

Über den Nephelindolerit von Meiches im Vogelsberge

von

Herrn Professor **A. Knop.**

Die vulkanischen Gesteine des Vogelsberges ihrer Natur und Lagerung nach zu erforschen, sind schon mehrfach Versuche gemacht worden. Die anerkennenswerthen Vorarbeiten der Mitglieder des mittelrheinischen geologischen Vereins (E. DIEFFENBACH, W. GUTBERLET, H. TASCHE, R. LUDWIG) haben im Allgemeinen zu der Einsicht geführt, dass der Vogelsberg und seine nähere Umgebung Produkte einer während der Tertiärzeit thätig gewesenen vulkanischen Periode sind. Es finden sich Lavaströme, welche von tertiären Thon- und Sand-Ablagerungen überdeckt sind, und andere, die am Tage unter sich wie mit Tuffen und Schlacken-Ablagerungen ein complicirtes Flechtwerk bilden, welches zur Änderung der früheren Ansicht: der Vogelsberg sey eine continuirlich zusammenhängende Basaltdecke, Veranlassung gegeben hat. Es finden sich ferner, wie bei Ortenberg und anderen Orten, Produkte krystallinischer Aschenregen mit grossen, an den Kanten geschmolzenen Hornblende-Krystallen und Magnesiaglimmer, Palagonittuff (Climbach, Grossenbuseck, Reisskirchen) von grosser Auszeichnung, übereinandergeflossene Ströme von Trachydolerit, wie z. B. bei Londorf, mit deutlich verwitterter Oberfläche des unteren Stromes etc., aber Kratere sind nicht zu entdecken, Eruptionsstellen nicht mit Sicherheit festzustellen. Basaltkegel und Rücken erscheinen oft als Reste theilweise zerstörter Lavaströme, während sich die radiale Gliederung des Vogelsberges als aus dem Zusammenwirken der mechanischen Kraft

fallenden Wassers, der Verwitterungsfähigkeit der Gesteine und der Struktur und relativen Lagerung dieser interpretiren lässt.

Auf diese Strukturverhältnisse des Vogelsberges näher einzugehen und specielle Berichte darüber zu geben, dürfte nach dem dormaligen Stande der Erkenntniss der Vogelsberger Gesteine gewagt seyn; denn einmal muss Derjenige, welcher nie das Glück hatte, thätige Vulkane aus eigener Anschauung kennen zu lernen, befürchten, mit jedem Urtheil über vulkanische Wirkungen seine wissenschaftliche Befugniss zu überschreiten, und ferner ist das petrographische Material, aus welchem der Vogelsberg zusammengesetzt ist, scheinbar so mannigfaltig und so wenig mit den gewöhnlichen Bestimmungsmethoden erfassbar, dass ein Urtheil über das Zusammengehörige und das zu Unterscheidende ohne nach umfänglichem Plane angelegten, chemisch-geologischen Untersuchungen ein unbegründetes seyn muss.

Verkenne ich auch nicht, wie lehrreich für mich, bezüglich der Beurtheilung vulkanischer Erscheinungen, die Excursionen waren, welche ich mit meinem hochgeschätzten Freunde und ehemaligen Zuhörer, Herrn W. REISS aus Mannheim, jetzigem Privatdocenten in Heidelberg, in einige Theile des Vogelsberges und in den Kaiserstuhl im Breisgrau zu machen Gelegenheit hatte, wie auch G. HARTUNG's Bemerkungen über den Vulkanismus des Vogelsberges (Capitel: über ältere und neuere Eruptivmassen p. 54 in: Betrachtungen über Erhebungskratere etc. Leipzig, 1862), so waren die von ihnen auf den Azoren, in Italien und anderen Gegenden gewonnenen und mir mitgetheilten Erfahrungen eben so geeignet, mich zur Vorsicht und Zurückhaltung in der Entscheidung über vulkanische Struktur- und Lagerungsverhältnisse anzuregen, wie auch die Art und Weise, nach welcher oft bei Untersuchungen vulkanischer Gegenden unbewiesene Grundsätze zur Beweisführung benutzt werden.

Unter solchen Umständen war für mich die chemisch-mineralogische Untersuchung der Vogelsberger Gesteine indicirt. Sie sollte zunächst über die Fragen entscheiden: ob die Struktur- und Farbenverschiedenheit der Gesteinsvarietäten Folge verschiedener Grundmischungen seyen oder ob bei derselben Grundmischung die Gesteinsvarietäten durch verschiedene absolute und relative Dimensionen oder krystallinische Gestaltung der Gesteinselemente

bedingt würden; ob demgemäss die Unterscheidung einer grösseren Anzahl von Varietäten naturgemäss * sey, oder ob die grosse Zahl bereits unterschiedener Varietäten sich auf wenige Typen zurückführen liesse; oder ob endlich die ganze Summe des Vogelsberger eruptiven Materiales eine Reihe von continuirlich sich ändernden Mischungs-Verhältnissen zweier oder mehrerer Grundmischungen im Sinne BUNSENS aufzufassen sey. Da die Deutung von Gesteinsanalysen bei deutlich gemengten, grobkörnigen Gesteinen, wegen der Bestimmbarkeit der einzelnen Gemengtheile am besten gelingt, begann ich die chemische Untersuchung mit dem Nephelindolerit ** von Meiches, nach welcher die durch ihre Grobkörnigkeit ausgezeichneten Doleritvarietäten aus der Umgebung des Kilianshofs, der Breitfirst und von Heubach *** (zwischen Schlüchtern, Brückenau und Fulda), dann die weniger deutlich gemengten Dolerit- und Trachydolerit-Gesteine und endlich die dichten, mineralogisch- und petrographisch unbestimmbaren vorgesehen waren.

Der bis jetzt noch wenig berücksichtigte Zustand unseres academischen mineralogischen Cabinets gleichzeitig mit der Beschäftigung an anderen wissenschaftlichen Arbeiten haben mich gezwungen, diese umfänglichen Untersuchungen bis auf günstigere Zeiten zu verschieben; bis die projectirte technische Aula, neben anderen Instituten auch mit einem wissenschaftliche Arbeiten ermöglichenden, mineralogischen Institute an unserer Lan-

* Bezüglich der Unterscheidung verschiedener Basalt-, Dolerit-, Trachydolerit- und Nephelindolerit-Varietäten im Vogelsberg sind die im Text zur geolog. Specialkarte des Grossherzogthums Hessen und der angrenzenden Landes-Gebiete, Section Herbstein-Fulda, herausgegeben vom Mittelrhein. geol. Verein. Darmstadt bei JONGHAUS, 1863, p. 156—192, niedergelegten Erfahrungen des verstorbenen W. GUTBERLET von grossem Interesse.

** Diese, von C. v. LEONHARD zuerst gebrauchte Bezeichnung ist mehrfach als ungeeignet verworfen und dafür die Namen Nephelinit, Nephelinfels eingeführt worden. Ich habe ihn beibehalten, weil er die wesentlichsten Eigenschaften des Gesteins ausdrückt. Man kann dieses Gestein in der That auffassen als einen Dolerit, in welchem Labradorit durch Nephelin vertreten wird.

*** Von R. LUDWIG und später von W. GUTBERLET beschrieben. Vgl. d. Text zur geol. Specialkarte d. Grossh. Hessen. Sect. Herbstein-Fulda p. 131.

des-Universität genehmigt und ausgeführt seyn wird, was hoffentlich bei der Einsicht unserer Stände, dass der Zustand der Bildungsanstalten in einem Staate den Culturzustand des Volkes repräsentire, in nicht zu ferne Zeit hinausgeschoben werden dürfte. Die chemisch-mineralogische Untersuchung des Nephelindolerits, so weit sie vorliegt, durchführen zu können, erlaubte mir die collegialische Gefälligkeit des Herrn Professor WILL, welcher mir das academische Laboratorium zu benutzen freundlichst gestattete und wofür ich ihm danke.

Bei der Veröffentlichung dieser Arbeit muss auch sie der Vorwurf des Unvollendetseyns treffen. Ich habe sie deshalb seit zwei Jahren zurückgehalten, erwartend, dass die Möglichkeit, sie neben anderen Berufsgeschäften abschliessen zu können, einst sich darbieten würde. Wesshalb ich sie trotzdem jetzt schon dem Drucke übergebe, das liegt darin begründet, dass gelegentlich einer geologischen Sectionssitzung auf der Naturforscher-Versammlung zu Giessen die Discussion auf die Art des Vorkommens und die Bildungsweise des Leucits gelenkt wurde und dass der Herr Geheime Rath G. ROSE, welcher selbst sich um die Kenntniss der Zusammensetzung des Nephelindolerits von Meiches Verdienste erworben hat, sich für das von mir in diesem Gesteine aufgefundene Vorkommen des Leucits in nicht ausgebildeten Krystallformen, interessirte, und dass ich glaube, die Begründung meiner früheren mündlichen Mittheilung ihm und anderen Fachgenossen nicht vorenthalten zu dürfen.

Das Vorkommen des Nephelindolerits

scheint im Vogelsberge nicht auf die Umgebung von Meiches beschränkt zu seyn. H. TASCHE * beschreibt wenigstens einen Nephelindolerit, welcher mit dem von Meiches übereinstimmt, und welchen Er zwar nicht in anstehenden Felsen, aber in Form kleinerer Bruchstücke am Sigmundshäuserhof bei Kölzenhain und an der kalten Buche bei Hartmannshain gefunden hat. Beweise für das Anstehen des Gesteins an diesen Orten sind jedoch noch nicht geliefert worden. Das Vorkommen bei Meiches ist übrigens

* Geol. Spezialkarte des Grossh. Hessen, herausgegeben vom Mittelrhein. geol. Verein. Text zur Section Schotten p. 51.

auch ein sehr verstecktes. Durch welchen Zufall es überhaupt entdeckt worden ist, darüber liegen keine zuverlässigen Nachrichten vor. A. v. KLIPSTEIN, welcher dieses Gestein zuerst beschrieben hat *, theilt hierüber Folgendes mit: »In südöstlicher Richtung von Meiches, in der Nähe der Todtenkapelle, liegen am obersten Gehänge dieses Höhenrandes mehrere von alten Schächten abstammende Vertiefungen, unter dem hoffnungsvollen, die Bewohner der Gegend jetzt noch zuweilen verblendenden Namen »Silbergrube« bekannt. Nach übereinstimmenden, auf Aussagen ihrer Grosseltern beruhenden Mittheilungen mehrerer Bewohner von Meiches kamen vor etwa 150 Jahren Kaufleute aus Frankfurt in die Gegend und legten hier, verleitet durch den eigenthümlichen Glanz einiger an der Oberfläche des Bodens gefundenen Steine, ein Bergwerk an. Es wurden mehrere Schächte abgeteuft, aus welchen man diese Steine in beträchtlichen Massen zu Tage förderte. Sie sollen von da nach einer in der Gegend von Alsfeld zu diesem Behufe erbauten Hütte gebracht und dort geschmolzen worden seyn. Die Unternehmer dieses abenteuerlichen Bergbaues sollen jedoch bald, nach wiederholten Schmelzversuchen, von ihrer Unwissenheit geheilt, denselben aufgegeben haben.« — Mittheilungen, welche mir durch den Herrn EIFERT, Uhrmacher in Meiches, welcher für das Naturgeschichtliche und Historische seiner Gegend viel Interesse und Kenntnisse an den Tag legte, gegeben wurden, lauten so: Etwa um das Jahr 1741 ** wurde von fremden Bergleuten bei Meiches ein Schacht im Nephelindolerit abgeteuft. Ein Versuch hatte das Resultat, dass dieses Gestein beim Schmelzen einen Silber-Regulus gab, nachdem zuvor in die Schmelze ein Kronenthaler geworfen worden war. Darauf hin und auf dem auch heute nicht ungewöhnlichen Wege sachkundlichen Gutachtens wurde der damalige Landgraf von Hessen veranlasst, die Grube zu kaufen und eine Silberhütte zu errichten. Aus jener Zeit stammen die neben der zugedeckten Grube am Abhange nach der Todtenkirche liegenden Blöcke von Nephelindolerit. —

* Im Arch. f. Min. etc. von KARSTEN u. v. DECHEN, XIV, 248 ff.

