichten Biotitreste zeigen nur mehr schwachen Pleochroismus.

In dem röthlichgrauen bis ziegelrothen, durch graulichweisse, bis 7 Millimeter grosse Labradoreinsprenglinge und tombakbraune Glimmertafeln gesprenkelten, feinporösen Hypersthen-Biotit-Andesitoid, der am Nordende des Schlossbergplateaus hinter dem Meierhof in einem kleinen Steinbruch aufgeschlossen ist, kommen neben Biotiten auch Anomitkrystalle vor. Die Ränder dieser Anomite sind in Aggregate winziger gelblichbrauner Körnchen aufgelöst. Blättchen parallel der Basis haben eine morgenrothe Farbe und zeigen ausserordentlich scharfe Drucklinien. Der scheinbare Winkel der optischen

Achse, der mit Klein's Lupe ohne Irisblende-Ocular gemessen wurde, beträgt 66° ; demnach $2V = 39^\circ 32'$. Er ist im Vergleiche zu jenem anderer Anomite ausserordentlich gross und übertrifft selbst den des Anomits in den Nephelingesteinen des Katzenbuckels ($2E = 40^\circ$ etwa). Die Dispersion folgt der bei den gesteinsbildenden Anomiten herrschenden Regel: $\rho < \nu$.

Da man ebenso oft Biotitblättchen in Plagioklaskrystallen als umgekehrt eingeschlossen oder eingeklemmt antrifft, so kann man auf ihre gleichzeitige Ausscheidung schliessen.

3. Säulenförmige Krystalle eines rhombischen Pyroxens, der sich wie jener in der früher beschriebenen Trachytvarietät vom Südwestfusse des Gleichenberger Kogels nach dem negativen Charakter seiner Doppelbrechung als Hypersthen erwies. Dieser Gemengtheil steht im Gestein am Nordende der Klause dem Biotit an Menge nach, in jenem der Mittelkuppe, die im Volksmunde „Pumperleiten“¹⁾ heisst, überwiegt er die anderen farbigen Gemengtheile.

Das Vorkommen dieses Minerals in den Eruptivgesteinen bei Gleichenberg war bisher ganz unbekannt.

Die Säulchen sind bis 0.9 Millimeter lang, 0.4 Millimeter dick und haben die bekannten Formen: in der Verticalzone herrschen die Pinakoide über das Prisma, an den Polen tragen sie ein flaches Dach, sind jedoch hier häufig abgerundet. Zwillingsbildungen wurden nicht beobachtet, nur kommen stellenweise parallele Verwachsungen von Hypersthensäulchen vor. Die prismatische Spaltbarkeit ist nicht überall deutlich wahrnehmbar. Dagegen sind die Säulchen regelmässig von quer oder schief zur Hauptachse verlaufenden Sprüngen durchsetzt, die in den frischeren Gesteinspartien nur spärlich auftreten, in stark umgewandelten aber einem Netze gleichen. Die Umwandlung des Gesteins beginnt bei den Hypersthenen sowohl an diesen Sprüngen, als auch an den polaren Enden der Krystalle, verbreitet sich allmählich über deren ganze Masse und erinnert in der Art ihres Fortschreitens an jene des Olivins. Das anfängliche Umwandlungsproduct ist ein grünlichgelbes, feinstfaseriges Mineral, das nach seinem optischen Verhalten dem Bastit zuzurechnen ist: die Längsachse der doppel-

¹⁾ Von „pumpfern“ = dröhnen und „Leiten“ = Lehne. Gelangt man auf dem Fusswege, der vom Nordende der Klause am Bergabhang zum Schlosse Gleichenberg führt, zum Ostabhang dieser Lehne, so dröhnt dort der Boden unter den Schritten, was auf unterirdische Hohlräume hinweist.

brechenden und gerade auslöschenden keilförmigen Fasern steht senkrecht zur Richtung der Sprünge und in ihr liegt die Achse der kleinsten Elasticität. In einem noch späteren Stadium der Umwandlung erscheinen die Hypersthene mit meist vollkommener Erhaltung der Krystallumrisse in ein graues bis graulichgrünes, trübes, parallelfaseriges, sehr schwach doppelbrechendes Mineral umgesetzt, das der Chloritgruppe angehören dürfte.

Die i. D. farblosen Hypersthene der relativ frischen Gesteinspartien — ganz frische wurden an dieser Aufschlussstelle überhaupt nicht angetroffen — zeigen nur schwachen Pleochroismus; dieser bewegt sich in den für Hypersthen bekannten Farben: a = röthlichgelb, b = blassgelb, c = grünlich.

Der bereits oben erwähnte Andesitoid der Pumperleiten ist durch seine besonders frischen Hypersthene ausgezeichnet. Sie treten hier in weingelben, 1 Millimeter langen und $\frac{1}{2}$ Millimeter dicken Krystallen auf. Die Grösse ihres Achsenwinkels $2V\alpha$ wurde nach E. Mallard's Methode gemessen und beträgt 55° . Bekanntlich steht nun der Axenwinkel mit dem Gehalt an $FeSiO_3$ im Zusammenhang, und zwar nimmt jener mit zunehmendem Eisengehalte ab. Mit Benützung der von Dr. J. Mrha im XIX. Bd. d. M. auf pag. 140 und pag. 142 veröffentlichten Curve und Tabelle entspricht einem Achsenwinkel von 55° ein Gehalt von annähernd 52% $FeSiO_3$. Der Hypersthen dieses Gesteins gehört demnach zu den eisenreichsten und steht den Hypersthenen des Mont Dore, Auvergne und der Isla de la Nube, Alboran ¹⁾, sehr nahe.

Die Stärke der Doppelbrechung dieses Hypersthens wurde mittels des Babinet'schen Compensators gemessen: $\gamma - \alpha = 0.011$.

Die meisten Hypersthene bergen ausser Glaseinschlüssen, die in geringer Zahl, aber in verhältnismässig grossen Dimensionen auftreten, keine Einschlüsse; nur die grössten Hypersthene schliessen stellenweise zahlreiche Apatitsäulchen und spärlich Magnetitktaeder ein.

Vereinzelt halten Biotitkrystalle Hypersthene eingeklemmt; diese schieden sich daher früher aus dem Magma aus als jene.

4. Augitkrystalle, deren Menge den Hypersthenen das Gleichgewicht halten dürfte. Sie sind kurz, säulenförmig und treten in

¹⁾ Vgl. F. Becke, Der Hypersthen-Andesit der Insel Alboran. Diese Mitth., Bd. XVIII, 1899, pag. 538.

