

I. Studien aus den ungarisch - siebenbürgischen Trachytgebirgen.

Von Ferdinand Freiherrn v. Richthofen.

Mitgetheilt in der Sitzung der k. k. geologischen Reichsanstalt am 24. April 1860.

I. Allgemeine Uebersicht.

Der Zug der Karpathen ist in seiner ganzen Ausdehnung an seiner südlichen Abdachung von Eruptivgebilden der Tertiärperiode begleitet, welche sich zu selbstständigen Gebirgszügen und Gebirgsgruppen schaaren und, wiewohl in ihrer Richtung und Verbreitung von der Anordnung des älteren karpatischen Gebirges abhängig, sich doch so weit von dem centralen Rücken desselben entfernen, wie die entlegensten Ausläufer, welche er nach Süden entsendet. Dem Nordrand fehlen solche Begleiter fast gänzlich, man kennt dort nur niedrige untergeordnete Basaltausbrüche, während auf dem Gebiete von Ungarn und Siebenbürgen die eruptive Thätigkeit der Tertiärperiode in einer Ausdehnung und Heftigkeit stattfand, wie in keinem anderen Theile unseres Continents.

Die Anordnung der Trachytgebirge, wie wir nach ihrem vorherrschenden Gesteine im Allgemeinen die tertiären Eruptivgebirge in Ungarn und Siebenbürgen bezeichnen, hängt innig mit dem Gesammbau des Zuges der Karpathen zusammen. Die Hauptkämme der letzteren, welche nur in Siebenbürgen zu einem Netzwerk von Ketten auseinandertraten, dessen Gesetze sich noch wenig ergründen lassen, streichen im Allgemeinen nach Stunde 20 und ziehen in dieser Richtung gegen Nordwest nach dem hohen Tatra, an dessen südlichem Fuss das Waagthal parallel der genannten Hauptrichtung eingesenkt ist. Wo aber dieses Thal seine Richtung unter einem stumpfen Winkel ändert und sich nach Südwest wendet, begegnen wir einem System von Ketten, welche der veränderten Richtung folgen und aus denen sich westlich vom Waagthal die Fortsetzung des krystallinischen Centralzuges der Alpen, begleitet von mehreren Nebenketten, deutlich herauslöst. Sie ist zwar tief unter die jüngeren Formationen versenkt und ragt nur in einzelnen Kuppen und kleineren Zügen aus ihnen hervor, lässt sich aber dennoch mit der grössten Klarheit verfolgen. In der Gegend der grossen Biegung des Waagthales nun kommen beide Systeme von Gebirgsketten, das Verbindungsgebirge zwischen Alpen und Karpathen mit südwest-nordöstlicher, und das Karpathengebirge selbst mit westnordwest-ostsüdöstlicher Richtung zusammen, aber keineswegs als geschlossene Ketten, um an ihrer Vereinigung einen mächtigen Knotenpunkt zu bilden, wie es sonst so häufig der Fall ist, sondern beide sind als Systeme von Parallelketten ausgebildet, die mit einander vielfach interferiren, aber allenthalben durch jüngere Formationen getrennt und unterbrochen sind. Das tiefe Eingreifen der letzteren und ihr Hinwegziehen über die

älteren Gebirgsketten bedingt einen Hauptunterschied zwischen den Karpathen und den Alpen, wo sie in regelmässig anliegende Zonen angeordnet sind. Allein trotz dieses, die Uebersicht hemmenden Elementes tritt der einspringende stumpfe Winkel, welchem die Gebirge des Waagthales und der Centralkarpathen durch ihre verschiedene Streichrichtung bilden, deutlich hervor. Innerhalb desselben erheben sich inselförmig mehrere einzelne Züge und massive, theils von krystallinischen Schiefern und Granit, theils von älteren Kalken, welche in Südwest und Nordwest sich vollkommen dem Parallelismus der beiden Schenkel fügen, gegen die Mitte zu aber mehr und mehr interferiren und einzelne Knotenpunkte ohne bestimmte Streichrichtung bilden. Diese Erscheinung wiederholt sich mehrfach längs dem Südrand der Alpen.

Die Karpathen streichen von der genannten Interferenzgegend als ein wesentlich krystallinisches Gebirge nach Südosten durch die Zips und Gömör fort. Plötzlich sind sie abgeschnitten; eine von Nord nach Süd gerichtete Bruchlinie, welche durch das Thal der Tarcza und Hernád bezeichnet ist und durch Kaschau zieht, bildet die scharfe Grenze. Westlich erheben sich hohe Gebirge von krystallinischen Schiefern, östlich ist keine Spur davon zu sehen. Es ist dies eine jener merkwürdigen Bruch- und Verwerfungslinien, welche für den Süd-Abfall der Alpen und Karpathen so überaus charakteristisch sind und als wesentliche Momente im Gebirgsbau auftreten, während ihre Rolle am Nordrand eine ungleich geringere ist. An der Bruchlinie von Kaschau ist der östliche Theil um mehrere tausend Fuss herabgesenkt und bis zu seinem Wiederauftauchen in der Marmarosch und Siebenbürgen ganz von jüngeren Gebilden überdeckt; die Hauptkette des Gebirges ist dadurch nach Norden verschoben und ein zweiter, dem vorigen analoger einspringender Winkel gebildet, dessen Schenkel durch die Bruchlinie einerseits und durch das karpatische Waldgebirge an der ungarisch-galizischen Grenze andererseits gebildet werden.

Ich suchte bereits an einem anderen Orte nachzuweisen¹⁾, dass das Auftreten von Eruptivgesteinen in den Alpen und Karpathen mit der Anordnung dieser eigenthümlichen Verwerfungen des Centralrückens am Südabfall beider Gebirge im innigsten Zusammenhange steht, dass die beiden centralisirten Eruptionsgebiete am Luganer See und dem südöstlichen Tirol dieses Verhältniss auf das deutlichste zeigen und auch in Ungarn dieselbe Beziehung nicht zu verkennen ist. Es scheint, dass jene Verwerfungen, selbst wenn sie den Perioden der ältesten Formationen angehören, auch weiterhin den Eruptivmassen den Weg des geringsten Widerstandes selbst bis in die jüngsten Zeiten herab boten. Bei den ungarischen Trachytgebirgen ist der Zusammenhang unverkennbar. Es sind deren fünf zu unterscheiden, welche wir nach ihrer Reihenfolge von West nach Ost nennen:

1. Das Trachytgebirge von Schemnitz.
2. Das Trachytgebirge von Visegrad.
3. Das Trachytgebirge der Matra.
4. Das Eperies-Tokayer Trachytgebirge.
5. Das Vihorlat-Gutin Trachytgebirge.

Die ersten drei dieser Gebirgssysteme sind geschlossene Massen, scheinbar ohne ein bestimmtes Gesetz in ihrer gegenseitigen wie in der inneren Anordnung jedes einzelnen. Sie liegen innerhalb des ersten der beiden genannten einspringenden Winkel und entsprechen in ihrer scheinbaren Regellosigkeit und centralen Gruppierung ganz und gar den älteren Gebirgen, welche in der Gegend der Inter-

¹⁾ Geognostische Beschreibung der Umgegend von Predazzo, S. Cassian und der Seisser Alpe. Gotha 1860. Seite 2 ff.

ferenz der den beiden Hauptstämmen parallelen Züge inselförmig auftreten. — Ganz anders verhält es sich mit den anderen zwei Zügen, von denen der erstere 14, der andere 30 Meilen Länge erreicht; sie liegen in demjenigen Verwerfungswinkel des Karpathengebirges, der durch die Bruchlinie von Kaschau hervorgehoben wird, und zeigen eine wunderbare Gesetzmässigkeit. Das Eperies-Tokayer Trachytgebirge steigt unmittelbar aus der Kaschauer Verwerfungsspalte auf, gleich als habe sie sich nur für diese Eruptivmasse geöffnet, während der Vihorlat-Gutin-Zug den Hauptzug der Karpathen auf der Südseite mit dem regelmässigen Parallelismus begleitet, so dass beide Trachytgebirge unter einem spitzen Winkel zusammentreffen.

In Siebenbürgen ist zwar ein tieferer Zusammenhang des Auftretens und der Richtung der Trachytgebirge mit der Gesamtanordnung dieses Theiles der karpathischen Höhen nicht zu verkennen; allein die Gesetze sind hier bei weitem nicht mit der Klarheit enthüllt. Der räumlichen Ausdehnung nach ist hier jener Zug der bedeutendste, welcher im Gebiet der Marosch mit einzelnen Kuppen beginnt und dann als breite geschlossene Gebirgsmasse in südöstlicher Richtung bis zum Büdösch bei Kronstadt, beinahe dreissig Meilen weit, hinzieht, die unverkennbare Fortsetzung des Vihorlat-Gutin-Zuges. Dieses Gebirge ist nach einem seiner hervorragendsten Höhenpunkte im Lande selbst als „die Hargitta“ bekannt; wir behalten daher diesen Namen:

6. Trachytgebirge der Hargitta, bei. Ausserhalb desselben treten tertiäre Eruptivgesteine nur noch in einer Gegend Siebenbürgens auf, in jenem breiten Gebirgszug, welcher den westlichen Wall der grossen Bergfestung bildet und das Hügelland im mittleren Siebenbürgen von der ungarischen Ebene scheidet; wir bezeichnen ihn nach der landesüblichen Benennung als

7. das Siebenbürgische Erzgebirge.

Beide siebenbürgische Trachytgebirge lehnen sich an ältere Züge von kristallinen Schieferen.

Das Material aller dieser tertiären Eruptivgebirge bildet drei scharf getrennte, grosse Gruppen von Gesteinen, welche von der Natur so bestimmt verschieden sind, dass jede andere Eintheilung künstlich und gezwungen sein würde. Wir bezeichnen sie als:

1. Rhyolithgruppe;
2. Trachytgruppe;
3. Basaltgruppe.

Beudant unterscheidet in seiner classischen Abhandlung über das ungarische Trachytgebirge ¹⁾ vier Abtheilungen, für die er folgende Bezeichnungen anwendet:

1. Eigentliches Trachytgebirge;
2. Trachytophyrgebirge;
3. Perlsteingebirge;
4. Mühlsteinputhyrgebirge.

Eine andere Gruppe von Gesteinen, welche wir jetzt gleichfalls dem „Trachytgebirge“ zurechnen müssen, trennt Beudant als

5. porphyrtartiges Grünsteingebirge;

er vereinigt es mit dem Syenitgebirge und rechnet beide als Sedimentgebilde zu dem „Uebergangsgebirge“. Endlich trennt er als ein selbstständiges Glied des vulcanischen Gebirges in Ungarn

6. das Basaltgebirge.

¹⁾ *Voyage en Hongrie*, T. III, pag. 298—576.

Diese von Beudant angewendete Eintheilung ist in ihren Grundzügen dieselbe wie die unsrige. Unsere „Basaltgruppe“ schliesst genau dasselbe Material in sich wie Beudant's „Basaltgebirge“; des Letzteren „porphyrtartiges Grünsteingebirge“ und „eigentliches Trachytgebirge“ vereinigen wir, genau in derselben äusseren Umgrenzung, als „Trachytgruppe“ und was die zweite, dritte und vierte Abtheilung von Beudant betrifft, so hat er selbst schon ihre innere Zusammengehörigkeit und Untrennbarkeit geahnt. Jetzt steht sie ebenso unzweifelhaft fest, als die ganze Gesteinsgruppe dem anderen gegenüber bestimmt charakterisirt und abgegrenzt ist. Wir müssen alle hiehergehörigen Gesteine dem Trachtyporphyr Beudant's unterordnen und sollten diesen Namen an die Spitze der Gruppe stellen. Allein er scheint nicht glücklich gewählt; es liegt zu nahe, ihn nach dem sonstigen Gebrauch derartiger Zusammensetzungen auf Trachyte mit inliegenden scharf ausgebildeten Krystallen anzuwenden und dass diese Verwechselung in der That häufig vorkam, ist um so leichter erklärlich, als der eigentliche Beudant'sche „Trachtyporphyr“ bisher ein wenig bekanntes und selten beobachtetes Gestein geblieben ist. Wir besitzen darüber kaum mehr als es uns die Arbeiten von Abich und Pouillet Scrope kennen gelehrt haben. Bei der Ausdehnung auf die Perlite, Bimssteine und Mülsteinporphyre würde der Beudant'sche Name noch unzweckmässiger werden; ich werde mich daher in den vorliegenden Bemerkungen für alle Gesteine der drei genannten Beudant'schen Gruppen stets des Namens:

Rhyolith

bedienen, welcher wenigstens ein allgemeines Merkmal der grossen und unendlich reich gegliederten Gesteinsgruppe, das eigenthümliche Ansehen geflossener Massen, bezeichnet, theils porzellanartiger und selbst vollkommen glasartiger Flüsse, theils wirklicher Lavaströme. Die Rhyolithgruppe umfasst alle sauren Gemenge unter den neueren Eruptivgesteinen.

Weniger einfach als mit der Beudant'schen Classification vereinigt sich unsere Eintheilung der ungarischen tertiären Eruptivgesteine mit den sonst in petrographischen Systemen gebräuchlichen Gliederungen, die grossentheils von rein theoretischen Gesichtspunkten ausgehen und das geologische Verhalten unberücksichtigt lassen. Es ist ein eigenes Schicksal der meisten Namen in der Petrographie gewesen, dass sie, für eine kleine Gesteinsgruppe aufgestellt, mit ihrem Alter mehr und mehr an Elasticität zunehmen und bald in ihrer weiten Hülle eine solche Menge des verschiedensten Materials aufnehmen konnten, dass es kaum mehr möglich war den ursprünglichen Kern herauszufinden. In vielen Fällen, wie bei „Trapp“, „Melaphyr“, „Aphanit“, war die Unvollkommenheit unserer Kenntnisse und Beobachtungsmittel daran Schuld, während in anderen die Erweiterung des Begriffes nothwendig mit der wachsenden Kenntniss des Gegenstandes verbunden war. Davon gibt der Trachyt das auffallendste Beispiel.

Haüy stellte den Namen „Trachyt“ für gewisse Gesteine des Siebengebirges und der Auvergne auf. Er definirte den Begriff nur unbestimmt und auch seine Schüler, welche die Benennung schon früh auf die Gesteine anderer Gegenden übertrugen¹⁾, fassten ihn mit nicht viel mehr Klarheit. Indess scheinen doch die Gesteine, von denen Haüy ausging, ausser ihrem jungvulcanischen Charakter, durch drei petrographische Merkmale ausgezeichnet gewesen zu sein; Anwesenheit von glasigem Feldspath, Fehlen von Quarz und ein eigenthümliches zelliges rauhes Gefüge. Beudant war der erste, welcher den von seinem Lehrer

¹⁾ Siehe darüber: Humboldt's Kosmos, Band IV.

eingeführten Namen durch sein ungarisches Reisewerk allgemeiner in Anwendung brachte, zu gleicher Zeit aber auch der erste, welcher ihn in weiterem Umfang gebrauchte und insbesondere ihn auf solche Gesteine ausdehnte, welche keinen glasigen Feldspath enthalten. Dies hinderte indessen nicht, dass wiederholt die obigen drei Merkmale als charakteristisch für den Trachyt aufgestellt wurden und man endlich die Anwesenheit des Sanidins als die nothwendige Schranke für den Gebrauch des Namens „Trachyt“ aufstellte. Allein es zeigte sich bald, dass dadurch sehr viele Gesteine heimathlos wurden, unter ihnen fast alle, aus denen das ungarische Trachytgebirge besteht; nur wenige von ihnen enthalten glasigen Feldspath, fast alle anderen würden sich unter keine gebräuchliche Benennung unterordnen lassen. Man zerriss aber auch, wie Alex. v. Humboldt gezeigt hat, durch das Aufrechterhalten einer solchen Schranke den innersten geologischen Zusammenhang der neueren Eruptivgesteine. Den besten Beweis dafür geben wiederum die Gesteine des ungarischen Trachytgebirges, welche geologisch eine von der An- oder Abwesenheit des glasigen Feldspathes nur wenig abhängige Trennung verlangen. Schon Mehrere hatten gleich Beudant vergeblich versucht das Merkmal als ein unwesentliches hinzustellen, bis endlich Gustav Rose in neuester Zeit die Schranken gänzlich fallen liess. In der klaren, nach einfachen Principien geordneten Zusammenstellung der als „Trachyt“ zu bezeichnenden Gesteine, welche von demselben zum ersten Mal auf Grund durchgreifender eigener Untersuchungen gegeben und theils in den Collegien über Geologie, theils in der königlichen Mineraliensammlung in Berlin niedergelegt wurden ¹⁾, ist die Anwesenheit des glasigen Feldspathes als nothwendigen Bestandtheils aufgehoben, dagegen die Abwesenheit von freiem Quarz als ein charakteristisches Merkmal der „Trachyte“ beibehalten worden.

Die Eintheilung der Trachyte von Gustav Rose bezeichnet allen sonstigen Versuchen gegenüber gewiss den bei weitem vorgeschrittensten Standpunkt in der Kenntniss dieser Gesteinsfamilie; wir können uns daher zur Abgrenzung und Parallelisirung unserer drei Gruppen zunächst an dieses System halten. Ich hatte Gelegenheit, dasselbe an den vortrefflichen petrographischen Sammlungen kennen zu lernen, welche Herr Professor Gustav Rose im Berliner Mineralien-cabinet zusammengestellt hat, und unter der eigenen Anleitung desselben seine Classification gründlicher zu studiren. Ich benutze diese Gelegenheit um meinem hochverehrten Lehrer für die ausserordentliche Zuvorkommenheit und Freundlichkeit, mit der mir derselbe die Sammlungen, welche seinem System zum Beleg dienen, zur Durchsicht öffnete, meinen aufrichtigsten Dank zu sagen. Ich suchte besonders einen Anhalt zur Bestimmung des Verhältnisses unserer Rhyolithgruppe zu dem ganzen Umfang der vier Rose'schen Trachytabtheilungen. Es ist klar, dass mit der Aufstellung der letzteren der Häuy'sche Name eine ungleich umfassendere Bedeutung als früher gewonnen hat und jetzt mehr auf eine Gleichartigkeit geologischer als petrographischer Merkmale gegründet ist. Es gehören ihm jetzt, wenn man von abnormen und sporadischen Erscheinungen absieht, sämtliche neueren Eruptivgesteine, mit Ausschluss einerseits der basischen Gruppe: Basalt, Dolerit, Phonolith, Leucitophyr, andererseits der quarzführenden Glieder an. Letztere aber sind in der sonst so reichen Sammlung gar nicht, der übrige

¹⁾ Al. v. Humboldt machte G. Rose's Classification der Trachyte im IV. Bande des „Kosmos“ bekannt, setzte indess zwei Abtheilungen (die 5. und 6.) selbst zu, da G. Rose stets nur die ersten vier aufgestellt hat und auch jetzt nur dieselben anerkennt. Wir werden daher hier stets diese Classification in vier Abtheilungen zu Grunde legen und die fünfte und sechste übergehen.

Theil von Beudant's Trachyt-Porphyrfamilie nur durch einige wenige nicht sehr charakteristische Stücke aus Ungarn und von den Ponza - Inseln vertreten; sie gehören ihrer mineralischen Zusammensetzung nach zu Gustav Rose's erster Abtheilung und sind in der Sammlung an den Anfang von dieser gelegt. Den übrigen Theil der ersten, so wie alles Material der drei folgenden Abtheilungen würden wir unserer Trachytgruppe einreihen, während wir vor die erste Abtheilung nach oben hinauf noch eine Reihe von Gliedern des Rhyoliths stellen würden.

Die Grenze der Rhyolith- und Trachytgruppe, wie sie sich in den ungarischen Gebirgen sondern, fällt hiemit in G. Rose's erste Abtheilung. Da aber diese vom petrographischen Gesichtspunkte ein einheitliches Ganzes bildet, so geht schon hieraus hervor, dass der Unterschied ein wesentlich geologischer sein muss. Gehen wir auf die Unterscheidungsmerkmale zurück, welche Beudant aufstellte und welche sich ohne weitere Verbesserungen durch alle Lehrbücher und die meisten Systeme der Petrographie und Geologie fortgepflanzt haben, so gab er für den Trachytporphyr (Rhyolith) als charakteristisch das gänzliche Fehlen von Hornblende und schlackigen Bildungen an. Dies gilt zwar für die ungarischen Gesteine recht gut, wenn auch nicht genau, aber als allgemeine Unterscheidungsmerkmale müssen sie fallen. Was erstens das Vorkommen von Hornblende betrifft, so sind jetzt viele Trachyte (aus G. Rose's erster und zweiter Abtheilung) ohne Hornblende bekannt, während wir andererseits unten des mehrfachen Vorkommens von Hornblende in den ungarischen Rhyolithen zu erwähnen haben werden. Das Fehlen von schlackigen Bildungen aber ist ein negatives Merkmal ohne Werth. Eine scharfe petrographische Trennung zwischen Rhyolith und Trachyt scheint überhaupt nicht leicht aufzustellen, da beide durch Uebergangsstufen der mineralischen Zusammensetzung verbunden sind; aber es gibt gewisse Merkmale, welche jeder der beiden Gesteinsgruppen vorwaltend eigen sind, ohne jedoch ein bestimmtes Attribut eines jeden Gesteins derselben zu sein. Dazu gehört bei dem Rhyolithquarz als wesentlicher Gemengtheil, das stete Vorwalten des Sanidins, einer vollkommen felsitischen Grundmasse und das Vorkommen perlitischer und sphärolitischer Bildungen; bei dem Trachyt: Hornblende als wesentlicher Gemengtheil und das vorwaltende Auftreten anderer basischer Mineralien, wie Oligoklas und Augit. Ja, man darf jetzt wohl so weit gehen, die Trachytgruppe als die Oligoklasreihe, die Rhyolithgruppe als die Orthoklasreihe unter den neueren Eruptionsgesteinen aufzustellen. Denn wenn auch Häüy den Namen „Trachyt“ für ein Sanidingestein einführte, so schliesst sich doch gerade dem Ausgangsgesteine naturgemäss die ganze Reihe der von G. Rose hinzugefügten Oligoklasgesteine an, so zwar, dass der Schwerpunkt der Gesteinsgruppe ganz und gar in den Oligoklasgemengen liegt und die Sanidingemenge nur ein untergeordneter Anhang nach der Richtung des steigenden Kieselsäuregehaltes sind, während den Gliedern der Rhyolithgruppe der Sanidin fast niemals fehlt. Den prägnantesten Unterschied aber zwischen Trachyt und Rhyolith entdeckte Abich in der chemischen Zusammensetzung. Er war der Erste, welcher den „Trachytporphyr“ als gleichgemengt mit dem Quarzporphyr und als den Trachyten im Kieselsäuregehalt im Allgemeinen überlegen nachwies¹⁾.

So wichtig dieses chemische Merkmal zur Unterscheidung der ganzen Gesteinsgruppen und ihrer Hauptvertreter ist, verliert es doch voraussichtlich seine Bedeutung dort, wo sich beide berühren. Allein auch dann gibt es noch Trennungsmittel; denn lässt schon die Beobachtung des geognostischen Auftretens nur in

¹⁾ Ueber die Natur und den Zusammenhang der vulcanischen Bildungen. Dorpat 1843.

äusserst seltenen Fällen Zweifel über die Zugehörigkeit zu der einen oder anderen Gesteinsgruppe, so ist ausserdem auch bei ganz gleicher mineralischer Zusammensetzung die petrographische Ausbildung eine wesentlich verschiedene. Die erwähnte felsitische Ausbildung der Grundmasse oder die Hinneigung zu perlitischem Gefüge gehen bei dem Rhyolith selten ganz verloren, während sie dem Trachyt, auch den sauersten, stets fremd zu bleiben scheinen. Dieser Unterschied der äusseren Ausbildung bei innerlich ziemlich gleichem Wesen, deutet auf eine tiefer geologisch begründete Trennung der Gesteinsgruppen hin.

Die Rolle der drei Gesteinsgruppen in der Zusammensetzung der sieben genannten Eruptivgebirge ist eine wesentlich verschiedene; jede einzelne aber behält ihre eigentliche Rolle unter allen Verhältnissen und in allen Gegenden in stets gleicher Weise bei. Den Basalt müssen wir hinsichtlich seines geotektonischen Verhaltens zunächst ganz von den beiden anderen Gruppen trennen. Es ist als ob der Complex der beiden letzteren und die Basaltgesteine sich in ihrer räumlichen Verbindung flöhen wie die gleichnamigen Pole zweier Magnete. Nur in der Gegend von Schemnitz kennt man einige untergeordnete Basaltmassen im Trachytgebirge; wo immer sie sonst auftreten, halten sie sich ausserhalb der Grenzen desselben. Nördlich und südlich der Matra kennt man Basalte, aber in der geschlossenen Masse dieses Gebirges selbst fehlen sie, in den andern drei ungarischen Trachytgebirgen sind sie nie beobachtet worden; in der Hargitta sind zwei sehr untergeordnete Eruptionen von Basalt, eine am nördlichsten, die andere am südlichsten Ende, aber beide liegen ausserhalb der äussersten Grenzen des Trachytes; im siebenbürgischen Erzgebirge werden auch Basalte angegeben, über ihr Verhältniss zu den anderen Eruptivgesteinen ist aber nichts bekannt. — In allen diesen Gegenden bleiben die Basalte untergeordnet, zu bedeutender Entwicklung gelangen sie erst ferner vom Trachyt, im südlichen Ungarn.

Die Gesteine der Trachytgruppe herrschen fast allein in allen tertiären Eruptivgebirgen am Südabfall der Karpathen. Sie bilden ausschliesslich Masseneruptionen; von vulcanischer Thätigkeit, von Krateren und Lavaströmen ist bei ihnen nie eine Spur vorhanden, sondern sie setzen mächtige Gebirgszüge zusammen, deren Hauptmasse oft nur einer Eruption angehört und von dem Material späterer kleinerer Eruptionen in verschiedenen Richtungen durchsetzt wird. Oft bilden dann diese kleine Gräte auf dem Rücken des Gebirges oder zweigen sich von den Seiten schärenartig ab. Die Trachytgebirge erreichen eine Kammhöhe von nicht mehr als 3000 bis 4000 Fuss und die höchsten Gipfel ragen nur wenig über 5000 Fuss auf. Die Umrisse der Gebirge, welche aus den eigentlich charakteristischen Trachyten bestehen, sind im Allgemeinen sanft gerundet; nur wo sie sich vereinzelt aus fremden Gebirgsarten erheben oder wo einzelne Gipfel höher über die Kämme hervorragen, da kommt allemal das Streben nach der Form abgestumpfter breiter Kegel zum Vorschein, und zuweilen sind diese in äusserst vollkommener Weise ausgebildet, wie am Scharoscher Schlossberg bei Eperies, am Schloss Regéztke nördlich von Tokay, am Gutin und an vielen anderen Bergen. Die Schluchten und Thäler sind meist mit steilen Wänden in das Trachytgebirge eingesenkt und wo es in seiner Breite von einem Strom durchbrochen wird, da fällt das Gestein fast senkrecht ab.

Die Trachytgruppe ist petrographisch so reich gegliedert, dass sich schon *a priori* eine ähnliche Verschiedenheit in der Geotektonik erwarten lässt. Eine solche findet auch in der That Statt. Abgesehen davon, dass mancher Trachyt ganze Gebirge zusammensetzt, wie zum Beispiel die Hargitta, welche in ihrer gesamten Ausdehnung fast nur aus einem Gestein besteht, während manche

andere Abänderung nur einzelne Gangzüge oder einzelne Kuppen bildet, ist auch die Art ihrer Geotektonik eine ganz verschiedene. Ganz besonders zeichnet sich ein Gestein aus, welches wir weiterhin als Grünsteintrachyt betrachten werden. Niemals sieht man dasselbe in ausgedehnteren Zügen auftreten, sondern stets bildet es mächtige, stockförmig ausgebreitete Massen oder einzelne glockenförmige Erhebungen von der regelmässigsten Gestalt. Die Form dieser Grünsteintrachytherge ist überaus charakteristisch und man kann sie auch aus der Form niemals verkennen. Nirgends treten sie in so grosser Zahl und in so schöner Ausbildung auf, als im nordöstlichen Siebenbürgen, wo sie das Eocengebirge durchbrechen und ihm in hohen glockenförmigen Wölbungen aufgesetzt sind.

Die Gesteine der Rhyolithgruppe verhalten sich geotektonisch weit verschieden. Ihr Auftreten ist ganz und gar an das der Trachyte gebunden und offenbar davon abhängig. Niemals theilen sie die Rolle derselben an den Masseneruptionen, niemals erscheinen sie in grossen Gangzügen oder centralisirten selbstständigen Gebirgsmassen, sondern sie setzen sich wie Schmarotzer an das Trachytgebirge fest, begleiten es längs den Flanken und Abfällen, treten aber, wie schon Beudant beobachtete, nie auf den Höhen desselben auf. Die Trachyte eröffneten die eruptive Thätigkeit in der Tertiärperiode und leiteten sie durch lange Zeit allein, während die Rhyolithe viel später hervorbrachen und die Periode einer eigentlich vulcanischen Thätigkeit, den grössten Theil einer untermeerischen, bezeichnen. Es öffneten sich Reihen von Krateren und die Rhyolithe entströmten theils diesen, theils Spalten und Rissen an den Wänden der Vulcane oder an den Flanken des schon vorhandenen Trachytgebirges, aber sie erscheinen meist nur in kleinen Strömen, durch deren Zusammenhäufung erst grössere Bergmassen entstehen, und nur die Ausbrüche der letzten quarzföhrnden Rhyolithe wiederholen in kleinem Maassstabe die Masseneruptionen der Trachyte. Aber auch dann lassen sie sich mit den letzteren kaum vergleichen. Hier bleibt der Gesteinscharakter auf meilenweite Strecken vollkommen gleich, dort schwankt er in ausserordentlicher Weise; in verticaler Richtung ändert er sich meist schon nach wenigen Klaffern und in horizontaler ist er selten auf tausend Schritt gleich. Es gibt überhaupt kaum zwei im System benachbarte Gesteinsgruppen, welche in jeder Beziehung sich so gänzlich verschieden verhalten und in solchem Masse eine Trennung verlangen, als die beiden in Rede stehenden.

Dieselbe Verschiedenheit wie in der Geotektonik herrscht hinsichtlich des Alters. Ueberall sind die Grünsteintrachyte die ältesten Gebilde. Es findet sich an ihnen noch keine Spur von untermeerischen Ausbrüchen, von Tuffablagerungen und durch das umgebende Wasser beschleunigten Abkühlung. Sie bilden Massenausbrüche auf dem Festlande und durchsetzen die Sandsteine der Nummulitenformation. Erst weitere Untersuchungen können entscheiden, ob sie noch der Eocen- oder der Oligocen-Periode angehören, oder erst die Mioценperiode eröffnen. Ihnen folgen die grauen Trachyte, wie wir der Kürze wegen im weiteren Verlaufe alle Gesteine der Trachytgruppe nennen werden, welche nicht Grünsteintrachyte sind. Sie durchbrechen die vorigen und bedecken sie in einzelnen Kuppen und langgedehnten Zügen. Durch die lange Reihe der Massenausbrüche dieser Gesteine werden die verschiedensten Varietäten zu Tage gefördert, deren Altersfolge zwar in ganz Oberungarn und Siebenbürgen dieselbe bleibt, aber kein bestimmtes Gesetz erkennen lässt. Sie durchsetzen einander gegenseitig und bilden massenhafte Reibungsconglomerate, daher ihre gegenseitigen Altersbeziehungen leicht festzustellen sind. Die grauen Trachyte sind von mächtigen Tuffablagerungen begleitet, welche im Nordwesten keine bedeutende Höhe erreichen, gegen Südosten hin aber höher und höher an

den Abhängen der Gebirge aufsteigen und schon am Ende des Vihorlat-Gutin-Zuges nur die Gipfelreihen aus ihren plateauförmigen Ausbreitungen hervortreten lassen. Ihre bedeutendste Entwicklung und grösste Meereshöhe haben sie in dem Zug der Hargitta. Es versteht sich von selbst, dass die mit den Eruptionen gleichzeitigen Tuffablagerungen auf eine Meeresbedeckung zur Zeit der Ausbrüche der grauen Trachyte hinweisen. Allein wenn man die Tuffe in ihrer Entwicklung von unten bis oben und in ihrem Verhältniss zu den Trachyten betrachtet, von denen sie durchsetzt werden, so scheint sich das Resultat zu ergeben, dass das Festland sich erst während der Periode der Trachyterruptionen allmählig in das Meer hinabsenkte und dieses weiter und weiter vordrang, bis es ungefähr in der Periode der letzten Eruptionen am weitesten in das Land eingriff und die Gebirge am höchsten bedeckte.

Die Rhyolithe gehören einer dritten Periode an. Bis hieher ist von ihnen noch keine Spur wahrzunehmen; es scheint, dass sie erst nach dem gänzlichen Schluss der trachytischen Masseneruptionen hervorbrachen. Eben so scheint die Reinheit ihrer Tuffe, welche nur aus rhyolithischer Masse bestehen, darauf hinzudeuten, dass in ihrer Periode niemals mehr ein Trachytausbruch erfolgte. Wir müssen die beiden Perioden als eben so streng geschieden ansehen, wie die beiden Gesteinsgruppen, denen das Material ihrer Eruptionen angehört und es wäre immerhin möglich, dass sie noch ausserdem durch eine lange Periode der Ruhe getrennt waren. — Die Rhyolithausbrüche waren, wie gesagt, rein vulcanisch; selbst diejenigen Gesteine, welche durch Masseneruptionen an die Oberfläche gelangten, tragen in ihrem ausserordentlich bedeutenden Wassergehalt, ihren Opaleinschlüssen und grösstentheils auch in ihrem Ansehen einen vulcanischen Charakter an sich. Die Hauptthätigkeit bestand in dem Hervorstossen vulcanischer Kegel und der Eröffnung reihenförmig angeordneter Kratere, welche das ältere Trachytgebirge begleiteten. Theils aus ihnen, theils aus Spalten am Rande der Kratere, theils aus Spalten an den Abhängen des Trachytgebirges, theils endlich und zwar am Schluss aus ausgedehnteren Spalten im Rhyolithgebirge selbst, entströmten die kieselsäurereichen Gemenge. Sie sind begleitet von massenhaften Bimsstein-, perlitischen und anderen rhyolithischen Tuffen und zeigen damit ihr untermeerisches Erstarren an. Allein hier zeigt sich fast noch deutlicher als im Trachytgebirge die Gliederung einer Reihenfolge verschiedenartiger Eruptionen und damit verbunden ein allmählicher Rückzug des Meeres, oder vielmehr eine langsame Emporhebung des Landes, wie sie noch jetzt überall stattfindet, wo vulcanische Thätigkeit herrscht. Wir werden später Gelegenheit haben zu beweisen, dass zur Zeit der Bimssteintuffe, den ältesten Producten der Rhyolithperiode, das Meeresniveau am höchsten an den Gebirgen hinaufreichte, zur Zeit der Perlite das Land sich hob, zu der der lithoidischen Rhyolithe schon weit vorgerückt war, bis endlich die letzten Massenausbrüche des quarzföhrnden Rhyolithes auf Festland erfolgten; wenigstens ist ihnen keine Spur von Tuffen mehr verbunden.

Die Basaltgruppe bezeichnet eine vierte und letzte Periode der eruptiven Thätigkeit in der Tertiärzeit. In Ungarn liegen darüber zwar keine Beobachtungen vor; ich selbst sah nur die Basalte der Hargitta, welche sich aber jünger erweisen als der Trachyt, aber wegen des gänzlichen Mangels an Rhyolith doch ihr Verhalten zu diesem zweifelhaft lassen. Auch in allen andern Gegenden ist die Altersbeziehung zum Trachyt zweifellos und nur diejenige zum Rhyolith eine ungelöste Frage. Einer gütigen Mittheilung des Herrn Bergraths Franz v. Hauer verdanke ich die Thatsache, dass bei Gleichenberg in Steiermark der Basalt von massenhaften Tuffen begleitet ist und diese Tuffe eine grosse Zahl

von Bruchstücken des dort ebenfalls vorkommenden quarzföhrnden Rhyoliths enthalten. Hier ist also das jugendlichere Alter des Basaltes vollkommen festgestellt. Da aber die Verhältnisse überall so auffallend gleich bleiben, so dürfen wir dieselbe Altersbeziehung auch für unsere ungarischen Gebirge voraussetzen. Die Thatsache, dass die letzten Rhyolitheruptionen in Ungarn wie in Gleichenberg auf Festland stattfanden, die Basalte aber in ihren massenhaften Tuffen die untrüglichsten Beweise von untermeerischen Ausbrüchen tragen, kann keineswegs dagegen sprechen. Denn wenn auch zu Ende der Rhyolithperiode die Hebung des Bodens aus dem Miocenmeere schon bis zu einem bedeutenden Betrage geschehen war und in der nachfolgenden Ruhezeit noch fortsetzte, so konnte es doch geschehen, dass, ähnlich wie in den Gegenden jetziger vulcanischer Thätigkeit, aber in unendlich grossartigerem Maassstabe, vor dem Ausbruch der Basalte abermals eine bedeutende und vielleicht verhältnissmässig plötzliche Senkung eintrat, welche auch die Basalteruptionen am Boden eines Meeres stattfinden liess, und dass dann erst die Eruptionsperiode wieder in gewöhnlicher Weise von einer Hebung begleitet war, welche fortsetzte bis die letzte, diluviale, Meeresbedeckung stattfand, deren Niederschläge die früher gebildeten Trachytgebirge bis zu grosser Höhe einhüllten; noch jetzt ragen sie zum Theil nur als Inselketten aus diesen Anschwemmungen hervor.

Das System der Hebungen und Senkungen war in einem so ausserordentlich vulcanischen Gebiet wahrscheinlich ungleich complicirter als ich es hier dargestellt habe; weitere Untersuchungen werden darüber Licht verbreiten. So scheint es zum Beispiel, dass die jetzt sichtbaren Trachyttuffe bereits vor der Periode der untermeerischen Rhyolithausbrüche einmal Festland waren; denn es finden sich darin sehr bedeutende Auswaschungen und Thalbildungen, an deren Grund sich später Rhyolithvulcane erheben, so in der Thallandschaft der Avasch. Ausserdem bieten aber auch die Untersuchungen über den Betrag der Hebungen ein hohes Interesse. Wie jetzt in den Hebungsfeldern der höchste Betrag der Hebung in den Gebirgszügen stattzufinden pflegt, so scheint es auch damals der Fall gewesen zu sein. Denn wenn die Höhe, welche gegenwärtig die Oberfläche der Tuffe hat, als ungefähr parallel zu der Höhe gelten kann, bis zu welcher ehemals das Meer an den Gebirgen hinaufreichte, so ist die damalige Horizontalebene jetzt in eine schiefe Fläche verwandelt, welche gegen die bedeutenderen Gebirgsländer hin ansteigt. So ist sie am Eperies-Tokayer Gebirgskamm 1200 Fuss, an der Grenze der Marmarosch fand ich sie gegen 2000 und in der Hargitta zwischen 3 und 4000 Fuss hoch. Die centralen Bergrücken und die eigentlichen Gebirgsländer müssen sich daher am stärksten gehoben haben und konnten dadurch die Abschliessung von Kesseln, wie sie Ungarn oder auch weitere Länderstriche schon seit früherer Zeit bildeten, bedeutend vermehren und vervollkommen.

Die ungarischen Trachytgebirge sind nur ein kleiner Theil des grossen Eruptionsgebietes der Tertiärperiode, welches sich von Persien, dem armenischen Hochlande und Klein-Asien bis zum Siebengebirge und der Eifel ausdehnte und eine langgezogene Ellipse mit einer Haupterstreckung von Westnordwest nach Ostüdost bildet. Diese Richtung (Stunde 20) bleibt eine der herrschendsten in dem ganzen grossen Gebiet, wenn auch ein derartiges Vorherrschen nicht mehr in dem Maasse möglich ist wie zum Beispiel in porphyrischen Eruptionsgebieten. Je mehr die Erdrinde an Dicke zunahm, desto mehr mussten in den Aeusserungen der auf sie wirkenden Kraft Abweichungen von ihrer Richtung eintreten, desto mehr stellten sich in vorhandenen Gebirgszügen, in früheren Spalten und Dergleichen Hindernisse dar. Dennoch tritt die angegebene Richtung in der Erstreckung der Trachytgebirge deutlich hervor und wo diese durch besondere

Umstände ein anderes Streichen erhielten, wie zum Beispiel das Eperies-Tokayer Gebirge, da folgen wenigstens die späteren Trachyte, fast ohne Ausnahme, der Richtung nach Stunde 20, daher auch alle Vorsprünge und alle Thäler in dem genannten Zuge nach Stunde 20 streichen. Schon der Grünsteintrachyt, welcher in Klein-Asien wie in Ungarn die Eruptionen, wahrscheinlich gleichzeitig, eröffnete, scheint aus Spalten aufgestiegen zu sein, welche der Hauptaxe der Ellipse folgten. Dafür spricht besonders der Zug des Grünsteintrachyts im nordöstlichen Ungarn. Er fängt in den Gebirgen südlich von Rodna mit hohen isolirten Kuppen an und erreicht seine erste und bedeutendste Entwicklung in den Umgebungen von Kapnik, Nagy-Bánya und Turcz. Im Vihorlat-Gutin-Gebirge kommt er nicht weiter vor, aber es zweigt sich ein Zug ab, welcher der bisherigen Richtung nach Stunde 20 folgt und durch die aus den Ebenen isolirt aufragenden Gebirge von Bereghszász und Király-Helmecz bezeichnet wird. Bei Ujhely vereinigt er sich mit dem Eperies-Tokayer Zug; Grünsteintrachyt findet sich im Bereghszász-Gebirge und bei Telkibánya und dies ist sein einziges Verbreitungsgebiet im nordöstlichen Ungarn. Während es Spalten in der Nähe des Hauptrückens der Karpathen zu folgen scheint, gehören das siebenbürgische Erzgebirge und Schemnitz, wie es scheint, einem zweiten Spaltensysteme an, welches vielleicht gleich dem vorigen durch Gebirge unter der Ebene ergänzt wird, nur dass sie hier nicht an die Oberfläche kommen. Diese Zusammengehörigkeit gewinnt sehr an Wahrscheinlichkeit, wenn man die rhyolithischen Producte beider Haupt-Erzgebirgen in Betracht zieht, welche denen des nördlichen Zuges gegenüber einen bestimmten abweichenden Charakter haben.

Alle allgemeinen Eigenschaften der ungarisch-siebenbürgischen Trachytgebirge, welche wir im Vorigen hervorhoben, gelten für das gesammte Eruptionsgebiet; nur fehlen hier und da ganze Gesteinsgruppen und dem entsprechend ändert sich der örtliche Charakter. Die Basaltgruppe, die Trachytgruppe und die Rhyolithgruppe umfassen allenthalben das Gesamtmaterial der Eruptionen und überall ergeben sich diese drei natürlichen Abtheilungen als in den geologischen Verhältnissen begründet. Wo alle Gesteine Ungarns vertreten sind, wie in Klein-Asien, da zerfällt auch stets wieder die Trachytgruppe in ihre zwei Abtheilungen der Grünsteintrachyte und der grauen Trachyte. Allemal scheinen die ersten auch die ältesten zu sein, die Basalte aber stets jünger als die grauen Trachyte. Nur für das Altersverhältniss zwischen Rhyolithen und Basalten liegen nirgends hinreichende Beobachtungen vor. Allein man kennt weit ausserhalb der Grenzen unseres Eruptionsgebietes einige Gegenden, wo Basalt und Rhyolith zusammen vorkommen, und dort ist überall der Basalt das jüngere. Eine derselben ist die Insel Island, wo Rhyolithe, wie bekannt, in Form von Obsidian, Bimsstein u. s. w. eine bedeutende Rolle spielen, die jüngsten Eruptionen aber ausschliesslich basische Gemenge zu Tage förderten. Dasselbe fand Hochstetter auf Neu-Seeland, nur noch ungleich deutlicher und in weit grösserem Maassstabe. Auch in Ober-Italien scheinen die Basalte des Vicentinischen jünger zu sein als die Rhyolithe der Euganeen.

In dem grossen Zuge, welchen die Eruptionsgesteine der Tertiärzeit durch das mittlere Deutschland bilden, fehlen Grünsteintrachyte und Rhyolithe gänzlich; Basalte mit Phonolithen verbunden herrschen fast allein und erst im Siebenbürgen und der Eifel ist wieder ein charakteristisches Trachytgebiet, in welchem auch untergeordnet Rhyolithe auftreten. Auch dort sind die Basalte das jüngste Gebilde.

So scheint es, dass die Trachytgebirge von Ungarn und Siebenbürgen die allgemeinen Verhältnisse des grossen Eruptionsgebietes, dem sie angehören, in

klarster und vollständigster Weise darstellen und als die Norm für den Bau tertiärer Eruptionsgebilde auch in entlegeneren Gegenden und andern Welttheilen gelten können.

II. Die Gesteine der Rhyolithgruppe.

Es gibt unter allen bekannten Eruptivgesteinen keine Abtheilung, deren Glieder eine so wunderbare Mannigfaltigkeit in ihrer äusseren Ausbildung zeigen als diejenige, welche wir oben als die Rhyolithgruppe bezeichnet und als selbstständige Abtheilung unter den neueren Eruptivgesteinen den Trachyten und Basalten gegenüber gestellt haben. In den meisten Rhyolithgebieten herrscht eine so verwirrende Vielgestaltigkeit, dass man kaum das Gemeinsame in all diesen Modificationen einer chemisch wahrscheinlich nur wenig schwankenden Masse heraus zu finden vermag. Oft sieht es aus wie in einem Laboratorium, in welchem man Glasflüsse unter den verschiedenartigsten Umständen erstarren liess und sie nachher den Einwirkungen der schärfsten Substanzen nach und nach aussetzte; nur tritt alles im grossartigsten Maassstabe neben einander auf. Die Rhyolithgruppe ist die Gruppe der natürlichen Glasflüsse, welche sich von den künstlichen in der Mengung durch das Verhältniss ihrer Basen, besonders durch das Vorherrschen des Thonerdesilicats auszeichnen. In der Ausbildung sind sie sich häufig gleich. Der Natur standen aber in der unendlichen Dauer der Erstarrung und in dem innigen Verschmelzen mit Dämpfen von der höchsten Temperatur unter ungeheurem Druck Mittel zur molekularen und überhaupt physikalischen Veränderung zu Gebote, von denen unsere glänzendsten Versuche nur eine schwache Ahnung geben.

Da man zu Beudant's Zeit die Bedingungen dieser physikalischen Modificationen, wie die Vorgänge der Zersetzung noch weniger kannte als jetzt, so ist es leicht erklärlich, dass dieser treffliche Naturforscher drei ganz verschiedene Gesteinsabtheilungen unterschied und wir nur eine Gruppe kennen. Er trennte: das Trachytporphyrgebirge, das Perlitgebirge und das Mühlsteinporphyrgebirge, trotzdem ist es staunenswerth, wie Beudant zu einer Zeit als die Geologie noch in sehr jugendlichem Zustande war, mit klarem Blick den weiten Bereich der Erscheinungen erfassen und nach einem einheitlichen Plan ordnen konnte. Im Trachytgebirge unterschied Beudant wieder eine quarzführende und eine quarzfreie Abtheilung. Weiterhin beruht seine ganze Classification aller drei „Gebirge“ auf künstlichen Principien und ist weit durchgeführt; allein so vortrefflich er auch die Gesteine nach ihrem petrographischen und geologischen Verhalten beschreibt, so weit er seiner Zeit vorgreift, so reich gegliedert seine Eintheilung und so dauernd der Werth ist, welchen seine Arbeiten sowohl für die Kenntniss von Ungarn als für die wissenschaftliche Gesteinslehre überhaupt haben, gehören sie doch einer vergangenen Zeit und einem vergangenen Standpunkt an. Seitdem haben die vulcanischen Gesteine von Ungarn keine weitere Bearbeitungen erfahren, sondern wurden nur hin und wieder theils mit dem Beudant'schen, theils mit neueren Benennungen (in welchem Falle stets die von Beudant aufgestellten bei weitem den Vorzug verdienen) in verschiedenen Schriften erwähnt. Auch in allgemeineren Werken haben sich die Ergebnisse der Arbeit von Beudant fortgepflanzt und dienen noch heute als Norm. Dies gilt vorzüglich für den „Trachytporphyr“¹⁾, der zwar an einigen wenigen anderen

¹⁾ Z. B. in Naumann's Lehrbuch der Geognosie und in Senft's Classification der Gebirgsarten.

Orten wieder gefunden wurde und die vortrefflichsten Bearbeitungen, insbesondere von Poulet Scrope und Abich, erfuhr. Aber alle Fundstellen des Gesteins sind an Orten, welche bisher entlegen und wenig erreichbar waren, und nur in einigen, selbst von den grösseren Sammlungen befinden sich Handstücke desselben, so dass die Existenz eines ursprünglich quarzhaltigen „Trachyporphyr“ schon von einigen Geologen in Zweifel gezogen und der Quarz für ein späteres Infiltrationsproduct gehalten worden ist. Es dürfte daher eine auf neue Untersuchungen gegründete Behandlung und Classification der Gesteinsgruppe wohl gerechtfertigt sein, selbst wenn das nothwendigste Erforderniss der gegenwärtigen petrographischen Forschung, die chemische Analyse, die bei vielen dieser Gesteine sehr wünschenswerth wäre, nicht angewendet werden kann.

Wiederholen wir die Merkmale, welche die Rhyolithgruppe als Gesamtheit den beiden andern Gruppen gegenüber auszeichnen, so ist das erste derselben ihr geologisches Verhalten, welches alle Glieder gleichartig umschlingt. Ferner heben wir hervor, dass die Gruppe in chemischer Hinsicht die dem normal-trachytischen zunächst sich anschliessende Reihe der chemischen Gemenge in sich fasst, also nur eine Reihe von sauren Gliedern, dass sie sich durch das häufige Vorkommen von Quarz als wesentlichen Gemengtheil, durch das alleinige Vorkommen oder das Vorwalten von Sanidin unter den Feldspäthen, durch die vollkommen felsitische Grundmasse und ganz besonders durch die häufige perlitische und sphärolitische Ausbildung auszeichnet. Es fehlt jede Spur von Augit, Hornblende ist überaus selten, Titaneisen scheint nie vorzukommen, das specifische Gewicht ist stets gering und die Gesteine theilen bei schneller Erstarrung alle Eigenschaften der kieselsäurereichen künstlichen Glasflüsse.

Es ist im Folgenden unsere Aufgabe, das petrographische Verhalten der zur Rhyolithgruppe gehörenden Gesteine mit allen Abänderungen und Uebergängen zu betrachten, darauf ihr geognostisches Auftreten und ihre geologischen Beziehungen unter einander und zu andern vulcanischen Gesteinen zu erörtern. Wir schliessen daran einige Bemerkungen über die Veränderung durch äussere Einflüsse und werfen zuletzt einen Blick auf die Verbreitung des Rhyoliths.

I. Petrographisches Verhalten.

1. Unter normalen Verhältnissen erstarrte Rhyolithe.

Der normale Rhyolith besteht immer aus einer feinkörnigen bis dichten, felsitischen Grundmasse von vorherrschend lichten Farben, worin meist Krystalle von Quarz, glasigem Feldspath und schwarzem Glimmer liegen, zu denen noch Oligoklas, Hornblende, Kali-Glimmer und Granat kommen können. Die auskrySTALLISIRten Mineralien bleiben dieselben auch bei den abnormsten Abänderungen, welche wir später zu betrachten haben werden, nur die Grundmasse mit gewissen ihr allein angehörigen Ausscheidungen und Texturformen ist einem weiteren Bereich von Schwankungen unterworfen. Sie wird durch verschiedene Umstände bei der Erstarrung, durch die Aufnahme von mehr oder weniger Wasser in ihr Gemenge und durch manche andere untergeordnete Zufälligkeiten bimssteinartig, perlitisch, lithoidisch, bekommt ein steiniges zerflossenes Aussehen und nimmt Gestalten an, die so weit unter einander abweichen, dass man sie mit besonderen Gesteinsnamen belegt hat. Nicht minder gross ist die Reihe der Abänderungen, welche durch Zersetzungs Vorgänge, durch die Einwirkung von Gasen und Gewässern hervorgerufen wurden. Da es uns hier zunächst auf eine natürliche Gliederung der Rhyolithgesteine ankommt, so lassen wir alle diese

abnormen Formen der Ausbildung ausser Acht und beschäftigen uns zuvörderst mit einer Reihe von Rhyolithgesteinen, welche wir jenen als normale gegenüber stellen und welche die ganze natürliche Reihe der Gemenge dieser Familie enthalten. Bei der Erörterung der „Grundmasse“ werden wir ausführlicher auf den Begriff „normaler“ Erstarrung eingehen. Alle abnormen Ausbildungsstufen müssen nach künstlichen Principien den natürlichen Gliedern angereiht werden.

a) Eingemengte Krystalle.

Quarz. Der Quarz charakterisirt, wie Beudant zuerst nachgewiesen hat, nur einen Theil der „Trachyporphyre“ und wechselt in dem Mengenverhältnisse zwischen eben so weiten Grenzen wie bei dem Quarzporphyr; er stellt sich dadurch wie in allen Gebirgsarten, wo er als wesentlicher Gemengtheil frei ausgeschieden vorkommt, als eine Function des chemischen Gemenges heraus und bezeichnet durch sein Verschwinden eine Grenze im Kieselsäuregehalt, die zugleich eine der werthvollsten systematischen Grenzen abgibt. Dagegen ist der Quarz beinahe ganz unabhängig von der Structur. Während die anderen eingemengten Mineralien bei Perlit-Gefüge häufig verschwinden, bleibt der Quarz mit glattflächigen Krystallen ungestört darin. Esmark und später Beudant fanden sie im Perlit von Tokay und die geologische Reichsanstalt besitzt ein Stück von Königsberg bei Schemnitz, welches das gleiche Verhalten zeigt. Dieses Vorkommen des Quarzes im scharfbegrenzten Zustande bei schneller Erkaltung der Grundmasse ist ganz analog bei dem Quarzporphyr von Südtirol. Im Höllenthal bei Auer und im Talfertal bei Botzen findet man Fragmente der einzigen dort vorkommenden obsidianartigen Quarzporphyre. Dann bleibt allemal der Quarz in eingemengten Krystallen, während kein anderes Mineral ausgeschieden ist. Eine andere Analogie mit seinem Vorläufer bietet der Rhyolith in der convexen Krümmung der Krystallflächen des Quarzes; dagegen begründet die Form der Krystalle einen auffallenden Unterschied, indem sie bei dem Gestein des Rothliegenden stets nur als Doppelpyramiden ohne Säulenflächen erscheinen, bei dem Gesteine der Tertiärformation aber die letzteren gewöhnlich hinzutreten, doch fehlen sie auch häufig.

Glasiger Feldspath. In den ungarischen Rhyolithen ist der kiesel-säurereichere, der Verwitterung länger widerstehende Feldspath meist mit allen Eigenschaften des Sanidins ausgebildet. Seine Krystalle sind dick, tafelartig, und theils einfache Individuen, theils Zwillinge nach dem Karlsbader Gesetz. Sie sind wasserhell und rissig, zuweilen aber fast vollkommen durchsichtig, so besonders bei einer quarzführenden Abänderung vom Steinmeer bei Schemnitz, welche sich durch ihre zahlreichen ausgeschiedenen Krystalle und wahrscheinlich langsame Erstarrung auszeichnet. In diesem Gesteine erreichen die Sanidinkrystalle die Grösse von einem halben Zoll, sonst aber bleiben sie stets kleiner und erscheinen zuweilen auf Durchschnitten nur noch als starkglänzende kurze Nadeln. Selten verschwinden die charakteristischen physikalischen Merkmale des Sanidins so weit, dass das Mineral ganz das Ansehen von Orthoklas erhält. Hinsichtlich der Menge steht der Sanidin dem Quarz gegenüber. Die quarzreichsten Varietäten sind arm an Sanidin; nimmt jener ab, so nimmt dieser zu und er erreicht den Höhepunkt der Beimengung wenn der Quarzgehalt bereits Null geworden ist. Dann nimmt er wieder ab, je mehr der Oligoklas zunimmt.

Oligoklas ist ein unwesentlicher Gemengtheil der ungarischen Rhyolithe. Theils scheinen sie sich auf einer so hohen Stufe des Kieselsäuregehaltes zu halten, dass das Maximum der Oligoklasbeimengung nicht erreicht wird; ganz besonders aber ist die krystallinische Ausscheidung stets so gering, dass, nach

der Analogie mit den Felsitporphyren zu schliessen, der grösste Theil der Oligoklasmmoleküle mit in der Grundmasse zurückgeblieben ist. Aus der Abtheilung der quarzführenden Rhyolithe fand ich nur die Gesteine von Königsberg, dem Steinmeer und Eisenbach (zweifelhaft) bei Schemnitz, von Petrosán im Weissenburger Comitate in Siebenbürgen, ganz besonders aber den noch oft zu nennenden Rhyolith vom Illovathal bei Rodna im nordöstlichen Siebenbürgen oligoklasführend. Bestimmbare Krystalle treten zwar in keinem von diesen Gesteinen, mit Ausnahme des letztgenannten auf; allein es erscheinen stark zersetzte Krystalle neben den unzersetzten des Sanidins; die Analogie mit Felsitporphyr nöthigt die ersteren für Oligoklas anzusehen. In quarzfreien Abänderungen sind sie gleichfalls nur selten zu beobachten. Unzersetzt und durch ihre gestreiften Flächen mit Bestimmtheit nachweisbar, fand ich sie nur in einem Gesteine von Komlosta südöstlich von Telkibánya im Abauj-Tornaer Comitat.

Schwarzer Glimmer scheint bei Schemnitz und in der Matra, überhaupt im westlichen Ober-Ungarn ein fast steter Gemengtheil des Rhyoliths zu sein, und nur in einigen wenigen, besonders quarzreichen Abänderungen zu fehlen, wie er überhaupt überall mit steigendem Quarzgehalte abnimmt. Am häufigsten ist er in quarzfreien Gesteinen und bleibt in gleicher Menge bei perlit- und bimssteinartiger Ausbildung der Grundmasse. So findet er sich in sehr zahlreichen, scharf begrenzten Blättchen in einem bimssteinartigen, quarzfreien Rhyolith von Hlinik bei Schemnitz und in einem perlitartigen, quarzführenden von Königsberg. Der glase Feldspath ist in beiden Fällen immer in abgerundeten Krystallen beigemengt. Dagegen konnte ich östlich vom Thale des Hernád, also im ganzen östlichen Ober-Ungarn niemals, und im nördlichen Siebenbürgen nur am Csicsóer Berg bei Déés und im Illovathal Spuren von schwarzem Glimmer entdecken. Die Rhyolithe dieser Gegenden sind im Allgemeinen mehr saure, im Quarzgehalte viel mehr constante Gemenge, als im Westen. Da im siebenbürgischen Erzgebirge dies nicht mehr in gleichem Masse gilt und schwarzer Glimmer den quarzfreien Abänderungen häufig beigemengt ist, wiederholen die quarzführenden das von Gustav Rose bei den sauren Gesteinen der granitischen Reihe entdeckte Merkmal, welches dort mit dem höchsten Quarzgehalt zusammenhängt und die Unterscheidung von Granit und Granitit veranlasste. Es ist das Vorkommen von

Kaliglimmer. Am ausgezeichnetsten findet er sich an einem Stück aus der Sammlung der geologischen Reichsanstalt mit der Bezeichnung: Valle Zlatini bei Vidra im Zarander Comitat in Siebenbürgen, also aus der Gegend von Abrudbánya, Vöröspatak und Nagyág. Er bildet grosse sechsseitige spaltbare und stark glänzende Tafeln. Ein anderes Stück hat die Bezeichnung: Berg Kukurhata im Unter-Weissenburger Comitate, stammt also aus derselben Gegend. Es sind 3—4 Linien grosse, sechsseitige Tafeln, bei denen die Zersetzung das deutlich blättrige Gefüge und den Glanz zerstört hat. Ausserdem ist mir dieses Mineral in keinem Rhyolith bekannt geworden.

Hornblende. Dieses Mineral, der charakteristische Gemengtheil der ungarischen Trachyte, ist in den Rhyolithen so selten, dass Beudant seine stete Abwesenheit als ein Merkmal dieser Gebirgsart bezeichnete. Im Allgemeinen kann man dies auch gelten lassen, aber es finden sich zahlreiche Ausnahmen, sogar unter den quarzführenden Rhyolithen. So findet sich Hornblende in breiten flachgedrückten Säulen in den an Quarz sehr reichen Gesteinen von Hodritsch und vom Steinmeer, und in dem ausgezeichneten quarzführenden Rhyolith vom Illovathal im nordöstlichen Siebenbürgen liegt sie in sehr zahlreichen gut ausgebildeten Krystallen von derselben Form in der Grundmasse. Ausser diesem einen Fall aber scheint auch dieses Mineral gleich dem schwarzen Glimmer auf

die westlichen und südlichen Gegenden beschränkt zu sein. Bei Telkibánya, Bereghszász und anderen östlichen Gebirgen begegnete ich keiner Spur von Hornblende in Rhyolithen.

Granat fand ich nur in äusserst sparsamen kleinen, blutrothen Krystallen, dem ausgezeichneten Gesteine am Berge Hradek bei Nagy-Mihály eingesprengt. Ausserdem entdeckte Prof. Hazslinszky in Eperies einen granatenführenden Bimssteintuff bei Vorocsó nordöstlich von Unghvár. Er ist entschieden ein vulcanisches Sediment, indess dürften nach der Analogie mit dem Gesteine von Nagy-Mihály wohl die Granaten ein Product der ursprünglichen Erstarrung sein.

Andere Mineralien scheinen als ursprüngliche Erstarrungsproducte in normal ausgebildeten Rhyolithen nicht vorzukommen.

b) Grundmasse.

Die Grundmasse, worin die Krystalle der genannten Mineralien im wechselnden Mengenverhältnisse zerstreut liegen, schwankt ausserordentlich in ihren physikalischen Eigenschaften. Es ist daher ein Bedürfniss, sich an eine gewisse Form der Ausbildung zu halten, immer das Verhältniss der Grundmasse zu den Gemengtheilen an dieser zu untersuchen, die natürliche Gliederung daran zu knüpfen, dann aber erst die Modificationen zu betrachten, in denen jedes einzelne Glied der Reihe auftreten kann. Die Masse des zu ordnenden Materials ist ohne eine derartige Reduction überwältigend. Eine normale von einer abnormen Ausbildung zu unterscheiden, ist zwar nicht streng logisch und bedingt auch keine scharfe Trennung, dennoch lässt sich der Gesichtspunkt, welcher die Bestimmung dieser Begriffe veranlasst und auf den zufälligen Umständen beruht, unter denen die Erstarrung geschah, am zweckmässigsten festhalten. Wenn nämlich eine glühend flüssige Masse sich durch langsame Abgabe der Wärme an die atmosphärische Luft oder an umgebende erstarrte Gesteinsmassen allmählig abkühlt, so dass nicht nur alle Atome zu Molekülen der als Mineralien auszuscheidenden Verbindungen, sondern auch die Moleküle zu Krystallindividuen zusammentreten können, so wird das feste Gestein durch ganz andere physikalische Merkmale charakterisirt sein, als wenn jene zähflüssige Masse, wie dies bei den untermeerischen vulcanischen Ausbrüchen der Rhyolithe sehr häufig der Fall war, einen wenig mächtigen Strom unter Wasser bildete und durch schnelle Abgabe von Hitze, durch plötzliches Eindringen in Dampf verwandelten Wassers und derartige Umstände fest wurde, ehe noch sich Mineralindividuen ausscheiden konnten. Wo bedeutende Anhäufungen des flüssigen Materiales auf dem Meeresboden stattfanden, mussten natürlich beide Modificationen, die erstere im Innern, die letztere in den äusseren Theilen, zur Ausbildung kommen. Da nun das Zusammentreten zu Mineralindividuen bei den Eruptivgesteinen überhaupt der gewöhnliche Fall ist, so kann man diese als die normale gegenüber der durch zufällige Nebenumstände modificirten abnormen Form der Ausbildung bezeichnen. Der letzteren wird dann alles schlackige, glasige, schaumige und sphärolitische Gefüge der Grundmasse angehören, der ersteren jede krystallinische und sogenannte kryptokrystallinische Structur. Porphyrtartig ausgeschiedene Mineralien sind dabei gar nicht in Betracht zu ziehen, da sie, wie die weitere Darstellung zeigen wird, bei jeder Form der Ausbildung vorkommen können. Die Ausscheidung der Krystalle bei dieser Art des Gefüges scheint durch einen ersten langsamen, unter hohem Druck erfolgten Act der Erstarrung geschehen zu sein, während allein das Festwerden der Grundmasse nach der Eruption erfolgte. Dass durch die schwankenden Umstände dabei Uebergänge von der normalen in die abnorme Ausbildungsart der Grundmasse stattfinden, versteht sich von selbst.