** Diese Jahreszahl findet sich in einem Lineale eingestochen, welches der Grossvater des Hrn. EIFERT beim Wegzuge des Beamtenpersonals der „Silbergruben“ erbt.

Bezüglich der Art des Vorkommens äussert sich R. LUDWIG* :
 »Das Vorkommen ist vielleicht gangförmig, wenigstens finden sich Stücke, an denen das in der Umgegend herrschende Gestein, ein feinkörniger, dunkler Dolerit, das Nephelgestein scharf begrenzt, wie auch 1—2 Zoll breite Scheiben des dunkeln Dolerits in den Nephelindolerit eingeschlossen vorkommen.« — Jedenfalls scheint das Vorkommen betreffs der Massenhaftigkeit unbedeutend zu seyn. In technischer Beziehung hat es noch keine Verwendung gefunden. Auf den Alkali- und Phosphorsäure-Gehalt berechnete Düngungs-Versuche, welche mein hochgeschätzter College, Herr Prof. H. HOFFMANN im hiesigen botanischen Garten 1861 bis 1863 anstellte, ergaben das Resultat, dass in zwei Erndten, *Triticum vulgare* auf mit Nephelindolerit gedüngtem und ungedüngtem Boden keine wesentlichen Ertragsunterschiede wahrnehmen liess. ** In geologischer Beziehung aber ist das Gestein von hervorragendem Interesse.

Charakteristik des Gesteins.

Das Gestein ist wesentlich ein grobkörnig-krystallinisches Gemenge von Nephelin und Augit mit einer Anzahl in geringerer Menge auftretender anderer Mineralien. Es lässt einen hohen Grad von Porosität wahrnehmen, welcher dadurch erzeugt wird, dass die einzelnen zusammensetzenden Krystallindividuen nach den verschiedensten Richtungen hin sich gegenseitig durchwachsen haben und so ein körperliches Netzwerk darstellen, dessen Maschen nicht ausgefüllt sind. Diese Art der Porosität macht den Eindruck, als hätten sich in einer flüssigen Masse durch langsame Krystallisation die Gemengtheile des Gesteins als lockeres Aggregat ausgeschieden, wären in der flüssigen Masse fort- und stellenweise übereinandergewachsen, um ein festes Krystallnetz zu bilden, aus dessen Zwischenräumen endlich der noch flüssige Theil, sey es durch Temperaturerniedrigung und Zusammenziehung oder durch irgend welche andere Ursachen sich zurückgezogen habe. In Folge dessen findet man zahlreiche unregelmässige Räume im

* Geognost. Beobachtungen in der Gegend zwischen Giessen, Fulda, Frankfurt a. M. und Hammelburg. Darmstadt, 1852. p. 28.

** Vgl. Landw. Versuchsstationen VI (1864), p. 336.

Gesteine, in welche die eigentlichen Gesteinselemente auskrystallisirt hineinragen, in denen feine und langprismatische Apatitkrystalle gegenüberliegende Augit- und Nephelin-Krystalle, diese durchwachsend, miteinander fest verbinden oder am freien Ende das basische Pinakoid deutlich erkennen lassen, und welche selbst wieder kleine Augit- oder Feldspath-Krystalle tragen. So findet man fast alle Gemengtheile darin mit allen wohlentwickelten morphologischen Eigenschaften und findet ferner in jedem grösseren Krystallindividuum einer Species eine Miniatur-Sammlung der übrigen.

KLIPSTEIN erkannte als wesentliche Gemengtheile im Nephelindolerit von Meiches Nephelin, Augit und Magneteisenstein. Ferner fand Er darin einen Feldspath, welchen Er * folgendermassen bezeichnet: »man hat hier, was auffallend ist, jedoch keinen Labrador, wie bei Doleriten, sondern es verrathen die Spaltungsflächen auf das Bestimmteste den gemeinen Feldspath (Orthoklas).« Ein von ihm für Stilbit gehaltenes Mineral erkannte G. ROSE für Apatit, und ein Gehlenit-artiges Mineral, welches KLIPSTEIN vermuthete, konnte G. ROSE ** nicht auffinden.

G. ROSE hielt ferner den Feldspath für Sanidin und knüpft daran die Bemerkung: »sein Vorkommen ist sehr bemerkenswerth, da er mit Augit im Gebirgsgestein eingewachsen sonst nicht vorzukommen pflegt. Auch findet er sich nicht in grosser Menge, indessen doch vollkommen erkennbar in deutlich spaltbaren Massen, stark glänzend, durchsichtig, von weisser Farbe, und in den Stücken, die ich untersucht habe, immer eingewachsen, nie aufgewachsen.« Durch eine Löthrohrprobe fand ROSE auch einen Gehalt an Titansäure im Magneteisenstein. Als neuen Gemengtheil erwähnt Er auch gelben Titanit, »der zwar nur sparsam, aber doch in sehr netten Krystallen vorkommt.« Diese sind von der gewöhnlichen Form: rhombische Prismen von 136° , sind theils auf-, theils eingewachsen und von verschiedener Grösse, fast mikroskopisch klein bis von der Grösse einer Linie.

* A. a. O. p. 253.

** Ebendas. p. 260 ff.

Spätere Beschreibungen des Nephelindolerits von Meiches scheinen sich alle auf diese von KLIPSTEIN und G. ROSE angestellten Untersuchungen zu stützen. Was H. TASCHKE als einen Zeolith* angibt, das ausfindig zu machen ist mir nicht gelungen.

Zu diesen eben aufgezählten Bestandtheilen habe ich noch zwei hinzuzufügen, nämlich ein in kleinen Rhombendodekaëdern krystallisirtes, weisses Mineral, welches ich für Sodalith hielt. Als ich einst mit Herrn Prof. BLUM über diese Beobachtung sprach, theilte Er mir mit, dass auch Er schon den Sodalith darin gefunden habe und zeigte mir hiërfür sehr charakteristische Belege.

Endlich kommt noch Leucit im Gesteine vor, und zwar in einer sehr eigenthümlichen, von der gewöhnlichen Art des Vorkommens wesentlich abweichenden Weise. Die Erkennung des Leucits unter den übrigen Gemengtheilen ist mit einigen Schwierigkeiten verknüpft, denn einmal findet er sich nicht in allen Regionen des Gesteins gleichmässig vertheilt, sondern stellenweise in grösseren Partien und stellenweise gar nicht, so dass es vielleicht wenig Handstücke in Sammlungen gibt, auf denen er erkennbar wäre, dann aber tritt er nie in Krystallformen auf, sondern, soweit meine Erfahrungen reichen, stets in sphäroidischen, im Innern scheinbar reinen Massen, die sich in ihren peripherischen Theilen zwischen den Krystallen der übrigen Mineralspecies auskeilen und gegen diese nur durch Contactflächen abstossen. Eine Excursion nach Meiches habe ich wesentlich in der Absicht unternommen, um am dort vorkommenden Leucit messbare, deutlich ausgeprägte Krystallflächen aufzufinden; es ist mir aber nicht gelungen. Es soll damit aber nicht behauptet werden, dass in anderen Regionen des Gesteins, etwa in noch unaufgeschlossenen, feinkörnigen Varietäten der Leucit nicht in ausgebildeten Individuen vorkäme, denn es ist die Vorstellung zulässig, dass die anfangs in regelmässigen Krystallen aus der feuerflüssigen Masse des Gesteins ausgeschiedenen Leucite, das feinkörnige Gemenge der anderen Gesteinselemente einschliessend, bei fortgesetztem Wachsthum auch der angrenzenden,

* Text zu „Section Schotten“ der Specialkarte des Grossherz. Hessen p. 51.

nicht, oder nur theilweise umhüllten Mineralien nur an deren Grobkörnigkeit die Grenzen ihrer Ausbildung fanden.

Es ist mir desshalb wahrscheinlich, dass, wenn das Gestein von Meiches stellenweise mikro- oder kryptokrystallinisch entwickelt und gleichzeitig Leucit-führend ausgebildet seyn sollte, Leucit sich auch in ausgebildeten Krystallen darin erkennen lassen würde.

In einzelnen grösseren Drusenräumen bemerkt man noch ein secundäres Gebilde; nämlich einen schneeweissen, lockeren Körper, welcher die Krystalle des Raumes in Warzen oder in zusammenhängenden Lagen von nierenförmiger Oberfläche, selten auch glasig und perlglänzend überdeckt. Unter dem Mikroskope war keine deutliche Krystallform daran zu entdecken, nur ein stengliches Gefüge. Vor dem Löthrohr verhielt er sich wie Kieselsäure. In der Phosphorsalzperle löste er sich nicht, behielt ganz seine Form, selbst in den feinsten Splittern bei und mit Soda auf Kohle gab er ein träge fließendes Glas. Im polarisirten Lichte* verhielt sich eine schneeweisse Probe wie ein doppelt brechender Körper, woraus man wohl auf Quarzsubstanz zu schliessen berechtigt ist; der glasige Theil ist wahrscheinlich Hyalith.

Das gesammte Gemenge im Gesteine ist also das folgende: 1) Magneteisenstein, 2) Leucit, 3) Nephelin, 4) ein Feldspath im engeren Sinne des Wortes, 5) Augit, 6) Titanit, 7) Apatit, 8) Sodalith. Durch die Art ihres Verbandes, in Folge dessen das Eine das Andere durchdringt oder die Formen des Einen als Abdrücke in der Oberfläche des Anderen erkannt werden können, bekrunden diese ihre gleichzeitige Solidification. Kieselsäure ist nachträglich in unbedeutenden Mengen auf der Oberfläche jener Gemengtheile abgesetzt worden.