Formen auf, die an den basaltischen Augiten bekannt sind. Meistens sind sie einzeln zerstreut; aber hie und da bilden sie mit umgewandelten Olivinen basische Concretionen. Polysynthetische Zwillingsbildung nach (100) kommt häufig, seltener jene nach (101) vor. I. D. erscheinen die Schnitte der wenigen noch frischen Augite überwiegend farblos, seltener blassgrünlichgelb. Die an den Augiten der basaltischen Gesteine der Oststeiermark so häufig auftretende Sanduhr- und Zonenstructur fehlt den Augiten dieses Gesteins gänzlich und ist überhaupt nur sehr selten bei den Augiten anderer Gesteine des Eruptivgebietes bei Gleichenberg anzutreffen — ein Umstand, der bekanntlich auch bei den Augiten aller anderen Andesite zutrifft.

Was bezüglich der Einschlüsse bei den Hypersthenen angeführt wurde, gilt auch hier.

Mit Ausnahme jener Augite, die in den basischen Concretionen vorkommen, sind die meisten in Chlorit umgewandelt; die Umwandlung beginnt an der Peripherie und schreitet, ohne dass die ursprünglichen Krystallgrenzen sich ändern, gegen das Centrum vor. Schliesslich ist der ganze Augitkrystall in ein Bündel grünlichgrauer Chloritfasern umgewandelt, welche alle parallel zur Hauptachse liegen.

β) Grundmasse.

Die Grundmasse bildet den weitaus überwiegenden Bestandtheil des Gesteins. Sie besteht fast ausschliesslich aus fluidal geordneten Feldspathleisten, die wie jene der Hypersthen-Andesite von Palaea-Kaimeni, Santorin, zwei Generationen angehören.

Die ältere, individuenärmere umfasst 0·2—0·8 Millimeter lange Plagioklasleisten von stärkerem Lichtbrechungsvermögen als Canadabalsam. Sie sind entweder einfach gebaut oder bestehen aus 2—4 nach dem Albitgesetz verzwillingten Lamellen. Günstige Schnitte zeigen symmetrische Auslöschungsschiefen von 24°—28°. Demnach gehören diese Grundmasse-Plagioklase einem sauren Labrador an, — also derselben Feldspathsubstanz, welche auch die Hülle der zonar gebauten Plagioklaseinsprenglinge bildet.

Die jüngere Feldspathgeneration macht den grössten Theil der Grundmasse aus und stellt hier zugleich die vorletzte Ausscheidung des Magmas dar. Die Feldspathleisten dieser Generation zeigen gerade Auslöschung, könnten daher dem Oligoklas zugerechnet werden, wenn sie nicht ein geringeres Lichtbrechungsvermögen als

der Canadabalsam hätten; in Wirklichkeit sind sie überhaupt keine Plagioklase, sondern Sanidine, welche hier den überwiegenden Theil der Grundmasse bilden. Das Gestein ist demnach kein echter Andesit, — aber auch kein Trachyt, da ihm die Sanidineinsprenglinge fehlen.

Die Bildung der Feldspäthe dieses Gesteins vollzog sich demnach in vier Etappen. In der intratellurischen Periode schieden sich zuerst grosse Krystalle von basischem Labrador aus. Die grössten unter diesen, welche die zuerst entstandenen Moleküle der nunmehr kalkärmeren Feldspathsubstanz angezogen hatten, fungirten weiter als deren Anwachscentra und wurden von Schichten dieser Substanz umschlossen. In der ersten Zeit der Effusionsperiode schied sich noch der Rest der sauren Labradorsubstanz als Mikrolithe aus, worauf ein nur mehr kalihaltiges Thonerdesilicat als Sanidin auskrystallisirte.

Neben den Feldspathmikrolithen tritt in der Grundmasse eine zweite Generation früher genannter farbiger Gemengtheile, nämlich unregelmässig eingestreute blassgrüne Augitkörnchen und bräunlichgelbe Biotitflitter stark in den Hintergrund.

Das letzte Ausscheidungsproduct des Magmas war der Tridymit, der als schuppiges Aggregat in den zahlreichen mikroskopischen Spalten und Hohlräumen des Gesteins vorkommt und in allen Schlfen in ziemlicher Menge angetroffen wird.

Nur ein sehr geringer Magmarest blieb in Form von Glashäutchen zwischen den Feldspathleisten zurück.

Die Grundmasse hat demnach eine hyalopilitische Structur.

γ) Nebengemengtheile.

1. Magneteisenerz. Ausser den zu Magnetitstreifen reducirten Biotiten tritt auch in der Grundmasse, und nur in dieser, primärer Magnetit in ziemlich reichlicher Menge auf. Das Erz dürfte demnach von jüngerem Ursprung sein als die eisenhaltigen Bisilicate. Es erscheint meist in Körnchen, seltener in Oktaedern; letztere sind stellenweise zu einsprenglingsartigen Aggregaten geschart. — Die Anwesenheit von Magnetit im Gesteine wurde auch durch Isolirung von Erzkörnchen aus dem Gesteinspulver mittels eines Magnetstabes nachgewiesen.

2. Titaneisenerz in geringer Menge, und zwar in tafelförmigen Krystallen, deren Schnitte parallel zur Basis mannigfach

gezackte Contouren und in bräunlichrother Farbe durchscheinende Ränder besitzen, senkrecht zur Basis aber leistenförmig erscheinen. Nach der Schön'schen Methode untersucht, zeigte das Gesteinspulver ziemlich deutliche Reaction auf Titansäure.

δ) **Uebergemengtheil.**

Jede Gesteinsprobe enthält, die eine mehr, die andere weniger, Olivin in Form eckiger Körner.

Der Olivin ist grösstentheils gänzlich in orangerrothen, schwach pleochroitischen Iddingsit umgewandelt. Doch gibt es noch Körner mit Maschenstructur, in denen Iddingsit das Netzgewebe bildet, dessen Maschen grünen Serpentin umschliessen; in diesem steckt, allerdings nur selten, noch ein frisches Olivinkorn. Stellenweise bilden Iddingsite und Augite grössere basische Concretionen, die als rothe Flecken oder Streifen sich von der schwarzen Grundmasse abheben.

ε) **Secundäre Minerale.**

In den zahlreichen Hohlräumen des Gesteins, die aber nur $\frac{1}{2}$ Millimeter im Durchmesser erreichen, haben sich folgende Zersetzungsproducte der Gemengtheile angesiedelt:

1. Chalcedon in ziemlich dicken Ueberzügen von radialstenglicher Structur, dann

2. Siderit, in radialstrahligen Kügelehen, oft in Gesellschaft des Chalcedons.

Dieses dunkelgraue Gestein mit seinem compacten Gefüge, seinen Einsprenglingen von Labrador, Biotit, Hypersthen und Augit und seiner hyalopilitischen, zum Theile aus Labradorleistchen bestehenden Grundmasse ist ohne Zweifel mit den Andesiten sehr nahe verwandt. Durch die Sanidine der Grundmasse steht es jedoch auch in unverkennbarer Verwandtschaft mit trachytischen Gesteinen, durch seinen constanten Olivinegehalt offenbart sich seine nahe Beziehung zu den Basalten.