Beudant hat die Nothwendigkeit einer solchen Trennung der hieher gehörenden Gesteine nach der Structur der Grundmasse erkannt, er erkannte auch die Schwankungen und die Unsicherheit dieses Merkmales, sowie die Zusammengehörigkeit der Gesteine. Da jedoch zu jener Zeit die künstlichen Principien der Systematik allein gebräuchlich waren, so trennte Beudant auf Grund jenes Merkmales das Trachytporphyrgebirge und das Perlsteingebirge. Es ist die erste Gruppe von Gesteinen, welche sich durch die normale Ausbildung auszeichnet und welche wir zur natürlichen Gliederung der hierher gehörenden Gesteine benutzen.

Die ganze nach dem genannten künstlichen Moment ausgeschiedene Abtheilung unter den Rhyolithen ist charakterisirt durch eine Grundmasse von feinkörnig krystallinischem bis kryptokrystallinischem und dichtem Gefüge, wie es häufig bei Quarzporphyren vorkommt, niemals wird es granitisch, oft ist es rauh, zellig und von zerfressenem Ansehen, wie bei dem Trachyt von Drachenfels, zuweilen auch Hornstein und dichtem Quarz auffallend ähnlich. Der Bruch ist bei den rauen Abänderungen uneben, bei den hornsteinartigen flachschalig, das Gestein klingt alsdann unter dem Hammer und zerspringt in schalige Stücke; die Härte ist ungefähr die des Orthoklases, oft auch darüber; die Farben sind helle, vorherrschend weissliche, hellrothe und perlgraue Nüancirungen.

Was den Bestand der Grundmasse betrifft, so liegt zwar keine chemische Analyse von den ungarischen Rhyolithen vor, doch lässt die ausserordentliche petrographische Aehnlichkeit der analogen Gesteine von den Ponza-Inseln schliessen, dass, wie Abich's Analysen bei diesen ergaben, so auch die ungarischen Rhyolithe chemisch vollkommene Aequivalente der Felsitporphyre sein mögen, dass der Kieselsäuregehalt zwischen denselben Grenzen schwankt und die Ausscheidung von freiem Quarz an dieselben Bedingungen geknüpft ist. Die mineralische Zusammensetzung der Grundmasse dürfte hier wie dort von der Menge und Art der in Krystallen ausgeschiedenen Mineralien abhängen und ein Gemenge der bei der jedesmaligen chemischen Zusammensetzung ausscheidbaren chemischen Verbindungen sein, also in den meisten Fällen ein Gemenge von Quarz, Sanidin und Oligoklas in sehr schwankendem Verhältnisse; der Magnesiaglimmer scheint sich immer schon bei hoher Temperatur in Krystallen ausgeschieden zu haben.

Ein Merkmal der Grundmasse des Rhyoliths müssen wir noch erwähnen, welches ihn von allen andern Eruptivgesteinen unterscheidet. Beudant erwähnt, dass den quarzförenden Trachytporphyren häufig Chalcedon in kleinen rundlichen Körnern ineliege, der bisweilen in die Masse selbst übergehe, ihr seinen eigenthümlichen Glanz mittheile und sie schwerer schmelzbar mache. Wahrscheinlich bezeichnet Beudant mit diesen etwas unbestimmten Ausdrücken dasselbe Merkmal, welches ich mehrfach, aber nur bei den kieselsäurereichsten Gesteinen der Gegend von Bereghszász zu beobachten Gelegenheit hatte. Es ist dies das häufige Vorkommen von eingesprengten Körnern eines quarzharten milchweissen und bläulichen, durchscheinenden Minerals mit muschelartigem Bruche und mattem Glanze, welches stark an der feuchten Lippe haftet und alle Eigenschaften des Opals hat. Die Einschlüsse sind von der unregelmässigsten Gestalt und haben noch jetzt auf dem Bruch des Gesteines das Ansehen kleiner gallertartiger Massen. Oft sind sie striemig angeordnet und geben dadurch dem Gesteine ein geflammtes Ansehen, dann erinnert die Erscheinung sehr an gewisse Quarzporphyre von Elfdalen und von Auer in Südtirol, in denen die nicht für die Krystalle verwendete überschüssige freie Kieselsäure dieselbe Zeichnung hervorbringt. Vielen, selbst quarzförenden Gesteinen der Familie

des Rhyoliths fehlt dieses Merkmal. Es scheint einigermassen von der Structur abhängig zu sein; bei felsitischem Gefüge sind die Beimengungen häufig, bei den Zwischenstufen in das hyaline erreichen sie ihren Höhepunkt und sind zuweilen in grosser Masse eingemengt, verlieren sich aber bei zunehmender Rauheit des Gefüges. Da alle Gesteine, in denen diese Einschlüsse vorkommen, sich durch einen auffallend hohen Wassergehalt (bis 12 Percent) auszeichnen, der sich nur aus ihnen herleiten lässt, so darf man dieselben als Kieselsäurehydrat ansehen, dessen Vorkommen in einem Eruptivgesteine auf besondere Bildungsverhältnisse hindeutet, welche wir später erörtern werden.

2. Natürliche Gliederung der Familie des Rhyoliths.

Es wechselt in den Rhyolithen die Art und relative Menge der eingeschlossenen Mineralien und das Verhältniss derselben zur Grundmasse. Das letztere ist wesentlich eine Function der Bedingungen, unter denen die Erstarrung erfolgte, das Erstere hängt hauptsächlich von der chemischen Zusammensetzung ab und gibt ein Bild der Reihung nach den chemischen Gemengen; es wird daher das beste Princip für die natürliche Gliederung der Gesteine abgeben. Wir unterscheiden nach demselben folgende Gruppen:

1. In der Grundmasse liegen nur Krystalle von Quarz (Kelemen-hegy, bei Oroszi, östlich von Bereghszász).

2. In der weissen, stets felsit- oder emailartigen Grundmasse liegen kleine Krystalle von Quarz (meist mit Säulenflächen) und Sanidin, ebenfalls in kleinen Individuen. Dazu kommen zuweilen sparsame schwarze Blättchen von Magnesiaglimmer, in wenigen Fällen auch Kaliglimmer und Granat (Nagy-Mihály). Hieher gehören fast ohne Ausnahme alle Rhyolithe der Hegyallya (besonders Saros-Patak und Telkibánya) und der Gegend von Bereghszász (Bene, Kelemen-hegy, zum Theile Kovászó, Muzsay, Begany, Zapszony u. s. w.), überhaupt alle, welche dem nördlichen Zuge (s. die allgemeine Uebersicht) angehören, so insbesondere noch das Gestein vom Berge Hradek bei Nagy-Mihály.

3. In der, alle rothen, grauen und weissen Farben-Nüancirungen annehmenden Grundmasse liegen sparsamere, aber meist grössere Quarzkrystalle, als bei der vorigen Abtheilung. Sanidin ist meist in grosser Menge vorhanden; bei rauhem, feinkörnigem Gefüge der Grundmasse sind seine Krystalle grösser und rissiger als bei dichter oder geflossener Structur. Schwarzer Magnesiaglimmer in zahlreichen scharf begrenzten, lebhaft glänzenden Blättchen fehlt selten, Hornblende stellt sich zuweilen ein (Hodritsch, Steinmeer). Hieher gehören die meisten Varietäten von Königsberg, Eisenbach und dem Steinmeer bei Schemnitz und der Gegend von Kremnitz, das durch seinen Reichthum an Hornblende ausgezeichnete quarzreiche Gestein des Illovathales und mehrere Rhyolithe aus dem siebenbürgischen Erzgebirge.

4. Kein Quarz. In der Grundmasse liegen nur Krystalle von Sanidin allein, oder von Sanidin, Oligoklas und Magnesiaglimmer, zuweilen auch sporadische Hornblende nadeln. Die Grundmasse bewegt sich in allen, ausser schwärzlich-grauen und schwarzen Farben, und nimmt alle bei dem Rhyolith vorkommenden Structurformen ohne Ausnahme an. Hieher gehört der grösste Theil der Gesteine des südlichen Zuges, also der Gegend von Schemnitz (insbesondere Hlinik) und des siebenbürgischen Erzgebirges, ferner ein grosser Theil der hyalinen Rhyolithe der Hegyallya.

3. Abänderungen nach der Structur.

Jedes Glied aus der Reihe, welche die Berücksichtigung der mineralischen Zusammensetzung der Rhyolithe ergeben hat, ist zahlreicher Modificationen fähig, welche theils durch die Umstände während der Erstarrung der geschmolzenen Masse, theils durch die nachherige Einwirkung von Gas-Exhalationen und Gewässern hervorgebracht wurden. Wir ziehen hier nur die ersteren in Betracht und haben es selbst bei dieser Beschränkung mit einer grossen Zahl der verschiedenartigsten Abänderungen zu thun, die durch zahllose Uebergangsstufen und Combinationen verbunden werden. Oft scheint es kaum möglich, dass man nur die physikalisch verschiedene Ausbildungsstufe derselben Masse vor sich hat, welche man eben als ein ganz verschiedenes Gestein beobachtete, und doch sieht man die directen, unmittelbaren Uebergänge. Beudant trennte, wie erwähnt, das Perlsteinporphyr- vom Trachytporphyr-Gebirge, aber er fühlte bereits, wie künstlich eine solche Eintheilung sei und weist wiederholt darauf hin, dass die Gesteine beider Abtheilungen in einander übergehen. Jetzt, da man durch das Experiment die Bedingungen kennen gelernt hat, unter denen derselbe Glasfluss granitisch, porphyrisch, felsitisch, emailartig, pechsteinartig, obsidianartig, bimssteinartig, sphärolitisch u. s. w. erstarren kann, darf man wohl dieses Moment der äusseren petrographischen Ausbildung nur noch als ein sehr untergeordnetes systematisches Princip der Gesteinslehre ansehen, denn man hat dadurch mit Gewissheit festgesetzt, dass derartige Abänderungen bei Eruptivgesteinen nur in geringem Maasse auf innerer Verschiedenheit beruhen, sondern fast ausschliesslich auf Zufälligkeiten.

Dies möge es rechtfertigen, wenn wir bei der Darstellung des kleinen Gebietes der Petrographie, welches den Gegenstand dieser Arbeit bildet, nicht wie es gewöhnlich geschieht, Obsidian, Pechstein, Perlstein, Bimsstein u. s. w. als selbstständige Glieder des Systemes betrachten, sondern ihnen nur neben Trachyt und Rhyolith den untergeordneten Rang zufälliger Modificationen von Gliedern einer oder der andern der beiden Gruppen beimessen. Wir können darin nur eine für den praktischen Gebrauch und für die Kenntniss der Gesteine erforderliche Spaltung ersehen, deren Werth bei der Anwendung rein wissenschaftlicher Principien sehr herabsinkt.

Als das hervorragendste natürliche Princip für die Anordnung von Eruptivgesteinen nach ihren innersten Molekular- und Structurverhältnissen muss man wohl die Genesis der ersteren ansehen, denn so viel man bisher durch das Experiment festzusetzen vermochte, ist die Structur im Allgemeinen eine Function der atomistischen Zusammensetzung und der Erstarrungsverhältnisse im weitesten Umfange. Die Art und Weise, wie sich die Einwirkung dieser beiden Momente äussert, das heisst also eben die physikalische Ausbildung des Gesteines, wird sich, wenn wir von den Molekülen als letzten Elementen (bis zu den Atomen braucht man wohl kaum zurückzugehen) ausgehen und zu den zusammengesetzteren vorschreiten, in dreifacher Weise zu erkennen geben:

- a. In der Anordnung der Moleküle (zu einer homogenen Grundmasse, zu Krystallen u. s. w.);
- b. in der Anordnung der hierdurch entstandenen Gesteinselemente (zu granitischem, porphyrischem, perlitischem u. s. w. Gefüge);
- c. in den Continuitätsverhältnissen des Gesamtgesteines (Zellen, Blasenräume, Trennungsflächen u. s. w.).

Betrachtet man die Gesteine der Familie des Rhyolithes nach diesen drei aufsteigenden Gesichtspunkten, so müssen sich ihre Structurverhältnisse

organisch gliedern, wenn auch die Mangelhaftigkeit der bisherigen experimentellen Nachahmungen von natürlichen Erstarrungsvorgängen so wie die Oberflächlichkeit der zur Untersuchung der Structur der Gesteine anwendbaren Methoden noch viele und grosse Lücken lassen müssen.

Die Hauptunterschiede der Structur sind in der Art und Weise begründet, wie die Gesteinselemente mit einander in Verbindung treten. Die beiden überhaupt möglichen extremen Fälle sind eine vollständig glasartige Structur ohne jede Beimengung und eine gross-krystallinische Ausbildung ohne abgesonderte Grundmasse. Die zahllosen Zwischenstufen ordnen sich ebenso nach dem petrographischen Charakter wie nach der Art der Entstehung. Jeder Gebirgsart ist ein Theil der Reihe eigen. Die Grenzen der beim Rhyolith vorkommenden Formen der Structur in der Reihe zwischen den beiden möglichen Extremen werden einerseits durch den ursprünglichen Flüssigkeitsgrad der Eruptivmasse, andererseits durch das Maximum in der Langsamkeit der Wärmeabgabe bezeichnet sein; innerhalb dieser Grenzen aber begegnen sie sich in grösstmöglicher Mannigfaltigkeit.

Ehe wir die genannten Gesichtspunkte für die Betrachtung der Familie des Rhyoliths anwenden, scheint es zweckmässig, nach einem weiteren Gesichtspunkte zwei grosse Abtheilungen zu unterscheiden, welche sich nach ihrer Verschiedenheit in der Structur der Grundmasse als hyaline und felsitische Structur bezeichnen lassen. Der Typus der hyalinen Structur ist der Obsidian, der Typus der felsitischen der normal ausgebildete Rhyolith, von dem wir ausgingen. Der ersteren Gruppe gehört im Wesentlichen Beudant's „Perlsteingebirge“, der letzteren das „Trachytporphyrgebirge“ desselben an, die erstere umfasst alle Gläser und Emails mit glas-, fett- und wachsglänzendem Bruch, die letztere die Abänderungen mit felsitischer Grundmasse nach der Definition, mit welcher Gerhard den Namen „Felsit“ aufstellte. Die Grenzen zwischen beiden Abtheilungen sind mehr geologischer Natur, denn vom petrographischen Gesichtspunkte sind sie so unbestimmt, dass nicht nur beide Gruppen in einander übergehen, sondern sogar manche Gesteine mit hyaliner Structur den felsitischen Rhyolithen zugerechnet werden müssen. Wir betrachten die Gesteine jeder der beiden Abtheilungen für sich nach den drei angeführten Gesichtspunkten.

A) Hyaline Structur.

(Grundmasse ein homogenes, amorphes Molekülgemenge.)

Unter der allgemeinen Bezeichnung „Hyaline Rhyolithe“ lassen sich die zahlreichsten, der Masse nach aber untergeordnetsten Ausbildungsformen dieses Gesteines zusammenfassen. Hyaline Structur, überhaupt amorpher und glasiger Zustand einer erstarrten Masse, deutet nach den Erfahrungen bei Glasflüssen und Schlacken auf Zähflüssigkeit der geschmolzenen Masse und Schnelligkeit der Erstarrung hin. Er ist oft mit bedeutendem Wassergehalt verbunden, betrifft aber allemal nur die Grundmasse des Gesteines und ist durchaus unabhängig von jeder Art krystallinischer oder sonstiger Einschlüsse. Wir betrachten daher jedes der Gesteinselemente in seinen Entwicklungsreihen für sich.

I. Gesteinselemente.

a) Grundmasse.

Der Typus der hyalinen Structur ist der vollkommene Glasfluss, in welchem die Moleküle ungeordnet neben einander liegen. Der Repräsentant derselben bei

den Rhyolithen ist wie erwähnt, der Obsidian. Von hier aus finden Abweichungen nach zwei Richtungen statt. Denn 1. ist der Obsidian vollkommen amorph, es tritt ein Uebergang durch emailartige und lithoidische ¹⁾ Structur in die felsitische ein; 2. ist der Obsidian in seiner Masse homogen; das Gestein ändert sich, indem sich dieselbe aufbläht oder in verschiedener Weise absondert. Es ergeben sich hieraus drei Abtheilungen für die histologischen Verhältnisse der Grundmasse. Allen dreien liegt der Obsidian zu Grunde, daher sie stets von ihm ausgehen.

aa) (Masse homogen.) Obsidian - Grundmasse.

Obsidian von der Structur geflossener Gläser ist im Gebiete des ungarischen Rhyoliths selten. Beudant kannte ihn gar nicht. Dem Obsidian der italienischen und mexicanischen Vulcane am nächsten steht derjenige, welchen man bei Tolcsa in Bruchstücken auf den Weinbergen zerstreut findet; er ist rein, frei von irgend welchen Einschlüssen, von schwarzer Farbe und grossmuscheligem Bruche. Professor Hazslinszky fand hier auch blauen, tachylithartigen Obsidian. Weniger charakteristisch findet er sich bei Szántó an dem langgezogenen Tuffgehänge, westlich vom Orte; er ist hier in zahlreichen Bruchstücken in einem feinen Bimssteintuff eingeschlossen, hat schwarze Farbe, splittrigen Bruch, zerbröckelt leicht in stumpfeckige Stücke, ist undurchsichtig und führt einzelne, scharf begrenzte Sanidinkristalle. Ausser an diesen beiden Orten in der Hegyalja habe ich reinen Obsidian nirgends in dem vulcanischen Gebiet beobachtet. Dagegen findet er sich zuweilen als eine Erstarrungsmodification wirklicher Trachyte, so bei Erdöcske südöstlich von Eperies und bei Huszth in der Mararosch.

Pechsteinartige Grundmasse (*Perlite retinitique* Beud.) wurde bisher nur von Beudant bei Szent Endré im Visegráder Trachytgebirge beobachtet. Das Gestein ist glasig, fett, glänzend, mit muscheligem Bruch und scharfen Bruchstücken; es enthält glasige Feldspathkrystalle und kugelige Absonderungen von Chalcedon oder Opal. Structur körnig, mit unregelmässiger Absonderung. Uebergänge in das Lithoidische. Farbe grünlich-grau ins Gelb- und Grünlichweisse, Glimmerkrystalle deutlich, stark glänzend. Charakteristisch ist das Vorkommen zahlreicher Granaten. Die Härte hat Beudant nicht angegeben.

Lithoidische Grundmasse (z. Th. die Grundmasse von Beudant's *Perlite lithoïde globuleux* und *Perlite lithoïde compacte*). Sehr häufig sind, insbesondere bei stromartig aus Kratern geflossenen Rhyolithen, jene Modificationen, welche Friedrich Hoffmann als „steinige Feldspathlaven“ bezeichnete. Ihre Eigenschaften schwanken in weiten Grenzen, alle aber haben einen hohen Härtegrad gemeinsam, welcher dem des Quarzes gleich- oder wenigstens nahe kommt. Dadurch unterscheiden sie sich auch stets vom Pechstein, mit dem sie zuweilen im Gesteinscharakter Vieles gemein haben. Die Grundmasse, welche dem Obsidian am nächsten steht, zeichnet sich von ihm durch den sehr unvollkommen muschligen, etwas splittrigen Bruch aus, an die Stelle des lebhaften Glasglanzes

¹⁾ Der Ausdruck „*lithoïde*“ (*λιθοειδής*) hat bei den französischen Petrographen schon eine ganz bestimmte Bedeutung gewonnen; das deutsche Wort „steinartig“ das in demselben Sinne gebraucht wurde, ist zwar analog gebildet, aber in seinem Begriff unbestimmt und daher wieder verlassen. Da man in Folge dessen für den unvollkommenen hyalinen Zustand, welcher zwischen hyalinem und felsitischem (dichtem, mikrokrySTALLINISCHEM Feldstein) Gefüge mitten inne steht, keine geeignete Bezeichnung hat, so scheint es geeignet, das Wort „lithoidisch“ in dem Sinne, in welchem Beudant es anwendet, an die Stelle von „steinartig“ zu setzen.

tritt schwacher Fett- und Wachsglanz, die Durchscheinheit an den Kanten verschwindet. Diese ersten Uebergangsstufen treten in sehr charakteristischer Weise an der rechten Thalwand des kleinen Gönczer Thales westlich von Telkibánya in bedeutenden Felsmassen auf. Durch Verschwinden des Glanzes bis zum unvollkommenen Wachsglanze, und Eintreten vollkommener Undurchsichtigkeit entfernen sich die Ausbildungsformen der Grundmasse mehr und mehr vom Typus des Obsidians und werden porzellanartig. Es tritt zu der schwarzen Farbe vorherrschend eine dunkel-ziegelrothe, und diese beiden wechseln bald in derselben Masse, bald tritt jede selbstständig auf. Auch perlgraue und andere Färbungen kommen vor. An den Vulcanen von Telkibánya, Szántó, Mád, Tokay, ferner bei Tolcsva, Sárospatak und Ujhely treten Gesteine mit dieser Grundmasse in grosser Verbreitung, aber immer nur in untergeordneter Lagerungsform auf. Gebirgsbildend fand ich sie nur bei Bereghszász, wo sie den bedeutenden Kaszonyer Berg allein zusammensetzen. Die dunkel gefärbten Abänderungen behalten immer gewisse Kennzeichen, welche sie den hyalinen Gesteinen verbinden, theils im Glanz und Bruch; in denen sie sich stets mehr dem amorphen, als dem mikrokrySTALLINISCHEN Gefüge nähern, theils in einer eigenthümlich fein-lamellaren Anordnung, auf welche wir später genauer eingehen. In den heller gefärbten aber findet ein unmerklicher Uebergang in die felsitischen Ausbildungsformen der Grundmasse statt. Wo man das Gestein auf grössere Erstreckung verfolgen kann, wird man nie in Zweifel sein, ob man es mit dem Gliede der einen oder der anderen Gruppe zu thun hat, in einer Reihe von Handstücken aber tritt die Unbestimmtheit des petrographischen Charakters mehr hervor.

Da die reinsten Typen der anderen Structurformen der hyalinen Rhyolithen bereits mit besonderen Namen belegt sind, so scheint es zweckmässig, auch diese besonders zu bezeichnen; ich werde im Verlaufe dieser Arbeit den lithoidischen Rhyolith aus der hyalinen Abtheilung als

Lithoidit

bezeichnen und dabei von jeder Beimengung oder Absonderungsform ebenso absehen, wie man dies bei der Anwendung des Namens „Bimsstein“ zu thun pflegt. Das Wesen des Lithoidits besteht in der lithoidischen Structur seiner Grundmasse, gegenüber der Bimsstein-, Perlit- und Obsidian-Structur der anderen Abänderungen. Der Name soll nichts als eine Uebersetzung des bisher gebräuchlichen von Friedrich Hoffmann sein.

Wir müssen hieher auch noch eine Modification der Grundmasse stellen, welche sich ausschliesslich bei geflossenen Laven findet und ausserdem mit den Gesteinen der hyalinen Structur die fein-lamellare Anordnung gemein hat. Es ist dies ein blassröthliches, vollkommen hornsteinartiges und kieselreiches, quarzhartes Gestein mit zahlreichen Hohlräumen, welches im Gönczer Thal bei Telkibánya, bei Tolcsva und an wenigen anderen Orten auftritt.

bb) (Masse schaumig aufgebläht.) Bimssteinstructur

ist dem Rhyolith der Gegend von Tokay in ausgedehntem Maasse eigen. In allen anderen Gegenden ist sie untergeordnet. Abich kam bei seinen wichtigen Untersuchungen über die Bimssteinstructur zu zwei Hauptresultaten: 1) dass der Bimsstein ein physikalischer Ausdruck für den bald faserigen, bald haarförmigen, bald mehr schaumigen Zustand ist, welchen die Glaslaven oder Obsidiane der ganzen trachytischen, durch glasigen Feldspath charakterisirten Gesteinsreihe unter gewissen Umständen annehmen können, und 2) dass die beiden Zustände, der schaumige und der faserig-haarförmige, zwei natürlichen Gruppen entsprechen, in welche

die ganze Bimssteinfamilie getheilt werden kann. Das erstere war bereits früher insbesondere von Buch, Humboldt, Beudant und Anderen geahnt worden, erhielt aber erst durch Abich's bekannte Versuchsreihen seine Bestätigung, das letztere Resultat erhielt derselbe durch Vergleichung einer grösseren Anzahl von Analysen. Die schaumigen Bimssteine von schmutzig grauer und graulichgrüner Färbung haben mehr rundliche, „gleichsam durch centrale Expansion bewirkte“ Poren, die oft in weite Höhlungen übergehen, sind kieselsäure-ärmer und enthalten stets mehr Natron als Kali; die faserig-haarförmigen Bimssteine sind weiss und seidenglänzend, die Poren sind mehr nach Längendimensionen entwickelt, das specifische Gewicht ist niedriger, der Gehalt an Kieselerde höher, während die Basen zurücktreten und das Kali an Menge das Natron überwiegt¹⁾. Abich führt daher den Ursprung der faserig-haarförmigen Bimssteine auf quarzführende, der schaumigen auf quarzfreie vulcanische Basis zurück, jener auf „Trachytporphyr“, dieser auf Phonolith, Trachyt und Andesit.

Diese Resultate von Abich erhalten in den ungarischen Gebirgen, besonders in der Hegyallya, eine auffallende Bestätigung. Denn so weit hier Bimssteine dem Rhyolith verbunden sind, sind es nur die faserig-haarförmigen Formen mit vorwaltender Längendimension in den Hohlräumen. Unter den Rhyolithen wiederum scheinen quarzführende Abänderungen das Material für die Bimssteine gegeben zu haben. Die untermeerischen Eruptionen, mit welchen sie die vulcanische Periode eröffneten, veranlassten die ausgedehnten Ablagerungen von Bimssteinconglomeraten, welche die Grundlage des Rhyolithgebirges in der ganzen Hegyallya bilden. Weiter gegen Westen sind die Beziehungen des Bimssteins zu quarzführenden Rhyolithen besonders deutlich.

Herr Wolf sammelte Bimssteine von Szent Peter bei Miskolcz, welche ohne Zweifel denselben Eruptionen wie die der benachbarten Hegyallya angehören und bei einem ausgezeichnet haarförmigen Gefüge mit Seidenglanz und weisser Farbe eine grosse Menge gut ausgebildeter Quarzkrystalle führen. Weniger vollkommen fand ich sie im Bimssteine des Sarok-hegy bei Bereghszász.

Die Unterschiede des Bimssteingefüges sind aber nicht nur eine Function der chemischen Zusammensetzung, sondern auch der physikalischen Ausbildung der Grundmasse, welche durch die schaumige Aufblähung eine solche Textur annahm. Wir haben im Vorigen der obsidianartigen und lithoidischen, ferner bei dem normalen Rhyolith der felsitischen Structur der Grundmasse erwähnt und werden sogleich noch die perlitische besprechen. Alle diese Modificationen sind einer Bimssteinisirung fähig. Für den Obsidian ist dies längst bewiesen und

¹⁾ Die mittlere chemische Zusammensetzung ist nach Abich folgende:

	1. Schaumiger Bimsstein	2. Faserig-haarförmiger Bimsstein
	(Sauerstoff)	(Sauerstoff)
Kieselerde.....	61·60 = 32·00	71·88 = 37·34
Kieselerde mit Titansäure.....	0·73	0·24
Thonerde.....	16·85 = 7·86	11·32 = 5·28
Eisenoxyd.....	5·23 = 1·54	3·94 = 1·20
Kalkerde.....	1·46 = 0·40	0·76 = 0·21
Talkerde.....	1·47 = 0·56	0·58 = 0·22
Kali.....	3·12 = 0·52	3·47 = 0·58
Natron.....	6·88 = 1·76	5·59 = 1·42
Chlor und Wasser.....	1·99 = 1·76	2·18 = 1·93
	99·35 = 1:3:10	99·96 = 1:3:17
Formel.....	$\text{R}^2\text{Si}^4 + 3\text{R}\text{Si}^2 + \frac{1}{2}\text{H}$	$\text{R}\text{Si} + \text{R}\text{Si}^3 + 5\text{Si} + 1\text{H}$
Specifisches Gewicht.,.	2·4110	2·3709

Beispiele vom Vesuv, von Teneriffa und anderen Gegenden bekannt. In Ungarn sind „Obsidian-Bimssteine“, wie Haüy und Beudant sie nannten, selten; ich fand sie bei Szántó und Telkibánya, aber nur unvollkommen. Um so häufiger sind hier die „Perlitbimssteine“. Am Sarok-hegy bei Bereghszász ist der Übergang des Perlits in dieselben deutlich zu beobachten. Der Perlit ist oft lamellar abgesondert. Durch die gleichzeitige Streckung nach einer Richtung, die Verlängerung der Zwischenräume zu capillaren Röhrchen oder unendlich dünnen Trennungsräumen und durch die allmähliche Verbreitung derselben wird nach und nach die ganze Masse zu einem faserigen Bimsstein aus einander gezogen; aber niemals geht die Perlitstruktur ganz verloren, sondern bleibt durch eine allgemeine Anordnung in kleine neben einander liegende Sphäroide erkennbar. Die vorwaltende Neigung der hyalinen Rhyolithe Ungarns zur Perlitbildung begünstigt natürlich ausserordentlich die Entstehung von Perlitbimssteinen und man findet diese allenthalben, wo die glasigen Laven untermeerisch flossen, so besonders wieder bei Telkibánya an den Abhängen gegen den Gönczer Pass.

Alle anderen Bimssteine, welche durch Schaumigwerden einer lithoidischen oder felsitischen Grundmasse entstehen, sind viel unvollkommener und haben mehr ein poröses als ein faseriges oder schaumiges Gefüge. Man beobachtet den Übergang aus felsitischer Structur deutlich an den quarzföhrnden Rhyolithen zwischen Bene und Kovászó bei Bereghszász, aus lithoidischer am Vulcan im Dorfe von Telkibánya.

cc) (Masse regelmässig concentrisch. Lamellar abgesondert.) Perlit-Grundmasse.

Auch diese Textur der Rhyolithe entspringt aus dem Obsidian und ist mit ihm durch zahlreiche Übergangsstufen verbunden. Bereits in dem oben beschriebenen Obsidian von Szántó ist eine solche durch das Zerbröckeln in stumpfeckige Stücke und die gekrümmten Bruchflächen angezeigt. Weit vollkommnere Zwischenstufen finden sich am Sarok-hegy bei Bereghszász, wo sie durch die zahlreichen Weinkeller gut aufgeschlossen sind. Die schwarzgraue, in's ölgrüne neigende Färbung, die Durchscheinheit, das krummflächige des Bruches, die sporadischen, concentrisch-schaligen, kugeligen Einschlüsse nähern viele der Obsidiangesteine dieses Berges sehr dem Perlit, der dann auch in charakteristischer Ausbildung und in ausserordentlich grossen Massen auftritt. In der beschriebenen obsidianartigen Grundmasse liegen Sanidinkrystalle und excentrisch-strahlige Kügelchen. Ähnliche Übergangsstufen finden sich bei Kis-Kér, nordwestlich von Szántó, im Gönczer Thal bei Telkibánya und an vielen andern Orten.

Perlit (Perlstein) ist ein vorwaltendes Glied unter den vulcanischen Gesteinen Ungarns; wurde von hier zuerst durch Esmark, später durch Beudant's vortreffliche Beschreibung bekannt. Das körnige Gefüge des Gesteines, die concentrisch lamellare Absonderung der einzelnen Körnchen in unendlich dünnen Häutchen, ihre neben und in einander gepresste Anordnung, die innige Verwebung der äusseren Lamellen mit einander, die meist perlgraue und lavendelblaue Färbung, alle diese Eigenthümlichkeiten des typischen Perlitgefüges sind zu bekannt, um sie ausführlich zu wiederholen. Er hat immer Glas oder Perlmutterglanz. Dies und das glasige oder emailartige Gefüge der einzelnen Lamellen lässt den Perlit nur als eine Modification des glasigsten Obsidians erscheinen, während alle lithoidischen Abänderungen des Rhyoliths nur unvollkommen und die felsitischen niemals zur Perlsteinbildung neigen. Beide Gesteine, Obsidian und Perlit, haben daher

die Zeichen einer schnellen Erstarrung gemein. Allein es müssen sowohl zu dem glas- oder emailartigen Zustand der letzten molekularen Anordnung als zu der concentrisch-sphärischen Absonderung in unendlich dünnen Lamellen noch andere Umstände mitwirken. Denn jene erste Bedingung (die schnelle Erstarrung) war auch bei dem ganz gleichen chemischen Gemenge des Quarzporphyrs oft gegeben, und doch hat derselbe niemals eine perlitische und nur äusserst selten eine obsidianartige Ausbildung. Bei ihnen walten die Pechsteine vor und diese scheinen wiederum dem Rhyolith fremd oder nur sporadische Ausnahmserscheinungen zu sein. Die Gründe, welche hier Perlitgefüge, dort Pechsteingefüge verursacht haben, müssen somit hauptsächlich auf einer inneren Verschiedenheit beruhen. Ein wesentlicher Unterschied scheint in dem hohen Wassergehalt der Pechsteine zu liegen. Es lässt sich aus Daubrée's Versuchen folgern, dass das Wasser bei der Glühhitze in so bedeutender Beimengung die Silicate in Lösung halten mag, und es mag dadurch allerdings leicht ein längeres Verharren der Masse im homogenen Zustand bewirkt werden. Doch reicht dies wohl zur Erklärung noch bei weitem nicht hin. Noch schwieriger scheint das Verhalten zum Bimsstein. Beide enthalten ungefähr eine gleiche Menge Wasser. Abich hat einen Fingerzeig für die Erklärung durch die Beobachtung gegeben, dass bei dem Perlit im Verhältniss zum Bimssteine die Erden bei weitem die Alkalien überwiegen und da die letzteren bei der Bimssteinbildung eine so wichtige Rolle zu spielen scheinen, so dürfte in der That dieser innere Unterschied den nächsten Weg zur Erklärung der verschiedenen petrographischen Ausbildung geben, um so mehr als das geognostische Auftreten beider Modificationen und alle damit verbundenen äusseren Umstände der Erstarrung oft so vollkommen gleich sind, dass der Versuch zur Erklärung nur auf innere Unterschiede im chemischen Gemenge zurückgehen kann. Die vorhin erwähnten Zwischenstufen, welche durch die Bimssteinartige Aufblühung der Perlite hervorgerufen werden, stellen den natürlichen Uebergang beider Modificationen der Structur dar.

Weit häufiger als die typischen Perlite, finden sich unvollkommene Ausbildungsstufen, theils durch die allmälige Entwicklung aus dem Obsidian, theils durch die genannten Uebergänge im Bimssteine, theils endlich durch ein Verschmelzen der einzelnen Lamellen zu kleinen homogenen, durchscheinenden, perlgrauen und bouteillengrünen Partien. Es entstehen dadurch analoge Einschlüsse, wie der Marekanit im Perlit der Marekanka im östlichen Sibirien, nur sind sie weit geringer an Grösse und Vollkommenheit. Sie scheinen auf einem Zusammenfallen der aufgelösten Masse wie bei dem überhitzten Bimsstein zu beruhen.

b) Einschlüsse.

Eine nicht minder grosse Mannigfaltigkeit wie in der Ausbildung der Grundmasse, herrscht in den Einschlüssen, welche sie meist enthält; es sind:

aa) Krystalle.

Fast alle für den normalen Rhyolith als charakteristisch angeführten Mineralien finden sich auch bei hyalinem Gefüge der Grundmasse.

Quarz wurde von Esmark im Perlit von Tokay beobachtet. Ausserdem kommt er in sehr bedeutender Menge in einem feinkörnigen, aber sehr glasigen Perlit von Königsberg bei Schemnitz vor. Im Ganzen ist er eine seltene Erscheinung. Sanidin und schwarzer Glimmer sind um so häufiger, ersterer meist in gerundeten, an den Kanten abgeschmolzenen Krystallen, letzterer in lebhaft glänzenden, scharf begrenzten Blättchen. Uebersaus zahlreich finden sich beide

zusammen in dem genannten Gesteine von Königsberg. Das Vorkommen dieser verschiedenen Krystalle steht mit dem der Sphärolite in gar keinem Zusammenhang, da sie sehr häufig allein in bedeutender Entwicklung vorhanden sind, während von jenem keine Spur wahrzunehmen ist und umgekehrt. Die Grundmasse aber kann in beiden Fällen genau die nämliche sein. Somit stellen sich zwei Bildungsvorgänge heraus, welche in der Entwicklung der Grundmasse übereinkommen, aber durch die Ausbildung der ausscheidbaren Bestandtheile, vielleicht auch durch die Art derselben, von einander abweichen. Gehen wir zunächst auf die Krystalle ein, so dürfte für sie kaum ein anderer Vorgang anzunehmen sein als für diejenigen im normaler Rhyolith. Es sind die bei der langsamen Abkühlung im Erdinnern allmählig ausgeschiedenen Verbindungen vom höchsten Erstarrungspunkt. Bei der Umschmelzung wurde das Gestein meist nicht hoch genug erhitzt um dieselben mit dem allgemeinen Magma zu vereinigen. In einigen Fällen reichte die Höhe der Temperatur hin, um den glasigen Feldspath an den Kanten rund zu schmelzen, in anderen Fällen wurde er ganz geschmolzen, der Quarz blieb allein in Krystallen übrig und in noch anderen endlich verschwand auch dieser in der Masse. Die Art, die Gestalt und die Menge der eingeschlossenen Krystalle scheinen darnach einen Maassstab für die Temperatur abzugeben, welche das Gestein bei der Eruption hatte.

bb) Sphärolite.

Auf wesentlich anderen Vorgängen scheint die Bildung der excentrisch-strahligen krystallinischen Aggregate zu beruhen, welche man mit dem Namen Sphärolite bezeichnet hat. Sie sind offenbar durch die Erstarrung an der Erdoberfläche gebildet, also im Verhältniss zu jenen isolirten vollflächigen Krystallen durchaus secundärer Natur. Wie die perlitische Absonderung nur der obsidian- und emailartig erstarrten Grundmasse eigen ist, so treten sphärolitische Ausscheidungen auch vorwaltend und in grösster Vollkommenheit in diesen auf, finden sich aber in äusserster Kleinheit auch bei den später zu betrachtenden, dem Felsit sich nähernden Modificationen der Structur.

Die Sphärolite sind kugelige Ausscheidungen von mikroskopischer Kleinheit bis zum Durchmesser von 1 bis 2 Zoll. Sie liegen scharf begrenzt in der Grundmasse, so dass sie sich oftmals leicht herauslösen lassen, und sind an der Oberfläche theils mit kleinen krystallinischen Hervorragungen besetzt, theils nierförmig und glatt. Die Farbe ist sehr verschieden und wechselt oft zonenweise in derselben Kugel. Vorherrschend sind gelbliche Färbungen, doch ist auch ein Hinneigen ins Weissliche und Bouteillengrüne nicht selten. An einigen Orten endlich kommt Perlgrau und Bläulichschwarz vor. Die innere Anordnung ist im Allgemeinen excentrisch-strahlig, man erkennt gewöhnlich die einzelnen Strahlen als pyramidale Krystallbündel, welche von der Mitte auseinanderlaufen und mit den angedeuteten Höckern an der Oberfläche endigen.

Indessen ist die innere Anordnung nicht immer so deutlich, oft verschwindet die krystallinische Structur, die Krystallbündel werden zu unbestimmten Keilen, die zu einer Kugel zusammengefügt sind. Nach einem wahrscheinlich sehr unwesentlichen Merkmale lassen sich folgende zwei Arten von Sphäroliten unterscheiden: 1. einfach excentrisch-strahlige kugelige Bildungen ohne sichtbaren Einschluss im Mittelpunkte, und 2. solche mit einem Sanidinkrystall im Centrum.

Die erstere Form der Sphärolitbildungen ist nirgends deutlicher als an einem an Höhlungen reichen quarzführenden Rhyolith von Königsberg bei Schemnitz, von dem ich einige Stücke in der Sammlung der geologischen Reichsanstalt fand. Das Gestein ist an einem frischen Stück von schmutzig-blassröth-

licher Farbe, an einem stark zersetzten, weiss mit okergelben parallelen Streifen. Es enthält Quarzkrystalle in mässiger Menge, sehr viel Sanidin, wenig Glimmer und Spuren von Hornblende. Alle diese Krystalle sind deutlich ausgebildet und scharf begrenzt und liegen in einer Grundmasse, welche bei oberflächlichem Ansehen dicht scheint, aber bei geringer Vergrösserung sich in ein Agglomerat kleiner, radialfaserig-kugeliger Gebilde von $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ Linien Durchmesser auflöst. Sie liegen dicht neben einander und greifen in einander ein. Am vollkommensten sind sie, wo auf kleine Erstreckung das Gestein krystallfrei ist, die Flächen gleichen dann den bekannten Wavellitdurchschnitten. Grosse Krystalle stören die Regelmässigkeit, die excentrisch-strahligen Bündel lagern sich verworren herum; kleine Krystalle aber bilden häufig das Centrum einer Kugel, oder liegen auch seitwärts darin. In die kleinen Höhlungen des Gesteines endigt das Kugel-Agglomerat mit nierförmig-traubiger Oberfläche, die jedoch zuweilen den Charakter kleiner, in ähnlicher Weise gruppirter Krystallendigungen annimmt. Nirgends habe ich wie hier das ganze Gestein in dieser Art angeordnet gefunden. Doch kommen häufig Sphärolite der beschriebenen Art in dichter Grundmasse zerstreut vor. Es ist klar, dass diese Erscheinung der bekannten, vom sogenannten Réaumur'schen Porzellan ganz analog ist und dies lässt auch auf eine Analogie des Bildungsvorganges schliessen. Es ist eine bekannte, in neuester Zeit besonders durch Hausmann's Untersuchungen ¹⁾ festgestellte Thatsache, dass die Gesamtmasse des Glases bei dem Uebergange in den krystallinischen Zustand die chemische Zusammensetzung nicht ändert. Dartigues, Berzelius und später Pelouze haben daher angenommen, dass das Glas ohne Mischungsveränderung einfach aus dem amorphen in den krystallinischen Zustand übergehe, während Dumas zu zeigen suchte, dass sich auch ohne eine Aenderung in der Zusammensetzung der gesamten Glasmasse Verbindungen von anderen chemischen Verhältnissen ausscheiden können, indem das Glas eine Verbindung vieler Silicate sei, von denen das strengflüssigste zuerst ausscheiden müsse. Dumas verglich die Bildung des Réaumur'schen Porzellans mit dem krystallinischen Erstarren eines Gemenges fetter Säuren. Beim Erstarren werde jede einzelne Säure für sich krystallisiren und wenn man auch in der faserigen Masse die einzelnen Säuren nicht erkennen könne, so sei die erstarrte Masse doch nicht mehr homogen zu nennen. Es dürfte kaum gewagt erscheinen, dies unmittelbar auf die in Rede stehende Art der Sphärolitbildung im hyalinen Rhyolith anzuwenden und auch hier die krystallinische Anordnung gewisser stöchiometrischer Verbindungen von hoher Erstarrungstemperatur mitten in dem amorphen Silicatgemenge anzunehmen, so zwar, dass zwischen den radialen Nadeln Theile der amorphen Masse zurückbleiben. An einigen Kugeln des Vulcans Jeimu scheint dies wegen der bedeutenden Beimengungen im Innern ganz deutlich ²⁾.

Um nun eine solche molekulare Umänderung hervorzubringen, scheinen nach den Erfahrungen bei der Bildung des Réaumur'schen Porzellans zwei Bedingungen erforderlich, eine für unsere Begriffe bei den Experimenten langsame Erstarrung und eine Erhitzung, durch welche die Masse nur erweicht und

¹⁾ Hausmann, Bemerkungen über die Umänderungen des Glases. — Studien des Göttingischen Vereins bergmännischer Freunde. Bd. VII, Hft. 1, S. 1 ff. 1856.

²⁾ Die Ansicht von Delesse (*Recherches sur les roches globuleuses*; — *Bull. Soc. géol. Ser. II, Bd. IX, S. 431 ff., 1852*), dass der Ueberschuss der *roches globuleuses* an Kieselsäure die Hauptursache zur Bildung der kugeligen Ausscheidungen war, lässt sich hiermit wohl vereinbaren. Indessen dürfte sie doch vielleicht nicht immer Anwendung finden, so besonders nicht für das genannte Gestein von Königsberg, wo bereits die freie Kieselsäure als Quarz ausgeschieden war, als die Sphärolitbildung begann.

nicht geschmolzen wird. Beide Umstände müssen wir aber ohnehin bei unseren sphärolitisch ausgebildeten Gesteinen voraussetzen, denn dass die Temperatur nicht besonders hoch war, beweist die Erhaltung der eingeschlossenen Quarz- und Sanidinkrystalle; sie machen den Schluss auf einen hohen Grad der Strengflüssigkeit nothwendig. Die Erstarrung aber wird meist noch unendlich viel langsamer vor sich gegangen sein, als wir sie durch die künstlichsten Mittel auszu dehnen vermögen.

Excentrisch-strahlige Kugeln mit einem Sanidinkrystall im Mittelpunkte sind noch häufiger als ohne erkennbaren Einschluss. Schon in dem Gesteine von Königsberg liess sich hin und wieder der Fall beobachten, dass ein Sanidinkrystall mitten in einem Sphärolite liegt, theils im Centrum, theils seitwärts. Allein die grösseren Krystalle wirkten dort schon mehr als störende Elemente für die Regelmässigkeit. In einigen anderen Gesteinen, besonders in Laven des Vulcaus Sujum bei Szántó findet sich regelmässig die Anordnung, dass die feinen radialen Fasern von einem centralen Sanidinkrystall ausgehen. Meist sind alsdann die Kugeln von bedeutenderer Grösse und zerstreut angeordnet.

Bei Tolcsva und bei Erdöbénye finden sich in Perliten noch andere eigenthümliche Gebilde, welche man wohl nur mit den Sphärolithbildungen vergleichen kann. Es erscheinen nämlich auf jeder beliebigen Bruchfläche radial auseinanderlaufende Strahlenbüschel von 1 bis 2 Zoll Durchmesser; jeder Strahl verläuft in einer gekrümmten, unregelmässigen Linie und gabelt sich mehrfach. Es ist die deutliche Wirkung eines krystallinischen Anschliessens in einem homogenen Magma. Das letztere trennt mit seiner dunkleren Farbe die helleren fadigen Strahlen. Es sind natürlich diese Gebilde nichts als grosse Sphärolite, die nach aussen in die lockeren fadigen Büschel verlaufen und sich dadurch gegenseitig berühren.

cc) Lithophysen.

Die höchst eigenthümlichen, schon aus vielen Rhyolithgebieten bekannten Ausscheidungen, welche wir aus sogleich zu erörternden Gründen mit diesem Namen belegen, scheinen früher bei den ungarischen Gesteinen unter die Sphärolite gerechnet worden zu sein. Sie haben aber mit diesen nichts gemein als das Umschlossensein von einer rhyolithischen Grundmasse, und sind durchaus von ihnen zu trennen.

Die Lithophysen sind erbsen- bis faustgrosse Einschlüsse von knolliger, meist birnförmiger Gestalt, oft, wenn sie regelmässig sind, einem noch vom Schleier umschlossenen Fliegenpilz nicht unähnlich. Die Ausfüllungsmasse concentriert sich in dem unteren schmalen Theile und erhebt sich in mehreren kelchförmig nach aussen gebogenen und gemeinschaftlich die Wände erreichenden Lamellen in dem oberen leeren Raume. Von hier aus biegen sich einige andere uhrglasförmig convexe Lamellen nach oben und überwölben die unteren Räume. Dieses allgemeine Schema wiederholt sich mit grosser Regelmässigkeit und ist besonders auf Durchschnitten deutlich, wo sie an die regelmässige Anordnung der Wände in dem Durchschnitte eines Schneckengehäuses erinnern. Die einzelnen Blätter sind mit einer scheinbar fremdartigen Substanz überzogen, welche auf den nach oben gerichteten in verticalen gekörnten Linien, auf dem uhrglasförmig gewölbten aber zellenartig angeordnet ist, zuweilen auch stalaktitisch herabhängt. Von dieser regelmässigen Anordnung finden mancherlei Abweichungen Statt, indem die Form der Zelle nach Einer Breitenrichtung ausgedehnt erscheint und der ganze Raum sich von einer scharfen Kante an der unteren Seite aus entwickelt, wie bei den Achatmandeln von Ilefeld, oder indem die inneren

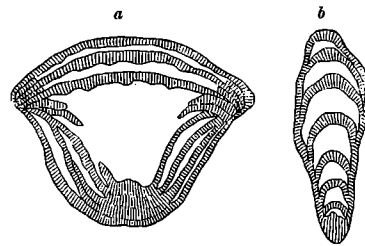
Lamellen verschwinden und nur ein einziger Hohlraum zurückbleibt, dessen Wandungen mit der erwähnten Substanz striemig überzogen sind und meist mehrere nach innen vorspringende horizontale Leisten haben. Zuweilen sind die Zellen bei geringem Querdurchmesser stark von unten nach oben in die Länge gezogen, dann sieht man darin nur die uhrglasförmigen, nach oben gewölbten Lamellen, welche auf Durchschnitten einer solchen Zelle täuschend das Ansehen einer Reihe von Kammern eines Ammonitengehäuses haben. Zuweilen häufen sich die weiteren Hohlräume in solcher Weise, dass sie sich in einander verschlingen und nur noch scharf einspringende Kanten ihre ursprüngliche Trennung anzeigen. Das Gestein bildet dann oft nur noch einen grosshöhligen Zellenstock.

Die Lithophysen finden sich nur bei ausgesprochener Perlsteinstructur der Grundmasse, oft neben Sanidinkrystallen. Die feste Substanz innerhalb der Höhlungen ist von weisslicher Farbe und hat Quarzhärte, daher entweder als reine Kieselerde oder als ein daran sehr reiches Silicat anzusehen.

Sichere Schlüsse auf die Bildungsvorgänge würden sich nur durch die genauesten chemischen Analysen aufstellen lassen. Nur Weniges lässt sich mit Bestimmtheit darüber sagen. Beginnen wir bei dem letzten Act, der Entstehung der Massenanordnung im Innern, so ist dieser ziemlich klar. Offenbar hat sich ein Gas entwickelt, denn das Gestein ist, wie die oft vorkommende lamellare Zeichnung der umgebenden Grundmasse beweist, aus einander getrieben, aber nicht gewaltsam, sondern allmählig, da die einzelnen Schichten des Gesteines sich genau den Krümmungen des Hohlraumes anschmiegen. Das Gas hat sich ferner aus der eingeschlossenen Substanz entwickelt, denn die hohlen Räume stehen nur in Beziehung zu dieser und kommen in der Gesteinsmasse nicht vor. Sie sind ferner erst nach der erwähnten schichtweisen Anordnung des Gesteines entstanden, mithin muss das Gas vorher in festem oder flüssigem Zustande an die eingeschlossene Substanz gebunden gewesen sein. Jene uhrglasförmigen Schalen bezeichnen eben so viele blasenartige Auftreibungen der Substanz, durch das sich entwickelnde Gas, mithin muss jene bei dem Freiwerden des Gases äusserst zähe gewesen sein. Die weiter sich entwickelnden Blasen waren in den breiteren Räumen zu wenig convex und fielen in der Mitte zusammen, so dass jene kelchartig herabgebogenen, an der Seite zum Theile zerrissenen Blätter entstanden, welche wir erwähnten. In anderen Fällen, wo der Hohlraum schmal und lang ist, sind alle Blätter convex geblieben; es entstand die den Kammerwänden von Ammoniten ähnliche Anordnung.

Es ist diese deutliche Bildung durch successive blasenartige Auftreibung, welche uns zu der Benennung „Lithophysen“ veranlasst.

Ist somit der zweite Act der Bildung dieser eigenthümlichen Einschlüsse durch ihre Structur völlig klar, so entsteht nun die Frage, wie und wodurch wurde die Substanz der Einschlüsse aus den Gesteinen ausgeschieden, und was für Gase entwickelten sich daraus? Die Beantwortung kann man nur auf dem Wege des Experimentes erwarten. Doch scheinen die schönen Versuche von Daubrée bereits einiges Licht auf den Vorgang zu werfen. Sie ergaben das Resultat, dass Wasser bei einer Temperatur von 400° C. unter hohem Drucke alle Bestandtheile des Glases löst und diese sich bei der Erkaltung als verschie-



Querdurchschnitte von Lithophysen.
a gewöhnliche Form, b nach der Längensaxe ausgegedehnte Form.

dene, zum Theile wasserfreie Verbindungen in Krystallen ausscheiden. Kommt nun eine geringe Wassermasse bei noch weit höherem Drucke und höherer Temperatur in Verbindung mit einem Gemenge von hohem Kieselsäuregehalt, so wird sie Hydrate mit demselben bilden und zugleich den allgemeinen Schmelzpunkt bedeutend erniedrigen, so dass eine rothglühende Masse nach der Vereinigung mit Wasser als zähflüssige Lava dem Vulcane entsteigen kann. Wenn sich dabei irgend ein Hydrat in einzelnen Partien im Gesteine ausgeschieden hat, so wird leicht der beschriebene Vorgang eintreten, denn ein Theil des Wassers kann bei dem durch die Eruption verminderten Drucke nicht in Verbindung bleiben und entwickelt sich gasförmig. Er treibt die zähe Gesteinsmasse aus einander, kann aber nicht entweichen, und so müssen jene Gebilde entstehen.

Es scheint, dass die Substanz nicht in allen Fällen dieselbe ist, da sie manche physicalische Unterschiede zeigt. Die bisher beschriebene ist die gewöhnlichste. Ich fand Einschlüsse dieser Art bei Telkibánya in den Gehängen gegen den Pass nach dem Gönczer Thale, ferner am Sarok-hegy bei Beregh-szász und am Sujum bei Szántó. Allein am Sarok-hegy finden sich noch andere Einschlüsse; sie werden spröder, aber ohne ihre Härte zu verlieren, und lassen sich leicht zu einem kieselmehlartigen Pulver zerreiben. Die Form und innere Anordnung verlieren damit an Regelmässigkeit; nur hin und wider zeigt noch in einer langgestreckten Zelle die Substanz eine Reihe paralleler convexer Platten; die einzelnen Einschlüsse sind ungleich kleiner, verschlingen sich in weit unregelmässigerer Weise und theilen das gewundene, durch einander geflossene Gefüge des Perlits, in denen sie eingeschlossen sind. Die Flächen sind mit pulverförmigem gelbem Schwefel bedeckt und auch wo dieser Ueberzug fehlt, entwickelt die Substanz vor dem Löthrohre einen starken Geruch nach schwefeliger Säure. Die letztere dürfte daher auch bei dem Aufblähen dieser Räume eine Rolle gespielt haben.

Bei dem Studium der Berliner Sammlungen fand ich dieselben Lithophysen in grosser Zahl und genau in derselben Weise wie in Ungarn in Gesteinen, welche Herr v. Humboldt vom Jacal in Mexico mitgebracht hat, der höchsten ganz aus Rhyolithen bestehenden Spitze des Cerro de las Navajas, nordöstlich von Real del Monte. Sie liegen dort in einer im Querbruch gestreiften Obsidiangrundmasse und enthalten kleine Krystalle, welche den Flächen der inneren Hohlräume aufgesetzt sind. Del Rio, welcher das Vorkommen schon früher beschrieb, hielt das Mineral, aus welchem die Lithophysen bestehen, für Wernerit, die kleinen Krystalle darauf für krystallisirten Obsidian. Die erstere Deutung ist längst als falsch erkannt, wiewohl man die richtige noch nicht weiss; die kleineren Krystalle aber hat später Herr Gustav Rose untersucht (Ueber den sogenannten krystallisirten Obsidian in Poggendorff's Annalen Bd. X, 1827, S. 323) und auf Taf. V abgebildet; sie erwiesen sich als Olivin. Ausserdem dürfte kaum etwas über Lithophysen bekannt sein.

dd) Opalartige Einschlüsse.

Die Kieselsäure erscheint in noch weiterer Modification in Form jener eigenthümlichen opalartigen Ausscheidungen, deren wir bereits bei dem normalen Rhyolith Erwähnung thaten. Doch sind dieselben im eigentlichen Perlit eine seltene Erscheinung. Meist sind es bläuliche und milchweisse, unregelmässig gestaltete, aber ziemlich scharf begrenzte Partien, welche hie und da, besonders den quarzfreien Modificationen der Perlitgesteine innewohnen. Beudant rechnet hieher auch das Vorkommen des gelben Wachsopals im Ósvathale bei Telkibánya. Der Fundort ist jetzt verschüttet und mit Wald bewachsen. Einzelne kleine

Stücke, welche noch herumliegen, zeigen ein Gestein, welches dem Beudant'schen „schaligen Perlstein“ angehört, aber schon ein ganz und gar lithoidisches Gefüge mit Hinneigung zu körnig-perlitischer Absonderung hat. Die ursprüngliche Erstarrung des Wachsopals innerhalb der Lava ist wohl wenig wahrscheinlich; die Entstehung auf wässrigem Wege, wie bei den Opalen von Czerventza, scheint mehr für sich zu haben.

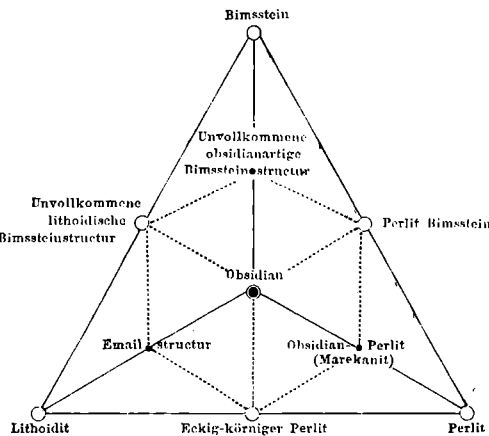
2. Verbindung der Gesteinselemente.

Die beschriebenen Gesteinselemente der hyalinen Rhyolithe treten in der mannigfaltigsten, fast gar keiner Beschränkung unterworfenen Weise mit einander in Verbindung. Zunächst kommen die verschiedenen Ausbildungsformen der Grundmasse selbstständig und allein das ganze Gestein bildend vor; es sind die typischen Glieder:

Obsidian,
Bimsstein,
Perlstein,
Lithoidit.

Schon oben erwähnten wir bei jeder von diesen Structurformen die Uebergänge in die benachbarten. Sie kommen fast häufiger vor als die reinen Typen und sind aus beistehendem Schema ersichtlich ¹⁾.

So häufig auch die Grundmasse in allen diesen verschiedenen Formen der Structur selbstständig auftritt, ist sie doch ungleich häufiger von den oben angeführten Einschlüssen erfüllt. Zunächst kommen Krystalle allein vor, meist nur Sanidin und Glimmer; man hat solche Gesteine als „Porphyre“ (Obsidianporphyre u. s. w.) bezeichnet. Ferner sind Sphärolite eingestreut, theils neben Krystallen, theils in krystallfreien Modificationen. Man hat die dadurch ausgezeichneten Gesteine als „Sphärolitporphyr“ bezeichnet und diesen wohl nicht ganz zu rechtfertigenden Namen auf andere Gesteine der Rhyolithgruppe übertragen. Wir behalten ihn mit einer kleinen Aenderung ebenso wie den der vorigen „Porphyre“ in Ermangelung besserer Benennungen in der unten folgenden Uebersicht vorläufig bei. Beudant glaubt, dass Sphärolite und Krystalle einander ausschließen; dies vermochte ich nicht zu bestätigen, vielmehr finden sich fast immer beiderlei Einschlüsse neben einander. Krystalle kommen auch häufig allein vor, allein bei den Sphäroliten ist dies ungemein selten. Häufiger ist es bei den Lithophysen, welche aber auch neben Krystallen und Sphäroliten, ja oft in den an letzteren reichsten Gesteinen vorkommen. In der folgenden Uebersicht sind nun die Haupttypen der hyalinen Grundmasse hervorgehoben und jede Art der Einschlüsse für sich betrachtet:



¹⁾ Die Ecken des Tetraëders bezeichnen die vier Hauptformen der hyalinen Structur; in der Mitte der Kanten sind die Zwischenstufen angegeben; die punktierten Linien bezeichnen das Vorkommen von Uebergängen und weiteren Zwischengliedern.

Hyaline Structur	G r u n d m a s s e			
	obsidianartig	bimssteinartig	perlitisch	lithoidisch
ohne Einschlüsse	Obsidian	Bimsstein	Perlit	Lithoidit
mit Krystallen	Obsidianporphyr	Bimssteinporphyr	Perlitporphyr	Lithoiditporphyr
mit Sphäroliten	Sphärolit- Obsidian	(kommt nicht vor)	Sphärolit-Perlit	Sphärolit-Li- thoidit
mit Lithophysen	(kommt nicht vor)	(kommt nicht vor)	Gesteine v. Telki- bánya und Beregh- szász	Gesteine von Telkibánya

Krystalle sind von der Structur der Grundmasse unabhängig. Sphärolite sind am häufigsten und grössten bei unvollkommenem Perlsteingefüge, klein bei Obsidian- und lithoidischem Gefüge, und fehlen dem vollkommenen Bimssteine, wie es scheint, ganz, so häufig sie auch dem Perlitbimssteine beigemengt sind. Selten bilden sie allein die Grundmasse, wie bei dem beschriebenen Gesteine von Königsberg. Lithophysen endlich sind an unvollkommene Perlit- und an lithoidische Ausbildung gebunden; stets hat die Grundmasse, in der sie vorkommen, eine lamellare, gewundene Anordnung, im hohen Grade ein geflossenes Aussehen und meist eine grünlich-graue bis lavendelblaue Färbung bei perlitischen und eine röthliche bei lithoidischen Gesteinen.

3. Abänderungen der hyalinen Gesteine nach den Continuitätsverhältnissen.

Eine überaus charakteristische Eigenschaft der hyalinen Rhyolithe, welche sie den felsitischen bestimmt gegenüberstellt, ist in dem Continuitätsverhältnisse der Gesamtmasse des Gesteines begründet. Man findet nur selten und auch dann nur auf sehr kurze Erstreckung, dass die Gesteinselemente nach allen Richtungen im Raume vollkommen gleich vertheilt sind; bei genauerer Beobachtung erkennt man fast stets eine Anordnung in parallele Lamellen und es gibt wenige Fälle, wo sie nicht in höchster Vollkommenheit ausgebildet ist. Es findet dann der dreifache Fall statt, dass entweder bei durchwegs gleicher petrographischer Beschaffenheit parallel der Richtung der Lamellen eine einfache Unterbrechung der Stetigkeit in grösseren oder geringeren Abständen eintritt und das Gestein sich nach diesen Absonderungsflächen spaltet oder dass verschiedene Modificationen der hyalinen Structur in dünnen, aber fest verbundenen Lagen mit einander abwechseln, oder endlich dass beides vereinigt ist. Diese Erscheinungen finden sich bei keinem andern Eruptivgestein Ungarns. Der Trachyt zeigt sogar oftmals eine Anordnung in dünnen Platten, wie zum Beispiele am Dargopass und auf dem Gipfel der grossen Simonka, wo sie in eine beinahe schiefrige Structur übergeht; allein diese Flächen sind von der Vertheilung der Gesteinselemente vollkommen unabhängig, wie man sich besonders an dem durch seine grossen Feldspathkrystalle ausgezeichneten Gestein von der Simonka überzeugen kann; sie hängen nur mit der Contraction bei der Erstarrung zusammen. Noch weniger findet sich eine Spur der genannten Eigenschaften bei Rhyolithen mit felsitischer Grundmasse; bei ihnen habe ich nicht einmal die plattigen Contractionsformen

des Trachyts bemerkt; ebenso scheint bei ihnen niemals eine schichtweise Vertheilung der Gesteinselemente vorzukommen. So bleibt sie ein auszeichnendes Merkmal für die hyalinen Rhyolithe.