Diese Zusammensetzung des Gesteins und die relativen Mischungsverhältnisse der Mineralien erleichtern sehr die Darstellung der für die chemische Untersuchung dienenden Proben; denn der sichtlich etwa bis 50 Proc. des ganzen Gemenges vorwaltende Nephelin wird durch Säuren leicht zersetzt, lässt das Gestein nachher in einen Gruss zerfallen, welcher wesentlich aus Augit, Magneteisenstein, Feldspath und stellenweise aus schwerer zer-

* Auf farbig polarisirenden Gypsblättchen unter dem Mikroskope.

setzbarem Leucit besteht, und an welchem man die histologischen Beziehungen dieser Gesteinselemente mit grosser Deutlichkeit verfolgen kann. Auffallend tritt dabei die regelmässige Association des Magneteisensteins mit Augit hervor, eine Abhängigkeit beider von einander, welche G. TSCHERMAK * zu dem Glauben verleitet, dass im Nephelindolerit von Meiches Pseudomorphosen von Magneteisenstein nach Augit vorkämen. Ich habe trotz vielfach wiederholter Zerlegung grösserer Mengen des Gesteins mit Schwefelsäure nie eine Andeutung von derartigen Pseudomorphosen ** darin finden können. Will man aber Verwachsungen verschiedener Einschlüsse von Mineralien in Mineralien als Pseudomorphosen betrachten, dann ist im Nephelindolerit von Meiches je Ein Krystall eine Pseudomorphose aller übrigen Gesteinselemente nach ihm.

Der nach Behandlung mit Säuren restirende Gruss wurde zum Aussuchen guter Krystalle benutzt, um an ihnen die morphologischen Eigenschaften der Varietäten zu studiren. Der übrige Antheil desselben wurde gröblich zerkleinert, mit Wasser durch verschiedene Siebe geschlagen und aus dem so aufbereiteten Materiale mit Lupe und Mikroskop die zur Analyse zu verwendende Substanz ausgelesen. Die Beurtheilung des Materiales wird durch dieses Verfahren der Aufbereitung wesentlich erleichtert, weil die Körner derselben Mineralspecies von gleichem Korn sich auch äusserlich wegen nahezu gleicher Durchscheinheit, Farbe, gleichen Bruches etc. äusserlich mehr als Gleichartiges präsentiren. Aber trotz alledem hält es schwer, von gewissen Mineralien eine zur Analyse hinreichende Quantität tauglichen Materiales zusammenzubringen. Der Magneteisenstein wurde mit einem starken Magnet ausgezogen, alsdann gepulvert und abermals ausgezogen und dieses Verfahren bis etwa zehnmal wiederholt. So konnte man die Einmengungen bis auf ein die Analyse nicht mehr wesentlich beeinträchtigendes Minimum reduciren. Der Nephelin wurde selbstverständlich aus dem Gestein unmittelbar gewonnen. Da der Leucit in einzelnen grösseren gelblichen sphäroidischen Par-

* Vgl. Wien. Acad. Ber. XLVI (2), 485.

** Wenn man unter diesem Namen durch Verdrängung oder chemische Umwandlung erzeugte Substanzänderungen früher vorhanden gewesener Krystallindividuen versteht.

tien bei der Zersetzung mit Schwefelsäure stehen bleibt, so war er an diesem Verhalten, wie an seiner Textur, leicht als solcher zu erkennen. Von ihm wurden die reinsten centralen Regionen zur Untersuchung gewählt. Schwierig war es, den Augit und Feldspath bezüglich seiner Homogenität zu beurtheilen oder zu behandeln. Das tritt auch in den Analysen lebhafter zu Tage und ich war deshalb bemüht, die Fehler der Darstellungsmethoden durch nachträgliche, sich auf mikroskopische Beobachtung stützende Interpretation möglichst zu eliminiren. Trotz der Anwendung des Magneten war der Augit nicht vollständig von Magneteisenstein zu reinigen.

Specielle Untersuchung der Gesteinselemente.

1. Magneteisenstein.

Dieses Mineral findet sich im Gestein in deutlich erkennbaren Krystallen bis zu 3 Millimeter Axenlänge, welche sich nicht selten zu Gruppen vereinigt haben. Unter den Gestalten desselben habe ich nur reguläre Oktaëder wahrnehmen können, deren Flächen so glänzend und spiegelnd waren, dass mit Zuhülfenahme einer intensiven Lichtquelle des Abends der Oktaëderwinkel von $109^{\circ}28'$ am Reflexionsgoniometer mit grosser Annäherung erreicht werden konnte. Der Bruch dieses Magneteisensteins ist uneben oder klein- bis grossmuschlig. Die grossmuschligen Varietäten haben lebhaften halbmatalischen in's Demantartige geneigten Glanz und nähern sich in ihrer Farbe dem Tombackbraunen, die kleinmuschligen sind mehr eisenschwarz und weniger lebhaft glänzend. Es liegt die Vermuthung nahe, dass diese Varietäten durch einen verschiedenen Gehalt an Titansäure hervor gebracht werden. Ausführlicher und in anderem Interesse habe ich die Untersuchung dieses Magneteisensteins bereits in *Ann. Ch. Pharm.* CXXIII, 348 und CXXIV, 127 veröffentlicht. Gereinigte Proben des Minerals ergaben folgende Resultate:

| | 1. | 2. | 3. | Mittel. | Sauerstoff. |
|------------------|--------|--------|--------|---------|-------------|
| Eisenoxydul . . | 51,600 | 50,982 | — | 51,291 | 11,387 |
| Manganoxydul . . | — | 1,747 | — | 1,747 | 0,393 |
| Titansäure . . | 24,513 | 25,380 | — | 24,946 | 9,730 |
| Eisenoxyd . . | 21,431 | 22,109 | 21,717 | 21,752 | 6,526 |
| | Summe | | | 99,736. | |

woraus das Sauerstoff-Verhältniss für

$$(\text{FeO} + \text{MnO}) : (\text{FeO TiO}_2 + \text{Fe}_2\text{O}_3) = 1 : 3,05,$$

mit dem der Spinelle übereinstimmend, folgt.

Das spec. Gew. wurde = 5,210 gefunden.

Ein Gewichtstheil Titansäure entspricht nach diesen Analysen fast genau 4 Gewichtstheilen Magneteisenstein.

2. Leucit.

Der Leucit ist von etwas gelblicher Farbe und in seiner Masse stark abgedondert, spröde, ohne deutlich wahrnehmbare Spaltbarkeit. Vor dem Löthrohr war er unschmelzbar und von concentrirter Salzsäure wurde er langsam ohne Gallertbildung zersetzt. Gröblich gepulvert auf farbige polarisirende Gypsplättchen gebracht und im Mikroskop zwischen zwei NICHOL'schen Prismen beobachtet, verhielt er sich wie eine das Licht einfach brechende Substanz. Trotz der scheinbar grossen Reinheit der Masse wurden bei einem Versuche in 0,787 Grm. Leucit 0,180 Grm., also nahe 23 Procent unzersetzter, wesentlich aus Augit und Feldspath bestehender Beimengungen gefunden. Der zersetzte Antheil A stimmt übrigens mit der Zusammensetzung des Leucits sehr gut überein, z. B. mit B der des von BISCHOF* analysirten Leucits vom Vesuv:

| | 1. | 2. | A. Mittel. | B. | Sauerstoff in A. |
|-------------------|------------|----------|------------|-----------------|------------------|
| Kieselsäure . . . | 56,837 | 56,386 | 56,61 | 56,49 | 30,004 |
| Thonerde . . . | 22,626 | 23,215 | 22,92 | 22,99 | 10,681 |
| Eisenoxydul ** | 2,471 | 2,179 | 2,33 | (1,48Glühverl.) | 0,516 |
| Kali . . . | 14,165 *** | 13,127 † | 13,65 | 15,21 | 2,319 |
| Natron . . . | 2,803 *** | 3,089 † | 2,95 | 3,77 | 0,754 |
| Kalkerde . . . | — | 1,676 | 1,68 | 0,04 | 0,479 |
| | | | 100,14 | 99,98. | |

Nach Abzug des Eisengehaltes, als von beigemengtem und mit-zersetztem Magneteisenstein herrührend betrachtet, ist das Sauerstoff-Verhältniss von $\text{RO} : \text{R}_2\text{O}_3 : \text{SiO}_3 = 0,333 : 1 : 2,81$ oder nahezu, dem Leucit entsprechend, = 1 : 3 : 8.

* Lehrb. chem. Geol. 1. Anfl. II, 2289, No. XI.

** Titrit.

*** Als Platinchlorid-Verbindungen getrennt.

† Nach LISR's indirekter Methode bestimmt.

3. Nephelin.

Wo der Nephelin in freien Krystallen in den Drusenräumen des Gesteins liegt, erkennt man an oft ziemlich grossen Individuen die hexagonale Combination ∞P , oP . Er besitzt Fettglanz, ist stark durchscheinend und von graulichweissen, hell weingelben, in manchen feinkörnigen Gesteinsvarietäten aber auch von tief hyacinthrothen Farben. Im Allgemeinen ist er mit einer dünnen schneeweissen Rinde überkleidet, welche bei den feineren und schlankeren Säulen der hyacinthrothen Varietäten nicht selten die Hauptmasse des Krystalls bildet, so dass nur noch ein kleiner, durch seine Farbe auffallend abstechender Kern übrig bleibt. Nach BLUM* ist bekanntlich diese weisse, opake Rinde ein Umwandlungsprodukt des Nephelins in Mesotyp. Bei der Leichtigkeit, mit welcher Nephelin durch schon schwache Säuren zersetzt wird und der grossen Porosität des Gesteins dürfte diese Pseudomorphose wohl erwartet werden. Die Analyse möglichst rein ausgelesener Nephelinsubstanz ergab:

| | A. | Sauerstoff. | B. |
|-----------------------|----------|-------------|---------------------------------|
| | | | Ideale Zusetzg. des Nephelins.* |
| Kieselsäure | 47,094 | 24,960 | = 44,74 |
| Thonerde | 30,694 | 14,303 | = 33,16 |
| Eisenoxydul | 1,759 | 0,390 | |
| Kalkerde | 1,051 | 0,301 | |
| Kali | 6,797 | 1,156 | = 6,09 |
| Natron | 13,384 | 3,426 | = 16,01 |
| Summe | 100,779. | | |

Es ergibt sich hiernach für den Nephelin aus dem Gestein von Meiches das Sauerstoff-Verhältniss von

$$RO : R_2O_3 : SiO_3 = 1,02 : 3 : 5,25 \text{ oder nahezu } = 1 : 3 : 5.$$

Der Eisengehalt rührt wahrscheinlich auch hier von beigemischt gewesenem Magneteisenstein her. Da der Kieselsäuregehalt etwas zu hoch ausgefallen ist, so darf vermuthet werden, dass diese, wie auch kleine Differenzen in der Quantität der übrigen Bestandtheile durch Verunreinigungen der Substanz erzeugt wurden. Bei der Interpretation der Gesteinsanalyse und der an-

* Vergl. Dritter Nachtrag zu Pseudom. des Mineralreichs, 1863, p. 114.