Diese Eigenschaften und Beziehungen bewogen mich, dieses eigenartige Gestein von den eigentlichen Andesiten abzugliedern und es als Andesitoid, genauer als Hypersthen-Biotit-Andesitoid zu bezeichnen.

ζ) **Biotit-Augit-Andesitoid.**

Etwa $\frac{1}{2}$ Kilometer unter dem Nordende der Klause entspringt aus dem Hypersthen-Biotit-Andesitoid des Ostabhanges der Sulzleiten, circa 50 Meter über der Thalsole und mitten im Walde ein reiner Eisen-

säuerling, die Klausner Stahlquelle. 100 Schritte unter dieser Quelle ist in zwei knapp an der Strasse liegenden Steinbrüchen am selben Ostabhang ein schwärzlichgraues Gestein aufgeschlossen, das bis auf den hier fehlenden Hypersthen mit dem Hauptgestein der Bergkette übereinstimmt. Auch äusserlich frisch aussehende Gesteinsproben erweisen sich u. d. M. bedeutend umgewandelt. Die zahlreichen mikroskopischen Hohlräume sind von Carbonaten und farblosem Opal ausgefüllt. In welchem tektonischen Verbande (Schliere?) dieses Gestein, das als Biotit-Augit-Andesitoid zu bezeichnen ist, einerseits zu dem Hauptgestein der Sulzleiten, dem Hypersthen-Biotit-Andesitoid, andererseits zu dem unter der Klausenquelle anstehenden, später beschriebenen Augitandesit steht, konnte wegen der dichten Vegetations- und Humusdecke an den Grenzen dieser Gesteine nicht ermittelt werden.

200 Schritte weiter südlich, etwa in der Mitte der Klausen, steht auf einer Waldblöße am Ostabhang der Sulzleiten eine augitreichere, olivinführende Varietät desselben Gesteins in Felsriffen an. Sie ist deswegen von besonderer Wichtigkeit, weil wir von ihr eine von F. Salzer im Jahre 1879 ausgeführte chemische Analyse¹⁾ besitzen, welche die schon in mineralogischer Hinsicht eigenartige Stellung dieses Gesteins vollends aufklärt. Bemerkt sei noch, dass die völlig frischen, gelblichgrünen, corrodirtten Augiteinsprenglinge den Biotiten das Gleichgewicht halten, die Olivine zu Serpentin umgewandelt sind und die Labrador einsprenglinge, allerdings selten, röthlichgelbe, weckenähnliche Titanite als Einschlüsse führen. Die unter I—IV angegebenen Werte haben hier dieselbe Bedeutung wie bei den zwei früher angeführten Analysen.

I.		II.	
SiO_2	60.25	Si	55.3
Al_2O_3	19.51	Al	20.8
Fe_2O_3	3.07	Fe	3.6
FeO	2.06	Mg	2.8
MgO	2.11	Ca	5.8
CaO	5.89	Na	6.6
Na_2O	3.72	K	5.1
K_2O	4.33		100.0
H_2O	0.61		
	101.55		

¹⁾ Veröffentlicht im I. Band dieser Mittheilungen, Neue Folge, 1879, pag. 370.

III.		IV.					
$(NaK) AlSi_2$	46.8	<i>s</i>	<i>a</i>	<i>c</i>	<i>f</i>	<i>n</i>	<i>k</i>
$CaAl_2Si_4$	31.8	65.8	6.5	5.0	8.5	5.64	1.07
RSi	15						
Si	6.4						
	100.0						

Auch dieses Gestein ist nach den Werten unter II wie die beiden früher besprochenen trachytoiden Andesite am Südfusse der Trachythauptmasse auf das δ -Magma zurückzuführen.

Bekanntlich ist bei den echten Andesiten das Verhältniss der Summe der Alkalien zum Kalkgehalt überaus schwankend; bei diesem steirischen Andesitoid und bei den benachbarten trachytoiden Andesiten des Praterwaldes und von Bärenreuth ist jene Summe grösser als der *Ca*-Gehalt.

Sehr auffällig und charakteristisch ist der relativ hohe *K*-Gehalt dieser drei Gesteine. Er beträgt im Mittel 5.07, während das Maximum der benachbarten ungarischen und siebenbürgischen Andesite — bei Zugrundelegung von zehn Analysen — 3.0 (Nagybanya O.), das Minimum 0.3 (Pilis) und das Mittel nur 1.9 erreicht. Jener relative Reichthum an *K* ist ausser auf den bedeutenden Biotitgehalt der steirischen Gesteine vornehmlich auf den Sanidingehalt derselben zurückführbar, der bei den trachytoiden Andesiten in Form von Einsprenglingen, im Andesitoid aber in der Grundmasse vorhanden ist. Man könnte daher die Andesitoide als *K*-reiche Andesite bezeichnen.

Gegenüber den Andesiten Italiens besitzen diese steirischen Gesteine eine geringere Menge an *K*, eine grössere an *Si* und zeichnen sich durch das Vorherrschen des *Ca* aus.

Sie bilden daher nicht allein territorial, sondern auch in petrographischer und chemischer Beziehung ein interessantes Zwischenglied der ungarischen und italienischen Andesite.

Im Besonderen zeigt sich der eigenartig chemische Uebergangscharakter dieses Andesitoids aus der Mitte der Klaue, wenn man versucht, dieses Gestein nach den unter IV. angeführten Werten in einen der von Osann aufgestellten Typen einzuordnen. Zunächst sieht man, dass es wegen des hohen Wertes der Zahl *c* in keinen Trachytypus eingestellt werden kann. Auch in den Typus „St. Croce“ nicht, der u. a. die gewiss verwandten „olivinführenden andesitischen

Trachyte“ von Sassara und Mte. Alfina, Bolsena-See umfasst; denn, wenn auch in diesem Typus die Zahl c mit jener des steirischen Gesteins übereinstimmt, sind hinwieder bei den italienischen Gesteinen die Werte von s und a zu niedrig, jener von f zu hoch. Ebenso wenig ist das Gestein in der Familie der Glimmerandesite oder in jener der Pyroxenandesite unterzubringen. Nahe kommt es in der erstgenannten Familie den Typen „Sepulchre Mt.“ und „Sta. Virgen“, doch ist sein s zu niedrig; in der Familie der Pyroxenandesite nähert es sich den Typen „Goodyears Bar“ und „Crater lake“, die jedoch wieder zu reich an Si und Na sind. Der Familie der Trachydolerite, speciell dem noch am nächsten stehenden Typus „Dobranka“ kann das Gestein ebenfalls nicht beigezählt werden, da die Gesteine dieses Typus einen zu niedrigen Gehalt von Si und Na aufweisen.

