

# **Der Basalt von Ottendorf in Oesterreichisch-Schlesien.**

Von **Budolf Scharizer.**

Mit einer Tafel (Nr. XI).

Der Ottendorfer Basalt wurde zum Gegenstand einer mineralogischen Untersuchung gewählt, weil das Gestein dieser Localität Studien sowohl über die allmälige Umwandlung des Gesteines, wie auch der einzelnen dasselbe constituirenden Minerale ermöglicht. Der Basalt kommt daselbst in zwei Modificationen vor. In den unteren Regionen des Basaltlagers ist das Gestein dicht und relativ frisch, in den oberen hingegen porös und schon etwas zersetzt. Ausserdem kommen noch an derselben Localität rothe bolartige Zersetzungsproducte, Pseudomorphosen und Contactphänomene vor. Mit Rücksicht auf diese paragenetischen Verhältnisse des untersuchten Materiales, dessen wichtigste Belegstücke sich nunmehr in der Sammlung des mineralogischen Universitätsmuseums befinden, gliedert sich auch die Arbeit in drei Abschnitte:

**A.** Das Vorkommen des Basaltes und seine mineralogische Constitution.

**B.** Die hydatogene Umwandlung des Basaltes und ihre Endproducte: die Hydrosilicate der Thonerde und Kalkcarbonate.

**C.** Die pyrogene Umwandlung des Grauwackensandsteines und die Constitution der Contactzone.

Dass die Untersuchung möglich wurden, verdanke ich vorerst meinem verehrten Vorstande Herrn Professor Dr. A. Schrauf, welcher mir während meiner Arbeit stets mit Rath und That zur Seite stand. Ferners bin ich auch den Herren Gymnasialprofessoren Emanuel Urban in Troppau und Hanns Girlinger in Freudenthal zu grossem Dank verpflichtet. Beide Herren begleiteten mich auf meinen Excursionen und unterstützten mich freundlichst mit ihrer Localkenntniss.

## **A. Das Vorkommen des Basaltes und seine mineralogische Constitution.**

### **I. Geologische Verhältnisse.**

Die Vorkommnisse plutonischer Gesteine im westlichen Theile von Oesterreichisch-Schlesien (Troppauer Kreis) lassen sich in Bezug auf

ihre Lage und ihr tektonisches Verhalten in zwei wesentlich verschiedene Gruppen theilen.

Die erste Gruppe bilden drei noch gut erhaltene vulcanische Kegelberge.<sup>1)</sup> Der schlackige Charakter der braunrothen Lava, das Vorkommen schön entwickelter Bomben, sowie auch die Porosität des daselbst anstehenden schwarzen Basaltes lassen deutlich erkennen, dass dieselben Aufschüttungskratere wirkliche Eruptivpunkte sind. Der bedeutendste unter ihnen erhebt sich auf mährischem Gebiete unweit von Hof am rechten Mohraufer. Es ist dies der 765 Meter hohe Rautenberg.<sup>2)</sup> In nordwestlicher Richtung folgen dann der Venusberg (652 Meter) bei Messendorf und der fast ebenso hohe (676 Meter<sup>3)</sup> Köhlerberg bei Freudenthal. Ausser diesen Genannten führt Albin Heinrich noch fünf untergeordnete Basaltkuppen an, von denen zwei, nämlich der Groergarten und Buchenhügel, nach seinen Angaben zwischen Rautenberg und Venusberg liegen, der Kuhberg, der Kreibischwald und der sogenannte Saunikelberg aber die südöstliche Fortsetzung dieser Vulcanreihe bilden.

Alle diese Basaltberge stehen offenbar auf einer einzigen tektonischen Spalte, welche auch orographisch durch die Tiefenfurche des oberen Mohralaufes gekennzeichnet ist. Wenn auch heute diese Vulcane erloschen sind, so bezeugen doch die im Mohrathale an einzelnen Stellen (Johannisbrunn, auch Bad Meltsch genannt) auftretenden Säuerlinge den einstigen vulcanischen Charakter dieser Gegend.

Schwieriger ist die tektonische Bedeutung jener Basaltkuppen festzustellen, welche am Aussenrande des sudetischen Gesenkes und schon theilweise im Bereiche der norddeutschen Diluvialebene liegen. Auf österreichischem Boden sind nur drei Kuppen bekannt. Die nordwestlichste befindet sich in der Nähe von Jägerndorf an der Grenze und zum grössten Theil schon auf preussischem Gebiete bei Komeise. Die zweite bildet die grosse und kleine Horka bei Stremplowitz, westlich von Troppau, und die letzte ist die Kamena hora oder der Steinberg bei Ottendorf.

An diesen Punkten tritt überall ein dichter schwarzer Basalt auf, welcher in seinem homogenen Grundmagma grosse Olivinkristalle ausgeschieden enthält. Allenthalben bildet er kleine, aus der Ebene aufragende Kuppen, aber nur die bei Ottendorf wird von den diluvialen Lehm- und Geschiebmassen<sup>4)</sup> ganz überdeckt. Sonst steht der äusserst harte Basalt in Form von abgerundeten Blöcken unmittelbar unter der Humusdecke an. In Ottendorf, wo das Basaltlager

<sup>1)</sup> Literatur: Albin Heinrich „Beiträge zur Kenntniss des mährischen Gesenkes“ J. d. g. R. V, p. 105 u. ff. Schmidt „Ueber erloschene Vulcane Mährens.“ J. d. g. R. IX. p. 10 u. ff.; ferner Verh. d. g. R. IX, p. 49 u. ff. Melion „Geologische Mittheilungen“ J. d. g. R. V, p. 386 u. ff. Urban „Ueber Basalte Schlesiens“ J. d. g. R. VI, p. 313. Ausserdem sind noch die älteren Werke von Oeynhausens und Faustin Enns zu erwähnen.

<sup>2)</sup> Eine Analyse des schwarzen Basaltes vom Rautenberg verdankt man Tschermak J. d. g. R. VIII, p. 760.

<sup>3)</sup> Diese Höhenangaben sind dem Werke K. Koristka's „Hypsometrie von Mähren und Oesterreichisch-Schlesien“ Brünn 1863, p. 104 u. 105 entnommen.

<sup>4)</sup> Aus diesen Lagen stammen die bekannten silurischen Kaikgeschiebe mit *Orthoceratites duplex* und *Lithuites*?

wegen der Benützung des Gesteines als Chausseematerial durch einen Steinbruch aufgeschlossen wurde, ist in den tiefer gelegenen Partien desselben eine säulenförmige Absonderung des Basaltes deutlich erkennbar. Die ziemlich mächtigen Säulen stehen vertical oder sehr schwach geneigt. Sigmund<sup>1)</sup> hält diese Basalthügel für Quellkuppen im Sinne Reyer's.

## II. Constitution des dichten Basanites.

§ 1. Analyse. Mit freiem Auge ist in dieser Mineralassociation nur der Olivin unterscheidbar. Derselbe bildet stets Krystalle von ungefähr demselben Habitus, wie sie Schrauf in seinem Atlas (*Chrysolith*, Fig. 22) abbildet. Ein Hammerschlag legt die Krystalle immer nur theilweise bloss; dieselben ganz von dem sie umhüllenden Basalte zu befreien, verhinderte einerseits die Härte des Gesteines, andererseits die Sprödigkeit der Olivine. Niemals waren Spuren einer Anschmelzung der Olivine an das Basaltmagma zu beobachten. Die Grösse der Olivinkrystalle variirt zwischen 2 und 10 Millimeter. Sie sind reich an Glaseinschlüssen, welche meist regelmässig angeordnet sind. Ausserdem findet man noch im Olivin Magnetitkörnchen und Partikelchen des basaltischen Grundmagmas eingeschlossen; letztere lassen deutlich erkennen, dass sie erst nach der Bildung der Olivinkrystalle in die Höhlungen derselben eingedrungen sind. Augit wurde nie als Einschluss im Olivin beobachtet. Ein Aggregat von Augitkrystallen umgab jedoch wie ein Rahmen einen Olivinkrystall (Fig. 2).

Die meisten Olivine zeigen schon die beginnende Umwandlung in Serpentin. Gewöhnlich besitzt der Serpentin ein feinfaseriges chrysolitähnliches Gefüge, wobei die einzelnen krystallinischen Elemente senkrecht auf einem schnurförmigen Mittelcanal, welcher den Verlauf des ursprünglichen Risses vorstellt, stehen; selten weist derselbe eine vom Infiltrationscanale divergent strahlige Anordnung seiner Theilchen auf (Fig. 1).

Das nächst wichtigste Mineral des Gesteins ist der gelbbraune Augit, welcher nur in winzigen, höchstens 1 Millimeter grossen Individuen vorkommt. Derselbe bildet leistenförmige oder polygonale Krystalle, häufig in Zwillingstellung, oft sogar zu morgensternartigen Aggregaten vereinigt. Auch er birgt Einschlüsse, welche aber ausschliesslich glasiger Natur sind. Dieselben sind im Centrum des Krystalles zahlreicher als gegen den Rand. Der Kern der Augite zeichnet sich auch stets durch einen dunkleren Farbenton aus.

---

<sup>1)</sup> Jahrb. d. g. Reichsanstalt XXXI, p. 218. Derselbe Autor erwähnt auch in seiner Arbeit den Basalt von Wüst-Polom. Dort kommt jedoch das schon sehr verwitterte Gestein gangförmig entwickelt vor. Der nur auf wenige Meter Länge blossgelegte Gang besitzt eine Mächtigkeit von circa 3 Metern und streicht von Nordwest nach Südost. Ein Fallen ist nicht zu beobachten. Der Basalt ist in kugelige Blöcke aufgelöst und besitzt die nämliche mineralogische Constitution, wie der Ottendorfer Basalt. Nur ist der Olivin schon ganz in Serpentin umgewandelt worden.

Der Magnetit ist durch das ganze Gestein ziemlich gleichmässig vertheilt und hat eine besondere Vorliebe, sich nächst den ausgeschiedenen Augitkrystallen anzuhäufen.

Aeusserst spärlich und ohne jede krystallographische Umgrenzung kommen, in der Grundmasse eingesprengt, rothbraune Lamellen vor, welche sich ziemlich scharf von der umgebenden Masse abheben, gelegentlich Dichroismus zeigen, daher als Biotitlamellen zu deuten sind.

Das scheinbar homogene Grundmagma erweist sich schon bei 200facher Vergrösserung als ein Aggregat winziger Krystalle: Augit, Anorthit und Nephelin.

Am häufigsten sind gelbbraune, leistenförmige, doppeltbrechende Mikrolithe, bei welchen das Extinctionsmaximum mit der Kante der grössten Entwicklung einen Winkel von  $52-55^{\circ}$  einschliesst. Bei eingeschalteter Quarzplatte zeigen sie lebhafte Farben. Es sind dies Augite.

Ihnen sind an Gestalt ähnlich die farblosen Kryställchen von Anorthit. Diese Bestimmung rechtfertigt sowohl die beobachtete Auslöschungsschiefe von  $34-37^{\circ}$ , wie auch die nachfolgende chemische Analyse.

Endlich sind noch sehr schwach doppeltbrechende, leistenförmige oder polygonal ausgebildete Mikrolithe vorhanden, deren Hauptschwingungsrichtung parallel zur Kante der längsten Entwicklung liegt. Bei gekreuzten Nikols sind die Kryställchen lichtblau durchscheinend; mit der Quarzplatte geben sie keinen Farbenwechsel; sie gehören einem einaxigen Minerale: dem Nephelin an.