** Nach RAMMELBERG's Mineralchemie p. 652.

derer Gesteinselemente, von denen Nephelin mechanisch nicht vollkommen getrennt werden konnte, habe ich die nebenstehende ideale Zusammensetzung B des Nephelins angewandt.

4. Feldspath.

Der dem Nephelindolerit beigemengte Feldspath fällt dem Auge durch den lebhaften Glasglanz seiner Spaltungsflächen zwar leicht auf, ist aber sichtlich in viel geringerer Menge als Nephelin und Augit vorhanden. Sind auch seine Formen im Gesteinsgemenge selbst wenig ausgebildet, so gelingt es doch aus Drusenräumen ihrer habhaft zu werden. Ich habe von diesem Feldspath nur einfache Krystalle finden können und selbst auf den Spaltungsflächen habe ich niemals Andeutungen von Zwillingsbildungen bemerkt. Die Krystallform ist entschieden monoklinoëdrisch. Am Reflexionsgoniometer gemessen, ergab sich die Neigung der Hauptspaltungsflächen so genau = 90° , als es nur erwartet werden durfte. Die Combinationen der Krystalle haben einen tafelartigen Habitus von $\infty P \infty$, oP und $2P \infty$. Deutlich, aber ziemlich untergeordnet tritt auch das Prisma ∞P daran auf. Die Krystallflächen erscheinen durch einen gelblichen, feindrusigen Überzug nur schimmernd, die Krystalle selbst nur durchscheinend, während Spaltungsstücke stark glänzen, farblos bis gelblich und durchsichtig sind. Da die Flächen oP zu $2P \infty$ einen Winkel von $99^{\circ}38'$ mit einander einschliessen, so erscheinen diese Feldspatskrystalle mitunter wie quadratische Tafeln. Möglicher Weise beruht auf einer derartigen Täuschung die Angabe KLIPSTEIN'S, dass ein Gehlenit-artiges Mineral im Gesteine von Meiches enthalten sey. Die Durchsichtigkeit der Fragmente des Feldspaths gestattet zwar eine Auswahl seiner Stücke zum Zweck der chemischen Untersuchung, zumal auch der Nephelin, wenn das Gestein mit verdünnter Schwefelsäure behandelt wurde, sich durch die opake, Kleister-artige Beschaffenheit seiner ausgeschiedenen Kieselsäure deutlich verräth, aber nichtsdestoweniger war es zeitraubend und mühsam, zur Analyse einigermaßen taugliches Material zusammenzubringen. Die theils mit kohlen-saurem Kali-Natron, theils zur Bestimmung der Alkalien mit Fluorwasserstoff aufgeschlossenen Proben des Feldspaths ergaben:

| | 1. | 2. | 3. | 4. | 5. | Mittel. | Sauerstoff. |
|-----------------|--------|--------|-------|-------|-------|---------|-------------|
| Titansäure . . | Spur | — | — | — | — | Spur | — |
| Kieselsäure . . | 59,259 | 60,125 | — | — | — | 59,69 | 31,64 |
| Phosphorsäure | Spur | — | — | — | — | Spur | — |
| Thonerde . . | 19,781 | — | 21,79 | 21,55 | — | 21,04 | 9,80 |
| Eisenoxydul * | 2,189 | 2,361 | — | — | — | 2,27 | 0,50 |
| Manganoxydul | Spur | — | — | — | — | Spur | — |
| Kalkerde . . | 0,945 | — | — | — | — | 0,95 | 0,27 |
| Magnesia . . | Spur | — | — | — | — | Spur | — |
| Kali . . . | — | 8,614 | — | — | — | 8,61 | 1,46 |
| Natron . . | — | 6,551 | — | — | — | 6,55 | 1,68 |
| Baryt . . . | — | — | 2,189 | 2,189 | 2,434 | 2,27 | 0,23 |
| Strontian . . | — | — | 0,169 | 0,431 | 0,477 | 0,36 | 0,06 |
| | | | | | | Summe | 101,74. |

Übersieht man die Resultate dieser Analyse, so erkennt man leicht gewisse Anomalien, welche dieser Feldspath im Vergleich zu anderen bezüglich seiner chemischen Constitution besitzt. Es erscheint auffallend, dass ein Feldspath, welcher alle morphologischen Eigenschaften des Orthoklases hat, einen so niedrigen Kieselsäure- und so hohen Thonerdegehalt aufweist, wie man es beim Oligoklas zu sehen gewohnt ist. Der Barytgehalt kann zwar mit der Entdeckung des Hyalophans in jüngeren Feldspathen vulkanischen Ursprungs vermuthet werden, wie er ja auch von A. MITSCHERLICH ** in mehreren Feldspathen direkt nachgewiesen worden ist, aber der begleitende Gehalt an Strontianerde scheint bis dahin noch nicht positiv nachgewiesen worden zu seyn ***. Es ist ferner aussergewöhnlich, dass ein Feldspath von den basischen Eigenschaften des Oligoklases bei so geringem Kalkgehalt eine so grosse Menge von Kali führt. Diese Anomalien zu deuten ist bei den vielen Unsicherheiten, mit denen unsere Kenntniss über die innere Constitution der Feldspathe behaftet ist, ein gewagtes Unternehmen. Doch möge es im Interesse der späteren Interpretation der Gesteinsanalyse erlaubt seyn.

* Titirt.

** Vergl. Journ. pr. Chem. LXXXI, 108. Der Feldspath von Rieden enthielt 2,33 Proc. BaO.

*** Die Trennung des Strontians von Baryt wurde mittelst chromsauren Kali's ausgeführt. Der aus den beiden Sulfaten gemischte Niederschlag liess im Spectralapparate Strontian erkennen, der getrennte Antheil zeigte das Strontianspectrum von grosser Reinheit.

Der zur Analyse verwandte Feldspath war vor dem Aufschliessen längere Zeit mit verdünnter Schwefelsäure behandelt worden, konnte also eigentlich keinen, höchstens nur ein Minimum von Nephelin einschliessen. Er war in glänzenden, durchsichtigen Bruchstücken ausgelesen, unter dem Mikroskop auf die Natur seiner Einschlüsse geprüft, dann pulverisirt, geschlämmt und mit dem Magneten ausgezogen worden, weil sichtlich noch geringe Mengen von Augit und mit diesem auch Magnetestein in ihm zu beobachten waren.

Die geringe, nicht vollständig zu trennende Quantität von diesen Verunreinigungen gibt sich durch den Eisengehalt des Feldspaths zu erkennen. Wenn nun auch die Summe aller fremdartigen Beimengungen noch immerhin einige Procente von der angewandten Feldspathmenge betragen mochte, so waren diese sichtlich unmöglich so hoch, dass dadurch das analytische Resultat hätte bedeutend getrübt werden können. Sieht man demgemäss vom Eisen- und Kalkgehalt des Feldspaths ab, wie von den Spuren von Titansäure, Phosphorsäure, Magnesia und Manganoxydul, so bleibt die Zusammensetzung eines Feldspaths übrig, welcher vom Typus des Oligoklases, mit einem ansehnlichen Baryt-, Strontian-, Kali- und Natrongehalt und mit der Form des Orthoklases ausgerüstet ist. Diesen Feldspath kann man nun betrachten: 1) entweder als eine so charakterisirte Species, oder 2) wie es modern geworden ist, als eine isomorphe oder partial-isomorphe Verwachsung verschiedener Species, endlich 3) aber würde auch noch der Fall zu erörtern übrig bleiben, dass dieser Feldspath ein gesetzloses Gemenge von Nephelin, welcher der Zersetzung entgangen ist, oder auch von Leucit mit Orthoklas wäre.

Was zunächst die isomorphe oder partial-isomorphe Verwachsung verschiedener Feldspathspecies anbetrifft, so hat schon früher SARTORIUS VON WALTERSHAUSEN * einen sogenannten »Gruppenisomorphismus« für diese Mineralien wahrscheinlich zu machen gesucht, und betrachtet die verschiedenen Feldspathe als Ver-

* Vgl. Über die vulkanischen Gesteine in Island und Sicilien etc. Göttingen, 1853. 100 – 105.

wachungen von Krablit oder Albit mit Anorthit in variablen Verhältnissen.

Später brachte BREITHAUP T * die Erscheinung des lamellären Verwachsenseyns oder der parallelen Aggregation kleinerer Krystalle von verschiedenen Species mit gewissen Identitäten in der Lage der Flächen oP und der Orthodomen gegen die von ihm gewählte Hauptaxe in Verbindung und entwickelte daraus den Begriff der partialen Isomorphie am Perthit und anderen Feldspathvorkommnissen, während Er für den Sanidin vom Drachensfels eine solche Verwachsung von Felsit und Anorthit als wahrscheinlich hinstellt. In der letzteren Ansicht ist ihm G. VOM RATH ** gefolgt, und GERHARD *** hat bezüglich des Perthits von Bathurst in Canada die chemischen Belege für die Annahme einer Verwachsung von Orthoklas und Albit geliefert. Eine vortreffliche, von den modernen theoretisch-chemischen Gesichtspunkten ausgehende Abhandlung über diesen geologisch so wichtigen Gegenstand erschien auch kürzlich von G. TSCHERMAK †. Wenn ich diese Abhandlung richtig verstanden habe, so betrachtet TSCHERMAK den Orthoklas und Albit als partial-isomorphe Feldspathe in BREITHAUP T'schem Sinne, in Folge dessen beide Species nicht innig gemischt, sondern nur lamellär verwachsen erscheinen. Albit und Anorthit sind jedoch nach ihm entschieden homöomorph, wodurch sie befähigt werden, so innig zusammen zu krystallisiren, wie man es bei anderen isomorphen Mischungen vorauszusetzen pflegt. In Folge dessen seyen also alle Kali-Natron-Feldspathe Perthit-artige Verwachsungen von Orthoklas und Albit, dagegen die Kalk-Natron-Feldspathe isomorphe Mischungen von Albit und Anorthit, endlich die Kalk-Natron-Kali-Feldspathe ein Aggregat der ersteren Formen mit den letzteren, worin der gewöhnlich geringe Orthoklasgehalt in regelmässigen Durchwachsungen erscheine. Um diese Isomorphien von gleicher atomistischer Gruppierung der Feldspathe abhängig erscheinen zu lassen, setzt TSCHERMAK voraus, dass in den

* Berg- und Hüttenm. Zeitg. 1861, 69.

** Beitrag zur Kenntniss der Trachyte des Siebengebirges. Bonn, 1863. 13.

*** Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellsch. 1861, 151.

† Chemisch-mineralogische Studien. I. Feldspathgruppe. Sitzungsberichte d. kaiserl. Acad. d. Wissensch. Bd. I.

