

# XIV. Die Basalte der Steiermark.

(Schluss.<sup>1)</sup>)

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; *Andrae*<sup>2)</sup> und *Anger*<sup>3)</sup> 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. Pencik*<sup>4)</sup> 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

---

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

<sup>2)</sup> Jb. d. k. k. geol. R.-A., 1855, pag. 276.

<sup>3)</sup> Diese Mitth., 1875, pag. 171.

<sup>4)</sup> 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 Schriffe 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 Seindl<sup>1)</sup> an Feinheit noch übertrifft.

Am theilweise bewaldeten Westabhang befindet sich in der Nähe des herrschaftlichen Meierhofes ein aufgelassener, 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.

<sup>1)</sup> 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, corrodirtre Augitkrystalle, nicht selten mit einem broncitischen 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 schmutziggrüne, 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 Aschen-eruption von den Wänden der Esse ab- und mitgerissen und so dem Tuffmaterial einverleibt worden, berechtigter zu sein, als die von F. Stoliczka<sup>1)</sup> und R. Hörnes<sup>2)</sup> verfochtene, wonach diese Quarze auf fluviatile Einschweimmungen 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.

<sup>1)</sup> Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst., 1863, Bd. XIII, pag. 21.

<sup>2)</sup> V. d. k. k. geol. Reichsanst., 1830, 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 schmutzigrünen, 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. Hofmann<sup>1)</sup> 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 Eruptionsepöche von einem nephelinbasanitischen Magma nicht allein gefüllt wurde, sondern über welche sich dieses auch zu einer 164 Meter hohen Kuppe aufstaut. 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

<sup>1)</sup> „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 Verhältnis 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 Jörgen, 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 Augitkörnchen mit reichlichen Einschlüssen von Augitmikrolithen, Augitkryställchen, Glimmerschüppchen, eckigen Quarzkörnchen und farblosen, feinsten Körnchen 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 Gebänge 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 Schlackenhutes<sup>1)</sup> 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.

<sup>1)</sup> Bruchstücke davon sind so leicht, dass sie auf Wasser gelegt, schwimmen.

## 2. Hochstraden.

Meine früheren Ausführungen<sup>1)</sup> 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's<sup>2)</sup> 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 Berges<sup>3)</sup> am Bachufer einen aschgrauen Tuff (1) anstehend, in dem schwarze, eckige, hirse Korn- 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 manchenmal 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 Nephelinites 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 Normaltuffes 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

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

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

<sup>3)</sup> Unweit oberhalb der Ig. Gütl'schen Mühle.

Teufelsmühle, jener wildromantischen Stelle, wo die Grenze zwischen den Tuffen und dem hangenden Nephelinitstrome 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 Palagonittuffes 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 ausgedehnt 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 Hauynkrystallen, 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“<sup>1)</sup> 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. Penck<sup>2)</sup> im wesentlichen Folgendes:

An dem Aufbau der sandsteinähnlichen, palagonitführenden Tuffe des Röhrkogels beteiligten sich vor allem Lapilli<sup>3)</sup>, „Gerölle“ basaltischer und andesitischer Gesteine, Quarzkörner, Augit- und Sanidinsplitter, seltener solche von Amphibol oder Biotit. Die rehgauen, 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 Krugfabrik<sup>4)</sup> führt endlich so wenige vulcanische Auswürflinge, dass es füglich als Sandstein

<sup>1)</sup> l. c. pag. 148.

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

<sup>3)</sup> i. e. Palagonitkörner (A. S.).

<sup>4)</sup> 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 Sziglieter Schlossberges und insbesondere des Badacson im südlichen Bakony ihm makroskopisch zum Verwechsell 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 „Giselhöhe“ 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 Schlicke 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 Basaltkuppen 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 hohe<sup>1)</sup> 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 gröberem Palagonit- und Magmabasalt-, Olivin- und Quarzkörnern eingeschaltet.

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

<sup>1)</sup> 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 besteht<sup>1)</sup>, 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

---

<sup>1)</sup> 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 Broncitrystalle dieser basaltischen Hüllen durch einen tombakartigen Schiller auf den Spaltflächen ausgezeichnet sind. Diese Broncitrystalle, sowie jene Kerne rühren aus zerspritzten 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) Perlstein.

Die sehr deutlich geschichteten Tuffe am Nordabhang des Plateaus von Perlstein 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.<sup>1)</sup>

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-

<sup>1)</sup> 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 Tuffes<sup>1)</sup> bestehen ausschliesslich aus theilweise stark zersetzten, im Dünnschliffe flaschengrünen Palagonitkörnern, aus Magmabasaltbrocken und spärlichen Quarzkörnern, die alle durch Natrolith cementirt sind.

Im röthlichgrauen Tuff<sup>2)</sup> 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 sarmatischen 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

<sup>1)</sup> 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.

<sup>2)</sup> 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, Bronceitsplittern — 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 graulichgelbe 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 Spänchen 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 Bronceitsplittern 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, Augitspänchen, eckigen Quarzkörnchen und Glimmerschüppchen besteht, gangförmig ausgefüllt ist.

Noch höher oben trifft man einen deutlich geschichteten, violettgrauen 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. Clar<sup>1)</sup> 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 Magmabasaltlapilli 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 gefördert 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, corrodirten 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 Mergelknuern.