Die Ausbildungsweise der mineralogischen Elemente dieses Basaltes zwingt zur Annahme, dass der Olivin entweder die allererste Ausscheidung aus der homogenen Grundmasse war oder in fertigen Krystallen vom basaltischen Magma mit an die Erdoberfläche gebracht wurde. Augit, Anorthit und Nephelin sind erst später ausgeschieden worden, u. z. dürfte dieser Namensfolge auch die Altersfolge dieser Minerale entsprechen. Dieselbe wird durch den in Figur 3 abgebildeten Einschluss vom basaltischen Grundmagma im Olivin bewiesen. An den Wandungen des Hohlraumes im Olivin hat sich zuerst eine dünne Schichte krystallisirten Augites angesetzt. Den übrigen Raum erfüllt der Nephelin mit einer grösseren, stark verquetschten Biotitlamelle.

Das Volumgewicht des Basaltes beträgt 3.150. Die chemische Constitution, auf die bei  $100^{\circ}$  getrocknete Substanz bezogen, ist auf Grund mehrerer Pauschanalysen<sup>1)</sup> im Mittel:

---

<sup>1)</sup> Nach der gewöhnlichen Methode der Pauschanalysen. Es wurde eine grosse Quantität des Gesteines gepulvert und dann aus dieser gut vermischten Masse die Substanz zu den Analysen entnommen.

## Analyse 1.

	Procente	Molecularverhältnisse
$SiO_2$	39.590	660
$Al_2O_3$	12.250	119
$Fe_2O_3$	10.148	63
$Cr_2O_3$	0.127	0.8
$FeO$	4.694	65
$CaO$	14.125	252
$MgO$	14.504	363
$K_2O$	0.760	8
$Na_2O$	1.892	31
$H_2O$	0.567	32
$CO_2$	0.891	20
$MnO$	Spur	
$NiO$		

---

 99.548<sup>1)</sup>

§ 2. Discussion der Analyse. Diese Basaltanalyse unterscheidet sich von den meisten bis jetzt publicirten Basaltanalysen durch den bedeutenden Magnesiagehalt, welcher mit dem Reichthum des Basaltes an Olivin im Zusammenhange steht. Das Verhältniss von Kali und Natron ist 1:3.875 und kommt dem von Rammelsberg für den Nephelin postulirten Molecularverhältnisse der einwerthigen Basen 1:5 ziemlich nahe. Die Bestimmung als Nephelinbasalt ist also zulässig, obwohl die überwiegenden Bestandtheile Augit und Olivin sind.

Die mineralogische Zusammensetzung des Basaltes sollen die nachfolgenden Tabellen erläutern. Bei der Austheilung der chemischen Bestandtheile wurden die beobachteten 0.567%  $H_2O$  nicht berücksichtigt, da sich diese geringe Menge Wasser durch die beginnende Serpentinisirung und Kaolinisirung theilweise erklären lässt. Der kohlen-saure Kalk kann als integrierender Bestandtheil des Basaltes angesehen werden; denn selbst das möglichst frische Gestein enthält häufig mit freiem Auge sichtbare Pünktchen von weissem Kalke eingeschlossen. Dennoch ist der Gedanke an eine partielle Infiltration von oben nicht ausgeschlossen, zumal diesen Basalt Kalkgeschiebe in nicht unbedeu-tenden Mengen überlagern.

Der bei dieser Austheilung<sup>2)</sup> sich ergebende Rest der Oxyde des Eisens wurde dem Magnetit zugewiesen. Die Zahl der Molecüle

<sup>1)</sup> Phosphorsäure ist im Basalt nicht nachweisbar.

<sup>2)</sup> Zum Behufe der Berechnung der Mineralconstitution wurden folgende be-gründete Annahmen gemacht:

Das Verhältniss von Eisenoxydul und Magnesia im Olivin wurde mit 1:10 angenommen, weil es Bořický in seinem Werke „Ueber Basaltgesteine Böhmens, (Landesdurchforschung Böhmens, II. Band, I. Abth., II Th., p. 29) für die basal-tischen Olivine als allgemein gültig aufführt und auch Rammelsberg (Handwörter-buch des chem. Theiles der Mineralogie 1841, II. Abth., p. 28) ausdrücklich sagt, dass bei den basaltischen Olivinen der verschiedensten Fundorte eine auffallende Uebereinstimmung im Gehalte der beiden Basen stattfindet, so dass die vorhandene Talkerde zehnmal so viel Sauerstoff enthält, als das Eisenoxydul. Kalkerde konnte im Olivin des Ottendorfer Basaltes nicht nachgewiesen werden.

entspricht jedoch nicht der Formel dieses Mineralen ( $FeO + Fe_2O_3$ ), wenn man, von der Anzahl der restirenden Eisenoxydmolecüle ausgehend, die Quantität von  $Fe_2O_3$  bestimmen wollte. Es stellt sich demnach heraus, dass der Percentsatz des Eisenoxyduls im Basalte trotz mehrfacher Bestimmungen doch vielleicht zu niedrig befunden wurde, oder dass eine geringe Menge des Eisens theils als Ferrit oder als Magnoferrit, Picotit etc. vorhanden ist. Für Beides sprechen manche Gründe. Doch ist es kaum möglich, mit genügender Sicherheit eines der letztgenannten Minerale hier zur Rechnung herbeizuziehen, und es empfiehlt sich, wegen der Einfachheit der Rechnung lieber einen Fehler in der Eisenoxydulbestimmung anzunehmen. Letzterer ist möglich und dann gerade durch den Magnetitgehalt hervorgerufen, denn speciell zu diesem Zwecke mit Magnetitpulver angestellte Versuche<sup>1)</sup> zeigten, dass die Titirung in diesem Falle stets einen zu geringen Percentsatz für Eisenoxydul ergibt.

Die Anzahl der Molecüle, welche von den einzelnen chemischen Bestandtheilen auf jedes der diesen Basalt zusammensetzenden Minerale entfällt, macht nachstehende Tabelle ersichtlich:

Tabelle I.

	Kohlen-saurer Kalk	Anorthit	Nephelin	Olivin	Augit	Magnetit	Summe	Reste
$SiO_2$		94	94	128	347		663	— 3
$Al_2O_3$		47	39	.	33		119	.
$Fe_2O_3$		.	.	.	11	38	49	+ 14 Fe
$Cr_2O_3$		.	.	.	.	0.8	.	.
$FeO$		.	.	23	32	38	93	— 28 $Fe_2$
$CaO$	20	47	.	.	185	.	252	.
$MgO$		.	.	233	130	.	363	.
$K_2O$		.	8	.	.	.	8	.
$Na_2O$		.	31	.	.	.	31	.
$CO_2$	20	.	.	.	.	.	.	.
$H_2O$		.	.	.	.	.	.	32

Bei der Antheilung der Bestandtheile für Augit stützte ich mich einerseits auf die speciell zu diesem Zwecke ermittelte Constitution des unlöslichen Rückstandes (vide Text nachfolgende Seite), andererseits auf eine von Rammelsberg (Mineralchemie pag. 410, An. 10) angeführte Analyse eines böhmischen Augites. Aus dieser ergeben sich folgende Verhältnisszahlen:

$$MgO : CaO : FeO = 4 \cdot 1 : 5 \cdot 7 : 1 \text{ und } R_2O_3 : RO = 1 : 8.$$

Der Augit des Ottendorfer Basaltes hätte hingegen die Verhältnisszahlen:

$$MgO : CaO : FeO = 4 \cdot 0 : 5 \cdot 8 : 1 \text{ und } R_2O_3 : RO = 1 : 7 \cdot 9.$$

Der Augit des Ottendorfer Basaltes käme somit der Constitution des böhmischen Augites (a. a. O.) sehr nahe; derselbe würde aber der älteren Ansicht Rammelsberg's über die chemische Natur der Augite entsprechen und ungefähr die Formel  $79 (CaMgFe) SiO_3 + 10 (Al_2Fe_2) O_3$  besitzen.

<sup>1)</sup> Es wurde sowohl feinstes Magnetitpulver allein, als auch innig mit chemisch reiner Kieselsäure gemengt zuerst mit Fluorammonium in Kohlensäure-Atmosphäre behandelt und dann die Titirung mittelst übermangansaurem Kali vorgenommen. Stets wurde weniger Eisenoxydul ermittelt, als dem Magnetit entspräche.

Die diesen Molecularverhältnissen entsprechenden Percente sind in nachfolgender Tabelle aufgeführt. Ihre Summen geben zugleich den Percentsatz für die einzelnen in unserem Basalte vorkommenden Mineralspecies.

Tabelle II.

	Kohlen-saurer Kalk	Anorthit	Nephelein	Olivin	Augit	Magnetit	gerechn. Summe	beobachtet
$SiO_2$		5·640	5·640	7·680	20·820		39·780	39·590
$Al_2O_3$		4·822	4·001		3·386		12·209	12·250
$Fe_2O_3$					1·760	6·080	7·840	10·143
$Cr_2O_3$						0·127	0·127	0·127
$FeO$				1·656	2·304	2·736	6·696	4·694
$CaO$	1·120	2·632			10·360		14·112	14·125
$MgO$				9·320	5·200		14·520	14·504
$K_2O$			0·752				0·752	0·760
$Na_2O$			1·922				1·922	1·892
$CO_2$	0·880						0·880	0·891
$H_2O$							0·576	0·567
	2·000	13·094	12·315	18·656	43·830	8·943	99·414	99·548

Die Richtigkeit dieser Austheilung ward durch folgenden Versuch bewiesen. Von dem feingepulverten Basalt, der bis zur Erschöpfung mit gewässerter kalter Salzsäure behandelt worden war (wobei das Basaltpulver stark gelatinirte), waren 40·064 Percent der angewendeten Substanz in Lösung gegangen, und zwar

	Percente	Molecularverhältnisse
$SiO_2$	3·037	
$Al_2O_3$	8·864	86 = 47 + 39
$Fe_2O_3$	10·654	67
$CaO$	3·727	67 = 20 + 47
$MgO$	9·312	233
Alkalien $H_2O$ u. $CO_2$	4·470 als Verlust.	
	40·064 Procent	

Von den im Basalt durch das Mikroskop nachweisbaren Mineralien sind in Salzsäure löslich: Magnetit, Nephelin, Anorthit und Olivin. Diese müssen zusammen die ausgelaugten Percente geben (z. B. von  $Fe_2O_3$  incl.  $FeO$  = 10·960). Der durch den Natron- und Kaligehalt bestimmte Nephelin benötigt zu seinem Aufbau 39 Molecüle Thonerde = 4·001 Percent  $Al_2O_3$ . Es bleiben somit noch von der in Lösung gegangenen Thonerde 47 Molecüle übrig. Wenn man ferner von den beobachteten 47 Molecülen Kalkerde die an Kohlensäure gebundenen 20 Molecüle abzieht, so restiren ebenfalls 47 Molecüle. Die bei dieser Austheilung somit übrigbleibenden Molecüle von Thonerde und Calcia stehen zu einander in einem dem Anorthit entsprechenden Verhältnisse von 1 : 1. Ebenso ist der Eisengehalt des Magnetites und Olivines = 69  $Fe_2O_3$ , dem oben gefundenen fast gleich.