Nach allen Richtungen continuirlich gleich scheint der Obsidian von Szántó und Tolcsva zu sein; auch bei manchen Perliten und Bimssteinen ist eine Streckung nicht zu erkennen. Ein eigenthümliches Verhalten zeigen die Perlite mit Lithophysen. Wenn diese Gebilde in geringer Menge vorhanden sind, so pflegt das Gestein seine vollkommen lamellare Anordnung nicht zu verlieren und die Einschlüsse ordnen sich selbst nach dieser Richtung an. Nehmen sie aber sehr überhand und erreichen sie eine bedeutende Grösse, wie in dem Gesteine am Gönczer Pass bei Telkibánya, so treiben sie die Masse unordentlich auseinander, zerstören jede Regelmässigkeit der Anordnung und es bleibt zuletzt nur noch ein Gesteinsskelet übrig, welches die weit angeschwollenen und vielfach in einander greifenden Lithophysen von einander trennt.

Eben so selten ist der Fall, dass eine continuirlich gleiche Gesteinsmasse von einfachen Trennungsflächen unterbrochen wird, nach denen sie spaltet. Ich kenne dies nur an Perliten des Vulcans Sujum, welche mit der planen eine lineare Streckung verbinden; doch auch hier ist dies Verhalten äusserst unvollkommen. Es scheint, dass man es mit einer einfachen Contractions-Erscheinung zu thun hat.

Dagegen zeigen fast sämtliche Rhyolithe die Erscheinung, dass verschiedenartige Gesteinselemente mit einander in regelmässigen Lagen alterniren; aber hierin herrscht eine so ausserordentliche Mannigfaltigkeit, dass dadurch hauptsächlich der Formenreichtum der hyalinen Rhyolithe herbeigeführt wird. Denn so gross auch die im Vorigen beschriebene Reihe der Ausbildungsformen der Grundmasse und der Einschlüsse und so mannigfaltig die Art ist, wie sie mit einander in Verbindung treten, so wird doch ein noch weit grösserer Wechsel durch die vielfachen Combinationen hervorgerufen, unter denen die Elemente in der Gesteinsmasse vertheilt sind und die verschiedenen Ausbildungsformen unter einander in Verbindung treten. Theils alterniren in der lamellaren Anordnung verschiedene Modificationen der Grundmasse, indem obsidianartige mit bimssteinartigen Lagen, perlitisches mit homogenen emailartigen u. s. w. wechseln, theils ordnen sich die Einschlüsse noch ausserdem in bestimmte Lagen. Da eine systematische Aneinanderreihung der vorkommenden Combinationen weder erschöpfend sein könnte, noch ein klares Bild geben würde, so will ich im Folgenden versuchen eine kurze Uebersicht der an einzelnen Orten vorkommenden Abänderungen von hyalinen Rhyolithen mit besonderer Berücksichtigung des in Rede stehenden Gesichtspunktes zu geben.

Beispiele aus der Gegend von Göncz und Telkibánya. Bei Göncz liegt dem Rhyolithgebirge eine kleine Terrasse vor, welche aus einem sehr groben Reibungsconglomerat besteht; das Bindemittel ist stark verwittert; die Einschlüsse aber und das Gestein einzelner Gänge, welche noch nach der Conglomeratbildung in demselben aufsetzten, haben hyaline Structur mit zelligen, lagenweise vertheilten und meist von krystallinischen Substanzen ausgekleideten Poren und zahlreichen Krystallen von Sanidin. Im Gestein selbst wechseln rothe, mehr poröse, mit schwarzen Lagen. Dies ist einer der wenigen Fälle, wo es sich ohne Analyse nicht sicher nachweisen lässt, ob man es mit Rhyolith oder mit Trachyt zu thun hat; doch machen es die sonstigen Lagerungsverhältnisse wahrscheinlich, dass dort eine der letzten untermeerischen Trachyterruptionen stattfand. Das Gönczer Thal ist in das Trachytgebirge eingesenkt, der Bach muss daher den anliegenden Wall der Conglomerate durchbrechen. Geht man am Bache aufwärts, so stehen

hinter dem Conglomerat mächtige Felsen eines schwarzen obsidianartig-lithoidischen Gesteines an, welches wahrscheinlich nicht mit dem vorigen vereinigt werden darf, da es bereits dem Rhyolith mit Bestimmtheit angehört. Es ist schwärzlichgrau, von muscheligem Bruche, und steht dem Obsidian sehr nahe, hat aber nicht ganz das Gefüge geflossener Gläser, sondern ein mehr lithoidisches, auch nicht vollkommenen Glasglanz, sondern dieser neigt sehr zum Fettglanz. Die Grundmasse enthält kleine weisse Sphärolite mit schwarzer Oberfläche, welche hie und da zerstreut sind. Auf dem Querbruch sieht man deutlich die Anordnung der Gesteinsmasse in wellig verlaufende Lagen, die durch feine, braune, oft unterbrochene Linien getrennt und durchzogen werden. Spaltet man das Gestein nach einer der weiter fortsetzenden Linien, so erscheint eine Trennungsfläche mit brauner körniger Auskleidung beider Wände. Sanidinkrystalle sind sehr zahlreich und scheinen den welligen Verlauf jener Scheidungsflächen hauptsächlich zu bedingen, da um jeden solchen Krystall die Lamelle aufschwillt. Die Felsen dieses Gesteins haben eine unendlich dünne, durch Flechtenüberzug meist graue Verwitterungsrinde und bieten schon mit Wasser gebürstet, eine glänzend schwarze Fläche. Der petrographische Charakter bleibt sich gleich; nur sind bei einzelnen Gesteinen die lamellaren Massen mehr durch einander gewunden, so dass die Trennungslinien auf dem Querbruche im Zickzack verlaufen.

Weiter thalaufwärts stehen zu beiden Seiten geschichtete Perlit-Tuffe an, unter denen hie und da die Trachytwände zum Vorschein kommen. Es sind feinerdige Tuffe aus Rapilli, vulcanischer Asche, Producten heftiger mechanischer Zerstörung und erfüllt mit grösseren Bruchstücken von Obsidianperlit. Kurz darauf erscheinen geflossene Perlitgesteine, die bis zur Höhe des Passes gegen Telkibánya anhalten. Zuerst kommt man zu einem Obsidianperlit, einem fettglänzenden, schwarzgrauen Gestein gleich dem vorigen, aber obsidianartiger, dabei mit krummflächig-körniger Absonderung und einzelnen kleinen, traubig zusammengehäuften, sehr harten, in keilförmige Stücke zerfallenden, unvollkommenen Sphäroliten; sie enthalten innen einen Sanidinkrystall, um den die Masse dunkelgrau-blau und structurlos ist, bis nach aussen eine concentrische Anordnung folgt, wie bei einer Achatmandel. Die Absonderung des Gesteins ist sehr unregelmässig; die Trennungsflächen sind weiter und ganz mit jener harten röthlichbraunen, körnigen Substanz erfüllt, wie im vorigen Fall. Zuweilen hat sie eine Anordnung wie in den langgezogenen Lithophysen.

Weiterhin schliesst jede Enthlössung im Walde entschiedene Perlite auf, deren grössten Theil man als „Sphärolitperlit“ bezeichnen muss. In seiner dichtesten Gestalt besteht er aus einer gewöhnlichen Perlit-Grundmasse mit einer ausserordentlichen Menge der eben beschriebenen harten, traubigen, unvollkommenen Sphärolite, die sich glattflächig aus dem Gesteine herauslösen. Daneben sind Sanidinkrystalle und die äusserst unregelmässigen, vielfach in einandergreifenden, schichtartigen Trennungsräume sind auch hier mit einer erdig-körnigen, rothbraunen Substanz erfüllt. Auf der Höhe des Ueberganges und von hier abwärts gegen Telkibánya ist Alles bedeckt mit hyalinen Rhyolithlaven von der angegebenen Structur. Aber sie schwankt ausserdem noch auf das Mannigfaltigste um diesen Typus. Die Gesteine blähen sich theils bimssteinartig auf, und in dieser Weise bedecken sie einen grossen Theil der Wände des nördlich vom Passe aufsteigenden Vulcans, theils fallen sie obsidianartig zusammen. Die Grundmasse zeigt die mannigfachsten Zwischenstufen dieser drei Hauptausbildungsformen der hyalinen Grundmasse. Ausserdem bedingen die Einschlüsse einen weiten Bereich von Abänderungen. Sphärolite fehlen fast in keinem Stücke, das man aufhebt, eben so sind Sanidinkrystalle als einziges bestimmbares Mineral stets vorhanden; besonders

ausgezeichnet aber sind die Lavagesteine dieses Ueberganges durch die Menge der merkwürdigen Lithophysen, welche wohl zu einer besonderen Benennung dieser charakteristischen und in den verschiedensten Rhyolithgegenden verbreiteten Structurabänderung, vielleicht als „Lithophysit“ rechtfertigen würde.

Der Wechsel in der lamellaren Anordnung spielt unter diesen Gesteinen am Gönczer Pass eine ausserordentlich bedeutende Rolle. Eigentlicher Perlit oder Bimssteinperlit, Obsidian und reiner Bimsstein wechseln eben so mit einander, wie lithoidische Gesteine von verschiedener Färbung. Doch kommen die letzteren erst tiefer hinab vor und gehören späteren Ausbrüchen an.

Die lithoidischen Rhyolithlaven, welche, wie erwähnt, ein Theil von Friedr. Hoffmann's „steinigen Feldspathlaven“ sind, besitzen die Eigenschaft der lamellaren Structur im allervollkommensten Maasse und beweisen dadurch am besten ihre Zugehörigkeit zu den hyalinen Rhyolithen und die Nothwendigkeit ihrer Trennung von den lithoidischen Abänderungen der Felsitryolithen. Bei Telkibánya sind sie vortrefflich vertreten. An dem Vulcan im Dorfe sind Perlit und eigentlicher Bimsstein nur den Schichten eingelagert, welche zu dem vulcanischen Kegel erhoben wurden; alle aus dem Krater und den Spalten des Vulcans geflossenen Gesteine sind vorwaltend lithoidischer, emailartiger und obsidianartiger Structur, die Gesteine des Gönczer Passes fehlen unter ihnen. Allein keine der genannten Structurformen tritt stetig auf, sondern jede ist mit der vollkommensten Anordnung in die allerfeinsten, oft kaum papierdicken, aber fest mit einander verschmolzenen Lamellen von verschiedener Farbe, oft auch von sehr verschiedener Härte und Continuität verbunden. Am häufigsten ist der Fall, dass schwarze und rothe Lamellen wechseln; oft sind beide gleich, oft die einen porös, die andern dicht, oft auch jene obsidianartig, diese lithoidisch. Quarzkrystalle kommen nicht vor. Sanidinkrystalle aber sind häufig; sie halten sich nicht an eine bestimmte Art der Lamellen, sondern sie sind hie und da zerstreut, aber gewöhnlich schwillt die betreffende Lamelle rings um den Krystall an und verursacht dadurch eine wellige Anordnung, welche auf dem Querbruche gut zu beobachten ist. Noch vielmehr wird eine solche durch die Sphärolite herbeigeführt, welche in den meisten Abänderungen in grosser Zahl enthalten sind, und in noch höherem Grade durch die Lithophysen.

Weiter hinweg von Telkibánya begegnet man den Beispielen für die lamellare Anordnung allenthalben, wo Rhyolithe auftreten, besonders bei Szántó, Tallya, Mád, Tokay, Tolesva, Sarospatak. Die Laven des Vulcans Sujum bei Szántó besitzen die Eigenschaft ohne Ausnahme, aber nur in mässiger Vollkommenheit. Dagegen ist sie an den Laven des Giral bei Mád in ausgezeichnetster Weise ausgebildet. Es kommen hier lithoidische Laven von röthlicher Farbe vor, worin Lamellen von helleren und dunkleren Nüancen in äusserster Feinheit wechseln. Oft haben die Schichten auf dem Querbruch abwechselnd ein glasartiges und ein porzellanartiges Ansehen. Aus der grossen Mannigfaltigkeit hebe ich nur ein Gestein am Südabhange des Giral hervor, von dem ich auch Fragmente bei Mád fand. Es ist dies ein lavendelblaues Gestein, welches ein lithoidisches Ansehen und schaligen Bruch hat und in vollkommen ebenen, beinahe papierdünnen Lamellen angeordnet ist. Die einzelnen Blätter sind nach Art eines sehr vollkommenen Schiefers von einander abgesondert und spalten nach ihnen sehr leicht, was durch den Ueberzug der Absonderungsflächen mit einer gelbbraunen körnigen Substanz besonders begünstigt wird. Einzelne Complexe von Lamellen sind hin und wieder fest mit einander verschmolzen, so dass man nur die Andeutung der gelbbraunen Trennungsfläche auf dem Querbruche sieht,

Ein vollkommen analoges Gestein hat Abich von den Ponza-Inseln beschrieben und analysirt.

Ohne uns auf weitere Beschreibungen von Beispielen der lamellaren Absonderung einzulassen, erwähnen wir nur noch als einen Hauptvertreter derselben das Gestein des Kászonyer Berges westlich von Bereghszász, welches sich vor allen andern hyalinen Rhyolithen durch sein massenhaftes Auftreten auszeichnet, indem es den ganzen Berg, so weit er aus der Ebene hervorragt, allein zusammensetzt. Schwarze und rothe lithoidische Lamellen von ausserordentlicher Dünne wechseln mit einander ab, Sie sind nicht so tafelförmig eben wie am Gestein des Giral, da eine grosse Anzahl weisslicher, stark rissiger Sanidinkrystalle eine sich oft wiederholende wellige Biegung veranlasst, besitzen aber doch immerhin noch eine sehr vollkommene Streckung ohne die sonst häufigen Windungen und Faltungen.

B) • Felsitische Structur.

(Grundmasse ein mikro-krystallinisches Molekülaggregat.)

Wie wir bereits erwähnten, ist der Unterschied der Rhyolithe mit felsitischer und derjenigen mit hyaliner Structur wesentlich ein geologischer; denn vom petrographischen Gesichtspunkte finden zahllose Uebergänge statt, welche bei Gesteinsbeschreibungen noch weit inniger zu sein scheinen als sie in der Natur wirklich sind. Es ist wohl selbstverständlich, dass von einem schlackenartig erstarrten ungeordneten Molekülmenge bis zu einer Ausbildungsform, wo die Masse vorwaltend aus einer Anhäufung kleiner Krystallindividuen besteht, wie man sie bei starker Vergrösserung an mikroskopischen Schlifften einer felsitischen Grundmasse wahrnimmt, eine Reihe von Uebergangsstufen stattfinden muss, da nicht alle Bestandtheile des Gemenges dieselbe Erstarrungstemperatur haben. Allein der Unterschied der beiden Abtheilungen in der Rhyolithgruppe besteht wesentlich darin, dass die Art und Weise der Eruptionen bei der einen beinahe jedes krystallinische Zusammentreten unmöglich machte, während es bei der anderen eine nothwendige Folge derselben war. Die hyalinen Rhyolithe sind vorherrschend Laven von Vulkanen, sie brechen ferner aus Spalten am Fuss des Trachytgebirges in grossen Strömen hervor, aber ohne sich zu dem zu erheben, was man als einen Massenausbruch bezeichnen kann. Daher treten sie nie gebirgsbildend auf, nirgends auch thürmt sich ein Gestein derselben zu selbstständigen Kegeln auf, sondern die Masse breitet sich auf ihrer Unterlage stromartig aus, folgt in ihrem Fluss jeder kleinen Böschung und bei genauer Betrachtung findet man die deutlichsten Spuren von intermittirenden Ausbrüchen. Sie haben stets im vollsten Sinne die Eigenschaften, welche der Name „Rhyolith“ andeuten soll. Die felsitischen Rhyolithe hingegen zeichnen sich durch ihre Masseneruptionen aus, welche zwar niemals denen des Trachyts auch nur im entferntesten gleichkommen, aber das Gestein doch fähig machen, selbst dort wo es nur das Product eines Ausbruchs ist, selbstständige Berge und Gebirge zusammenzusetzen. Es lässt sich erwarten, dass dieser geotektonische Unterschied, welcher mit einer abweichenden petrographischen Ausbildung verbunden ist, tiefer in dem Wesen der Gesteine und der Art ihrer Ausbrüche begründet sei. In der That tragen die hyalinen Rhyolithe stets die Spuren eines dünnen Flusses und eines hohen Grades der Erhitzung. Die Feldspathkrystalle sind in ihnen sehr häufig in der Gesteinsmasse vollständig aufgegangen, die Quarzkrystalle an den Kanten rund geschmolzen, während in den felsitischen Ausbildungsformen der Quarz vollflächig und

mit scharfen Kanten erscheint und auch der Feldspath selten ein Zeichen der Schmelzung trägt; dazu kommt, dass die Erstarrung schon zur Zeit der Eruption sichtlich weiter vorgeschritten war, indem bei felsitischen Gesteinen häufig Oligoklas und Hornblende trotz bedeutendem Quarzgehalt in Menge ausgebildet sind, während in hyalinen Rhyolithen die letztere fast ganz fehlt und der erstere selten vorkommt, selbst wenn kein Quarz vorhanden ist. Dieser vorgeschrittene Grad der Abkühlung und die damit verbundene Strengflüssigkeit machte den felsitischen Rhyolith fähig, sich zu so steilen und hohen isolirten Kegeln aufzuthürmen wie der Kelemen hegy bei Oroszi östlich von Bereghszász. Man könnte leicht geneigt sein zu vermuthen, dass der höhere Grad der Leichtflüssigkeit der ausbrechenden Masse bei hyalinen Gesteinen von dem bedeutenden Wassergehalte herrühre, allein diess dürfte kaum der Fall sein, da gerade die felsitischen Rhyolithe oft sehr reich an Opaleinschlüssen sind und Herr Karl Ritter v. Hauer in einem typischen felsitischen Rhyolith 12 Procent Wasser nachwies.

Die „normal erstarrten“ Rhyolithe, von denen wir behufs der natürlichen Gliederung der grossen Gesteinsfamilie ausgingen, gehören ausschliesslich der Abtheilung mit felsitischer Grundmasse an, umfassen aber dieselbe nicht ganz. Wir haben daher hier dem früher Gesagten wenig hinzuzufügen.

a) Grundmasse.

Die Grundmasse der felsitischen Rhyolithe ist einer geringen Zahl von Abänderungen unterworfen. Sie ist dicht, splittrig, schwankt in der Härte zwischen der des Feldspaths und der des Quarzes und hat meist helle Farben: weiss, perlgrau, gelblich und grünlich, seltener röthlich; doch kommen auch alle Übergänge in dunkel lauchgrüne, rauchgraue, braunrothe und braune Farben vor, die besonders bei den quarzfreien Rhyolithen von Schemnitz und dem siebenbürgischen Erzgebirge häufig sind. Die quarzreichen Arten hingegen sind beinahe ausschliesslich weiss und perlgrau, so die typischen Gesteine des Bereghszász Gebirges, dasjenige von Nagy-Mihály und das von Szent György im nordöstlichen Siebenbürgen.

Das am meisten charakteristische Gestein unter den quarzföhrnden felsitischen Rhyolithen, das wir als eigentlichen Normaltypus derselben betrachten können, ist das vom Kelemen-hegy, bei Oroszi östlich von Bereghszász. Die zahlreichen scharfkantigen Quarzkrystalle liegen in einer graulichweissen, splittrigen, an den Kanten durchscheinenden, theils matten, theils wachsglänzenden Grundmasse von Quarzhärte. Ausser den Krystallen und der grossen Menge freier Kieselsäure, auf welche der hohe Härtegrad schliessen lässt, sind in der Grundmasse zahlreiche unregelmässig begrenzte, bläulich weisse, opalähnliche Einschlüsse enthalten. Zwischen Kovászó und Bene tritt dasselbe Gestein auf, aber mit ganz weisser, glanzloser Grundmasse, welche keine opalähnlichen Einschlüsse hat, an der feuchten Lippe hängt und dadurch ihre Porosität zu erkennen gibt und sich mit dem Stahl leicht ritzen lässt. Es scheint, dass hier entweder das Kieselsäurehydrat gleichmässig in der ganzen Grundmasse vertheilt ist, oder das Gestein schon im ersten Stadium der Zersetzung begriffen ist. Indem stellenweise die Poren sich zu kleinen Zellen erweitern und die ganze Grundmasse ein lockeres Gefüge annimmt, entsteht ein unvollkommenes Bimssteingefüge, welches sonst bei felsitischen Rhyolithen äusserst selten vorkommt. Hinneigung zu perlitischem Gefüge habe ich nie beobachtet, eben so wenig obsidianartige Ausbildung, und die lamellare Anordnung ist dieser Abtheilung immer fremd; sie bleibt ein ganz ausschliessliches Merkmal der hyalinen Gesteine. Dagegen findet sich in einigen Fällen eine eigenthümlich eckig-körnige Abson-

derung, so an dem Gestein vom Berg Hradek bei Nagy-Mihály und von dem sehr ähnlichen von Ardó-hegy bei Bereghszász. Auch kommen vollständige Uebergänge in lithoidische Structur vor.

Für den quarzfreien felsitischen Rhyolith sind die Normaltypen in der Gegend von Schemnitz und dem siebenbürgischen Erzgebirge zu suchen; es sind die braunen, grünen und gelben Gesteine, welche man von dort oft als „Hornsteinsporphyr“ beschrieben hat und deren felsitische Grundmasse man in der That nicht treffender als mit dem Ausdruck „hornsteinartig“ bezeichnen kann. Sie ist weniger hart als am Gestein des Kelemen-hegy, hat aber doch noch Feldspathhärte, ist meist an der Kante durchscheinend, hat einen splittrig-flachmuscheligen Bruch und ist theils glanzlos, theils von mattem Wachsglanz, selten ist er etwas bedeutender, wenn die Structur lithoidisch wird. Aber auch bei diesen Gesteinen kommt weder perlitisches Gefüge noch lamellare Anordnung vor. Nur eines nähert die quarzfreien felsitischen Rhyolithe schon etwas mehr der hyalinen Gruppe als die quarzhaltigen: dies ist das Vorkommen von Sphäroliten. In vielen Gesteinen von Königsberg und dem Steinmeere bei Schemnitz sind sie in nicht unbedeutender Anzahl im Gesteine vertheilt. Dagegen beobachtete ich bei der in Rede stehenden Abtheilung kein bimssteinartiges Aufblähen der Grundmasse.

b) Einschlüsse.

So beschränkt wie die Ausbildungsformen der Grundmasse sind auch die Einschlüsse derselben im Verhältniss zu denen der hyalinen Rhyolithe. Unter den Krystallen stehen die zahlreichen Dihexaëder von Quarz obenan, welche dem Gesteine des Bereghszászzer Gebirges in grosser Anzahl innewohnen und schon Beudant zur Aufstellung der besonderen Gruppe der „quarzführenden Trachytporphyre“ veranlassten. Von dem Vorkommen von Sanidin, Oligoklas, Glimmer, Hornblende und Granat gilt dasselbe was wir bereits oben bei den „normalen Rhyolithen“ gesagt haben.

Der Sphärolite, welche bei quarzfreien felsitischen Rhyolithen nicht selten vorkommen, thaten wir so eben Erwähnung. Lithophysen habe ich niemals beobachtet. Dagegen sind die opalartigen Einschlüsse hier von grossem Belang, da sie selten ganz fehlen.

c) Verbindung der Gesteinselemente.

So gering die Schwankungen der Grundmasse und so unbedeutend die Verschiedenartigkeit der Einschlüsse bei den felsitischen Rhyolithen gegenüber den hyalinen sind, so klein ist auch der Kreis, in welchem die Art der Verbindung der Gesteinselemente sich bewegt. Sehr häufig ist erstens der Fall, dass das Gestein nur aus einer felsitischen oder eigentlich hornsteinartigen Grundmasse ohne alle Einschlüsse besteht; ich sah zahlreiche Beispiele in Sammlungen aus der Gegend von Schemnitz und aus dem siebenbürgischen Erzgebirge; im nordöstlichen Ungarn kommt dieser Fall bei felsitischen Rhyolithen nicht vor. Dann tritt zweitens die genannte Grundmasse mit Sphäroliten und kleinen Feldspathkrystallen auf. Selten sind erstere allein vorhanden und selbst dann wird man meist in ihrem Centrum den Feldspathkrystall finden, welcher die Sphärolitbildung veranlasste. Gewöhnlich aber liegen neben den kleinen Kugeln noch ebenso kleine stark glänzende Täfelchen und Nadeln im Gesteine, welche sich leicht als Orthoklas erweisen, der nicht immer die physikalischen Eigenschaften des Sanidins annimmt. Endlich ist drittens die vollkommen porphyrische Ausbildung zu nennen, bei welcher selten und nur in der Abtheilung der quarzfreien Rhyolithe, noch Sphärolite vorkommen.

Sie ist bei weitem die häufigste. Bald liegen in der Grundmasse nur Quarzkry-
stalle in grosser Anzahl (Kelemen-hegy), bald Quarz und Sanidin (Berg Hradek
bei Nagy-Mihály), bald Quarz, Orthoklas, Oligoklas und schwarzer Glimmer
(Königsberg und Hodritsch bei Schemnitz), in einem Falle (Illova-Thal bei
Rodna) sogar Quarz, Orthoklas, sehr viel Oligoklas, schwarzer Glimmer und sehr
viel Hornblendesäulen. Bei abnehmendem Quarz stellen sich dann die grossen
Sanidinkristalle als das herrschende ein. Bald sind sie allein vorhanden, bald mit
etwas Quarz, bald ohne diesen mit Oligoklas, Glimmer und Hornblende, und so
kommen zahlreiche Modificationen des Gemenges vor, welche allemal die Stel-
lung des Gesteins im natürlichen Systeme ungefähr erkennen lassen. Bei keiner
aber geht der porphyrische Charakter ganz verloren; selbst wenn alle Krystalle
fehlen, hat man doch immer noch das Analogon eines krystallfreien Felsitporphyrs.
Dies ist auch der Grund, wesshalb fast alle, welche über die geologischen Ver-
hältnisse der ungarisch-siebenbürgischen Trachytgebirge oder über die Lagerungs-
verhältnisse einzelner Erzlagerstätten schrieben, unseren felsitischen Rhyolith mit
dem Namen „quarzführender Porphy, Feldspathporphy, Hornsteinporphy, Por-
phy“ im Allgemeinen u. s. w. bezeichneten. Nur Beudant erkannte seine rich-
tige Stellung zum Trachytgebirge und um zugleich den porphyrischen Charakter
zu bezeichnen, nannte er ihn „*porphyre trachytique*.“

Bei den hyalinen Rhyolithen mussten wir, um die Übersicht der Gesteins-
abänderungen zu vervollständigen, noch den Gesichtspunkt der Continuität der
gesamten Gesteinsmasse aufstellten. Es ergab sich dort eine grosse Reihe von
Schwankungen, welche vorwiegend auf dem Streben der erstarrenden Masse nach
einer lamellaren Anordnung beruhen. Bei den felsitischen Rhyolithen fällt dieser
Gesichtspunkt ansser Betracht. So weit ich sie in der Natur wie in Sammlungen
beobachtet habe, zeigen sie nach dieser Richtung keine andern Modificationen
als das Zelligwerden bei der Umwandlung in Alaunstein. Allein dieser ist schon
kein primäres Product der Erstarrung mehr und wir haben es hier nur mit diesem
zu thun. Abich und Pouillet Scrope führen von den Pouza-Inseln eine aus-
gezeichnet säulenförmige Absonderung bei Gesteinen an, welche unseren Rhyo-
lithen zuzurechnen sind. Auch davon sah ich in Ungarn nie eine Spur. Die Ge-
steine sind dort immer in ihrer Masse continuirlich gleich beschaffen.

Wenn sonach die Gliederung der felsitischen Rhyolithe nach dem natürlichen
Princip der Systematik ganz dieselbe ist wie die der hyalinen, so ist sie dagegen
von dem Gesichtspunkte der Structurverhältnisse bedeutend geringer. Bei den
hyalinen Gesteinen hatte sich schon lange ehe man sie einem petrographischen
Systeme unterzuordnen versuchte, das Bedürfniss zu einer Anzahl von Sonder-
benennungen herausgestellt, welches mit dem Fortschreiten der petrographischen
Kenntnisse mehr und mehr anwuchs. Die Namen „Obsidian“, „Bimsstein“,
„Perlstein und andere hatten sich längst Eingang verschafft, als man an ein Stu-
dium dieser Gesteine dachte. Bei den felsitischen Rhyolithen hat sich ein Be-
dürfniss selbst nach einer allgemeinen Benennung erst herausgestellt als man an
ihr wissenschaftliches Studium ging. Beudant's „Trachytporphy“ ist wie
Hoffman's „steinige Feldspathlava“ eine Frucht des Studiums, und an weitere
Sonderbenennungen hat man nie gedacht, obgleich die Abtheilung der felsitischen
Rhyolithe eine ebenso grosse Reihe chemisch verschiedener Gemenge enthält als
die der hyalinen. Es waren die einfacheren, gleich bleibenden und denen der an-
deren bekannten Gebirgsarten ähnlichen Erstarrungsverhältnisse, welche in diesem
Gebiet eine grössere Einheit hervorriefen. Wenn wir nach der Structur bei den
felsitischen Rhyolithen unterscheiden:

1. felsitische Grundmasse ohne Beimengungen,
2. felsitische Grundmasse mit Sphäroliten und kleinen Feldspathkrystallen,
3. felsitische Grundmasse ohne Sphärolite mit zahlreichen Krystallen,
 - a) ohne Quarz, nur mit Sanidin, Oligoklas, wenig Glimmer und wenig Hornblende,
 - b) mit meist sehr zahlreichen Quarzkrystallen, zu denen gewöhnlich Sanidin kommt, zuweilen auch Oligoklas, Glimmer und Hornblende,

so haben wir schon die ganze Reihe der Abänderungen erschöpft und die Eintheilung hat ausserdem der der hyalinen Rhyolithe gegenüber nur einen sehr untergeordneten Werth. Man könnte nach dem gewöhnlichen Gebrauch die sehr charakteristische Abtheilung der quarzführenden felsitischen Rhyolithe als „Rhyolithporphyr“ oder kürzer „Rhyophyr“ bezeichnen; für sie liegt ein sehr bestimmter Normaltypus in dem Gestein des Kelemen-hegy vor. Allein dann müsste man auch äquivalente Benennungen für die Normaltypen anderer charakteristischer Abtheilungen der Rhyolithgruppe schaffen und dazu würde eine eingehendere, auf chemische Analysen und vergleichende Beobachtungen in verschiedenen Rhyolithgebieten gestützte Bearbeitung dieser Gesteinsgruppe erforderlich sein.

II. Geognostisches Verhalten.

Wie vom rein petrographischen Gesichtspunkte die zur Familie des Rhyoliths gehörenden Gesteine in ihrem inneren Wesen einfach und harmonisch sind und nur durch die Modalitäten der äusseren Ausbildung eine überaus reiche Gliederung entsteht, so ist es auch in Bezug auf ihr geognostisches Verhalten. Die Gebirgsmassen der Rhyolithe sind einheitlich und eng begrenzt und zeigen den Trachytgebirgen gegenüber einen selbstständigen, stets gleichbleibenden Charakter in der Gestaltung der Oberfläche wie im Habitus der Gesteine. Aber wenn man die Geotektonik der Rhyolithgebirge näher untersucht, so tritt trotz dem analogen Ursprung aller Glieder dem Beobachter ein so reicher Wechsel der Gestaltung entgegen, wie man ihn nur bei untermeerischen Vulkanen kennt. Die Gesteine greifen in der verschiedenartigsten Weise in einander und treten in so innige Verkettung mit den gleichzeitigen rhyolithischen Sedimenten, dass, wenn man noch ihre ausserordentliche petrographische Verschiedenheit in Betracht zieht, hier ein ungewöhnlicher Formenwechsel entsteht.

Die allgemeinen Gesetze der Anordnung der Rhyolithgebirge in ihrem Verhalten zu den grossen Zügen der Trachyte wurden bereits in der „Uebersicht“ erörtert. Wir gehen jetzt ausführlicher auf die Eruptionsformen und Lagerungsformen ein, wenden uns dann zu einer Untersuchung der Gesetze in der Reihenfolge der Eruptionen, um endlich kurz die die eruptive Thätigkeit begleitenden Erscheinungen zu skizziren.

1. Eruptionsformen.

Die Art und Weise, in welcher die Eruptionen stattfanden, lässt sich nur aus der genaueren Untersuchung des Gebirgsbaues in einer eng begrenzten Gegend ableiten. Wir wählen dazu die Hegyallya oder das Tokayer Gebirge, ein vorwaltendes Rhyolithgebiet, welches als Norm für alle andern gelten kann, da der Gesamtbau nirgends ein wesentlich anderer ist.

Mit dem Namen der „Hegyallya“ (Hédjalja) bezeichnen die Landesbewohner die südlichsten Ausläufer des Eperies-Tokayer Gebirges, aber nur so weit, als der edelste Tokayer gedeiht, das heisst, das rings umgebende niedere Vorgelände, welches mit der Verbreitung der vulcanischen Rhyolithgebilde genau zusammenfällt, so dass das mit Buchenwald bedeckte höhere Trachytgebirge von Norden her bis zum Cseki-Hegy frei in die Hegyallya hineinragt, ohne diesen Namen zu theilen. Die Hegyallya beginnt am Westabhange mit dem Berge Sátor (Schator) bei Szántó, umzieht im weiten südlichen Bogen die Ausläufer des Trachyts und endigt am Ostabhang wiederum mit einem Berge Sátor, von welchem Sátorallya Ujhely seinen Beinamen hat. Ursprünglich war dies ein Trachytgebirge. In breitem Zuge kommt der Rücken von Norden her, mehr und mehr greifen tiefe Buchten von beiden Seiten, besonders aber von Osten in ihn ein, bald begegnen sie sich und lösen das Trachytgebirge in einzelne Höhen auf, von denen der Tokayer Nagyhegy (1608 Fuss) die letzte ist. Das vulcanische Gebirge des Rhyoliths tritt zwar vielfach an beiden Gehängen des Eperies-Tokayer Zuges auf, aber es concentrirt sich wesentlich in dem angegebenen südlichen Theile, der Hegyallya. Wir übergehen die ersteren Vorkommnisse, die einer Specialbeschreibung angehören und beschäftigen uns nur mit der letzteren. Diese vulcanische Gegend ist sehr ausgedehnt. Westlich erstreckt sie sich vom Trachytgebirge bis an die Hernád, nach Megyaszó, Monok und Szerencs. Bei Mád und Tarcsal setzt es zwischen den isolirten Trachytkuppen gegen Osten fort, endet aber hier schon an der Bodrog; bei Tokay selbst sind die Gebilde sehr untergeordnet. Etwas weiter nördlich erscheinen sie in allen Buchten, welche durch die weiten Vorsprünge des Trachytes gebildet werden, so bei Erdőbénye, Komlósta, Saros-Patak, Ujhely, Zemplin u. s. w. Die ausserordentliche Abhängigkeit der Eruptionen des Rhyoliths von der vorangegangenen des Trachyts fällt hier klar in die Augen.

Die Art und Weise der eruptiven Thätigkeit bezeichnete ich oben als eine unseren heutigen Vulcanen vollkommen entsprechende im Gegensatze zu den Massenausbrüchen des Trachytes aus Spalten. Hätte der Rhyolith denselben Gesetzen gefolgt wie dieser, so müsste er sich geotektonisch zum Trachyt verhalten, wie z. B. Melaphyr zum Quarzporphyr, er würde zur Seite von jenem langgezogene, aus Spalten emporgedrungene Züge bilden, er würde in Gängen nach bestimmten Richtungen jenen durchsetzen und in andern derartigen, dem älteren Gebirge analogen Formen auftreten. Dies ist mit dem Rhyolith nicht der Fall; er ist einerseits selbstständiger in seinem geotektonischen Auftreten, anderseits aber ist doch seine Abhängigkeit vom Trachyt noch bedeutender. Man kann nach diesen beiden Eigenschaften im Allgemeinen zwei Eruptionsformen unterscheiden: 1. selbstständige vulcanische Schlünde und 2. Spaltenausbrüche am Rande des älteren Trachytgebirges. Es lässt sich zwar kein wesentlicher Unterschied zwischen diesen Eruptionsformen feststellen, insbesondere, da sie auch in einander übergehen. Aber man kann doch als ein Merkmal der Vulcane bezeichnen, dass bei ihnen die eruptive Thätigkeit durch längere Zeit auf Einen Ausflusscanal concentrirt und im ausgedehntesten Masse von Dampfausbrüchen und Gas-Exhalationen begleitet war, wie bei unseren thätigen Vulcanen, während jene aus Spalten am Rande des Trachytgebirges emporgedrungenen Gesteine an die früheren Massenausbrüche erinnern und meist das Erzeugniss einer einmaligen oder auch einer intermittirenden, aber von keiner Auftreibung durch Dämpfe begleiteten Kraftäusserung zu sein scheinen. Daher auch zeichnet sich die erstere Form der Geotektonik des Rhyolith's stets durch eine grosse Mannigfaltigkeit

lavaartig geflossener Gesteine aus, die letztere meist durch die andauernde Gleichförmigkeit ihres Eruptivgebildes über weitere Strecken.

Die Vulcane sind zum grossen Theile wieder verschwunden und wenn man bedenkt, dass sie sich am Grunde eines tiefen Meeres zur Seite des Trachyt-Vorgebirges erhoben, dass mächtige Tuffablagerungen sich aus der Tiefe aufbauten und die kleineren Krater bedeckten, dass die grösseren derselben durch lange Zeit der Einwirkung von Strömungen oder, wenn sie über die Wasserfläche hinausragten, der Brandung und den zersetzenden atmosphärischen Gewässern ausgesetzt waren, so lässt sich ihre Seltenheit wohl erklären. Oft deuten Analogien darauf hin, dass hier oder dort früher ein Krater gewesen ist, aber beweisen kann man es selten. Die deutlichsten Vulcane der Hegyallya sind bei Szántó, wo vor Allem der Sujum (Schujum) sich mit überraschend schöner, regelmässiger Kegelform 435 Fuss über den Ort Szántó und 315 Fuss über die Tuffebene an seinem Fusse erhebt. Ueber letztere steigt er bestimmt und ohne Vermittlung auf. Seine Wände sind mit Weingärten bedeckt und zeigen nur wenig anstehendes Gestein, aber die losen Blöcke, welche zu Scheidemauern zwischen den einzelnen Weingärten aufgehäuft worden sind, enthalten eine erstaunlich reiche Reihe von Gesteinen. Jedes Stück, das man anschlägt, besitzt ein neues, eigenthümliches Gefüge und seinen besonderen Charakter. Die Höhe des Berges ist felsig, im Allgemeinen aber mit einer schwachen Senkung in der Mitte und einer Neigung nach Nordwest. Alle Felsen sind Laven von hyaliner Rhyolithmasse; jeder ist anders ausgebildet, jeder hat seine besondere Geschichte. Es ist ein wahres petrographisches Chaos auf dieser Höhe, aber man findet bald Ordnung darin, da es zusammengehalten wird durch den rhyolithischen Charakter der Gesteine und ihre rein vulcanische Natur. Man erkennt verschiedene Erstarrungszustände Einer Masse, welche sich durch die stete Gegenwart von Sanidin und das Fehlen von Quarz und Magnesiaglimmer auszeichnet. Ausser diesem interessanten Vulcan Sujum, der in hohem Grade eines eingehenderen Studiums werth wäre, scheinen sich bei Szántó noch mehrere Vulcane zu erheben; ein kleiner Kegel insbesondere, südwestlich vom Sujum, scheint von vollständig gleicher Natur zu sein. Wahrscheinlich sind auch die, östlich von Szántó gelegenen scharf markirten und durch ihre Form auffallenden Gipfel Sátor und Krakó, deren Südabhang man als den Anfang der Hegyallya zu betrachten pflegt, erloschene Vulcane. Ihre Wände bestehen aus Bimssteintuff, über welchem Lavaströme von den Gipfeln wie aus Spalten in den Wänden selbst herabgeflossen sind. Kratere sind nicht mehr vorhanden, der Krakó ist oben abgeglättet, der Sátor zeigt auch diesen letzten Rest der Kraterform nicht mehr. Beide Berge zeichnen sich durch Massen von Bimsstein und Obsidian aus, während der Sujum fast nur Laven von radialfaserig-sphärolitischer Structur hat.

Ein vulcanreiches Gebiet, das mir aber wenig bekannt wurde, scheint die südwestliche an Szántó sich anschliessende Gegend von Monok und Megyaszó zu sein, während bei Tallya und Mád hauptsächlich vulcanische Sedimente vom reinsten Charakter und mächtige Ausbrüche von Material aus Spalten zu beobachten sind. Ueberhaupt ist es, mit Ausnahme der Gegend von Telkibánya selten, dass Vulcane wie der Krakó unmittelbar aus Trachyt hervorgehen.

Erst südöstlich von Mád beginnen wieder prachtvollere Vulcane in den Gebirgen gegen Bodrog-Keresztúr und Puszta Szöghi. Hier ist besonders der Berg Giral zu nennen, der sich 752 Fuss über Mád erhebt und ganz und

gar aus Rhyolithlaven besteht. Er lehnt sich südwestlich an eine einzelne Trachytinsel, überragt sie aber weit. Die Form ist ein ausgezeichneter Kegel mit zwei Gipfeln, von denen der nördliche 130 Fuss niedriger ist als der südliche. Beide sind durch einen östlichen bogenförmigen Grat verbunden und scheinen mit diesem die Ueberreste des Randes eines nach West geöffneten Kraters zu sein. Ein Bach, der die Gewässer aus dem kleinen Circus sammelt, hat nach dieser Seite den Kraterwall durchbrochen, die Gesteine sind nachgefolgt und so hat sich ein kleines Waldthal nach Westen geöffnet. Die Laven des Giral haben mit denen des Sujum in ihrer Ausbildung wie im fehlenden Quarzgehalte einige Aehnlichkeit. Sie sind aber hier der Beobachtung wenig zugänglich, da der ganze obere Theil des Giral mit Buchenwald bedeckt ist und um die tieferen Gehänge sich Weinberge herumziehen. Auf der Südseite reichen sie hoch hinauf. Steigt man nach Südwest hinab, so gelangt man bald auf schwarzen Trachyt, welcher einen Theil des Fussgestells bildet, während man südöstlich und östlich bis hinab zur Ebene, die sich von hier aus unübersehbar ausbreitet, nur über Lavagesteine kommt. Sie stehen hier häufig an, man begegnet vorzüglich jenen eigenthümlichen Lavaströmen mit schaumiger Oberfläche, die wir schon erwähnten. Das Gestein derselben verwittert zu einer rothen Erde, auf der die Rebe vorzüglich gedeiht. Nordöstlich vom Giral sah ich über Kisfaluda Szöghi aus ziemlich ebenem Boden einen einzelnen Berg aufsteigen, welcher unter allen die schönste und regelmässigste Kegelform besitzt und oben ein wenig abgeplattet ist. Doch konnte ich ihn nicht besuchen, um seine vulcanische Natur zu entscheiden. Wahrscheinlich ist auch der, südlich vom Giral gelegene Kegel, auf dem die Theresienkapelle steht, ein erloschener Vulcan. Bei Tokay lässt sich ein solcher nicht nachweisen, eben so wenig gelang mir dies weiter nördlich an den Ostabhängen des Trachytgebirges, so massenhaft auch dort die Rhyolithe auftreten. Erst bei Szöllöske, östlich von Ujhely, fand ich wieder Anzeichen davon, doch liegt dies schon ausserhalb des Hegyallya-gebietes.

Als die zweite Eruptionsform des Rhyoliths bezeichnete ich das Hervorbrechen aus Spalten am Rande des älteren Trachytgebirges. Es waren dies bedeutendere Lavaergüsse an Orten, welche den Herden der eigentlichen vulcanischen Thätigkeit entfernter lagen. Es waren, wie erwähnt, theils Einzelergüsse grösserer Massen, theils ein intermittirendes Hervorströmen, welches verschiedene Consistenz der Eruptivmasse und dadurch verschiedene petrographische Modificationen bedingte. Wahrscheinlich fand hiebei ein Ausbrechen von Dämpfen und die gewöhnlich damit verbundenen Explosionen sowie das gewaltsame Herausspritzen zähflüssiger Lava gar nicht oder nur höchst selten statt.

Eruptionsformen dieser Art hat der Rhyolith mehrfach in der Hegyallya, z. B. am grossen Tokayer Berg. Dieser Berg erhebt sich westlich von dem Ort Tokay als eine grosse flache Pyramide. Von drei Seiten umzieht ihn die Ebene, nur nach Norden senkt er sich auf das niedere Miocenhügelland, welches ihn den weiteren Trachytinseln und endlich dem gegen Eperies gerichteten Zuge verbindet. Er bildet den letzten mächtigen Vorposten gegen die Ebene, ist weithin sichtbar und durch seine flach pyramidenförmige Gestalt erkennbar. Der Berg besteht aus Trachyt und ist in der Höhe bewaldet; tiefer herab beginnen die Weinberge welche zwar der vollsten Sonnengluth ausgesetzt sind, aber doch die Ungunst eines trachytischen Bodens haben. Daher wächst bei Tokay selbst wenig guter Wein; die edelsten Ausbrüche stammen von dem Lavaboden von Tarczal, Mád,

Erdöbénye und Tolcsva. Erst tiefer herab am Berge deutet der feurigere Wein auch auf eine veränderte Unterlage hin. Theils schliesst sich hier den Abhängen ein schmales tertiäres Hügelland an, theils brechen Lavamassen hervor, wie man sie besonders schön zwischen Keresztur und Tokay beobachtet. Glasiger Perlstein und lithoidische Massen von dunkelrother und schwarzer Färbung, meist mit lamellarer Structur, walten vor. In den nordöstlichen Theilen der Hegyalja findet sich die beschriebene Eruptionsform der Rhyolithlaven an den Gehängen des Trachytgebirges sehr häufig.

2. Lagerungsformen.

Die Art und Weise, in der die Rhyolithmassen, nachdem sie auf die eine oder andere Art der Erde entstiegen waren, in der Geotektonik verwendet wurden, hängt wesentlich von der Consistenz und der Masse des Materials und von den äusseren Umständen ab, welche dasselbe an der Erdoberfläche antraf. Alle diese Momente waren aber bei beiden Eruptionsformen ziemlich gleich, daher wir diese ausser Acht lassen können. Das Material war meist zähflüssig wie ich oben zu beweisen versuchte, die Meeresbedeckung beinahe allgemein, nur die trachytischen Inselketten ragten in der Hauptperiode der vulcanischen Thätigkeit über den Spiegel des Meeres hervor und erst die letzten Eruptionen scheinen bei beträchtlich vorgeschrittenem Rückzuge desselben geschehen zu sein. Die Folge war, dass ein Theil des eruptiven Materials, so wie es der Erde entquoll, vom Wasser in Angriff genommen, durch mächtige Dampfentwicklung mechanisch zerstört, von Strömungen fortgetragen und als Sediment abgelagert wurde. So entstanden die massenhaften Tuffniederschläge, welche sich von den Tuffen der meisten anderen vulcanischen Gegenden durch ihre petrographische Beschaffenheit weit unterscheiden. Die Hauptrolle spielt darin Bimsstein, für dessen Bildung die Umstände besonders günstig waren. Seine leichte Zerstörbarkeit hatte zur Folge, dass er fast gar nicht in anstehenden Felsen zu sehen ist, während Bimssteintuffe eines der verbreitetsten Gebilde in den vulcanischen Gegenden sind. Bei Boldogkö bildet ein grobes Bimssteinconglomerat den schön gestalteten Schlossberg, an dem die zerstörenden Gewässer Grate und Mauern aus dem Gesteine ausgewaschen haben. Von Boldogkö gegen Szántó, Mád und Monok spielt der Bimssteintuff eine wichtige Rolle. Die ausgedehnten, stollenartig verzweigten Weinkeller des letzteren Ortes sind in dem weichen Gesteine angelegt. Dasselbe ist in Erdöbénye der Fall. Fast das ganze Thal dieses Ortes ist mit vulcanischen Sedimenten und vorherrschend mit Bimssteintuffen ausgefüllt, eben so das Thal von Saros-Patak. Die prachtvollen, zu diesem Orte gehörigen grossartigen Steinbrüche auf der Wasserscheide zwischen Károlyfalva und Kovácsvagas sind darin angelegt und beweisen, wie hoch sich die Bimssteintuffe abgelagert haben. Allenthalben sind sie durch Steinbrüche aufgeschlossen, da sie ein vortreffliches Baumaterial geben. Doch die Darstellung der vulcanischen Sedimente des Rhyoliths liegt ausserhalb der Grenzen dieser Arbeit. Sie sind überaus mannigfaltig und gewähren eines der anziehendsten Forschungsgebiete, welches wenigstens denselben Umfang verlangt, als die Behandlung ihrer Ursprungsgesteine. Denn, abgesehen von der Fülle petrographischer Abänderungen enthalten sie vielfach organische Reste und treten in innige Wechselbeziehung mit den Absätzen heisser Quellen, welche im Gefolge der vulcanischen Thätigkeit auftreten, mit Braunkohlenflötzen und Eisensteinlagerstätten. Von

einem anderen Gesichtspunkte habe ich bereits einige Bemerkungen über diese Ablagerungen mitgetheilt ¹⁾).

Aber auch, wenn wir mit vollständigem Ausschluss aller Sedimente uns auf die Lagerungsverhältnisse der geflossenen Massen beschränken, begegnen wir einer ausserordentlichen Mannigfaltigkeit, und wenn wir uns der gewöhnlichen Eintheilung der Lagerungsformen bedienen, so gibt es nicht eine, welche nicht im Rhyolithgebirge in zahllosen Beispielen vertreten ist und die Formen wechseln so vielfach und gehen so häufig in einander über, dass es kaum möglich ist, sie in die Fesseln der streng systematischen Aneinanderreihung einzuzwängen.

a) Gänge.

Mit Ausnahme einiger Lavaströme sind die Rhyolithe ausschliesslich in Gängen dem Erdinnern entstiegen. Dies ist daher ihre Grundform. Da aber die Gebirge unseres Gesteines fast immer ganz von Tuffen umhüllt sind, und nur selten eine unmittelbare Berührung mit Trachyt oder mit anderen älteren Gesteinen sichtbar ist, so sind die Gänge nur in äusserst beschränktem Maasse der Beobachtung zugänglich. Man sieht fast nur diejenigen, welche die Tuffe oder den älteren Rhyolith durchsetzen. Der letzte Fall ist besonders häufig, so im Bereghszászger Gebirge, am Kelemenhegy bei Oroszi, (unweit Bereghszász) an den Vulkanen von Szántó und Telkibánya. — Bei weitem das ausgezeichnetste gangartige Vorkommen beobachtete ich an der schon mehrfach erwähnten isolirten Rhyolithmasse im Illova-Thal im nordöstlichen Siebenbürgen. Eine mächtige stockförmige Masse zwingt sich hier durch das Eocengebirge. Das Illovathal ist tief und senkrecht in die horizontal gelagerten Schichten und mitten in den gewaltigen Eruptivstock eingeschnitten und entblösst daher in ausgezeichneter Weise das Lagerungsverhältniss. Es zeigt sich, dass der Rhyolith an den Durchbruchstellen Blöcke von kolossalen Dimensionen in sich einschliesst, aber kein feineres Reibungsconglomerat bildet; ausserdem zweigen sich noch mehrere Gänge von dem Hauptstock ab und durchsetzen, wie die Thalwand in vortrefflicher Weise entblösst, die Schichten des eocenen Sandsteins.

b) Ströme.

sind die herrschende Lagerungsform der Laven an erloschenen Vulkanen. Aber auch andere Massen, welche in der Nähe der letzteren aus Spalten am Rande des Trachytgebirges hervordrangen, mussten, sobald sie eine geneigte Fläche trafen, an derselben stromartig herabfliessen und in dieser Gestalt erkalten. Man begegnet ihr daher in ausgedehntem Maasse. Die vortrefflichsten Beispiele bieten die Perlsteinströme von Telkibánya. An dem Uebergange vom Gönczer Thale nach diesem Orte erhebt sich einer der schönsten Vulcane der Gegend. Lang herab nach der engen Schlucht des Gönczer Thales ziehen sich die Perlsteinströme, nördlich fliessen sie in ähnlicher Weise und mit dem mannigfaltigsten petrographischen Charakter hinab. Ihnen schliessen sich Bimssteinströme an, welche zu den wenigen erhaltenen gehören; erst tiefer hinab am Pochwerk stehen die geschichteten Bimssteintuffe an. Ueberraschend schön erhalten sind die Obsidianströme am Krater von Telkibánya selbst. An mehreren Stellen im Umkreise sieht man die geneigten allseitig abfallenden Schichten, welche den eigentlichen Erhebungsknoten bilden. Dazwischen sind sie von der Höhe herab von den deutlichsten Strömen der verschiedensten Laven

¹⁾ Hauer und Richthofen, Bericht u. s. w. dieses Jahrbuch, Bd. X, 1859, S. 438—450.

unterbrochen. Man kann dies noch vielfach weiterhin im Ósvathale, südlich vom Dorf beobachten. Es ist kaum nöthig, noch andere Gegenden zu berühren. Ueberall begegnen wir einer Fülle der schönsten Beispiele für diese Lagerungsformen, so in der Gegend von Tokay, Saros-Patak und Ujhely. In dem Gebirge von Bereghszász trifft man sie vielfach, aber nicht überall; am häufigsten erscheinen sie an den Westgehängen in unmittelbarer Nähe von Bereghszász und Ardó, ferner am Südgehänge zwischen Muzsai und Bene.

c) Schichtungsglieder.

Wie die Ströme übergeflossene Gangmassen sind, so breiten sie sich selbst wiederum in dünnen Schichten über grössere Flächen aus; die Laven nehmen daher auch an der Schichtung Theil, ohne in Tuffe umgeändert zu sein. Besonders gilt dies von den Perlsteinen, welche unter allen Gesteinen das leichtflüssigste gewesen zu sein scheinen. Bei Telkibánya begegnet man in den Sedimenten, welche zum Vulcane emporgetrieben wurden, sehr häufig Perlsteinschichten. Am Ost-Ende des Dorfes steht eine sehr lehrreiche Schichtenfolge mit nördlichem Fallen, vom Vulcane abwärts geneigt, an, worin mehrfach Perlsteine mit feinerdigen Tuffen wechsellagern. Ich theilte sie bereits an einem anderen Orte ausführlicher mit ¹⁾.

Sehr häufig, aber weit weniger deutlich, sind den Schichten eingelagerte deckenförmige Eruptivmassen in dem Gebirge von Bereghszász, wo aber Alles in grösserem Massstabe auftritt.

d) Kuppen.

Wenn wir endlich die Lagerungsform kuppenartig aufgethürmter Eruptivmassen hinzurechnen, so dürfte die Mannigfaltigkeit der verschiedenen geotektonischen Verhältnisse erschöpft sein und sich mit ihrem ganzen Reichthume diesen vier Formen unterordnen lassen. Wenn die ersten drei vorwaltend den abnorm erstarrten rhyolithischen Eruptivmassen galten, so ist diese Lagerungsform hauptsächlich dem normalen Rhyolith eigen. Es sind mächtige Massen, welche meist aus Spalten von geringer Längenausdehnung entquollen zu sein scheinen, und sich zu domförmigen Kuppen erheben. Das schönste Beispiel davon ist der Kelemenhegy bei Oroszi, östlich von Bereghszász, ein vollständig isolirt in der Ebene stehender Berg. Zu noch bedeutenderer Höhe erhebt sich nicht weit davon der Kovászóhegy, welcher aber bereits mit dem weiteren Rhyolithgebirge in Verbindung steht. Auch an den Bergen von Déda, Béga ny, Zapszony und Kaszony westlich von Bereghszász finden sich solche kuppenförmige Anhäufungen von Rhyolithmasse. In vorzüglicher Klarheit wiederholt sich die Lagerungsform des Kelemen-hegy an den drei isolirten Bergen bei Nagy-Mihály, dem Hradek, dem Hrabova Kalin und einer nördlich von letzterem gelegenen Kuppe. Nahe verwandt mit dieser Lagerungsform ist die der Decken, welche gewissermassen nur ausgebreitete Kuppen sind und meist aus ursprünglich dünnflüssigerem Materiale entstanden sein mögen. Auch mag ein Unterschied darin begründet sein, dass bei der Kuppenform nicht alles Material auf einmal entquoll, sondern periodisch, nachdem das frühere schon halb oder ganz erstarrt war, wie dies das Gestein vom Kelemenhegy auf das deutlichste beweist, während die Entstehung von Decken sich wohl nur durch das fortgesetzte, wenngleich langsame Entströmen einer und derselben Masse erklären lässt.

¹⁾ A. a. O. S. 444.

Am vorzüglichsten dürfte diese Lagerungsform an der Rhyolithmasse zwischen Szent György und Rodna im nordöstlichen Siebenbürgen ausgebildet sein, sonst lässt sie sich nicht leicht mit Bestimmtheit nachweisen; angedeutet scheint sie aber z. B. in dem stark zersetzten Mühlsteinporphyr ähnlichen Gestein im Thalgrunde von Telkibánya, in demselben Gesteine bei Szántó und an anderen Orten.

Diese vier oder fünf Lagerungsformen des Rhyoliths treten nun in den mannigfaltigsten gegenseitigen Verband, und bilden das schwer zu entwirrende und in seine einzelnen Elemente aufzulösende Chaos der vulcanischen Gebirge von Ungarn. Besonders trägt die innige Verkettung und gewissermassen das Ineinanderwachsen mit vulcanischen Sedimenten zur Verwicklung der Verhältnisse bei. Durch das periodische Hervorbrechen neuer Eruptivmassen wurde die Klarheit des schon Bestehenden gestört, die Schichtengebilde wurden verworfen, Laven von Laven überflossen, und so tritt Alles in den innigsten Verband. Allein es lässt sich dennoch eine Gesetzmässigkeit in der Anordnung erkennen; es soll im Nachfolgenden versucht werden, sie in einigen Gegenden zu erörtern.

3. Reihenfolge der Eruptionen.

Um die Aufeinanderfolge der Eruptionen des Rhyoliths in einer Gegend festzusetzen, wären sehr eingehende Studien nothwendig, da die Verhältnisse, wenngleich in vielen Fällen gut aufgeschlossen und einer vollkommenen Aufklärung fähig, doch beim ersten Anblick sehr verwickelt erscheinen. Dann erst wäre durch Vergleichung der Reihenfolge in einzelnen Gegenden ein Schluss auf die gesammte chronologische Anordnung möglich. Ich habe Untersuchungen in dieser Richtung nicht vorgenommen. Theils erlaubte die Flüchtigkeit der Bereisung nicht ein so tiefes Eingehen, theils waren mir damals die Verhältnisse zu neu und unbekannt und erforderten erst ein tieferes Einarbeiten, wie wohl bei Jedem, der zum ersten Male in eine vulcanische Gegend, überdies in eine noch völlig unbekannte, kommt. Es ist mir daher nur möglich, durch nachträgliche Combination meiner Beobachtungen einzelne Thatsachen in dieser Richtung festzustellen.

Bereits mehrfach wurde im Vorigen darauf hingewiesen, dass der ungarische Rhyolith durchaus jünger ist, als der Trachyt. Das Hervorbrechen an dessen Rändern und mitten im Gebirge, wie bei Telkibánya, die Ueberlagerung desselben durch die vulcanischen Tuffe, kurz die Gesammtheit der geognostischen Erscheinungen an beiden Gesteinen, machen dies unzweifelhaft. Schwieriger ist es, das Altersverhältniss zum Basalt zu entziffern, doch haben wir bereits bei der „allgemeinen Uebersicht“ die Thatsachen hervorgehoben, welche es wahrscheinlich machen, dass der Basalt jünger ist als der Trachyt.

Betrachten wir die Rhyolithe als selbstständigen Complex von Eruptivgebilden weiter, so findet sich zunächst bei Telkibánya ein Anhaltspunkt für eine Gliederung, indem dort die Schichten mit eingelagerten Perlsteinströmen gehoben sind und die Wände des Vulcans bilden, der auf seinem Kraterlande die Häuser des Dorfes trägt. Perlstein und Bimsstein sind aber die charakteristischen Gebilde des am Pass nach dem Gönczer Thale gelegenen Vulcans, daher dieser der ältere zu sein scheint. Allein auch zwischen den Bimssteinen und Perlsteinen scheint noch ein Unterschied im Alter zu sein, indem die Bimssteine zur Zeit des Ausströmens der Perlitlaven nur als Sedimente erscheinen, als grobe Conglomerate und feinere Tuffe, welche nicht nur in ihrer Ablagerung von Perlit-

strömen unterbrochen, sondern auch von diesem Gesteine in Gängen durchsetzt werden. Am Gönczer Passe ist dies sehr deutlich.

Es wäre somit 1. eine Bimssteinperiode und dann 2. eine Perlitperiode zu unterscheiden. Der letzteren sind die Lithophysen eigenthümlich und Sphärolithbildung im weitesten Umfange. Aus den jüngeren im Dorfe gelegenen Vulcanen sind rothe und schwarze lithoidische Laven geflossen, welche die Perlsteinströme bedecken. Der ältere Vulcan ist bedeutend höher als der jüngere. Er erhebt sich gegen 200 Fuss über die Einsattelung gegen das Gönczer Thal und diese liegt 515 Fuss über dem unteren Wirthshause von Telkibánya. Da der Vulcan dieses Dorfes ungefähr 150 Fuss ansteigt, so ist eine Niveaudifferenz der beiden Kratere von ungefähr 550 Fuss anzunehmen. Der ältere Vulcan ist in seinem oberen Theile, wie es scheint, nie vom Meere bedeckt gewesen; erst etwas unterhalb des Passes beginnen die Spuren des letzteren. Da aber dieses zur Zeit der tiefsten Versenkung des Landes über den Pass hinausragte, so scheint jener ältere Vulcan bereits der Zeit des Rückzuges des Meeres anzugehören, aber doch noch einer Zeit, in welcher das Niveau desselben mehrere hundert Fuss über der Thalsole von Telkibánya lag. Damit stimmt nun auch das Altersverhältniss der beiden Vulcane ganz überein, denn der im Dorf gelegene gehört einem noch weiter vorgeschrittenen Rückzuge des Meeres an. Auch sein Krater scheint sich über die Oberfläche desselben erhoben zu haben, da in der Höhe keine deutliche Spur der Einwirkung einer Wasserbedeckung wahrzunehmen ist.