Dieser Andesitoid bildet demnach in noch höherem Grade als die trachytoiden Andesite ein ausgeprägtes Uebergangsglied zwischen Trachyten und Andesiten.

Ein gleiches Gestein steht auch am Gipfel der der Sulzleiten gegenüberliegenden Birkblösse an. Es ist grau, durch äusserlich kaolinisirte Feldspatheinsprenglinge weiss gesprenkelt und hat schwachen Fettglanz. Die Augite sind hier völlig, die Grundmasse theilweise zu Opal umgewandelt. Diese ziemlich vorgeschrittene Opalisirung ist der Grund des Fettglanzes.

Auch am Ostfusse des Bscheidkogels, etwa 12 Meter über der Sohle des Eichgrabens, trifft man unter einer kleinen Schotterterrasse einen Biotit-Augit-Andesitoid. Es ist ein hellgraues Gestein von rauhem Anfühlen, mit erbsengrossen, kornartigen Aggregaten von Labrador einsprenglingen, wie sie auch der benachbarte Trachyt des Bscheidkogels führt, mit ziemlich zahlreichen, 3–4 Millimeter breiten Biotitblättchen und spärlichen Augitkrystallen.

c) Glimmer-Andesitoid.

Ein Andesitoid, der von farbigen Gemengtheilen fast ausschliesslich Biotit führt, steht ungefähr 500 Schritte unter dem Nordende der Klause am Nordwestfuss der Birkblösse in einem felsigen Grate an, der bis zum Bachufer herunterreicht und dem Ursprunge der Stahlquelle gegenüberliegt. Das Gestein ist röthlichgrau und stark verwittert.

3. Andesite.

Echte Andesite bilden ausschliesslich den nördlichen und östlichen Theil der Randzone, treten in bedeutenden Massen auch im westlichen Theile derselben, in der Klause auf, wo sie die innere Hälfte, also die dem Trachyt der Centralmasse zugekehrten Massen bilden, während die äussere Hälfte von den Andesitoiden der Sulzleiten und des Schlossberges eingenommen wird. Sie geben also hier das Binde- oder Uebergangsglied zwischen dem Trachyt und dem Andesitoid ab, dem südlichen Theile der Randzone hingegen fehlen sie.

Sie gliedern sich in

a) Hypersthen-Glimmer-Andesite.

Von dem Sattel, der den Gleichenberger Kogel vom Bscheidkogel trennt, streicht ein Graben mit ziemlich starkem Gefälle gegen Norden. An der Mündung desselben, also am Nordfusse der beiden Kogel, steht ein schwärzlichgrauer, dichter, olivinführender Hypersthen-Glimmer-Andesit mit pilotaxitischer Grundmasse an. Diese besteht aus Oligoklasleistchen, Augitkörnchen und Titaneisenerz. Das Gestein erscheint durch die 2 Millimeter grossen Labrador einsprenglinge weiss gesprenkelt. Es ist an der schwer auffindbaren Aufschlussstelle in unregelmässig vierkantige Säulen von annähernd rhombischem Querschnitt zerklüftet.

Rollstücke dieses Gesteins finden sich auch im Tegel des „Lehmlaiten“ genannten Hügels, welcher den Kogeln im Norden vorgelagert ist.

Dasselbe Gestein greift in einer hellfarbigen Varietät, in der die $1\frac{1}{2}$ Millimeter grossen, corrodirtten, farbigen Einsprenglinge fast verschwinden, auch ostwärts hinüber und bildet den unteren Theil des Nordabhanges des Bscheidkogels. Aeusserlich hat dieser lichtfarbige Andesit eine auffallende Aehnlichkeit mit dem Trachyt vom Mte. alto bei S. Pietro in den Euganeen. Er ist wie sein westlich gelegenes, dunkelfarbiges Nachbargestein wegen der dichten Bewaldung der Gegend schwierig anstehend zu finden. Sehr frisches Gestein trifft man beispielsweise in einem kleinen Steinbruch bei der Wegkreuzung: Klause—Bauernhansel und Gossendorf—Gleichenberg, die durch eine mit drei Heiligenbildern geschmückte Fichte markirt

ist. Schlierenweise tritt in der lichten Varietät zuweilen die dunkle auf.

In seiner östlichen Fortsetzung bildet derselbe Andesit auch den Weinkogel oder die Prangerleiten, eine Kuppe, die der Nordostecke des Bscheidkogels vorgelagert ist. Das Gestein ist hier aber olivinhältig.

b) Biotit-Andesite.

An den Flanken des Weinkogels liegen, im Walde zerstreut, grössere und kleinere Trümmer eines ziegelrothen, grobporösen Gesteins. Aehnlich dem anstehenden grauen, eben angeführten Hypersthen-Biotit-Andesit ist es durch Plagioklasleisten weiss, durch Biotitblättchen schwarz gesprenkelt. Es enthält jedoch keinen Hypersthen und Augit, sondern nur Biotit und Anomit. Ausserdem unterscheidet es sich von jenem durch den besonderen Reichthum an Olivinpseudomorphosen, Serpentin mit Eisenoxydhydraträndern, durch die fluidal gelagerten Labradorleisten der Grundmasse, die reichliche, globulitendurchschwärmte Glasbasis, endlich durch den starken Gehalt an Eisenglimmer, der dem Gestein seine rothe Farbe verleiht.

Die kleinen Mandelräume dieses glasreichen, olivinreichen Biotitandesits sind ganz mit Delessit ausgefüllt, während bei den grösseren nur die Wände damit überzogen sind.

Ob die Trümmer dieses Andesits als Reste eines alten Lavastromes oder als Relict einer früheren Schlackendecke, also als Oberflächenfacies des in der Tiefe anstehenden dichten, grauen Hypersthen-Glimmer-Andesits aufzufassen sind, ist eine offene Frage.

Vom Weinkogel zweigt sich der nach Süden streichende Rücken von Absetz ab. Zwischen diesem Rücken und dem Ostabhang zieht sich, als Gegenstück zur Klause, der Eichgraben, der allmählich zu dem Bscheidkogel und Prangerleiten verbindenden Sattel ansteigt.

Die höchstgelegenen Theile jenes circa $1\frac{1}{2}$ Kilometer langen Rückens werden ebenfalls von einem porösen, olivin- und magnetitreichen Biotit-Andesit eingenommen, der hier aber eine dunkel- bis röthlichgraue Farbe hat. Er ist in mehreren, am Kamme des Rückens gelegenen Steinbrüchen aufgeschlossen.

c) Biotit-Augit-Andesite.