## B. Hydatogene Umwandlung des Basaltes.

### I. Constitution des lockeren, körnigen, kalinatronfreien Basaltes der oberen Etagen.

§. 1. Analyse des Gesteines. Schon früher war angedeutet worden, dass man im Ottendorfer Basaltlager zwei Zonen unterscheiden kann. Die in den tieferen Schichten deutlich erkennbare Säulenstructur wird nämlich gegen den Tag zu immer undeutlicher und der oberste Theil der Basaltkuppe besteht nur mehr aus einem Haufwerk von abgerundeten Blöcken, welche mit einem kalkigen weissen Bindemittel verkittet sind. Auch die Beschaffenheit des Basaltes ist in den oberen Schichten eine wesentlich andere. Sein homogenes Gefüge ist gänzlich verloren gegangen; er ist bröckelig geworden und oft in einem solchen Grade, dass man ihn mit der Hand zerdrücken kann. Kohlensaurer Kalk durchzieht in feinen Aederchen die ganze Masse. In den Klüften der einzelnen Blöcke finden sich auch concentrisch strahlige Aggregate von blassrothem Aragonit. Der Olivin ist in Serpentin umgewandelt.

Das Volumgewicht dieses Basaltes ist 2·864. Das Pulver desselben ist aschgrau. Die Zusammensetzung der bei 100° C. getrockneten Substanz beträgt im Mittel:

Analyse II.		
	Procente	Molecularverhältnisse
<i>SiO<sub>2</sub></i>	41·302	688
<i>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></i>	11·094	108
<i>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></i>	11·143	70
<i>Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub></i>	0·170	1
<i>FeO</i>	3·133	44
<i>CaO</i>	17·225	308
<i>MgO</i>	9·479	237
<i>H<sub>2</sub>O</i>	2·862	159
<i>CO<sub>2</sub></i>	3·162	72
<i>MnO</i>	} Spur	
Alkalien		
		99·570

Nachdem auch dieser Basalt durch 10 Tage mit kalter gewässerter Salzsäure behandelt worden (wobei derselbe nur unmerklich<sup>1)</sup> gelatinirte), waren 37·297 Percent in Lösung gegangen; darunter ausser Magnesia und Eisen noch 2·116 Percent *SiO<sub>2</sub>*, 6·758 Percent *CaO*, und 7·734 Percent *Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>*.

§. 2. Constitution des Basaltes. Auf diese Werthe, sowie auch auf die Zusammensetzung der einzelnen Mineralien des Ottendorfer Basaltes, wie sie bei der Analyse I angenommen wurde, gestützt,

<sup>1)</sup> Ein Zeichen für die Abwesenheit von Nephelin und Olivin.



versuchte ich auch die hier gefundenen Molecüle der chemischen Bestandtheile zu passenden Verbindungen zu gruppiren. Da Kali und Natron nur in Spuren nachgewiesen werden konnte, somit Nephelin als solcher kaum mehr vorhanden ist, dennoch aber mehr Thonerde durch Salzsäure extrahirt wurde, als dem vorhandenen Anorthit entspricht, so ist anzunehmen, dass der Nephelin in ein durch Salzsäure zersetzbares Hydrosilicat der Thonerde: in Halloysit umgewandelt worden ist. Der Basalt bestünde somit aus:

72	Molecülen	kohlensaurem Kalk
49	"	Anorthit ( $CaAl_2Si_2O_8$ )
25	"	Halloysit ( $H_2Al_2Si_2O_8 + 3 \text{ aq.}$ )
39	"	Serpentin ( $H_2Mg_3Si_2O_8 + \text{aq.}$ )
356	"	Augit
40	"	Magnetit mit Spuren von Chromit
106	"	Hyalith <sup>1)</sup> .

Die Percente, welche von den einzelnen chemischen Bestandtheilen auf jedes der genannten Minerale entfallen, gibt nachfolgende Tabelle wieder.

Tabelle III.

	Kohlen-saurer Kalk	Anorthit	Halloysit	Augit	Serpentin	Magnetit	Hyalith	Summe	Differenz. Beob.-Rechn.
$SiO_2$		5.880	3.000	21.360	4.680	.	6.860	41.280	+ 0.022
$Al_2O_3$		5.027	2.565	3.488	.	.	.	11.080	+ 0.014
$Fe_2O_3$	.	.	.	1.760	.	6.400	.	8.160	+ 2.988
$Cr_2O_3$	.	.	.	.	.	0.152	.	0.152	+ 0.018
$FeO$	.	.	.	2.276	0.792	2.880	.	5.948	- 2.815
$CaO$	4.032	2.744	.	10.696	.	.	.	17.472	- 0.247
$MgO$	.	.	.	5.280	4.200	.	.	9.480	- 0.001
$H_2O$	.	.	1.800	.	1.404	.	0.198	3.402	- 0.540
$CO_2$	3.168	.	.	.	.	.	.	3.168	- 0.006
	7.200	13.651	7.365	44.860	11.076	9.432	6.558	100.142	

Die Differenzen zwischen Beobachtung und Rechnung sind nur beim Percentsatz für Eisenoxyd und Eisenoxydul bedeutend; dieselben finden jedoch auch hier ihre Erklärung in den schon früher (pag. 476) angeführten Thatsachen. Da die Auswerthung des Wassergehaltes aber bei dessen Bestimmung mittelst Glühen durch den Gehalt des Gesteines an Eisenoxydul <sup>2)</sup> beeinflusst wird, so ist demnach auch der in der Analyse II beobachtete Percentsatz für  $H_2O$  zu niedrig befunden worden. Die Differenz im Wassergehalte würde daher sofort von 0.540 auf 0.227 Percent herabsinken, sowie man das Plus von 2.815 Percent

<sup>1)</sup> Sigmund beobachtete Kieselsäure-Ausscheidungen, welche er für Quarz und Calcedon hielt (a. a. O. p. 214).

<sup>2)</sup> Es wurde nämlich die in Folge der Umwandlung von  $FeO$  in  $Fe_2O_3$  eintretende Gewichtszunahme beim Glühen stets berücksichtigt.

$FeO$ , welches die Rechnung gegenüber der Beobachtung ergibt, bei der Rectification des Wassergehaltes in Betracht zieht.

Die Summe aller durch Salzsäure ausziehbaren Mineralbestandtheile beträgt nach dieser Austheilung inclusive von 2.116 Percent  $SiO_2$ , welche nach dem auf Seite 478 angeführten Versuch in Lösung gegangen waren, 37.690 Percent, wenn alles Eisenoxydul als Eisenoxyd in Rechnung gestellt wird. Die Differenz gegen die Beobachtung ist nur — 0.393 Percent. Die Uebereinstimmung ist also nahezu vollständig.

§. 3. Auftreten des Halloysites und Bedeutung des Olivines. Diese Austheilung macht dasselbe ersichtlich, was schon eine blosse Betrachtung der Handstücke lehrt, nämlich, dass der Olivin im Magma der oberen Schichten reichlich enthalten ist, als in dem der tieferen. Das Mengenverhältniss des Augites und Anorthites im Grundmagma des frischen Basaltes der unteren Partien ist 3.35 : 1 und im zersetzten Basalte der oberen Partien 3.29 : 1, also in beiden nahezu das gleiche. Ebenso ist das Verhältniss zwischen Anorthit und Magnetit im ersteren Falle 1.46 : 1 und im letzteren 1.45 : 1 daher nahezu gleich. Diese Constanz berechtigt zu dem Schlusse, dass die mineralogische Zusammensetzung des Magmas in Bezug auf das Mengenverhältniss der dasselbe bildenden Mineralbestandtheile in allen Schichten die gleiche ist.

Der Unterschied zwischen dem Grundmagma des Basaltes in der Tiefe und an der Oberfläche des Basaltlagers besteht dann nur in der Abwesenheit des Nephelins im letzteren, für welchen jedoch die Rechnung Hyalith und Halloysit ergibt. Man muss daher unbedingt annehmen, Halloysit und Hyalith seien Producte der Zersetzung des Nephelins<sup>1)</sup>.

Die auffallend geringere Menge des Olivins in den obersten Partien des Basaltbruches (nur circa 11 Percent gegen 19 Percent in den unteren Schichten) legt ferner den Schluss nahe, dass der Olivin im Basaltmagma schon als fertiges Mineral vorhanden war, als die mineralogische Differenzirung der Grundmasse in Augit, Anorthit, Nephelin und Magnetit noch nicht stattgefunden hatte. Der Olivin konnte deshalb in dem noch zähflüssigen Magma untersinken und muss sich daher in den tieferen Schichten des Basaltlagers häufiger finden, als in den oberen<sup>2)</sup>.

<sup>1)</sup> Nach Bořický (a. a. O.) sind alle Basalte Böhmens, in welchen er Hyalith als secundäres Mineral beobachtete, mehr oder weniger nephelin- und leucithältig.

<sup>2)</sup> Auch Madelung (J. d. g. R. 1864, pag. 3) beobachtete, dass der mandelsteinartige Basalt von Freiberg in Mähren ärmer an Chrysolith sei, als der dichte von derselben Localität. Da ersterer schon durch seine Ausbildungsweise erkennen lässt, dass er den obersten Partien des Basaltlagers angehören müsse, so ist dies eine Bestätigung für meine Beobachtung.

Ch. Darwin „Ueber vulcanische Inseln“ (Stuttgart 1877, pag. 123) beobachtete am Basalt von der James-Insel die Trennung der Constituenten nach dem specifischen Gewicht in obere und untere Etagen: „Es würden daher in einer Masse von flüssig gewordenem, aber nicht stark blasigem Magma Feldspathkrystalle (weil sie das kleinste specifische Gewicht) die Neigung haben, nach den oberen Theilen aufzusteigen, und Krystalle der anderen Minerale (Augit, Olivin) werden zu Boden sinken.“

Prof. Schrauf machte eine ganz gleiche Beobachtung (wie er mir mittheilte) an Basalten von der österreichisch-ungarischen Grenze.

Von einem anderen Gesichtspunkte aus betrachtet, könnte man die Erscheinung auch durch die Annahme erklären, dass dem Olivin wegen der rascheren Erstarrung des Basaltes in den obersten zu Tage tretenden Partien nicht Zeit genug blieb, um sich in demselben Masse auszuscheiden, wie in den tieferen Schichten, in welchen schon aus der säulenförmigen Absonderung eine sehr langsame Abkühlung gefolgert werden kann. Unter dieser Voraussetzung müsste das Gestein der Decke voraussichtlich ebenso magnesiareich sein, wie jenes der Säulen. Aus den Analysen geht aber hervor, dass der Gesteinsbrei oben an und für sich schon viel ärmer an Magnesia gewesen ist, als unten und diese Thatsache spricht für die erstere Erklärung dieser Erscheinung <sup>1)</sup>.

## II. Bolartiges <sup>2)</sup> Zersetzungsproduct des Basaltes der oberen Etagen und Umwandlung der den Basalt constituirenden Minerale.

§. 1. Vorkommen: Die breiteren Klüfte zwischen den einzelnen Basaltblöcken werden von einer rothbraunen Masse erfüllt. Dieselbe ist jedoch nicht homogen, sondern ein durch parallelfaserigen Kalk verkittetes Conglomerat rothbrauner, oft taubeneigrosser Partikelchen, zwischen denen spärlich grüne, serpentinöse Fragmente eingeschaltet sind.

Dieses Conglomerat entstand nach den in situ gemachten Beobachtungen auf folgende Weise. In die weiten Klüfte des Basaltes fielen die durch die Denudation losgelösten Theilchen der oberen Basaltblöcke und erfuhren dort unter der Einwirkung der reichlich circulirenden Wässer eine weitgehende Zersetzung. Der die Klüfte begrenzende dichte Basalt der unteren Etagen zeigt dem gegenüber nur eine oberflächliche gelbe Verwitterungskruste.