Somit wäre nach der Periode der Perlitlaven des oberen Vulcans 3. eine Periode der lithoidischen Laven anzunehmen, welche durch den Vulcan im Dorfe vertreten ist. Jede Periode scheint ihre eigenen Kratere gehabt zu haben, nur die Gegend der vulcanischen Oeffnungen blieb dieselbe. — Noch findet sich bei Telkibánya ein rhyolithisches Gestein, dessen Alter sich nicht mit hinreichender Sicherheit feststellen lässt. Es sind dies quarzführende zellige sogenannte Mühlsteinporphyre und alunithältige Gesteine, welche den ganzen Thalkessel erfüllen. Jedenfalls müssen sie jünger sein als die Bimssteine und Perlite, denn sie treten über diesen auf; ob sie aber in eine Periode mit den lithoidischen Gesteinen fallen oder jünger als diese sind, ist bei Telkibánya schwer zu entscheiden, bei Bereghszász aber, wo dieselben Gesteine auftreten, sind sie entschieden jünger, und berechtigen auch für den ersteren Ort 4. eine letzte Periode von Massenausbrüchen quarzführender felsitischer Rhyolithe anzunehmen.

Die Gegend von Szántó bietet ein ähnliches Verhältniss. Hier sind die älteren Vulcane nicht mehr sichtbar, wenn ihnen nicht der Sátor und Krakó angehören. An diesen beiden reichen die Anzeichen der Meeresbedeckung bis auf die Höhe. Bimsstein kommt hier in Massen zum Vorschein und am Nordostabhang des Krakó gegen den sich anschliessenden Trachytberg Murian sind noch Bimssteinströme sichtbar. Sind diese beiden Berge, was kaum einem Zweifel unterliegt, aber sich nicht streng beweisen lässt, wirklich ausgebrannte Vulcane, so gehören sie in der That zu den ältesten der Gegend und waren vollkommen untermeerisch. Dem ist es nun auch zuzuschreiben, dass die Kratere nicht mehr erkennbar und die ganze Form der beiden Berge zerstört ist. Sie geben wahrscheinlich mit noch einer Reihe anderer, zum Theil verschwundener, zum Theil von mir nicht beobachteter Vulcane im weiteren Umkreise das Material zu den ungeheuren Ablagerungen der Bimssteintuffe, welche den Rand des Trachytgebirges umsäumen und das ganze Hügelland bis hinaus in das Hernád-

thal bilden. In nächster Nähe von Szántó sieht man mit diesen Bimssteintuffen Perlite in ähnlichem Verbande auftreten wie bei Telkibánya. Sie können im Alter nur wenig unterschieden sein. Aber aus dem Plateau der rhyolithischen Sedimente erhebt sich der Vulcan Sujum und mit ihm wohl noch mehrere andere, aber wie in Telkibánya, erst nach weit vorgeschrittenem Rückzuge des Meeres. Denn der Sátor ist 231 Fuss höher als der Sujum und untermeerisch, während der letztere an den Wänden seines 315 Fuss hohen Kegels keine Spur irgend eines Einflusses gleichzeitiger Wasserbedeckung zeigt und sich erst dann in das umgebende Tuffland senkt. Dieses Tuffland besteht weiterhin aus Bimssteintuff, gegen den Vulcan hin steigt es an und besteht wahrscheinlich nach den rothen Zersetzungsproducten zu urtheilen, aus dem von ihm ausgespienen Materiale. Bis zu dieser Höhe scheint also das Meer während der Thätigkeit des Sujum gereicht zu haben, was besonders darin seine Bestätigung findet, dass die Lavaströme nur an den Wänden des Kegels herabfliessen und sich dann nicht auf die Ebene ergiessen, sondern in ihr verschwinden. Da nun der vollkommen meerbedeckte Sátor 231 Fuss über die Höhe des Sujum und dieser 315 Fuss über seinen in das Meer getauchten Fuss hervorragte, so muss das Land sich zwischen den Perioden der Thätigkeit dieser beiden Vulcane um wenigstens 546 Fuss gehoben haben, einen Betrag, der auf eine lange Zwischenperiode hindeutet.

Die Laven des Sujum gleichen zwar nicht ganz denen von Telkibánya, aber stehen doch in demselben Verhältnisse zu den älteren Laven; auch sie sind mehr lithoidisch und so sehr in ihnen die Sphärolitbildung eine Rolle spielt, entfernen sie sich doch weit von dem glasartigen Typus jener Gesteine.

Vergleicht man das Verhältniss der beiden Vulcane von Telkibánya mit dem der beiden Vulcane von Szántó, so stellt sich eine auffallende Analogie sowohl in der Periodicität der vulcanischen Thätigkeit, als in ihren Gesteinen heraus. Bei Szántó liess sich die Differenz der Meereshöhe auf wenigstens 546, bei Telkibánya auf mehr als 500 Fuss berechnen. Diese auffallende Uebereinstimmung scheint in der That darauf hinzudeuten, dass in beiden Gegenden die vulcanische Thätigkeit sich vorwiegend in zwei Perioden concentrirte. In beiden Gegenden sind die ältesten Vulcane durch Bimssteine, Perlsteine und andere hyaline Rhyolithe charakterisirt, die späteren mehr durch lithoidische Massen. In beiden scheinen während der ersten Periode die Bimssteinergrüsse und die Perlitergrüsse selbst wieder zwei Zeiträume zu bezeichnen, die sich aber näher stehen als beide der dritten Periode. Ob in der langen Zeit zwischen den beiden Hauptperioden, während das Meer sich allmählig zurückzog, andere Vulcane um die Südspitze der Eperies-Tokayer Landzunge thätig waren, ob vielleicht die vulcanische Thätigkeit in dieser Zeit sich in anderen Gegenden äusserte, um dann wieder auf ihren alten Schauplatz zurückzukehren, oder ob die Zwischenzeit eine lange Periode vollkommener Ruhe war; dies festzusetzen muss späteren Untersuchungen vorbehalten bleiben. Es wird sich entscheiden lassen, sobald es möglich sein wird, für einen einzigen Zeitpunkt die entsprechende Meereshöhe in verschiedenen Theilen von Ober-Ungarn zu bestimmen.

Verlassen wir diese Gegend, um weiterhin einige Thatsachen über die Aufeinanderfolge der Eruptionen des Rhyoliths aufzusuchen, so ist dies an den kleinen isolirten Ausbrüchen nicht möglich. Erst in dem gliederreichen Gebirge von Bereghszász bietet sich wieder eine für diese Art der Forschung günstige Gegend, über die aber erst spätere Untersuchungen vollständigere Klarheit verbreiten müssen.

In dem unten folgenden Abschnitt über die Alunitbildung („Gasexhalationen der Vulcane“ u. s. w.) sollen die interessanten Verhältnisse dieser Gegend aus

fürlicher dargestellt werden. Es ergibt sich aus denselben, dass auch dort mehrere Perioden der vulcanischen Thätigkeit zu unterscheiden sind, welche in der Art ihrer Producte eine bedeutende Analogie mit den beiden genannten Gegenden zeigen. Die erste Periode ist auch dort durch Bimssteine bezeichnet, welche in mächtigen Conglomeraten und feineren Tuffen abgelagert sind und mit Perliten in die mannigfaltigste Verbindung treten; diese bilden wie bei Telkibánya und Szántó Lagen zwischen den Tuffbänken, setzen in breiten Gängen hindurch und sind in mächtigen Lavaströmen über die Bimssteine hinabgeflossen. Obwohl es mir nicht gelang, deutliche Reste von Vulcanen zu beobachten, ist doch ihre frühere Anwesenheit und langdauernde Thätigkeit unzweifelhaft. Aber nachdem diese Periode, wenigstens in dem inselförmig über die Ebene erhobenen Theil, beendet war, begannen Massenausbrüche von einem abermals verschiedenen Rhyolithgesteine. Es waren dies die quaraführenden porphyrischen Rhyolithe, welche im Bereghszászter Gebirge eine so bedeutende Rolle spielen und das Muttergestein der Mühlsteine und des Alunitfelsens sind. Wahrscheinlich gehört auch der quarzfreie rothe lithoidische Rhyolith vom Kaszonyer Berg dieser späteren Periode an.

Die vulcanischen Gesteine der ersten Periode entstanden untermeerisch und wahrscheinlich ist die grösste Masse von ihnen, sowie die Kratere und sonstige Schlünde unter dem jetzigen Meere der jüngeren Ablagerungen verborgen. Auch hier deuten aber alle Umstände darauf hin, dass damals wie bei Telkibánya und Szántó das Land sich hob, und als dann jene Massenausbrüche erfolgten, da scheint das Meer sich schon weit zurückgezogen zu haben; denn an ihnen ist keine Spur einer untermeerischen Erstarrung wahrzunehmen. Hier konnte ich nicht den Betrag schätzen wie in anderen Gegenden; er kann aber jedenfalls nicht unbedeutend gewesen sein.

Vergleicht man die drei genannten Gegenden, so ist die Analogie in der Periodicität der vulcanischen Ausbrüche wie in der qualitativen Aufeinanderfolge der verschiedenen Rhyolithgesteine im hohen Grade auffallend und der Beachtung werth. Allenthalben scheint die untermeerische Eröffnung der Schlünde, in denen die Rhyolithgesteine aufstiegen, das Signal zur Umkehr der bisherigen langsamen Senkung des Landes in eine langsame Hebung gewesen zu sein; wahrscheinlich geschahen aber, wie dies heute bei ähnlichen Fällen in Unteritalien häufig beobachtet worden ist, bereits vor dem Ausbruch einige bedeutendere hebende Stösse, welche das Meer schon erheblich in der Höhe seines Niveau's reducirt hatten, als die ersten Eruptionen erfolgten. Wir haben von diesem Moment an:

1. Eine Periode der Bimssteinablagerungen. Von Vulcanen, aus denen das Material hervorbrach, dürften nur noch der Sátor und der Krakó erhalten sein. Die Bimssteincglomerate und Bimssteintuffe reichen noch bis zu einer bedeutenden Höhe, aber doch nur bis zu der der niedersten Pässe des Trachytgebirges. Es folgte

2. die Periode der Perlitvulcane, während welcher, wenigstens im Anfang die vorige Art der Gesteinsbildung fort dauerte. Die Perlite lagern sich stromartig zwischen die Bimssteintuffe, durchsetzen sie aber auch in Gängen und überfließen sie als Lavaströme. Aus den Tuffen bildeten sie sich regelmässige Vulcankegel, denen die Laven entströmten. Aber ausserdem brachen auch Perlite aus Spalten an Bergwänden der Umgebung vielfach hervor.

3. Die Periode der Vulcane mit lithoidischen Laven und

4. die der grossen Massenausbrüche des Rhyoliths. Wahrscheinlich theilen sich die Erscheinungen, welche wir nur nach ihrem Verhältniss zu den

beiden vorigen in Perioden zusammendrängen müssen, auf einen langen Zeitraum, der auch vielfach und nach bestimmten Gesetzen gegliedert sein mag; aber mit dem bisherigen Beobachtungsmaterial lässt sich dies nicht weiter durchführen.

4. Erscheinungen, welche die Eruptionen des Rhyoliths begleiteten.

Eine vollständige Auseinandersetzung der vulcanischen Thätigkeit in Ungarn, in ihrer wunderbaren Mannigfaltigkeit und Ausdehnung liegt nicht in dem engen Plane dieser Arbeit. Nur was in unmittelbarer Beziehung zum Rhyolith selbst steht, nicht was später neben ihm und durch ihn als secundäre Bildung entstanden ist, kann hier erörtert werden. Wenn wir daher bei der Beschreibung der petrographischen und geotektonischen Verhältnisse bereits das weite Reich der Tuffgesteine ausser Acht lassen mussten oder wenigstens nur seine Existenz erwähnen konnten, so können wir auch hier die Erscheinungen, welche mit den Eruptionen des Rhyoliths im Zusammenhange stehen, nur in flüchtigen Umrissen andeuten¹⁾. Erwähnung müssen sie finden, damit die organische Gliederung des gesamten Bereiches der vulcanischen Thätigkeit klarer hervortrete. Nur wenige dieser Erscheinungen, obwohl sie sämtlich secundärer Natur sind, waren auf die petrographische Umbildung des Rhyoliths selbst von Einfluss. Als die wesentlichsten, denen sich die übrigen unterordnen, dürften folgende hervorzuheben sein.

a) Ausströmen von Wasserdampf. Dieses Grundphänomen aller vulcanischen Thätigkeit kann wohl auf so intensiv vulcanischem Boden wie der des nordöstlichen Ungarn ist, kaum gefehlt haben. Bei gewissen Erscheinungen lässt es sich als die Ursache voraussetzen, aber nicht mit Sicherheit nachweisen. Wir werden dieselben bei Besprechung der nachträglichen Veränderungen des Rhyoliths erwähnen. Ein weit entlegener Berg, welcher aber gewiss noch dem System der ungarischen vulcanischen Gebirge angehört, der Pik Demavend im Elburz, stösst nach Kotschy's Beschreibung noch jetzt aus Höhlen Wasserdampf in grossen Mengen aus und dies nachdem er seit undenklicher Zeit erloschen ist. Dies macht wohl den Schluss sehr wahrscheinlich, dass auch an den ungarischen Rhyolithgebirgen einst gleiche Erscheinungen stattfanden.

b) Schlammvulcane und Naphtha-Entwicklung. Im östlichsten Theil der Marmarosch, bei dem Dorf Dragomér an der Iza, welche bei Szigeth in die Theiss mündet, ist der Boden östlich vom Dorf von Naphtha und Bergöl durchtränkt. Zugleich ist hier, vollkommen isolirt, der östlichste Schauplatz vulcanischer Thätigkeit in Ungarn. Da jene Kohlenwasserstoffe sehr häufig mit Schlammvulcanen vorkommen, diese aber stets an die Nähe vulcanischer Thätigkeit gebunden sind, so scheint es gerechtfertigt, aus den zwei vorhandenen Gliedern das dritte zu substituiren und die einstige Existenz von Schlammvulcanen an dieser Stelle anzunehmen, überdies da hierfür noch mehrere Umstände sprechen. Denn erstens ist das Quellenterrain des Bergöls eine von vulcanischen Felsen rings umzäunt gewesene hügelige Fläche, welche aus einem feinen, thönigen, hellgrauen Schlamm besteht, der vollkommen dem von andern Schlammvulcanen beschriebenen gleicht und oft von dem Bergöl ganz imprägnirt ist. Ein zweiter Umstand, der zu Gunsten der Salsen spricht, ist das Hervorbrechen

¹⁾ Einige derselben sollen in den weiteren Abtheilungen dieser „Skizzen“ ausführlicher erörtert werden.

einiger Quellen von trübem, sehr stark Schwefelwasserstoff- und Kochsalzhaltigem Wasser. Chlornatrium ist ein steter Begleiter der Schlammvulcane und diese Umgegend von Dragomér ist ein Theil von dem ausgetrockneten Boden des grossen Binnenmeeres der Marmarosch. Es waren hier mit merkwürdiger Übereinstimmung dieselben Bedingungen vorhanden, wie zu Baku am kaspischen Meere. In weit bedeutenderem Maassstabe als bei Dragomér scheinen Schlammvulcane in vielen anderen Gegenden des Trachytgebirges gewesen zu sein, so ganz besonders innerhalb des weiten halbkreisförmigen Kessels, der durch den grossen Bogen des Trachytgebirges von Nagy-Mihály nach Unghvár gebildet wird. Auch hier fanden Rhyolithausbrüche statt, von denen der Hradek, der Vinna-Stein und andere Berge noch Zeugniß geben. Das Becken des Blatta-Morastes und das Becken der kochsalzhaltigen Schwefelquellen von Szobrancz scheinen der Schauplatz alter Schlammvulcane gewesen zu sein. Auch der Kessel des Szernye-Sumpfes, das Becken der Avas, die Gegend südöstlich von Nagybánya und der Kessel von Stoikafalva dürften wohl bei weiterer Untersuchung noch deutlichere Zeichen einstiger Schlammvulcane aufweisen, als durch die Gestalt der Umgebung und durch den Kochsalz-, Schwefel- und Bitumengehalt von Quellen gegeben sind.

c) Heisse kieselsäurehaltige Quellen. Wie die vulcanischen Erscheinungen Ungarns überhaupt ihr nächstes Analogon auf Island finden, so ist dies ganz besonders hinsichtlich der Kieselsäure-Absätze der Fall. Sie erreichen in Ungarn eine so bedeutende Ausdehnung und Mächtigkeit, dass man sie nur heissen Quellen zuschreiben kann, welche, durch Zersetzung der stark sauren Gemenge reich mit Kieselerde beladen, an vielen Orten, besonders in allen Buchten und Einschnitten des Trachytgebirges, hervorbrachen und sofort einen Theil des gelösten Stoffes fallen liessen. Die Kieselerde ist als Sinter, Holzopal, Halbopal, Infusorien-Tripel und in anderen Formen in weiten Schichten abgelagert und hat oft ganze Wälder von schilfartigen Gewächsen und andern Pflanzen eingeschlossen, Braunkohlenlager durchdrungen, Spalten im Gesteine erfüllt und ist so auf die mannigfaltigste Weise verwendet worden. Ihr Einfluss auf den Rhyolith war gering; aber es scheint doch zuweilen eine Einschmelzung von Kieselsäure-Anhäufungen in flüssige Rhyolithmasse stattgefunden zu haben. Nur dadurch lassen sich jene quarzharten Gesteine, wie sie in einigen Steinbrüchen oberhalb Muzsay vorkommen, einigermaßen erklären.

d) Gas-Exhalationen. Die wichtigsten Secundärererscheinungen, welche die Eruptionen des Rhyoliths begleiteten, sind die Exhalationen verschiedener Gase. Sie zeugen von den ausserordentlich tiefgreifenden Zersetzungen, welche im Erdinnern vor sich gingen, und wirkten eben so zersetzend und umbildend noch während und nach ihrer Entwicklung auf die Rhyolithgesteine ein. Dieser Schauplatz ihrer Wirkungen ist das Feld, auf welchem wir die Erscheinungen selbst in ihrer ursprünglichen Gestalt studiren können; es sind lauter Rückschlüsse von der Wirkung auf die Ursache, welche uns einen Blick auf diese Vorgänge gewähren, aber die Combinationen bieten sich meist mit solcher Klarheit, dass sie nur einen Schluss erlauben. Ich werde später in einem andern Abschnitt den Hergang der Gasexhalationen in den ungarischen Vulcan-Gegenden der Tertiärzeit ausführlicher erörtern. Es genüge hier, darauf hinzuweisen, dass ihre Reihenfolge auf das genaueste derjenigen entspricht, welche neuere Forschungen für die jetzt thätigen Vulcane erwiesen haben. Die beiden Beobachtungssphären, aus denen man auf den Hergang der Gasexhalationen schliessen kann, sind die Alunitbildung und die Entstehung der edlen Erzlagerstätten im Trachytgebirge.

III. Genetischer Zusammenhang mit anderen Eruptivgesteinen.

Ein Umstand bei den ungarischen Rhyolithen scheint der Erklärung besondere Schwierigkeit zu bieten und vielen sonst bekannten Thatsachen zu widersprechen; es ist das späte Empordringen dieser Gesteine am Schlusse der eruptiven Thätigkeit, denn wenn man es, wozu man jetzt wohl berechtigt ist, als ein durch Induction gewonnenes feststehendes Resultat geologischer Forschung ansieht, dass die chemischen Gemenge im Innern der Erde nach ihrem specifischen Gewichte und dem entsprechend auch nach den mathematischen Reihungsgesetzen ihrer chemischen Zusammensetzung angeordnet sind, dass mithin die beiden typischen, von Bunsen aufgestellten Glieder nur zwei feste Punkte, einen in der Nähe der Oberfläche, und einen in ferner Tiefe, bezeichnen, so müsste daraus mit Nothwendigkeit die Folgerung abgeleitet werden, dass, sobald sich ein neuer Eruptionscanal öffnet; zunächst die sauren Glieder ausströmen und dann mehr und mehr die basischen nachfolgen, wie es in der granitischen und noch mehr in der porphyrischen Gesteinsreihe in so ausgezeichneter Weise der Fall ist. In Ungarn findet aber gerade das Gegentheil statt. Erst nach den vollendeten Massenausbrüchen der basischen Gesteine folgen die sauren Glieder, und zwar als eine geologisch gesonderte Gruppe. Aus der einen Thatsache lässt sich daher der wahre Sachverhalt theoretisch nicht ableiten.

Allein wenn man noch dem zweiten historischen Momente, der langsamen Abkühlung und Erstarrung der Erdrinde gegen das Erdinnere Rechnung trägt, so modificiren sich die Schlussfolgerungen bedeutend und kommen dem in der Natur beobachteten Sachverhalte näher. Denn jene vollständig gegliederte Reihung dünnflüssiger geschmolzener Massen konnte natürlich nur in den frühesten Zeiten der Erde bestehen; damals mussten die kieselsäurereichen Gemenge vorwaltend und in dünnflüssigem Zustande zur Eruption gelangen und das Material zu den mächtigen Gebirgen von gross-krystallinischem Granit, Granitit und Syenit geben. Nur untergeordnet und in lange Zeit hindurch thätigen Eruptionscanälen konnten die basischen Diorit-, Diabas- und Hypersthengesteine nachfolgen. Bei dem Ausbruch der porphyrischen Gesteine in den Perioden des Rothliegenden und der Trias waren die sauren, zur Ausscheidung von freiem Quarz geeigneten Gemenge schon so weit abgekühlt, dass sie zähflüssig zur Eruption gelangten, dass alle Moleküle, welche sich nicht schon im Innern der Erde bei der unendlich langsamen Erstarrung zu Krystallindividuen vereinigt hatten, schnell zu einer dichten Grundmasse erstarrten, dass Contactwirkungen auf das Nebengestein beinahe gar nicht mehr stattfinden konnten und dass endlich eine gegen das Verhältniss bei den granitischen Gesteinen weit zurückbleibende Menge der sauren Gesteine gebildet wurde. In grösseren Massen drangen die basischeren, quarzfreien Porphyrite und Melaphyre nach und wo die eruptive Thätigkeit lange fort dauerte, folgten auch noch augitische Gemenge ¹⁾. Baut man auf Grund der bei diesen beiden Reihen beobachteten und mit der Theorie so vollkommen harmonirenden Erscheinungen die Schlussfolge weiter, so ergibt

¹⁾ Ausführlicher erörtert in meinen „Bemerkungen über die Trennung von Melaphyr und Augitporphyr“ (Sitzungsberichte der math.-naturw. Cl. der k. Akademie der Wissensch. zu Wien Bd. XXXIV, 1859, S. 367) und in „Geognostische Beschreibung der Umgegend von Predazzo, St. Cassian und der Seisser Alp“ (Gotha bei Just. Perthes, 1860), S. 308—327.

sich für die Tertiärformation die Wahrscheinlichkeit einer so weit vorgeschrittenen Abkühlung und Erstarrung, dass die zur Quarzausscheidung geeigneten Gemenge gar nicht mehr zur Eruption gelangen konnten, sondern die Reihe mit den nächstfolgenden Gliedern, von der Zusammensetzung der Porphyrite beginnen musste. Dies ist auch in der That der Fall und kein Umstand vielleicht könnte in auffallenderer Weise die periodisch fortschreitende Veränderung der Eruptivmassen darthun. Noch kennt man keinen Ort, wo die neueren Eruptionen mit quarzführenden Gliedern, selbst nicht mit den zähesten Magma's, begonnen hätten. Ueberall wird die vulcanische Thätigkeit durch die Aequivalente des Porphyrits (Grundmasse mit Krystallen von Sanidin, oder von Sanidin und Oligoklas) oder des Melaphyr's (Oligoklas und Hornblende) eröffnet. Das Letztere ist in Ungarn der Fall. Man darf es daher zwar noch nicht als vollständig festgestellt, aber doch als durch alle bisherigen Erfahrungen bestätigt und mit der Theorie vollkommen übereinstimmend annehmen, dass in den Massenausbrüchen aller neueren Eruptivgesteine die kieselsäurereichen Glieder wegen ihrer im Innern der Erde zu weit vorgeschrittenen Erstarrung fehlen und die Reihe überall mit quarzfreien Gesteinen begann. Wo es, wie im grössten Theil des nord-westlichen Böhmen, bei solchen Masseneruptionen geblieben ist, wird daher stets nur ein Theil der Reihe der chemischen Gemenge entwickelt sein, man wird dort das „normaltrachytische“ Gemenge immer vergebens suchen. Ganz dasselbe Verhältniss würde in Ungarn stattfinden, wenn nach Beendigung der grossen Masseneruptionen keine weitere Aeusserung der Vulcanität erfolgt wäre. Für den Fall aber, dass eine solche auch weiterhin stattgefunden hätte, müsste man als ihr Material Basalte oder noch basischere Gemenge erwarten und es ist klar, dass nur ganz ausserordentliche Umstände die Eruption saurerer Gemenge verursachen konnten. Basalte sind auch in der That vorhanden, aber sehr untergeordnet gegen die sauren Gemenge. Wir müssen uns daher nach den Gründen umsehen, welche eine derartige Ausnahmserscheinung hervorzubringen im Stande waren.

Wie ich wiederholt hervorgehoben habe, erfolgte die Eruption der Rhyolithe erst nach dem Eindringen des Meeres in das Festland und sie ging in derselben Weise von Statten wie die Lavaausbrüche der thätigen Vulcane. Es bildeten sich die im Vorigen beschriebenen Kratere und kleine Gruppen von Ausflusscanälen, aus denen die zähen Gemenge wiederholt herausflossen. Hier steht also ganz deutlich die vulcanische Thätigkeit im engen Zusammenhange mit der Nachbarschaft einer grossen Wasserbedeckung, da vor derselben ausschliesslich Masseneruptionen ohne irgend welche weitere vulcanische Erscheinung stattgefunden hatten. Gas-Exhalationen, kieselsäurehaltige Quellen und alle pseudovulcanischen Erscheinungen treten gleichfalls erst als Begleiter der vulcanischen Thätigkeit auf. Es sind also hiedurch mit der grössten Klarheit zwei Perioden ausgesprochen, in deren eine nur die plutonischen Masseneruptionen basischer Trachyte fallen, während der anderen die eigentlich vulcanischen Ausbrüche der zur Gruppe der Rhyolithe gehörenden Gesteine zufallen, allerdings bei gleichzeitiger Fortsetzung jener plutonischen Eruptionen (in den Basalten). Diese Ausbrüche folgen unabhängig von jeder äusseren Wasserbedeckung allen eben ausgesprochenen Gesetzen auf das Genaueste, die vulcanischen sind die Ausnahme und stehen mit der angegebenen Veränderung der Verhältnisse an der Erdoberfläche im Zusammenhange.

Die vulcanische Thätigkeit in Ungarn gehört somit den oberen Theilen der Erdrinde an, die plutonische den tieferen; die vulcanische hat ihren Sitz und die Quellen ihres Materials in verhältnissmässig wenig entlegenen Tiefen, die

plutonische erst in den geschmolzenen Massen unterhalb der starren Erdrinde. Jene ist eine Function von zufälligen und örtlich beschränkten Kraftäusserungen, wie der Verwandlung einer tief in das Erdinnere eingedrungenen Wassermasse in Dampf, diese von Kräften, welche, wie die gleichmässig vorschreitende Erstarrung und Zusammenziehung der äusseren Theile des Erdballs, allgemein über die ganze Erde thätig sind, aber nur dort den Schauplatz ihrer Wirksamkeit haben, wo momentan der Widerstand am geringsten ist. Die vulcanische und plutonische Thätigkeit, welche man früher scharf trennte, in neuerer Zeit aber wieder mehr und mehr zu vereinigen sucht, sind daher, wenigstens für Ungarn, zwei wesentlich verschiedene Formen der „Reaction des Inneren, unseres Planeten gegen seine Oberfläche“. Sie unterscheiden sich durch die Art der bewegenden Kräfte, durch den Sitz ihrer Quellen im Erdinneren, daher auch meist durch ihr Material und durch alle begleitenden Erscheinungen. Betrachten wir erst die Gesteine, so werden durch die plutonischen Kräfte, das heisst durch die Spannung der erkaltenden und sich zusammenziehenden Erdrinde gegen ihre feurig-flüssige Unterlage Theile der letzteren an den Stellen des geringsten Widerstandes an die Erdoberfläche gepresst, alle diese Theile aber sind basisch und stammen aus stets wachsender Tiefe. Durch die vulcanische Thätigkeit kommen vorwaltend die kieselsäurereichsten aller bekannten Gemenge, diejenigen, welche unter Allen ihren ursprünglichen Sitz am nächsten unter der Oberfläche haben, und für welche wir nach allen Erscheinungen eine weit vorgeschrittene Erstarrung in der Tertiärzeit annehmen mussten, zur Eruption. Es musste also, um dies zu bewirken, eine doppelte Kraftäusserung stattfinden: eine Erhitzung und Umschmelzung einerseits, ein Emporheben durch Spalten oder sonstige Canäle andererseits. — Zu demselben Ergebniss führt die Betrachtung des geotektonischen Verhaltens. Die durch plutonische Thätigkeit an die Oberfläche gedrunkenen Massen treten in mächtigen zusammenhängenden Zügen auf, wie man es bei Spalten, welche den Weg bis zum feurig-flüssigen Erdinnern öffnen, voraussetzen muss. Örtlich beschränkt, den bis in geringe Tiefe niedersetzenden Communicationswegen entsprechend und an die Gegenden gebunden, wo kurze Zeit zuvor jene mächtigen Massen-Eruptionen den gesammten Bau der umgebenden Theile der Erdrinde zerspalten und zerrissen hatten, erscheinen die Erzeugnisse vulcanischer Thätigkeit und, um es nochmals zu wiederholen, erst nach dem Eintreten einer ausgedehnten Wasserbedeckung. Vorher konnten nur kleine Wassermassen in die geöffneten Communicationswege eindringen und wenn sie sich in den Tiefen in Dampf verwandelten, so mussten sie vorwaltend heftige Erdbeben zur Folge haben, während bei einer Meeresbedeckung ununterbrochen Wasser nachströmt, und die heftigsten Wirkungen in der Tiefe stattfinden können.

Wenn man daher, wie es wohl in unserer Zeit die herrschende Ansicht ist, den Sitz der Thätigkeit der heutigen Vulcane ganz allgemein unter die feste Erdrinde verlegt, dorthin wo wir den Herd der Wirksamkeit der plutonischen Kräfte setzen, so widersprechen die beobachteten Erscheinungen dieser Annahme für die Vulcane der Tertiärzeit in Ungarn. Abweichend von der herrschenden Ansicht nahm Hopkins, welcher die Dicke der Erdrinde zu 120 Meilen berechnet, Reservoirs von flüssiger Masse in dieser Rinde an, welche der Sitz aller vulcanischen Thätigkeit sein sollen. Dieser Annahme widersprechen die Erscheinungen in Ungarn noch entschiedener. Denn erstens kann man keine so beträchtliche Dicke der Erdrinde annehmen. Ausser allen Gründen, welche man schon dagegen angeführt hat, erwähnen wir nur, dass wenn das Material der ungarischen

Masseneruptionen aus so beträchtlicher Tiefe stammte, es sich leicht durch Berechnung nachweisen liesse, dass alsdann die Erde leichter sein müsste, wegen der langsamen Progression, in welcher das specifische Gewicht der chemischen Gemenge nach dem Innern der Erde zunehmen würde. Auch würde alsdann wohl kaum noch ein Communicationsweg bis in jene Tiefen möglich sein. Was zweitens die Reservoirs betrifft, so würden solche nach dem planetarischen Gesetz der allmählig vorschreitenden Erstarrung der Rinde gegen das Erdinnere durchaus unerklärlich und widersinnig sein, und sie könnten sich in ihrer Vertheilung nicht nach den Spaltenbildungen der Rinde in einer viel späteren Zeit richten.

Wir setzen daher auf Grund des Verhaltens der ungarischen Vulcane der ersten Theorie von dem tiefem Sitz des Herdes der vulcanischen Thätigkeit entgegen, dass die petrographischen und geotektonischen Verhältnisse durchaus zu der Annahme zwingen, dass die Quelle jener Thätigkeit in geringerer Tiefe liegt; der Theorie von Hopkin aber, dass die in Ungarn so glänzend sich bestätigenden planetarischen Gesetzes der Veränderungen im Innern der Erde ihr widersprechen. Der erstere Einwurf gilt aber nur für die Vulcane der Tertiärzeit in Ungarn. Bei vielen andern, auch bei jetzt noch thätigen Vulkanen, findet eine so scharfe Scheidung zwischen plutonischer und vulcanischer Thätigkeit nicht statt. Es dringen an vielen derselben Gesteine an die Oberfläche, welche auf eine sehr tief liegende Quelle deuten. Werden durch plutonische Kräfte solche Massen in den Communicationswegen aufwärts gepresst, so können sie, wie Naumann gezeigt hat, auf Umstände treffen, welche eine physikalische und chemische Umgestaltung der Masse und rein vulcanische Eruptionsformen veranlassen können. Die Erscheinungen bei den meisten Vulkanen deuten auf ein sehr mannigfaltiges Zusammentreffen von Umständen hin.

Für die ungarischen Vulcane ergibt es sich, dass um das Material zu den Ausbrüchen zu bereiten, eine Umschmelzung schon vorhandener Massen stattfinden musste. Es fragt sich nun: wodurch konnte dies bewirkt werden? Zunächst wissen wir, dass in jenen Tiefen der Erde, welche gegenwärtig die Lagerstätte der nicht zur Eruption gelangten Ursprungsmassen der Rhyolithe sind, eine hohe Temperatur herrscht. Wenn man bedenkt, dass noch in der Periode des Rothliegenden jene Gemenge durch plutonische Kräfte im zähflüssigen Zustand an die Erdoberfläche gelangten, so müssen sie, wenn die Erstarrung in den letzten verhältnissmässig kurzen Perioden, eben so successiv vorgeschritten ist, wie von dem Zeitalter der granitischen bis zu dem der porphyrischen quarzführenden Gesteine, noch immer in einem halbflüssigen Zustand befindlich sein, welcher leicht durch physikalische und chemische Einflüsse wieder in den dünnflüssigen übergehen kann. Welcher Art diese Einflüsse in jedem einzelnen Falle gewesen seien, dies mit Bestimmtheit festzusetzen, dürfte kaum jemals in den Bereich möglicher Forschung gelangen. Wohl aber wissen wir, dass eine solche Umschmelzung im Bereich möglicher physikalischer Thatsachen liegt, und gerade die Umstände, welche in Ungarn die vulcanische Thätigkeit vorbereiteten und begleiteten, waren vollkommen geeignet, eine solche Umänderung zu veranlassen. Vergegenwärtigen wir uns, dass die Trachyte in Spalten aufgestiegen sind, dass ein solches gewaltsames Hervordringen eine Zerspaltung der benachbarten Gesteine bis in ausserordentliche Tiefe zur Folge haben musste, dass die Erstarrung der die Spalte erfüllenden Eruptionsmasse, je tiefer unter der Erdoberfläche, desto langsamer vor sich geht, dass endlich das Wasser des Meeres, als es am Ende der Trachyteruptionen das Land bedeckte, in die geöffneten Spalten eindrang, wo neben der Eruptionsspalte die Risse am tiefsten niedersetzten, so lässt sich hierdurch das schwierige Problem, auf welche Weise das

Wasser in der Tiefe mit feurig-flüssigen Massen in Berührung kommen konnte, wohl erklären. Die Temperatur, bei der die Verwandlung in Dampf wegen der hohen und durch die Meeresbedeckung constant erhaltenen Wassersäule erst möglich ist, muss jedenfalls von erheblichem Betrage sein. Wie bedeutend aber die chemischen Wirkungen des Dampfes bei der Temperatur einer glühend-flüssigen Gesteinsmasse sein müssen, davon geben Daubrée's schöne Versuche, von der Einwirkung des Wassers bei 400° C. auf verschiedene Substanzen ein Bild. Es dürfte dann kaum mehr ein Silicat unlöslich sein. Berücksichtigt man aber ausserdem, um wie viel leichter schmelzbar oft wasserhaltige Verbindungen sind, als wasserfreie (zum Beispiel Perlite im Gegensatz zu ihren gleichwerthigen Feldspäthen), in welch hohem Maasse ferner nach Forchhammer's Versuchen die Schmelzbarkeit der Silicate durch einen geringen Zusatz von Kochsalz, und wohl überhaupt von Chlor- und Fluor-Verbindungen, wie sie gerade das Meerwasser in die Tiefe führen musste, zunimmt, so ist wohl vom chemischen und physikalischen Standpunkt kaum mehr ein Einwand gegen jene Schlussfolgerungen, zu denen die Erscheinungen bei den ungarischen Vulkanen nöthigten, möglich. Genau können wir, wie gesagt, nie den Vorgang enträthseln. Wir können auf dem Wege des Experimentes die Umstände festsetzen, unter denen gewisse Vorgänge geschehen können, und finden wir dann die Spuren von letzteren in der Natur, so können wir auf die ersteren eine theoretische Erklärung gründen, deren Richtigkeit wir aber, da der Umfang jener möglichen Umstände täglich vermehrt wird, selten verbürgen können. Führt uns jedoch, wie dies bei den ungarischen Vulkanen der Fall ist, die reine empirische geognostische Untersuchung selbst schon zur Voraussetzung derselben Umstände, welche wir nach dem Resultat anderer Wissenschaften zur Erklärung scheinbar so abnormer Erscheinungen zu Hilfe nehmen müssen, so dürfen wir wohl kaum mehr im Zweifel sein, den richtigen Weg zur Erklärung eingeschlagen zu haben; nur die genaue Verkettung der einzelnen Momente, die Intensität, in welcher die einzelnen Kraftäusserungen stattfanden und alle diese verschiedenen Combinationen sind wohl der Forschung nie vollkommen erreichbar.

Wiederholen wir noch einmal den Gang unserer Schlüsse, um zu beweisen, dass der Sitz der an die Eruptionen des Rhyoliths geknüpften vulcanischen Thätigkeit in der Tertiärzeit in Ungarn in ungleich geringerer Entfernung unter der Erdoberfläche war, als der Sitz der plutonischen Thätigkeit, und dass beiderlei Kraftäusserungen wesentlich zu trennen sind, so haben wir folgende Schlussfolge:

1. Es ist ein auf inductivem Wege festgestellter Satz, dass die chemischen Gemenge im Erdinnern nach dem specifischen Gewicht und nach den mathematischen Reihungsgesetzen ihrer chemischen Zusammensetzung angeordnet sind.
2. Die Erstarrung der Erdmasse schreitet allmählig von aussen nach innen fort. Jedes Gemenge geht durch den zähflüssigen Zustand und allmähliges Auskrystallisiren einzelner Mineralien in den krystallinischen Zustand über.
3. Durch die Spannung der erstarrenden Erdrinde wurde zu allen Zeiten ein Druck auf die noch flüssigen Massen hervorgebracht, der (als plutonische Kraft) ein Ausströmen derselben an den Stellen des geringsten Widerstandes zur Folge hat.
4. Bei den frühesten Eruptionen mussten daher die kisel-säurereichen, der Oberfläche nahen Massen dünnflüssig und an Menge vorwaltend ausströmen. Dies bestätigen die granitischen Gesteine.
5. In einer späteren Periode mussten dieselben Massen zähflüssig ausströmen und die leichter flüssigen Gemenge aus grösserer Tiefe an Quantität vorwalten. Dies bestätigen die Gesteine der porphyrischen Reihe.

6. In einer dritten Periode mussten die kieselsäurereichsten Massen erstarrt sein. Es konnten durch die Wirkung plutonischer Kräfte nur basischere Massen ausströmen. Dies ist bei den Gesteinen der trachytischen Reihe der Fall, insbesondere bei den Trachyten zu Unghvár. Die Tiefe, in der die eigentlich planetarisch-plutonischen Kräfte wirksam waren, war daher der Sitz jener basischen Gemenge.

7. Wenn daher nach dieser normalen Kraftäusserung, einem Resultat der fortschreitenden Erstarrung der Erde, noch Eruptionen der kieselsäurereichsten chemischen Gemenge stattfinden, so können ihnen nicht dieselben Kräfte zu Grunde liegen. Sie müssen durch Umschmelzung schon halb oder ganz erstarrter Massen in geringeren Tiefen zur Eruption vorbereitet und durch besondere mit der Umschmelzung verbundene Kraftäusserungen in den neu geöffneten Canälen an die Erdoberfläche hervorgestossen worden sein.

8. Es sind durch das Experiment Umstände bekannt geworden, welche, wenn sie mit denselben Verhältnissen verbunden wären, jenen abnormen Eruptionerscheinungen ganz analoge Wirkungen zur Folge haben müssten. Die geognostische Beobachtung zeigt eben so wie der petrographische Charakter bei den ungarischen Rhyolithen auf dieselben Umstände hin.

9. Wir dürfen mithin als gewiss annehmen, dass die an die Eruption des Rhyoliths geknüpfte Art der Reaction des Innern der Erde gegen ihre Oberfläche eine andere ist, als die, welche an die Ausbrüche der ungarischen Trachyte geknüpft war, dass diese mit planetarisch wirkenden, jene mit örtlich in der Erdrinde wirkenden Kräften verbunden war, diese ihr Material aus dem feurig-flüssigen Erdinnern, jene aus den noch glühenden, aber nicht mehr flüssigen Massen in der Erdrinde nahmen. Als wahrscheinlich aber dürfen wir annehmen, dass diese abnormen Erscheinungen zum Theil durch dieselben Umstände veranlasst wurden, welche auf dem Wege des Experiments analoge Wirkungen hervorbringen, wie sie sich bei den Rhyolithen darstellen.

So führen uns alle Umstände mit Entschiedenheit dahin, plutonische Thätigkeit und vulcanische Thätigkeit scharf zu trennen, nach der Art, dem Sitze und der Verbreitung der zu Grunde liegenden Kräfte, nach der Modalität der begleitenden Erscheinungen, nach den Lagerungsformen und der petrographischen Ausbildung ihrer Gesteine. Somit dürften die Folgerungen, welche sich aus der Vergleichung der neueren Eruptivgebilde Ungarns ergeben, allgemeine Gültigkeit haben. Für Ungarn speciell kommt noch hinzu, dass die durch vulcanische Thätigkeit zur Eruption gelangten Gesteine ohne Ausnahme eine ganz andere Stellung im natürlichen petrographischen Systeme einnehmen, als die gesammte Reihe der plutonischen Eruptivgebilde. Die planetarischen plutonischen Kräfte wirken seit den frühesten Zeiten der Erde nach grossartigen, keinen Schwankungen unterworfenen Gesetzen. Durch sie kommt die reich gegliederte, scheinbar verwickelte und doch so wunderbar gesetzmässig angeordnete Reihe plutonischer Eruptivgesteine aus dem flüssigen Erdinnern an die Oberfläche. Ihnen folgen jene periodischen Veränderungen in der Ausbildung, die sich in den drei Reihen der granitischen, porphyrischen und trachytischen Gesteine zu erkennen geben. Während aber die letzteren allmähig zu ihren bisherigen Gliedern fortschreiten, stellen sich plötzlich durch örtliche unterirdische Dampfentwicklung bei Druck und hoher Temperatur hohe parasitische Erscheinungen ein und fördern eine ganze Reihe von Gesteinen zu Tage, welche sich in Ungarn von denen der früheren und noch fortdauernden plutonischen Thätigkeit in jeder denkbaren Beziehung auf das Strengste unterscheiden. Es sind daher hier die Erscheinungen einer solchen Zertheilung besonders günstig. In wenigen anderen Gegenden löst sich der

Bereich der vulcanischen Erscheinungen und der vulcanischen Gesteine so natürlich und ungezwungen aus der Hülle der meist räumlich und örtlich ihnen verbundenen Erzeugnisse der plutonischen Thätigkeit heraus. Meist treten beide im innigen Zusammenhang auf, indem jene umschmelzenden und hebenden Kräfte eben so oft auf eine durch plutonische Kräfte gehobene, noch nicht erstarrte Masse wirken können. Der Theorie nach müsste dieses Ineinandergreifen der beiden in ihrem Wesen so verschiedenen Kraftäusserungen die Regel, die strenge Scheidung aber, wie sie in Ungarn stattfindet, eine seltene Ausnahme sein. Alle Vulcane mit basischen Producten geben Beispiele des Ineinandergreifens beider Kraftäusserungen, alle mit kieselsäurereichen Eruptivmassen werden sich auf dieselben Gesetze zurückführen lassen, wie die tertiären Vulcane in Ungarn. Kaum aber dürfte irgend ein Fall von einer Vermengung beider Arten von Producten bekannt sein.

IV. Veränderungen der Rhyolithgesteine durch äussere Einflüsse nach der Eruption (Mühlsteinporphyr, Alaunfels, Porzellanerde).

Alle Gesteine der Rhyolithgruppe leisten der Zersetzung durch atmosphärische Einflüsse einen ausserordentlich bedeutenden Widerstand. Der hohe Kieselsäuregehalt und die geringe Beimengung von Kalk, Magnesia und Eisen unter den Basen scheinen sie vor äusseren Angriffen zu schützen, da selbst die lockeren perlitischen Abänderungen nur sehr schwer unterliegen. Die verglasten Gesteine zeigen oft nur jene geringe Veränderung, welche das Fensterglas durch längeres Liegen in feuchten Räumen oder in der Erde erleidet und deren Veranlassung sich wesentlich in einem Verlust der Alkalien und Aufnehmen von Wasser herausgestellt hat¹⁾. Selten bildet sich eine weisse erdige Verwitterungsrinde, wie bei dem früher erwähnten Obsidian im Gönczer Thal, und wo sie sich bildet, ist sie meist von solcher Beschaffenheit, das sie leicht von Wasser hinweggeführt wird. Nur am Kelemen-hegy bei Bereghszász bildet das Zersetzungsproduct des quarzführenden Rhyoliths feste weisse Massen, in welche das Gestein von den Klüften und Aussenflächen aus verwandelt wird.

Eine eigenthümliche Bedeutung bei der Zersetzbarkeit hat die Farbe des Rhyoliths. Alle hellen Abänderungen widerstehen den Agentien ungleich mehr als die dunkleren. Besonders leicht unterliegen ihnen die rothen und in rothen und schwarzen Lamellen abwechselnden Gesteine von rhyolithischem Gefüge. Am Kászonyer Berge ist es sehr schwer ein frisches Stück zu erhalten; an den wenigen Stellen, welche einen Aufschluss bieten, ist die Zersetzung weit vorgeschritten, zum Theil das Gestein schon zu rothem Grus zerfallen.

Das Hauptproduct der Zersetzung rhyolithischer Gesteine durch die atmosphärischen Agentien scheint Porzellanerde zu sein, welche sich an einzelnen Stellen in ausserordentlich bedeutenden Lagern angehäuft findet. Sehr ausgedehnt ist das Lager von Dubrinics, nördlich von Unghvár. Nach den Untersuchungen der Herren Franz Ritter v. Hauer und Baron Hingenaus steht es nicht in erkennbarem Zusammenhange mit eruptiven Rhyolithen, aber die Gesteine der Lagerstätte selbst sind die entschiedensten rhyolithischen Sedimente. Diese Sedimente bestehen in der Regel nur aus dem mechanisch verkleinerten Eruptivgestein, müssen also dieselben Bestandtheile enthalten wie dieses. Natürlich konnte bei ihrer lockeren

¹⁾ S. Hausmann's Bemerkungen über die Umänderungen des Glases. — Studien des Göttingischen Vereines bergmännischer Freunde, Bd. VII, Hft. 1, S. 1 ff. 1856.

Beschaffenheit die Zersetzung ungleich stärker eingreifen, als wo sich glatte Flächen fester Felsen darbieten, und so eine Zersetzung von Statten gehen, welche vollkommen derjenigen der mit dem Rhyolith gleichwerthigen Quarzporphyre und Granite entspricht. Die Porzellanerde von Dubrinics ist die vorzüglichste, welche man in Österreich kennt. Proben, welche damit in der kaiserlichen Porzellanfabrik in Wien ausgeführt wurden, zeigten, dass diese Porzellanerde gar keines Zusatzes bedarf, sondern schon für sich allein ein besseres Porzellan gibt als das Material von allen anderen Lagerstätten in Österreich mit Anwendung jeder Art von Zusätzen. Es gleicht dem chinesischen an Durchsichtigkeit und muscheligen Bruche.

Porzellanerde als Zersetzungsproduct rhyolithischer Tuffe findet sich noch an mehreren Orten, wenn auch kaum so ausgezeichnet wie in Dubrinics. Nur die von Parba westlich von Rodna im nördlichen Siebenbürgen dürfte vielleicht der vorigen um nichts nachstehen. Ich habe die Lagerstätte nicht besucht; sie soll sehr ausgedehnt sein. Etwas abweichend ist die Lagerstätte der Porzellanerde von Telkibánya, die einzige, welche benutzt wird und durch die Fabrik in Telkibánya einen grossen Theil von Ungarn mit einem schlechten Porzellan versieht. Sie scheint an der Grenze von Rhyolith und Trachyt als ein Product der Zersetzung des ersteren aufzutreten und wird durch Stollenbau gewonnen.

Die Rhyolithgesteine bilden aber noch eine ganz andere, weit abweichende Reihe von Zersetzungsproducten, deren typische Glieder der „Mühlsteinporphyr“ von Beudant und der Alaunfels sind. Wir werden in einem späteren Abschnitte über die Gasexhalationen, welche die vulcanische Thätigkeit der Tertiärzeit in Ungarn begleiteten, die Entstehung dieser Gebilde ausführlicher erörtern. Sie sind nicht nur den festen Rhyolithen durch lange Reihen der verschiedensten Übergangsstufen verbunden, sondern zeigen unter einander eine ausserordentliche Mannigfaltigkeit, da theils das ursprüngliche Gestein nicht bei allen gleich war, theils die Einwirkung der Gase mit Modificationen stattfand. Es entstanden die körnigen, grosszelligen, oft vollkommen dolomitartigen, dabei aber fast quarzharten Alaunfelse, welche zu Mühlsteinen benutzt werden, und von ihnen aus eine lange Stufenleiter bis zu leichten porösen Gesteinen von gelblicher Farbe und mit muscheligen Bruche, welche sich gar leicht in ein Pulver zerkleinern lassen, aber doch in den feinen Theilchen desselben eine bedeutende Härte zeigen; herab endlich bis zu einem alaunsteinhaltigen feinen Mehl, welches zu einer weichen kreideartigen Masse verbunden ist und sehr viel grosse Schwerspathkrystalle enthält.

Es sind also im Wesentlichen zwei Reihen von in der Natur vorkommenden Zersetzungs Vorgängen der Rhyolithgesteine zu unterscheiden. Bei der einen ist ein Streben nach Entfernung gewisser Basen aus ihrer Silicatverbindung vorhanden, bei der andern ist Alles darauf hingerichtet, die Kieselsäure aus ihren Verbindungen durch Schwefelsäure, zugleich mit einer kleinen Aenderung des stöchiometrischen Verhältnisses, zu verdrängen. Die erstere entspricht den gewöhnlichen Vorgängen der Zersetzung durch kohlensäurehaltige Gewässer, die zweite bezeichnet eine ganz besondere Classe von Gesteinsmetamorphosen, welche nur in vulcanischen Gegenden vorkommen können und ihren Ursprung in der Aufeinanderfolge der Exhalationen von Fluor- und Chlorgasen und einer zweiten Reihe von schwefelig-sauren und Schwefelwasserstoffgasen haben. Wir gehen in dem genannten späteren Abschnitte ausführlicher auf diesen Gegenstand ein.

V. Verbreitung des Rhyoliths.

Der Rhyolith scheint ein in den vulcanischen Gegenden Europa's sehr allgemein verbreitetes Gestein zu sein, überall aber nur sporadisch vorzukommen. In anderen Welttheilen kannte man analoge Steine bis vor kurzer Zeit nur von Mexico und Klein-Asien. Aber mehr und mehr wächst ihr Verbreitungsbezirk an, die fortschreitende Untersuchung vulcanischer Districte in allen Theilen der Erde lehrt Rhyolithe aus den verschiedensten Gegenden kennen, und es werden Gebiete derselben erschlossen, deren Ausdehnung weit die europäischen übertrifft. Allein noch fehlt es allenthalben an gründlicherer Forschung; ich beschränke mich daher bei der ausführlicheren Darstellung der Verbreitung auf Europa und füge nur kurz die ferneren Gegenden bei.

I. Ungarn und Siebenbürgen.

In diesen beiden Ländern ist der Rhyolith an unsere sieben Trachytgebirge gebunden; allein es war bei der Aufstellung dieser Zahl das südliche Ungarn nicht hinzugerechnet. Zwar kommen dort keine zusammenhängenden Züge tertiärer Eruptivgesteine vor, aber es fehlt nicht an isolirten Ausbrüchen. Den Schluss auf das Vorkommen von Rhyolith vermochte ich nur an eine einzige, südlich von dem Hauptzuge gelegene Gegend zu knüpfen; dies ist:

Steierdorf im Banate,

das durch seinen Steinkohlenbergbau bekannt geworden ist. Es treten hier vollkommen alpine Formationen von krystallinischen Schiefern, Steinkohlenformation, kohlenführenden Keupergebilden, Jurakalk, Kreide u. s. w. auf. Aeltere Karten geben darin einen von Süd nach Nord gerichteten Zug als „Diorit“ bezeichneter Eruptivgesteine an, der von Moldava bis Oravitza reicht und mit den dortigen edlen Erzlagerstätten wohl im Zusammenhange stehen dürfte. Diese Gesteine sind noch nicht näher untersucht. Im unmittelbaren nördlichen Anschlusse liegt unweit Oravitza der Ort Steierdorf. Kudernatsch beschreibt von hier Gesteine, die er dem „Quarzporphyre“ zurechnet¹⁾. Doch hatte er schon selbst einige Bedenken gegen diese Bezeichnung. Das zellige Gefüge, der Gehalt an glasigem Feldspath und manche andere Eigenschaften machen es wahrscheinlich, dass das Gestein unserem quarzführenden Rhyolithe identisch ist. Das vereinzelte Vorkommen an den dortigen kohlenführenden Gebilden kann man wegen der noch mangelhaften Untersuchung jener Gegend kaum als ein gewichtiges Bedenken ansehen. Beginnen wir nun mit unseren sieben Trachytgebirgen, so scheint

a) Das siebenbürgische Erzgebirge

ein wichtiges Gebiet für das Vorkommen von Rhyolith zu sein. Es liegen noch wenige Untersuchungen darüber vor; die ausführlichsten Nachrichten verdanken wir den Arbeiten von Johann Grimm und Baron Hingenu. Es scheint daraus hervorzugehen, dass das Trachytgebirge im westlichen Siebenbürgen aus denselben Gesteinen besteht, wie die gleichen Gebirge von Ungarn, und auch in seinem inneren Baue mit ihnen übereinstimmt. Wie bei Schemnitz und Nagy-Bánya, so ist auch hier der Grünsteintrachyt das erzführende Gebirge und wird von Rhyolithen an den Flanken begleitet und in Gängen durchsetzt. Die erste

¹⁾ Jahrb. d. k. k. geolog. Reichsanst. Bd. VI (1855), S. 242.

Nachricht gab Herr Franz v. Hauer in einem Aufsätze über Vöröspatak ¹⁾. Es scheint zwar, dass das darin als „Trachyporphyr“ bezeichnete Gebirge nach der in dem vorliegenden Aufsätze angewendeten Bezeichnungsweise ganz und gar dem Trachyt zuzurechnen sein wird. Doch heisst es auf Seite 68: „ein anderes Stück (aus der Sammlung der k. k. geologischen Reichsanstalt), bezeichnet Kirnik, hat eine graue hornsteinartige Grundmasse mit ausgeschiedenen Körnern von krystallinischem Quarz“. Dieses Stück fand ich in der Sammlung vor; es ist einer der ausgezeichnetsten quarzführenden Rhyolithe. Die Grundmasse ist vollkommen dicht, springt uneben flachschalig und ist an den Kanten durchscheinend. Neben dem Quarz finden sich sehr scharfe kleine Krystalle von glasigem Feldspath, aber kein Glimmer. Von dem grössten Werthe sind die Beobachtungen über dieses Gestein, welche etwas später Herr Johann Grimm mittheilte ²⁾. Sie machen es unzweifelhaft, dass der Rhyolith den ganzen Berg Kirnik zusammensetzt und auch noch weiterhin auftritt, dass er ferner von mächtigen Tuffen begleitet, und, wie in den anderen Gegenden, das erzbringende Gestein ist. Grimm bezeichnet ihn mit den Namen „Feldsteinporphyr“ und „Hornsteinporphyr“, die in der That nach den Gesetzen der früheren Nomenclatur leicht dafür angewendet werden konnten. Was aber die Angaben betrifft, dass der Trachyt von Vöröspatak jünger ist als der Rhyolith, so darf wohl wegen der Schwierigkeit der Untersuchung dieses Resultat nicht als endgiltig angesehen werden; es würde allen in Ungarn beobachteten Thatsachen widersprechen.

Dasselbe Gestein scheint bei Nagyág vorzukommen. Baron Hingenua erwähnt einen Gang eines dem Vöröspataker Feldsteinporphyr ähnlichen Gesteines vom Berge Hajtó bei diesem Orte ³⁾. Grimm hat die Angabe bestätigt ⁴⁾. Doch ist die Identität noch nicht sicher erwiesen.

Ausser diesen wenigen Angaben wurden mir keine weiteren Nachrichten über das Vorkommen von Rhyolith im siebenbürgischen Erzgebirge bekannt. Doch fand ich in der Sammlung der k. k. geologischen Reichsanstalt noch einige Handstücke, welche aus jener Gegend stammen. Später gewährten mir die vortrefflichen Sammlungen des naturwissenschaftlichen Vereines in Hermannstadt, welche die Herren Neugebauer und Bielz Herrn Bergrath v. Hauer und mir mit grosser Bereitwilligkeit öffneten, einen Einblick in die ausserordentliche Verbreitung rhyolithischer Gesteine in den Bergbezirken von Nagyág, Zalatna, Vöröspatak, Abrudbánya, Offenbánya u. s. w.; ja es scheint, dass sie hier ihre ausgezeichnetste Entwicklung und den höchsten Grad petrographischer Mannigfaltigkeit in den normal erstarrten Abänderungen erreichen.

b) Trachytgebirge der Hargitta.

Der breite Zug der Hargitta ist von seinem südlichen bis zu seinem nördlichen Ende frei von Rhyolithen. Erst wo er sich im Norden in einzelne Grünsteintrachyt-Kuppen auflöst, die isolirt aus den reinen Sandsteinen aufsteigen, kommen Rhyolithe hinzu. Ich fand sie in einer grossen ausfüllenden Masse am Südabfalle der Rodnaer Alpen östlich von dem Bade Szent-György im Thalgrunde und einen zweiten mächtigen Eruptivstock des schon mehrfach erwähnten hornblendereichen quarzführenden Rhyolithes zwischen Szent-József und Mogura

¹⁾ Der Goldbergbau von Vöröspatak in Siebenbürgen. Ebendas. Bd. II (1851), Hft. 4, S. 64 ff.

²⁾ Einige Bemerkungen über die geognostischen und bergbaulichen Verhältnisse von Vöröspatak in Siebenbürgen. Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. Bd. III (1852), Hft. 3, S. 54 ff.

³⁾ Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. Bd. VIII (1857), S. 104.

⁴⁾ Ebendas. Bd. VIII (1857), S. 716, 717.

im Illova-Thale. Man hielt dieses Gestein früher für Granit. Genauere Untersuchungen dürften in der Gegend von Rodna eine noch weitere Verbreitung des Rhyolithes ergeben. Aber im eigentlichen Hargittagebirge würden wohl alle Nachsuchungen für immer vergebens sein.

c) Vihorlat-Gutin-Trachytgebirge.

Rechnet man diesem Gebirge die zahlreichen Ausläufer zu, welche sich nach verschiedenen Richtungen abzweigen, so fällt ihnen das Hauptgebiet des Rhyolithes in der Inselkette von Bereghszász zu, aber ausser diesem Culminationspunkt der vulcanischen Thätigkeit noch eine Reihe von untergeordneten Eruptionen. Dazu gehört:

Der Csicsóer Berg bei Déés im nördlichen Siebenbürgen. Die sporadischen Grünsteintrachyt-Kuppen, welche sich jenseits des südöstlichen Endes des genannten Gebirges erheben, verbinden das Vorkommen des Hauptzuges. Der sehr quarzreiche Rhyolith setzt hier wie im Illova-Thale mitten in eocenen Schichten auf und wird als ein vortrefflicher Mühlstein benutzt.

Stoikafalva. Schon etwas näher an der Hauptmasse des Trachytgebirges liegt der Kessel von Stoikafalva, am Fusse eines hohen Berges von Grünsteintrachyt und ebenfalls noch im nördlichen Siebenbürgen. Das Vorkommen wurde mir nicht genau bekannt, ich sah nur eine grosse Anzahl von Bruchstücken eines Rhyolithes, welche als Bausteine nach Magyár-Lápos gebracht worden waren und aus der Gegend des Badeortes stammen sollten.

Dragomér an der Iza, in der Marmarosch. Ein Kranz vulcanischer Berge, von denen rhyolithische Laven- und Halbopal-Bruchstücke herbeigeführt werden, umgibt hier den früher erwähnten, durch seine Naphthaquellen ausgezeichneten Kessel. Grüngefärbte Tuffe umkleiden das Gebirge und ziehen bis jenseits Szelistye fort, wo sie den eocenen Schichten weichen. Wahrscheinlich fanden auch an anderen Orten auf dem Boden des vormaligen Binnenmeeres der Marmarosch vulcanische Eruptionen Statt. Die Tuffe nehmen besonders südlich vom Thale der Iza einen Charakter an, der mehr auf gleichzeitige Eruptionen von Rhyolith, als auf Zerstörung von bestehendem Trachyt deutet.

Kapnik und Nagy-Bánya. In dem von edlen Erzlagerstätten reichen Gebirge, welches sich südlich und westlich von Gutin ausbreitet, spielen wahrscheinlich die Rhyolithe keine unwichtige Rolle, obwohl sie wenig selbstständig zur Oberflächengestaltung beitragen. Ich sah einige Bruchstücke von Laven-Rhyolithen, welche aus dem niederen Gebirge südlich von Felső-Bánya stammen und einige der kleinen Kuppen bilden sollen, welche sich bei Lácsfalu, Bajfalu und Sürgyefalu aus dem Miocenlande erheben. Auf den Gebirgskämmen des Grünsteintrachyts, welcher nördlich von Nagy-Bánya und Felső-Bánya eine bedeutende Ausdehnung erreicht, scheint Rhyolith nirgends vorzukommen; eine um so wichtigere Rolle dürfte er in den Erzlagerstätten dieser Orte selbst spielen.

Avas. Die Thallandschaft der Avas, eine der schönsten Gegenden des ungarischen Trachytgebirges, dehnt sich nördlich von dem Nagy-Bányaer Gebirge aus. Ihre höheren Abhänge bestehen nach beiden Seiten aus zusammenhängenden Trachytgebirgen, die jedoch im Norden durch die hoch hinaufreichenden Tuffe in einzelne Gipfelgruppen aufgelöst werden und sich gegen die Ebene mit einigen isolirten Erhebungen verlieren. Zwischen diesen letzteren und in der weiten schönen Thallandschaft trifft man hier und da einzelne Kuppen von Rhyolith. Nirgends fand ich hier den Trachyt angelehnt oder aus ihm aufsteigend, sondern stets frei im Miocengebirge. Mehrere solche Hügel sind bei Kányaháza, Bujánháza und Bikszád; auch die zwei kleinen isolirten Kuppen bei Túr Terebes

scheinen hieher zu gehören, und bei dem grossen Walachendorfe Turcz findet man zahlreiche Bruchstücke von den verschiedensten Rhyolithgesteinen; sie müssen oberhalb dieses Ortes in bedeutender Entwicklung anstehen. Auch hier ist neben diesen vulcanischen Gebilden eine überaus reiche Erzführung, vielleicht die reichste der ungarischen Gebirge; die Erze setzen im Grünsteintrachyt des Kordje auf.

Bereghszász. Die Ausdehnung des kleinen Archipelagus von Rhyolithinseln, welche bei Bereghszász über das Meer der Anschwemmungen hervorragen, haben wir früher angegeben. Sie mag unter der Ebene wohl noch weit bedeutender sein und erlaubt durch das isolirte und ganz selbstständige Auftreten des Rhyoliths in dieser Gebirgsgruppe den Schluss, dass man unter der Ebene eine ungleich grössere Verbreitung hat, als wir sie jetzt beobachten können.