Atomgruppen des Albits und Adulars 2 Atome Silicium dieselbe physikalische Wirkung ausübten, als 2 Atome Aluminium im Anorthit und Barytfeldspath, und dass im Danburit 4 Atome Bor an der Stelle der 4 Aluminiumatome des Anorthits ständen.

Diese interessanten Verhältnisse im Feldspath des Nephelindolerits von Meiches wieder zu finden, habe ich die von unwesentlichen Bestandtheilen frei gedachte Analyse desselben einem Gemenge von Orthoklas, Albit und Barytfeldspath entsprechend behandelt.

Der Barytfeldspath wurde, als dem Anorthittypus (wie es TSCHERMAK voraussetzt) angehörend, in die Rechnung eingeführt.

Der Feldspath A enthält in 100 Gewichtstheilen, indem der geringe Strontiangehalt dem Baryt zugetheilt worden:

| A. | SiO ₃ | Al ₂ O ₃ | BaO | KO | NaO | Summe |
|----|------------------|--------------------------------|-----|-----|-----|--------|
| | 59,4 | 22,6 | 2,7 | 8,8 | 6,5 | 100,0. |

Berechnet man den Barytfeldspath B, Orthoklas C und Albit D, welche die Zusammensetzung A bilden sollen, aus dem Baryt-, Kali- und Natrongehalt, dann erhält man:

| | SiO ₃ | Al ₂ O ₃ | BaO | KO | NaO | |
|----|------------------|--------------------------------|-------|-------|-------|-----------------------------|
| B. | 2,1 | + 1,8 | + 2,7 | — | — | = 6,6 Proc. Barytfeldspath. |
| C. | 34,6 | + 9,6 | — | + 8,8 | — | = 53,0 „ Orthoklas. |
| D. | 38,8 | + 10,8 | — | — | + 6,5 | = 56,1 „ Albit. |
| | 75,5 | 22,2 | 2,7 | 8,8 | 6,5 | = 115,7. |

Dieses Resultat stimmt, wie es aus dem mangelnden Kalkgehalt und dem zu geringen Barytgehalt (um den Kieselsäuregehalt des Orthoklases und des Albits herabzudrücken) im Voraus zu übersehen war, durchaus nicht mit den gemachten Voraussetzungen. Die Nichtübereinstimmung analytischen Fehlern zuzuschreiben, finde ich keine direkte Veranlassung, da solche Fehler doch sehr ausserhalb der Grenzen gewissenhafter Ausführung liegen müssten. Die von TSCHERMAK an einer grossen Zahl anderer Feldspathanalysen entwickelten Regelmässigkeiten erschüttern zu wollen, kann mir um so weniger einfallen, als eine nach ihren Ursachen nicht näher ermittelte Abweichung nur eines Feldspaths vorliegt und die von TSCHERMAK nach den gemachten Voraussetzungen berechneten Zahlen vortrefflich mit den analytischen Resultaten stimmen. Wenn es demgemäss wahrscheinlich ist, dass die mittleren Feldspathe: Labradorit und Oligoklas, nur verschiedene Mischungsverhältnisse von Albit und

Anorthit repräsentiren, wenn ferner der analysirte Feldspath von Meiches von der Basicität des Oligoklases ist, aber ihm statt eines dem Anorthit entsprechenden Kalkquantums ein sehr hoher Gehalt an Kali eigenthümlich ist, so folgt daraus, dass jener Feldspath mit irgend einer der bekannten Species nicht vergleichbar ist. Wenn nun ferner, wie ich glaube, die ungeroimte Feldspathzusammensetzung nicht von analytischen Fehlern herrührt, so bleibt noch der Vermuthung Raum, dass das analysirte Material in irgend einer Art und Weise von einem anderen Körper verunreinigt gewesen wäre, die sich weder durch Behandlung der Substanz mit Säuren, noch durch direkte Beobachtung mit Lupe und Mikroskop in gewöhnlichem und polarisirtem Lichte zu erkennen gegeben hätte. Die einzigen derartigen Körper, welche voraussichtlicher Weise hierbei in Betracht gezogen werden könnten, wären Nephelin und Leucit, jedoch auch nur unter der Voraussetzung, dass sie in einer, sich der Einwirkung der Säuren entziehenden Form vorhanden wären. Schreitet man in diesem Sinne direkt zur Rechnung, indem man den zuverlässig bestimmten Kieselsäuregehalt S ($= 60$ Proc., nahezu) als aus einem Gemenge von Orthoklas mit f ($= 65$ Proc.) und von Nephelin mit n ($= 45$ Proc.) Kieselsäuregehalt hervorgegangen sich denkt, dann ist, wie sich aus einfachen Betrachtungen ergibt:

$$xf + yn = (x + y)S, \text{ oder für } y = 1,$$

$$x = \frac{S-n}{f-S} = \frac{60-45}{65-60} = \frac{15}{5} = 3.$$

In ähnlicher Weise würde sich, für Nephelin Leucit substituirt, $x = 0,6$ ergeben, wenn der Kieselsäuregehalt des Leucits $= 57$ Proc. angenommen wird. Im ersteren Falle bestände das Gemenge aus $77,8$ Proc. Orthoklas und $22,2$ Proc. Nephelin; in letzterem aus $37,5$ Proc. Orthoklas und $62,5$ Leucit. Gegen beide Annahmen spricht aber die unmittelbare Erscheinung; denn, während in letzterem Falle der Leucit zu etwa $\frac{2}{3}$ der Masse vorwalten würde, müssten auch seine physikalischen und morphologischen Eigenschaften vorwalten, d. h. man müsste Leucit vor sich haben, welcher unsichtbar mit Feldspath gemischt wäre; in ersterem müsste etwa $\frac{1}{4} - \frac{1}{5}$ der Masse durch Säuren zersetzbar seyn, was in Wirklichkeit nicht der Fall ist. Ob die letzte Folgerung zulässig ist, das muss übrigens noch durch Versuche

entschieden werden, und zu solchen Versuchen dürften sich die aus unzersetzbarem Albit und zersetzbarem * Anorthit bestehend gedachten Feldspathe ganz vorzüglich eignen.

Bei allem lebhaften Interesse, welches ich an der Entwicklung neuer theoretischer Gesichtspunkte nehme, wird man es aber gerechtfertigt finden, wenn ich nach dem vorliegenden Thatbestande und bis dahin, dass die Zusammenhänge zwischen den chemischen, physikalischen und geometrischen Eigenschaften der Glieder der Feldspathfamilie sich als nothwendige herausgestellt haben werden, den Feldspath aus dem Nephelindolerit von Meiches als einen kalireichen und kalkfreien Baryt-Oligoklas mit den geometrischen Eigenschaften des Orthoklases betrachte. Die Zusammensetzung des reinen Minerals würde folgende seyn:

SiO₃ 59,4, Al₂O₃ 22,6, KO 8,8 NaO 6,5, BaO 2,3, SrO 0,4
Summe 100.

5. Augit.

Der im Gesteine auftretende Augit ist von schwarzer, oft in's Beerblaue sich ziehender Farbe, in dünnen Splintern ist er bei durchfallendem Lichte bouteillenbraun, und in den feinsten Lamellen unter dem Mikroskope fast farblos und durchsichtig. Er spaltet unvollkommen nach $\infty P \infty$ und $\infty P \infty$ und lässt nur die gewöhnliche Combination: $\infty P \infty \cdot \infty P + P \cdot \infty P \infty$ wahrnehmen. Der Habitus der Krystalle, wo sie frei ausgebildet sind, ist stets tafelförmig durch Vorwalten von $\infty P \infty$. Es ist nicht gut möglich, ihn vollkommen rein in Stücken auszusuchen, denn wesentlich ist das Vorkommen von Magneteisenstein an ihn gebunden, welcher darin theils in Körnern eingesprengt, theils in Oktaedern aufgewachsen ist. Auch Feldspath findet sich mit ihm verwachsen, wie er auch von Apatitnadeln durchspickt zu seyn pflegt. Apatit und Nephelin waren aus ihm mit Salpetersäure, Magneteisenstein mit dem Magneten möglichst entfernt. Um die Zusammensetzung richtig zu erfahren, wurde bei der Analyse der Gehalt an Titansäure und Baryt sorgfältig bestimmt, um den beige-

* Es ist selbstverständlich, dass hier das Verhalten gegen cons. Salzsäure gemeint ist.

mengten Magneteisenstein und Feldspath durch Rechnung eliminieren zu können. Die Proben wurden zur Bestimmung der Alkalien mit Fluorwasserstoff, übrigens mit kohlensaurem Kalinatron aufgeschlossen. Es wurde in dem so behandelten Augit gefunden:

| | 1. | 2. | 3. | 4. | 5. | 6. | Mittel. |
|---------------------|-------|--------|--------|-------|--------|--------|---------|
| Titansäure . . | — | — | — | 0,971 | — | 1,230 | 1,10 |
| Kieselsäure . . | — | — | 47,956 | — | 48,184 | 48,313 | 48,15 |
| Thonerde . . | — | 9,320 | — | — | 10,398 | — | 9,86 |
| Eisenoxydul . . | — | 9,606 | 8,579 | — | 8,058 | 8,138 | 8,60 |
| Manganoxydul . | 1,402 | — | — | — | — | — | 1,40 |
| Kalkerde . . | — | 21,343 | — | — | 22,441 | 23,860 | 22,55 |
| Magnesia . . | — | — | 9,250 | — | 9,309 | — | 9,28 |
| Kali | — | 0,442 | — | — | — | — | 0,44 |
| Natron | — | 0,690 | — | — | — | — | 0,69 |
| Baryt und Strontian | — | — | — | — | — | 0,190 | 0,19 |
| | | | | | | Summe | 102,26. |

0,19 Baryt und Strontian entsprechen einer Beimengung von 7 Proc. Feldspath (mit SiO_3 4,16, Al_2O_3 1,58, KO 0,62, NaO 0,45, BaO + SrO 0,19, Summe 7,00) und 1,10 Titansäure 4,4 Proc. Magneteisenstein [mit FeO_1 2,26, Fe_2O_3 0,96 (= 0,86 FeO. Es sind also bei der Deutung der Analyse 3,12 FeO in Rechnung zu bringen), TiO_2 1,10 und MnO 0,08, Summe 4,4]. Diese Zahlen von den analytischen Resultaten subtrahirt, führen zu folgender procentischer Zusammensetzung des Augits im reinen Zustande:

| SiO_3 | Al_2O_3 | FeO | MnO | CaO | MgO | Summe |
|----------------|-------------------------|-----|-----|------|------|-------|
| 48,4 | 9,1 | 6,0 | 1,5 | 24,8 | 10,2 | 100 |

mit dem Sauerstoff-Verhältniss von $\text{RO} : (\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{SiO}_3) = 1 : 2,33$. Danach scheint die Constitution dieses Augits etwas unwahrscheinlich, aber RAMMELSBURG fand einen Augit aus dem, zwischen der Eifel und dem Vogelsberge liegenden Westerwalde (von Härtlingen) mit dem Sauerstoff-Verhältniss derselben Bestandtheile = $1 : 2,4$ und auch übrigens procentisch sehr ähnlich zusammengesetzt. RAMMELSBURG * bestimmte darin auch einen 5,83 Proc. betragenden Gehalt an Eisenoxyd, welcher, mit RO isomorph betrachtet, das Sauerstoff-Verhältniss von $(\text{RO} + \text{Fe}_2\text{O}_3) : (\text{SiO}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3) = 1 : 2,06$ liefert. Da in meiner Analyse die Bestimmung des Eisenoxydes

* Vergl. Mineralchemie p. 484. Analyse No. 4.

fehlt, so kann, wiewohl die im durchfallenden Lichte hervortretende, bouteillebraune Farbe einen Gehalt daran verräth, selbstverständlich eine Discussion über die Constitution des Augits im Nephelindolerit keinen Werth haben.