§. 2. Analyse der reinen Bolussubstanz. Die von allen mit freiem Auge erkennbaren fremden Beimengungen (zu denen hauptsächlich jene serpentinösen Fragmente gehören) befreite rothe bolartige Substanz, welche in diesem Zustande das zersetzte augitische Grundmagma repräsentirt, ergab bei 100° C. getrocknet folgende Zusammensetzung:

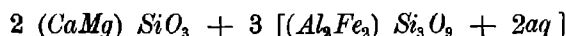
<sup>1)</sup> Da anzunehmen ist, dass einerseits durch die Denudation, andererseits durch die einstige diluviale Gletscherbedeckung die ursprüngliche Höhe der Basaltkuppe von Ottendorf bedeutend verringert worden ist, so darf man nicht erwarten, dass der jetzt noch sichtbare Theil des Ottendorfer Basaltlagers dessen primäre Erstarrungskruste in ihrer ganzen früheren Mächtigkeit repräsentire.

<sup>2)</sup> Obgleich der Bol und dieses Zersetzungsproduct in chemischer Beziehung nicht vollkommen gleich sind, wurde dennoch der Name Bol zur Bezeichnung gewählt, um die Einführung eines neuen Namens zu vermeiden; massgebend war die Gleichheit der Farbe, sowie auch der Umstand, dass diese Substanz wie Bol im Wasser zerfällt.

## Analyse III.

	beob. Perc.	beob. Mole- cularverh.	ang. Mole- cularverh.		ger. Perc.	diff. Beob.-Rechn.
$SiO_2$	53·672	8945	1100		52·862	+ 0·810
$Al_2O_3$	12·944	1263	156	} 300	12·819	+ 0·125
$Fe_2O_3$	18·443	1153	144			18·454
$CaO$	2·653	474	63	} 200	2·826	— 0·173
$MgO$	4·519	1129	137			4·389
$H_2O$	7·784	4324	600		8·650	— 0·866
	100·015				100·000	

Die Constitution dieser Substanz, deren Volumgewicht 2·117 ist, entspricht der Formel:



Demnach wären noch zwei Moleküle unzersetzten Augites diesem Zersetzungsproducte beigemischt.

§. 3. Pauschanalyse der Kluftausfüllung. Dieselbe wurde deshalb ausgeführt, weil nur die Kenntniss der chemischen Constitution der nicht homogenen Kluftausfüllung in toto einen Einblick in den Gang der Zersetzung des Basaltes gewähren kann.

Auf die bei 100° C. getrocknete Substanz bezogen, ergaben sich als Mittelwerthe zweier Analysen folgende Zahlen:

## Analyse IV.

	Procente	Molecularverhältnisse
$SiO_2$	15·165	631
$Al_2O_3$	2·870	70
$Fe_2O_3$	6·838	107
$CaO$	38·868	1735
$MgO$	1·595	100
$H_2O$	4·135	574
$CO_2$	30·085	1709
	99·556	

§. 4. Berechnung des basaltischen Zersetzungsproductes. Die Constitution des rothen bolartigen Zersetzungsproductes kann nun auf Grund der Pauschanalyse berechnet werden. Es müssen nur von den einzelnen im Grundmagma des Gesteines vorhandenen Mineralen die verschiedenen Zersetzungsstadien aufgesucht werden. Weil die in den Klüften der Umwandlung anheimgefallenen Basaltstücke jedenfalls dem oberen Horizonte des Basaltlagers entstammen, bildet auch die auf die Analyse II begründete Austheilung der chemischen Bestandtheile den Ausgangspunkt der Berechnung. Aus jener Analyse II des Basaltes der oberen Etagen geht hervor, dass der ursprüngliche Olivin ganz in Serpentin und der Nephelin in ein durch Salzsäure zerlegbares Hydrosilicat der Thonerde vom Typus  $H_2Al_2Si_2O_6 + 3aq$  umgewandelt wurde. Ausserdem tritt noch kohlen-saurer Kalk und ein Ueberschuss von Kieselsäure auf; letzterer beträgt, (wenn man auch annimmt, dass alle jene Kieselsäure, welche durch die Zersetzung der einzelnen Minerale etwa frei wurde, im Basalt verblieb, eine Voraussetzung, die

nach Zirkel<sup>1)</sup> berechnigt ist), noch 57 Molecüle und ist sicherlich auf Rechnung einer Kieselsäure-Infiltration von oben her zu setzen. Der kohlen saure Kalk sowie auch dieser Ueberschuss von Kieselsäure wurden in den nachfolgenden Berechnungen nicht in Betracht gezogen.

Die Annahmen aber, welche zum Behufe der „theoretischen“ Ableitung der chemischen Constitution des rothen bolartigen Zersetzungsproductes (gerechnet aus der Zusammensetzung des Basaltes II) gemacht wurden, sind: Alle Kieselsäure des Basaltes blieb trotz der Umwandlung dem rothen Zersetzungsproducte erhalten. Vom Olivinserpentin wurden im Laufe der Umwandlung zwei Dritttheile seiner Masse weggeführt. Wie der Nephelin, so wurde auch der Anorthit unter Verlust des ganzen Kalkes und der halben Anzahl seiner Thonerdemolecüle in Halloysit umgewandelt. Die Thonerde und das Eisenoxyd des Augites erlitten keine Einbusse; das Eisenoxydul dieses Mineralen finden wir eben so, wie das Eisenoxydul des zerstörten Serpentin als Eisenoxydhydrat wieder; der Kalk und die Magnesia des Augites wurden im molecularen Verhältnisse 2·07 : 1, welchem ein procentuares Verhältniss von 2·88 : 1 entspricht, weggeführt. Für alle ausgelaugten zweiwerthigen Basen dieses Mineralen trat Wasser ein. Der Magnetit blieb, abgesehen von einer etwaigen partiellen Oxydation seines Eisenoxydulgehaltes, unverändert.

Zum besseren Verständniss des hier angenommenen Ganges der Zersetzung des Basaltes der oberen Etagen diene nachfolgende Tabelle, in welcher die Columne

- a) die berechnete Anzahl der Molecüle für jedes den Ottendorfer Basalt constituirende Mineral im noch unzersetzen Gesteine,  
 b) die Anzahl der Molecüle im etwas zersetzten Basalte (begründet durch Analyse II),  
 c) die Zahl der bei der weiteren Umwandlung des Basaltes in das rothe bolartige Zersetzungsproduct aus-, respective eingetretenen Molecüle angibt. Erstere sind mit Minus, letztere mit Plus bezeichnet.

Tabelle IV.

	Anorthit-Halloysit			Nephelin-Halloysit			Olivin-Serpentin			Augit			Magnetit und Eisenoxydhydrat		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
SiO <sub>2</sub>	98	98	.	100	100	.	77	77	.	356	356	.	.	.	.
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	49	49	— 24	42	25	.	.	.	.	34	34	.	.	.	.
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	11	11	.	40	40	+ 20
FeO	.	.	.	.	.	.	14	11	— 7	33	33	— 33	40	40	.
CaO	49	49	— 49	.	.	.	.	.	.	191	191	— 138	.	.	.
MgO	.	.	.	.	.	.	140	105	— 70	132	132	— 67	.	.	.
K <sub>2</sub> O	.	.	.	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Na <sub>2</sub> O	.	.	.	34	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
H <sub>2</sub> O	.	.	+ 100	.	100	.	.	78	— 52 <sup>2)</sup>	.	.	+ 238	.	.	+ 20

<sup>1)</sup> Zirkel (Petrographie II, pag. 293) sagt unter Anderm: „Bedeutende Zersetzungen können im Basalte von statten gehen, ohne dass der ursprüngliche Kieselsäuregehalt eine Aenderung erfährt.“

<sup>2)</sup> Damit soll nicht gesagt sein, dass diese 52 Molecüle H<sub>2</sub>O in der That aus dem zersetzten Basalt entfernt worden seien, sondern nur, dass sie aus ihrer Verbindung mit dem Serpentinmolecul getreten sind.

Die Constitution des auf diese Weise umgewandelten Basaltes lautet dann:

α. gerechnet		
	Procente	Molecularverhältnisse
$SiO_2$	49·145	631
$Al_2O_3$	11·187	84
$Fe_2O_3$ <sup>1)</sup>	19·315	93
$CaO$	3·853	53
$MgO$	5·192	100
$H_2O$	11·308	484
	<hr style="width: 100%; border: 0.5px solid black;"/>	
	100·000	

Wenn man von der Pauschanalyse IV der rothen bolartigen Kluftausfüllung 28  $FeCO_3$  + 1682  $CaCO_3$  in Abzug bringt, welche Formel einen sehr eisenarmen Calcit darstellt, so lautet die auf 100 Procent umgerechnete Analyse des Restes:

Analyse IV β.		
	Procente	Molecularverhältnisse
$SiO_2$	49·028	631
$Al_2O_3$	9·301	70
$Fe_2O_2$	19·259	93
$CaO$	3·843	53
$MgO$	5·180	100
$H_2O$	13·379	574
	<hr style="width: 100%; border: 0.5px solid black;"/>	
	100·000	

Die Differenzen zwischen der Rechnung α und Analyse IV β sind so unbedeutend, dass man sie nur als Beweis für den angenommenen Gang der Zersetzung auffassen kann.

Zudem erlaubt das rothe bolartige Zersetzungsproduct (Analyse IV β) auch noch nachstehende Zergliederung in seine mineralischen Constituenten. Diese Zergliederung, welche nicht nur der chemischen Zusammensetzung der bolartigen Substanz vollkommen entspricht, sondern auch nur Minerale aufweist, die als Verwitterungsproducte der Mineralbestandtheile des frischen Basaltes zumeist bekannt sind, wird somit zu einer wesentlichen Bekräftigung der früheren Hypothesen. Die rothe bolartige Kluftausfüllung bestünde demnach aus:

118	Molecülen	unzersetzen	Augites
16	"		Cimolite ( $H_3[AlFe]_3Si_3O_{10} + aq$ ) <sup>2)</sup>
50	"		Halloysit ( $H_2Al_2Si_2O_8 + 3 aq$ )
13	"		Serpentin ( $H_2[MgFe]_3Si_2O_8 + aq$ )
40	"		Limonit ( $H_6Fe_4O_9$ ) und
339	"		Opal, in welchem sich Kieselsäure zum Wasser
wie 17 : 10 verhält.			

<sup>1)</sup> Alles Eisenoxydul wurde als Oxyd berechnet.

<sup>2)</sup> Cimolite als Zersetzungsproduct von Augit, siehe Anhang zu IV. „Anauxit und Cimolite“. Das Verhältniss von  $Al_2O_3$ ;  $Fe_2O_3$  ist hier 9 : 7.