Während dem Gipfelgestein des Absetzer Rückens der Augit mangelt, findet sich dieses Mineral in dem Basisgestein und in den Gesteinen beider Flanken. Das Basisgestein ist stellenweise am Westfusse des Rückens im Eichgraben, die Flankengesteine am West- und Ostabhange, hier nahe der Grenze des Liparits, aufgeschlossen. Das Gestein, ein Biotit-Augit-Andesit, hat eine graulich-schwarze Farbe, ein dichtes Gefüge und führt wie das Gipfelgestein reichlichen Olivin, der aber in ein rothbraunes Mineral umgewandelt ist.

d) Augit-Andesite.

Augit-Andesite beschränken sich auf die westliche Randzone, wo sie in der nördlichen Hälfte der Klause an zwei schief gegenüberliegenden Stellen in nicht beträchtlichen, in der südlichen aber in grossen Massen anstehen.

Die erste Masse ist am Ostabhang der Sulzleiten unter der Stahlquelle in einem an der Strasse gelegenen, kleinen Steinbruch (gegenüber dem Gasthause) aufgeschlossen und ist die nördliche Fortsetzung der grösseren, an der gegenüberliegenden Westlehne der Birkblösse anstehenden Masse. Beide Massen sind rechts und links von Andesitoiden begrenzt und scheinen einer grossen Schliere im Andesitoide anzugehören.

Das an der Westlehne der Birkblösse anstehende Gestein zeigt sich an einer Stelle (etwa 100 Schritte unter dem Gasthause), wo vor einigen Jahren ein Felsabsturz stattfand, sehr frisch, graulichschwarz und dicht. Die Einsprenglinge: bis 4 Millimeter lange, hellgraue, glasglänzende, feingeriefte Labradorleisten und 1 Millimeter grosse, farblose bis graulichgelbe, häufig corrodirt Augitkrystalle mit einer Auslöschungsschiefe $cc = 46^\circ$ — liegen in einer aus fluidal geordneten Andesinleisten, Augit- und Magnetitkörnchen, Titaneisenerzblättchen und aus zarten, zwischen den Andesinleisten steckenden Glashäutchen bestehenden Grundmasse. Das Titaneisen wurde auch im Gesteinspulver mikrochemisch nachgewiesen.

Das Gestein in dem kleinen Steinbruch unter der Klausenquelle ist stark verändert, hellgrau und durch die oberflächlich kaolinisirten Labradore weiss gesprenkelt.

In den höheren Lagen des Südwestabhanges der Birkblösse, also in der Nähe des Südendes der Klause, tauchen aus dem Walde

mächtige Felsgruppen auf, die der Gegend, im Volksmunde „Meixnerstube“ genannt, einen wildromantischen Reiz verleihen. Die Felsen bestehen aus gewaltigen, übereinander gethürmten, durch parallelo-pipedische Absonderung entstandenen Blöcken eines Augitandesits.

Die Auslöschungsschiefe α der farblosen Augite beträgt 40° bis 43° , der Axenwinkel 55° — Werte, die eine nahe Uebereinstimmung mit jenen des Diopsids zeigen.

Das Gestein zeichnet sich ferner durch einen ziemlich reichen Gehalt an smaragdgrünen Olivin-Pseudomorphosen aus, die dem Iddingsit zugehören.

Im Bereiche der Randzone treten an ziemlich vielen Stellen Alunite und Halbopale auf. Ueber die Entstehung dieser Minerale hat bereits Kišpatič in diesen Mittheilungen berichtet, ich beschränke mich daher im Folgenden vornehmlich auf die genaue Fundortsangabe der mir bekannten Vorkommnisse.

1. Alunit am Ostfusse der Sulzleiten ober der Stahlquelle und im grossen Steinbruch in der Mitte der Klause.

2. Fleischrother Halbopal am Ostfusse des Schlossberges in der Klause, gegenüber dem Sägewerke. Während die Grundmasse des Andesits oder Andesitoides, aus dem dieser Halbopal entstand, bis auf wenige Plagioklasrestchen vollends in eine graulichgelbe, traubige Opalmasse umgewandelt wurde, blieben die Einsprenglinge des Muttergesteins, nämlich Labradorkrystalle mit polysynthetischem Aufbau, blutrothe Biotite mit ausnehmend deutlichen Drucklinien, endlich gelbe, diebroitische Apatitsäulchen völlig intact. Das Gestein durchziehen zahlreiche, meist gekrümmte gewundene Hohlräume; diese werden entweder von farblosem, secundären Chalcedon in Form von Sphärokrystallen gänzlich ausgefüllt oder ihre Wände sind von Chalcedonkrusten in radialstrahliger Structur überzogen. I. p. p. L. gewähren die Chalcedonaggregate ein eisblumenartiges Ansehen; centrische Schnitte geben das Interferenzkreuz.

Das Gestein wird geschlägelt und zu Strassenschotter verwendet.

3. Graulichgelber Halbopal etwa 20 Meter unter dem Gipfel der Birkblösse, Nordwestseite.

4. Graulichgelber Halbopal am Nordabhang des Gleichenberger Kogels zwischen zwei kleinen Rinnsalen.

5. Graulichgelber Halbopal am Westfusse des Weinkogels.

6. Graulichgelber Halbopal am Westfusse des Absetzer Rückens in der Mitte des Eichgrabens, auf einer Strecke von ca. 50 Schritten entwickelt.

III. Brockentuffe.

Am Südennde der Klause steht am Fusse der Birkblösse auf eine Länge von ca. 300 Meter und bis zu einer Höhe von 4 Meter ein Brockentuff an. Er ist beispielsweise hinter dem Wagner'schen Hause in Dorf Gleichenberg unter dem früher erwähnten Sägewerk aufgeschlossen und besteht aus bis faustgrossen, rundlichen und eckigen Brocken rother trachytischer und grauer andesitischer Laven, die durch ein gelblichgraues, lockeres, thoniges Bindemittel verkittet sind, in dem noch stellenweise Sanidin- und Biotitkrystalle stecken. Die rundlichen Brocken weisen, wie schon Partsch¹⁾ hervorhob, keine Rollungsspuren auf. Das Gestein eines Theiles der trachytischen Lavastücke stimmt im wesentlichen mit jenem der Schlossbergkuppe überein, welche der Tuffwand gegenüberliegt. Sogar die sanduhrartig gebauten Augite trifft man hier wieder; nur besitzen sie noch eine schmale, röthlichbraune Hülle; die Auslöschungsschiefen betragen in der Anwachspyramide der Pyramide 45°, des Prismas 49° und der Hülle 56°. Der andere Theil der trachytischen Lavenstücke enthält als Metasilicat eine grünlichgelbe Hornblende, welche sehr schwachen Pleochroismus und die hohe Auslöschungsschiefe 17° zeigt. Sie besitzt einen Corrosionssaum von braunen Körnchen. Diese Hornblendekrystalle und wasserklaren Andesine liegen in einer durch zahlreiche blut. rothe, sechseckige Eisenglanztafelchen gefärbten Grundmasse, die aus strahlig geordneten Sanidinmikrolithen und einer spärlichen Basis besteht.