6. Titanit, 7. Sodalith und 8. Apatit.

Titanit und Sodalith kommen im Nephelindolerit von Meiches in so geringen Mengen vor, dass es genügen kann, deren Vorhandenseyn überhaupt zu constatiren. Der Titanit ist von honiggelber Farbe, seine Individuen klein, mit rauhen oder spiegelnden Flächen. An Einem Individuum konnte ich zwei Winkel messen, der eine betrug sehr nahe 136° , der andere nahe $113^{\circ}30'$; entsprechend den Winkeln, welche die Flächen $\frac{2}{3}P2$ und $P\infty$ mit einander bilden. Diese beiden Formen sind die gewöhnlichsten Combinationen; an anderen war auch $P\infty$ zu sehen und mit Wahrscheinlichkeit habe ich einspringende, auf Zwillingbildung deutende Winkel erkannt. Auch der Sodalith findet sich selten in Drusenräumen des Gesteins in Gestalt (wahrscheinlich wie beim Nephelin, mit dem er leicht bis auf die Form zu wechseln ist, durch beginnende Umwandlung) schneeweisser, kleiner, jedoch mit der Lupe deutlich erkennbarer Rhombendodekaëder. Das Gestein muss deshalb einen geringen Chlorgehalt besitzen, auf welchen zu prüfen jedoch unterlassen worden ist, weil ich erst später den Sodalith im Gestein auffand.

Der Apatit tritt stets in sehr regelmässig ausgebildeten Combinationen $\infty P . oP$ auf, andere Formen waren nicht an ihm zu entdecken; er ist entweder, wie in den Drusenräumen, die er wie mit Fäden durchspinnt, oberflächlich drusig-rauh und bläulich durchscheinend oder, wenn er in Nephelin und anderen Gemengtheilen eingewachsen ist, glasglänzend und gelblich durchscheinend. Stets sind seine Krystalle äusserst lang und sehr dünn. Die Reactionen vor dem Löthrohr stimmen mit denen, welche Apatit gibt, überein, die blaue Flamme ist nach der Befuchtung mit Schwefelsäure erkennbar, und G. Rose hat den Phosphorsäure-Gehalt auch auf nassem Wege nachgewiesen.

Specielle Untersuchung des ganzen Gesteins.

Zum Zweck der Bauschanalyse des Nephelindolerits habe ich von verschiedenen Stellen eines grösseren Gesteinsblockes Stücke abgeschlagen und etwa ein Pfund so erhaltenen Materiales gepulvert, möglichst innig gemischt und dann davon die Probe genommen. Diese enthielt:

| | | | |
|----------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------|
| Titansäure | 1,239 | Kalkerde | 10,578 |
| Kieselsäure | 43,891 * | Magnesia | 2,811 |
| Phosphorsäure ** | 1,390 | Kali | 1,726 |
| Schwefelsäure | } . nicht best. | Natron | 9,127 |
| Chlor | | Baryt | 0,172 |
| Thonerde | 19,249 | Strontian *** | 0,008 |
| Eisenoxydul | 12,005 | Fluor | Spur |
| Manganoxydul | Spur. | | <u>102,191.</u> |

Um diese Analyse zu interpretiren, habe ich den Gehalt an Titansäure als Mass für die Quantität beigemengten Magneteisens angesehen. Dass diese Annahme wahrscheinlich unrichtig ist, geht schon aus der früheren Beschreibung dieses Minerals hervor; deutlicher noch wird es die Rechnung zeigen. Der Phosphorsäuregehalt diene zu Berechnung des Apatits; die Feldspathmenge wurde aus dem Barytgehalt und endlich der Augit aus dem Gehalt an Magnesia berechnet. Es bleibt dann ein Gemenge von Nephelin und Leucit übrig (abgesehen von den zu vernachlässigenden Quantitäten des Titanits und des Sodaliths) welches Gemenge etwa aus dem Kieselsäuregehalt nach der Mischungsformel bestimmt werden könnte. Die folgende, auf diese Berechnungsart gegründete Tabelle ist leicht verständlich.

* Mittel aus folgenden fünf Bestimmuugen: 44,114, 43,296, 44,113, 44,067, 43,867.

** Mit molybdänsaurem Ammoniak etc. bestimmt. Später fand Hr. Prof. TH. ENGELBACH in einer Probe des Gesteines 0,973 Proc. Phosphorsäure = 2,4 Proc. Apatit.

*** Berechnet aus dem Verhältniss des SrO zu BaO im Feldspath und aus dem gesammten, mit SO₃ erhaltenen Niederschlag.

| Tab. I. | A. Ganzes Gestein. | B. Magnet- eisenst. | C. Apatit. | X = A-(B+C). | D. Feld- spath. | Y = X-D. | E. Augit. | Z = Y-E. | F. Nephe- lin. | Diff. Z-F. | G. Leucit. |
|---------------|--------------------------|---|---------------|-----------------|-----------------------|-------------|--------------|-------------|----------------------|---------------|---------------|
| Titansäure | 1,239 | 1,239 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Kieselsäure | 43,891 | — | — | 43,89 | 4,46 | 39,43 | 13,31 | 26,12 | 26,12 | — | — |
| Phosphorsäure | 1,390 | — | 1,39 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Schwefelsäure | nicht | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Chlor | best. | — | 0,20 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Thonerde | 19,249 | — | — | 19,25 | 1,70 | 17,55 | 2,50 | 15,05 | 19,23 | -4,18 | — |
| Eisenoxydul | 12,005 | 3,512 | — | 8,49 | — | 8,49 | 1,70 | 6,79 | — | +6,79 | — |
| Manganoxydul | Spur | 0,090 | — | — | — | — | 0,41 | — | — | — | — |
| Kalkerde | 10,578 | — | 1,80 | 8,78 | — | 8,78 | 6,82 | 1,96 | — | +1,96 | — |
| Magnesia | 2,811 | — | — | 2,81 | — | 2,81 | 2,81 | — | — | — | — |
| Kali | 1,726 | — | — | 1,73 | 0,66 | 1,07 | — | 1,07 | 3,53 | -2,46 | — |
| Natron | 9,127 | — | — | 9,13 | 0,49 | 8,64 | — | 8,64 | 9,44 | -0,8 | — |
| Baryt | 0,172 | — | — | 0,17 | 0,17 | — | — | — | — | — | — |
| Strontian | 0,008 | — | — | 0,01 | 0,01 | — | — | — | — | — | — |
| Fluor | Spur | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | | 3,512 FeO entsprochen FeO=2,54 Fe ₂ O ₃ =1,08 | | | | | | | | | |
| Summe | 102,191 | 4,95 | 3,39 | 94,26 | 7,49 | 86,77 | 27,55 | 59,63 | 58,32 | 1,31 | 0,00. |

Diese Tabelle sagt aus, dass unter den gegebenen Voraussetzungen das analysirte Gestein in 100 Gewichtstheilen aus etwa 5 Magnet Eisenstein 3½ Apatit, 7½ Feldspath, 27 Augit und 58 Nephelin bestehe, und dass in der analysirten Probe Leucit gefehlt habe. Die Schlussdifferenz Z—F aber sagt aus, dass die gemachten Voraussetzungen bezüglich der chemischen Zusammensetzung der einzelnen Mineralien nicht genau sind, während ein Theil der Differenz auf unvermeidliche Beobachtungsfehler zurückzuführen ist. Übrigens aber stimmt das äussere Aussehen des Nephelindolerits von Meiches, die auf den sinnlichen Eindruck gestützte ungefähre Abschätzung der relativen Mischungsverhältnisse der zusammensetzenden Mineralien wohl überein mit den oben gegebenen Zahlen.

Was den berechneten Mangel an Leucit in der analysirten Probe anbetrifft, so folgt aus dem Kieselsäurerest unter Z der Tabelle, wenn er auf 100 Gewichtstheile der Mischung berechnet wird, dass dieser um ein sehr geringes, nämlich um nicht ganz 1 Proc. von dem des Nephelins mit negativem Werthe abweicht, woraus auch ein kleiner negativer Werth für das in dem Gesteinsgemenge vorhandene Leucit-Quantum folgt, oder da diese Grösse (insoferne sie innerhalb der Fehlergrenze liegt) mit derselben Wahrscheinlichkeit auch positiv ausfallen konnte, dass kein Leucit in merklicher Menge vorhanden sey. Nachträglich habe ich die Gesteinsblöcke, von denen ich die Proben zur Analyse

abschluss, geprüft und gefunden, dass in diesen in der That die sonst deutlichen und auffallenden sphärischen Leucitflecken fehlten. Ich habe keinen Grund ausfindig machen können, das Resultat der Rechnung in diesem Sinne anzuzweifeln. Für die Schlusdifferenzen, die jedenfalls ausserhalb der Grenzen der Beobachtungsfehler fallen, liegt übrigens ihre naturgemässe Deutung nicht fern. Wir werden die Betrachtungen über diese später wieder aufnehmen.