Die Gesamtsubstanz selbst kommt der Formel  $R_2SiO_3 + aq$  sehr nahe, welcher Formel auch der von Schrauf beschriebene aphroditähnliche Siliciophit ziemlich gut entspricht. <sup>1)</sup>

§. 5. Umwandlung der im Ottendorfer Basalt vorkommenden Minerale. Für die Umbildung der einzelnen den Ottendorfer Basalt zusammensetzenden Minerale lassen sich aus dem bisher Gesagten nachfolgende Schlüsse ziehen.

a) Die Gruppe der Metasilicate (hier Augit) erleidet unter der Einwirkung kohlen säurehaltiger Wässer vorerst eine bedeutende Verminderung des Eisenoxyduls und der Kalkerde; resistenter erweist sich die Magnesia. Das Eisenoxyd bleibt intact, die Thonerde hingegen wird partiell und zwar circa um die Hälfte des ursprünglichen Percentsatzes ausgelaugt. Denn wenn man nach der für unseren Augit gültigen Formel  $8R_2SiO_3 + R_2O_3$  die zu den restirenden 118 Molecülen des unzersetzten augitischen Metasilicates gehörigen 15 Molecüle der Sesquioxide berechnet und diese von der ursprünglichen Zahl der  $R_2O_3$  Molecüle in Abzug bringt, so ergibt sich, dass 30 Molecüle  $R_2O_3$  und zwar  $7Fe_2O_3$  und  $23Al_2O_3$  durch die Zersetzung des Augites frei wurden. Die Differenz im Thonerdegehalt zwischen  $\alpha$  und Analyse IV  $\beta$  beträgt nun 14 Molecüle, und diese Zahl kommt ungefähr der halben Anzahl der durch die Zerstörung der Augitmolecüle frei gewordenen Thonerdemolecüle gleich. Führt man noch für die 12 weggeführten Thonerdemolecüle Wasser in äquivalenten Mengen (i. e. 36 Molecülen) ein, so verringert sich auch die Differenz im Wassergehalte zwischen beiden Analysen von 90 auf 54 Molecüle, welcher Rest dann in der Hydratisirung des Magnetits seine Erklärung findet. Der Augit zerfällt demnach während seiner Verwitterung im Wesentlichen in Cimolit und Opal-Kieselsäure.

b) Der Nephelin erfährt bei seiner Umwandlung in Natrolith <sup>2)</sup> eine ähnliche Reduction der Thonerde (um die Hälfte der ursprünglichen Grösse), wie der Augit. Durch die Annahme ganz analoger Prozesse, wie sie für die Bildung von Natrolith aus Nephelin Geltung haben, kann aber auch die Umwandlung des Nephelins in Halloysit erklärt <sup>3)</sup> werden. Für den Nephelin des Ottendorfer Basaltes ist es

<sup>1)</sup> Schrauf (Groth, Zeitschr. f. Kr. VI, pag. 354) zergliedert auch den aphroditähnlichen Siliciophit in Serpentin und Opal; letzterer besitzt eine ziemlich analoge Constitution, wie dieser von mir hier angenommene Opal.

<sup>2)</sup> An dieser Stelle sei der Analysen frischer und zersetzter Phonolithe gedacht, welche von Rath (Zeitschr. d. d. g. G. VIII, p. 296), von Struve (Pog. An. VII, p. 348) und Gmelin (Pog. An. XIV, p. 360), ausgeführt wurden. Alle drei Forscher constatiren eine mit der Verwitterung des Gesteines im innigen Zusammenhange stehende Abnahme des Thonerdegehaltes im untersuchten Gestein.

Curt v. Eschenbrecher (Tschermak, Min. Mitth., neue Folge, III. Bd. p. 1 u. ff.), welcher die Umwandlung der Nephelingeine genauer studirte, fand, dass bei der Zersetzung eines nephelinhaltigen Phonolithes zuerst eine bedeutende Verminderung der Thonerde eintrete, und dass diese Erscheinung in der Umwandlung des Nephelins in Natrolith, welche er auf mikroskopischem Wege constatirte begründet sei.

<sup>3)</sup> Verdoppelt man die Formel eines kalifreien Nephelins  $Na_4Al_4Si_4O_{16}$ , so kann die stöchiometrische Constitution des Natrolithes ( $Na_2Al_2Si_2O_{12} + 2aq$ )

sogar wahrscheinlich, dass derselbe durch das Stadium des Natrolithes <sup>1)</sup> hindurch in Halloysit ( $H_2Al_2Si_2O_8 + 3 \text{ aq}$ ) umgewandelt wurde und dabei die Hälfte seines ursprünglichen Thonerdegehaltes verlor.

Schon aus der Tabelle IV ist ersichtlich, dass (unter der begründeten Voraussetzung der mineralogischen Identität des Grundmagmas in allen Schichten des Basaltlagers) die Umwandlung des Nephelins in Halloysit nur unter Wegführung der Hälfte des Thonerdegehaltes vor sich gegangen sein kann. Denn anstatt der 42 Moleküle  $Al_2O_3$ , welche der Nephelin zu seinem Aufbau benötigte, treten nur 25 Moleküle, also nur die Hälfte im Restmineral auf. Diese Zahlen werden noch verständlicher, wenn man die beiden Silicate des Nephelins  $Na_2Al_2Si_2O_8$  und  $K_2Al_2Si_2O_8$  separat betrachtet. Das basische Natronsilicat benötigt zu seinem Aufbau 34 Moleküle  $Al_2O_3$ , von denen nur die Hälfte in 17 Molekülen bei der Halloysitbildung Verwendung finden. Da sich nun das Leucitmolekül in Bezug auf seine stöchiometrische Constitution von dem des basischen Natronsilicates wesentlich unterscheidet, ist vielleicht die Annahme berechtigt, dass das Leucitmolekül ohne Verminderung des Thonerdegehaltes in Halloysit umgewandelt wird. Dieser Auffassung entsprechen auch obige Werte, indem die halbe Anzahl der Thonerdemoleküle des basischen Natronsilicates und die 8 Moleküle  $Al_2O_3$  des leucitischen Silicates zusammen gerade 25 Moleküle Halloysit geben.

c) Für Anorthit ( $CaAl_2Si_2O_8$ ) ist schon wegen der chemischen Aehnlichkeit mit Nephelin die Umwandlung in Halloysit anzunehmen, nur mit dem Unterschiede (und dies bestätigt ebenfalls die Beobachtung), dass der Anorthit etwas länger der Zersetzung widersteht, als der leicht zerstörbare Nephelin.

durch die Wegführung je eines Moleküles  $Na_2O$ ,  $Al_2O_3$  und  $SiO_2$  nebst Hydratisierung des Restes aus jener des Nephelins abgeleitet werden. Würde, analog diesem Vorgange, auch das zweite Molekül Natron durch Wasser ersetzt, ferner ein Molekül Kieselsäure abgespalten, sowie noch Wasser hinzutreten, so hätte der verbleibende Rest die Constitution des durch Salzsäure zerlegbaren Halloysites ( $H_2Al_2Si_2O_8 + 3 \text{ aq}$ ), durch welche Formel recht gut auch die Verwandtschaft des Zersetzungsproductes mit dem ursprünglichen Mineral hervortritt.

In Procenten würde sich diese Umwandlung folgendermassen ausdrücken lassen:

	Nephelin	Natrolith	Halloysit
$SiO_2$ . . . . .	42·164	47·294	40·733
$Al_2O_3$ . . . . .	36·051	26·957	34·826
$Na_2O$ . . . . .	21·785	16·290	—
$H_2O$ . . . . .	—	9·459	24·441
	100·000	100·000	100·000

Dadurch wird auch die Beobachtung Eschenbrecher's erklärt, der zu Folge bei der Zersetzung des nephelinhaltigen Phonolithes zuerst der Kieselsäure und Wassergehalt zu-, der Thonerdegehalt hingegen abnimmt, und in jener Zone, wo auch schon der Natrolith beginnende Zersetzung zeigt, der Thonerdegehalt wieder bis fast zur ursprünglichen Höhe steigt, was der Umwandlung des Natrolithes in Halloysit entspräche.

<sup>1)</sup> Der im zersetzten Basalt der oberen Etagen häufig auftretende Aragonit beweist das einstige Vorkommen heisser Gewässer. Warmes Wasser würde aber auch, wie allgemein angenommen wird, die Bildung der Zeolithe ermöglichen. Es ist somit keineswegs die Beobachtung im Widerspruche mit der Theorie.



d) Der Olivinserpentin leistet relativ lange dem zersetzenden Wasser Widerstand, wie die in der bolartigen Substanz eingebetteten grünen Partikelchen beweisen.

e) Neben dem Augit, welcher schon theilweise auf Grund seiner Constitution als Metasilicat schwer verwittert, bleibt der Magnetit am längsten unverändert. Die Umwandlung, welche derselbe erfährt, besteht in einer langsamen Oxydation seines Eisenoxydulgehaltes und Hydratisirung des Ganzen zu Limonit.<sup>1)</sup>

Diese Untersuchungen erbringen neuerdings einen Beweis dafür, dass auch die Thonerde unter günstigen Umständen in erheblichen Mengen ausgelaugt werden kann, und dass von einer Unbeweglichkeit der Thonerde, wie einige der früheren Gelehrten glaubten, nicht die Rede sein kann.

Die von mir erhaltenen Resultate stehen auch in jeder Beziehung in vollem Einklang sowohl mit den mineralogisch-paragenetischen Untersuchungen von Schrauf<sup>2)</sup>, als auch mit den rein experimentellen Versuchen von Schmidt<sup>3)</sup> und Müller<sup>4)</sup>.

### III. Constitution der kalkigen Kluftausfüllung.

Manche Klüfte zwischen den Basaltblöcken sind ganz mit einem gelblichweissen, an der Oberfläche durch Corrosion erdig gewordenen Kalkstein erfüllt. Das Volumgewicht dieses Kalksteines ist 2·670 und seine chemische Constitution auf, die bei 100° C. getrocknete Substanz bezogen, folgende:

#### Analyse V.

	beobachtete Procente	beob. Molecularv.	erfordert CO <sub>2</sub> %
In kalter Essigsäure löslich	$Al_2O_3 = 0\cdot245$	24	
	$Fe_2O_3 = 1\cdot349$	77 als $FeCO_3$	0\cdot742
	$Mn_2O_3 = 1\cdot359$	91	
	$CaO = 51\cdot150$	9134 als $CaCO_3$	40\cdot189
	$MgO = 0\cdot410$	103 als $MgCO_3$	0\cdot451
	$H_2O = 0\cdot486$	270	
unlöslicher Rückstand	$CO_2 = 40\cdot772$	9267	
	$SiO_2 = 2\cdot222$	370	
	$Al_2O_3 = 0\cdot582$	56	
	$Fe_2O_3 = 0\cdot679$	42	
	$CaO = 0\cdot201$	35	
	$MgO = 0\cdot204$	51	
	99·659		41·482

<sup>1)</sup> Die Umwandlung von Magnetit in Limonit ist nach den Analysen unbedingt anzunehmen. Da nach den Beobachtungen Rosenbusch's u. A. es zweifellos ist, dass Martit eine Pseudomorphose nach Magnetit sei, so ist auch die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass der Magnetit nicht nur in Hämatit, sondern auch in Limonit sich verwandeln könne, zumal, wenn reichlich vorhandenes Wasser die Hydratisirung unterstützt.

<sup>2)</sup> Groth, Zeitschrift für Krystallographie. VI, p. 352 u. ff.

<sup>3)</sup> Tschermak, Min. Mitth. Neue Folge. IV. Bd., p. 1 u. ff.

<sup>4)</sup> Tschermak, Min. Mitth. 1877, p. 24 u. ff.

Mit Einbeziehung des Wassergehaltes und der in Lösung gegangenen  $0.245\%$   $Al_2O_3$  lautet die Constitution des „unlöslichen“ Rückstandes auf  $100\%$  berechnet:

$SiO_2$	=	47.713%
$Al_2O_3$	=	17.758
$Fe_2O_3$	=	14.580
$CaO$	=	4.316
$MgO$	=	5.197
$H_2O$	=	10.436
		100.000

Der unlösliche Rückstand nähert sich daher in Bezug auf seine Zusammensetzung der pag. 481 u. ff. (Analyse IV  $\beta$ ) beschriebenen rothen bolartigen Substanz. Der Kalkstein selbst ist fast reiner Calcit. Der ziemlich bedeutende Mangangehalt mag von den in den Klüften und Sprüngen sehr häufig vorkommenden schwarzen Mangandendriten herühren.