### 10. Stein; Stadtberge bei Fürstenfeld.

Der Mittheilung über das Vorkommen einer Scholle eines palagonitischen Tuffes an der Ostflanke der Magmabasaltkuppe bei Stein<sup>2)</sup> sei noch angefügt, dass in dem Tuffe neben krystallinem Calcit auch sedimentäres Material als Cement auftritt.

<sup>1)</sup> Mittheilungen aus Gleichenberg. V. d. k. k. geol. Reichsanst., 1878, pag. 122.

<sup>2)</sup> 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 Magma-basaltbrocken, 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 Kuruzenkogel; 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-Weissenbach<sup>1)</sup>, 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 Epoche<sup>2)</sup> 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 Congerensees<sup>3)</sup> ein, als mächtige Aschenmassen sowohl nördlich und südlich vom trachytischen Eruptionscentrum, als auch im Um-

---

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

<sup>2)</sup> Siehe D. Stur, Geol. d. Steiermark, pag. 607.

<sup>3)</sup> 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 Trachytdomes 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 (Klöch-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 Klöch, des Hochstraden, bei Mühldorf 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 Basaltekuppe 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 Klöch einem Nephelinbasanit mit überwiegendem Augitgehalte, die Oberflächenfacies daselbst, nämlich die Blocklava des Seindl und Kindsbergkogels, einem Basanitoid (Bücking), das Gestein des Hochstraden einem hauynreichen Nephelinite<sup>1)</sup>, die Gesteine des Steinberges bei

<sup>1)</sup> H. Rosenbusch bezeichnet in seinem Werke: „Elemente der Gesteinslehre“, 1898, pag. 356, dieses Gestein als Hauynophyr; obwohl dasselbe nach den dort mitgetheilten Analysen dem Hauynophyr 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 Hauyn, 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 Säuerlinge 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's<sup>1)</sup>, 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

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

trachytische Gesteine gebildet wurden. In neuester Zeit hat W. O. Brögger<sup>1)</sup> 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

<sup>1)</sup> Die Eruptivgesteine des Kristianiagebietes; III. Das Ganggefölge 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. <sup>1)</sup>
- 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 Verhältnis: 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).

---

<sup>1)</sup> 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  $MAZ:3.9K$  verlangen — in welcher Form immer sie vorhanden sein mögen —  $3.9Al$  zur Bindung.  $19.8Na$  verlangen, ob sie als Nephelin oder Albitsubstanz auftreten,  $19.8Al$ . Das gibt ein Erfordernis von  $23.7$ ; die Analyse gibt  $13.1$ ! Man müsste annehmen, dass  $10Na$  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  $\mathcal{S}$ -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 Alpen<sup>1)</sup> 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-

<sup>1)</sup> 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 Hauptpalte 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-Czell<sup>1)</sup>, die stets sehr deutliche Schichtung der Tuffe<sup>2)</sup> und der reichliche Gehalt an Palagonit<sup>3)</sup> 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.<sup>4)</sup> 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.<sup>5)</sup> 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 Badacson, 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

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

<sup>2)</sup> l. c. pag. 122 u. pag. 173.

<sup>3)</sup> l. c. pag. 123 u. pag. 182.

<sup>4)</sup> l. c. pag. 122.

<sup>5)</sup> 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 Febring. 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 Herculanium, der Peperino vom Albaner See<sup>1)</sup> 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 zerstiobtes 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 Resten<sup>2)</sup> vereinigen? 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,

---

<sup>1)</sup> Vergl. Poulett Scrope, Ueber Vulcane, 1872, pag. 182.

<sup>2)</sup> K. Hofmann, Die Basaltgesteine etc., pag. 183.

die grauen, glimmerführenden, relativ wenige, aber grosse schwammige Basaltlapilli einschliessenden Tuffe von Gerze und vom unteren Tuffhorizont des Hochstraden, die Tuffe mit den Olivinbomben von Miska und Kapfenstein, jene von Sitke und den Stadtbergen bei Fürstenfeld zum Verwecheln ähnlich. Dasselbe gilt auch bezüglich der grobkörnigen palagonitischen Tuffe bei Szigliget und am Badacson 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 Kraterränder sind.<sup>1)</sup>

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 Kopasztető 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 Tabolca, 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 Badacson, dem Czobancs, dem grossen und kleinen Schomlauer Berg, dem Sági hegy treten die die Basis dieser Berge bildenden Tuffringe gegenüber den ansehnlichen, brotlaibförmigen

---

<sup>1)</sup> Ich besuchte (im August 1897) auch den von K. Hofmann (Basaltgesteine, 1879, pag. 150) als „wahrhaft classische Vulcanruine“ bezeichneten Tuffbühl 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 Domvulcane.

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 Verhältnis herrscht.

Ausserdem tritt das Titaneisenerz in den Basisgesteinen der Nephelinbasanitkuppen des Bakony in viel schärfer charakterisirten und daher leichter bestimmbareren 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 Schliche constatiren konnte.

Dem Bakony fehlen jedoch gänzlich echte Feldspathbasalte, wie einer bei Weitendorf in der Mittelsteiermark ansteht, ein Nephelinit mit dem reichen Hauyngehalte, 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 Czereghegy<sup>1)</sup>, 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

---

<sup>1)</sup> 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.

---