Nordwestlich von diesem Culminationsgebiete der vulcanischen Thätigkeit sind nur äusserst geringe Spuren derselben nachzuweisen. Die nächste Gegend, in der sie sich finden, gewährt durch ihre Lage am Nordrande des Trachytgebirges Interesse. Es sind die Orte Pazsika, Dubrinics und Vorocsó, nördlich von dem zwischen Unghvár und Munkacs gelegenen Theile. Bei Vorocsó deuten Bimssteintuffe, welche sich zugleich durch ihre von Herrn Hazslinszky entdeckte Granatenführung auszeichnen, auf vulcanische Thätigkeit hin; der aus der Zersetzung ähnlicher Tuffe hervorgegangenen Porzellanerde von Dubrinics ist bereits oben erwähnt worden, während vor Pazsika stark zersetzte Lavagesteine vorliegen, welche Herr v. Hauer dort gesammelt hat. Sie sind quarzfrei, aber reich an schwarzem Glimmer in scharf begrenzten Blättchen und enthalten zuweilen einen Hornblendekrystall. Auf den Feldern der etwas weiter westlich gelegenen Eisenwerke von Szinna sammelten wir Gesteine, welche die Verbreitung des Rhyoliths bis zu dem hügeligen Gebirge dieses Ortes wahrscheinlich machen.

Bei Nagy-Mihály erreicht der Rhyolith wieder etwas mehr Bedeutung, scheint aber nach einigen Brunnengrabungen zum grössten Theile von Anschwemmungen bedeckt zu sein. Zunächst dem genannten Orte bildet er den Berg Hradek, einen vollkommen isolirten, flach kegelförmigen Hügel in der Ebene. Das Gestein ist einer der ausgezeichnetsten quarzführenden Rhyolithe und bis zur Gegend von Bereghszász der einzige typische Repräsentant derselben. Es ist weiss und durchsichtig, von eigenthümlich uneben-splitttrigem Bruche, wie ich ihn sonst nicht beobachtet habe, reich an kleinen Quarzkrystallen und nadelförmigen Durchschnitten von Sanidin, führt keinen Glimmer, aber hier und da einen rothen Granat. In der Gegend ist es als ein vortrefflicher Baustein geschätzt. Neben der weissen kommt auch zinnoberrothe Färbung vor, neben dem dichten auch bimssteinartiges Gefüge, und es wird durch Breccien eine Reihenfolge von Eruptionen angedeutet. Ähnliche Gesteine finden sich am Hrabova Kalin bei Pazdics und an einer Kuppe bei Leszna. Auch der Berg von Vinna mit seiner malerischen Schlossruine und andere Höhen bei Tarna und Klokocsó bestehen aus Rhyolith. Wie er selbst, so haben auch die Nebenproducte der vulcanischen Thätigkeit hier eine bedeutende Verbreitung, insbesondere Kieselsäure-Absätze.

d) Eperies-Tokayer Trachytgebirge.

Bei Eperies scheint kein Rhyolith vorzukommen. Am Westabhange herab ist Rank der erste Ort, wo er sicher auftritt. Der kleine Badeort ist ganz auf zersetzten grosszelligen Lavagebilden gebaut und dieselben setzen weithin längs dem Trachytgebirge fort. Opalbildungen sind von grosser Ausdehnung vorhanden, besonders in den kleinen Buchten von Bunyita und anderen Orten. Am Ostabhange sind dergleichen Absätze aus heissen Quellen die einzigen Zeichen

einstiger vulcanischer Thätigkeit; vorzüglich sind die Thäler von Zamuto, Bánckza und Gálszécs dadurch ausgezeichnet. Es scheint, dass hier ähnliche Eruptionen wie bei Nagy-Mihály stattgefunden haben, aber ihre Gesteine durch Tuffablagerungen unsichtbar sind. Weiter an dieser Seite herab finden sich bei Pelejte, Szilvás-Ujfalú, Pusztafalu u. s. w. allenthalben dieselben Spuren vulcanischer Thätigkeit.

Alle diese nördlichen Gegenden sind aber kaum nennenswerth gegen die ausgebreitete vulcanische Thätigkeit, welche in dem südlichen Theile des Eperies-Tokayer Zuges geherrscht hat; sie beginnt mit einer Linie, welche Telkibánya mit Bereghszász verbindet, und setzt fort bis Tokay. Die genannte westöstliche Linie hat ihren Anfang in einer Unterbrechung des Trachytgebirges, in der von einer mittleren Wasserscheide das Thal von Telkibánya nach Westen, das Bósva-Thal nach Osten herabzieht. In beiden Thälern sind Anzeichen mächtiger Ausbrüche. Den erloschenen, aber wohlerhaltenen Kratern von Telkibánya, mit der ausserordentlichen Mannigfaltigkeit ihrer Gesteine, mit ihren Tuffen, Kieselsäure-Absätzen und Gasexhalationen haben wir öfters Gelegenheit gehabt zu erwähnen. Die Verbreitung der analogen Erscheinungen im Thale der Bósva wurden mir nicht genau bekannt. Indess bezeichnen die mächtigen Bimssteintuffe und Lavaconglomerate, welche dasselbe südlich begleiten und bei dem Dorfe Kovásvágas zu beiden Seiten anstehen, dass auch hier Rhyolithgebilde vorhanden sind. In mächtiger Entwicklung treten sie dann wieder bei Kis-Toronya und Szöllöske auf; die Weingärten des letzteren Ortes sind bis hinauf zum bewaldeten Trachyt auf vulcanischen Gesteinen angelegt. Wie die Beobachtungen von Baron Hingenau beweisen, erstrecken sich Spuren derselben noch weiter östlich als Begleiter der isolirten Trachytkuppen fort, welche bei Szentes und Király-Helmecz aus der Bodrogebene aufragen.

Das unter dem Namen der Hegyalja bekannte vulcanische Gebirge, welches sich südlich von dieser Linie bis Tokay als Umsäumung des Trachytzuges und zwischen dessen einzelnen Gruppen ausdehnt, ist bereits oben in allgemeinen Umrissen dargestellt worden. Die Namen der Orte Boldogkő, Szántó, Tallya, Mád, Megyaszó, Tarczal, Tokay, Keresztur, Olasz-Liszka, Erdőbénye, Tolesva, Saros-Patak sind bereits durch Beudant bekannt geworden und ihre überaus klaren geognostischen Verhältnisse aus den musterhaften Darstellungen dieses Meisters der Beobachtung bekannt. Die überreiche Mannigfaltigkeit der Eruptivgesteine, besonders aber des vulcanischen Tuffgebirges wird für lange Zeit eine unerschöpfliche Quelle weiterer Forschung sein und die Gegend dürfte sich vor allen andern zu tieferen Untersuchungen empfehlen ¹⁾.

e) Schemnitzer Trachytgebirge.

In der Umgegend von Schemnitz und Kremnitz ist der Rhyolith sehr ausgedehnt. Nach Beudant tritt er nirgends so deutlich als besondere Gebirgsart hervor; von hier auch wurde er zuerst bekannt und erhielt er seinen Namen. Er ist nach jenem Geologen gegen den Granfluss zurückgeschoben und bildet die

¹⁾ Es hat sich in vielen Werken eine irrige Auffassung der Darstellung von Beudant fortgepflanzt. Derselbe führt seine „Perlsteingebirge“ von mehreren der genannten Orte an und bemerkt, dass dasselbe also in der Gegend von Tokay in einem Landstriche von 30 Quadratmeilen Flächeninhalt verbreitet sei. Man führt dies gewöhnlich so an, dass der Perlstein allein einen so grossen Flächenraum continuirlich bedecke. Diese Auffassung ist sehr irrthümlich, da das Gebirge aus Trachyt besteht und der Perlstein nur in Strömen an den Abhängen und den Buchten auftritt.

niedrigsten Berge, welche zugerundet sind und sich stets am Fusse des Trachytgebirges hinziehen. Der Verbreitungsbezirk erstreckt sich im Granthale von Südwest nach Nordost, von den Mühlsteinbrüchen bei Hlinik bis gegen das Dorf Jalna, immer am Fusse der Trachytgebirge hin. In der Breite geht die Ausdehnung vom Granufer bis auf die Höhe von Glashütte. Genauer wird dieselbe auf der Karte von Herrn v. Pettko ersichtlich, wo die Rhyolithgesteine als „Sphärolitporphyr, Perlstein, Bimsstein und Bimssteintuff“ angeführt sind ¹⁾. Das hügelige Gebirge, welches sich zwischen dem Granflusse und den im Halbkreise nach Südost gelegenen Dörfern Hlinik, Eisenbach, Repistye, Glashütte, Felső-Apathi ausdehnt, ist demnach der Hauptverbreitungsbezirk, ausserdem sind südlich an der Grenze zwischen „Grünstein“ und „Trachyt“ einige Durchbrüche am Kojatin-Berge (Vulcan Zapolenka) und Welki-Ziar-Berge angegeben, ferner östlich an der Kolacina, bei Podhrad und am Grechberge, endlich noch einige wenige Stellen am rechten Ufer der Gran.

Die vollständigsten Aufschlüsse über die bei Schemnitz vorkommenden Abänderungen hat Beudant gegeben. Es finden sich darnach quarzförende und quarzfreie Rhyolithe, aber vorherrschend glanzlose, felsitische und lithoide Modificationen; die halbverglasten, schlackenähnlichen, Sphärolite enthaltenden, zugleich quarzhaltigen Abänderungen herrschen in nächster Nähe des Trachytgebirges, wo sie z. B. den alten Schlossberg bei Glashütte zusammensetzen, während weiterhin die quarzfreien, felsitartigen Varietäten häufiger vorkommen. Ob Beudant's Folgerung, dass der „quarzförende Trachytporphyr“ von Schemnitz älter sei als der quarzfreie, richtig sei, darf wohl wegen der im Kampfe mit dem Neptunismus befangenen Anschauungsweise jener Zeit, welche die Untersuchungsmethoden theilweise bestimmte, nicht als vollkommen feststehend angenommen werden. Auffallend ist die Armuth der Gegend an Perlstein. Beudant fand ihn nur am äussersten Ende des Granthales und auf den äussersten Punkten des Glashüttenthales, wo Perlstein- und Bimsstein-Conglomerat ein kleines Plateau bilden, dessen östlicher Abfall eine grosse Zahl verschiedener Perlitgesteine aufschliessen soll. Ferner werden sie erwähnt von Szt. Kereszt, Deutsch-Litta und Felső-Apathi. Alle Perlstein-Varietäten der Schemnitzer Gruppe sind nach Beudant durch ihren schwarzen Glimmer ausgezeichnet, der den meisten anderen ungarischen Fundorten fehlt, oder doch untergeordnet ist. Nirgends kommt Perlstein in grösseren Gebirgsmassen vor, wie bei Tokay. Mühlsteinporphyr tritt besonders bei Königsberg und Hlinik an der Gran auf.

f) Matra-Gebirge.

Am Trachytgebirge der Matra kommen Rhyolithe als Begleiter am Nord- und Südrande vor. Am letzteren Orte sind es die Orte Solymos und Vörösmarth nördlich von Gyöngyös, am Nordrande die Gegend von Parád, wo dergleichen Gesteine verbreitet sind. Die Nachrichten darüber sind sehr dürftig; man kennt nur ein zelliges, zu Mühlsteinen verwendetes Gestein von Solymos und einen eigenthümlichen Alaunstein, der von dem gewöhnlichen im äussern Ansehen ver-

¹⁾ Joh. v. Pettko, geologische Karte der Gegend von Schemnitz. Abhandl. d. k. k. geolog. Reichsanst. Bd. II, Abtheil. 1, Tab. I mit Erläuterung S. 1 ff. Schon früher hatte derselbe einige Andeutungen darüber gegeben in den Aufsätzen: Über die Umgegend von Schemnitz und Kremnitz als Erhebungskrater. Haidinger's Berichte von Freunden der Naturw. Bd. III (1847), S. 208 ff. Über das geologische Alter der Schemnitzer Gänge. Ebendas. Bd. III, S. 263. Über den erloschenen Vulcan Zapolenka bei Schemnitz. Ebend. Bd. VI, S. 161.

schieden ist, dennoch aber nach Beudant ihm in der Zusammensetzung ungefähr gleich ist. Die Handstücke, welche Herr Wolf von diesen Orten mitgebracht hat, sind quarzfrei, von kleinen, mit blaulicher Substanz ausgekleideten Höhlungen durchzogen, arm an glasigem Feldspath und reich an Glimmer. Ein Stück von Solymos hat Perlitgefüge, die anderen eine felsitische Grundmasse. Breccien von dichter felsitischer Masse finden sich am Bábok bei Gyöngyös. Die innige Verknüpfung mit geschichteten Tuffen erschwert, wie überall, so auch in dieser Gegend ungemein die Auffindung der Rhyolithe. Unsere Karte gibt nach den Aufnahmen von Herrn Wolf vom Nord- und Südrande des Matragebirges an ein fortlaufendes Tuffgebirge an, welches sich über Erlau am Südrande des Pikegebirges hin bis gegen Miskolcz erstreckt und hier durch das Hernáththal von den Tuffen von Megyaszó getrennt wird. Dieses Tuffgebirge dürfte grösstentheils Rhyolitheruptionen seine Entstehung verdanken, da Beudant Bimssteintuffe und Breccien von Paráds bis gegen Erlau verbreitet fand. Von Kis-Győr, welches am Südrande des Pikegebirges nur zwei Meilen südwestlich von Miskolcz entfernt liegt, besitzt die Sammlung der k. k. geologischen Reichsanstalt einige Stücke eines felsitischen, quarzführenden, stark glimmerhaltenden, aber an Feldspathkrystallen armen Rhyoliths, so dass in der ganzen Erstreckung an Ablagerungen ersetzt wird, was an hervortretenden Eruptionsmassen fehlt. Diese Rhyolithe fallen in die Comitate Heves, Neograd, Borsod.

g) Visegrader Trachytgebirge.

Wenden wir uns endlich dem südwestlichsten Trachytgebirge zu, welches zwischen Gran und Waitzen von der Donau durchbrochen wird, so haben wir wahrscheinlich ein wichtiges Gebiet für das Vorkommen von Rhyolithgebilden vor uns. Besonders scheint die Gegend von Szent-Endré reich an Modificationen derselben zu sein. Beudant erwähnte von hier den pechsteinartigen Perlstein und alle Berichterstatter stimmen in der Angabe überein, dass hier ein ausgedehntes Conglomerat- und Tuffgebirge sei, mit denen vulcanische Eruptivgesteine vielfach in Verbindung treten. Indessen fehlt es noch ganz an näheren Nachrichten, welche ein klares Bild zu geben vermöchten.

2. Steiermark.

Den ungarischen Vorkommnissen reiht sich zunächst die Gegend von Gleichenberg im östlichen Steiermark an. Es tritt hier isolirt und im kleinen Umkreise eine sehr vollständige Reihe neuerer Eruptivgesteine auf, welche mit untermeerischen Ausbrüchen von Basalt schliessen. L. v. Buch hat zuerst die Aufmerksamkeit auf das Vorkommen gerichtet und die Gesteine beschrieben, es folgte eine Reihe von Bearbeitungen, deren neueste von Karl Andrae herrührt. Einen besonders streitigen Punkt bildete das Vorkommen von Quarz als Gemengtheil eines der Eruptivgesteine; er wurde von v. Buch und v. Fridau ganz in Abrede gestellt und von Partsch nicht erwähnt; auch unter den Stücken, welche die Sammlung der k. k. geologischen Reichsanstalt von Gleichenberg besitzt, beobachtete ich kein quarzführendes Gestein. Wir folgen hier wesentlich der Darstellung von Andrae. Hornblende fehlt darnach gänzlich, und die Unterschiede des Gesteines beruhen nur in der Dichtigkeit und Färbung der Grundmasse und in dem quantitativen Verhalten der Glimmer- und Sanidinkrystalle und in dem Grade der Zersetzung. Andrae beschreibt unter Andern folgende Abänderungen:

1. „Trachyporphyr“ aus dem Schaufelgraben; besteht aus einer unebenen, rauhen, graulich-weissen bis weissen, matten Feldspathgrundmasse, in welcher schwarze Glimmertafeln, stark glänzende Krystalle von glasigem Feldspath und Quarzkörner inneliegen.

2. Eine Abänderung mit röthlich grauer, meist dichter Grundmasse von felsitischem Ansehen, fast halbzölligen Sanidinkrystallen und wenig Glimmer, findet sich am Gleichenberger Schlossberge und an mehreren Punkten des Hauptzuges der Gleichenberger Kogel.

Die Färbung der Grundmasse ist meist grau, bald lichter, bald dunkler, in's Bläuliche und Schwarze übergehend; die Structur ist grösstentheils dicht, neigt sich aber auch zum Körnigen und Porösen. Es unterliegt nach alledem keinem Zweifel, dass man es hier mit den Beudant'schen Abänderungen des „quarzführenden und quarzfreien Trachyporphyr“ zu thun hat und dass dieselben mit vielfachen Schwankungen, wie wir sie betrachtet haben, vorkommen. Was ganz zu fehlen scheint, sind die Perlsteine, Obsidiane, Bimssteine und vulcanischen Tuffe, und dies führt zu dem Schlusse, dass das Rhyolithgebirge von Gleichenberg durch Massenausbrüche auf dem Festlande entstanden ist. Erst nachher folgten die untermeerischen Ausbrüche des Basalts, dessen massenhafte Tuffabsätze zahlreiche Rhyolithbruchstücke umschliessen.

Es finden sich bei Gleichenberg dieselben Zersetzungserscheinungen wie in Ungarn in der grössten Ausdehnung. Früher kannte man nur die Mühlsteine. Später wies Herr Ritter v. Fridau das Vorkommen von Alaunfels nach und zeigte, dass derselbe durch Metamorphose des Rhyoliths entstanden sei. Halbopal, gemeiner Opal und Chalcedon erscheinen häufig auf Klüften abgesetzt.

3. Euganeen.

Die Perlsteine der Euganeen sind schon längst bekannt und es wurde bereits mehrfach die Vermuthung ausgesprochen, dass sie mit „Trachyporphyr“ in Zusammenhang stehen. Die Sammlung des kaiserlichen Hof-Mineraliencabinets in Wien enthält einige Stücke, welche dies mit Entschiedenheit beweisen. Von quarzhaltigem Rhyolith ist nur Ein Stück vorhanden, dessen Fundort als „Monte Venda“ bezeichnet ist. Das Gestein ist felsitisch, von graulicher Farbe mit ausserordentlich grossen und deutlichen Krystallen von Quarz, Orthoklas und Oligoklas, in der Grundmasse liegt ausserdem ein kalkartiges Mineral in grünen Blättchen. Ein zweites Handstück von demselben Berge hat eine weisse Grundmasse, glasigen Feldspath, Oligoklas, tombakbraunen Glimmer und hier und da ist ein Quarzkorn sichtbar. Am Monte Siena kommt ein quarzfreier glimmerreicher Rhyolith von felsitischer Grundmasse vor. Unter den Perlsteinen ist besonders einer von Monte Breccalone von Interesse durch die colofonbraune glasartige, homogene Substanz, in welcher die unregelmässig gestalteten, ungewöhnlich grossen Perlitkörner inneliegen. Eine lamellare Anordnung ist dabei nicht zu verkennen. Am Berge Mennone kommt ein weisses lockeres, tuffartiges Gestein vor, am Monte Pendice ein hellgraues, obsidianartiges, durch hineingemengte Sanidinkrystalle porphyrisches Rhyolithgestein.

4. Ponza-Inseln.

Der nächste durch ein bedeutendes Vorkommen von Rhyolith charakterisirte Ort ist, wenn wir Ungarn verlassen, an der Westküste von Italien, auf den Ponza-Inseln bei Neapel. Hamilton lehrte quarzhaltige vulcanische Gesteine von dort

schon im Jahre 1785 kennen. Später machte Dolomieu auf dieselben aufmerksam und brachte einige Stücke nach Paris, welche vor der Veröffentlichung der Resultate von Beudant's ungarischer Reise grosses Aufsehen erregten. Nach dem Erscheinen dieses Werkes und auf die Ergebnisse desselben gestützt, unternahm Pouillet Scrope eine Reise nach den Ponza-Inseln; wir verdanken ihm die vollständigste geognostische Beschreibung derselben ¹⁾. Er zeigt, wie weit die Gesteine im Charakter von den vulcanischen Gebilden in Central-Frankreich und in Mittel-Deutschland entfernt sind und macht auf ihre Analogie mit den von Beudant beschriebenen Gesteinen der „Trachytporphyrgruppe“ in Ungarn aufmerksam. Die wichtigsten petrographischen Forschungen aber unternahm Abich und stellte sie in seinem bekannten classischen Werke: „Ueber die Natur und den Zusammenhang der vulcanischen Bildungen“ (Braunschweig 1841), eine der wichtigsten Quellen für die Kenntniss vulcanischer Gesteine, zusammen. Dies ist zugleich bis heute die einzige Arbeit geblieben, welche sich mit der chemischen Zusammensetzung der Rhyolithe beschäftigt.

Die Analogie der Verhältnisse der Ponza-Inseln mit denen der ungarischen Gebirge ist überraschend. Sie sind nach Abich's Darstellung zu Gebirgszügen entwickelte und über den Meeresboden erhabene Grenzbildungen, während die liparischen Inseln durch ihre aus Kratern geflossenen, über die älteren Gesteine ausgebreiteten Laven ausgezeichnet sind, daher hier vorherrschend horizontale, dort verticale Dimensionen. Dies ist also beinahe das gleiche Verhältniss von Bereghszász im Verhältniss zu Tokay; dort herrschen mächtig und eigenthümlich einander durchsetzende Ganggesteine, hier wirkliche Kratere mit zahlreichen Lava-Ausbrüchen.

Die Gruppe der Ponza-Inseln besteht aus den drei Inseln: Ponza, Palmarola und Zannone. Das Gestein der letzteren, welches Apenninenkalk und Macigno gehoben hat, ist sehr kieselhaltig und entspricht Beudant's *Trachyte molaire*, während auf Ponza und Palmarola alle Abänderungen von *Trachyte porphyrique*, *Perlite*, *Conglomerats ponceux* vorkommen, meist als Grenzbildungen in einem reichen Gesteine, das bald einem feinen Conglomerat glasiger Trachyte, bald einem rohen Bimssteintuff gleich sieht. Glasartige und wahre Pechsteine und Perlsteine bilden die Grenzen als Saalbänder der Gänge.

Abich analysirte folgende Gesteine:

1. Schiefriges Ganggestein von Palmarola. Schiefriges Feldspathgestein, wahre *Perlite lithoide compacte* von Beudant, bildet, von Perlit-Saalbändern begleitet, die mächtigsten der grossen Gangbildungen von Palmarola. Schichten, papierdünn wie Gneiss, auf den Ablösungsflächen mit Feldspathsubstanz und kleinen Quazkrystallen besetzt. Masse homogen, dicht, beinahe erdig, lichtgrau, enthält Sanidinkrystalle. Dünne Schichten vor dem Löthrohre sehr schwierig zu weissem durchsichtigem blasigem Glas.

2. Aehnliches Gestein von Ponza.

3. Porphyrtartiges Ganggestein mit Glimmer von Ponza. — Glimmer und verglaster Feldspath in einer Basis, die bald erdig, feinkörnig und weich ist, bald dicht, von muschligem und splittrigem Bruch, dem Feuerstein ähnlich, bald porös und voll langgezogener Höhlungen, welche nicht selten mit einer dem frischgefällten Niederschlag von Thonerde und Eisenoxyd ähnlichen Substanz erfüllt sind, wie an der Chiaja di Luna auf Ponza. Alle Nüancen weiss, licht, und

¹⁾ Notice on the Geology of the Ponza-Isles. Trans. of the Geol. Soc. (II.) II, S. 195 bis 236. 1827.

dunkelgrau bis röthlichbraun. Analysirt wurde eine dem feinkörnigen Granit ähnliche glimmerhaltige Varietät.

4. Poröses Gang- und Massengestein von Zannone. — Röthlichgelbe und weisse Massen steigen auf Zannone in wilder Zerklüftung und mit urgebirgsähnlicher Entwicklung zu dem hohen Felsgrat in der Längsaxe der Insel auf. Sie sind zuweilen cavernös und weich wie Travertin, gehen aber über in harte felsit- und thonsteinähnliche Abänderungen, die bald gang- und lagerartig, bald als mächtige Nester vorkommen, niemals in glasartige Bildungen, Bimsstein-Conglomerate und Tuffe. — Kleine glänzende Krystalle von Feldspath und Quarz auf dem flachmuschligen, splitterigen oder erdigen Bruch, ohne Glimmer. Zur Analyse wurde eine von sichtbar ausgeschiedenem Quarz möglichst freie Varietät angewendet.

Das specifische Gewicht war bei

	1	2	3	4
	2.5293	2.5273	2.5398	2.6115
Die Analyse ergab:				
Kieselerde	74.54	75.41	73.46	75.09
Thonerde	13.57	—	13.05	13.26
Eisenoxyd	1.74	—	1.49	1.10
Kalk	0.34	—	0.45	0.18
Magnesia	0.24	—	0.39	0.16
Manganoxyd	0.10	—	Spur	—
Kali	3.68	—	4.39	8.31
Natron	4.86	—	6.28	1.67
Glühverlust	0.20	—	—	—
	99.27		99.51	99.77

Es ergibt sich ein Sauerstoffverhältniss der sämmtlichen Basen zur Kieselerde:

- 1) 1 : 4.35
- 3) 1 : 4.09
- 4) 1 : 4.61

Abich kommt zu dem Schluss, dass die „Trachyporphyre“ der Ponza-Inseln in zwei Varietäten zerfallen:

1. Natronreichere Varietät. Schieferige oder körnige Textur, Glimmer häufig, durch glasartige Bildungen charakterisirt.

2. Kalireichere Varietät. Charakterisirt durch Uebergänge in blendendweisse Porzellanerde, die gangartig und lagerartig in den weissen Massengesteinen auftritt und dem weissen Thonsteine von flachmuschligen Bruch innig verbunden ist.

Die letztere Varietät scheint die jüngere zu sein; beiderlei Gesteine treten gangartig auf mit einer Divergenz der Richtungen von 35°.

Während diese Eintheilung ganz auf inneren Eigenschaften beruht, suchte Pouillet Scrope die Gesteine der Ponza-Inseln mehr nach ihrem äusseren Anscheine zu gliedern und unterschied darin Abtheilungen:

1. *Prismatic trachyte*, das Hauptgestein der Insel Ponza. Es ist ein quarzfreier Rhyolith, charakterisirt durch seine säulenförmige Absonderung.

2. *Semivitreous trachytic conglomerate*. Tuffgebilde, welche vom vorigen vielfach durchsetzt werden und an der Grenze in obsidian- und pechsteinartige Massen umgewandelt sind.

3. *Siliceous trachyte* (quarzführender Rhyolith). Fest, feinkörnig, dicht, von hellen Farben, klingt unter dem Hammer und zerspringt in scharfkantige Stücke; Glanz und Ansehen des Feuersteins. Er wird zuweilen porös, die Zellen sind in parallele Lagen angeordnet und verlängert, geht in Bimsstein über; enthält Adern von milchweissem Quarz. An der Punta dall' Incenso geht der „glasige

Trachyt“ in ein anderes cariöses Gestein von conglomeratischem Charakter über, wird dabei rostbraun, matt und erdig. Die Einschlüsse sind faserig wie Bimsstein, durch kieseliges Bindemittel verbunden. Dieses bleibt, erstere zerfallen bei der Zersetzung in eine thonige Masse, die fortgeführt wird. Daher der zellige Charakter der Felsen. Der Siliceous-Trachyte findet sich nur auf Ponza und Zannone; auf Palmarola nur prismatischer Trachyt.

Scrope vergleicht bereits dieses Gestein dem *porphyre trachytique avec quartz* von Beudant, nach dem porphyrischen Charakter, Dichtigkeit quarziger Natur und dem Chalcedon, welcher die Hohlräume auskleidet.

Es unterliegt nach Gesteinsbeschreibung und geognostischem Auftreten keinem Zweifel, dass die Gesteine der Ponza-Inseln ganz und gar den ungarischen Rhyolithen entsprechen und sogar einen grossen Theil ihrer petrographischen Abänderungen in völlig gleicher Weise wiederholen. Es wäre aber zu wünschen, dass die ungarischen Gesteine bald durch eine Reihe von Analysen aufgeklärt würden, wie sie Abich über die Rhyolithe der Ponza-Inseln niedergelegt hat.

5. Liparische Inseln.

Es wurde bereits im Vorigen angedeutet, dass Abich ¹⁾ die „Trachytporphyre“ der liparischen Inseln wegen ihrer lavenartigen Lagerungsformen denen der Ponza-Inseln gegenüberstellt. Derselbe theilt auch ausführlichere Untersuchungen darüber mit ²⁾. „Trachytporphyre sind an sich in dieser Inselgruppe auf Lipari, Vulcano und Basiluzzo. Auf Lipari sind sie sehr mächtig; Abich rechnet dazu Alles, was Friedrich Hoffmann (Pogg. Ann. Bd. 26, S. 42) als „steinige Feldspathlaven“ bezeichnet, ferner die plattenartigen, dichten thonsteinähnlichen Laven, welche dem Monte Guardia entströmten, und die glasartigen Gebilde der Berggruppe von Campo bianco und Campo Castagno. Alle sind einer älteren Bildung augithaltiger Massen gefolgt, deren Durchbruch auf den Rhyolith Einfluss gehabt, das specifische Gewicht vergrößert und die Färbung dunkler gemacht hat. In einem thonsteinähnlichen „Trachytporphyr“ von Lipari fand Abich:

Specifisches Gewicht	= 2.5671
Kieselsäure	68.35
Thonerde	13.92
Eisenoxyd	2.28
Kalk	2.20
Kali	3.24
Natron	4.84
Glühverlust (Schwefel und Schwefelsäure) ..	4.64
	99.76

Sauerstoffverhältniss der Kieselsäure zu den Alkalien 1 : 3.56.

Auf Vulcano hat der Rhyolith ebenfalls die Pyroxengesteine des Erhebungskraters durchbrochen. Obsidiane, Bimssteine und Perlstein-Conglomerate bedecken dessen niedrigsten Rand an der Westseite der Insel. Dem Thonsteine von Lipari ähnliche Felsmassen bilden die innere Wand des Eruptionskegels im älteren Erhebungskrater, haben ein specifisches Gewicht = 2.6552, einen Kieselerdegehalt von 70.50 Procent und einen Glühverlust von Schwefel und Schwefelsäure von 1.74 Procent.

Auf Basiluzzo und anderen Inseln der Gruppe finden sich gleichfalls Rhyolithgesteine in bedeutender Entwicklung.

¹⁾ A. a. O. S. 18.

²⁾ A. a. O. S. 24 ff.

Abich schliesst seine Betrachtung des „Trachyporphyr“ mit dem Resultat, dass das specifische Gewicht zwischen 2·5279 und 2·6552 schwankt und im Mittel 2·5783 beträgt, während der Kieselsäuregehalt zwischen 74·54 und 68·35, im Mittel 69·46 Procent beträgt. Doch dürften wegen des mit der Zusammensetzung so ungemein wechselnden Aeusseren die beiden Extreme ein weit richtigeres und klareres Bild geben, als das Mittel.

6. Griechische Inseln.

Die Mülsteine der Inseln Milo, Argentiera, Polino und Kimolos sind noch wenig bekannt und die Ansichten darüber getheilt; doch scheint nach Russegger's Beschreibungen das Gestein genau demjenigen zu entsprechen, welches man in Ungarn zu Mülsteinen verwendet, und gleich diesem ein Zersetzungsproduct des Rhyoliths zu sein.

Ein Alunitgestein beschreibt Virlet von der Insel Aegina ¹⁾; auch dieses scheint durchaus dem ungarischen Alaunfels zu entsprechen. Schon Boblaye's frühere Beschreibung deutet darauf und Virlet erwähnt das Gestein vom Ostufer der Insel bei Penindata-Vrakia als einen harten, graulichweissen, in basaltischen Säulen abgesonderten Trachyt. Das alaunhaltige Gestein bildet den äussersten Vorsprung; es ist gelblich und soll einen Schwefelgeruch entwickeln. Im oberen Theile ist es hart, kieselig, von fettglänzendem Bruch und kleinen Höhlungen durchzogen, deren Wände mit Eisenoxyd beschlagen sind und kieselige Körner enthalten. Die Bildung des Alaungesteins leitet Virlet aus der Zersetzung des grauen Trachytes her, wie dies Cordier schon 1819 für die Alunitgesteine der Auvergne ausgesprochen hatte.

7. Klein-Asien.

Ohne uns genau an die geographischen Grenzen von Europa zu halten, wenden wir uns von den griechischen Inseln hinüber auf das Gebiet von Klein-Asien. Es lässt sich schon a priori erwarten, dass in den ausgedehnten Trachytgebirgen dieses Landes, die so offenbar eine Fortsetzung derer von Mitteleuropa sind, ähnliche Verhältnisse wiederkehren, wie sie Ungarn bietet. In der That scheint auch hier der Rhyolith eine hervorragende Rolle zu spielen. Die wichtigsten Aufschlüsse darüber verdanken wir wiederum Abich.

Armenisches Inselland. — Von den Gebirgen Armeniens führt Abich nur den 5000 Fuss hohen vulcanischen Kegel Sipan Dag am Van-See als hierhergehörig an. Die Kette von zahllosen kleinen Pks, welche den obersten Gipfel umwallen, bestehen, wie der ganze Berg, aus grauen hellfarbigen Felsarten, wahrscheinlich „Andesit“ und „Trachyporphyr“ ²⁾.

Es kann als gewagt erscheinen, von dem Vorkommen von Alaunstein bei Chabhana-Karahissar zwischen Samsun und Kerasun ³⁾ auf die Anwesenheit des Rhyoliths zurückzuschliessen. Allein, wenn man in Betracht zieht, dass in den ausgedehnten ungarischen Trachytgebirgen der Alaunstein ausschliesslich an Rhyolith gebunden ist und auch vom chemischen Gesichtspunkte

¹⁾ Observations sur un gisement de trachytes alunifères dans l'île d'Égine; Bull. Soc. géol. f. II, 1832, p. 357 ff.

²⁾ Abich, über die geologische Natur des armenischen Hochlandes. Festrede. Dorpat 1843. Anmerk. 18, S. 35.

³⁾ Tschihatchef in den Mittheilungen der k. k. geograph. Gesellsch. in Wien. II. Jahrg. (1858), Heft 3, S. 126.

nur diese Art seines Vorkommens genügend erklärt werden kann, so dürfte die Annahme keine Schwierigkeit haben, überdies da Tchihatcheff die Lage des Ortes im Trachytgebirge erwähnt und Hamilton aus der Gegend viele von Bimsstein und Obsidian begleitete vulcanische Bildungen beschreibt, welche den ungarischen ganz zu entsprechen scheinen. Am Pagus bei Smyrna soll schiefriger quarzfreier „Trachyporphyr“ vorkommen. (Naumann, Lehrb. d. Geogn. 2. Aufl., Bd. I, S. 619.)

Transkaukasien. — Hier dürfte nach Abich's Untersuchungen der Rhyolith ungleich verbreiteter sein, ja er scheint grosse Strecken selbstständig und ausschliesslich zu bedecken ¹⁾. Unter den zahlreichen mitgetheilten Analysen deuten diejenige des „braunen Obsidians vom kleinen Ararat“ (specifisches Gewicht = 2·358, Kieselerde 77·27), des „Obsidianporphyrs vom grossen Ararat“ (specifisches Gewicht = 2·394, Kieselerde 77·60) und des Obsidians vom Kiotangdag (specifisches Gewicht = 2·363, Kieselerde 77·42) mit grosser Entschiedenheit auf Rhyolithgesteine. Auch Abich hält sie dafür. Allein das vollständige Analogon gewisser Gesteine von Königsberg gibt der (S. 46 angeführte) „dioritartige Porphyr von Besobdal“. In einer hornfels- und felsit-ähnlichen Grundmasse von feinsplittigem Bruch liegen zahlreiche Krystalle von Feldspath und Quarz; das specifische Gewicht beträgt 2·656, der Kieselerdegehalt 76·66. Abich nennt dieses Gestein einen „quarzhaltigen Porphyr“, aus dem durch Umschmelzung jene Obsidiane hervorgegangen seien. Alle übrigen Gesteine sind basischer, so das Gipfelgestein des grossen Ararat (specifisches Gewicht = 2·595, Kieselerde 69·47) und viele andere.

Einen Beweis von der Gleichartigkeit, mit der die Verhältnisse des ungarischen Trachytgebirges in jenen Gegenden wiederkehren, geben mir die Gesteine, welche Herr Kotschy vom Pic Demavend im Süden des kaspischen Meeres mitgebracht und in der k. k. geologischen Reichsanstalt niedergelegt hat. Wie bei Schemnitz, Nagy-Bánya und Nagyág bildet auch dort Grünsteintrachyt, welcher dem Gestein jener Gegenden auf das Genaueste gleicht, den Hauptstock. Der mächtige, aus grauen Trachyten bestehende vulcanische Kegel mit seinem schönen Krater erhebt sich weit über dies Gestein und überfließt es mit seinen Laven nach allen Seiten. Diese sind sämmtlich quarzfreie Rhyolithe mit glasigem Feldspath und viel schwarzem Glimmer. Dort ist die vulcanische Thätigkeit noch nicht erloschen, wie die ununterbrochen fortdauernden Schwefel-Sublimationen und Wasserdampf-Ausströmungen beweisen ²⁾.

8. Trachytgebirge im westlichen Europa.

Während sich in allen bisher genannten Gebieten Rhyolithgesteine mit Bestimmtheit nachweisen liessen, gilt dies nicht in gleicher Weise in denjenigen Theilen von Europa, welche westlich von Ungarn gelegen sind. Im böhmischen Mittelgebirge ist bisher niemals eine Spur derartiger Gebilde nachgewiesen worden, in der Auvergne und in allen vulcanischen Districten von Süd-Frankreich scheinen sie ebenfalls zu fehlen, wenn nicht vielleicht die alauhaltigen Gesteine aus der Gegend des Mont Dor auf ihre Anwesenheit hindeuten. Ebenso fand ich in Sammlungen aus der Eifel kein den ungarischen Rhyolithen verwandtes Gestein; wohl aber kommen sie im Siebengebirge vor. In den königlichen Sammlungen zu

¹⁾ Abich, über die Natur der vulcanischen Gesteine in Transkaukasien. Als Anhang zu dem vorigen Werke. S. 43 ff.

²⁾ S. auch Kotschy, Besteigung des Pic Demavend. Petermann's Mittheilungen 1859. Februarheft.

Berlin sah ich Stücke, welche angeblich aus den Trachytconglomeraten am Fusse des Drachenfels stammen und ohne Zweifel mit den quarzfreien Rhyolithen von Schemnitz und Zalathna vollkommen identisch sind. In einer feinkörnigen, beinahe dichten Grundmasse von hellgrauer Farbe liegen Sanidinkrystalle von 3 bis 4 Linien Durchmesser und Glimmerblättchen, aber weder Hornblende noch Quarz; eine andere ölgrüne Varietät enthält $\frac{1}{2}$ Zoll grosse Sanidinkrystalle. Ein drittes Gestein von der kleinen Rosenau im Siebengebirge ist perlgrau, dicht, splitterig und enthält starkglänzende bis $\frac{1}{2}$ Zoll grosse Sanidinkrystalle, aber keinen Quarz. Alle diese Gesteine haben ihre genauen Repräsentanten unter Beudant's *porphyre trachytique sans quartz* bei Schemnitz.

9. Island.

Diese Insel dürfte nach den ungarischen Gebirgen das Haupt-Rhyolithgebiet in Europa sein; aus den bekannten Arbeiten von Krug von Nidda, Bunsen und Sartorius ergibt sich mit Klarheit, dass dort wesentlich zwei Gesteinsreihen vertreten sind, eine basische und eine saure. Die erste scheint in der Basicität viel weiter herabzugehen, als die Hauptmasse der ungarischen Trachyte; die letztere entspricht den ungarischen Rhyolithen. Die Gesteine, welche dort die „normaltrachytische“ Zusammensetzung haben, dürften sämtlich unserer Gesteinsreihe angehören und also eigentlich eine „normaltrachytische“ oder „normalrhyolithische“ Zusammensetzung haben. In Verbindung mit diesen Gesteinen treten Obsidiane und fasrige Bimssteine auf, wie in Ungarn, nur die Perlite sind mehr dem letzteren Lande eigen. Die Eruptionen sind in Island begleitet von heissen kieselsäurehaltigen Quellen, mächtigen Kieselsäureabsätzen, Geyserthätigkeit und ähnlichen Erscheinungen, auf deren früheres Vorhandensein alle Verhältnisse in Ungarn hindeuten.

10. Weitere Verbreitung des Rhyoliths.

Wiewohl die Verbreitung rhyolithischer Gesteine in den aussereuropäischen Ländern eine ausserordentlich bedeutende ist, und zum Beispiel die Südseeinseln, insbesondere die Vulcane der Sandwich-Inseln reich daran zu sein scheinen, so können wir doch nur wenige Gegenden als sichere Analoga der Vulcandistricte von Ungarn anführen. Für keines derselben ist die Uebereinstimmung in einer so wunderbaren Weise erwiesen, als für Mexico, wo Humboldt's Forschungen vulcanische Gebirge kennen gelehrt haben, welche bis zu den geringsten Umständen herab die genaueste Wiederholung der ungarischen Trachytgebirge sind. Auch dort ist Grünsteintrachyt die Grundlage des gesamten Eruptionsgebirges und er wiederholt dieselben Varietäten, welche als „Schemnitzer Grünstein“ u. s. w. bekannt sind. Auch in Mexico ist dies das erzführende Gestein; aber die überaus reichen edlen Erzlagerstätten setzen, wie in Ungarn, nur dort auf, wo Grünsteintrachyte und Rhyolith zusammentreffen. Diesen ältesten Gesteinen folgen Trachyte, welche den „grauen Trachyten“ der ungarischen Gebirge so genau entsprechen, dass man die Handstücke verwechseln könnte. So zum Beispiel entspricht das Gipfelgestein des Popocatepetl den lockeren krystallreicheren Varietäten des Gesteins, welches den Gipfel der grossen Simonka bei Eperies zusammensetzt. Als das jüngste Gebilde folgte dann Rhyolith in bedeutender Verbreitung und in der gleichen Varietätenreihe wie in Ungarn. Auch hier sind Perlite unter den hyalinen Rhyolithen vorwaltend; bald neigen sie zum Obsidian, bald zum Perlitbimsstein; bald enthalten sie Sphärolite in Menge, bald

die schon früher beschriebenen Lithophysen. Die in den königlichen Sammlungen in Berlin aufbewahrten Stücke, welche Herr v. Humboldt mitbrachte, geben den besten Beleg für die Analogie in der Art und Ausbildung der Gesteine, die klaren und vortrefflichen Beschreibungen des grossen Reisenden sind der Beleg für die vollständige Gleichheit der geognostischen Verhältnisse. Eine genaue Vergleichung würde gewiss zu den schönsten Resultaten führen; wir begnügen uns hier damit, auf die Gleichheit der Verhältnisse und die Verbreitung des Rhyoliths in Mexico hinzuweisen; der Abschluss dieser Arbeit erlaubt nicht ein näheres Eingehen.

Nicht so gewiss, aber doch in hohem Grade wahrscheinlich ist die Verbreitung der Rhyolithgesteine in dem nordöstlichen Asien, vorzüglich in Kamtschatka; das Vorkommen von Perlit an der Marekanka bei Ochotzk weist besonders darauf hin. Die überraschendsten Resultate aber geben die glänzenden Forschungen von Dr. Hochstetter auf Neu-Seeland; dort sind dadurch aus dieser und der letztvergangenen Zeit Vorgänge nachgewiesen worden, welche im grossartigsten Maassstabe die Geschichte des Vulkanismus von Ungarn in der Tertiärzeit wiederholen. Die Ueberreste von den gewaltigen Vorgängen vergangener Zeit, welche uns hier geboten sind, und von denen ich einen Theil in dieser Arbeit zu erörtern suchte, sind nur schwache Spuren gegen die grossartigen Erscheinungen, welche auf Neu-Seeland dem Beobachter entgegentreten und ihm unmittelbar und ohne unsichere Schlüsse den Weg vorführen, den die Natur bei der Geschichte des Vulkanismus, und zwar eines mit dem Ausbruche ausschliesslich rhyolithischer Gesteinsmassen verbundenen Vulkanismus einschlägt. Was wir hier zum Theil aus undeutlichen Trümmern halb zerstörter Gebilde folgern mussten, das bietet sich dort unmittelbar der Beobachtung. Aus der Bearbeitung des reichen dort gesammelten Materials ist daher erst die wahre Kenntniss der hier abgehandelten Gesteinsgruppe, gewiss der interessantesten in dem gesammten Bereiche der Petrographie, so wie die Begründung und Berichtigung der hier aufgestellten Folgerungen und Theorien zu erwarten.

III. Die Gesteine der Trachytgruppe ¹⁾.

Die Trachytgruppe als Gesamtheit ist, wie sich bereits aus der allgemeinen Uebersicht ergab, von der Rhyolithgruppe geologisch bestimmt geschieden; selbst die petrographische Ausbildung ist bei den charakteristischen Typen beider Gesteinsfamilien so abweichend, dass sie auch in dieser Hinsicht gesondert neben einander stehen. Gewiss wird die chemische Analyse nach und nach eine bedeutende Annäherung der Endglieder, wohl selbst eine Identität der sauren Glieder der Trachytgruppe mit den basischen der Rhyolithgruppe ergeben; aber abgesehen von der unverrückbaren geologischen Grenze, welche stets jedem Gebiete seinen Theil unzweifelhaft zuweisen wird, ist der gänzliche Mangel an frei ausgeschiedener Kieselsäure bei den Trachyten, das nie beobachtete Vorhandensein einer felsitischen Grundmasse oder gar perlitischer Ausbildung, das Vorwalten von Oligoklas als wesentlichen feldspathigen Gemengtheil

¹⁾ Diese Abtheilung musste schnell abgeschlossen werden und ist daher unvollendet geblieben. Es folgen hier nur die einleitenden Bemerkungen; die Systematik musste, da noch nicht Alles gleichmässig bearbeitet war, ausgelassen werden.

hinreichend, um die Trachytgruppe nach der Richtung des steigenden Kieselsäuregehaltes abzugrenzen. Weniger natürlich und bestimmt ist die Frage nach der entgegengesetzten Richtung. Zunächst sind wohl alle Gesteine von der Basicität der Augit-Labrador-Gemenge entschieden der Basaltgruppe zugewiesen. Wie bereits hervorgehoben wurde, sind diese in Ungarn und Siebenbürgen auch geologisch so scharf von den Trachyten getrennt, dass hier nach vorausgegangener geognostischer Untersuchung niemals ein Zweifel über die Stellung zu einer der beiden Gruppen obwalten kann. Entschiedene Phonolithe habe ich in Ungarn niemals beobachtet. Wo sie aber in anderen Gegenden vorkommen, scheinen sie geologisch dem Basalt verbunden, während die meisten der als „Trachydolerite“ bezeichneten undeutlichen Zwischengesteine noch der Trachytgruppe zuzurechnen sein dürften.

So fällt der Trachytgruppe ein sehr weiter Bereich von Gesteinen zu, der zur bessern Uebersicht einer weiteren Gliederung bedarf. Beudant hat sie auch hier bereits versucht, allein bei den Trachyten müssen wir von seiner Eintheilung ganz abgehen, da sie auf durchaus künstlichen Principien beruht, die Beudant ohne Erfolg mit dem geologischen Auftreten zu vereinigen suchte. Zunächst müssen wir in der Trachytgruppe eine grosse Abtheilung aufstellen, welche Beudant ebenfalls trennte, aber desshalb, weil er sie für ein Sanidingerbilde der Uebergangsformation hielt. Dies sind die Gesteine, welche aus der Gegend von Schemnitz als Schemnitzer Grünstein bekannt wurden und aus den anderen Theilen von Ungarn und Siebenbürgen als „Grünstein“, „Grünsteinporphyr“, „Diorit“, „Dioritporphyr“ u. s. w. beschrieben worden sind. Um von diesen allgemein gebräuchlich gewordenen Benennungen nicht zu weit abzuweichen, nennen wir die Gesteine

Grünsteintrachyt,

und stellen ihnen alle übrigen Glieder der Gruppe als Gesamtheit mit der Benennung

graue Trachyte

gegenüber. Der Unterschied bei den Abtheilungen ist so klar und in die Augen springend, dass er auf keine Weise weggeläugnet werden kann, und seit den ältesten Zeiten, in denen man die ungarischen Gesteine betrachtet hat, beobachtet worden ist. Derjenige Petrograph, welcher in streng systematischer Form die Gebirgsarten als Mineralgemenge nach der Art der zusammensetzenden Mineralien an einander reiht, kann diesen Unterschied nicht gelten lassen und muss den Gesteinen beider Abtheilungen gleiche Stellung im Systeme anweisen, allein wenn man nur den Schimmer eines geologischen Principes mit in Rechnung bringt, so fallen sogleich die beiden Gruppen aus einander und bilden zwei vollkommen parallel neben einander aufsteigende Reihen.

Betrachten wir zuerst den Grünsteintrachyt. Diese Gesteine zeichnen sich meist durch die Anwesenheit einer grünen Färbung aus, die immer dunkel ist und oft in ölbraune und schwärzliche Färbung übergeht, oft auch nur noch als ein Hauch in einer sonst braunen Färbung erkennbar ist, aber selten ganz verloren geht. Es tritt dann Rauchgrau an ihre Stelle, aber selbst dann ist fast stets grüne Hornblende beigemengt. Durch Verwitterung werden die Gesteine braun, meist dunkel, oft auch heller rostbraun und gelb. Das Aussehen erinnert auffallend an das der alten Grünsteine aus der granitischen Reihe, der Diorite, Dioritporphyre und der verwandten Glieder. Was die mineralische Zusammensetzung betrifft, so ist in den meisten Fällen eine Grundmasse von inliegenden, meist sehr zahlreichen und deutlichen Krystallen zu unterscheiden. Letztere sind wesentlich Oligoklas und Hornblende; aus

denselben Bestandtheilen dürfte im Allgemeinen die Grundmasse bestehen und die fein vertheilte Hornblende das Färbende darin bilden. Der Oligoklas bildet oft ausgezeichnete tafelförmige Krystalle von 2 bis 3 Linien Durchmesser, welche in grosser Zahl zerstreut sind, auch ein wenig an der grünlichen Färbung theilnehmen und dem Gestein allemal ein sehr schönes Ansehen geben. Die Hornblende hat, wie schon Beudant bemerkt ¹⁾, die Eigenthümlichkeit, dass sie fast in allen zugänglichen Varietäten des Grünsteintrachyts eine unvollkommen lamellare Structur, sehr häufig aber eine faserige nach der Hauptaxe hat, ähnlich dem Uralit. Sie hat dann meist einen seidenartigen und wachsartigen Glanz und dunkelgrüne Färbung; seltener begegnet man in Grünsteintrachyten noch den sonst gewöhnlichen Glasglanz auf vollkommenen Spaltungsflächen und bei schwärzlicher Färbung ²⁾. Auch die Härte der Hornblende ist selten die normale, sie bleibt meist weit darunter zurück; kurz Alles deutet darauf hin, dass die zugänglichen Varietäten sich meist schon in einem Zersetzungsstande befinden, wenn er auch oft noch in dem ersten Stadium sein mag. Darauf lässt auch das Brausen schliessen, welches Säuren fast bei jedem Stück hervorrufen. Weist schon dies den grauen Trachyten gegenüber auf eine leichte Zersetzbarkeit hin, so wird diese bei dem Auftreten in grösseren Massen sogar zum Unterscheidungsmerkmale beider Gesteine. Die Felsen des Grünsteintrachyts sind gewöhnlich gerundet und lassen an ihren der Luft ausgesetzten Flächen das Gestein nur undeutlich erkennen, die der meisten grauen Trachyte bleiben immer scharfkantig, bilden Obeliskens und Thürme und haben nur dünne, scharf abgesetzte Verwitterungsrinden. Wenn schon die Hornblende-Oligoklas-Zusammensetzung durch die verschiedene Art der Ausbildung der beiden Gemengtheile eine grosse Reihe von Abänderungen zulässt, so wird diese durch das Hinzutreten von Augitkrystallen noch vermehrt. Oft sind diese zahlreich eingesprengt, aber niemals nehmen sie überhand und niemals verliert das Gestein den Charakter eines Hornblendegesteins. Saurere als die typischen Hornblende-Oligoklas-Gemenge scheinen nicht vorzukommen, so dass der Bereich der Schwankungen der mineralischen Zusammensetzung, so wie des Kieselsäuregehaltes nur unbedeutend sein dürfte.

Ein wesentliches Merkmal der Grünsteintrachyte ist ihr Erzgehalt, der zwar selten so bedeutend wird, dass man die Erze in dem Gestein fein eingesprengt sieht, sich aber bei der Verwitterung deutlich zu erkennen gibt, so wie durch die starke Wirkung auf die Magnetnadel, welche alle Grünsteintrachyte zeigen.

Die grauen Trachyte bilden in ihren sauren Gliedern, so weit Sanidin in ihnen eine Rolle spielt, eine in ihrem inneren Bestande von den Grünsteintrachyten so abweichende Reihe, dass diese beiden wohl als Eine Reihe den ganzen Inhalt der Trachytgruppe bilden könnten. Allein die Hauptmasse der ungarischen Trachytgebirge besteht aus grauen Trachyten, welche, gleich dem bekannten Kozelniker Trachyt bei Schemnitz, genau dieselbe mineralische Zusammensetzung haben wie der Grünsteintrachyt. Man erkennt in ihnen nichts als Oligoklas und Hornblende, es ist aber klar, dass diese beiden das Gestein im Wesentlichen zusammensetzen und ausser ihnen nur sehr untergeordnete Substanzen auftreten können. Die Hornblende, wo sie in grösseren Krystallen vorkommt, hat ihren Glasglanz und vollkommene Spaltungsflächen, die Grundmasse ist bald zellig und porös, bald vollkommen dicht und splittrig, aber sie zeigt keine Spur einer grünen Färbung und eine Ähnlichkeit mit den alten Grünsteinen und

¹⁾ Voyage en Hongrie t. III, p. 69.

²⁾ Breithaupt nannte in neuerer Zeit die Hornblende dieser Abänderungen „Gamsigradit“, die Gebirgsart selbst aber „Timazit“.

Dioriten tritt niemals im Entferntesten hervor. Es sind ganz andere Gesteine. Und dennoch ist die Bestandmasse ganz gleich, auch hier treten bei den basischen Gliedern Augitkrystalle auf, anfangs sparsam, dann mehr und mehr bis zu einem Grade, dass die Gesteine stark zum basaltischen Charakter neigen, aber ohne ihn jemals vollständig anzunehmen.

So bilden Grünsteintrachyte und graue Trachyte zwei vollkommen parallele Reihen von gleichen Gemengen in der einen Trachytgruppe, nur geht die Reihe der grauen Trachyte nach beiden Richtungen weit über die Grenzen der anderen Reihe hinaus. Worin der auffallend äussere Unterschied seinen Grund hat, dies zu bestimmen muss späteren Untersuchungen und anderen Mitteln vorbehalten bleiben; wir können nur festsetzen, dass er vorhanden ist und die Trennung verlangt. Aber auch geologisch besteht der Unterschied und in noch auffallender Weise; denn wo immer in Ungarn und Siebenbürgen beide Gesteinsabtheilungen auftreten — und sie fehlen in keinem unserer sieben Gebirge — ist stets der Grünsteintrachyt das älteste Gebilde. Er hat allenthalben die eruptive Thätigkeit eröffnet und erst später folgten ihm die grauen Trachyte nach. Sie unterscheiden sich ferner in den äusseren Formen der Gebirge so auffallend, dass man den Grünsteintrachyt, wo er isolirt auftritt, meilenweit an seinen schönen glockenförmig gewölbten Bergen erkennt, die den grauen Trachyten niemals eigen sind. Die Grünsteintrachyte sind ferner die Träger der edlen Erzlagerstätten. Die grauen Trachyte sind weit verbreiteter, aber es finden sich in ihnen nur an einigen Stellen einige untergeordnete und in ihrer Erzführung überdies abweichende Gangsysteme. Alle berühmten Erzgänge in Ungarn und Siebenbürgen setzen ausschliesslich in dem grünen Gesteine auf. Von Schemnitz ist dies längst bekannt, es ist aber ebenso in Nagybánya und Kapnik wie in dem siebenbürgischen Erzgebirge.

Die beiden Abtheilungen der Grünsteintrachyte und der grauen Trachyte sind mit den angeführten Merkmalen geschieden, wo immer sie am Südabfall der Karpathen auftreten. Aber die Trennung wiederholt sich in gleicher Weise auch in fernen Gegenden. In Armenien und Persien finden nach Abich's und Kotschy's Beschreibungen und den Sammlungen des Letzteren genau dieselben Verhältnisse Statt. Der Pik Demavend besteht in seinem Fussgestell aus Grünsteintrachyt, über dem sich der hohe trachytische Vulkan erhebt, und dieses Verhältniss scheint in gleichbleibender Weise dort weithin zu herrschen. Besonders klar aber sind die Beziehungen in Mexico und anderen Theilen der Anden durch Humboldt geworden. Auch dort bilden die Grünsteine eine ganz bestimmt geschiedene Abtheilung neben den grauen Trachyten der Anden und den Rhyolithen, welche in den Gebirgen von Mexico eine so bedeutende Rolle spielen. Die ersteren sind das älteste von allen diesen Eruptivgebilden, genau wie in Ungarn, sie sind ferner das Gestein der edlen Erzlagerstätten und verhalten sich überhaupt in jeder Beziehung gerade so wie dieser Grünsteintrachyt.

Es ist klar, hier müssen tiefer liegende geologische Gründe eine Verschiedenheit der äusseren Ausbildung veranlasst haben, von deren wahrem Wesen wir uns keine Vorstellung machen können. Sie zwingen uns, der Natur folgend, eine Zweiheit festzuhalten, welche wir so deutlich beobachten, und sie als Grundlage unserer Eintheilung anzunehmen, selbst wenn wir sie mit unseren bisherigen Mitteln nicht erklären können. Gerade das Wiederkehren derselben Erscheinung in so verschiedenen Theilen der Erde muss uns eine Veranlassung sein, von den sonstigen Principien der natürlichen Systematik abzuweichen und sie dem höheren leitenden Grunde unterzuordnen.

IV. Die edlen Erzlagerstätten in den ungarisch-siebenbürgischen Trachytgebirgen.

Nachdem wir im Vorigen die petrographische Gliederung des Materials der Trachytgebirge am Südabfall der Karpathen und die gegenseitigen Lagerungsverhältnisse der verschiedenen Eruptivgesteine, welche sie zusammensetzen, erörtert haben, wenden wir unsere Aufmerksamkeit zunächst einer Reihe von secundären Erscheinungen zu, welche damit im engsten Zusammenhang stehen. Das höchste Interesse unter ihnen nehmen die bekannten edlen Erzlagerstätten in Anspruch, welche an die Trachytgebirge gebunden sind.

Die Erzlagerstätten, welche in Oberungarn ausgebeutet werden, beschränken sich fast ausschliesslich auf unsere tertiären Eruptivgesteine. Es sind zunächst die Gold- und Silber-Bergbaue der Gegend von Schemnitz und Kremnitz, der Matra, der Gegend von Gran und Visegrad, ferner die geringeren Betriebe von Telkibánya und anderen Orten im Eperies-Tokayer Trachytgebirge, die reichen Gänge von Nagybánya, Felsőbánya, Turcz und Kapnik am südöstlichen Ende des Vihorlat-Gutin-Gebirges; endlich die Lagerstätten von Abrudbánya, Offenbánya, Vöröspatak, Nagyág, Rézbánya u. s. w. im siebenbürgischen Erzgebirge. Dem Trachytgebirge untergeordnet sind aber auch eine grosse Zahl von Eisenerzlagerstätten, welche in allen Buchten desselben ausgebeutet werden und das Material zu einem grossen Theile der ungarischen Eisenindustrie geben. Ferner stehen zum Theil mit den Trachyten in Verbindung die gold- und silberhaltigen Kupfer- und Bleierze von Borsa in der Marmarosch und Rodna im nordöstlichen Siebenbürgen, die wir ihrer Besonderheit wegen einem besonderen Abschnitte vorbehalten. Alle anderen Lagerstätten von Erzen scheinen in gar keinem Zusammenhang mit dem Vorkommen tertiärer Eruptivgesteine zu stehen; sie treten ausschliesslich im krystallinischen Schiefergebirge auf und sind wahrscheinlich seit den frühesten Perioden Eigenthümer desselben. Hieher gehören die ausgedehnten Eisen- und Kupferlagerstätten im Zipser und Gömörer Comitate, ferner die mehr untergeordneten von Fejérpatak in der Marmarosch, die Kupferkieslager von Balán bei Szent Domokos im östlichen Siebenbürgen, die Bleierze von Pareo Draculuj und Pojana Moruluj bei Kronstadt und einige andere untergeordnete Lagerstätten.

Zu eigenen Untersuchungen über die erstgenannte Classe von Erzlagerstätten war mir nur in den Bergbauen von Nagybánya, Felsőbánya, Kapnik und dem Eperies-Tokayer Gebirge Gelegenheit geboten, auf diese beziehen sich daher auch lediglich die folgenden Mittheilungen. Allein diese Lagerstätten sind in so hohem Grade lehrreich, dass es wohl gestattet ist, alle theoretischen Folgerungen auf sämtliche edle Erzlagerstätten in allen ungarisch-siebenbürgischen Trachytgebirgen, und wohl noch weit über die Grenzen dieser Länder hinaus, zu übertragen. Die Verhältnisse, unter denen die Erze im Schemnitzer und Nagyáger Bezirke und allenthalben anderwärts auftreten, sind nach Beschreibungen wie nach den Sammlungen, welche die geologische Reichsanstalt von dort besitzt, genau die gleichen; das erzführende Gestein, das Gangmittel, die Erze weichen nur äusserst unbedeutend von dem Vorkommen bei Kapnik und anderen Orten ab. Die merkwürdigsten Analogien aber sind wohl die, welche sich mit den edlen Erzlagerstätten im Trachytgebirge der Anden herausstellen und welche zuerst durch Humboldt's Beschreibungen und Sammlungen klar geworden sind; wir kommen später ausführlicher darauf zurück.

Der Darstellung der allgemeinen Verhältnisse und der theoretischen Folgerungen über die Entstehung der Erzgänge im Trachytgebirge schicke ich eine, wenn auch nur skizzenhafte, Beschreibung einiger von mir besuchter Lagerstätten voran. Die Theorie verbinden wir mit dem folgenden Abschnitte „Ueber die vulcanischen Gase“.

I. Lagerstätten.

Gegend von Nagybánya.