Der kohlen saure Kalk, welcher allenthalben bei der Verwitterung des Basaltes auftritt, ist zum geringsten Theil ein primärer Bestandtheil oder ein Zersetzungsproduct des Basaltes. Vielmehr ist die Hauptmasse desselben aus den schon früher erwähnten hangenden Thon- und Geschiebelagen infiltrirt. Denn wenn keine Infiltration stattgehabt hätte, würde überhaupt fast aller kohlen saure Kalk ausgelaugt und verschwunden sein.<sup>1)</sup>

Auch Madelung<sup>2)</sup> ist der Ansicht, dass der Kalk, welcher im Hotzendorfer Basalte in so reichlichem Masse vorkommt, nicht in Folge der Zersetzung des Basalts dorthin gelangt ist, sondern aus dem kalkreicheren Sandsteine stamme und aus diesem dem Basalte zugeführt wurde.

#### IV. Pseudomorphose von Cimolit nach Feldspath.

§. 1. Vorkommen. Als ich im Jahre 1881 den Ottendorfer Basaltbruch besuchte, fand ich folgende Bauten vor. Zwei grössere Tagbaue waren durch einen meterbreiten und circa 8 Meter langen Querschlag verbunden. Während die Tagbauten, besonders aber der nördlich gelegene, bis zu dem Horizonte des Säulenbasalts abgebaut wurden, war der Querschlag nur 4 Meter unter Tag geführt. In diesem schmalen Stollen setzte eine 1—2 Decimeter breite, lauchgrüne, „gangförmig“ entwickelte Masse ohne Verdrückung bis unter Tag auf. Das Vorkommen dieser Masse ist wesentlich verschieden von jenem der pag. 481 beschriebenen rothen bolartigen Kluftausfüllung. Letztere lässt nämlich deutlich erkennen, dass sie vom Verlaufe der Klüfte zwischen den einzelnen Basaltblöcken abhängig ist. Die Substanz dieser Kluftausfüllung hebt sich scharf von dem die Klüfte begrenzenden Basalt ab. Die nun zu beschreibende „gangförmig“ entwickelte Masse lässt sich aber von der Sohle des Querschlages bis nahe an die Oberfläche als ein gleich breiter, nahezu

<sup>1)</sup> Schrauf, a. a. O. p. 338 u. ff.

<sup>2)</sup> Jahrb. d. g. R. 1864, p. 10.

vertikaler Streifen, welcher keine scharfe Grenze gegen den dichten Basalt aufweist, verfolgen und ist somit in ihrem Vorkommen vom bol-artigen Zersetzungsproduct gänzlich verschieden.

Die Ausfüllungsmasse ist nicht homogen, sondern ein durch parallel-faserigen Calcit verbundenes Conglomerat grüingefärbter Partikelchen, welche manchmal auffallend regelmässige Umgrenzung zeigen. Diese Masse zerbröckelt aber leicht und deshalb gelang es nur eine einzige deutlich erkennbare Pseudomorphose zu isoliren. Fig. 5 und 6 geben ein Bild dieser Pseudomorphose; die natürlichen Dimensionen sind für die Länge 13 Mm., für die Höhe 10 Mm., für die Dicke 6 Mm.

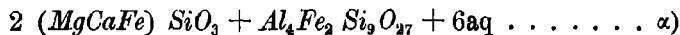
§. 2. Chemische Beschaffenheit. Die Substanz der Pseudomorphose ist lauchgrün und stellenweise durch ausgeschiedenes Eisen-oxyd roth gefärbt. Im frischen Zustande ist dieselbe milde, beinahe plastisch, sie wird aber lufttrocken bröckelig. An der Zunge haftet die Masse und im Wasser zerfällt sie rasch. Die Farbe des Pulvers ist lichtgrün. Unter dem Exsiccator verliert die sehr hygroskopische Substanz 7.707 Percent, bei 100° Cels. getrocknet 16.534 Percent von ihrem ursprünglichen Gewichte, und fast dieselbe Menge nimmt sie nach längerem Stehen an der Luft wieder auf. Geglüht wird das Pulver schmutziggelblich und sintert zusammen; die Kalinatronschmelze war gelbgrün und nur in der Mitte etwas blaugrün, Spuren von Mangan andeutend.

Das Volumgewicht betrug 2.114, die Härte circa 1. Die procentuale Zusammensetzung der sorgfältig vom ausgeschiedenen Eisenoxyd befreiten Substanz, auf die bei 100° Cels. getrocknete Substanz bezogen, ist:

## Analyse VI.

	Procente	Molecularverhältnisse.	
<i>SiO<sub>2</sub></i>	53.583	893	11
<i>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></i>	16.894	166	} 243
<i>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></i>	12.263	77	
<i>FeO</i>	0.335	5	} 170
<i>CaO</i>	3.407	61	
<i>MgO</i>	4.172	104	2
<i>H<sub>2</sub>O</i>	8.750	478	6
<i>CO<sub>2</sub></i>	0.139	3	
<i>NiO</i>	0.447		
<i>MnO</i>	Spur		
99.990			

Bringt man den Nickelgehalt und den kohlensauren Kalk als unwesentlich und von Beimengungen herrührend in Abzug, so entspricht die chemische Zusammensetzung der Formel:



nach welcher Schreibweise die Substanz der Pseudomorphose ein Gemenge von zwei Molecülen unzersetzen Augits mit drei Molecülen eines Thonerdesilicates von dem Typus  $Al_2Si_3O_9 + 2aq$  wäre. Zu dieser Auffassung war ich durch eine Controlanalyse der bekannten

Pseudomorphosen-Cimolit, nach Augit von Bilin, geführt worden. Obgleich die Substanz nicht vollkommen ident mit der bisher angenommenen Constitution des Cimolites (namentlich nach Rammelsberg) ist, so behalte ich doch aus den im Anhang näher zu erörternden Gründen den Namen Cimolit für die Substanz der Pseudomorphose bei.

§ 3. Form. Die chemische Constitution der Pseudomorphose aus dem Ottendorfer Basaltbruche würde, weil sowohl die von mir analysirte Augit-Pseudomorphose von Bilin, als auch das bolartige Zeretzungsproduct des augitischen Grundmagmas (vide Analyse II) ähnliche Zusammensetzung besitzen, auf Augit als Muttermineral hinweisen. Die Gestalt jedoch spricht für Feldspath.

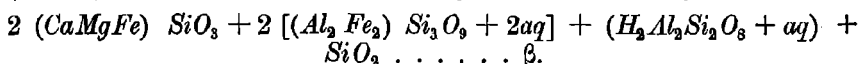
Nachfolgende Tabelle gibt die mit dem Anlegegoniometer messbaren Winkel der Pseudomorphose, und zum Vergleich sind nebenbei die Winkel des Orthoklases und der Hornblende angeführt. Die Werthe sind nur annähernd genau, da weder die Parallelität der Kanten, noch die Ebenfächigkeit der Form erhalten blieb. Die Flächenbezeichnung bezieht sich auf Feldspath.

	Pseudomorphose	$r = \bar{403}$ Orthoclas	$r = \bar{201}$ Hornblende
$c : r$	117° 30'	116° 33'	124° 56'
$r : a$	129°	127° 30'	130° 6'
$c : a$	64	63° 53'	75° 2'
$m' : n'$	124° 30'	118° 48'	124° 30'
$m : n$	109		
$m : b$	127		
$n' : b$	104		
$m' : b'$	133	120° 36'	117° 45'
$n : b'$	121		
$c : b$	88	90	90
$c : b'$	93° 30'		
$r : b$	88° 30'	90	90
$r : b'$	94		
$r : n'$	126	127° 29'	124° 42'
$r : m'$	133' 30'		

Aus der Tabelle ist ersichtlich, dass in Bezug auf die Winkelverhältnisse eine grössere Uebereinstimmung mit Feldspath<sup>1)</sup>, als mit Hornblende besteht. Mit Augit ist gar keine Aehnlichkeit vorhanden. Die grossen Differenzen bei dem Prismenwinkel sind nicht massgebend, da dieselben in dem äusserst schlechten Erhaltungszustande dieser Zone begründet sind.

<sup>1)</sup> Sehr auffallend ist, dass sowohl bei Feldspath, wie bei Hornblende eine sehr seltene Fläche, hier (201), dort (403), zur Erklärung der Form herangezogen werden muss. Wenn man jedoch, (von der Voraussetzung, dass die Pseudomorphose von Feldspath herrühre, ausgehend), die Fläche  $r$  als die Basisfläche eines zweiten Individuums ansieht, so wäre dann die Pseudomorphose eine Verwachsung zweier Individuen, und ähnlich einem Carlsbader Zwilling. Für diese Auffassung spricht auch der auf der Fläche  $r$  sichtbare einspringende Winkel, sowie auch annähernd der Winkel zwischen  $r$  und  $c$ . Der an der Pseudomorphose ziemlich gerade verlaufende Riss  $y$  deutet dann auf die  $y$ -Fläche der Feldspathe, (beobachtet  $c : y = 100° 30'$ ; am Orthoklas beträgt er  $99° 30'$ ).

§ 4. Entstehung der Pseudomorphose. Die Gestalt der Pseudomorphose lässt somit nur die Auffassung als Feldspath zu. Mit dieser kann man aber auch die chemische Beschaffenheit der Pseudomorphose in Einklang bringen, wenn man, gestützt auf das sich aus der Analyse III ergebende Molecularverhältniss von  $Al_2O_3$  und  $Fe_2O_3$  (= 1 : 1) die empirische Formel  $\alpha$  folgendermassen zerlegt.



Die Pseudomorphose bestünde dann aus zwei Moleculen unzersetzten Augites, zwei Moleculen eines eisenreichen Cimolites, einem Molecul Kaolin nebst freier Kieselsäure. Dadurch wäre der höhere Kieselsäuregehalt der Pseudomorphose, gegenüber dem zersetzten augitischen Grundmagma, erklärt und die Pseudomorphose selbst auf eine durch die Zersetzungsproducte einer augitischen Grundsubstanz verunreinigte Kaolin-Pseudomorphose nach Feldspath zurückgeführt.

Nun wird auch die Provenienz dieser Feldspath-Pseudomorphose im Nephelinbasalte verständlich. In der ganzen wenige Centimeter breiten „gangförmig“ entwickelten Masse hat man nichts anderes, als die letzten Reste eines Basaltganges zu sehen, der in seinem augitischen Grundmagma grosse Feldspathe porphyritisch ausgeschieden enthielt.<sup>1)</sup>

#### Anhang: Cimolit nach Augit von Bilin.

§ 1. Analysen. Die eben besprochene Pseudomorphose hatte meine Aufmerksamkeit auf die aus dem Basalt stammenden Afterkry- stalle gelenkt. Um nun die chemischen Beziehungen zwischen dem ursprünglichen Minerale und der pseudomorphen Cimolitsubstanz kennen zulernen, analysirte ich eine der oft beschriebenen Pseudomor- phosen nach Augit von Bilin, weil die vorhandenen Analysen so differirten, dass ich aus ihnen keinen sicheren Schluss ziehen zu können glaubte. In nachstehender Tabelle sind alle mir bekannten Cimolit- analysen von obigem Fundorte zusammengestellt:

1. Rammelsberg's Analyse der Pseudomorphose (Blum. Pseudomorphosen des Mineralreiches I, p. 62).

2. Hauer's Analyse der von ihm als Anauxit bezeichneten Sub- stanz (J. d. g. R. V. p. 85) nach Abzug von 3·04 Proc. Wasser, welche bei 100° Cels. entweichen (Roth, chem. Geol. I, p. 154).

3. Hauer's Analyse der Pseudomorphose (J. d. g. R., V. p. 86) nach Abrechnung von 3·79 Proc. Wasser, welche bei 100° Cels. weg- gehen (Roth, l. c.).

4. Die von mir ausgeführte Analyse der Pseudomorphosen auf die bei 100° Cels. getrocknete Substanz bezogen. Die lufttrockene Substanz verlor bis 100° Cels. 3·579 Proc. ihres ursprünglichen Ge- wichtes.