Betrachtet man die Differenz der Columne X, nach Abzug von 27,55 Augit als ein Gemenge von Nephelin, Feldspath und Leucit, so lassen sich deren relative Quantitäten auch auf anderem Wege, nämlich aus drei ihnen gemeinschaftlichen Bestandtheilen berechnen. Man gelangt so auf ein System linearer Gleichungen, aus welchen die unbekanntes (das sind diejenigen Coëfficienten, mit denen die procentalen Mengen der gemeinschaftlichen Bestandtheile multiplicirt werden müssen, um die mit einander gemengten Quantitäten zu liefern) durch successive Elimination je zweier anderer erhalten werden können. Wählt man im vorliegenden Falle zur Berechnung den Gehalt an Kieselsäure, Thonerde und Kali, so findet sich

| | a) in der gemischten Substanz | b) im Nephelin | c) im Feldspath | d) im Leucit |
|--------------------------------|----------------------------------|----------------|-----------------|--------------|
| SiO ₃ | 30,58 Gewthle. | 44,7 Proc. | 59,7 Proc. | 56,6 Proc. |
| Al ₂ O ₃ | 16,75 „ | 33,2 „ | 21,0 „ | 23 „ |
| KO | 1,73 „ | 6,1 „ | 8,6 „ | 13,7 „ |

Demgemäss müssten also die folgenden Gleichungen gelten:

$$\text{II. } \left\{ \begin{array}{l} 1) \quad x \cdot 44,7 + y \cdot 59,7 + z \cdot 56,6 = 30,58 \\ 2) \quad x \cdot 33,2 + y \cdot 21,0 + z \cdot 23,0 = 16,75 \\ 3) \quad x \cdot 6,1 + y \cdot 8,6 + z \cdot 13,7 = 1,73. \end{array} \right.$$

Die Ausrechnung führt aber zu unmöglichen Werthen für x, y und z und zeigt, dass die rechte Seite der Gleichungen 2) und 3) unrichtige Angaben enthält. Die Unrichtigkeit dieser Angaben geht aber auch aus der Tabelle der ersten Berechnungsmethode hervor, indem sie für Thonerde eine Differenz von — 4,18 und für Kali eine solche von — 2,5 aufweist. Man kann versucht werden, diese fehlenden Mengen Thonerde und Kali zwar als vorhanden, aber durch Fehler in der Ausführung der Analyse anderen Bestandtheilen zugetheilt anzusehen. Corrigirt man demgemäss die rechten Seiten der Gleichungen 1) und 2), indem

man für 16,75 den Werth 22, für 1,73 den Werth 3,5 einsetzt, dann sind die Gleichungen

$$\text{III. } \left\{ \begin{array}{l} 4) \quad x \cdot 44,7 + y \cdot 59,7 + z \cdot 56,6 = 30,6. \\ 5) \quad x \cdot 33,2 + y \cdot 21,0 + z \cdot 23,0 = 22,0. \\ 6) \quad x \cdot 6,1 + y \cdot 8,6 + z \cdot 13,7 = 3,5. \end{array} \right.$$

aufzulösen, was am einfachsten mittelst der daraus sich ergebenden Determinanten:

$$D = \begin{vmatrix} 44,7 & 59,7 & 56,6 \\ 33,2 & 21,0 & 23,0 \\ 6,1 & 8,6 & 13,7 \end{vmatrix} = -5849,5, \quad D^1 = \begin{vmatrix} 30,6 & 59,7 & 56,6 \\ 22,0 & 21,0 & 23,0 \\ 3,5 & 8,6 & 13,7 \end{vmatrix} = -3888,2,$$

$$D^2 = \begin{vmatrix} 44,7 & 30,6 & 56,6 \\ 33,2 & 22,0 & 23,0 \\ 6,1 & 3,5 & 13,7 \end{vmatrix} = -769,4, \quad D^3 = \begin{vmatrix} 44,7 & 59,7 & 30,6 \\ 33,2 & 21,0 & 22,0 \\ 6,1 & 8,6 & 3,5 \end{vmatrix} = +720,0,$$

erreicht wird; denn alsdann ergibt sich:

$$x = \frac{D^1}{D} = 0,66, \quad y = \frac{D^2}{D} = 0,13, \quad z = \frac{D^3}{D} = -0,12.$$

Ein Blick auf diese Werthe genügt, um das wesentlichste Resultat dieser Rechnung zu schätzen; nämlich, dass unter den gegebenen Bedingungen nahezu ebensoviel positiv vorhandener Feldspath als negativ vorhandener Leucit in der Mischung existire, dass also auch diese Coëfficienten unrichtig sind. Vergleicht man nun dieselben mit denjenigen, welche durch einfache Proportionen aus der Tab. I. sich ergeben, indem man den jedenfalls zuverlässig bestimmten Gehalt an Kieselsäure zu Grunde legt, so erhält man:

$$x = \frac{26,12}{44,7} = 0,585, \quad y = \frac{4,46}{59,7} = 0,075, \quad z = 0.$$

Corrigirt man mittelst dieser Coëfficienten das System linearer Gleichungen, so erhält man:

$$\text{IV. } \left\{ \begin{array}{l} 7) \quad x \cdot 44,7 + y \cdot 59,7 + z \cdot 56,6 = 30,6, \\ 8) \quad x \cdot 33,2 + y \cdot 21,0 + z \cdot 23,0 = 21,0, \\ 9) \quad x \cdot 6,1 + y \cdot 8,6 + z \cdot 13,7 = 4,2, \end{array} \right.$$

aus welchen man natürlich durch Auflösung wieder zu obigen Werthen für x , y und z gelangt.

Vergleicht man die aus dem System III. folgenden Resultate mit denen, die aus IV. ableitbar sind, so lassen sich folgende Tabellen aufstellen:

| | Die Coëff. aus III. ergeben : | | | Summe. | Die Coëff. aus IV. ergeben : | | | Summe. |
|--------------------------------|-------------------------------|-------------------|----------------|--------|------------------------------|-------------------|----------------|--------|
| | für Nephelein. | für Feldspath. | für Leucit. | | für Nephelein. | für Feldspath. | für Leucit. | |
| SiO ₃ | 29,5 | 7,8 | - 6,8 | 30,5 | 26,12 | 4,46 | 0,0 | 30,58 |
| Al ₂ O ₃ | 21,9 | 2,7 | - 2,7 | 21,9 | 19,22 | 1,70 | 0,0 | 20,92 |
| KO | 4,0 | 1,1 | - 1,7 | 3,4 | 3,57 | 0,66 | 0,0 | 4,23 |
| NaO | 10,6 | 0,9 | - 0,4 | 11,1 | 9,37 | 0,49 | 0,0 | 9,86 |
| BaO | — | 0,3 | — | 0,3 | — | 0,17 | 0,0 | 0,17 |
| SrO | — | 0,1 | — | — | — | 0,01 | 0,0 | 0,01 |
| CaO | — | — | - 0,2 | - 0,2 | — | — | 0,0 | — |
| Summe | 66,0 | 12,9 | - 11,8 | 67,1 | 58,28 | 7,49 | 0,0 | 65,77 |

Man ersieht daraus, dass, während die Systeme linearer Gleichungen nur in zwei Gliedern um ein Geringes differiren, nämlich die Constanten in den correspondirenden No. 5 und 8 um eine Einheit und in No. 6 und 9 um 0,7, die aus beiden Systemen berechneten Unbekannten bedeutende Abweichungen unter sich und noch grössere in ihren Produkten wahrnehmen lassen. Im Allgemeinen folgt aber aus diesen Betrachtungen, dass die Berechnung von Gesteinsgemengen am leichtesten und sichersten gelingt, wenn man die relativen Quantitäten der zusammensetzenden Mineralien auf einzelne gut bestimmte und charakteristische Bestandtheile gründet, während die Berechnung aus mehreren gemeinschaftlichen Bestandtheilen da ihre Verwendung findet, wo keine charakteristischen Bestandtheile vorhanden sind. In letzterem Falle wird man die quantitative, chemische Bestimmung derjenigen Bestandtheile, welche der Rechnung zu Grunde gelegt werden sollen, mit besonderer Sorgfalt auszuführen haben. Es ist wohl selbstverständlich, dass bei mathematischer Idealität der analytischen Resultate beide Wege mit gleicher Sicherheit zum Ziele führen, wiewohl der letztere umständlicher ist; eine solche Idealität lässt sich aber in der praktischen Chemie nicht erreichen und wenn man sich ihr durch Repetition von Bestimmungen beliebig nähern kann, so dürfte für rein petrographische Zwecke der Aufwand von Zeit und Mühe in keinem Verhältniss zur wissenschaftlichen Bedeutung der Kenntniss von Gesteinsmischungen stehen, welche innerhalb kleiner Räume schon wesentlichen Änderungen unterworfen zu seyn pflegen. Die hier berührten beiden Gesichts-

punkte, der praktische und theoretische, sind offenbar dieselben, welche die Kluft zwischen den Ansichten von J. ROTH und SARTORIUS VON WALTERSHAUSEN bezeichnen.

Wenn nun auch verschiedene Autoren, u. A. Suckow, bezüglich der Möglichkeit aus der Durchschnitts-Zusammensetzung eines Gesteins die mineralogische Constitution zu ermitteln, die Flinte in's Korn geworfen haben, so ist doch von Seiten der Wissenschaft, einiger misslungener Versuche halber, noch kein Grund einzusehen, jenes Ideal als unerreichbar hinzustellen. Im Gegentheil scheint es mir mit derselben Gewissheit erreicht werden zu können, mit welcher eine Gleichung mit n Unbekannten aufzulösen ist, wenn n von einander unabhängige Gleichungen gegeben sind. Die Schwierigkeit der Aufgabe kann lediglich in der chemischen Ermittlung der Constanten jener Gleichungen und der Faktoren der Unbekannten begründet seyn. Eine hinreichende Genauigkeit in der Bestimmung der Constanten lässt sich praktisch erreichen; die für Rechnungen erforderlichen Werthe der Coëfficienten der Unbekannten zu erhalten mag wohl die grössten Schwierigkeiten darbieten, weil die Voraussetzung, dass dieselbe Mineralspecies in demselben Gesteine in ihrer speciellen Zusammensetzung constant bleibe, ungegründet ist. Ob dieses in speciellen Fällen gilt oder nicht, lässt sich auch durch Analysen feststellen. Auffallend aber ist es von diesen Gesichtspunkten aus, dass die Analytiker sich vorwaltend mit der chemischen Erforschung krypto- oder mikrokrySTALLINISCHER Gesteine befassen, um deren mineralogische Constitution zu discutiren, während die Bedingungen für die Erkenntniss der Abhängigkeit der mineralogischen Zusammensetzung von der Durchschnitts-Zusammensetzung vorläufig nur in phanokrySTALLINISCHEN Gesteinen gegeben sind.

Aus den angestellten Untersuchungen über die mineralogische Constitution des Nephelindolerits folgt, dass die negativen Schlussdifferenzen ($Z-F$) in der Tabelle I, welche den Thonerde- und Kali-Gehalt betreffen, wahrscheinlich auf unrichtigen analytischen Bestimmungen beruhen, und deshalb habe ich nochmals lebhaft zu bedauern, dass mir Wiederholungen dieser Bestimmungen nicht möglich waren. Die positive Differenz des Eisenoxyduls beruht sicher nicht auf Fehlern in der Analyse, da der Eisengehalt durch Titriren ausfindig gemacht, und dadurch ein Zusammenwägen von

Eisenoxyd und Thonerde ausgeschlossen ist. Die Kalkerde kommt übrigens wegen des wesentlich geringeren Unterschiedes und der Vernachlässigung derselben bei der Berechnung der Zusammensetzung einiger Mineralien, in denen sie in kleinen Mengen enthalten ist, weniger in Betracht. Wahrscheinlich ist es mir, dass die grosse Differenz im Eisengehalt durch eine Inconstanz in der chemischen Zusammensetzung des Magneteisensteins hervorgerufen wird, wie das auch schon bei der Charakteristik dieses Minerals hervorgehoben wurde, dass nämlich der Magneteisenstein im Nephelindolerit von Meiches entweder bezüglich seines Titansäuregehaltes schwankend ist, oder dass bei constanter Menge von Titansäure in einer Varietät eine zweite ohne Titansäuregehalt darin existirt. Möglicherweise wird der negative Rest von Thonerde auch noch dadurch theilweise seine Ausgleichung finden, dass der Thonerdegehalt im Augit als durchschnittlicher zu gross angenommen, also auch eine zu grosse Quantität von Thonerde von der Gesamtmischung subtrahirt wurde.