Die andesitischen Lavenstücke sind theils hellgrau und grossblasig, theils graulichschwarz und feinporös. Beide Arten stimmen mit den früher beschriebenen andesitischen Laven am Ostgehänge des Bscheidkogels überein.

Dieser Tuff zeigt hinsichtlich der äusseren Gestalt der Brocken und der Association verschiedener Arten von Eruptivgesteinen der Umgebung eine gewisse Aehnlichkeit mit dem Brockentuff des böhmischen Mittelgebirges und jenem der Insel Alboran.

¹⁾ Siehe v. Fridau, Skizze des Trachytvorkommens in der Gegend von Gleichenberg. W. Haidinger's Berichte, 1849, V. Bd., pag. 245.

IV. Der Sphärolith-Liparit im Schaufelgraben.

Das Eruptivgebiet bei Gleichenberg wird im Osten durch eine kleine Liparitkuppe, die einzige in ganz Centraleuropa, abgeschlossen. Im Westen grenzt sie an den grauen trachytoiden Andesit an der Südspitze und an den dunklen Biotit-Augit-Andesit der Ostflanke des Absetzer Rückens; die Contactzone liegt jedoch unter der mit Haidekraut und schütter stehenden Waldbäumen besetzten dicken Humusdecke verborgen. Nach jeder anderen Richtung wird die Kuppe von sarmatischen und noch jüngeren Sedimenten umschlossen. Sie hat die Gestalt eines Halbellipsoids von ca. 700 Meter Länge, 300 Meter Breite und 15 Meter Höhe und wird durch eine schluchtartige, meridional verlaufende Furche, den Schaufelgraben, in zwei ungleiche Theile zerschnitten. Durch diesen Graben und einen grossen, unweit des Südendes desselben angelegten Steinbruch ist das Gestein aufgeschlossen. Vor allen anderen Gesteinen des Eruptivgebietes zeichnet es sich durch seine plattige Absonderung aus, wodurch es sich für Bauzwecke vorzüglich eignet. Die Bänke streichen an der Westseite des Berges durchwegs von NNW nach SSO und fallen am Südende des Stockes unter 30° gegen NNW; gegen N wird die Bankung immer flacher, und man kann gegen das Nordende alle Uebergänge bis 18° verfolgen. Da diese Bänke unter den benachbarten Andesit der Ostflanke des Absetzer Rückens einfallen, halte ich diese Liparitkuppe, die in tektonischer Hinsicht wohl als eine Quellkuppe aufzufassen ist, für älter als den Andesit. Damit steht allerdings die Annahme des jüngeren Entstehens der Liparite des benachbarten ungarischen Eruptivgebietes im Widerspruch. Da eine Andesitmasse die Westflanke der Liparitkuppe belastet, dürfte dieser Factor im Vereine mit der Schrumpfung bei der Abkühlung jene plattige Absonderung verursacht haben.

D. Stur¹⁾ bestritt das Vorkommen eines Quarztrachyts bei Gleichenberg. E. Hussak²⁾ beschrieb und bestimmte zutreffend das Gestein im Schaufelgraben als Rhyolith.

Dass im Folgenden nochmals eine Beschreibung veröffentlicht wird, mag durch die Einschaltung neuer Beobachtungsergebnisse, wie

¹⁾ Geologie der Steiermark, pag. 607.

²⁾ Die Trachyte von Gleichenberg, pag. 10—12.

der Bestimmung des Plagioklases, der schärferen Bestimmung der Grundmasse u. a. seine Rechtfertigung finden.

Das Gestein hat eine weisse, steinige, theilweise kaolinisirte Grundmasse, in der zahlreiche Quarzkörner und Sanidinsplitter, ferner spärliche Plagioklaskrystalle und tiefschwarze, 2 Millimeter breite Biotitblättchen eingebettet liegen.

Die Quarzeinsprenglinge treten nicht allein in grösseren Körnern, die infolge magmatischer Resorption häufig spechtnestartige Einstülpungen der Grundmasse haben, sondern auch in kleinen scharfkantigen Splintern auf. Diese sind wie die hier und in den trachytoiden Andesiten dieses Gebietes vorhandenen Sanidinsplitter durch das Zerspringen grösserer Einsprenglinge bei der Abkühlung entstanden. Sie bergen nur einzelne, aber grosse Glaseinschlüsse, welche ausnahmsweise auch Dihexaederform besitzen.

Die Plagioklase treten in tafelförmigen Krystallen mit polysynthetischer Zwillingsbildung und als Karlsbader Doppelzwillinge auf. Günstige Schnitte lassen eine isomorphe Schichtung erkennen; beispielsweise wurden an einem Schnitte ziemlich genau senkrecht zu *M* und *P* folgende Auslöschungsschiefen gemessen:

in der Hülle von (1)	— 17°
im Kerne von (1)	— 25°
in der Hülle von (1')	+ 18°
im Kerne von (1')	+ 27°

Die Werte im Kern entsprechen (vgl. M. Levy's Feldspaths, II, Pl. XI) einem Anorthitgehalt von 43 Procent, in der Hülle von 36 Procent. Der Kern besteht demnach aus einem kalkreicheren, die Hülle aus einem natronreicheren Andesin.

Wie schon E. Hussak bemerkte, entbehren die Spaltblättchen der Biotiteinsprenglinge der Drucklinien, die an homonomen Blättchen der Biotite der benachbarten andesitischen Randgesteine so häufig auftreten. Gegen die Spaltbarkeit geneigte Schnitte sind tiefbraun, wenn die Spaltrisse parallel dem Hauptschnitt des Polarisators liegen, bräunlichgelb bei dazu senkrechter Lage.

Die Grundmasse besteht wie jene des Felsonevadits von Apaty (Ungarn) grösstentheils aus radialstrahlig gebauten Sphärolithen¹⁾ von $\frac{1}{4}$ bis 1 Millimeter Durchmesser; zwischen diesen

¹⁾ „Pseudosphärolithe“ nach Rosenbusch (Elemente etc., pag. 246).