Nagybánya liegt in einem überaus schönen freien Thale an der Grenze von Ungarn und Siebenbürgen. Im Norden ragt schwarzbewaldet unmittelbar bei der Stadt das Trachytgebirge auf, der südöstliche Theil des Vihorlat-Gutin-Zuges, und östlich erhebt sich im Hintergrund der letztere Berg als ein steilwandiger, dem sanfteren Gebirge aufgesetzter Kegel. Nach Süden ist die Thalebene von flachem miocenem Hügelland begrenzt, aus welchem sich weiterhin die eocenen Kalke vor Kovács, an eine krystallinische Insel gelehnt, und die Nummulitensandsteine erheben, die sich weiterhin in Siebenbürgen so bedeutend ausbreiten. Dort wo im Osten und Südosten das Trachytgebirge gegen das Hügelland abfällt, brechen im Bereich des letzteren zahlreiche Kohlensäure- und Mineral-Quellen hervor, und aus dem Tufflande steigen kleine isolirte Kuppen auf, welche zum Theil aus Rhyolith bestehen. Besteigt man das Trachytgebirge im Norden, so erblickt man ein weit ausgedehntes Tafelland mit Zügen von glockenförmigen Erhebungen, während hier und da einzelne schroffere Kegel zu grösserer Höhe aufragen. Nirgends bildet das Trachytgebirge eine so weit ausgebreitete Masse wie hier zwischen Nagybánya, Szigeth und dem Thal der Avasch, welches seine Stetigkeit unterbricht. Nordwestwärts setzt es jenseits der Avasch mit wenig geringerer Breite nach dem Thal der Theiss fort, aber es bildet dort nicht mehr so deutlich eine zusammenhängende Masse, da die Tuffablagerungen es bis hoch hinauf einhüllen und nur einzelne Kuppen hervorragen lassen. Nur die zerstörenden Gewässer vermochten das Eruptivgestein an mehreren Stellen bis zu grösserer Tiefe bloss zu legen. In einem der am tiefsten ausgewaschenen Thäler jenseits der Avasch liegt der Ort Turcz, der einzige entferntere Posten der edlen Erz-lagerstätten. Alle anderen Orte liegen bei Nagybánya. Zunächst folgt Felsőbánya, ein wenig weiter thalaufwärts gegen den Gutin, ferner Kapnik in einem anderen Thale, welches vom Gutin gegen Süden herabströmt und östlich von diesem Ort: Olah-Láposbánya, wiederum in einem anderen Thale gelegen, dessen Quellen dem letzten Ausläufer des Gutinzuges angehören, während es in seinem gesammten weiteren Lauf dem Eocengebiet angehört.

Das Trachytgebirge der nächsten Gegend von Nagybánya besteht aus einer Grundlage von Grünsteintrachyt, welcher mit einem reichen Wechsel des Gesteins die Hauptmasse des Gebirges, das gesammte Plateau nördlich von Nagybánya und die Züge glockenförmiger Erhebungen auf demselben bildet. Die schrofferen breiten Kegelberge, welche darüber emporsteigen, wie der Gutin selbst, bestehen aus grauen Trachyten, welche auch in den Tiefen der Thäler in Gangmassen den Grünsteintrachyt durchbrechen und sich über ihm ausbreiten. Nordwestwärts kommen die Grünsteine bis in die Umgebungen von Turcz und Tarnamare, wo sie ihr Ende für den gesammten Vihorlat-Gutin-Zug erreichen; nirgends weiter sind sie in demselben beobachtet worden, sondern sie zweigen sich aus der genannten Gegend westwärts ab und erstrecken sich gegen Bereghszász und Telkibánya. Nach Südost hingegen verschwinden die grauen Trachyte allmählig

in den genannten Kuppen und Gangmassen, welche sich durch das ältere Eruptivgestein hindurchzwingen. Die letzte bedeutende derartige Masse tritt bei Kapnik und auf der Rotunda, dem Gebirge zwischen diesem Bergort und Oláh-Láposbánya, auf. Der Grünsteintrachyt hingegen setzt im Südosten noch einige isolirte Kuppen von beträchtlicher Masse und Höhe zusammen, alle kenntlich durch die schöne glockenförmige Gestalt. Die letzte von ihnen ist der Hochgipfel des Czybles. Erst nach längerer Unterbrechung erscheinen vollkommen gleich gestaltete Berge aus demselben Gestein wieder in der Gegend von Bistritz und Rodna. Das dritte Eruptivgestein, welches an dem Gebirgsbau der Umgegend von Nagybánya Theil nimmt, ist der Rhyolith, welcher zwar räumlich sehr untergeordnet bleibt, aber, wie wir zu zeigen suchen werden, das wichtigste Gebilde der Gegend ist. Bei Nagybánya und Felsőbánya tritt er mehrfach auf, wie ich an zahlreichen Handstücken von verschiedenen Orten der Umgegend beobachten konnte, der kurze Aufenthalt erlaubte mir jedoch nicht die anstehenden Massen aufzusuchen. In unmittelbarer Nähe von Kapnik und Oláh-Láposbánya scheint er noch nicht aufgefunden zu sein, doch tritt er in geringer Entfernung südlich von diesen Orten auf, in dem weiten Amphitheater des Bades Stoikafalva, um das der hohe Grünsteintrachytberg Sátor seine beiden eocenen Arme herumschlingt. Eine sehr bedeutende Rolle spielen die Rhyolithe in der Ávasch, wo ich sie, besonders bei Bojánháza und dem Bade Bikszád ausgedehnt fand, so wie bei dem grossen wallachischen Dorfe Turcz im Thale der Túr. Wie überall, so kommen auch in dieser Gegend die Rhyolithe niemals auf den höheren Gebirgen zum Vorschein, sondern halten sich lediglich an den Fuss derselben, an die tiefen Thäler und die nächstanliegenden Vorberge.

Wir beginnen nach dieser flüchtigen Uebersicht die Rundschau der einzelnen Lagerstätten mit

Felsőbánya, wo der Bergbau der Grossgrube, der einzige bei diesem Ort, die lehrreichsten Verhältnisse bietet. Der Ort liegt am Szászár-Bach, gerade dort wo dieser sein enges, vom Gutin herabkommendes, trachytisches Thal verlässt, das Trachytgebirge selbst aber sich rechtwinklig gabelt und von Südwesten her das miocene und eocene Hügelland in sein Innerstes vordringen lässt. So kommt es, dass sich im Norden des Ortes die steile Wand des Gebirges erhebt, nach Süden sich die Landschaft öffnet und im Osten das Thal sich gleich hinter dem Orte verengt. Der erste Berg im Norden der Stadt ist der Grossgrubner Berg, allseitig von dem weiteren Gebirge getrennt. Er besteht wie dieses hauptsächlich aus Grünsteintrachyt; die eocenen Sandsteine reichen bis heran, bilden selbst den westlichsten Theil des Berges, treten im Osten (am Pochwerk Nr. 10) noch einmal zum Vorschein und zeigen hier den Contact mit dem Eruptivgesteine; beide sind an dieser östlichen Stelle von miocenen grünen Tuffen überlagert. Unmittelbar östlich von der Stadt tritt hierzu ein viertes Gestein, ein dunkelgrauer Oligoklasttrachyt, welcher den Grünsteintrachyt durchsetzt, den Südabhang des Grossgrubner Berges, den östlich davon gelegenen Hegyes-hegy und mehrere der nächsten Berge zusammensetzt. So kommen hier mehrere Elemente unter sehr einfachen und deutlichen Verhältnissen zusammen.

Im Grünsteintrachyt des Grossgrubner Berges setzt ein ausgedehntes, aber in seltenem Grade einheitliches Gangsystem auf, welches in seiner Gesamtheit von West nach Ost streicht. Das ganze System paralleler Gänge ist im Allgemeinen seiger gerichtet, doch so, dass die nördlichen Gänge steil nach Süd, die südlichen steil nach Nord geneigt sind, einzelne Gänge sich in schon erreichten Teufen vereinigen und das ganze System sich nach unten in einem nicht allzu bedeutenden Abstand in einen einzigen Gang zu vereinigen scheint. Die Länge

des Gangsystems ist zu Tage mit mehreren Tausend Klastern aufgeschlossen, in der Tiefe aber nimmt sie mehr und mehr ab, und wenn sie auch immerhin noch sehr bedeutend ist, so scheint sich doch das System sehr zu reduciren. Es ist nach Allem klar, dass das Gangsystem im Grossgrubner Berge aus der Tiefe gewissermassen aufblüht und aus einem gemeinsamen Schacht von der Form eines sehr mächtigen, aber wenig ausgedehnten Ganges, mehr und mehr sich in einzelne Blätter auflöst und durch dieses Ausstrahlen in allen Richtungen nach oben an Ausdehnung zunimmt. Zu Tage ist die Breite des ganzen Gangsystem ungefähr 240 Klafter. Die Aufschlüsse durch den Bergbau sind in dieser ganzen Ausdehnung ausserordentlich bedeutend. Schon im Alterthum war hier ein erheblicher Bergbau, er blieb zeitweise liegen und ist jetzt wieder in Blüthe. Die Alten nahmen vom Ausbeissen reicher Mittel an den ganzen Gang heraus, ohne ihre Strecken zu versetzen, daher mit der Zeit bedeutende Brüche entstanden, mit denen man jetzt sehr zu kämpfen hat. Bei den mehr seigeren Gängen befolgte man dieses System in so vollkommener Weise, dass man jetzt von grosser Teufe aus einen leeren Spalt über sich erblickt, aus dem das Tageslicht als ein langer heller Streifen erscheint. Als das k. k. Aerar im achtzehnten Jahrhunderte den Bergbau wieder aufnahm, schlug man einen Erbstollen an, welcher unterhalb Felsöbánya in eocenen Sandsteinen und glimmerigen Schieferen zu Tage ausgeht und über 2100 Klafter im Hauptgang getrieben ist. Die Sohle ist 130 Klafter unter der Spitze des Grossgrubner Berges, bei der schon der Bergbau beginnt; der Theresienschacht, welcher 80 Klafter unter der Höhe angefahren ist, geht bis zu einer Teufe von mehr als 100 Klafter, wo mit dem neunten Lauf die bedeutendste Teufe erreicht ist. Durch den oftmaligen Wechsel im Betriebe der Gruben und das gleichzeitige Abbauen durch verschiedene Besitzer in verschiedenen Teufen ist ein äusserst complicirter Bergbau entstanden. Unter den verschiedenen Gängen, die man dadurch kennen gelernt hat, sind die wichtigsten:

1. Der Hauptgang, streicht Stunde 5·14, fällt 60° in Norden und hat bei einer Mächtigkeit von 1—12 Klafter eine Länge von 800 Klafter. Ein Theil zunächst der Vereinigung des Hauptganges mit dem Ökörbányaer Gang führt den Namen Borkúter Gang; er ist besonders goldreich.

2. Leppener Gang, streicht Stunde 6·5, verflächt steil nach Süd; er wendet sich nach Südost und erreicht im Osten in der Tiefe den Hauptgang; seine durchschnittliche Mächtigkeit ist nur eine halbe Klafter, an der Vereinigungsstelle dehnt er sich aber zu 8 Klafter aus.

3. Graisen-Gang, streicht Stunde 4·8 und fällt mit 45° nach Süd, doch wechselt der Fallwinkel wie bei allen Gängen.

4. Ökörbányaer Gang, streicht Stunde 4·4, fällt 75° nach Süd.

Ausser diesen Gängen sind noch mehrere andere vorhanden, welche sich theils von den genannten abzweigen, theils selbstständiger erscheinen, aber entweder in der Erzführung ärmer sind, oder an Mächtigkeit zurückstehen. Von Interesse ist noch ein Gang von nicht unbedeutender Mächtigkeit, welchen man im Trachyt des Steinbruches am Hegyes-hegy mit vielem Bleiglanz aufgeschlossen hat, aber schon seit langer Zeit ärmer an Erzen bei dem Pochenwerk Nr. 10 kennt, wo er durch seine gelbliche Farbe und seinen Quarz scharf hervortritt. Inzwischen dieser Stelle und dem Hegyes-hegy bildet er das Bett des Szászár-Baches. Er wird für eine um 200 Klafter nach Süden zerworfene Fortsetzung des Hauptganges gehalten, doch dürfte dies wohl erst zu beweisen sein.

Das gesammte Gangsystem der Grossgrube setzt im Grünsteintrachyt an der Grenze mit dem jüngeren grauen Trachyt auf. Ob es in den eocenen Gesteinen, aus denen der westliche Theil des Grossgrubner Berges besteht,

fortstreicht, liess sich nicht entscheiden. Der Erbstollen ist zwar in diesen Sedimenten angesetzt und durchfährt sie in langer Strecke; allein seine Wände sind äusserst unvorthailhaft zur Beobachtung. Vom Grünsteintrachyt aber sieht man mächtige Massen verwittert auf den Halden, und wo immer man in der Grube die Gebirgsart anschlagen kann, erkennt man dasselbe Gestein. Allein es ist kein fester, in seiner Masse gleichförmiger Grünsteintrachyt, wie er sonst auf den benachbarten Bergen auftritt, sondern ein Reibungsconglomerat, welches fast ganz aus eckigen Bruchstücken dieser Gebirgsart besteht und nach Norden in die normale Gesteinsmasse derselben übergeht, während nach Süden das Bindemittel mehr und mehr überhand nimmt und einen eben so allmäligen Uebergang in die angrenzende Gesteinsmasse des grauen Trachyts vermittelt.

Auch wo zwischen den einzelnen Gängen des Systemes ein weiterer Zwischenraum ist, macht zuweilen das Reibungsconglomerat einem festeren Grünsteintrachyt Platz. Die Erscheinung ist derartig, dass sie ganz deutlich einen Zusammenhang zwischen dem Auftreten der Erzgänge und der Bildung des Reibungsconglomerates erweist. Das Bindungsmittel des letzteren ist daher für die Erklärung ein überaus wichtiges Moment; seiner Interpretation bieten sich zwar grosse Schwierigkeiten, da es immer sehr stark zersetzt ist, ja oftmals andere Substanzen ganz und gar an seine Stelle getreten sind, allein sein allmäliger Uebergang in den festen grauen Trachyt, das entschieden ausgesprochene jüngere Alter des letzteren gegenüber dem Grünsteintrachyt, sein auch sonst oft sich wiederholendes, und stets mit Reibungsconglomeraten verbundenes gangförmiges Auftreten im letzteren, endlich die genauere Vergleichung des Bindemittels mit zersetztem Trachyt — dies alles macht es unzweifelhaft, dass das mächtige Reibungsconglomerat, in welchem das Grossgrubener Gangsystem aus der Tiefe ausstrahlt, durch die Eruption des grauen Trachytes hervorgerufen wurde und dieser das Bindemittel der Grünsteintrachyt-Fragmente bildet. Die Veränderung, welche es erlitten hat, lässt, insbesondere zunächst der Erzgänge, diesen Ursprung nicht vermuthen; es ist hart, zellig, kieselig und lässt oft gar keine Gemengtheile erkennen, durch Aufnahme von Quarz geht es zuweilen ganz in eine unreine Kieselmasse über, die vorzüglich zunächst der Erzgänge vorherrscht und den ganz allmäligen Uebergang des Reibungsconglomerates in die Gangmasse vermittelt. Ausser den Grünsteintrachyt-Fragmenten enthält das Conglomerat auch noch Bruchstücke der eocenen Sandsteine und Schiefer, welche von beiden trachytischen Gesteinen durchbrochen wurden und wahrscheinlich das Liegende eines Theiles der Eruptivmasse bilden. Es kommen im Innern des Gangsystemes grosse Blöcke davon vor. Oft meinte man das Ende eines edlen Erzganges erreicht zu haben und fand dann jenseits des Blockes die Fortsetzung. Es dürfte wohl schwer zu unterscheiden sein, ob diese Bruchstücke von Sedimentgesteinen bereits vom Grünsteintrachyt bei seiner Eruption fortgerissen und im Innern eingeschlossen wurden oder erst später von dem Gestein, welches das Reibungsconglomerat bildete. Indessen spricht die geringe Hitzewirkung, welche sie zeigen, sehr für das Letztere, denn der Grünsteintrachyt wirkte auf die Eocengesteine, wo er mit ihnen in Contact kam, sehr stark umändernd ein und müsste wohl Blöcke, die er somit in sein Inneres mit fortriss, in sich eingeschmolzen haben.

Wenden wir uns endlich zu den Erzgängen, so bezeichnen dieselben ausgedehnte Spalten im Reibungsconglomerat, aber nur zum Theil fortlaufende klaffende Spalten, welche ganz und gar mit dem Gangmittel ausgefüllt und durch Saalbänder bezeichnet sind; in den meisten Fällen findet man die Bruchstücke des Reibungsconglomerates auch inmitten der Gangmassen, wiewohl natürlich

hier im höchsten Zustand der Zersetzung und Veränderung, ja oft kaum mehr kenntlich, da die fortgeführten Stoffe durch neue ersetzt sind. Zwischen diesen Bruchstücken windet sich alsdann die Gangmasse hindurch und füllt alle Zwischenräume aus; sie ist offenbar an die Stelle des früher vorhanden gewesenen, aber aufgelösten und fortgeführten Bindemittels getreten und geht dann fast allemal in die noch vorhandene Substanz des letzteren allmähig über. Unreiner Quarz mit fein eingesprengten Kiesen bildet das gewöhnliche Gangmittel; im ersteren Fall ist er an den Wänden der Spalten krystallisirt und durch den Wechsel der einzelnen Lager wie durch die darauf folgenden krystallisirten Erzschieben wird die Structur gewöhnlicher Gänge hervorgerufen. Im anderen Fall legt er sich um die Einschlüsse so eng herum, dass diese, selbst verkieselt aber doch noch deutlich geschieden, in einer einzigen zusammenhängenden derben Quarzmasse inneliegen und die Gangmasse allmähig in das umgebende Gestein übergeht. Es kann dann von einem eigentlichen Gang nicht die Rede sein; nur das Auftreten der Erze berechtigt noch zu dieser Benennung. Zuweilen sind sie dem Quarz fein eingesprengt, öfter aber tritt der Quarz mit seinen Einschlüssen zu einer Kluft aus einander, welche ganz mit Schwefelerzen ausgefüllt ist und manche solche Kluft streicht mit sehr wechselnder Mächtigkeit auf weite Erstreckung fort. Oft verzweigen sich die Erzklüfte weiter in dem Quarzmittel und durchziehen es in zahlreichen kleinen Schnüren und Trümmern, die sich zwischen den eingeschlossenen Bruchstücken hindurchwinden und sich in grösseren Zwischenräumen erweitern, auch wohl in diesem Falle Hohlräume mit frei endenden Krystallen enthalten.

Bei vielen Fällen verschwindet der Quarz ganz und dann treten andere mineralische Producte an die Stelle des fortgeführten Bindemittels des Reibungsconglomerates. So kommt der bekannte schöne Realgar von Felsöbánya grösstentheils als einziges Ausfüllungsmittel zwischen den zur Unkenntlichkeit verwitterten Bruchstücken des Grünsteintrachytes vor, seine schönen Krystalle sitzen unmittelbar den Wänden an, verbinden die einzelnen Bruchstücke und ragen frei in die Hohlräume hinein. Auch der Antimonglanz kommt vielfach in dieser Weise vor, während er in anderen Fällen in Hohlräumen des Quarzes frei auskrystallisirt, auch wohl einzelne Schnüre und Klüfte allein erfüllt.

Endlich ist es auch in Felsöbánya nicht selten, dass die Erzgänge vom Conglomerat aus in das feste Gestein hineingreifen und sich hier verzweigen; dann ist die Reihenfolge der Mineralien besonders lehrreich. Der feste Grünsteintrachyt ist allemal weithin zersetzt, oft kaum mehr kenntlich, und führt die kleinen verzweigten Systeme von scharf begrenzten Gängen mit Saalbändern.

Von den Mineralien, welche als Ausfüllungsmittel der Gänge auftreten, nannten wir bisher nur den Quarz, der Masse nach bei weitem die vorwaltende Substanz. Nächst ihr nehmen den ersten Rang die Schwefelmetalle ein, und zwar Eisenkies (stets goldhaltig), Bleiglanz (stets silberhaltig), Zinkglende, Kupferkies (selten), Antimonglanz, Realgar, sehr selten Silberglanz. Von schwefelsauren Salzen sind in den Gängen nur Schwespath und Gyps ausgebildet. Schwefelsaure Metalloxyde bilden sich fortwährend, werden aber sogleich fortgeführt; die Grubenwässer sind von ihnen erfüllt. Endlich erscheinen Kalkspath und Braunsapth als die einzigen Carbonate, und selbst diese kommen nur selten vor.

Besonderes Interesse bietet die Art, in welcher diese Mineralien angeordnet sind. Quarz bildet stets das älteste Product; dies gilt sowohl dort, wo die Gänge in ihm aufsetzen, als auch in den Fällen, wo er als Ausfüllungsmittel auftritt. Dann krystallisirt er allemal zunächst den Wänden und wenn er sich auch nach

einer Reihe metallischer Schichten noch oft wiederholt, so behauptet er doch stets die Rolle des Eröffners der Ausfüllung. Darauf folgen die Schwefelmetalle. Schwefeleisen ist bereits dem reineren Quarz, wie dem verkieselten Nebengestein fein eingesprengt, bildet aber ausserdem Nebenzüge des Quarzes nach dem Innern der Gänge hin und einzelne selbstständige kleine Gänge und Gangtrümmer. Schwefelblei und Schwefelzink bilden die nächsten mit Quarz wechselnden Schichten und sehr häufig auch allein die gesammte übrige Ausfüllung; sie sind theils vereinigt, theils getrennt, selbst auf sich durchkreuzende Gangsysteme isolirt, aber doch im Allgemeinen von gleichem Alter. Antimonglanz und Realgar hingegen sind stets spätere Producte, welche niemals an den ersten, mit Quarz wechselnden Lagen theilnehmen, sondern mehr gegen die Mitte der Gänge im Innern von Höhlungen frei auskrystallisiren. Das Schwefeleisen scheint, wie gesagt, schon den ersten Perioden der Bildung des Quarzes anzugehören, aber es kommt noch ganz zuletzt in grossen Putzen und Gängen vor, sehr häufig nimmt es bedeutend an der Ausfüllung der Bleiglanz-Zinkblendegänge Theil. — Die schwefelsauren Salze sind allemal jünger als die Schwefelmetalle und der Quarz; in den berühmten grossen Antimonglanzdrusen von Felsöbánya sitzen die schönen, allseitig frei ausgebildeten Schwerspathkrystalle den Büscheln von jenen auf, und so findet man den Schwerspath, so wie seinen selteneren Begleiter den Gyps, in Felsöbánya überall. Gleich ihnen bezeichnen ja auch die schwefelsauren Salze in den Grubenwässern eine secundäre Bildung. — Das jüngste Gebild in den grossen Gangsystemen von Felsöbánya endlich sind die Carbonate. Niemals fand ich den Kalkspath oder Braunspath anders als den jüngsten Schwerspathen und sonstigen frei ausgebildeten Krystallen aufsitzend.

Die Folgerungen aus dieser Anordnung der Mineralien in den Gängen von Felsöbánya liegen so klar auf der Hand, dass wir sie hier kaum besonders zu erwähnen brauchen; wir werden später bei der Theorie unserer edlen Erzlagertstätten mehrfach darauf zurückkommen.

In der gegenseitigen Anordnung der Hauptgänge nach ihren Ausfüllungsmassen scheint kein bestimmtes Gesetz einer Aufeinanderfolge von Formationen verschiedenen Alters und mit verschiedener Erzführung obzuwalten. Ich beobachtete an einem Block aus der Grossgrube vier verschiedenaltige Systeme kleiner Gänge, welche sich gegenseitig durchsetzten. Das älteste (1) bestand in Klüften von rothem Quarz mit Eisenkies, das nächst jüngere (2) führte Bleiglanz mit, etwas Zinkblende und Quarz, das folgende (3) blättrige Zinkblende. Die jüngsten Gangtrümmer endlich (4) bestanden aus Eisenkies mit etwas Kupferkies an den Wänden, während nach innen Quarz den Raum theils ausfüllte, theils frei auskrystallisirt war. Aehnlich fand ich es bei anderen sich durchkreuzenden Gangtrümmern, welche nach den verschiedensten Richtungen auftreten, wesentlich geleitet durch die Bruchstücke im Conglomerat. Dies sind aber nur ausserwesentliche Zufälligkeiten, und es scheint für die gegenseitige Richtung der grossen Gänge in der Grossgrube nur Eine Norm zu geben, die des Parallelismus, da alle Ausnahmen im kleinsten Maassstabe stattfinden.

Wenn uns aber auch alle Verhältnisse nöthigen, nur Eine Formation in der Grossgrube anzunehmen und nur Eine Periode ihrer Ausfüllung, so weisen doch andere Umstände darauf hin, dass die Art der Ausfüllung in dieser Einen Periode sich allmählig änderte und die Bildung des gesammten Spaltensystems nicht das Werk eines Moments war, sondern gleich den kleinen sich durchsetzenden Gangtrümmern auch die grossen Spalten in verschiedenen Stadien jener Einen Periode und damit auch in verschiedenen Stadien der Art der Gangausfüllung sich öffneten. Das Erstere ist hinreichend bewiesen durch die constante Art der Anordnung der

Mineralgruppen, welche die Gänge füllen, das Letztere aber ergibt sich aus dem Charakter der einzelnen Gänge, welcher deutlich bei dem einen den Anfang eines Processes erkennen lässt, der in dem andern schon weiter vorgeschritten ist. Nur wenige Gänge zeigen eine vollständige Stufenleiter der Anordnung aller einzelnen Mineralgruppen, welche überhaupt auftreten; in den meisten ist nur ein Theil, eine bestimmte Periode des Processes der Gangausfüllung dargestellt. Denn wie in einem und demselben Gang Quarz und Eisenkies im Allgemeinen das älteste Gebilde zu sein scheinen, wenn sie auch später noch fort und fort sich absetzen, Zinkblende und Bleiglanz im Alter folgen und Realgar und Antimonglanz, besonders aber Schwerspath und die andern Salze die jüngsten Gebilde bezeichnen, so werden wir auch einen Zinkblende-Bleiglangzgang für älter anzu- sehen haben als einen Antimonglangzgang und, wo sie beide mächtig auftreten, für jünger als einen Gang, welcher nur Quarzmasse mit eingesprengten Eisen- kiesien führt. Es wirken aber in Felsőbánya noch andere Umstände auf die Erz- führung ein; so sind die Schaarungsstellen der Gänge ausserordentlich reich an edlen Erzen, ferner sollen die oberen Teufen reicher sein als die unteren. Solche Stellen aber, wo besonders günstige Umstände für eine tiefgreifende Zer- setzung vorhanden waren, sind durch die Mannigfaltigkeit der Mineralien aus- gezeichnet.

So ist der Graisengang im östlichen Theil des Grossgrubner Berges am reichsten an Mineralien; es finden sich Antimonglanz, Realgar, Schwerspath, Felsőbanit, Bournonit u. s. w. Dieser Gang aber setzt in dem lockersten Theil der Reibungsconglomerate auf, dort, wo die Verwitterung am weitesten Platz greifen konnte. Dem Ökörbányaer Gang, welcher die Spuren einer sehr früheren Ausfüllung trägt, fehlen diese Mineralien, selbst Antimonglanz, der auf sämt- lichen anderen Gängen vorkommt; Zinkblende und Bleiglanz führt er in gerin- gerer Menge als diese und sein Hauptreichthum besteht in goldhaltigen Kiesen, neben denen etwas Rothgültigerz dem Quarz eingesprengt ist. Der Hauptgang ist goldärmer, führt aber in seiner quarzigen Gangmasse neben Eisenkiesen viel Bleiglanz und Zinkblende, Antimonglanz und Schwerspath. Seine Vereinigung mit dem Borkúter Gang gibt ein Beispiel von dem zunehmenden Gehalt an edlen Erzen an den Schaarungsstellen ¹⁾.

Nagybánya. — In das Trachytgebirge, welches sich nördlich von Nagybánya erhebt, sind zwei Thäler eingesenkt, deren eines westlich und eines östlich von der Stadt in das Szászár-Thal mündet. Jenes ist das Veresvizier, dieses das Fernezelyer Thal. Die Gebirgsmasse zwischen beiden ist das Gebiet der Bergbaue von Nagybánya. Der letzte Ausläufer fällt unmittelbar in die Stadt ab und führt den Namen „der Kreuzberg“; in ihm ist der bedeutendste Bergbau. Unmittelbar hinter ihm ist ein zweiter, dessen Stollen und Schächte in das Veresvizier (Rothwasser, wegen der okergelben, eisenhaltigen Grubenwässer) Thal münden. Dann zieht sich das Gebirge höher und höher hinauf gegen den Kamm, welcher das System des Szászár-Thales von dem der Avasch scheidet. Von diesem Theil haben wir nur unbedeutende Erzlagerstätten zu erwähnen.

Die Hauptmasse des Gebirges besteht wiederum aus Grünsteintrachyt, der von grauen Trachyten mannigfach durchbrochen und in hohen Kuppen überlagert

¹⁾ Den technischen Betrieb der Gruben und die Production ziehen wir hier nicht in Betracht. Ueber die Bergbaue der Gegend von Nagybánya liegt in dieser Beziehung eine klare Zusammenstellung von den Herren Rivot und Duchanoy vor. Ann. d. Mines V. Série, Jahrg. 1853, 1. Liefg., übersetzt im Jahrb. der k. k. geol. Reichs- anstalt. Jahrg. 1853, S. 568—630.

wird. Hoch oben auf dem Plateau längs der Abfälle der darüber aufsteigenden Rücken und Kämme sind die Ausbuchtungen mit miocenen Sedimenten erfüllt, groben trachytischen Tuffen, und feineren Palla-Gesteinen, denen Braunkohlenflöze und braune kieselige Eisensteine eingelagert sind. Man kennt bereits eine grosse Zahl derartiger Auflagerungen. Zusammenhängende Schichtgebilde der Miocenformation folgen aber erst am Fuss des Trachytgebirges und breiten sich südlich von Nagybánya gegen Siebenbürgen hin aus. — Wir betrachten jede der Erzlagerstätten für sich.

Kreuzberg. Der Bergbau am Kreuzberg ist uralt, wurde aber aufgelassen und erst in der Mitte des vorigen Jahrhunderts wieder aufgenommen. Man kennt zwei Gänge, den Hauptgang mit einer Mächtigkeit von 5 Fuss bis 2 Klafter, Streichen nach Stunde 3, Verfläehen 75° nach Süd, und dem Nebentrum im Hangenden, 1½ bis 2½ Fuss mächtig, nach Stunde 3 streichend und mit 75° nach Süden verfläehend. Die Alten bauten nur den Hauptgang ab. Bei der Wiederaufnahme des Berghaues hielt man sich ebenfalls zunächst an diesen und ging vom Ausbeissen bei Nagybánya dem Gange nach. Der Erbstollen wurde über 1000 Klafter weit getrieben. Am Endpunkt hat man einen grösseren Raum ausgehauen und eine Dampfmaschine angebracht, deren Dampf und Rauch durch einen Wetterschacht abgeleitet wird. Da man sichere Nachrichten darüber besitzt, dass die alten Baue, von denen die ganze Gangmasse durchgewühlt ist, mehr als 100 Klafter unter die jetzige Erbstollensole hinabgehen, so beabsichtigt man das Wasser bis zu dieser Tiefe mittelst der Dampfmaschine zu heben und dann den alten Bauen nachzugehen. Die Alten liessen überall die ärmsten Mittel zurück, die aber in den oberen Teufen noch immer ziemlich ausgiebig sind. In der Tiefe soll der Goldgehalt aber bedeutend zunehmen und man hofft in wenigen Jahren dort einen sehr ertragreichen Bergbau zu führen. Der „Nebentrum“ erwies sich schon am Ausbeissen ausserordentlich goldreich und berechtigt trotz seiner geringen Mächtigkeit zu guten Hoffnungen.

Der Kreuzberg besteht aus Grünsteintrachyt und die Gänge setzen in diesem auf. Von dem Conglomerat der Grossgrube ist hier nichts zu sehen, auch bemerkte ich überhaupt keine grauen Trachyte. Die Gänge sind nicht bestimmt abgegrenzt und haben keine Saalbänder; man denke sich eine Grünsteintrachytmasse, in welcher nach einer Durchschnittsfläche hin von beiden Seiten her der Grad der Zersetzung allmähig zunimmt, bis er längs dieser Durchsetzungsfläche seinen Höhepunkt erreicht. Zugleich stelle sich gegen dieselbe Fläche hin eine allmähige Verkieselung der zersetzten Gebirgsmasse ein und erreiche ihren Abschluss in einem unreinen Quarz, welcher jener folgt. Dies ist das Bild der Gänge, in denen die Erze am Kreuzberg aufsetzen, das Bild aber auch einer grossen Anzahl anderer Gangsysteme von den verschiedensten Arten. Es ist klar, dass die Durchsetzungsfläche eine ehemalige Spalte anzeigt, von der aus nach beiden Seiten hin die Zersetzung im stärksten Maasse stattfand, zugleich eine Verkieselung, durch welche die Spalte selbst sich wieder füllte. An anderen Orten findet man in dem quarzigsten Theil der Ausfüllung, der zuweilen deutlich erkennbar von der nun verkieselten Gebirgsmasse geschieden ist, die verschiedensten Erze; am Kreuzberg bestehen sie fast ausschliesslich aus goldhaltigem Eisenkies mit etwas Kupferkies, die dem Quarz fein eingesprengt sind und nach beiden Seiten hin allmähig in ihrem Mengenverhältniss abnehmen, bis sie im unveränderten Grünsteintrachyt ganz verschwinden. Im Nebentrum ist der Quarz sehr rein, neben dem Eisenkies kommen Silbererze in kleinen Nestern vor, besonders Rothgiltigerz und Silberfahlerz. Der Hauptgang ist häufiger von diesem begleitet und führt auch stellenweise etwas Kupferkies, aber Bleiglanz und

Zinkblende fehlen gänzlich, eben so Antimonglanz, Realgar, Schwerspath und alle späteren Bildungen.

Veresviz (Rothwasser). Das Veresvizer Grubenrevier, welches unmittelbar nördlich an den Kreuzberg angrenzt, zeichnet sich durch seinen Reichtum an Gängen aus. Die gewerkschaftlichen Baue in den oberen Teufen haben zum Theil sehr ergiebige Mittel erschlossen, besonders in goldhaltigen Quarzen. Die tieferen ärarischen Baue werden erst durch einen Erbstollen, welcher seiner baldigen Vollendung entgegenseht, erschlossen und im grösseren Umfang möglich gemacht. Ich besuchte diesen Bergbau sehr flüchtig, erhielt aber durch die Güte des Directors des Nagybányer Bergbezirkes, Herrn von Szakmáry, folgende Uebersicht der Gänge des Veresvizer Grubenreviers:

Benennung der Gänge	Streichen nach Stunden	Verflächen	Durch- schnitt- liche Mächtig- keit in Fussen	Ausfüllung
Salvator-Gang	12·2	80° NW.	4	Lauchgrüner Grünsteinporphyr mit Quarz, und Amethystschnürcchen und zart eingesprengten Kiesen.
Susanna-Gang	1·	80 O.	4	Quarzreicher Schramm.
Francisca-Gang	2·7	76 W.		Quarz mit sparsam eingesprengten Kiesen.
Stephan-Gang	2·	76 NW.	4—5	Ebenso.
Evangelista-Gang	24·2	80 O.	4, 10	Quarz, Amethyst, kiesiger Schramm mit grünstein-porphyrartigen Mittelkeilen.
Martin-Gang	1·	71 W.	6	Quarz, reich mit Kies eingesprengt, führt etwas Bleiglanz, Blende und oft Glaserze.
Elisabeth-Gang	1·5	62 O.	4—5	Wenig Quarz, Feldspath, führte im gewerkschaftlichen Felde reiche Kiese, Glas- und Russerze.
Dreifaltigkeits-Gang	3·5	57 NW.	3, 4	Quarz, zum Theil mit 2- bis 20löthigen Erzen.
Leopold-Gang	1·2	61 O.	6	Quarz mit Porphyrmittelkeilen, führte Kies mit Rothgültigerz.
Josephi-Gang	2·8	54 W.	3—4	Quarz mit kugelförmigen 3—4löthigen Kiesen.
Johanna-Gang	9·1	65 N.	2—3	Quarzig-schrammige Ausfüllung, führte Rothgültigerz.
Laurenz-Gang	2·5	79 O.	6—96	Quarz, Eisenoxyd, Kiese mit Glaserz, Rothgültigerz und schwarzen Erzen, ist in viele Trümmern getheilt, goldreich.
Michael-Gang	2·10	81 W.	30—42	Dem vorigen ähnlich, in viele Trümmern getheilt, goldarm.
Nepomuk-Gang	1·	72 O.	36—60	Aehnlich den beiden vorigen.
Joseph Calasanti-Gang	1·5	79 O.	2—4	Quarz, Amethyst, mitunter Kalkspath, mit Porphyркеilen, goldreich.

Es ist aus dieser Zusammenstellung leicht ersichtlich, dass die Veresvizer Gänge denen des Kreuzberges sehr ähnlich sind. Besonders die drei Hauptgänge, der Laurenz-, Michael- und Nepomuk-Gang, entsprechen in ihrer Gesamtausfüllung auffallend dem Hauptgang jenes Systemes und einzig der Martin-Gang weicht durch seine Zinkblende- und Bleiglanzföhrung ab. Wie dort,

so sind auch hier die Kiese stets dem Quarz fein eingesprengt und nehmen nach beiden Seiten hin ab; die Silbererze treten in Schnüren, kleinen Klüften und Nestern auf, während Zinkblende und Bleiglanz besondere kleine Gänge im Quarz erfüllen. Auch dieses Gangsystem setzt im Grünsteintrachyt auf; man kann ihn im Innern der Grube allenthalben beobachten, in grosser Menge auf den Halden und an der Aussenfläche des Gebirgsabhangs nimmt er die ganze Gegend ein, in welcher die Stollen und Schächte münden. Erst weiter oben erscheinen grane Trachyte. Eine Eigenthümlichkeit dieses Grünsteintrachyts, welche sich bei ihm in der ganzen Gegend wiederholt und ebenso bei Schemnitz zu beobachten ist, ist das Vorkommen sporadisch eingesprengter Quarzkörner.

Eine auffallende Erscheinung ist die gleiche Streichrichtung fast aller Gänge des Veresvizer Systems. Wenn man die kleinen Schwankungen in Betracht zieht, welche in den Trachytgebirgen die Gänge in ihrer Streichrichtung zeigen (man beobachtet sie besonders bei den auf weite Erstreckung aufgeschlossenen Gängen von Felsöbánya), so werden die Abweichungen von dem Mittel, welches die drei Hauptgänge geben, auffallend gering; denn wenn wir bei einzelnen kleinen Gängen die Richtung nach Stunde 12 oder 3 finden, so kann dies eine örtliche Schwankung sein, und selbst wenn sie es nicht ist, bleibt das Schwanken um die Mittelrichtung nach Stunde 2 bis 3 unverkennbar. Nur der Johanna-Gang weicht so weit ab, dass er eine zweite Richtung mit Sicherheit vertritt. Der Parallelismus des Hauptstreichens mit dem des Kreuzberger Hauptganges (Stunde 3) ist klar, und wenn dort der „Nebentrum“, welcher entschieden älter als der Hauptgang ist, wirklich nach Stunde 6 streicht, so sind auch dort zwei und zwar mit Sicherheit verschiedenartige Richtungen vertreten. Wir werden dieselbe Erscheinung von Kapnik zu erwähnen haben.

Firiza. Wenn man in dem Thal, welches östlich von Nagybánya von Norden her in das weite Hauptthal mündet, aufwärts geht, so kommt man zuerst nach Unter-Fernezely, wo die Schmelzhütten für die Kreuzberger und Veresvizer Erze sich befinden. Weiter aufwärts erreicht man zwischen engen Thalwänden den Ort Firiza oder Ober-Fernezely, dann ziehen sich nur noch tiefe Schluchten nach dem Gebirge hinauf. Auch bei Firiza ist noch die Hauptgebirgsart unser Grünsteintrachyt mit Quarzkörnern. Westlich und südwestlich vom Orte setzen darin quarzige Gänge auf, welche sich durch ihre gelbbraune Verwitterungsfarbe, die sie der weiteren Umgebung mittheilen, und durch ihren Gehalt an schwefelsauren Salzen beim ersten Anblick als identisch mit den Erzgängen von Felsöbánya und dem Kreuzberg erweisen. Wie dort bezeichnet eine weithin fortstreichende, an der Oberfläche deutlich hervortretende Quarzmasse den Gang; aber auch hier geht sie nach beiden Seiten sehr allmähig in den Grünstein über. Auch hier nimmt der Grad der Zersetzung des letzteren von den entfernteren Theilen gegen den Gang hin zu und andererseits verbreitet sich von dem fast nur durch Metallgehalt verunreinigten Quarz des letzteren die Verkieselung nach beiden Richtungen, sie verhärtet das zersetzte Gestein und verschwindet nach und nach in diesem. Der Grad der Verkieselung in der unmittelbaren Nachbarschaft des Ganges ist so bedeutend, dass man diese Gesteine, nachdem die noch übriggebliebenen Feldspathe und die Metalleinschlüsse herausgewittert sind, zu Mühlsteinen verwendet. Es wird auf die Gänge bei Firiza ein sehr untergeordneter Bergbau von einigen Privaten geführt, aber mit geringem Erfolg.

Aehnliche Gangbildungen wie bei Firiza kennt man noch von mehreren anderen Orten bei Nagybánya, so von Borpatak, Iloba, Mizbánya u. s. w. Es ist an allen diesen Orten hin und wieder ein Bergbau eröffnet worden, dann verliess man ihn als nicht lohnend, nahm ihn später zu wiederholten Malen auf und noch

jetzt bauen Privatleute und Gewerkschaften hier und da einen Gang ab, aber selten mit dauerndem Erfolg. Alle diese Gangsysteme entsprechen den schon beschriebenen von Nagybánya, es sind quarzige Gänge mit eingesprengtem goldhaltigem Eisenkies und sparsamen Silbererzen im Grünsteintrachyt; selten setzen sie in die grauen Trachyte hinein. Von besonderem Interesse für uns ist aber die Concordanz ihrer Streichrichtung, da fast bei Allen die Richtung Stunde 2 bis 3 vorwaltet.

Sojor. Einer besonderen Erwähnung in der Gegend von Nagybánya und Felsöbánya verdient noch der Sojorer Bergbau, welcher ostnordöstlich von Felsöbánya im Quellgebiet des Szászár-Baches unter den Abhängen des Gutiu liegt. Es wird hier ein ärarischer Bergbau auf einem einzigen Gang, dem Sojorer Hauptgang getrieben und Pochgänge von nicht sehr bedeutendem Gehalt (40 bis 50-denärig im Goldgehalt, 1—2-löthig im Silber) gewonnen. Die Gebirgsart ist ein sehr oligoklasreicher Grünsteintrachyt mit grossen Hornblende-krystallen, ähnlich dem Gestein, in welchem die Kapniker Gänge aufsetzen. Der Gang hat eine durchschnittliche Mächtigkeit von 6 Fuss, streicht nach Stunde 6 und fällt 76° nach Süd. Das Gangmittel ist wiederum Quarz mit eingesprengten Eisenkiesen, die auch ausserdem in Gangtrümmern aufsetzen. Der zersetzte Grünstein zur Seite nimmt durch die Verkieselung das Ansehen von Hornstein an. Ausser den Kiesen sind auch kleine Nester und Schmitzen von Rothgültigerz und Silberschwarze dem Quarz eingesprengt, während Zinkblende und Bleiglanz wie überall, wo sie auftreten, besondere Gänge im Quarz bilden.

Turcz und Nagy-Tarna. Zwischen den bisher besprochenen Erzlagerstätten und denen von Turcz liegt ein hohes Gebirge und das herrliche Thal der Avasch, zu dessen Seiten sehr basische, zum Theil augitische graue Trachyte herrschen, während am Grunde desselben Rhyolithe in grosser Ausdehnung anstehen. Allein schon bei dem Dorf Turcz an der Túr tritt der Grünsteintrachyt in einer Reihe schön gewölbter Kuppen hervor und damit sind auch wieder die Erzgänge da. Man hat am Kordje-Gebirge, südlich vom Dorf, einen Bergbau darauf eröffnet. Ich habe die Gruben nicht befahren; ihrer Lage nach scheint es, dass die Gänge aus dem tieferen Grünsteintrachyt, welcher auffallend dem Gestein des Czybles gleicht, in den höheren grauen Trachyt hineinsetzen und zunächst in diesem angefahren sind. Ueber das Vorkommen brachte ich Folgendes in Erfahrung: Man kennt bis jetzt zwei Gänge, den St. Emmerich-Gang und den Dreifaltigkeitsgang. Ersterer streicht von Nord nach Süd und fällt mit 70° nach West; er ist 3 Fuss mächtig und besteht aus Quarz und zersetztem Porphyr, welche 2 bis 6 Linien mächtige Trümmer von 1½ bis 2löthigem Eisenkies führen. Der Dreifaltigkeitsgang streicht von Südost nach Nordwest und führt Silbererze, insbesondere Rothgültigerz, woran er stellenweise so reich sein soll, dass vierziglöthige Geschicke nichts Seltenes sind. Man hält den Bergbau von Turcz, welcher erst seit einigen Jahren eröffnet ist, für den hoffnungsvollsten des ganzen Bergbezirks von Nagybánya.

Die Lagerstätten bei Nagy-Tarna oder Tarnamare (wallachischer Name, Gross-Tarna) habe ich ebenfalls nicht besucht; die Gänge setzen in grosser Anzahl in dem Sziroki-Gebirge auf, welches östlich und südöstlich vom Dorfe die Grenzscheide gegen die Marmarosch bildet. Bei Tarnamare selbst stehen nur graue Trachyte an, von massenhaften Tuffbänken eingehüllt und nur stellenweise darunter auftauchend. In jenem Grenzgebirge aber scheinen Grünsteintrachyte das erzführende Gestein zu sein; die Angabe, dass „zersetzter Porphyr“ das Gangmittel bilde, deutet unzweifelhaft darauf hin, da nur dem zer-

setzten Grünsteintrachyt wegen der in die Augen fallenden Oligoklaskristalle auf allen Grubenregionen in Ungarn dieser Name beigelegt wird. Ein Gang wurde noch in jüngster Zeit abgebaut; er streicht Südwest bis Nordost, ist 8 Fuss mächtig und führt Zinkblende, Bleiglanz und Eisenkies im Quarz und „zersetzten Porphyr“. Der vorzüglich auf Silber getriebene Bergbau blühte zur Zeit, als eine deutsche Bevölkerung von Stephan dem Heiligen herbeigezogen, die Gegend bewohnte; sie entdeckten die Lager und bauten sie ab. Durch einen fanatischen Grundherrn wurde die protestantisch gewordene Bevölkerung nach den benachbarten Theilen der Marmarosch vertrieben, an ihre Stelle kamen Ruthenen und Wallachen und damit war dem blühenden Bergbau der Todesstoss gegeben. Man nahm ihn in neuerer Zeit ohne Erfolg wieder auf.

Kapnik. Von dem nordwestlichsten Ende des Gebietes unserer Erzlagerstätten wenden wir uns nach dem südlichen Theile, wo noch zwei bedeutende Gangsysteme neben einer grossen Anzahl untergeordneter bekannt sind. Der kleine Bergort Kapnik-Bánya liegt in einem schluchtartigen dunklen Thale, das sich vom Gutin, dem grossen Knotenpunkt der Gebirge dieser Gegend, herabzieht. Die Thalwände bestehen im untern Theil des Ortes aus Grünsteintrachyt, im obern aus grauem Trachyt, der höher am Gehänge hinauf die Oberhand gewinnt und sich deutlich über das ältere Gestein ausbreitet. Gänge vom grauen im grünen Trachyt trifft man am Dorf selbst im prachtvollen Aufschluss mit ausgedehntem Reibungsconglomerat, das seinerseits noch einmal von Gängen des grauen Trachyts durchsetzt wird, ferner unterhalb des Ortes und in der Grube. Von Kapnik-Bánya aufwärts gegen den Gutin räumt der graue Trachyt dem grünen Trachyt nur Einmal auf kurze Erstreckung das Feld, während thalabwärts beide Thalwände fast ausschliesslich aus mehreren, zum Theil sehr ausgezeichneten Varietäten des Grünsteintrachyts bestehen. Hier und da setzen noch Gänge des jüngeren Gesteins darin auf und bilden dann stets ausgedehnte Reibungsconglomerate, so besonders am Ausgang des Thales; mehr aber sind es eocene Sandsteine und Schiefer, welche hier und da von Osten her sich in einer isolirten Zunge über das Thal erstrecken, bis ihnen bei Sürgyefalu das Eruptivgestein allein die Herrschaft lässt. Diese Stelle ist eine Stunde abwärts von Kapnik-Bánya: allenthalben hat man in dieser Strecke Spuren alter Baue aufgefunden; gegenwärtig aber wird nur ein Gangsystem bei dem Orte selbst abgebaut. Um das geognostische Bild zu vervollständigen, erwähnen wir noch miocene Schichten, welche von Süden her in das Thal von Kapnik eingreifen und die Existenz des letzteren in einer frühern Periode darthun. Von besonderem Interesse sind die Congerienschichten, welche der neue Kapniker Erbstollen durchfahren hat und aus denen mir Herr v. Szakmary einige ausgezeichnete Exemplare der *Congeria Partschii* gütigst mittheilte ¹⁾).

Während bei Felsőbánya die ganze Erzlagerstätte Ein grosses Gangsystem ist, sind deren in Kapnik mit Sicherheit zwei getrennte wahrzunehmen, von denen das ältere gleich den Gängen der Grossgrube nach Stunde 6 streicht, während die Gänge des jüngeren Systems, welche die älteren durchsetzen und oft verwerfen, die Richtung der Veresvizer und des Königsberger Hauptgangs (Stunde 3) haben. Obgleich das Gestein in dem gesammten Bereich der Gruben im Allgemeinen der Grünsteintrachyt bleibt, scheint es doch, dass das ältere Gangsystem mit den Durchsetzungen des grauen Trachyts durch den grünen

¹⁾ Sie stammen aus der 400sten Klaffer des Erbstollens; die Stelle ist noch unterhalb der Thalsohle, ungefähr 400 Klaffer unterhalb des Pochwerks Nr. 10.

zusammenhängt und wie in der Grossgrube an dessen Reibungsconglomerate gebunden ist, während bei dem zweiten Systeme von derartigen Erscheinungen nichts wahrzunehmen ist.

Beide Systeme verhalten sich verschieden. Das ältere erinnert an die quarz-armen Theile der Gänge von Felsöbánya. Die Erze treten in einem zersetzten Reibungsconglomerat auf, dessen Bindemittel bis zur Unkenntlichkeit verändert und zum Theil fortgeführt ist, so dass an die Stelle desselben Erze treten konnten. Sehr selten verschwindet der Quarz, dann sitzen die Erze unmittelbar den verwitterten Grünsteintrachyt-Fragmenten an; einige, besonders Realgar, kommen nur in dieser Weise vor; häufiger bilden sie feine Gangtrümmer in dem zersetzten Bindemittel und am häufigsten ist eine Verkieselung mit dem Erscheinen der Erze verbunden.

Die grosse Mehrzahl der Gänge gehört dem zweiten System mit einer Streichrichtung nach Stunde 2 bis 3 an und zeigt einen auffallenden Parallelismus, wie das folgende Verzeichniss beweist:

	Streichen nach	
	Stunde	Mächtigkeit
Christophori-Gang	1·10	3'
Regina- "	3	2'
Petri-Pauli- "	2	4'
Clemens- "	2·10	5'
Borkúter- "	2	1'—8'
Josephi- "	3	3'—10'
Franz- "	2·8	2'—6'
Erzbacher "	2·5	1'—4'
Theresia- "	2·10	3'
Kapniker "	2	2'
Ungar- "	2·5	?
Firsten- "	2·8	4'
Elisabeth- "	2·5	2'
Michaéli- "	3	?

Nur acht von diesen Gängen sind abbauwürdig und halten aus, einige hat man schon über 400 Klafter weit abgebaut. Ihr Parallelismus erleichtert den Bergbau, da man mit dem alten, etwas über 1000 Klaftern langen Erbstollen, den man senkrecht gegen die Streichrichtung trieb, alle Gänge verqueren konnte und kaum mehr andere Querschläge nöthig hatte. Zugleich ist durch diese Art der Anlage der Strecken die Grube geologisch ausserordentlich lehrreich. Die einzelnen Gänge sind höchstens 50 bis 100 Klaftern von einander entfernt, manche treten weit näher zusammen, ihr Verfläichen wechselt sehr, ist aber im Allgemeinen sehr steil, beinahe senkrecht; aber die Abweichungen bringen es doch mit sich, dass manchmal zwei Gänge dachförmig gegen einander kommen und sich dann wieder trennen. Die Gänge sind, wie die Uebersicht zeigt, von geringer Mächtigkeit, daher auch die Strecken selten breiter als 4 Fuss getrieben. Das Gangmittel ist meist unreiner Quarz mit fein eingesprengten Kiesen. Darin setzen dann die Erzgänge auf, meist ein ganzes System auf Einmal, von denen die einzelnen von 1 Linie bis 3 Fuss Mächtigkeit haben. Sie sind im Allgemeinen an den Quarz, soweit er als Ausfüllungsmasse auftritt, gebunden, verzweigen sich aber zuweilen auch in die verkieselte Substanz des zersetzten Nebengesteins. Nirgends kann man den schon von anderen Orten beschriebenen allmäligen Uebergang des letzteren in den unveränderten Grünsteintrachyt besser beobachten als im alten Kapniker Erbstollen.

Was die Ausfüllung der Gänge betrifft, so steht Kapnik an Mannigfaltigkeit nicht hinter Felsőbánya zurück. Ausser dem Quarz, dem gewöhnlichen Gangmittel, nehmen auch hier Schwefelerze die erste Stelle ein. Gold- und silberhaltige Eisenkiese, meist mit etwas Kupferkies verbunden, walten vor, Zinkblende und Bleiglanz erfüllen wie in Felsőbánya selbstständig Gänge und Gangtrümmer im Quarz, von denen oft mehrere neben einander zu Einem System vereinigt sind; ferner sind Graugültigerz und Bournonit (Radelerz) nicht selten, während Schwerspath, Gyps und Carbonate nur ausnahmsweise und ganz untergeordnet vorkommen. Eine Eigenthümlichkeit der Kapniker Gänge besteht in dem Auftreten von Mangan in verschiedenen Verbindungen, besonders als rosaroths Färbungsmittel von Quarz. Ganze Klüfte sind mit diesem gefärbten Quarz, der in Kapnik den Namen „Rothmangan“ führt, ausgefüllt. Er ist allemal von Zinkblende- und Bleiglanz-Quarztrümmern durchsetzt und das Fahlerz (Graugültigerz) ist, ebenso wie das „Radelerz“, sehr häufig damit verbunden.

Die Anordnung und das aus derselben hervorgehende gegenseitige Altersverhältniss der Mineralien, welche in den Kapniker Gängen auftreten, ist dasselbe wie in dem Gangsystem der Grossgrube. Kleine Gangtrümmer erweitern sich stellenweise und geben dadurch Veranlassung zu Hohlräumen, in welche dann die einzelnen Mineralien frei auskrystallisiren können; sie sind der Fundort der berühmten Mineralvorkommnisse von Kapnik.

Ausser dem grossen, hier beschriebenen Gangsystem tritt bei Kapnik noch oberhalb des Ortes ein zweites auf, welches von Gewerken abgebaut wird. Die Gebirgsart ist gleichfalls Grünsteintrachyt, die Gänge, zwei an der Zahl, streichen nach Stunde 12 bis 1 und die geologischen Verhältnisse scheinen den schon beschriebenen ähnlich zu sein.

Oláh-Lápos-Bánya. Das wallachische Dorf dieses Namens liegt in einem dem Kapniker parallelen Thale, in dessen Eocengebirge die letzten Ausläufer des Grünsteintrachyts hineinreichen; auch hier noch wird er von Erzgängen durchsetzt, welche vor 200 Jahren entdeckt wurden, im Jahre 1764 in die Hände des Aerars übergingen und noch jetzt von demselben abgebaut werden. Von grossem Interesse ist der Weg von Kapnik nach Oláh-Lápos-Bánya: Man fährt von erstem Ort hoch an der Thalwand hinauf, umzieht dann in grossem Bogen das Quellgebiet eines zwischenliegenden Parallelthales und steigt jenseits steil hinab in das Gebiet der Lápos, erst zu dem westlichen Arm des Flusses, dann abwärts bis zur Gabelung und im östlichen Thal aufwärts. Die Wand, an der man von Kapnik heraufsteigt, besteht aus dem schon angeführten schwarzgrauen Trachyt, der bei Kapnik so verbreitet ist. Nirgends erscheint darin ein Erzgang. Auf der Höhe, die man nun erreicht, stehen Reibungsconglomerate dieses Gesteins mit Grünsteintrachyt-Fragmenten an, während man an der Rotunda, dem in der Gegend weitberühmten Weg von der Höhe abwärts gegen das Lápos-Thal, abwechselnd über den dunklen Trachyt und über Grünsteintrachyt kommt. Der letztere ist meist stark verwittert und zwar in schalig-kugeligen Formen von den Klüften aus. Man erreicht hier eine Stelle, wo eine ausgezeichnete Zersetzung des Grünsteintrachyts in ein ophitisches Gestein, zuletzt in Agalmatolith stattfindet. Es ist darin ein grosser Steinbruch angelegt, da die zersetzte Gebirgsart als Gestellstein für Schmelzöfen vortrefflich verwendbar ist. Mit dem Thal von Strimbuly erreicht man das Ende der Eruptivmassen und hat im Lápos-Thal abwärts fast nur noch Eocengebilde zu beiden Seiten. Nirgends beobachtete ich eine deutlichere Contactwirkung des Grünsteintrachyts als hier, wo er die eocenen Sedimente durchsetzt. Die Sandsteine und kalkigen Mergel sind zu einer grünen sehr harten und spröden Masse gefruchtet, an der die Schieferung noch deutlich an

der dunkleren Streifung des Querbruches sichtbar ist. Die schon ursprünglich sehr verschiedenen Schichten haben eine entsprechend verschiedene Verwandelung erlitten; in einigen sind sogar ganz in der Nähe des Eruptivgesteins grosse Krystallflächen sichtbar, welche aber nicht scharf ausgeschiedenen Krystallen angehören, sondern nur durch die krystallinische Anordnung der Molecüle einer in der Gesteinsmasse vorherrschenden Substanz hervorgebracht zu sein scheinen, so dass, in gewisser Beziehung vergleichbar dem krystallisirten Sandstein von Fontainebleau, die ganze übrige Gesteinsmasse zwischen den regelmässig angeordneten Molecülen zurückgeblieben ist. Die ganze Contactwirkung erstreckt sich auf einen Abstand von 40 bis 50 Schritt und scheint in diesem Thal sehr häufig zu sein, da der Bach von oben her eine grosse Zahl von Geröllen des grünen Contactproducts mit sich führt. Bei der Kupferschmelzhütte von Sztrimbuly vorbei und im zweiten Stamm des gabelförmigen Thalsystems aufwärts bis Oláh-Lápos-Bánya oder Bajuz hat man nur eocene Sandsteine, Conglomerate und mergelige Schiefer zur Seite, aus denen ein wenig weiter östlich eine gänzlich isolirte Insel von weissen und röthlichen Kieselkalken mit Aptychen auftaucht, die für die Hütte herbeigeführt werden.

Ein wenig nördlich vom Dorf endet der letzte Ausläufer des Grünsteintrachyts der Rotunda, bis hierher von grauen Trachyten durchsetzt und von Eocengebilden begleitet. Dies ist der Ort, wo die Erzgänge unter überaus interessanten und neuen Verhältnissen aufsetzen. In der Gegend der Einfahrt in die Grube sieht man einen mehrfachen Wechsel von eocenen Sandsteinen und Mergelschiefen, Reibungsconglomeraten mit Bruchstücken der letzteren, Grünsteintrachyt und dem dunkelgrauen Kapniker Trachyt, welcher letzterer aber untergeordnet bleibt. Die Richtung der Eruptivgänge ist ungefähr Stunde 8. Der gesammte angeführte Gesteinswechsel wird von einem Systeme erzführender Gänge durchsetzt, welche im Allgemeinen nach Stunde 5 streichen und ihre Richtung in den verschiedenen Gesteinen nicht erheblich verändern, daher jünger als alle diese sein müssen. Früher baute man fünf Gänge ab, deren Richtung durch eine grosse Anzahl von Pingen und Stollen an der Oberfläche sichtbar ist; jetzt ist nur noch Einer im Betrieb. Die Gänge sind, soweit sie den Grünsteintrachyt durchsetzen, ähnlich denen von Kapnik, sie führen gold- und silberhaltige Kiese, Bleiglanz, Silbererze u. s. w., ganz in derselben Weise wie dort, aber keine Zinkblende. Auch hier ist das Gangmittel theils reiner, theils verunreinigter Quarz. Neben den Hauptgängen kommen kleinere Schmitzen vor, welche sich zuweilen mit den Hauptgängen schaaren, dann findet allemal an den Schaarungsstellen eine Veredlung Statt. Diese Nebengänge führen häufig Zinkblende. Wo die Gänge in die Sedimentschichten übersetzen, ändern sie sich. Im östlichen Theil des Gangsystems herrscht das angeführte Eruptivgestein, welches durch Vermittelung von Reibungsconglomeraten den eocenen Sandsteinen auf eine kurze Erstreckung auflagert. Hier ist die Erzführung in beiderlei Gesteinen gleich, und zwar die eben beschriebene. Im westlichen Theil durchsetzen die quarzigen Gänge nur noch Sedimente. Hier führen sie nichts als Eisenkies, der dem unreinen Quarzmittel zum Theil fein eingesprengt ist; noch mehr aber es in kleinen Gangtrümmern und Adern durchzieht, aber auch in diesen ist Kies und Quarz zu einer ausfüllenden Masse vermengt. Früher hat man in sehr unrationeller Weise die Gänge in den Sedimenten angeschlagen und musste eine Menge solcher Versuchsbauten auflassen, da auch die Teufe nichts ergab; mehrere Gewerkschaften sind darüber zu Grunde gegangen.

Noch sind die ausgezeichneten Contactwirkungen zu erwähnen, welche auch hier der Grünsteintrachyt auf die Eocengesteine ausgeübt hat; wie im vorigen

Fälle sind sie auch hier auf grosse Entfernung gehärtet, grün gefärbt und zugleich mit Eisenkies durchdrungen.

Ausser diesem ärarischen Bergbaue nördlich vom Dorfe wird noch ein zweiter eine Stunde gegen Westen von Gewerkschaften betrieben. Die Erze sollen stockförmige Massen im Sandstein und Schiefer bilden, was wohl nach allen Analogien mit den edlen Erzlagerstätten von ganz Ungarn und Siebenbürgen wenig wahrscheinlich ist. Dicht neben der Einfahrt steht Grünsteintrachyt in grossen Massen an. Vielleicht bildet er Reibungsconglomerate, in denen sich die Gänge stellenweise erweitern.

In der Nähe von Oláh-Lápos-Bánya wurde früher noch mehrfacher Bergbau getrieben, besonders in den isolirten Trachytbergen, welche aus dem Eocengebirge auftauchen. Nicht unbedeutend war die gemeinschaftliche Grube *Sancet Paul* am *Piatra Latotosch* (auch *Piatra Latosch* genannt) oberhalb *Budfalu* in der *Marmarosch* und ungefähr drei Stunden nordwestlich von *Oláh-Lápos-Bánya*. Sie ist schon seit langer Zeit aufgelassen. Bis vor wenigen Jahren betrieb das Aerar von *Bajuz* aus einen Silberbergbau am *Prisascete-Berg* in der *Marmarosch*, eine Stunde südwestlich von *Botiza*; das Vorkommen soll dem von *Kapnik* sehr ähnlich gewesen sein und gleich diesem im festen Grünsteintrachyt. Endlich ist noch der Bergbau an der *Costa Ursui*, eine Stunde östlich von *Oláh-Lápos-Bánya* zu erwähnen, der gleichfalls unter der Verwaltung des letzteren Ortes stand. Auch hier waren die Erze im Grünsteintrachyt.

Der letzte und zugleich der gewaltigste Vorposten der Grünsteintrachyte der Gebirge von *Nagybánya* ist der *Czybles*, eine über 5500 Fuss hohe isolirte Kuppe im Eocengebirge. Von allen bewohnten Gegenden ringsum weit entfernt, mag er wohl selten genauer untersucht worden sein. Doch hat man in den letzten Jahren am nördlichen Abhang grosse Blöcke von Bleiglanz gefunden; es scheint daher, dass auch hier noch ähnliche Systeme von edlen Erzgängen aufsetzen, wie in dem übrigen Theile des Grünsteintrachytgebietes.