<sup>1)</sup> Feldspathe von bedeutender Grösse sind aus dem Basalte von Tannen- berg bekannt. Ebenso enthält nach Hausmann (Jahrb. f. Min. 1843, pag. 350. Zirkel Petrographie II, pag. 285) der Basalt von Hohenhagen bei Göttingen fremde emporgerrissene Bruchstücke glasigen Feldspathes.

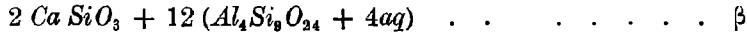
	Rammelsberg: Pseudomorphose		Hauer: Anauxit		Hauer: Pseudomorphose		Scharizer: Pseudomorphose	
	Procente	Moleküle	Procente	Moleküle	Procente	Moleküle	Procente	Moleküle
$SiO_2$	60.626	1010	64.35	1070	56.50	942	56.348	942
$Al_2O_3$	23.085	225	24.62	239	26.06	254	26.758	261
$Fe_2O_3$	4.207	26	—	—	5.44	34	5.175	32
$CaO$	1.275	23	1.03	19	0.90	16	0.925	17
$MgO$	0.910	23	—	—	0.58	15	0.493	12
$H_2O$	9.124	507	9.36	520	10.58	588	10.400	587
	99.227		99.36		100.06		100.099	

Aus dieser Zusammenstellung ist vorerst die volle Uebereinstimmung zwischen meiner und Hauer's Analyse deutlich ersichtlich. Beide entsprechen, mit einem geringen Ueberschuss von Kieselsäure, ziemlich genau der Formel:



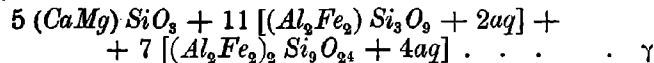
Berechnet man die Formel auf die lufttrockene Substanz, so muss man an die Stelle von  $2aq$ ,  $3aq$  setzen.

Hauer's Anauxit ist nach der Formel:



aufgebaut. Auch hier erhöht sich das Molecularverhältniss für Wasser in der Formel der lufttrockenen Substanz von  $4aq$  auf  $6aq$ .

Rammelsberg's Cimolit endlich stellt im Wesentlichen ein Gemenge beider Substanzen dar. Seine stöchiometrische Zusammensetzung ist folgende:



Mit diesen Resultaten stimmen auch meine sonstigen Beobachtungen über diese Augit-Pseudomorphose überein. Unter dem Mikroskop erweisen sich nämlich die meisten dieser Cimolit-Pseudomorphosen als inhomogen. Man kann im Wesentlichen eine apolare, erdige, gelblichweisse Masse und eine krystallinische, doppelbrechende weisse Substanz unterscheiden. Letztere zeigt helminthartige Textur und eine deutliche Spaltbarkeit. Nach der Beschreibung, welche Plattner<sup>1)</sup> und Hauer<sup>2)</sup> vom Anauxit geben, gehören diese Theile dem Anauxit an. Die erdigen Theile müssen somit dem Cimolit zugezählt werden. Die meisten Augit-Pseudomorphosen von diesem Fundort sind nun in sehr ungleichem Masse aus beiden Substanzen zusammengesetzt. Ich fand einzelne, welche, mit Ausnahme einer dünnen, erdigen Rinde, im Innern fast ganz aus Anauxit bestanden. Jene Pseudomorphose aber, welche ich zur Analyse verwendete, und wahrscheinlich auch die von Hauer analysirte, waren durch und durch von erdiger Beschaffenheit und somit fast reiner Cimolit. Es ist daher sehr leicht möglich, und Rammels-

<sup>1)</sup> Erdmann's Journal f. pr. Chemie XV. p. 325.

<sup>2)</sup> l. c.

berg selbst betont die wechselnde Zusammensetzung der einzelnen Afterkrystalle, dass die von diesem Autor analysirte Pseudomorphose keine homogene war und auch deshalb zu differenten Resultaten führte.

§. 2. Anauxit und Cimolit. Es erübrigt nun noch zu entscheiden, welche Substanz eigentlich mit dem Namen Anauxit, welche mit dem Namen Cimolit zu belegen ist. Rammelsberg<sup>1)</sup> führt als Formel für den Cimolit  $H_6Al_4Si_9O_{24} + 3aq = Al_4Si_9O_{24} + 6aq$  an, welche Formel ganz mit der von Klaproth, den Autor dieser Mineralspecies, aufgestellten<sup>2)</sup> übereinstimmt. Derselben Formel entspricht jedoch auch der Anauxit Hauer's im lufttrockenen Zustande. Da aber Cimolit stets als ein amorphes Mineral bezeichnet wird, kann Hauer's Anauxit nie als Cimolit gelten.

Nachfolgende Tabelle giebt die chemischen Formeln der von den verschiedenen Autoren als Cimolit und Anauxit bezeichneten Substanzen:

	Klaproth	Plattner <sup>2)</sup>	Rammelsberg	Hauer
Anauxit		$Al_2Si_3O_9 + 2aq$		$Al_4Si_9O_{24} + 6aq$
Cimolit	$Al_4Si_9O_{24} + 6aq$		$Al_4Si_9O_{24} + 6aq$	$Al_2Si_3O_9 + 3aq$

Es wird daher wohl nothwendig werden, dass man, gestützt auf die ältere Beschreibung beider Species und auf die neueren Analysen, eine Namens- und Formeländerung vollzieht.

Anauxit ist dann jenes Mineral, welches doppelbrechend, sehr vollkommen monotom spaltbar ist und nach Hauer's Analysen der reinen Substanz bei 100° getrocknet die Formel  $Al_4Si_9O_{24} + 4aq$ , im lufttrockenen Zustande die Formel  $Al_4Si_9O_{24} + 6aq$  besitzt.

Cimolit dagegen ist ein amorphes, erdiges Mineral von einer molecularen Zusammensetzung, welcher die Formel  $Al_2Si_3O_9 + 2aq$ , auf die bei 100° getrocknete Substanz bezogen,  $Al_2Si_3O_9 + 3aq$ , auf die lufttrockene Substanz bezogen, entspricht.

Die diesen Formeln entsprechende Zusammensetzung beider Minerale wäre auf die bei 100° getrocknete Substanz bezogen (Columne a) und auf die lufttrockene Substanz bezogen (Columne b) folgende.

	A n a u x i t				C i m o l i t			
	a		b		a		b	
	Molec.	Percente	Molec.	Percente	Molec.	Percente	Molec.	Percente
$SiO_2$	9	66·079	9	63·291	3	56·498	3	58·476
$Al_2O_3$	2	25·110	2	24·051	1	32·203	1	30·481
$H_2O$	4	8·811	6	12·658	2	11·299	3	16·043
		100·000		100·000		100·000		100·000

Paragenetisch ist der Cimolit jünger als der Anauxit und ersterer wahrscheinlich ein Zersetzungsproduct des letzteren.

<sup>1)</sup> Mineralchemie II, p. 645.

<sup>2)</sup> Beiträge I, p. 291.

<sup>3)</sup> Plattner's Analyse ist unvollständig und vielleicht auf die bei 100° getrocknete Substanz bezogen.

Einige der von Dana<sup>1)</sup> aufgeführten Cimolite, welche von ihren Autoren mit besonderen Namen belegt wurden, fallen ihrer Constitution zu Folge in die Gruppe des Anauxites. Hier wurden dieselben deshalb nicht berücksichtigt, weil sie aus anderen Gesteinen als aus den Basalten stammen.

### C. Pyrogene Wirkungen des Basalts.

#### Contactzone zwischen Grauwackensandstein und Basalt.

Dort, wo die Berührungsstellen des liegenden Grauwackensandsteines mit dem Basalte durch den Abbau blossgelegt sind, sieht man, dass der Sandstein ziegelroth gebrannt ist. Die Mächtigkeit der rothgebrannten Schichten lässt sich nicht genau ermitteln, sie ist jedoch weit grösser als ein Meter.

Bemerkenswerth ist ein Contactstück (M. M. S. 21248) von dieser Localität, welches mir Herr E. Urban überliess. Dasselbe stellt ein vom Basalte umschlossenes Sandsteinfragment von röthlich lavendelgrauer Farbe dar. An der Grenze beider Gesteine ist eine circa 4 Millimeter dicke Contactzone entwickelt.

§. 1. Mikroskopische Beschaffenheit. Ein Dünnschliff durch die Contactzone und die angrenzenden Gesteinspartien (Fig. 6) zeigt folgende Verhältnisse: Der Basalt zeichnet sich in der Nähe der Contactzone durch eine Anhäufung der augitischen Theile des Grundmagmas aus, so zwar, dass der Nephelin fast ganz verschwindet. Die grösseren Augite und die Olivine sind ganz unverändert. Die Farbe des Gesteines im Dünnschliffe ist hier ein dunkles Nelkenbraun.

Die Contactzone selbst besteht aus einer talkähnlichen, grünlich-weissen, apolaren Substanz, in welcher zahlreiche polarisirende ( $SiO_2$ ?) Schüppchen eingelagert sind. Gegen den Basalt hin nehmen diese Schüppchen immer mehr überhand, und die ganze Masse der Contactzone mischt sich mit dem augitischen Grundmagma. In dieser Schichte finden sich auch zahlreiche serpentinosse Fragmente, die Reste der umgewandelten Olivine neben gelbbraunen, wenig veränderten Augitkrystallen.

Auch der angrenzende Grauwackensandstein zeigt bedeutende Veränderungen in seinem Gefüge. In einem maschigen Gewebe doppelbrechender Nadelchen, in denen die Schwingungsrichtung parallel zur Längsachse ist, liegen neben fast apolaren auch lebhaft polarisirende Theile, welche weder eine bestimmte Gestalt, noch eine charakteristische Spaltung erkennen lassen. Gegen die Mitte des eingeschlossenen Gesteinsfragmentes wird die Structur der Grundmasse durch schwarze opake Schüppchen, welche wohl organischer Natur sind, verdeckt.

Die „apolaren“ unregelmässigen, im Uebrigen aber wasserklaren Körner bilden die Hauptmasse des Gesteines. An den Sprüngen und um grössere Einschlüsse herum hellen sie das Gesichtsfeld auf und erweisen sich (dies ist jedoch erst bei 400–500facher Vergrösserung

<sup>1)</sup> Dana, System of mineralogy 1863, p. 457.



deutlich sichtbar) dann als ein Aggregat parallel gestellter Fasern, welche eine zur Richtung ihrer längsten Entwicklung parallele Lage des Extinctionsmaximums besitzen. In Figur 7 ist ein Einschluss in einem derartigen Korne, bei gekreuzten Nicols gesehen, abgebildet. Die convergent gestellten Nadelchen bringen als Gesamtwirkung die Erscheinung eines schwarzen Kreuzes hervor. Bei der Drehung des Präparates ist deutlich erkennbar, dass die Balken des schwarzen Kreuzes stets mit jenen Nadelchen zusammenfallen, welche parallel oder senkrecht zur Polarisationssebene der Nicols liegen. Dieser Umstand macht eine Verwechslung mit dem Axenbilde eines optisch einaxigen Körpers unmöglich. Die ganze Erscheinung ruft den Eindruck hervor, als ob der fremde Einschluss die partielle krystallinische Erstarrung des geschmolzenen Kornes begünstigt hätte. Diese farblosen apolaren Körner sind veränderter Quarz.