Sphärolithen liegen in regellosem Gefüge deren Umwandlungsproducte: allotriomorphe Quarz- und Sanidinaggregate nebst Plagioklasleisten und Biotitblättchen. Wo die kleineren Sphärolithe aneinander stossen, haben sie polygonale Umrisse. Bei den grösseren haben sich nahe der Oberfläche der Kugeln Theile schalenartig abgehoben, so dass Lithophysen entstanden. Die radialstrahlige Structur der Sphärolithe ist gut nur an besonders dünnen Stellen der Schliffe und bei Anwendung der stärksten Objective zu sehen. An solchen Stellen beobachtet man, dass die zuweilen gabelförmig verzweigten Strahlen nicht aus einem Stücke, sondern aus aneinander gereihten stäbchenförmigen Gliedern bestehen. I. p. p. L. erweisen sich diese Stäbchen als doppelbrechend, die einen als positiv, die anderen als negativ. Die positiven haben ein geringeres, die negativen das gleiche Lichtbrechungsvermögen wie Canadabalsam. Nach diesem Verhalten bestehen wohl die positiv brechenden Stäbchen aus Sanidin-, die negativ brechenden aus Quarzsäulchen.

Als Nebengemengtheile sind spärliche Zirkone mit säulchenförmigen Mikrolithen und farblose Apatite vorhanden.

Als Neubildung, die auf die Thätigkeit früherer Solfataren zurückzuführen ist, tritt sehr häufig hexaedrischer Eisenkies auf, der in fingerdicken Krusten die Wände der Spalten des Liparits überzieht. An den Wänden einiger kleiner Hohlräume des Liparits beobachtete ich graulich-weiße, gewundene Obsidianfäden mit deutlichem Seidenglanz.

Nicht selten trifft man nussgrosse Brocken eines stark zersetzten, fast ausschliesslich aus Plagioklasleisten bestehenden Gesteins, dann Stücke von einem Granitit, der Tiefenfacies des Liparits, im Gesteine eingeschlossen. Doch niemals fand ich Einschlüsse von benachbarten Gesteinen, von Andesiten oder Trachyten, ein Umstand, der meine vorher ausgesprochene Ansicht bezüglich des höheren Alters des Liparits zu stützen geeignet ist.

Das Gestein wurde im Jahre 1877 von H. Frisch analysirt und das Ergebnis der Analyse im Jahrgang 1877 d. M. pag. 277 veröffentlicht.

Im Folgenden ist dasselbe unter I wiederholt, unter II werden die Metallatomzahlen und unter III die aus diesen berechneten Werte s , a , c , f , n und k angegeben.

I.		II.	
SiO_2	73.39	Si	69.5
Al_2O_3	14.12	Al	15.7
Fe_2O_3	0.77	Fe	1.0
FeO	0.67	Mg	0.4
MgO	0.29	Ca	1.3
CaO	1.25	Na	6.7
Na_2O	3.66	K	5.4
K_2O	4.47		100.0
H_2O	1.22		
	99.84		

III.

s	a	c	f	n	k
80.6	13.1	3.9	3	5.5	1.95

Vergleicht man die Werte unter III mit jenen der von A. Osann aufgestellten Typen, so gelingt es leicht, das Gestein des Schaufelgrabens in den Typus „Slate Creek“ der liparitischen Gesteine, welcher gewisse californische Rhyolithe in sich fasst, einzureihen. Die Typenformel dieser verwandten Liparite lautet:

$$s_{80.5} \quad a_{13.5} \quad c_{3.5} \quad f_3 \quad n_{5.8}$$

Auffallend hoch ist jedoch in dem steirischen Liparite der Kieselsäurequotient k , der anzeigt, dass im Magma eine fast doppelt so grosse Kieselsäuremenge vorhanden war, als zur Sättigung der mit Thonerde vereinigten Alkalien, des an den Rest der Thonerde gebundenen Kalkes und der noch übrigen Metalloxyde nöthig war. Der Kieselsäurecoefficient sämtlicher übriger liparitischer Gesteine schwankt bekanntlich¹⁾ zwischen 1.50—1.80; jener des steirischen Liparits übertrifft sogar den des Typus „Red Mountain“, welcher den bisher höchsten Wert von 1.80 erreichte.

Ergebnisse.

I. Die Eruptivgesteine von Gleichenberg sondern sich nach dem eingangs erläuterten tektonischen Gesichtspunkte in:

A. Die Gesteine des Hauptgebietes, das im Westen durch den meridional streichenden Rücken der Sulzleiten, im Osten durch den mit diesem parallelen Rücken von Absetz begrenzt ist, im Norden

¹⁾ A. Osann, Versuch etc., II. Ergussgesteine. D. M., Bd. XX, 1901, pag. 407.

bis zur isolirten Kuppe von Gossendorf und im Süden an jene des Praterwaldes reicht.

Man unterscheidet hier:

1. Die trachytischen Gesteine der Centralmasse. Diese gliedern sich in:

- a) Biotit-Augit-Trachyte. (Centralmasse des Gleichenberger und Bscheidkogels. Isolirte Kuppe bei Gossendorf.¹⁾)
- b) Biotit-Hypersthen-Trachyte. (Südfuss des Gleichenberger Kogels hinter dem „Haus am Walde“. Südecke des Schlossberges.)

2. Die andesitischen Gesteine der Randzone.

Sie gliedern sich in:

- a) Trachytoide Andesite, das sind andesitische Gesteine mit über 1 Centimeter grossen Sanidineinsprenglingen und hyalopititischer Grundmasse. Man unterscheidet hier:
 - α) Trachytoide Biotit-Andesite. (Isolirte Kuppe des Praterwaldes. Südende des Absetzer Rückens.)
 - β) Trachytoide Biotit-Augit-Andesite. (Südfuss des Gleichenberger Kogels, östlich vom „Haus am Walde“. Südfuss des Bscheidkogels am Bärenreuther Plateau.)
- b) Andesitoide, das sind andesitische Gesteine, die in der Grundmasse neben Plagioklas- auch reichlich Sanidinleisten als jüngstes Ausscheidungsproduct führen. Man kann hier unterscheiden:
 - α) Biotit-Ad. (Nordwestfuss der Birkblösse.)
 - β) Biotit-Augit-Ad. (Ostabhang der Sulzleiten unter der Stahlquelle. Gipfel der Birkblösse(?). Ostfuss des Bscheidkogels.)
 - γ) Hypersthen-Biotit-Ad. (Ostabhang der Sulzleiten am Nordende der Klaus. Pumperleiten. Schlossbergplateau hinter dem Meierhof, führt neben Biotit auch Anomit.)
- c) Echte Andesite. Diese gliedern sich in:
 - α) Hypersthen-Glimmer-A. (Nordfuss und unterer Theil des Nordabhanges des Gleichenberger und Bscheidkogels. Weinkogel.)
 - β) Biotit-A. (Lavaähnliches Gestein an der Oberfläche des Weinkogels. Höhe des Absetzer Rückens.)