Edle Erzlagerstätte im Eperis-Tokayer Trachytgebirge.

Im Verhältniss zu der reichen Gegend von *Nagybánya* ist das *Eperis-Tokayer Trachytgebirge* überaus arm an edlen Erzen. Wir haben nur zwei nennenswerthe Lagerstätten zu erwähnen, die übrigen sind ganz unbedeutend. Es fehlt in diesem Trachytzug das Hauptelement, welches im *Vihorlat-Gutin-Gebirge* der fast ausschliessliche Träger der Erze ist und das Gebiet ihrer Lagerstätten auf den südöstlichen Theil des Gebirges beschränkt: der Grünsteintrachyt. Nur aus der Gegend von *Telkibánya* und *Fony*, aus dem *Klausenthal* und vom *Saroser Schlossberg* bei *Eperies* wurde mir diese Gebirgsart bekannt. Die Erzlagerstätten setzen zum Theil in grauen Trachyten auf, aber sie sind alsdann äusserst unbedeutend und weichen von denen von *Nagybánya* ab. Beginnen wir von Norden, so ist zumeist zu erwähnen das *Goldbergwerk* in

Klausenthal, einem engen trachytischen Thale, das von dem höchsten Punkt des Zuges, der grossen *Simonka*, gegen Westen herabzieht. Es wird hier von kleinen Gewerken Bergbau auf edle Metalle betrieben. Der frühere Verwalter *Herr Chorzán* und der jetzige Werksdirector *Herr Münnich* begleiteten mich freundlichst in die Gruben. Es treten vier Hauptgänge und mehrere Nebengänge auf mit einem constanten Streichen nach Stunde 2, die selten nach Stunde 1 und 3 abweicht. Die Gebirgsart schien mir, so weit sich aus dem zersetzten Material beobachten liess, ein vollkommener Grünsteintrachyt zu sein, das Ganggestein ist eine stark verunreinigte, kieselige Masse, selten reiner weisslich-

grauen Quarz, worin Rothgültigerz, goldhaltiger Eisenkies und Zinkblende eingesprengt sind. Grauspiessglanz kommt theils eingesprengt, theils als Ueberzug auf Klüften vor, der Quarz ist in Hohlräumen drusig und traubig. Der Bergbau ist 400 Jahre alt. Man baute früher drei Hauptgänge in drei Stollen ab (Caspari, Gabrieli, Josephi); die jetzige Gewerkschaft baut nur auf Josephi zwei Gänge ab, bisher aber ohne Gewinn; ein neu angefahrener reicher Gang gibt gegenwärtig einige Hoffnung. Alle Gänge schneiden im Norden mit einer grossen Kluft ab, welche dem nördlich über Klausenthal sich erhebenden Kujawa-Gebirge parallel ist.

Oestlich von Klausenthal ist ein aufgelassener Bergbau: Czerniles (Finsterswald). Der Stollen verquerte eine breite Kluft, welche „aufgelösten Feldspath“ mit schwach göldischen Kiesen enthielt. Das Ausfüllungsmittel wurde früher in Eperies zur Fayence-Bereitung benützt. Weiterhin fuhr man einen Gang mit Silber (achtlöthig) und goldhaltigem Bleiglanz an. Er setzte im festen Trachyt auf, war aber mit 40 Klafter Länge nach beiden Richtungen verworfen und nicht mehr aufzufinden. Das Ganggestein war „aufgelöster Feldspath“.

Ein dritter aufgelassener Bergbau ist Zlatobánya, wo man einen 362 Klafter langen Erbstollen mit zwei Verquerungen getrieben hat. In dem oberen (Christi Geburt) Stollen wurden nach Herrn Chorzan's Mittheilung durchfahren: 10 Klafter „Conglomerat“, dann 15—20 Klafter „Trachytschiefer“, der in das vorige übergeht. Es folgte fester Trachyt, scharf gegen den vorigen begrenzt, darauf verquerte man einen nach St. $1\frac{2}{3}$ streichenden Gang, welcher im „aufgelösten Trachyt“ Zinkblende, Bleiglanz und stellenweise Zinnober führte. Die Gangmasse enthielt 16 bis 20 Denar Gold. Aehnlich war ein zweiter Gang. Später folgte ein Zerwürfniß von Klüften von verschiedener Erzführung.

Noch sind die zahllosen Pingen zu erwähnen, welche man im Walde zwischen Klausenthal und Dubnik findet. Sie heissen beim Valke die *pet desat dolki* (fünfzig Löcher) und sollen früher einen ausserordentlichen Ertrag an Quecksilber gegeben haben.

Telkibánya. — Die Erzlagerstätten bei diesem Orte, dessen überaus interessante vulcanische Umgebungen wir bereits bei der Erörterung der der Rhyolithgruppe angehörigen Gesteine einer näheren Zergliederung unterworfen ¹⁾, sind unstreitig die bedeutendsten in dem Eperies-Tokayer Trachytgebirge. Das älteste Gebilde scheint Grünsteintrachyt zu sein, den ich aus den Gruben gefördert fand. Darüber erhebt sich das Gebirge der grauen Trachyte, welche zu dem grossen Thalkessel von Telkibánya auseinandertreten. Der Grund dieses Kessels, die unteren Abhänge aller Trachytgebirge, der Grund der nächsten Thäler und die niedrigsten Sättel nach den benachbarten Gebieten sind von Rhyolithen und rhyolithischen Sedimenten erfüllt. Die Erzlagerstätten sind nordöstlich vom Dorfe, gehören aber nur zum kleinen Theile dem Thalkessel von Telkibánya, sondern meist dem jenseitigen, nach Osten abfliessenden Systeme der Bósva an.

Schon im Dorfe kommt man zu dem Mundloche eines verfallenen Erbstollens, dessen Wasser zur Anlage eines Bades Veranlassung gab. Folgt man von hier dem Rogloscher Thale aufwärts, so steigt man fort über das miocene vulcanische Hügel-land bis zu der Trachytumwallung, aus der das Thal herabkommt; die vulcanischen Sedimente scheinen im Grunde desselben fortzusetzen. Man erreicht zuerst die

¹⁾ Die Sedimente des Thalkessels beschrieb ich schon früher in: Hauer und Richthofen, General-Uebersichtsaufnahme im nordöstlichen Ungarn. Jahrb. der k. k. geolog. Reichsanstalt Bd. X (1859), S. 442.

Andreasgrube, von einer Gewerkschaft angelegt und bis vor drei Jahren von ihr betrieben, seitdem aufgelassen. Der Bergbau geht in bedeutende Teufe, die Wasser werden durch den Badstollen abgeführt. Es wurden mehrere Gänge angefahren, die im Allgemeinen nach Stunde 23—1 streichen und sich gegen Norden schaaren; die Schaarungsstelle hat ein Privatgewerke mit gutem Glücke mit der Mihálygrube abgefangen; ein Stollen ist hier 30° nach West im Trachyt getrieben und dann ein 24 Klafter tiefer Schacht; unten ist ein verzweigter Tiefenbau. Aus beiden Gruben wird auf die Halde viel zersetzter Grünsteintrachyt gefördert; das Gangmittel ist quarzig mit eingesprengten gold- und silberhaltigen Kiesen. Zum Theil ist der Quarz reiner und enthält grosse Drusen von Bergkrystall, dem hier und da Spatheisenstein aufsitzt. — Die Verhältnisse erinnern auffallend an die vom Kreuzberg.

Höher hinauf folgt der Porzellanstollen, den wir der Vollständigkeit wegen erwähnen, wiewohl er nicht auf Erze angelegt ist. Das ganze Thal ist hier von vulcanischen Gebilden erfüllt, die ähnlich wie im Thalgrunde auftreten. In ihnen ist der Stollen angelegt und 24 Klafter weit in den Berg getrieben. Dort erreicht er an der Grenze mit dem Trachyt eine nach Stunde 1 streichende, breite, mit weisser Porzellanerde ausgefüllte „Kluft“; die Erde ist ein Zersetzungsproduct des Rhyolithgesteins und wird in der Porzellanfabrik von Telkibánya zur Bereitung eines leidlich guten Steinguts angewendet. Mit ihr kommt ein grüner fetter Thon vor, der zur Glasur sehr brauchbar ist.

Auf der Wasserscheide gegen das Bósva-Thal sind unzählige Pingen auf den Lobkowitz-Goldgängen, welche gegenwärtig nicht abgebaut werden. Erst östlich davon im Gebiete des Bósva-Thales beginnt ein complicirtes System uralter Grubenbaue, welche bis vor einigen Jahren vom Aerar betrieben wurden, jetzt aber in Händen von Privatgewerken sind. Die Baue reichen bis 75 Klafter hinab; man hat mit ihnen mehrere Gänge angefahren, welche nach Stunde 24 bis 1 streichen und gleich den Lobkowitz-Gängen durch Reihen von Pingen bezeichnet sind. Die bedeutendsten sind die Glückauf-, Graf Breunner- und August-Freuden-Gänge, lauter Systeme von neben einander streichenden kleinen Gängen, die selten eine erhebliche Mächtigkeit erreichen. Die Sophia-Grube und Maria-Grube, welche ich mit dem jetzigen Besitzer Herrn Hatkaj, der mich mit grosser Zuvorkommenheit in dem gesamten Bergrevier begleitete, befuhr, geben wenig Aufschlüsse über die Lagerung, da die Stollen meist den Gängen nachgehen und wenig Verquerungen vorkommen. Doch scheinen die Verhältnisse auch hier denen am Kreuzberg sehr ähnlich zu sein.

Südlich von Telkibánya und in dem ganzen Gebirge von hier bis Tokay wird gegenwärtig kein Bergbau getrieben, doch sind viele Spuren alter aber sehr unbedeutender Bergbaue allenthalben zu sehen, so besonders an den Wänden des Thalkessels östlich von Regécz, wo auch Grünsteintrachyt am Fusse des Gergely-hegy weithin herrscht; wahrscheinlich setzen in ihnen die Erzgänge auf. Der letzte Bergbau ist bei Erdöbénye; das Stollenwasser ist auch hier zur Anlage eines Badeortes verwendet.

II. Allgemeine Verhältnisse.

Wenn man die hier beschriebenen und alle sonst bekannten edleren Erzlagerstätten in den ungarisch-siebenbürgischen Trachytgebirgen unter einander vergleicht, so zeigt sich eine auffallende Harmonie und Gesetzmässigkeit, welche auf eine eben so grosse Harmonie der Entstehungsursachen und des Bildungs-

processes hindeutet. Fassen wir zunächst nur die Analogie der äusseren Erscheinung ins Auge, so stellt sich eine ganze Reihe derselben als allen Lagerstätten gemeinsam dar.

Die edlen Lagerstätten sind an Grünsteintrachyt gebunden, mit Ausnahme einiger weniger unbedeutender, welche im grauen Trachyten auftreten. Für die Gegend von Schemnitz und Kremnitz ist dies längst bekannt, es gilt im gleichen Maasse für die kleinen Gruppen der Matra und des Visegrader Gebirges. Es gilt ferner in auffallendster Weise für das südöstliche Ende des Vihorlat-Gutin-Gebirges, den reichen Bergbezirk von Nagybánya. Es zeigte sich, dass die Grenzen des Erzvorkommens mit denen des Grünsteintrachyts zusammenfallen, und dass die Gänge in den grauen Trachyten weder dort, wo sie immer in grossen Massen und zusammenhängenden Zügen durchbrechen, noch auch dort, wo sie selbstständig das langgezogene Munkács- und Vihorlat-Gebirge zusammensetzen, ausgedehntere Systeme bilden. Dem letztgenannte Gebiete, nordwestlich von der Theiss bis Homonna, fehlen sie ganz und im Gebiete des Grünsteintrachyts setzt nur hin und wieder ein Gang aus diesem in die benachbarten und durchbrechenden grauen Trachyte hinein, immer keilt er sich in diesem bald aus. Das siebenbürgische Erzgebirge scheint an klaren Belegen für das Gesetz überreich zu sein; stets ist der „Grünsteinporphyr“ den älteren Geologen die leitende Gebirgsart für die edlen Erze. Nur im Eperies-Tokayer Gebirge lässt sich der Zusammenhang der Erzlagerstätten mit Grünsteintrachyt nicht in allen Fällen sicher erweisen, aber wahrscheinlich ist es, dass auch hier dasselbe Gesetz in gleich allgemeiner Weise gilt. Kein Trachytgebirge ist so tief in jüngeren Anschwemmungen versenkt als dieses, das eigentlich nur eine Inselkette parallel dem Ufer der höheren Gebirge bildet. Der Grünsteintrachyt aber erweist sich allenthalben als das älteste Eruptivgebilde der Trachytgruppe und tritt meist als Untergerüst für höhere Ketten und Züge aus grauen Trachyten auf. Wenn er also am Eperies-Tokayer Gebirge vorhanden ist, so muss er der Analogie nach die tiefsten Theile zusammensetzen und unter der Oberfläche der Alluvionen bleiben. Dass er nicht fehlt, beweist das Vorkommen in den Gruben bei Klausenthal, Telkibánya, am Fusse des Gergely-hegy bei Fony und das tiefe Niveau, welches er hier in der That einnimmt, lässt auf eine weitere Verbreitung schliessen. Bei allen Gängen in dieser Gebirgsgruppe haben wir hinreichenden Grund zu vermuthen, dass sie, so weit sie nicht im Grünstein beobachtbar sind, Ausläufer aus diesem in die grauen Trachyte sein mögen, diese Ueberzeugung drängt sich in den meisten Fällen beinahe von selbst auf.

Die edlen Erzlagerstätten sind an die Nachbarschaft des Rhyoliths gebunden. Dies ist das zweite allgemein gültige Gesetz, welches gar keine Ausnahme erleiden dürfte. Wir haben bereits in einem früheren Abschnitte die Verbreitung dieser merkwürdigen Gesteinsgruppe in Ungarn und Siebenbürgen auseinandergesetzt; ein flüchtiger Blick zeigt zur Genüge, wie sie in der Nähe jeder Erzlagerstätte vertreten ist, wie sie meist in deren geologische Verhältnisse eng eingreift und sich als ein integrierendes Element, wenigstens der Erzgegenden, erweist. Allein der Satz gilt nicht umgekehrt, die Nachbarschaft von Rhyolithen führt nicht nothwendig Erzlagerstätten mit sich. Wie verbreitet zeigten sich diese Gesteine bei Tokay, und doch treten erst weiterhin im Gebirge einige höchst untergeordnete Erzgänge auf; bei Nagy-Mihály sind die Rhyolithe sehr ausgezeichnet vorhanden und doch ist im ganzen Vihorlat-Gebirge noch keine Spur eines edlen Erzes gefunden worden. Es gehört eben dazu die Nachbarschaft des Grünsteintrachyts; nur dann sind edle Erze in der

Nähe des Rhyoliths. An den Gebirgen der grauen Trachyte zieht er oft weithin, aber da ist nichts von den reichen Gängen wahrzunehmen. Niemals aber führen die Rhyolithe selbst Erze; so viel ich Gelegenheit hatte, diese Gesteine zu beobachten, sah ich doch niemals in ihnen auch nur eine Spur davon.

Die Wichtigkeit der Nachbarschaft des Rhyoliths ergibt sich aber erst, wenn man die Verbreitung der Erzgänge im Grünsteintrachyt in Betracht zieht. Dieses Gestein tritt auf weite Strecken in ganz charakteristischer Ausbildung ohne eine Spur von Erzen auf, dann wird man auch allemal den Rhyolith in der Nachbarschaft vergebens suchen; sobald man aber den ersten Erzgang findet, ist jener stets in der Nähe. Die edlen Erzlagerstätten erweisen sich somit als an das Zusammenvorkommen von Grünsteintrachyt und Rhyolith gebunden. Nirgends kann dies Gesetz mit grösserer Klarheit ersichtlich sein, als im Hargitta-Gebirge. Wenn man diesen breiten und gegen dreissig Meilen langen Gebirgszug von seinem südöstlichen Ende am Büdösch gegen Norden verfolgt, so hat man es anfangs nur mit grauen Trachyten zu thun; keine Spur von edlen Erzen ist je darin bekannt geworden, selbst die jetzt noch fortdauernde vulcanische Thätigkeit am Büdösch hat in den benachbarten Gesteinsmassen keine Gangbildungen hervorzubringen vermocht. Fort und fort setzen nur graue Trachyte von geringer Mannigfaltigkeit das Hargitta-Gebirge zusammen. Erst wo seine zusammenhängende Masse am Tiha-Thale bei Bistritz ihr Ende erreicht, treten Grünsteintrachyte in typischer Ausbildung an die Stelle der grauen und setzen grosse domförmige Berge zusammen; so vor allem den Henyul bei Bistritz. Ich suchte nach Erzlagerstätten, aber man kannte hier keine, kaum ein Quarzgang setzt in dem Hornblendegestein auf. Rhyolithe waren mir in der ganzen Erstreckung des Hargitta-Gebirges noch nicht aufgestossen und auch hier war von ihnen eben so wenig eine Spur vorhanden, wie von Erzgängen. Endlich in der Nähe von Rodna entdeckte ich die zwei früher angeführten Rhyolithmassen. Sogleich führt der benachbarte Grünsteintrachyt Erzgänge; sie bilden einen Theil der bekannten Lagerstätten von Rodna.

In enger begrenzten Gebieten als der lange Zug der Hargitta, lässt sich das Gesetz eben so bestimmt nachweisen, wenn auch nicht mit solcher Evidenz wie hier, wo die Gebiete der einzelnen Gesteine so lang ausgestreckt liegen.

Mit dem oben ausgesprochenen Gesetz steht ein anderes im engsten Zusammenhange. Es ist selbstverständlich, dass die Erzgänge sich erst bilden konnten, nachdem der Grünsteintrachyt erstarrt war; sie sind also nothwendig jüngerer Entstehung als dieser. Allein sie sind auch jünger als die Eruptionsperiode der grauen Trachyte; denn es zeigte sich an mehreren Orten, dass sie in diese hineinsetzen, und in der Grossgrube bei Felsöbánya sind die Gänge in einem Reibungsconglomerat des grauen mit dem Grünsteintrachyt. Die Bildung der Spalten muss also einem Ereigniss angehört haben, das erst nach der Periode der Eruption der grauen Trachyte stattfand, und die Ausbildung derselben mit Processen in Verbindung gestanden haben, welche dieses Ereigniss begleiteten. Es gibt aber nur ein einziges Ereigniss, welches eine so allgemeine und mächtige Wirkung ausüben konnte, dies ist die Eröffnung der vulcanischen Eruptionsperiode des Rhyoliths, und dass nur diese die Aufspaltung hervorzubringen vermochte, wird durch das Gebundensein der Erzlagerstätten im Grünsteintrachyt an die Nachbarschaft des Rhyoliths erwiesen. Durch die Eröffnung der mit den Eruptionen der Rhyolithgesteine verbundenen vulcanischen Thätigkeit geschah die Spaltenbildung im Trachytgebirge und nur im Grünsteintrachyt wurden diese Spalten mit Erzen ausgefüllt. Die Allgemeinheit dieses Gesetzes, welches die Hauptgrundlage für

eine Theorie der edlen Erzlagerstätten gibt, unterliegt wohl nach unserer Darstellung des Auftretens der letzteren kaum einem Zweifel.

Alle edlen Erzgänge im ungarisch-siebenbürgischen Trachytgebirge streichen im Mittel nach Stunde 2 bis 3; alle Abweichungen beruhen auf Ausnahmzuständen. Die normale Richtung fand sich in Kapnik bei allen Hauptgängen, am Kreuzberger und Veresvizer Gangsystem, bei Turcz und Tarnamare. An allen diesen Orten setzen die Gänge im festen Grünsteintrachyt auf. Dagegen folgt in der Grossgrube bei Felsőbánya und in einigen Gängen von Kapnik, so wie in denen von Oláh-Láposbánya das Streichen der Richtung des durchsetzenden grauen Trachyts; die Gänge sind seinen Reibungsconglomeraten parallel. Ausserdem finden sich erhebliche Abweichungen nur in Eperies-Tokayer Gebirge, wo die Richtung nach Stunde 1 herrscht, aber auch in 24 und 23 übergeht. Wahrscheinlich hängt diese Abweichung mit der Richtung des ganzen Gebirgszugs und seiner Abhängigkeit von der Richtung der Kaschauer Bruchlinie zusammen. In dem Schemnitzer Erzgebirge hingegen, wie in dem siebenbürgischen scheint die normale Richtung die herrschende zu sein.

Das Gangmittel ist in den meisten Fällen quarzig, seltener thonig. Quarz ist, wie sich aus der obigen Zusammenstellung ergibt, bei weitem am häufigsten, er tritt im Innern der Gangspalten rein auf und wo Erweiterungen sind, krystallisirt er in oft sehr grosse Hohlräume hinein. Nach den Wänden hin gewöhnlich wird er unrein und gleicht grobem Hornstein; allmählig geht er in die zersetzte und nachher bis zur Quarzhärte verkieselte Gesteinsmasse über und in dieser nimmt mit der Entfernung vom Gang zuerst die Verkieselung und später die Zersetzung mehr und mehr ab. Weit seltener sind die Erze an die sogenannten „thonigen Klüfte“ der Bergleute gebunden; dieselben sind Spalten im zersetzten Grünsteintrachyt, welche mit thonigen Zersetzungsproducten des letzteren ausgefüllt sind; die Erze durchziehen alsdann theils in dünnen Schnüren die Gangmasse, theils erfüllen sie dieselbe in fein vertheiltem Zustand.

Neben dem Quarz nehmen Schwefelmetalle die erste Stelle in der Gangausfüllung ein; schwefelsaure und kohlen-saure Salze sind überall nur secundäre Producte. Dieses Gesetz, welches besonders beiträgt zu beweisen, dass die Erzgänge im ungarischen Trachytgebirge einer einzigen Gangformation angehören, findet sich allenthalben bestätigt. Die wenigen im Vorigen näher beschriebenen Lagerstätten zeigen zwar unter einander manche Verschiedenheit in der Erzführung, allein das Gesetz wird dadurch nicht beirrt; nur die Art der Metalle variirt, aber stets bleiben sie an Schwefel gebunden. Am wichtigsten sind Schwefeleisen und Schwefelkupfer, welche, stets mit einem Gehalt von Gold und Silber verbunden, dem Quarz fein eingesprengt sind und in dieser Weise auch in die zersetzte Grundmasse weit fortsetzen; ausserdem kommen sie als Ausfüllungsmasse kleiner Schnüre und Gänge in dem quarzigen allgemeinen Gangmittel und dem verkieselten Zersetzungsproduct des Grünsteintrachyts vor und sitzen auch in kleinen Krystallen den Quarzdrusen auf. — In vielen Fällen sind nur diese Kiese vorhanden, wie am Kreuzberg, im Veresvizer Gangsysteme und an den untergeordneten Lagerstätten der Gegend von Nagybánya, in einzelnen Gängen von Felsőbánya, in den meisten von Telkibánya und in vielen anderen. Oft sind diese Gänge die reichsten an Adel. Sind sie sehr silberhaltig, so ist dieses Metall oft in Gestalt von Schwefelsilber (Rothgültigerz, Graugültigerz u. s. w.) in kleinen Schnüren und Nestern ausgeschieden.

Diese „kiesigen Quarzgänge“, für den bergmännischen Betrieb oft die vortheilhaftesten, sind doch gewissermassen im ersten Entwicklungsstadium stehen

gebliebene Lagerstätten. Denn die genannten Erze fehlen nie, wo die grosse Reihe der anderen Schwefelmetalle vorkommt, und sie erweisen sich in ihrer Hauptmasse als die ältesten Erze, wiewohl ihre Bildung auch weiterhin ununterbrochen fortgedauert zu haben scheint. Kein Erz ausser den genannten Kiesen und Schwefelstufen des Silbers kommt als fein eingesprengte Beimengung des quarzigen Gangmittels vor, sondern alle bilden Gänge und Gangtrümmer in dem letzteren und zeigen ausserdem noch durch ihre gegenseitige Durchsetzung, dass noch unter ihnen ein Altersverhältniss herrscht. Zinkblende und silberhaltiger Bleiglanz spielen die Hauptrolle, daneben kommt Antimonglanz, Fahlerz, Bournonit (Radererz) vor und, indem Antimon und Tellur an die Stelle des Schwefels treten, die bekannten Tellurerze des siebenbürgischen Erzgebirges: Schrifttellur, Tellursilber und Blättertellur, welche in geringerem Maasse in der Erzlagerstätte von Börsöny im Visegrader Gebirge und sehr untergeordnet (Tellurwismuth) in der Gegend von Schemnitz wiederkehren.

Bleibt somit das Gebundensein der Metalle an Schwefel oder dessen viciirende Elemente eine allgemeine Eigenschaft der ungarischen edlen Erzlagerstätten, so zeigt doch die Vertheilung der Metalle in den verschiedenen Trachytgebirgen ihre Besonderheiten, welche sich noch nicht erklären lassen. Abgesehen davon, dass eine so grosse Zahl von Gängen nichts führt als Eisenkies und Kupferkies, sind andere auf Bleiglanz ohne begleitende Zinkblende beschränkt, in anderen kommen beide zusammen vor; wieder andere Gänge führen ausserdem noch Bournonit, Fahlerz und Antimonglanz; der letztere aber ist am häufigsten, wo die Erze in Reibungsconglomeraten ohne quarziges Bindemittel aufsetzen, und Realgar kommt nur in dieser Weise vor. Noch eigenthümlicher ist die geographische Beschränktheit der Tellurerze auf gewisse Lagerstätten, welche scheinbar in denselben Gebirgsarten aufsetzen wie alle anderen.

Die secundäre Natur der schwefelsauren und kohlensauren Verbindungen ist überall ausser allem Zweifel; denn in der Anordnung der Gangmasse von den Wänden nach innen nimmt Quarz mit Kiesen die erste Stelle ein, Schwefelmetalle die zweite, Sulfate die dritte, Carbonate die vierte. Nirgends ist dies klarer, als wo die Gänge sich erweitern und die ausfüllenden Massen Hohlräume im Innern gelassen haben, in welche die Mineralien frei hineinkrystallisiren. In Felsöbánya sitzt in solchen Drusenräumen der Schwerspath dem Antimonglanz auf, niemals findet das umgekehrte Verhalten Statt. Eben so kommt Gyps stets gegen die Mitte hier vor. Nicht minder klar ist die secundäre Natur der schwefelsauren Metalle, welche von den Wässern in Lösung fortgeführt werden. — Die Carbonate nehmen immer die letzte Stelle ein; sie sind überhaupt seltene Begleiter unserer Erzlagerstätten und sitzen fast nur in Krystallen den frei endenden Drusen auf. — Ganz unbekannt blieb mir die Stellung des Flussspathes, welcher besonders in den Gängen von Kapnik vorkommt.

Fasst man alle diese allgemeinen Eigenschaften zusammen, so erkennt man klar, dass alle edlen Erzlagerstätten im ungarischen Trachytgebirge eine grosse Gangformation von gleichzeitiger und gleichartiger Entstehung sind. Die Theorie ihrer Bildung ergibt sich, wenn man alle die angeführten Erscheinungen ins Auge fasst, beinahe von selbst. Da sie wesentlich mit den Gasexhalationen in der Periode der vulcanischen Thätigkeit zusammenhängt, so verbinden wir ihre Auseinandersetzung mit der folgenden Abtheilung dieser Arbeit.

V. Ueber die Gasexhalationen, welche mit der vulcanischen Thätigkeit der Tertiärzeit in Ungarn und Siebenbürgen verbunden waren.

Wir kehren zu den Gesteinen der Rhyolithgruppe zurück und beschäftigen uns in diesem Abschnitt mit einem Theil der geologischen Vorgänge, von denen ihre Eruptionen begleitet waren. Bei einer anderen Gelegenheit hatten wir nachzuweisen versucht, dass die Gesteine der Trachytgruppe ausschliesslich durch Masseneruptionen und durch reine plutonische Thätigkeit an die Oberfläche gelangten, um sich hier zu den oftgenannten sieben grossen Trachytgebirgen auszubreiten, während die Gesteine der Rhyolithgruppe, jenen weit untergeordnet, sich nur an die Flanken und den Fuss der Trachytgebirge hielten und ihr Erscheinen an der Erdoberfläche einer rein vulcanischen, und zwar einer echt hydrovulcanischen Thätigkeit verdankten; es liess sich aus dem Auftreten der Tuffablagerungen und der Art ihrer Verbindung mit den Eruptivgesteinen mit Bestimmtheit darthun, dass die ersten Trachyte bei ihrem Aufsteigen noch keine Meeresbedeckung voranden, die Ausbrüche der folgenden aber mehr und mehr unter hoher (miocener) Meeresbedeckung vor sich gingen, so dass die rhyolithischen Tuffe, besonders in den südöstlichen Gegenden, ihre Eruptivgesteine bis zu grosser Höhe einhüllen konnten. Eben so ergab es sich aus den gegenseitigen Lagerungsverhältnissen mit grosser Klarheit, dass die Gesteine der Rhyolithgruppe jünger sind als die der Trachytgruppe, dass zur Zeit als das ungarische Land tief in das miocene Meer hinabgetaucht war, längs den Flanken der Trachytgebirge und zum Theil noch in einiger Entfernung von ihrem Fuss sich Reihen von Vulkanen öffneten, deren Producte, die Rhyolithgesteine, wie Schmarotzer den älteren Eruptivgesteinen aufsitzen. Es folgte nun die lange Periode untermeerischer vulcanischer Thätigkeit, deren Producte wir in dem Abschnitt über die Rhyolithgruppe ausführlicher beschrieben haben. Während dieser Periode hob sich das Land allmählig wieder aus dem Meere, die jüngsten Vulcane in der Gegend von Tokay zeigen keine Spur mehr von untermeerischen Ausbrüchen; sie entstanden übermëerich und blieben es, und so mögen sich alle jene untermeerischen Vulcanenreihen allmählig in Küstenreihen verwandelt haben; trachytische Inselketten mit offenen Krateren an ihren Seiten ragten parallel den Küsten des Festlandes über die Fläche des Oceans und hoben sich mehr und mehr mit dem Festlande selbst. Wie lange nach dem Rückzug des Miocenmeeres die eruptive Thätigkeit der Vulcane fortgedauert haben mag, lässt sich nicht bestimmen; jedenfalls aber war es nur eine kurze Periode, denn die Masse der Rhyolithlaven, welche keine Spuren untermeerischen Ausbruches zeigen, ist gering. Allein sobald auch die Eruptionen aufgehört haben mögen, dauerten doch die secundären Erscheinungen der vulcanischen Thätigkeit noch lange fort und konnten nur allmählig an Intensität abnehmen. Selbst jetzt haben sie noch nicht ihr Ende erreicht; am Búdösch bei Kronstadt, bei Kovazna und an anderen Orten finden noch immer Gasexhalationen Statt, und wie die zahllosen Sauerlinge und Mineralquellen noch das letzte Stadium der vulcanischen Thätigkeit am Südfuss der Karpathen andeuten, darauf ist schon häufig hingewiesen worden.

Diese am längsten andauernde und den bestimmtesten Entwicklungsgesetzen unterworfenen Phase der vulcanischen Thätigkeit, die Phase der Gasexhalationen, ist es, welche wir hier in Betracht ziehen. Der Gegenstand hat

durch die vielfachen Untersuchungen der letzten Jahre an den Vulkanen der Jetztzeit das Interesse in besonderem Maasse auf sich gelenkt. Schon früher hatten Davy am Vesuv und Boussingault ¹⁾ in den Anden die Resultate einiger Beobachtungen bekannt gemacht; zu bestimmteren, wenn auch damals noch nicht weiter anwendbaren Gesetzen kam aber erst Bunsen ²⁾, der bei seinen Untersuchungen über die pseudovulcanischen Erscheinungen auf Island zu dem Ergebnisse gelangte, dass die der vulcanischen Thätigkeit auf dieser Insel verbundenen Gasexhalationen drei Perioden durchlaufen, deren erste durch Chlorverbindungen charakterisirt ist, während in der zweiten schwefelige Säure und Schwefelwasserstoff und in der dritten Kohlensäure die Hauptrolle spielen. In neuester Zeit hat Chr. St. Claire Deville den Gegenstand auf Grund seiner Untersuchungen in Unteritalien verfolgt ³⁾ und ist zu überaus glänzenden Resultaten gekommen, welche bald allgemein bekannt geworden sind. Sie bestehen im Wesentlichen in einer Verallgemeinerung der von Bunsen aufgestellten Ergebnisse und in der Zurückführung aller hieher gehörigen Erscheinungen auf bestimmte Gesetze. Deville fand als erstes Gesetz:

„Bei einem thätigen Vulcane ändert sich die Natur der Fumarolen in jedem gegebenen Augenblick mit der Entfernung vom Herd der Eruption und an jedem gegebenen Punkt mit der Länge der seit dem Ausbruch verflossenen Zeit“ ⁴⁾.

Das zweite Gesetz ist folgendes:

„Unter den Gasen der ersten Periode der Thätigkeit herrschen Chlor- und Fluorverbindungen, unter denen der zweiten Schwefelwasserstoff und schwefelige Säure, unter denen der dritten Kohlenwasserstoff und Kohlen-säure“ ⁵⁾.

Deville sucht die Richtigkeit der beiden Gesetze für die thätigen Vulcane von Unteritalien und Sicilien, Island, Amerika, Guadeloupe, Dominica, Martinique, Saba, Trinidad, Fogo und Teneriffa auf Grund einer grossen Reihe der werthvollsten Analysen und bewährter Angaben nachzuweisen und vermuthet, dass sie auch für die erloschenen Vulcane von Italien Gültigkeit haben. Letzteres wird nicht erwiesen, für die jetzt thätigen Vulcane aber dürfte die allgemeine Gültigkeit des Gesetzes für den ganzen Erdball mehr als wahrscheinlich sein.

Bei Gelegenheit meiner Reise in Ungarn wandte ich den erloschenen Vulkanen

¹⁾ Recherches chimiques sur la nature des fluides élastiques qui se dégagent des volcans de l'équateur. — Ann. de chim. et phys. t. 52, 1833, p. 1 ff.; Auszug in Poggend. Annalen Bd. 31, S. 148 ff.

²⁾ Ueber den inneren Zusammenhang der pseudovulcanischen Erscheinungen Islands. — Wöhler und Liebig, Journ. f. Chem. u. Phys. Bd. 62 (1847), S. 1—59. — Ausführlicher in dem Aufsatz „Ueber die Processe der vulcanischen Gesteinsbildungen Islands.“; Poggend. Annalen Bd. 83, 1851, S. 197—272. — Auch in Ann. de chimie et de physique, 3. Sér. Bd. 38.

³⁾ Sie wurden in folgenden Aufsätzen bekannt gemacht:

1. Douze lettres à MM. E. de Beaumont et Dumas sur les phénomènes volcaniques de l'Italie méridionale. — Comtes rendus de l'Acad. de sciences, t. 40, 41, 43.
2. Mémoire sur la nature et la répartition des fumérolles dans l'éruption de Vesuve du 1. Mai 1855. — Bull. soc. géol. 2. Sér. Bd. XIII, p. 606—646; 1857.
3. Mémoire sur les émanations volcanique. — Ebendas. Bd. XIV, p. 254—280; 1857.
4. Déville et Felix Leblanc, Mémoire sur la composition chimique des gaz rejetés par les événements volcaniques de l'Italie méridionale. — Ann. de Chim. et de Phys., 3. Sér., tome 52; 1858.

⁴⁾ Sur les émanations volcaniques, S. 256.

⁵⁾ A. a. O. S. 262.

der Tertiärzeit und den Erscheinungen der pseudovolcanischen Thätigkeit besondere Aufmerksamkeit zu und fand für diese längst vergangenen Perioden dieselbe Reihenfolge von Gasausströmungen, welche Deville für die Jetztzeit nachgewiesen hat. Ich glaube jene Ergebnisse um so sicherer hier mittheilen zu dürfen, als ich sie als reines Beobachtungsergebnis erhalten habe, ohne von den Arbeiten der genannten Chemiker über den analogen Gegenstand im geringsten Kenntniss zu haben.

Die Mittel, wodurch sich die Vorgänge der Vorzeit ergründen lassen, sind allerdings ganz anderer Art als die, welche man bei jetzt stattfindenden Processen verwenden kann; die Gase lassen sich nicht auffangen und der Analyse unterwerfen, man kann ihre Natur und die Aufeinanderfolge ihrer Exhalationen nur aus den Einwirkungen erkennen, welche sie auf die Gesteine ausgeübt haben. Diese Vorgänge aber äussern sich in einer zweifachen Weise und fordern daher einen zweifach verschiedenen Weg der Untersuchung; denn die Einflüsse der Gase bestehen theils in der Umbildung der Gesteine an Ort und Stelle, theils in Neubildungen aus den Producten der an anderen Orten geschehenen Zerstörung. Es stellt sich danach einerseits die Aufgabe dar, aus der Vergleichung des ursprünglichen Gesteins mit dem Neubildungsproduct auf den Umbildungsprocess zu schliessen, andererseits aus der Art der Ablagerung an secundären Lagerstätten die Bildungsweise des neuen Productes und den Ursprung seiner Bestandtheile zu ergründen. Aus dem grossen Bereich der in ausserordentlicher Mannigfaltigkeit sich darbietenden Erscheinungen greifen wir nur einige heraus, aus denen sich die Schlussfolgerungen mit hinreichender Klarheit ergeben.

1. Schlüsse aus der Alaunsteinbildung.

Das Vorkommen einer Alaunstein führenden Gebirgsart in Ungarn wurde vor sechzig Jahren von Herrn von Deresényi entdeckt, welcher den Alaungehalt der Mühlsteine vom Steinbruch Derekaszék bei Bereghszász nachwies. Man kennt jetzt alauhaltige Gesteine in grösserer Verbreitung bei diesem Ort, man fand sie wieder in der Hegyallya und in etwas veränderter Form am Südabhang der Matra. Die Gebirgsart wurde häufig beschrieben und die verschiedenartigsten Theorien über ihre Entstehung aufgestellt. Dennoch besitzen wir keine einigermaßen klare und erschöpfende Darstellung ausser derjenigen, welche Beudant in seinem Reisewerk gab ¹⁾, und selbst diese ist nicht ganz richtig, da Beudant von der vorgefassten Meinung ausging, der Alaunfels sei ein Sediment, welches die Bimssteintuffe überlagere, wesentlich aus deren Material gebildet und durch Dämpfe umgeändert sei. Theils wegen dieser noch durchaus mangelhaften Darstellungen, theils wegen der überaus interessanten geognostischen Verhältnisse der Lagerstätten und der Wichtigkeit des Gegenstandes überhaupt gehe ich im Folgenden etwas näher auf das bedeutendste Vorkommen des Alaunfelses in den Gebirgen von Bereghszász ein.

Algemeiner Bau der Gebirge von Bereghszász.

Während alle Trachytgebirge in Ober-Ungarn geschlossene Züge oder Gebirgsgruppen bilden und nur selten hier und da ein Ausläufer sich weiter von dem Haupttrücken seitwärts erstreckt, tauchen, wie wir bereits an einer anderen Stelle erwähnten, einige aus diesem Gestein gebildete Höhen in einer Linie von Telkibánya gegen das Siroki-Gebirge an der Grenze der Marmarosch, mitten aus der Ebene auf und scheinen einen unter dem Meere der jüngeren Schichtgebilde

¹⁾ A. a. O. Bd. III, S. 446—472.

fortstreichenden Höhenzug zu bezeichnen. Den Anfang zunächst dem vulcanischen Kessel von Telkibánya bildet der gegen Zemplin gerichtete Ausläufer, welcher die Rhyolithausbrüche des ersteren Ortes in grossartigem Maassstab wiederholt, ferner die Trachytinseln von Szentes und Király Helmech, welche nach Herrn Oberbergrath Baron Hingenau's Untersuchungen nur aus grauen Trachyten zu bestehen scheinen. Nach langer Unterbrechung folgt der Zug der Bereghszászzer Gebirge, der, dem Streichen des unterirdischen Rückens genau folgend, mitten in der Ebene frei sich erhebt. Nach einer zweiten Unterbrechung folgt das Trachytgebirge bei Fekete Ardó, Turcz und der Avas und die Richtung jenes nur angedeuteten Zuges setzt in dem hohen Grenzgebirge gegen die Marmarosch fort bis zum Czybles und in noch weiterem östlichen Erfolg schliessen sich ihr die Grünsteintrachyte dann im nordöstlichen Siebenbürgen an.

Zwei Gebilde sind diesem Zug charakteristisch: Grünsteintrachyt und Rhyolith; der erstere erreicht seine Hauptentwicklung im östlichen Theile des Zuges, der letztere im westlichen.

Die Berge von Bereghszász gehören dem westlichen Theil an, wo wahrscheinlich die Grünsteintrachytmassen nur durch die Sedimente der Ebene so weit verhüllt werden, dass sie kaum in unbedeutenden Kuppen hervorragen. Oestlich von Bereghszász steigt das Gebirge mit einem steilen nordöstlichen Abhang zu dem 2634 Fuss hohen Bereghszászzer Nagy-Hegy auf und zieht als ein schmaler Rücken anderthalb Meilen weit gegen Ostsudost fort, bis es zwischen Bene und Kovászó eben so schroff endet, wie es anfang. Nur noch eine spitze Kuppe, der Kelemen-Hegy bei Oroszi bezeichnet die Fortsetzung des Gebirges in dieser Richtung. Im Norden fällt die Insel von Muzsaly, wie wir das Hauptgebirge nennen, auf einen niederen Damm miocener Schichten ab, der, in unbedeutender Breite fortziehend, eine Verbindung mit den nordöstlichen Tuffgebirgen herstellt. Ausser dem Kelemen-Hegy sind am Ostende der Hauptinsel nur noch einige kleine Klippen bei Kovászó zu nennen. Weit bedeutender ist die Fortsetzung der Inselgruppe gegen Westnordwest. Eine Meile weit fährt man über die Ebene; dann kommt man zu zwei, durch einen niederen Damm verbundenen Bergen, dem Dédaer Kis-Hegy und dem Béganyer Berg; wir nennen sie die Insel von Déda. Nach geringer Unterbrechung erheben sich zwei bedeutendere Höhen, der Kászonyer Berg und Zápszonyer Berg, ebenfalls durch einen Damm verbunden, die Insel von Kászony. — Die ganze Inselkette hat eine Länge von 4 Meilen, gerade in der Mitte liegt Bereghszász. Als ein südlicher Ausläufer dürfte der Berg bei Tarpa zu betrachten sein, der von mir nicht besucht wurde.

Die Grundlage der Inselkette kommt nur bei Muzsaly an den flachsten Theilen des Rückens der Hauptinsel zum Vorschein; es ist Grünsteintrachyt, in welchem früher Bergbau auf edle Erze getrieben worden sein soll. Alles Andere sind Rhyolithgesteine und rhyolithische Sedimente. Sie bilden die kleinen Inseln allein und umhüllen an der Hauptinsel den trachytischen Kern, so dass die Abstürze in die Ebene ganz aus Rhyolithen bestehen.

Das älteste Gebilde nach dem Grünsteintrachyt sind unzweifelhaft Bimssteintuffe, welche mit gröberen Bimssteinconglomeraten und reineren Bimssteinmassen wechselnd, östlich von Bereghszász in der Tiefe der bogenförmigen Wand des Gebirges anstehen und zur Anlegung der stollenartigen Weinkeller dieses Ortes dienten. Ferner stehen sie an dem flachen Rücken an, über welchem der Weg nach Muzsaly führt, und bei letzterem Ort selbst. Auch die flachen dammförmigen Verbindungen der beiden westlich gelegenen Doppelinseln

bestehen aus Bimssteinconglomeraten und Bimssteintuffen, mit denen häufig die feinerdigsten Tuffsedimente vorkommen. Stellenweise, wie besonders die Entblössungen in den Steinbrüchen westlich von Muzsaly zeigen, sind die Schichten ausserordentlich stark in ihrer Lagerung gestört und durch einander geworfen. Als das älteste Gebilde aber erweisen sie sich durch die auflagernden, durchbrechenden und lavaartig über sie herabgeflossenen Rhyolithmassen.

Zuerst folgten der Ablagerung der Bimssteintuffe eine Reihe anderer hyaliner Rhyolithe, und zwar Perlite in der grössten Mannigfaltigkeit, zum Theil dicht erfüllt von Lithophysen, wie bei Telkibánya. Nirgends spielen diese merkwürdigen Ausscheidungen eine so hervorragende Rolle wie hier, wo sie in sehr wechselnder Menge erscheinen, bald nur sporadisch dem Perlit inne liegend und seiner lamellaren Anordnung folgend, bald ihn so dicht erfüllend, dass nur ein Perlitskelet zurückbleibt, in welchem die blasenartig aufgetriebenen und auf das Mannigfachste gequollenen und zerborstenen Lithophysen in einander eingreifen. Die Perlite bilden krumme und bogig gestreifte Felsen, an denen jeder Streif ein eigenes Gestein, eine eigene Varietät des Perlits ist. So durchsetzen sie die Schichtenmassen der Bimssteintuffe und überfliessen sie vielfach; es sind Lavaströme, wie an den Vulkanen bei Telkibánya und bei Szántó. Die Krater scheinen bei Bereghszász verschwunden, aber die Analogie der Lavamassen ist unverkennbar. Am deutlichsten sind die angeführten Verhältnisse an den unteren Theilen der halbkreisförmigen Gebirgswand bei Bereghszász, am Fusse des Sarok-Hegy und besonders am Ardó-Hegy, dem nordwestlichsten Vorsprunge der Insel von Muzsaly; vielleicht ergibt sich dieser Berg, dessen Wände von Perlitlaven bedeckt sind, bei genauerer Untersuchung als ein Vulkan. An der Südseite der Insel sind dieselben Erscheinungen nicht minder ausgezeichnet, so besonders an dem Abhange zwischen Muzsaly und Bene. Den anderen Inseln aber fehlen Perlite, wie es scheint, ganz und gar. An ihrer Stelle kommt am Kászonyer Berg ein Rhyolithgestein von ziegelrother Farbe und lithoidischer Structur vor, ganz in ausserordentlich dünnen Lamellen mit wellig gekräuselter Fläche angeordnet. Das Gestein ist voll von kleinen Sanidinkrystallen. Ich fand dasselbe in der Bereghszászzer Inselkette nur am Kászonyer Berge, diesen setzt es aber ganz allein zusammen. Das Gestein des Zápszonyer Berges ist durch Dammerde und Weingärten verhüllt, wird aber am Südabhange in einem Steinbruche gewonnen. Wir fanden ein weisses Gestein von im Allgemeinen felsitischem Ansehen, aber ganz durchzogen von emailartigen geflossenen Strömen; hier und da enthält es Sanidinkrystalle. Es lässt sich dem Alter nach eben so wenig mit einiger Sicherheit einreihen wie das des benachbarten Berges.

Bei weitem das meiste Interesse nimmt aber unter den Gesteinen, welche die Bereghszászzer Inselkette zusammensetzen, der quarzföhrnde porphyrartige Rhyolith mit felsitischer Grundmasse ein, das verbreitetste Gebilde und allem Anscheine nach das jüngste. Wo immer es möglich war ein Lagerungsverhältniss zu beobachten, schien dieses Gestein alle Bimssteintuffe und die hyalinen Rhyolithlaven zu überlagern. Seine petrographischen Eigenschaften im normalen, unzersetzten Zustande waren bereits oben Gegenstand der Behandlung; sie zeigten sich vorwaltend in einer felsitischen weissen Grundmasse, in eingemengten zahlreichen Quarzkrystallen nebst sehr kleinen von Sanidin, in dem gänzlichen Fehlen von Glimmer und Hornblende und in dem bedeutenden Gehalte von opalartigen Einschlüssen. Die Grundmasse wird in einzelnen Abänderungen emailartig von geflossenem Ansehen und nimmt dann eine perlgraue Farbe und Durchscheinheit, oft auch ein ganz hornsteinartiges Ansehen an; andrerseits wird sie locker und bläht sich bimssteinartig auf, aber ohne dass die Quarzkrystalle verschwinden.

Der Verbreitungsbezirk dieses ausgezeichnetsten unter allen Rhyolithen beginnt an dem isolirten Kelemen-Hegy bei Oroszi, das Gestein setzt die kleinen Klippen bei Kovászó zusammen und herrscht allein im östlichsten Theil der Insel von Muzsaly; an den Gehängen zwischen Kovászó und Bene kann man die kleine Reihe der petrographischen Abänderungen deutlich verfolgen und schrittweise die Uebergänge beobachten. Das Gestein setzt mit wechselndem Quarzgehalt, wahrscheinlich einer Reihe von Ausbrüchen angehörend, gegen Westen längs den Flanken der Insel über der Zone der Perlitlaven und wahrscheinlich auch auf der Höhe fort und thürmt sich im Westen, an allen zugänglichen Stellen stark zersetzt und kaum noch kenntlich zum Nagy-Hegy auf.

Wenn man die Insel von Déda von dem Dorf dieses Namens aus erreicht, so bestehen die ersten aus der Ebene hervorragenden Felsen aus einem sehr festen, verkieselten, dichten, zum Theil auch zelligen Gestein von weisslicher Farbe mit Quarzkrystallen und einer Unzahl kleiner Fragmente, um die sich die Masse mit fadigem, zähflüssigem Ansehen und zahlreichen Opaleinschlüssen herumzieht. Die Bruchstücke sind verkieselter Bimsstein, Stückchen von feinerdigen Sedimenten und hornsteinähnlichen Gebilden. Klüfte des Felsens sind mit Rotheisenstein überzogen. Darüber lagern Schichten von Geröll und feinerdigen Thonen. Ein wenig weiter westlich ist ein Steinbruch auf ein mehr homogenes, an Quarzkrystallen und Opaleinschlüssen reiches, durch und durch zelliges Gestein eröffnet, das allem Anschein nach stark alaunhaltig ist; alle Zellen sind mit Aluminit überzogen. In einem dritten Bruche bei einer seit zwölf Jahren verlassenen Alaunfabrik herrscht wieder das erste feinkörnige Reibungsconglomerat, zum Theil durch Verwitterung violett gefärbt und Opal in grosser Menge führend. Hat man den aus sehr festen Bimssteintuffen bestehenden Verbindungsgrat überschritten, so kommt man zum Béganyer Berg, der aus einem weissen alaunhaltigen Gestein besteht. Dieses so wie alle Gesteine des Dédaer Kis-Hegy gehören, wie die weitere Erörterung zeigt, demselben quarzführenden Rhyolith an, der an der Hauptinsel so verbreitet ist.

Es ergibt sich aus dieser Darstellung, dass die rhyolithische Inselkette von Bereghszász Anfangs ein Theil eines Trachytgebirges war, das sich jetzt unterirdisch von Telkibánya ost-südöstlich erstreckt, dass sich hier wie bei Telkibánya und Szántó, und wahrscheinlich gleichzeitig, vulcanische Schlünde öffneten, deren erste Producte gerade wie dort vorwaltend Bimsstein waren, dass dann eine zweite Periode vulcanischer Thätigkeit folgte, in welcher die vulcanischen Kegel wie in den genannten Gegenden aus den Bimssteintuffen gebildet gewesen zu sein scheinen. Auch die Producte dieser zweiten Periode sind in allen drei Gegenden dieselben. Während über die Entstehung und das Altersverhältniss dieser zwei Gesteinsreihen kaum ein Zweifel herrschen kann, ist das letztere bei der dritten Reihe, den quarzführenden porphyrischen Rhyolithen, nicht in gleichem Maasse festgestellt. Sicher ist, dass sie durch Masseneruptionen an die Oberfläche gelangten, vielleicht durch intermittirende Ergüsse, durch welche dann auch das steinige, durch einander geflossene Ansehen, welches dem Gestein an manchen Stellen eigen ist, entstanden sein mag, aber immerhin als eine einzige geflossene Masse, welche bestimmten Oeffnungen in so grossen Massen entquoll, dass sie sich zu Gebirgen aufthürmen konnte, während die Perlite lauter einzelne Lavaströme bilden, von denen keiner den andern genau gleicht. Ferner zeigen die an der Oberfläche der Insel sichtbaren Theile dieses Gesteins keine Spur von untermeerischer Eruption und untermeerischer Erkaltung. Möglich ist es, dass es in seinen tieferen Theilen das Material zu den Bimssteintuffen gab, aber wahrscheinlicher macht es die ganze Anordnung, dass dieser Rhyolith der jüngste

ist und seine Masseneruption noch nach der Periode der Perlitvulcane stattfand. Besonders westlich von Muzsaly scheint es unzweifelhaft, dass die Bimssteintuffe unter dem quarzführenden Gestein lagern.

In dem einen wie in dem andern Falle müssen alle Gesteine, besonders aber das übermeerische und zugleich massenhafteste unter ihnen, der quarzführende Rhyolith, einer heftigen und langdauernden Einwirkung vulcanischer Gase ausgesetzt gewesen sein.

Lagerstätte des Alaunfelsens von Bereghszász.

Der ergiebigste Alaunfels wird in dem weithin in der Gegend sichtbaren grossen Steinbruch Derekaszég auf der Höhe des Nagy-Hegy gewonnen. Schon seit langer Zeit bricht man dort ausgezeichnete Mühlsteine; aber erst seitdem Der csényi das rhomboëdrische, in grossen Drusen alle Hohlräume auskleidende Mineral als Alunit nachwies und zeigte, wie leicht man Alaun daraus darstellen könne, errichtete man Alaunfabriken in der Gegend und gewinnt durch Methoden, welche noch in hohem Grade der Vervollkommnung fähig sind, ohne grossen Gewinn das leicht ausscheidbare Salz. Jetzt kennt man den Alaunfels in grosser Verbreitung am ganzen Gebirge, wenn gleich nirgends weder zur Alaunbereitung noch zu Mühlsteinen so gut verwendbar als an dem genannten Bruche.

Unter dem Namen „Alaunfels“ ist das mehr oder minder alunithaltige Gestein zu verstehen; der Alunit lässt sich zuweilen nur durch die Analyse in Spuren nachweisen, dann nimmt er zu und erfüllt das Gestein und endlich tritt er auch rein in nicht unbedeutenden Mengen im Gestein auf; er dient dann besonders zur Auskleidung von Hohlräumen; selten nimmt er so überhand, dass die Gesteinsmasse fast ganz verschwunden ist, wie es an mehreren Stellen im Steinbruch Derekaszék der Fall ist.

Ueber die physikalischen Eigenschaften des Alaunsteins von Bereghszász als Mineral und über die Krystallform hat Beudant so vortrefflich berichtet ¹⁾, dass nichts hinzuzufügen ist. Am leichtesten erkennbar ist das Mineral, wenn es in durchscheinenden, perlmutterglänzenden, rhomboëdrischen Krystallen die Wände von Hohlräumen im derben Alaunstein oder im Alaunfels auskleidet. Die Farbe wird auch weiss, gelblich, kirschroth durch Beimengung von Eisenoxyd und braun. Ausser den frei ausgebildeten Krystallen ist auch der krystallinische Zustand nicht selten; man findet Alunit gangartig in einer Reihe von Schichten, deren jede aus rechtwinklig gegen die Fläche gerichteten Krystallnadeln besteht; das Vorkommen erinnert an das bekannte des Aragonits und hat grosse Aehnlichkeit mit dem Alunit von Tolfa. Es scheint eine Reihe von Absätzen durch Infiltration in Spalten. Auch krystallinisch-körnige Partien von Alunit kommen häufig vor, zuweilen in Schichten abwechselnd mit der faserigen Varietät.

Der Alaunfels tritt in zwei Formen auf, welche Beudant als körnigen und dichten Alaunfels unterschieden hat. Bleiben wir bei dieser Benennung, so ist der körnige Alaunfels (*Roche alunifère grénue*) gewöhnlich von weisser oder weisslich-gelber Farbe, die zuweilen auch röthlich wird. Eine seiner wichtigsten und stets wiederkehrenden Eigenschaften ist das zerfressene, grosszellige Gefüge; die Hohlräume haben ihre grössten Durchmesser in horizontaler Richtung und sind meist flach und niedrig. Von grosser Kleinheit anfangend erreichen sie eine bedeutende Ausdehnung von mehreren Zollen, halten sich aber gewöhnlich in den Dimensionen von einem Viertel- bis zu einem ganzen Zoll. Diese Hohl-

¹⁾ A. a. O. Bd. III, S. 430—435.

räume sind mit Alunitkrystallen ausgekleidet. Die dazwischen befindliche, eigentliche Gesteinsmasse ist felsitisch, rauh, sehr hart, so dass der Stahl sie nicht ritzt, enthält gewöhnlich einzelne glänzende Alunitrhomboëder, stark zerfressene Opaleinschlüsse und sporadische Quarzkrystalle; zuweilen ist sie so krystallinisch, dass sie bei dem hinzukommenden rauen, zelligen Gefüge ausserordentlich an das Ansehen des Schlern-Dolomits von Südtirol erinnert. Quarzkrystalle liegen auch, meist in eine erdige blaue Masse eingebettet, in den Hohlräumen zusammengehäuft. Neben ihnen finden sich sporadisch Schwerspathkrystalle in zehnsseitigen Säulen mit gerader Endfläche; ich fand sie am häufigsten im Perényi'schen Steinbruch bei Muzzaly. Die Beschreibung einzelner Vorkommnisse dieses Gesteins werden wir unten mit der Darstellung der Theorie verbinden.

Der dichte Alaunfels von Beudant (*roche alunifère compacte*) ist minder hart und zeichnet sich durch seinen grossmuscheligen aber vollkommen erdigen und matten Bruch aus. Das Gestein zerspringt klingend in flachschalige Stücke; es ist ausserordentlich porös und darum in ganzen Stücken von sehr geringem specifischen Gewicht. Seine Farben sind weiss, violettroth und graulichroth, sehr häufig aber dunkelgelb. Die grossen, mit Krystalldrusen ausgekleideten Hohlräume des vorigen Gesteines fehlen diesem Alaunfels; sie scheinen sich in eine allgemeine Porosität aufgelöst zu haben, und wo sich in dieser einzelne grössere flache Zellen entwickeln, da vermehren sie das rauhe, zerfressene Ansehen des Gesteins, aber sind nur zuweilen mit Alunitkrystallen ausgekleidet. Auch dieses Gestein enthält Schwerspathkrystalle, aber Quarz ist überaus selten und sporadisch. So verschieden dieser Alunitfels vom vorigen in seinem äusseren Ansehen ist, kommt er doch mit demselben in der Alunitführung überein; obgleich er nicht reicher an dem Mineral ist, zieht man ihn doch für die Fabrication der leichteren Verarbeitung wegen vor. Ausserdem gibt er durch seine Festigkeit bei ungewöhnlicher Porosität ein ausgezeichnetes Baumaterial.

Die Lagerstätten beider Alaunfelsarten sind an der ganzen Insel sehr verbreitet, aber der Zusammenhang mit den benachbarten Gesteinen ist überall durch Vegetation verdeckt, da fast nur durch Steinbrucharbeiten einzelne Stellen aufgeschlossen sind. Nur an Einem Ort erhielt ich einen Aufschluss, aber auch einen um so klareren und unzweifelhafteren; auf ihn gründete ich eine Theorie, welche ich schon zur Zeit meiner Reise in ihren Grundzügen mittheilte ¹⁾.

Theorie der Alaunbildung.

Die angeführte Stelle, welche über die Entstehung des Alunits Aufschluss zu geben vermag, ist der Steinbruch bei Bene östlich von Bereghszász. Wenn man von Kovászó dem Abhang entlang nach diesem Dorfe geht, so sieht man nur den felsitischen quarzhaltigen Rhyolith, der hier zur Beschotterung der Strasse verwendet wird. Die Varietäten entfernen sich wenig vom normalen Typus; hier und da ist die Grundmasse mehr oder weniger rauh und erhält stellenweise ein geflossenes porzellanartiges Ansehen, auch unvollkommen bimssteinartiges Aufblähen der Grundmasse kann man dicht vor Bene beobachten. Bei dem Ort selbst ist unmittelbar an der Brücke, welche über die Borsowa führt, ein Steinbruch auf Mühlsteine angelegt; man konnte aber nur an wenigen Stellen des Bruches gute Mühlsteine erhalten, und als man die Abfälle wie bei Derekaszég zur Alaunfabrication benützen wollte, musste man noch weit mehr

¹⁾ Jahrb. d. k. k. geolog. Reichsanst. Bd. IX, 1858, Verhandlungen S. 119—121.

die einzelnen tauglichen Stückchen aussuchen. Das Hauptgestein des Bruches und seiner Umgebungen ist der quarzführende porphyrische Rhyolith von gelblichweisser Farbe. Mehrere Klüfte durchsetzen das Gestein aus der Tiefe herauf und von diesen aus zeigt sich der Rhyolith merkwürdig verändert. Die feste felsitische Grundmasse wird porös, die Quarzkrystalle angegriffen, die Feldspathkrystalle zersetzt, weiter gegen die Kluft hin nimmt sie einzelne zackig ausgefressene Hohlräume auf, welche mit der Annäherung an jene an Ausdehnung und Zahl zunehmen; ihre grösste Ausdehnung ist in der Horizontalebene wie in Beudant's Mühlsteinporphyren. Kurz es zeigt sich gegen jede Spalte hin der deutlichste und unzweifelhafteste allmälige Uebergang vom festen Rhyolith in Mühlsteinporphyr. Untersucht man das veränderte Gestein näher, so findet man die Quarzkrystalle aus der Gesteinsmasse, welche den hohlen Räumen weichen musste, am Grunde einer jeden Zelle zusammengehäuft. Aber während sonst diese Krystalle scharfkantig und glattflächig im Gestein enthalten sind, sind sie hier an den Kanten abgerundet und haben ein rauhes zerfressenes Ansehen, genau so wie wenn man Flusssäure auf Quarzkrystalle einwirken lässt. Dazu liegen sie eingebettet in einer aschblauen erdigen Substanz. Das Gestein zwischen den Zellen ist in seiner innersten Beschaffenheit verändert, wie man mit der Loupe sehen kann, aber worin die Veränderung besteht, dies wird man wohl nur durch die Analyse festsetzen können; die Quarzkrystalle sind zum Theil noch unverändert in der Gesteinsmasse erhalten, zum Theil sind sie auch hier mit einer dünnen Rinde von derselben blauen Substanz umgeben, welche sie in den Zellen einhüllt; sie lassen sich aus dem Gestein herauslösen und zeigen eine rauhe, zerfressene Oberfläche.

Bleiben wir zunächst bei diesem ersten Vorgang der Veränderung stehen, so ist klar, dass er von den Klüften aus gegen das feste Gestein hin stattgefunden hat und im Steinbruch von Bene nicht stark genug war, um das letztere ganz umzuändern. Die Art und Weise der Veränderung ist aber der Art, dass sie nur durch Flusssäure hervorgebracht sein kann. Kein anderes Zersetzungsmittel wirkt auf eine beinahe quarzharte Grundmasse, bei der man wenigstens einen Gehalt von 70 Percent Kieselsäure annehmen muss, in solcher Weise ein, dass es unregelmässige zackige Zellen herausfrisst, kein anderes würde es vermögen, die des umgebenden Gesteins beraubten Quarzkrystalle in der angegebenen Art anzugreifen und aufzulösen, geschweige diejenigen im festen Gestein abzurunden und matt zu machen. Die Flusssäure, welche diese Wirkungen hervorbrachte, kann aber nur in den Spalten aufgestiegen sein, denn nach ihnen hin nimmt die Stärke der Einwirkung zu.

Wir müssen hiernach nothwendig eine Periode der Exhalation von Fluor gasen annehmen, welche das saure Silicat zerstörten, indem sich Kieselfluorgas an der Stelle der freien Kieselsäure bildete und ebenso in den übrigen Silicaten das Fluor an die Stelle der gebundenen Kieselsäure trat. So konnte durch die bedeutende Verminderung der Masse das zellige Gefüge entstehen.