Im Gegensatze zu diesen ganz apolaren Körpern sind die lebhaft polarisirenden Körnchen stets von einer apolaren Schmelzzone umgeben. An einem einzigen grösseren Fragmente waren drei Spaltungssysteme zu beobachten. Zwei davon, welche der prismatischen Spaltung der Feldspathe entsprechen, bilden einen Winkel von  $124^\circ$  mit einander, während die dritte Spaltungsfissur parallel zum seitlichen Pinakoid (010) ist und mit den früheren die Winkel  $59^\circ$ , resp.  $65^\circ$  macht. Gegen diese letztere Spaltungsrichtung schwach geneigt, ist die Lage des Extinctionsmaximums im Krystall. Diese polarisirenden Fragmente gehören somit triklinen Feldspathen an.

§. 2. Chemische Zusammensetzung der Contactzone und des veränderten Sandsteines. Mit der mikroskopischen Beobachtung im Einklang stehen auch die Resultate der chemischen Untersuchungen. Die Pauschanalyse des Materiales der Contactzone ergab als Mittel zweier Analysen, auf die bei  $100^\circ$  getrocknete Substanz bezogen (bis  $100^\circ$  verlor dieselbe 13.546 Percent aq.), folgende Werthe:

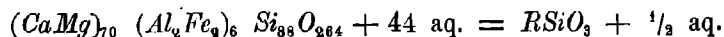
## Analyse VII.

	Procente	Molecularverhältnisse
$SiO_2$	54.946	9158
$Al_2O_3$	2.052	200
$Fe_2O_3$	6.455	403
$CaO$	1.852	331
$MgO$	26.473	6618
$H_2O$	7.843	4356
Alkalien	Spuren	

---

99.621

Mit einem geringen Ueberschuss von Kieselsäure entspricht die Substanz der Contactzone der Formel



Die chemische Constitution des anstossenden, partiell umgewandelten Grauwackensandsteines ist einer Pauschanalyse zufolge auf die bei  $100^\circ$  getrocknete Substanz bezogen:

## Analyse VIII.

	Procente	Molecularverhältnisse
$SiO_2$	59·820	9970
$Al_2O_3$	14·894	1451
$Fe_2O_3$	5·728	358
$MnO$	Spur	—
$CaO$	2·188	391
$MgO$	10·204	2552
Glühverlust	6·380	3988
Alkalien	0·786 als Verlust	
100·000		

Bei 100° Cels. verliert die Substanz 8·397 Percent von ihrem ursprünglichen Gewichte und beim Glühen wird das Anfangs blass lavendelblaue Pulver weiss.

§ 3. Erklärung des Contactphänomens. Die Erklärung des Contactphänomens kann nun auf Grund der mikroskopischen Beobachtungen und chemischen Analysen durch folgende Sätze gegeben werden.

Der Grauwackensandstein, welcher an Ort und Stelle ansteht, wurde vom feurigflüssigen Basaltmagma umhüllt und erlitt unter Einwirkung des mit überhitztem Wasser geschwängerten Gesteinsmagmas eine weitgehende Umwandlung, welche sich mit freiem Auge schon durch die Röthung des Sandsteines und die Entwicklung der Contactzone zu erkennen gibt.

Die Umbildung des Quarzes setzt bei dem hohen Schmelzpunkt desselben voraus, dass nicht blos die Hitze allein, sondern auch die Basicität des geschmolzenen Basaltmagmas die Veränderung der molecularen Beschaffenheit des Quarzes bewirkt haben. Ein anderes Resultat ist die Umwandlung des thonigen, amorphen Bindemittels in ein Aggregat von nadelförmigen doppelbrechenden Krystallen (Zeolithe?), welche jedenfalls der Combination des basaltischen Magmas mit den Schmelzproducten der Feldspathsubstanz und des thonigen Bindemittels ihre Entstehung verdanken. Diese Metamorphosirung der Grundmasse ist jedoch nur in der Nähe der Contactzone deutlich sichtbar, weil gegen das Centrum des Sandsteinstückes zu die Structur derselben durch die schon erwähnten opaken Schüppchen verdeckt ist. Dieser Umstand macht es möglich, die genannten opaken Schüppchen für organische Substanzen zu erklären, welche an der Contactstelle eine theilweise Oxydation und Verbrennung erfuhr. Dafür spricht auch das Farbloswerden des gepulverten Sandsteines beim Glühen.

Wenn man den chemischen Charakter der Contactwirkungen in's Auge fasst, muss es auffallen, dass die Contactzone, ein Product des Basalts und des Sandsteines, ein neutrales Silicat ist, während der Basalt den Typus eines basischen, der Sandstein den eines sauren Gesteines an sich trägt. Ferner ergibt sich daraus, dass die Hauptmasse zur Bildung der Contactzone der Basalt und speciell der Olivin geliefert hat, dessen umgewandelte Reste noch als Serpentinfragmente in der Masse der Contactzone erkennbar sind. Wie innig die Durchdringung des Sandsteines mit basaltischem Magma war, beweist nicht

nur der Umstand, dass das ganze Bruchstück des Sandsteines <sup>1)</sup> durch und durch die Umwandlung der Quarze und Feldspathe erkennen lässt, sondern auch der Reichthum an Magnesia. Der Wassergehalt der Contactzone ist offenbar ein primärer, d. h. ursprünglicher, weil auch der umgewandelte Sandstein einen unverhältnissmässig hohen Wassergehalt besitzt und die Olivine des Basaltes in der Nähe der Contactzone keine Spur beginnender Serpentinisirung zeigen.

#### D. Resultate.

Zum Schlusse seien noch die Resultate der ganzen Arbeit in Kürze zusammengefasst.

Der Ottendorfer Basalt, dessen Eruption vor das Diluvium fällt, drang als ein einheitliches Magma aus der Tiefe hervor, schon fertige Olivinkristalle mit sich bringend. Während der Erstarrung des Magmas, welche in den unteren Regionen zur säulenförmigen Absonderung führte, sanken die Olivinkristalle ob ihres grösseren specifischen Gewichtes unter und finden sich daher in den tieferen Schichten des Basaltlagers in einem reichlicheren Masse, als in den oberen. Während der Epoche des Diluviums war die Basaltkuppe von Gletschern bedeckt und erlitt dadurch eine bedeutende Verminderung ihrer relativen Höhe, so zwar, dass von der primären Erstarrungskruste gegenwärtig nur mehr wenig vorhanden ist. Jetzt überlagern diese Kuppe diluviale Lehm- und Geschiebmassen, die voll nordischer Findlinge sind.

Der Umstand, dass der Ottendorfer Basalt sehr lange unter Gletscher- und Meeresbedeckung war, begünstigte ungemein die chemische Metamorphosirung des Gesteines. Der Olivin ging in Serpentin über, der Nephelin wandelte sich unter Wegführung der Hälfte des Thonerdegehaltes und der ganzen Alkalien in Halloysit um. In einem späteren Stadium der Zersetzung erfuhr auch der Anorthit ein ähnliches Schicksal, wie der Nephelin und mit ihm ziemlich zugleich verschwanden auch die zweiwerthigen Basen des Augites, vorerst das Eisenoxydul, dann der Kalk und schliesslich die Magnesia. Die Kieselsäure aller Minerale verblieb im Zersetzungsproducte, welches im Wesentlichen ein Hydrosilicat der Thonerde und des Eisens ist. Für die einzelnen thonerdehaltigen Minerale des Basaltes ward der Beweis erbracht, dass die Verwitterung derselben stets mit einer Verminderung des Thonerdegehaltes, meist um die Hälfte, verbunden ist. Dadurch wird auch die hydatogene Bildung von Thonerdezeolithen in Geoden und Klüften erklärlich.

<sup>1)</sup> Sigmund (a. a. O. p. 212) gibt den petrographischen Charakter des Grauwackensandsteines von Ottendorf mit folgenden Worten: „Schon makroskopisch erkennt man in diesem Gesteine abgerundete Quarzkörner, Feldspathleisten und den Reichthum an Kaliglimmer. Im Dünnschliff erweisen sich die Quarzkörnchen reich an Flüssigkeitseinschlüssen“ (Einschlüsse dieser Art beobachtete ich im veränderten Quarze des Sandsteines nicht) „und nadel- oder stäbchenförmige Kristallite, die Feldspathe als ziemlich veränderte Orthoklase und Plagioklase. Dem grünlichweissen Kaliglimmer gesellt sich noch hie und da ein tiefbraunes Blotitblättchen hinzu. Diese Minerale sind durch ein dunkelbraunes Cement mit einander verbunden.“ Der Sandstein ist demnach sehr magnesiaarm.

Die pyrogene Umwandlung des Grauwackensandsteines bestätigt den lösenden Einfluss des basischen Magmas auf Silicate, in Folge dessen die krystallisirte Kieselsäure schneller in den amorphen Zustand übergeführt würde, als der schwer aufschliessbare Feldspath. Als Neubildungen treten auf: das Metasilicat der ziemlich homogenen Contactzone, sowie um die Quarze im Sandsteine selbst die dünnen Nadeln eines zeolithähnlichen Mineralcs.

Mineralogisches Museum der Universität Wien, 1. October 1882.

### I n h a l t.

	Seite
A. Vorkommen des Basaltes und seine mineralogische Constitution	[471] 1
I. Geologische Verhältnisse . . . . .	[471] 1
II. Constitution des dichten Basanites . . . . .	[473] 3
B. Hydatogene Umwandlung des Basaltes . . . . .	[478] 8
I. Constitution des lockeren, körnigen, kalinatronfreien Basaltes der oberen Etagen . . . . .	[478] 8
II. Bolartiges Zersetzungsproduct des Basaltes der oberen Etagen und Umwandlung der den Basalt constituirenden Minerale . . . . .	[481] 11
III. Constitution der kalkigen Kluftausfüllung . . . . .	[487] 17
IV. Pseudomorphose von Cimolit nach Feldspath . . . . .	[488] 18
Anhang: Cimolit nach Augit von Bilin . . . . .	[491] 21
C. Pyrogene Wirkungen des Basaltes . . . . .	[494] 24
Contactzone zwischen Grauwackensandstein und Basalt . . . . .	[494] 24
D. Resultate . . . . .	[497] 27

### Erklärung der Tafel XI.

- Fig. 1. Serpentin mit fahnenförmiger Textur im Olivin.  
 Fig. 2. Olivinkrystall von einem Aggregat von Augitkrystallen umgeben.  
 Fig. 3. Einschluss von Grundmagma im Olivin.  
 Fig. 4. } Pseudomorphose von Cimolit nach Feldspath.  
 Fig. 5. }  
 Fig. 6. Schliff durch die Contactzone.  
 Fig. 7. Einschluss im apolaren Quarz des Sandsteines.

Fig. 4.



Fig. 7.

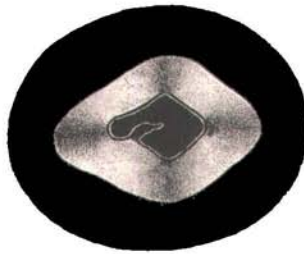


Fig. 5.



Fig. 3.



Fig. 6.

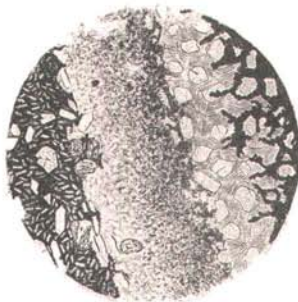
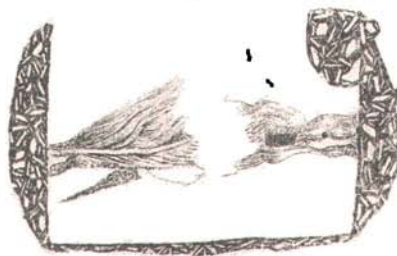


Fig. 2.



Fig. 1.



Aut. del.

Lith. Anst. v. Th. Bannwirth, Wien.