¹⁾ Ist auf der Kartenskizze nicht verzeichnet, da sie ausser dem Bereiche derselben liegt.

- γ) Biotit-Augit-A. (Basis und Flanken des Absetzer Rückens.)
 δ) Augit-A. (Klause, unter der Stahlquelle. Mitte der Westlehne der Birkblösse. Südwestabhang der Birkblösse: „Meixnerstube.“)

Im Gebiete der Gesteine der Randzone treten Alunite und Halbopale an folgenden Stellen auf: Am Ostfuss der Sulzleiten in der Klause an mehreren Orten; Halbopale: am Ostfusse des Schlossberges in der Klause gegenüber der Sägemühle; unter dem Gipfel der Birkblösse; am Nordabhange des Gleichenberger Kogels; am Westfusse des Weinkogels und des Absetzer Rückens im Eichgraben.

3. Brockentuffe mit nussgrossen Stücken andesitischer und trachytischer Lava. Am Südende der Klause, am Südwestfuss der Birkblösse.

B. Der Sphärolith-Liparit im Schaufelgraben.

II. Die mikroskopische Untersuchung der Gesteine des Hauptgebietes ergab folgende Details:

Die Plagioklaseinsprenglinge, die wichtigsten und zahlreichsten unter den intratellurischen Gemengtheilen, sind durchwegs Labradore. Wenn diese, wie es häufig der Fall ist, isomorphe Schichtung zeigen, hat der Kern einen Anorthitgehalt von 58—47, die Hülle von 43—41 Procent.

Die Sanidineinsprenglinge treten theils in tafelförmigen Krystallen, theils in Splittern auf. Ihr Axenwinkel — gemessen an einem Krystall des trachytoiden Andesits des Praterwaldes — beträgt 48° ; $\varrho > v$.

Der Hypersthen der hypersthenführenden Glieder hat einen Axenwinkel von 55° , aus welchem Werte sich auf seinen relativ sehr hohen Gehalt von 52 Procent $FeSiO_3$ schliessen lässt. Er ist immer an die Anwesenheit von Augit gebunden. Dieser ist aber unabhängig von ihm.

Der Augit der augithältigen Glieder ist fast durchwegs homogen und diopsidähnlich. $cc = 40^\circ\text{—}43^\circ$; $2V = 55^\circ$ (gemessen am Augit des Augitandesits am Westabhange der Birkblösse).

Der Biotit, der häufigste und zahlreichste unter den farbigen Gemengtheilen, ist in den Gesteinen der Randzone durch sehr deutliche Drucklinien ausgezeichnet. Der seltenere Anomit besitzt den hohen Achsenwinkel $2V = 39^\circ 32'$.

Die Grundmasse besteht aus einer zweiten Generation der als intratellurische Gemengtheile vorhandenen Minerale nebst einer sehr wechselnden Menge von Glasbasis. Die Plagioklasmikrolithe haben dieselbe Zusammensetzung wie die Hülle der Labrador einsprenglinge. Hypersthen kommt aber niemals in der Grundmasse vor. Bei den echten Andesiten und trachytoiden Andesiten bilden nur Plagioklase den Hauptbestandtheil der Grundmasse, bei den Andesitoiden treten zu diesen noch Sanidinleisten dazu.

Als Nebengemengtheile erscheinen in allen Gesteinen Apatit in reicher Menge, Magnetit und Titaneisen in wechselnder Verbreitung, häufig Zirkon, besonders in den trachytoiden Andesiten.

Ein fast stetiger Uebergemengtheil ist der Olivin, der im Trachyt des Ostabhanges des Bscheidkogels u. a. a. O. sowohl als Einsprengling als in der Grundmasse vorkommt. Er ist bald in Serpentin, bald in Iddingsit, bald in Eisenoxyd umgewandelt.

III. Die chemische Constitution ist von drei Gesteinen der Randzone, nämlich vom hellen, olivinfreien trachytoiden Andesit des Praterwaldes (1), vom dunklen, olivinführenden trachytoiden Andesit am Plateau von Bärenreuth (2) und vom Biotit-Augit-Andesitoid vom Ostabhang der Sulzleiten in der Mitte der Klause (3), endlich vom Liparit des Schaufelgrabens (4) bekannt.

Zur leichteren Uebersicht sind im Folgenden unter I die Resultate der vier Analysen, unter II die Metallatomzahlen und unter III die Werte s , a , c , f , n und k (nach A. Osann) nochmals zusammengestellt.

	I.			
	1.	2.	3.	4.
SiO_2	61·54	61·44	60·25	73·39
Al_2O_3	15·97	17·08	19·51	14·12
Fe_2O_3	1·93	3·67	3·07	0·77
FeO	2·98	2·42	2·06	0·67
MgO	0·82	1·14	2·11	0·29
CaO	5·52	6·21	5·89	1·25
Na_2O	4·48	4·06	3·72	3·66
K_2O	4·55	3·86	4·33	4·47
H_2O	1·39	2·04	0·61	1·22
	101·61	101·92	101·55	99·84

II.

	1.	2.	3.	4.
<i>Si</i>	58.1	57.2	55.3	69.5
<i>Al</i>	17.7	18.7	20.8	15.7
<i>Fe</i>	3.7	4.4	3.6	1.0
<i>Mg</i>	1.2	1.6	2.8	0.4
<i>Ca</i>	5.6	6.2	5.8	1.3
<i>Na</i>	8.2	7.3	6.6	6.7
<i>K</i>	5.5	4.6	5.1	5.4
	100.0	100.0	100.0	100.0

III.

	1.	2.	3.	4.
<i>s</i>	71.1	67.5	65.8	80.6
<i>a</i>	9.1	6.6	6.5	13.1
<i>c</i>	3.0	3.7	5.0	3.9
<i>f</i>	7.9	9.7	8.5	3
<i>n</i>	6	6.1	5.64	5.5
„ <i>h</i> “	1.08	1.11	1.07	1.95

Der mineralogische Bestand der Gesteine vom Praterwald und von Bärenreuth weist diesen eine Stellung zwischen den Trachyten und Andesiten an; nach der chemischen Constitution kann das erste Gestein in den Trachyttypus „Clover-Meadow“ (nach A. Osann), das zweite in den Trachyttypus „Montagna“ eingereiht werden. — Der Andesitoid aus der Mitte der Klause ist jedoch sowohl nach seinem mineralogischen als auch nach seinem chemischen Bestande ein richtiges Uebergangsglied zwischen den Trachyten und Andesiten, das keinem der von A. Osann bisher aufgestellten Typen entspricht. — Der Liparit des Schaufelgrabens ist ein Glied des Liparittypus „Slate Creek“.

Wien, im Jänner 1902.

UB Graz

+BM168182800