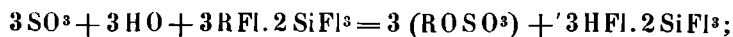
Folgen wir nun den Spuren des Zersetzungsprocesses weiter, so zeigt sich zunächst gegen die Spalten hin eine stete Zunahme der zelligen Structur und aller Spuren der Einwirkung der stärksten Säuren, die Quarzkrystalle häufen sich am Boden der Hohlräume mehr zusammen, nehmen aber mehr und mehr an Grösse ab. Damit fängt nun auch Alunit an sich zu zeigen; die Grundmasse wird wieder fest und hart und ein wenig krystallinisch, die Hohlräume sind von rhomboëdrischen Drusen ausgekleidet. Während der feste Rhyolith und die unvollkommenen Uebergangsstufen sich beim Erhitzen nicht ändern, blähen sich in diesem Zustande, der zunächst der Spalten am vollkommensten ist, einzelne

Theilchen des Gesteins beim Erhitzen auf, und wenn man sie dann mit Wasser übergiesst, so kann man Alaun aus ihnen ausziehen, es hat hier schon eine vollständige Umwandlung in Alaunsalz stattgefunden. Die Reste der Quarzkrystalle liegen noch am Boden der Zellen, aber ohne die blaue Substanz, und manche von ihnen haben nur wenig von ihrer Gestalt verloren; die im festen Gestein eingeschlossenen sehen zum Theil wieder ganz frisch aus. Die Feldspathkrystalle aber sind nicht mehr als solche erkennbar, an ihrer Stelle ist, wie es scheint, reiner Alunit.

Die Umänderung des alunitfreien Mühlsteinporphyrs in den alunithaltigen ist ein zweiter Vorgang, der vom ersten nothwendig ganz zu trennen ist. Die Basen sind in dem neuen Gestein an Schwefelsäure gebunden und diese musste eben so wie früher das Fluor durch Gase herbeigeführt werden, welche durch die nämlichen Spalten aufstiegen, denn auch diese Umwandlung ist zunächst den Spalten am weitesten vorgeschritten. Ihr allgemeiner Gang lässt sich ungefähr bestimmen. Um ihn mit Genauigkeit festzusetzen, wäre ausser einer zahlreichen Reihe von Analysen zunächst der Weg des Experiments einzuschlagen und der Process künstlich nachzuahmen. Die Kürze der mir zur Bearbeitung zu Gebote stehenden Zeit gestattete mir nicht mehr, dies auszuführen und ich beschränke mich darauf, den wahrscheinlichen allgemeinen Gang anzugeben.

Das ursprüngliche Gestein besteht im Wesentlichen aus kieselsauren Sesqui- und Monoxyden und freier Kieselsäure. Wenn trockene Fluorwasserstoffdämpfe darauf einwirken, so bilden sie mit der freien Kieselsäure Fluorkiesel und Wasser in solchem Verhältnisse, dass Ein Aequivalent Kieselsäure zurückbleibt, während drei Aequivalente Kieselfluorwasserstoffsäure entweichen. Wahrscheinlich stiegen die Fluorwasserstoffdämpfe schon ohnehin mit bedeutenden Mengen von Wasserdampf auf; dies konnte die Einwirkung auf die freie Kieselsäure nicht ändern, musste aber die Umsetzung des Kieselfluors mit Wasser in Kieselfluorwasserstoffsäure und Kieselsäure begünstigen. Schon dieser Vorgang hätte hingereicht, um das poröse Gefüge, welches der Rhyolith im ersten Stadium der Einwirkung annimmt, hervorzubringen; es scheint sogar so viel freie Kieselsäure vorhanden zu sein, dass der Vorgang hinreichen würde, um das grosszellige Gefüge des veränderten Gesteins zu erklären. Es tritt hierzu die Einwirkung auf die Silicate, welche wahrscheinlich so vor sich ging, dass das Fluor an die Stelle des Sauerstoffes trat. Da jedoch nur zwei Theile Fluorkiesel sich mit drei Theilen Basis verbinden, wo dies Verhältniss bei den kieselsauren Salzen 1:1 ist, so wurde auch hierbei Kieselsäure überschüssig und konnte demselben Process unterliegen wie die freie Kieselsäure. Es musste durch die Einwirkung des Fluorwasserstoffgases auf das saure Gemenge ein in seiner Raumerfüllung bedeutend reducirtes, zelliges Gestein zurückbleiben, welches aus Fluorkieselsalzen, den Resten der Quarzkrystalle und vielleicht einem kleinen Theile der bei der Bildung der Kieselfluorwasserstoffsäure zurückgebliebenen Kieselsäure bestand.

Der zweite Act der Alaunfelsbildung im Steinbruch von Bene gibt sich durch die Verwandlung der Fluorkiesel-Verbindungen in schwefelsaure Salze zu erkennen. Es müssen entweder schwefelsaure oder schwefeligsäure Gase gewesen sein, welche wahrscheinlich mit einem grossen Ueberschuss von Wasserdampf vermengt, die Aenderung hervorzubringen vermochten. Die Einwirkung der Schwefelsäure auf Silicate, die mit Flusssäuren aufgeschlossen wurden, ist bekannt und wird in jedem Laboratorium täglich angewendet. Die Annahme, dass es Schwefelsäuredämpfe waren, welche in den Spalten aufstiegen, begegnet bezüglich der Verwandlung den geringsten Schwierigkeiten. Für die einatomigen Basen zum Beispiel liesse sich der Process leicht in folgender Art erklären:



es würden also, wenn 3 Theile wasserhaltige Schwefelsäure dampfförmig auf 1 Aequivalent Kieselfluorkalium einwirken, 3 Aequivalente schwefelsaures Kali zurückbleiben und 1 Aequivalent Kieselfluorwasserstoffsäure entweichen. Aehnlich ist das Verhältniss bei den Sesqui-Fluorüren. Nur die von Fluor noch nicht angegriffenen Silicate, die freie Kieselsäure und die Quarzkrystalle würden unverändert als Beimengungen des Alunits zurückbleiben und im Steinbruch von Bene scheinen sie noch immer die vorwaltende Menge zu bilden.

Mit Hilfe dieser Theorie würde sich auch der beim ersten Anblick scheinbar anomale Umstand erklären, dass aus einer Mengung von gesättigten kieselsauren Doppelsalzen mit einem nicht unbedeutenden Gehalte an überschüssiger Kieselsäure, wie sie der Rhyolith bietet, durch Austausch der Säuren eine Verbindung von der stöchiometrischen Zusammensetzung des Alunits entstehen soll. Bekanntlich unterscheidet sich der Alunit vom Alaun durch seine grössere Basicität, und da der Alaun in der Zusammensetzung den gesättigten kieselsauren Doppelsalzen entspricht, so ist er auch im Verhältniss zu diesen basischer; seine Formel wird mit $\text{KO}.\text{SO}^3 + 3(\text{Al}^2\text{O}^3.\text{SO}^3) + 6\text{HO}$ angenommen. Hätte die Schwefelsäure unmittelbar die Kieselsäure aus ihren Verbindungen verdrängen und ausserdem noch an die Stelle der freien Kieselsäure treten können, so hätte sich eher ein Alaun mit überschüssiger Schwefelsäure bilden müssen, als einer mit vorwaltenden Basen. Nur durch die Vermittlung der Fluordämpfe, welche die freie Kieselsäure entfernten und wegen der angeführten Eigenthümlichkeit in der stöchiometrischen Zusammensetzung der Fluorkiesel-Verbindungen der der Silicate gegenüber, auch einen Theil der gebundenen Kieselsäure in gasförmiger Verbindung entführte, konnte der eigenthümliche Austausch einer geringen Menge von Schwefelsäure gegen eine grössere von Kieselsäure stattfinden. Wenn sonach Schwefelsäure am leichtesten die Umwandlung hervorbringen konnte, so ist es doch keineswegs eine nothwendige Folge, dass sie selbst gasförmig in den Spalten aufstieg. Schwefelige Säure verwandelt sich bekanntlich bei Gegenwart von Wasserdampf und atmosphärischer Luft in Schwefelsäure, und da man ihr bei der Solfatarenthätigkeit häufig begegnet, so ist es wohl natürlicher, die Schwefelsäure als secundäres Product anzunehmen. Dies wird dann um so wahrscheinlicher, wenn man noch den dritten Fall in Betracht zieht, die so häufig stattfindende gleichzeitige Exhalation von schwefeliger Säure und Schwefelwasserstoffgas, es setzt sich dadurch Schwefel ab, der an der Luft zu schwefeliger Säure verbrennt und im Wasser gelöst zu Schwefelsäure oxydirt, ein in der vulcanischen Thätigkeit der Jetztzeit sehr häufiger und oft beobachteter Vorgang. Wahrscheinlich wurde die Schwefelsäure auf beiderlei Wegen gebildet; denn während die Verhältnisse im Steinbruch von Bene auf eine von Spalten ausgehende Einwirkung schliessen lassen, scheint bei dem Steinbruch von Derekaszég die Einwirkung von oben durch oxydirte Schwefelabsätze stattgefunden zu haben.

Wenn nach alledem durch die petrographischen Verhältnisse im Steinbruch von Bene die Umwandlung des quarzföhrnden Rhyoliths in Alaunfels mit der grössten Evidenz feststeht, so vermag unsere Theorie, welche sich aus der genauen Verfolgung der allmäligen Veränderungen von selbst mit Nothwendigkeit ergibt, eine vollkommene Erklärung des Vorganges zu geben. Sie entspricht so genau den beobachteten Erscheinungen, dass wir sie kaum mehr als Theorie, sondern als eine Darstellung des wirklichen Herganges erklären möchten. Kaum dürfte sich irgendwo der Hergang der Metamorphose einer Gebirgsart, überdies einer in so grossartigem Maassstabe stattfindenden und so mächtig umgestaltenden, in so klarer Weise erkennen lassen als bei diesen Gesteinen von Bene.

Um die Stichhaltigkeit der Theorie ohne Analyse zu prüfen, müssen wir uns weiter im Verbreitungsgebiete des Alaunfels umsehen. Es wird sich dabei zeigen, dass aller Alaunfels in Ungarn aus Rhyolithen und zwar vorwiegend aus den quarzführenden Abänderungen entstanden ist.

Die Abhänge zwischen Bene und Muzsaly, welche an Aufschlüssen sehr reich sein dürften, lernte ich nicht kennen. Bei dem letzteren Dorf selbst und von ihnen hinauf gegen den Steinbruch Derekaszég findet man instructive Stellen in grosser Zahl. Wo immer man an den Abhängen bei Muzsaly die Dammerde entfernt, kommt man auf mehr oder minder alaunführende „Mühlsteinporphyre“ mit Quarz, auf poröse und leichte erdige Gesteine von gelblicher Farbe, welche die Spuren der tiefgreifendsten Zersetzung tragen, auf massenhafte Kieselsäure-Absätze, auf durch und durch zersetzte Conglomerate mit kleinen Fragmenten, Alles von lichten, gelblichen und weisslichen Farben. Es ist ein wunderliches Gebiet, in welchem als Einheit die starke Zersetzung, die Substituierung der Kieselsäure der Rhyolithen durch Schwefelsäure und die Kieselsäure-Niederschläge hervortreten. Alles dies ist, wie es scheint, in den Lagerungsverhältnissen verworren, wiewohl die sporadischen und örtlich beschränkten Aufschlüsse vielleicht den Wechsel bedeutender erscheinen lassen, als er ist. Herr v. Deresényi führte Herrn v. Glos und mich mit ungemeiner Zuvorkommenheit zu allen Stellen, welche Aufschluss versprachen. Oberhalb Muzsaly trafen wir im dichten Gebüsch das Mundloch eines alten Stollens, welcher den Namen „Henkersloch“ führt; sein Zweck ist unbekannt. Wir fanden beinahe quarzfreie Rhyolithgesteine und feine Rhyolithconglomerate mit Bimssteinbruchstücken, Alles im höchsten Zustande der Zersetzung, porös und meist erdig, selten noch an die frühere Beschaffenheit erinnernd und dann härter. Auch Beudant's „dichter Alaunfels“ mit zahlreichen ausgefressenen zelligen Räumen kommt vor. Hier und da zieht sich Kieselsäure striemig herab, theils die lockere Gesteinsmasse fest verbindend, theils frei und dann den Absätzen vieler heisser Quellen auffallend gleichend. Breite Klüfte sind mit braunem Opal in weichem Zustande erfüllt, der an der Luft zerfällt. Westlich vom Henkersloch steht eine Breccie von scharfeckigen Bruchstücken eines verkieselten feinerdigen Sedimentgesteins mit krystallinischem Quarz als Bindemittel an; zwischen den Fragmenten ist er in Hohlräumen freiauskristallisiert.

Sehr eigenthümliche Gesteine treten im Bausteinbruche am Kerekded-hegy, nordwestlich von Muzsaly, auf. Das Hauptgestein, welches als vortreffliches Baumaterial benutzt wird, ist leicht wie Bimssteintuff und besteht aus einer lockeren, äusserst rauhen und zerfressenen gelben Masse mit einzelnen grösseren Höhlungen, sparsamen Quarzkörnern und sehr zahlreichen Einschlüssen von weissem Opal; die ganz wasserhellen Quarzkörner sind zum Theil in letzterem eingeschlossen. Die Grundmasse wie die Einschlüsse hängen stark an der feuchten Lippe. Hin und wieder hat die gelbe Grundmasse vollständige Bimssteinstructur, so dass die Vermuthung nahe liegt, es haben kieselsäurehaltige heisse Quellen auf Bimssteintuff eingewirkt und nachher sei das Gestein noch zersetzenden Einflüssen ausgesetzt gewesen. Dicht daneben ist der sogenannte Gemeindesteinbruch. Hier treten weisse und röthliche an die Stelle der gelblichen Farbe, das Gestein wird dichter und fester, enthält mehr Quarzkrystalle und ist oft so innig von weissem Opal durchdrungen, dass man im Zweifel bleibt, ob man es mit Absätzen heisser Quellen oder mit zersetzten und der Einwirkung der letzteren ausgesetzt gewesenen Eruptivgesteinen zu thun hat. Die Opaleinschlüsse sind zum Theil zellig zerfressen und hüllen einen grossen Theil der Quarzkrystalle ein. Einzelne Abänderungen sind conglomeratisch, haben aber dann ein nicht minder lockeres und sporadisches Gefüge und sind nicht ärmer an

Opaleinschlüssen; auch für diese Gebilde könnte man mit gleichviel Wahrscheinlichkeitsgründen verschiedene Theorien geltend machen. Alunit beobachtete ich in keinem der beiden Steinbrüche, doch wird die Einwirkung von Gasen, insbesondere von Fluorgasen, durch das zellige Zerfressen der Opaleinschlüsse angedeutet.

Wirklicher Alaunfels wird im Baron Perényi'schen Mühlsteinbruche in den Abfällen von den Mühlsteinen gewonnen. Der westliche Theil der langen entblösten Wand besteht aus Gebilden, welche man nur als verkieselte Sedimente betrachten kann, wahrscheinlich feinerdige Tuffe. Senkrechte Kluftflächen, welche die Masse in parallele Lagen theilen, sind wahrscheinlich die Schichtenabsonderungen des gehobenen Systems. Gegen Osten werden die Gesteine allmählig kieseliger, besonders sind sie von Opal durchzogen und denen des vorigen Steinbruches ähnlich. Endlich folgt im östlichen Theile des Bruches der grosszellige Mühlstein mit dolomitischem zuckerkörnigem Gefüge und zahlreichen Drusenräumen von Alunit. Quarzkrystalle sind ihnen aufgesetzt, hier aber vollkommen glattflächig. Eine rothe Substanz, wahrscheinlich Eisenoxyd, überzieht einen grossen Theil der Drusen und ist überhaupt in diesem Steinbruche sehr verbreitet. Die sehr zahlreichen Klüfte sind mit Thon ausgefüllt und in diesen stellt sich nach innen zu eine rothe Färbung ein, bis sich im mittleren Theile der Spalte Rotheisenstein in einzelnen Lagen bildet. Weit mehr herrscht Rotheisenstein in dem dicht benachbarten Graf Vay'schen Mühlsteinbruche. Hier ist der Alaunfels eben so charakteristisch wie in dem vorigen, er zeigt deutlich die Spuren seiner Entstehung aus quarzführendem Rhyolith, ist dolomitisch-körnig und von Hohlräumen erfüllt, die mit Alunitdrusen ausgekleidet sind. Der Alunit ist in allen mit einer schwärzlichen Schicht überzogen, die sich durch ihren kirschrothen Strich als Rotheisenstein zu erkennen gibt. Ausser dem Alaunfels kommen in diesem Steinbruche verkieselte, zum Theil grobkörnige Tuffe vor. In einem durch den Verfall des Bruches ganz unkennbaren Zusammenhange treten eigenthümliche Kluftausfüllungen auf, welche so mächtig sind, dass grosse Blöcke herumliegen, welche nur daraus bestehen. Rotheisenstein, Quarz und Alunit sind die Substanzen, welche in der Zusammensetzung der nierförmigen Ueberzüge in Lagen mit einander wechseln. Der Quarz ist dicht und enthält grosse, mit Alunitkrystallen ausgekleidete Höhlungen. Der Rotheisenstein tritt als Glaskopf auf und bildet traubige Krusten auf dem Quarz. Dann folgt zuweilen dunkelroth gefärbter Alunit und nochmals ein Ueberzug von rothem Glaskopf. Die Umbildung dieser Ausfüllungen scheint noch fortwährend von Statten zu gehen und veranlasst eigenthümliche Verwitterungsrinden, meist von rother und gelber Farbe.

Nur wenige Schritte westlich vom vorigen ist der Graf Károlyi'sche Steinbruch. Nirgends tritt der Alaunfels mit charakteristischerem dolomitisch-körnigem Gefüge auf wie hier. Die Hohlräume sind klein, aber häufig, und man sieht allenthalben die Alunit-Rhomboëder hervorragen. Es liegen in der Grundmasse wie in den Hohlräumen ausserordentlich viele Quarzkrystalle, zum Theil stark angegriffen und mit zerfressenen Kanten, zum Theil noch vollkommen frisch. So steht der zu Mühlsteinen verwendete Alaunfels im tiefsten Theile des Bruches an. Nach oben löst er sich in einzelne grosse Blöcke auf, die in einer äusserst feinerdigen, weichen, Opal gleichenden Thonmasse inneliegen, unten ziemlich dicht, nach oben immer weitläufiger. Der Thon zeigt Schichtung und grossen Wechsel, dabei viele Verwerfungen und Hebungen; er ist stark alaunhaltig, hin und wieder aber zu einer opalartigen Masse verhärtet, und geht in die Lehmschichten über, welche sich am Berge abwärts erstrecken. Jeder Block, der den Schichten inneliegt, ist mit einer Rotheisensteinschicht überzogen.

Die letztgenannten drei Steinbrüche liegen dicht bei einander in gleicher Höhe und die zwei vorhergehenden nur ein wenig höher am Abhange. Es scheint, dass die Alaunfelsbildung aus quarzhaltigem felsitischem Rhyolith in innige Wechselbeziehung zu der Thätigkeit heisser Quellen trat, welche höher hinauf am Abhange, noch oberhalb des Bausteinbruches entsprangen, vielleicht auch an mehreren Stellen weiter abwärts hervorbrachen. Der Hauptabsatz heisser Quellen in Rhyolithgebieten besteht in Kieselsäurehydrat, welches sich in diesen Trachytgebirgen massenhaft angehäuft findet. Auch hier scheint es in bedeutendem Maasse aufzutreten, ist aber nur durch die wenigen Steinbrucharbeiten aufgedeckt. Die Rhyolithe brachten trachytische Tuffe aus der Tiefe mit hinauf und diese scheinen das Material zu den thonigen Bestandtheilen der Kieselsäureschichten gegeben zu haben.

Der oft genannte Steinbruch *Derekaszég* am Abhange des *Nagy-Hegy* liefert den am meisten charakteristischen Alaunfels, der zu den besten Mühlsteinen verarbeitet wird. Das Gestein ist weiss, feinkörnig und von Hohlräumen mit Alunitdrusen erfüllt; die letzteren haben meist eine schwach röthliche Färbung. Aehnlich ist das Gestein vom Steinbruch *Kukia* in einer Einsattelung des Bergrückens. Das Gestein selbst ist zwar weniger ausgezeichnet, aber die Drusen und die einzelnen Krystalle erreichen hier ihre bedeutendste Grösse und sind braun gefärbt. Der Alaunfels tritt in innige Verbindung mit kieseligen und verkieselten thonigen Sedimenten, in welchen er sich durch Zertrümmerung in eine grosse Anzahl von Bruchstücken auflöst.

Die tiefgreifendsten Wirkungen der Gase beobachtet man im sogenannten „Kreidestollen“ am Westabhange des *Nagy-Hegy* unmittelbar unter dem Gipfel. Es treten hier ähnliche Gesteine auf wie im *Henkersloch*, ausserdem aber eine weisse, erdige, zerreibliche, kreideähnliche Substanz, welche als Kreide in die ungarische Ebene geführt werden soll. Sie scheint viel Alaun zu enthalten, da derselbe sich schon bei längerem Liegen an der Luft zu erkennen gibt. Quarzkrystalle kommen darin nicht vor, wohl aber Schwerspath in grossen Zusammenhäufungen von Krystallen. Nirgends hat die Zersetzung so durchgreifend gewirkt wie hier bei dieser gänzlichen Auflösung des Gefüges, das der Stein früher hatte. Dass der ganze Vorgang auf die Bildung schwefelsaurer Verbindungen anstatt der Kieselsäure hinzielte, beweist die leichte Entstehung von Alaun beim Liegen an der Luft und das Vorkommen von Schwerspath.

Endlich ist noch des *Sarok-Hegy* bei *Bereghszász* zu erwähnen, an welchem zweifellose Uebergänge von quarzführendem Rhyolith im Alaunfels stattfinden. Der letztere ist hier weniger ausgezeichnet als auf der Höhe des *Nagy-Hegy*, aber doch unverkennbar; zahlreiche Drusen kleiden die Höhlungen aus, ihr Alunit hat eine sonst nicht beobachtete grünlich-gelbe Färbung, so dass man anfangs geneigt ist, ihn für Schwefelinerustationen zu halten.

Alle bisher beschriebenen Stellen sind an der Hauptinsel des *Bereghszász* Gebirges. So wenig hier die Verhältnisse einen Zweifel über die überall gleichartige und den Vorgängen im Steinbruche von *Bene* entsprechende Entstehung des Alaunfels aus Rhyolithgesteinen lassen, so geht dies doch mit beinahe noch grösserer Evidenz aus den Gesteinsübergängen an den kleineren, westlich gelegenen Inseln von *Déda* und *Bégany* hervor. Besonderes Interesse gewährt der *Kis-Hegy* von *Déda*, wo quarzführende und opalreiche, feinkörnige Conglomerate auftreten, die allmählig in Alaunfels übergehen. Es scheint hier wie am *Kerekded-hegy* bei *Muzsaly* Geysirthätigkeit geherrscht zu haben.

Im *Eperies-Tokayer* Gebirge sah ich unzweifelhaften, an seinen Alunitdrusen erkennbaren Alaunstein an drei Orten: bei *Saros patak*, wo er zu

Mühlsteinen verarbeitet wird, bei Telkibánya und bei Rank. Es ist ein gelbliches, schwammig zerfressenes, sehr rauhes feinkörniges Gestein von Feldspathhärte mit Quarzkrystallen. Bei Telkibánya bildet es einen grossen Theil des Hügellandes im Thalkessel; Rank wird zum Theil von ihnen getragen.

Bei Schemnitz sind die alaunführenden Mühlsteine von Hlinik bekannt, in der Matra das zur Alaunfabrication verwendete Gestein von Parád. Aber alle diese Vorkommnisse gleichen denjenigen von Bereghszász nicht im entferntesten an Grossartigkeit, Vollkommenheit der Ausbildung und Deutlichkeit.

Der Alaunfels der griechischen Inseln und Klein-Asiens scheint dem ungarischen vollkommen zu entsprechen. Eine Vergleichung mit denjenigen von La Tolfá lässt sich noch nicht mit Genauigkeit ausführen, da über das dortige Vorkommen sehr widersprechende Nachrichten vorliegen.

2. Theorie der trachytischen edlen Erzlagerstätten und Folgerungen aus denselben.

Die allgemeinen Eigenschaften der edlen Erzlagerstätten in den ungarisch-siebenbürgischen Trachytgebirgen, welche wir auf Grund der Darstellung einiger derselben in der vorigen Abtheilung dieser Arbeit hervorhoben, hatten das Resultat ergeben, dass jene Erzlagerstätten sämmtlich Einer grossen Gangformation von gleichzeitiger und gleichartiger Entstehung angehören. Es ist nun noch übrig, aus den gegebenen Thatsachen die Entstehungsgeschichte abzuleiten, welche sich mit grosser Einfachheit zu ergeben scheint. Es hatte sich herausgestellt, dass die Erzgänge nur im Grünsteintrachyt und in diesem nur dort aufsetzen, wo er mit Rhyolith in Berührung kommt, dass ferner den Grünsteintrachyten dem Alter nach zuerst die ganze Reihe der grauen Trachyte und zuletzt die Rhyolithe folgten und dass endlich mit den Eruptionen der Rhyolithe die Aufspaltung des Grünsteintrachytes durch nach Stunde 2 bis 3 streichende Klüfte erfolgte. Nehmen wir nun diese Spalten als fertig gebildet an, so konnte ihre Ausfüllung auf dreierlei Weise geschehen: durch Infiltration von oben, durch heisse Quellen von unten oder durch Sublimationen von unten; es kann aber auch die Combination von einigen dieser Wege das Endresultat herbeigeführt haben.

Der Entstehung durch Infiltration von oben und von den Seiten stellt sich eine Reihe der gewichtigsten Bedenken entgegen. Zunächst gehen fast sämmtliche Gänge zu Tage aus, oft, wie das Gangsystem der Grossgrube von Felsöbánya, auf dem Rückes eines Berges; es konnte also in die höchsten Theile von oben nichts zugeführt werden. Es ist zwar durch Verwitterung etwas von dem umgebenden Trachyt abgetragen worden, aber dies ist doch nur äusserst unbedeutend und konnten unmöglich auch durch die stärkste Zersetzung das Material zu der breiten Ausfüllung des oft mehrere Klafter Ausgehenden geben. Ganz besonders lassen sich die Erze von oben nicht herleiten. Auch die Weite der Gänge in der Tiefe, welche in Schemnitz mehr als 20 Klafter erreicht und in der Grossgrube nicht viel weniger, würde die Annahme einer Infiltration der Zersetzungsproducte des Gesteins von oben nicht gestatten. Aber abgesehen davon, müsste die Anordnung der Gangmasse eine ganz andere sein; man würde Sahlbänder bemerken und der Quarz würde in einer Folge dünner Lagen angeordnet sein, wie bei den Achatmandeln und wie bei so vielen Gängen, wo die Entstehung durch Infiltration von Zersetzungsproducten unzweifelhaft ist. Es müssten endlich die ausfüllenden Mineralien ganz andere sein. Selbst wenn man annehmen wollte, dass die die Reihe der Absätze stets eröffnenden Carbonate durch Kieselsäure verdrängt worden seien, wäre doch die Masse des Quarzes schwer erklärbar; noch mehr Schwierigkeiten aber würde das massenhafte und

fast alleinige Auftreten von Schwefelmetallen bieten. Gerade die Mineralien, welche aus dem Nebengestein durch atmosphärische Wässer in die Spalten geführt wurden, pflegen ganz andere zu sein. — Wenn also die Art der Ausfüllung der Gänge die Annahme ihrer Entstehung durch Infiltration nicht zulässt, so spricht in nicht minderem Grade die Art der Zersetzung des Nebengesteins dagegen. Wo Grünsteintrachyt auf dem Wege verwittert, wird er agalmatolithartig und die vielfachen Uebergangsstufen zeigen vom ersten Anfang eine Hinneigung zu serpentinartigem Gefüge; so beobachtet man in Felső-Remete bei Unghvár, noch weit besser aber an der Rotunda zwischen Kapnik und Oláh-Láposbánya, es fehlen aber diesen Orten vollständig Gebilde, welche der Ausfüllung der edlen Erzgänge entsprechen. Die Zersetzung, welche zur Seite von diesen stattgefunden hat, ist sichtlich eine ganz andere; die Analyse wird auch hierüber mit der Zeit erst Klarheit verbreiten.

Nicht mindere Bedenken stellen sich der Bildung der Erzgänge durch aus der Tiefe heraufdringende heisse Quellen entgegen. So sehr wir deren Thätigkeit in anderen Fällen, besonders bei der Opalbildung, in Anspruch nehmen müssen, so wenig dürfen wir sie hier voraussetzen. Die Kieselsäure-Absätze heisser Quellen sind Opal oder opalähnliche Gebilde; in welchem Masse sie in dieser Form in den ungarischen Trachytgebirgen angehäuft sind, soll unten gezeigt werden; ganze Thalkessel wurden durch die Absätze von Geysiren und Thermen ausgefüllt. Aber abgesehen davon, dass in den Erzgängen niemals Opal, sondern nur dichter Quarz vorkommt, sind auch jene Ablagerungen niemals von den Substanzen begleitet, welche neben dem Quarz die Erzgänge erfüllen. Heisse Quellen, welche in einem so weiten Gebiet alle auch noch so mächtigen Spalten mit einer überall vollkommen gleichen Reihenfolge von Mineralgebilden zu erfüllen vermöchten, müssten natürlich die Folge eines weit verbreiteten und überall gleichen unterirdischen Processes, zum Beispiel der vulcanischen Thätigkeit, sein. Der constante Wechsel des Absatzes würde sich aber selbst dadurch noch kaum erklären lassen. Vor Allem aber müssten sich irgend wo am Ausgehenden der Gänge mächtige Massen der gelösten Substanzen angehäuft haben, Kiesel-sinter und Opal müssten oft weithin die Abhänge bedecken. Aber davon ist niemals eine Spur vorhanden, die Masse schneidet scharf am Ausgehenden ab. — Auch diese Art der Ausfüllung der Gänge dürfen wir nach allen dem für unsere Erzlagerstätten nicht annehmen.

Die dritte Art der Ausfüllung hingegen, die durch Sublimation aus der Tiefe, ist es, für welche alle Erscheinungen sprechen. Sie ergibt sich aus jeder möglichen Combination der beobachteten Thatsachen von selbst und es lässt sich nicht ein einziges Bedenken gegen sie aufstellen. Folgen wir zunächst dem einfachen Hergang, wie er sich aus dem Inhalt der Gänge ergibt. Es ist klar, dass weder die Kieselsäure noch die Schwefelmetalle als solche sublimiren konnten, sondern dies nur in ähnlichen Verbindungen möglich war, wie sie aus thätigen Vulkanen entwichen. Dies führt uns zur Annahme einer

1. ERSTEN PERIODE der Sublimationen von Fluor- und Chlorverbindungen.

Es gibt in den Erzgängen nicht eine einzige Substanz, welche nicht in dieser Form in den Spalten aufwärts dringen konnte. Bei der Erklärung des Vorganges gehen uns besonders die schönen Versuche von Daubrée ¹⁾ an die

¹⁾ Recherches sur la production artificielle des minéraux des familles des silicates et des aluminates par la réaction des vapeurs sur leurs roches. — Bull. Soc. géol. (II. S.), f. XII. p. 299—306; 19. Febr. 1855.

Hand; wir folgen, auf sie und bekannte Thatsachen gestützt, den einzelnen gasförmigen Verbindungen.

Chlorsilicium und Fluorsilicium. — Diese beiden Verbindungen konnten, wenn sie gasförmig entwichen, zwar auf das Nebengestein der Spalten keinen Einfluss ausüben, mussten aber, wenn sie in der Höhe mit Wasser oder Wasserdämpfen in Berührung kamen, zersetzt werden, ersteres in Kieselsäure und Chlorwasserstoffgas zu gleichen Theilen, letzteres in 1 Aequivalent Kieselsäure und 1 Aequivalent Kieselfluor-Wasserstoffgas. Es konnte auf diese Weise eine bedeutende Ansammlung von Kieselsäure entstehen.

Freies Chlorwasserstoffgas und Fluorwasserstoffgas, für deren Vorhandensein kein absoluter Beweis vorliegt, mussten, falls sie den übrigen Gasen verbunden waren, hauptsächlich im höchsten Grade zersetzend auf das Nebengestein einwirken, welches ausschliesslich aus Silicaten bestehend, keiner anderen Säure leichter unterlag. Die Zersetzung musste aber bei der Basicität der Verbindungen, dem gänzlichen Mangel an freier Kieselsäure in dem ursprünglichen Gemenge, aber ihrer fortdauernden Zuführung durch die erstgenannten Gase, einen ganz anderen Weg einschlagen, als der vorhin bei dem ersten Stadium der Alaunsteinbildung beschriebene.

Chlormetalle und Fluormetalle. — Alle Metalle, welche man bisher als Ausfüllung der Gänge im Grünsteinrhyt gefunden hat, sind fähig, in Verbindung mit Chlor oder Fluor bei hinreichender Höhe der Temperatur gasförmig aufzusteigen. Besonders leicht konnte dies bei allen Fluorüren geschehen. Sobald aber die Gase in der Höhe mit Wasserdämpfen in Berührung kamen, musste die bekannte Zersetzung stattfinden, welche man der Entstehung des Eisenglimmers an den Rändern der Kanten und in den Spalten der Vulcane zu Grunde legt, es musste sich Chlor- oder Fluor-Wasserstoffsäure und eine Sauerstoffverbindung des betreffenden Metalls bilden, welche sich in Krystallen absetzte. Wo aber keine Wasserdämpfe vorhanden waren, mussten sich die Chlor- und Fluorverbindungen zum Theil dort niederschlagen, wo die Temperatur nicht mehr hinreichte um sie flüssig zu erhalten, zum Theil aber werden sie, besonders die Fluorverbindungen, zersetzend auf die Silicate des Nebengesteins gewirkt haben, so dass auch ohne Wasserdampf Sauerstoffverbindungen entstehen konnten.

Die vielgestaltige Wechselwirkung der einzelnen Vorgänge bei dem Aufsteigen der Fluor- und Chlorverbindungen wird sich erst durch eine Reihe der genauesten Untersuchungen und Experimente übersehen lassen.

2. ZWEITE PERIODE. Exhalation von Schwefelwasserstoffgas.

Um die so gebildeten Sauerstoff-, Chlor- und Fluorverbindungen der Metalle in Schwefelverbindungen zu verwandeln, musste nothwendig eine Periode folgen, in welcher schwefelige Gase aufstiegen. Schwefelsäure und schwefelige Säure hätten nicht die Wirkung hervorbringen können, welche wir beobachten, es hätten sich vielmehr schwefelsaure Salze bilden müssen, welche in primärer Form nicht vorkommen. Wir werden daher darauf geführt, Schwefelwasserstoffgas anzunehmen, welches die Umwandlung in Schwefelmetalle hervorbrachte. Wahrscheinlich war dasselbe schon wenigstens dem letzten Theil der Fluor- und Chlorexhalationen verbunden und wirkte unmittelbar auf die eben entstehenden Verbindungen ein. Dafür spricht insbesondere die Menge des dem quarzigen Gangmittel eingesprengten Eisenkieses. Auf die Kieselsäure selbst war natürlich der Schwefelwasserstoff ohne Einfluss; aber indem schon zur Zeit ihres allmähigen

Absatzes aus den Fluorkiesel- und Wasserdämpfen der Schwefel von jenem an die ihm am wenigsten verwandten Metalle trat, konnten diese in kleinen isolirten Krystallen in dem Quarz zurückbleiben, auch wohl in unendlicher Feinheit denselben regelmässig durchdringen. — In einigen Gegenden war ein Theil des Schwefels durch Tellur substituirt.

3. DRITTE PERIODE. Einwirkung der atmosphärischen Gewässer.

Bei dem Niederschlag der secundären Gebilde, der Sulfate und Carbonate, ist die Einwirkung des Wassers ausser allem Zweifel; allein wir müssen sie bereits vorher voraussetzen. Es ist nicht zu erwarten, dass sich durch blosser Sublimationen die regelmässige Reihenfolge einzelner Krystallschichten der Schwefelmetalle bilden konnte, dass der Quarz in grossen Drusen frei in Hohlräumen auskrystallisirte, dann von jenen bedeckt wurde und dass jedes einzelne Metall seine besondere Lagerstätte fand. Dies Alles konnte nur durch die Thätigkeit des Wassers bei Abschluss der atmosphärischen Luft geschehen; es löste die einzelnen Schwefelmetalle je nach ihren Löslichkeitsgraden und dies musste wegen der ungemein geringen Löslichkeit vor allen lange Zeit hindurch dauern. Es setzte sie in dem betreffenden Gänge ab, jedes in der seinem Löslichkeitsgrad entsprechenden Periode, und zwar dort, wo es leichter lösliche Stoffe-vorfand, die aus dem stark zersetzten Nebengestein leicht zugeführt werden konnten. Es ist kein Grund vorhanden, wesshalb dieser Vorgang nicht schon während der Schwefelwasserstoffgas-Exhalationen hätte stattfinden können; das im Wasser gelöste Gas musste zur Verwandlung der Oxyde in Schwefelmetalle beitragen. Nur so lässt sich die Anordnung der einzelnen mineralischen Substanzen in den Gängen genügend erklären, sowie die Erfüllung einzelner Gänge von bestimmtem Alter der Aufspaltung mit einem einzigen Schwefelmetall. Erst nachdem die Schwefelwasserstoff-Exhalationen ihr Ende erreicht hatten und die Schwefelmetalle in der bis jetzt erhaltenen Art in den Gängen abgesetzt worden waren, folgte der Absatz von Sauerstoffsalzen. Die Schwefelverbindungen mussten in den Theilen, welche zunächst den Ausgehenden waren, zu Sulfaten oxydirt werden, wie dies noch jetzt oft bis zu beträchtlicher Tiefe beobachtbar ist. Die Gewässer setzten sie in Krystallen dort allmähig ab, wo einerseits noch Raum dazu vorhanden war, andererseits leichter lösliche Zersetzungsproducte sich ihnen zur Aufnahme darboten. Dies war zunächst in den grossen Höhlungen der Fall und wir finden daher in ihnen die Sulfate angehäuft, fast ausschliesslich Schwerspath, da die leicht löslichen schwefelsauren Metalloxyde weiter fortgeführt wurden. Diese Periode hat noch nicht ihr Ende erreicht, noch jetzt werden ununterbrochen schwefelsaure Salze von den Tagewässern ausgelaugt. — Das Dritte, was die letzte Periode auszeichnet, ist die Bildung kohlensaurer Salze, welche stets als das Innerste der Raumauffüllung allen anderen Krystallen aufsitzen. Wie sich aus der leichten Oxydirbarkeit der Schwefelmetalle zu schwefelsauren Salzen und aus der Verwandtschaft der Schwefelsäure zu Kalk und Eisenoxyd, den Hauptbasen der Carbonate, schliessen lässt, sind diese letzteren nur eine seltene und auf gewisse Gänge beschränkte Erscheinung.

3. Allgemeine Resultate.

Die Umbildung des Rhyolithes in Alaunstein und die Entstehung der edlen Erzlagerstätten im Trachytgebirge führen nach dem Vorigen Beide auf die gleiche

Reihe von Erscheinungen. Dort hatten wir es mit einer Zersetzung an Ort und Stelle, hier mit der Ablagerung der Producte einer anderswo geschehenen Zersetzung zu thun. Das Endergebniss ist bei beiden Vorgängen ein wesentlich verschiedenes und doch nöthigt es zu gleichen Voraussetzungen. Bei der Alaunsteinbildung wurden wir zu Annahme einer ersten Periode geführt, welche durch Fluorgase ausgezeichnet war; nur diese lassen sich in ihren Wirkungen noch jetzt erkennen; wenn sie von Chlorverbindungen begleitet waren, so hat doch die Einwirkung derselben nicht so deutliche Spuren hinterlassen können. Es hatte sich ferner eine zweite, in ihrem Beginn wahrscheinlich mit dem Ende der vorigen gleichzeitige Periode ergeben, in welcher Schwefelsäure eine Hauptrolle spielt; wir mussten es aber unentschieden lassen, ob es wirklich schwefelsaure Dämpfe waren, welche aus der Tiefe in den Spalten aufstiegen und das Fluor aus seinen Verbindungen verdrängten oder ob die Schwefelsäure erst durch die Oxydation schwefeligsaurer Dämpfe bei Gegenwart von Wasserdämpfen und atmosphärischer Luft oder durch Oxydation von Schwefel entstand, welcher durch das gleichzeitige Entweichen von schwefeliger Säure und Schwefelwasserstoffgas sublimirte. In allen Fällen spielt aber Schwefel die Hauptrolle bei dem zweiten und letzten Act der Alaunsteinbildung. Hiermit war der Alaunfels fertig vorhanden. Alle weiteren Vorgänge gingen ohne erkennbare Spuren an ihm vorüber, daher ist kein fernerer Aufschluss zu erhalten.

Ebenso hatte die Bildung der Erzgänge auf eine erste Periode schliessen lassen, welche durch die Exhalationen von Fluor- und Chlorverbindungen charakterisirt war; allein hier entwichen nicht mehr Fluorwasserstoff und Chlorwasserstoff, sondern die flüchtigen Verbindungen mit Silicium und mit verschiedenen Metallen. Nach dieser ersten Periode liessen auch hier alle beobachtbaren Erscheinungen auf eine zweite schliessen, in welcher Schwefel den wesentlichsten Bestandtheil der Exhalationen bildete; aber in den Spalten der Erzgänge liess sich in keiner Weise eine andere Verbindung, als Schwefelwasserstoff, voraussetzen. — Während sich bei der Alaunsteinbildung kein Anhalt zu Schlüssen über die weiterhin folgenden Perioden bietet, stellte sich bei den Erzgängen noch deutlich eine dritte Periode heraus, in welcher aber nur die Zersetzung des Bestehenden auf ganz gewöhnlichem Wege stattfand, und von der keine Spuren irgend welcher besonderer Vorgänge vorhanden sind.

Es drängte sich bei den Schlüssen auf diese Erscheinungen eine Reihe von Fragen auf, deren Lösung zugleich der Probierstein für die Annehmbarkeit der Schlüsse und die Richtigkeit unserer Theorien ist. Es sind dazu folgende Gegenstände näher zu erörtern:

1. Der Ursprung der Gase und der Grund ihrer Exhalation.
2. Die Verschiedenheit der Exhalation bei dem Alaunstein und bei den Erzlagerstätten.
3. Die Frage, ob die Exhalationen mit dem Schwefelwasserstoff ihr Ende erreichten oder noch in anderer Weise weiter fortsetzten.

1. Was den Ursprung der Gase betrifft, so kann darüber kaum ein Zweifel sein. Die Rhyolitheruptionen zeigten sich einer rein vulcanischen Thätigkeit verbunden und es ist eine längst bekannte Thatsache, dass die Exhalation von Gasen aus den Kratern wie aus Spalten eine Hauptphase derselben bildet. Bei einer so intensiven vulcanischen Thätigkeit, wie sie in Ungarn herrschte, musste auch dieser Process in besonders intensivem Maasse von Statten gehen und es wäre wohl wunderbar, wenn er keine Spuren hinterlassen hätte. Der Alaunstein aber befindet sich allenthalben an den Herden der vulcanischen Thätigkeit selbst, er

ist aus den Gesteinen entstanden, welche das unmittelbare Product der letzteren waren, und sein Verbreitungsbezirk scheint mit dem Verbreitungsbezirk der Einwirkung vulcanischer Gase auf Rhyolithgesteine zusammen zu fallen. Dass es gerade Chlor- und Fluorgase waren, welche in der ersten Periode entströmten, dürfte wohl seine nächste Erklärung in dem Gehalt des Meerwassers an Chlor- und Fluorverbindungen und in der Art der vulcanischen Thätigkeit finden. Wenn das Meerwasser durch die Spalten der submarinen Vulcane ununterbrochen in die Tiefe dringen konnte, so mussten die geschmolzenen Massen daselbst wie ein Destillationsapparat wirken; die Wasserdämpfe entströmten in Massen, die Salze blieben in der Tiefe und mussten, eben so wie das Wasser, zum Theil nach Forchhammer's schönen Versuchen zur leichteren Schmelzung der halbflüssigen Massen beitragen, zum Theil die Bildung neuer Verbindungen veranlassen, unter denen Chlorwasserstoff und Fluorwasserstoff, wie sich durch verschiedene Combinationen leicht erweisen lässt, vorwaltend waren. Ihre Exhalation wird so lange fortgedauert haben als das Meerwasser Zugang zu den glühenden Tiefen hatte; dann mussten sie nothwendig ihr Ende erreichen. Warum nachher Schwefelverbindungen entwichen und woher der Schwefel zu diesen gekommen ist, dies dürfte wohl schwer festzustellen sein. Hier müssen wir uns an die einfache Beobachtung halten. — Dass in beiden Perioden Wasserdämpfe als Begleiter auftraten, schien sich aus den angeführten Thatsachen zu ergeben. Der Ursprung von diesen ist wohl leichter zu erklären.

Die Gasexhalationen, welche bei der Bildung der Erzgänge stattfanden, haben ebenfalls ihren Ursprung in der vulcanischen Thätigkeit, welche bei den Rhyolitheruptionen herrschte. Die Aufspaltung der Gesteinsmassen liess sich nur auf diese Periode zurückführen und nur aus den Wirkungen der vulcanischen Thätigkeit selbst erklären. Eben so können die Gasausströmungen nur mit ihr in Zusammenhang gebracht werden.

Wenn so die Alaunbildung und die Ausfüllung der edlen Erzgänge uns auf die Annahme von Gasexhalationen führen, diese aber wiederum auf die Voraussetzung einer vulcanischen Thätigkeit, so verlangt umgekehrt das sichere Resultat, dass eine solche in der Tertiärzeit stattgefunden hat, gerade solche Erscheinungen, wie diejenigen, von denen wir ausgingen. Es stimmt also hier Alles auf das Genaueste zusammen und es können eben so wenig über das einstige wirkliche Vorhandensein von Gasexhalationen Zweifel herrschen, wie über ihren Ursprung.

2. Weit schwieriger ist die zweite Frage zu lösen, warum in den später zu Erzgängen erfüllten Spalten im Grünsteintrachyt andere gasförmige Verbindungen aufstiegen als im Rhyolith. In diesem setzt nie ein Erzgang auf. Alles wirkte nur auf Zerstörung und Umbildung hin, in jenem hingegen ist von blosser Zerstörung und Umbildung selten etwas wahrzunehmen, sondern die Gase bewirkten vielmehr den Absatz fremder Stoffe, welche sie mitführten. Dieser wesentliche Unterschied dürfte seinen nächsten Grund in einem ganz äusserlichen Umstand haben. Wenn man nämlich die Krateröffnungen als Centra der vulcanischen Thätigkeit mit Zonen umgibt oder solche längs der Züge jener Oeffnungen anlegt, so befinden sich die Alaunlagerstätten in der innersten Zone, die Erzlagerstätte in einer ferner abgelegenen. So sehr sie an die Nachbarschaft der Rhyolithen gebunden sind, trifft man sie doch immer erst in einiger Entfernung von den Kratern oder, wenn sie, wie bei Telkibánya, in deren Nähe auftreten, so haben doch mehrere Perioden der vulcanischen Thätigkeit stattgefunden, in deren letzter das Gebiet der Erzgänge bereits in eine seitab gelegene Zone fiel. Die ursprüngliche Lagerstätte der Rhyolithmassen erstreckt sich natürlich auch unter der weiteren

Zone fort, eben so der ursprüngliche Herd der vulcanischen Thätigkeit, das heisst der allgemeine Herd, wo das Wasser eindrang und mit den heissen Massen gleichsam verschmelzen musste. Die Kratere sind nur die Oeffnungen, wo die Dämpfe entweichen. Es konnten sich daher Fluor- und Chlorverbindungen auch weiterab ansammeln, um dann, sobald eine Aufspaltung des darüber lagernden Gebirges erfolgte, zu entweichen. Die Wasserdämpfe konnten dann zum mindesten nicht mehr eine so bedeutende, vielleicht gar keine Rolle mehr spielen.

Ein zweiter Umstand, welcher beide Lagerstätten wesentlich unterscheidet, ist, wie erwähnt, das Gestein, in welchem sie auftreten. Die Erzgänge sind durchaus an Grünsteintrachyt gebunden; die Gase vermochten sie weder im Rhyolith noch im grauen Trachyt hervorzubringen. Es muss also, wie die Quelle des Chlors und Fluors allein der vulcanischen Thätigkeit angehört, so die Quelle der Metalle allein in dem Grünsteintrachyt selbst liegen; er gab zu allen gasförmigen Verbindungen das elektropositive Element. Die Metalle müssen also ursprünglich in ihnen im feinvertheilten Zustand vorhanden gewesen und durch eine überaus starke und durchgreifende Zersetzung ausgezogen und concentrirt worden sein. In der That zeigt kein tertiäres Eruptivgestein von Ungarn so auffallende Spuren eines bedeutenden Erzgehaltes wie der Grünsteintrachyt. Die Verwitterung greift in ihm ausserordentlich tief ein, wie dies so oft bei erzeichen Gesteinen der Fall ist; er bekommt zuerst eine dicke dunkelbraune Verwitterungsrinde, die allmählig rostgelb wird. Das Gestein hat ferner ein bedeutendes specifisches Gewicht und man bemerkt in ihm nicht selten eine Menge fein eingesprengter Eisenkieskörner. Die „grauen Trachyte“ besitzen mit Ausnahme einer zu ihnen gehörigen rothen Abänderung, welche leicht und dickschalig verwittert, keine der genannten Eigenschaften. Sie haben eine dünne weisse Verwitterungsrinde und wenn die basischen Gesteine durch bedeutendes Gewicht Erzreichthum verkünden, so ist es wesentlich Titaneisen. Um den Unterschied, der sich jetzt mehr ahnen als bestimmt aussprechen lässt, zu beweisen, müssen die Mittel der chemischen Analyse noch bedeutend vervollkommenet werden; denn es handelt sich hier um die Bestimmung unendlich geringer Spuren. Wenn der Grünsteintrachyt sie enthält, so können sie durch so grossartige und lange andauernde Mittel, wie sie der Natur in der vulcanischen Thätigkeit zu Gebote stehen, auch concentrirt werden. Er bedarf dazu nur der Chlor- oder Fluorverbindungen des Meerwassers. Wenn diese an dem unterirdischen Sitz der vulcanischen Kräfte bei hoher Temperatur und unter hohem Druck mit dem Grünsteintrachyt verschmolzen, so wurden die Alkalien und Erden in Fluorsilicate verwandelt, während die Kieselsäure und die Metalle in flüchtigen Verbindungen aufsteigen konnten, also gerade diejenigen Substanzen, welche wirklich in den Gängen vorkommen. Dass der Grünsteintrachyt alle die verschiedenen Metalle in zwar geringer aber doch in ursprünglicher Mengung enthält, ist kein Ausnahmefall; denn wenn Erzgehalt überhaupt ein auszeichnendes Merkmal von Hornblende- und Gabbrogesteinen ist, so sind doch unter diesen ganz besonders diejenigen Varietäten reich davon, welche man seit alter Zeit als Grünsteine bezeichnet hat. Die Diorite und die Dioritporphyre sind bekannte Erzführer und wenn sie es sehr häufig auch nicht sind, so mag eben derselbe Grund obwalten, wie in Ungarn bei denjenigen Grünsteintrachyten, welche fern von vulcanischer Thätigkeit sind: es fehlte die Gelegenheit zur Concentrirung der Erze. Wo Zersetzung in grossartigem Maassstab stattfand, da fehlt auch nicht der Reichthum an ganz besonderen Erzen, so in den Serpentininen, die sich doch mehr und mehr als Umwandlungsproducte älterer Grünsteine herausstellen.

Die Hauptwirkung der Chlor- und Fluorgase bestand also dort, wo sie im Grünsteintrachyt aufstiegen, hauptsächlich darin, dass sie die in der Masse des Gesteins sparsam zerstreuten Erze sammelten und in flüchtigen Verbindungen nach bestimmten Canälen führten, in denen theils durch die niedrigere Temperatur, theils durch hinzutretende Wasserdämpfe ein Niederschlag stattfand.

Die den genannten Gasen folgende Exhalation von Schwefelwasserstoffgas müssen wir auch bei diesem Process als eine aus der Beobachtung sich ergebende Thatsache hinnehmen, ohne dass wir für sie eine bessere Herleitung finden könnten, als dies bei den thätigen Vulkanen möglich ist.

Die Umwandlung des Rhyoliths in Alaunfels und die Bildung der Erzgänge im Grünsteintrachyt beruhen nach alledem auf einem und demselben Vorgang; beide haben ihre Quelle in den der vulcanischen Thätigkeit verbundenen Gasexhalationen. Ihre verschiedenartige Wirkungsart beruht theils in der verschiedenen Entfernung des Sitzes der Exhalationen an den Centralpuncten der vulcanischen Thätigkeit, theils in der verschiedenen chemischen Zusammensetzung der Gesteine, in welchen die Gase sich entwickelten und aufstiegen.

Für die Reihenfolge der Exhalation von Gasen während der vulcanischen Thätigkeit, welche den Rhyolitheruptionen der Tertiärzeit in Ungarn verbunden war, erhalten wir aus der Reihe der dargestellten Thatsachen und Vorgänge nur das Eine Resultat, dass im Anfang derselben zwei Perioden zu unterscheiden sind:

a) eine Periode, in welcher Fluor- und Chlorgase die Hauptrollen spielten.

b) eine Periode, in welcher vorwaltend schwefelhaltige Gase, wahrscheinlich am meisten Schwefelwasserstoff, ausströmten.

3. entsteht nun die Frage, ob damit die Gasausströmungen beendet waren, oder ob sie in einer Weise fort dauerten, in der sie auf die mehrerwähnten zweierlei Vorgänge ohne Einfluss blieben. Wir müssen uns zur Lösung dieser Frage nach dem weiteren Bereich der Erscheinungen umsehen und diese ergeben mit Sicherheit noch eine dritte Periode von Exhalationen, welche durch Kohlensäure bezeichnet ist. Um die Wirkungen dieses Gases in früheren Zeiten nachzuweisen, sind eingehendere Untersuchungen nothwendig; die Beweise für ihr Vorhandensein liegen aber näher, da noch jetzt ununterbrochen Kohlensäure in der Nähe des Schauplatzes der einstigen vulcanischen Thätigkeit ausströmt. Es ist bekannt, dass eine ausserordentliche Anzahl von Kohlensäuerlingen am Südfuss der Karpathen auftritt. Sie sind an den Rändern und im Innern des breiten Ringgebirges verbreitet, welche das siebenbürgische centrale Miocenhügelland einfassen. Sie setzen fort in der Marmarosh und in allen Thälern, welche in der gesammten Breite des Karpathischen Waldgebirges auftreten; eben so begleiten sie im intensivsten Maasse dessen Abfall gegen die Ebene. Sie setzen zu beiden Seiten des Eperies-Tokayer Gebirges fort und sind in ungemein grosser Anzahl in dem Gebirgslande von Nordwest-Ungarn verbreitet. Es scheint überflüssig hier auf eine nähere Detaillirung dieser interessanten Verhältnisse einzugehen. Skizzirungen derselben in kleinen Gegenden sind häufig versucht worden und ein Zusammenfassen der Bearbeitung dürfte wohl bei dem allgemeinen Interesse, welches jetzt der Gegenstand gewonnen hat, einer nahen Zukunft vorbehalten sein. Warme Quellen gibt es gar nicht mehr; ihre Temperatur übertrifft kaum irgendwo die mittlere Temperatur des Ortes und dies dürfte darauf hinweisen, dass die ausgedehnten Quellenbildungen bereits in einem weit vorgeschrittenen Stadium, die Kohlensäure-Exhalationen bereits in ihrem letzten begriffen und nur noch schwache Ueberreste der einst so mächtigen vulcanischen Thätigkeit sind. Viele von den Quellen gehören zwar

zu den stärksten bekannten Sauerlingen, aber ein freies Ausströmen ist nur von äusserst wenigen Orten bekannt. In unbedeutendem Maasse findet es in der Gegend von Rodna statt, in sehr erheblichem bei Kovászna in der Nähe von Kronstadt.

In dieser Kohlensäureperiode scheint aber nicht mehr wie früher blos der Vulkanismus der Rhyolitheruptionen seine Wirkung zu äussern, sondern die gesammte eruptive Thätigkeit während der Tertiärperiode nachzuwirken. Denn während die Spuren der Fluor-, Chlor- und Schwefelgase auf den früher angegebenen engen Umkreis beschränkt sind, haben die Kohlensäuerlinge eine ausserordentliche Verbreitung, deren Grenzen mit denen der grossen Ellipse des Eruptionsgebietes, welchem Ungarn angehört, ungefähr parallel sind. Man kennt sie nicht nur aus allen Gegenden am Südabhang der Karpathen, sondern sie brechen auch noch am Nordabhang hervor und beweisen, welche ungemein bedeutende Einwirkung auf die Eröffnung von unterirdischen Communicationswegen die tertiären Eruptivgesteine in weitem Umkreis ausübten. — Das Quellengebiet der Karpathen gewinnt in hohem Grade an Interesse, wenn man es mit seiner Fortsetzung durch das ganze mittlere Deutschland vergleicht bis zu jener Gegend am Niederrhein, wo das gesammte Eruptivgebiet sein Ende erreicht. Hier sind bekanntlich warme Quellen häufig und dies bildet einen eben so auffallenden Gegensatz zu dem oberungarischen Quellengebiet als die basaltischen Eruptionen in Mitteldeutschland im Vergleich zu den trachytischen in den Karpathen. Ich suchte früher zu zeigen, dass der Basalt in unserem Eruptionsgebiet jünger als die Rhyolithe und weit jünger als die Trachyte ist. Ob es nur dieser Umstand ist, welcher das häufige Auftreten warmer Quellen in dem basaltischen Mitteldeutschland veranlasst, oder ob geologische Eigenthümlichkeiten hinzutreten, muss Gegenstand der Hypothese bleiben. Aber auffallend ist es, dass südlich von den Karpathen schon im mittleren Ungarn, wo die Basalte herrschend werden, warme Quellen auftreten, so zum Beispiel die bekannten von Ofen, und dass sie im südlichen Ungarn allenthalben in Gebirgsgegenden und an deren Rändern vorkommen, wo Basalte in der Nähe sind. Mehadia und die Thermen im Vajdahunyader Thal sind die letzten; hier sind aber auch von Westen her die letzten Basalte. Für den nordwestlichen Theil unseres Eruptionsgebietes scheint nach alledem das Gesetz, dass die Thermen an die Gebiete der Basalte, als dem jüngsten Eruptivgebilde, in denselben gebunden sind, allgemeine Giltigkeit zu haben.

Blicken wir auf den Bereich der beobachteten Thatsachen zurück, so ergeben sich für die vulcanische Thätigkeit, welche in der Miocenperiode am Rande der ungarisch-siebenbürgischen Trachytgebirge herrschte, drei Perioden von Gasexhalationen, deren erste durch Fluor und Chlor charakterisirt ist, während in der zweiten Schwefel, in der dritten Kohlenstoff die Hauptrolle spielt. Fluorwasserstoff, Chlorwasserstoff und Schwefelwasserstoff sind wahrscheinlich die vorherrschenden Gase in der ersten und zweiten, Kohlensäure ist sicher das vorherrschende Gas in der dritten und letzten Periode. Es fand also damals dieselbe Reihenfolge statt, welche Boussingault in den Anden, Bunsen auf Island und Deville speciell für Unteritalien und allgemeiner als ein sicher festgestelltes Gesetz für einen grossen Theil der jetzt thätigen Vulcane nachwies.

I n h a l t.

	Seite
I. Allgemeine Uebersicht	[1] 153
II. Die Gesteine der Rhyolithgruppe	[12] 164
I. Petrographisches Verhalten	[13] 165
1. Unter normalen Verhältnissen erstarrte Rhyolithe.....	[13] 165
a) Eingemengte Krystalle.....	[14] 166
b) Grundmasse.....	[16] 168
2. Natürliche Gliederung der Familien des Rhyoliths.....	[18] 170
3. Abänderungen nach der Structur	[19] 171
A) Hyaline Structur	[20] 172
1. Gesteinselemente	[20] 172
a) Grundmasse	[20] 172
aa) (Masse homogen.) Obsidian-Grundmasse	[21] 173
bb) (Masse schaumig aufgebläht.) Bimssteinstructur	[22] 174
cc) (Masse regelmässig concentrisch, Lamellar abgesondert.) Perlit-Grundmasse	[24] 176
b) Einschlüsse	[25] 177
aa) Krystalle	[25] 177
bb) Sphärolite	[26] 178
cc) Lithophysen	[28] 180
dd) Opalartige Einschlüsse	[30] 182
2. Verbindung der Gesteinselemente	[31] 183
3. Abänderungen der hyalinen Gesteine nach den Continuitätsverhältnissen ..	[32] 184
B) Felsitische Structur	[36] 188
a) Grundmasse.....	[37] 189
b) Einschlüsse	[38] 190
c) Verbindung der Gesteinselemente	[38] 190
II. Geognostisches Verhalten	[40] 192
1. Eruptionsformen	[40] 192
2. Lagerungsformen	[44] 196
a) Gänge	[45] 197
b) Ströme	[45] 197
c) Schichtungsglieder	[46] 198
d) Kuppen	[46] 198
3. Reihenfolge der Eruptionen.....	[47] 199
4. Erscheinungen, welche die Eruptionen des Rhyoliths begleiteten	[51] 203
III. Genetischer Zusammenhang mit anderen Eruptivgesteinen	[53] 205
IV. Veränderungen der Rhyolithgesteine durch äussere Einflüsse nach der Eruption (Mühlsteinputhr, Alaunfels, Porzellanerde)	[59] 211
V. Verbreitung des Rhyoliths	[61] 213
1. Ungarn und Siebenbürgen	[61] 213
a) Das siebenbürgische Erzgebirge	[61] 213
b) Trachytgebirge der Hargitta	[62] 214
c) Vihorlat-Gutin-Trachytgebirge	[63] 215
d) Eperies-Tokayer Trachytgebirge	[64] 216
e) Schemnitzer Trachytgebirge	[65] 217

	Seite
f) Matra-Gebirge.....	[66] 218
g) Visegrader Trachytgebirge	[67] 219
2. Steiermark	[67] 219
3. Euganeen.....	[68] 220
4. Ponza-Inseln	[68] 220
5. Liparische Inseln.....	[71] 223
6. Griechische Inseln	[72] 224
7. Klein-Asien	[72] 224
8. Trachytgebirge im westlichen Europa	[73] 225
9. Island.....	[74] 226
10. Weitere Verbreitung des Rhyoliths	[74] 226
III. Die Gesteine der Trachytgruppe	[75] 227
IV. Die edlen Erzlagerstätten in den ungarisch-siebenbürgischen Trachytgebirgen	[79] 231
I. Lagerstätten.....	[80] 232
Gegend von Nagybánya.....	[80] 232
Edle Erzlagerstätten im Eperies-Tokayer Trachytgebirge	[95] 247
II. Allgemeine Verhältnisse.....	[97] 249
V. Ueber die Gasexhalationen, welche mit der vulcanischen Thätigkeit der Tertiärzeit in Ungarn und Siebenbürgen verbunden waren	[102] 254
1. Schlüsse aus der Alaunbildung	[104] 256
Lagerstätte des Alaunfelsens von Bereghszász	[108] 260
Theorie der Alaunbildung.....	[109] 261
2. Theorie der trachytischen edlen Erzlagerstätten und Folgerungen aus denselben	[116] 268
1. Erste Periode der Sublimationen von Fluor- und Chlorverbindungen..	[117] 269
2. Zweite Periode. Exhalation von Schwefelwasserstoffgas	[118] 270
2. Dritte Periode. Einwirkung der atmosphärischen Gewässer	[119] 271
3. Allgemeine Resultate.....	[119] 271