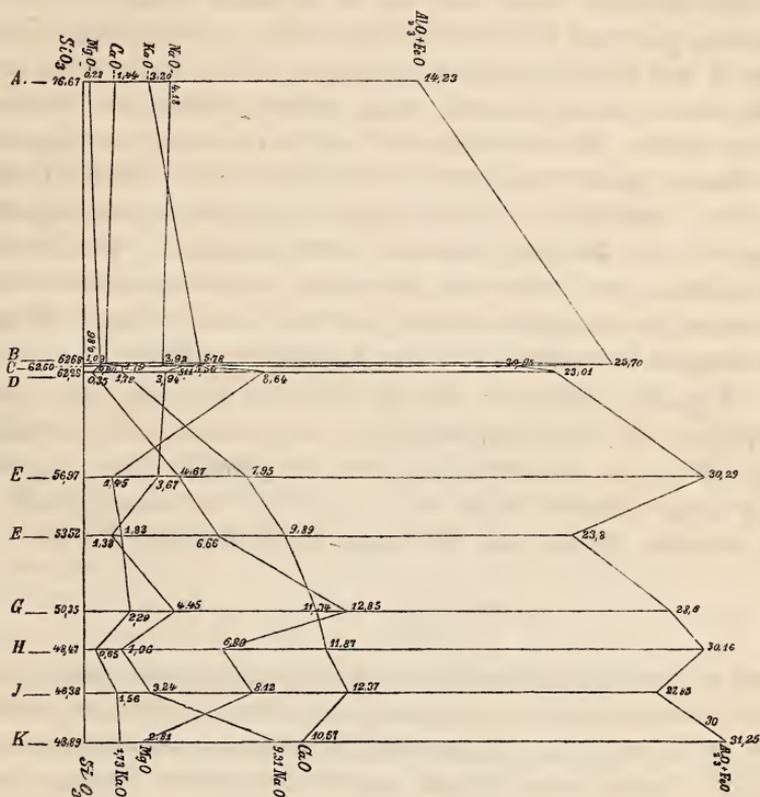
Der Magneteisensteingehalt im Nephelindolerit würde demnach in der analysirten Probe höher anzunehmen seyn als er ursprünglich berechnet worden ist.

Die eruptiven Gesteine des Vogelsbergs

sind überhaupt noch wenig zum Gegenstand petrographischer und chemischer Untersuchungen gemacht worden. Diejenigen Analysen von Vogelsberger Gesteinen, welche mir bekannt geworden sind, habe ich ihren Hauptbestandtheilen nach in der folgenden graphischen Darstellung zusammengestellt und darin auf BUNSEN's normalpyroxenische und normaltrachytische Substanz bezogen. Ausführlich finden sich die meisten Analysen dieser Gesteine im Text zur geologischen Specialkarte des Grossherzogthums Hessen, Section Schotten, bearbeitet von H. TASCHE, p. 41—61, angegeben. Sie sind:

A. Normaltrachytische Substanz (BUNSEN). B. Trachyt von Rabertshausen (TH. ENGELBACH). C. Phonolith vom Häuserhof bei Salzhausen. Mittel aus zwei Analysen (TH. ENGELBACH). D. Phonolith vom Buschhorn und schwarzen Fluss im Oberwald (TH. ENGELBACH). E. Trachydolerit von Londorf (ENGELBACH). F. Dolerit vom Schiftenberg bei Giessen (WRIGHTSON). G. Schwarzer Basalt

vom Geiselstein (ENGELBACH). H, Normalpyroxenische Substanz (BUNSEN). I. Sogen. blauer Basalt vom Söderköppel bei Salzhausen (ENGELBACH). K. Nephelindolerit von Meiches (A. KNOP).



Ein Blick auf diese graphische Darstellung lehrt, dass unter den bis jetzt analysirten eruptiven Gesteinen des Vogelsberges, welche nach individuellen Meinungen einzelner Autoren nach den äusseren Eigenschaften abgeschätzt, als typische Varietäten zu betrachten seyn sollen, keines sich befindet, welches als ein normaler Trachyt zu betrachten wäre und dass sowohl der Nephelindolerit von Meiches (K) als auch der sogen. blaue Basalt vom Söderköppel bei Salzhausen (I) basischer sind, als BUNSEN's normalpyroxenische Substanz (H). Da aber die chemischen Analysen nicht mit petrographischen Untersuchungen verbunden waren, so lässt sich auch die Abhängigkeit des Verlaufes der die

relativen Quantitäten der einzelnen Basen bezeichnenden Curven von der mineralogischen Constitution nicht nachweisen. In K erkennt man den hohen Natron- und geringen Kaligehalt abhängig von der grossen, etwa 50 Proc. betragenden Menge Nephelins und dem geringen Gehalt eines Feldspaths; ein Verhältniss, welches in den Leucit-führenden Varietäten des Nephelindolerits sich wohl noch mehr zu Gunsten eines höheren Kaligehaltes herausstellen dürfte. In den Analysen I und K verhalten sich Magnesia und Natron gerade umgekehrt bei übrigens grosser Basicität der Gesteine, und für diesen Fall wäre eine genaue mineralogische Kenntniss des Gesteins besonders wünschenswerth, weil daraus der Einfluss des Vorwaltens der einen oder der anderen Base bei nahe gleichem Kieselsäuregehalt und nahe gleicher Menge der übrigen Bestandtheile evident hervortreten würde.

Mag dem aber seyn, wie ihm wolle, so sieht man doch auch im Vogelsberg das Factum bestätigt, dass es vulkanische Gesteine gibt, auf welche das BUNSEN'sche Mischungsgesetz keine Anwendung mehr erleidet; denn wenn man den Kieselsäuregehalt S des Gesteins als den des Mischlings in die bekannte Formel

$$\alpha = \frac{s-S}{S-\sigma},$$

worin s den Kieselsäuregehalt der normaltrachytischen und σ den der normalpyroxenischen Substanz bezeichnet, einführt, so erhält man für α , also für die Quantität normalpyroxenischer Substanz, die mit Einem Gewichtstheil normaltrachytischer Substanz gemischt werden muss, um die Zusammensetzung des Mischlings zu erzeugen, einen negativen Werth.

Diese beiden Fälle stehen nicht vereinzelt da. Dasselbe zeigt der Leucitophyr von Eichberg bei Rothweil im Kaiserstuhl (SCHILL), ferner die von BUNSEN analysirten Leucitophyre von oberhalb Frascati am Wege nach Tusculum, von Capo di bove von der Rocca di Papa am Campo d'Annibale und vom Lago di Nemi (vergl. ROTH, Gesteinsanalysen p. 26 und 67), auch die meisten Nephelinite besitzen einen zwischen 47 und 41 Proc. liegenden Kieselsäuregehalt, wesentlich also im Allgemeinen diejenigen basischen Eruptivgesteine, welche sich durch hohen Gehalt an Alkalien auszeichnen. Dieselbe Eigenschaft zeigen aber

auch manche Dolerite und Basalte mit einem geringen Alkali- und grossen Kalk- und Magnesiagehalt.

Durch das Vorkommen von Nephelin und Leucit im Nephelindolerit von Meiches tritt dieses Gestein in nahe Beziehung zu gewissen Gesteinen in der Eifel und zu den Laven des Vesuvs, namentlich seitdem RAMELSBERG * in einer der letzteren, die sich 1858 in den Fosso grande ergoss, die Gegenwart von Nephelin entdeckte. Die dadurch lebhafter hervortretenden Analogien mit dem Nephelindolerit von Meiches veranlassten mich, in unserer academischen Sammlung die vesuvischen Leucitophyre auch auf die Gegenwart eines Feldspaths zu prüfen. In der That war dieser deutlich darin zu entdecken, und zwar nicht etwa als Umwandlungsprodukt nach Leucit, sondern in langen, lebhaft glasglänzenden Leisten, welche den Eindruck von Sanidin machten und welche in der dichten Grundmasse porphyrisch ausgeschieden lagen. Doch waren solche Individuen nur spärlich vorhanden. Setzt man nun voraus, dass die vesuvischen Laven qualitativ sich bezüglich ihrer mineralogischen Individualisirung ebenso verhalten wie der Nephelindolerit von Meiches, dass nur die relativen Mischungsverhältnisse der zusammensetzenden Mineralien, also die Durchschnitts-Zusammensetzung, quantitativ verschieden seyen, so lässt sich nach den früher entwickelten Grundsätzen z. B. die im Mai 1855 nach S. Giorgio a Cremano heruntergeflossene Lava ** mit folgenden Resultaten berechnen:

| | Lava. | Fe ₃ O ₄ . | Diff. A. | Augit. | Diff. B. | Nephe- lin. | Diff. C. | a. Otho- klas. | b. Leucit. | Summe a + b. | Schlussdiffe- renz C - (a + b). |
|--------------------------------|-------|----------------------------------|----------|--------|----------|-------------|----------|----------------|------------|--------------|---------------------------------|
| SiO ₃ | 50,32 | — | 50,32 | 12,95 | 37,37 | 6,15 | 31,22 | 3,96 | 27,26 | 31,22 | — |
| Al ₂ O ₃ | 15,49 | — | 15,49 | 1,15 | 14,34 | 4,51 | 9,83 | 1,08 | 10,95 | 12,08 | - 2,25 |
| Fe ₂ O ₃ | 3,59 | 3,59 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| FeO | 7,59 | 2,52 | 5,07 | 2,37 | 2,70 | — | 2,70 | — | — | — | + 2,70 |
| CaO | 7,07 | — | 7,07 | 5,95 | 1,12 | 0,04 | 1,08 | — | 0,40 | 0,40 | + 0,68 |
| MgO | 3,71 | — | 3,71 | 3,71 | — | — | — | — | — | — | — |
| KaO | 8,93 | — | 8,93 | — | 8,93 | 1,00 | 7,93 | 0,98 | 8,86 | 9,84 | - 1,91 |
| NaO | 2,30 | — | 2,30 | — | 2,30 | — | — | — | — | — | — |
| Summe | 99,00 | 6,11 | — | 26,1 | — | 14,1 | — | 6,23 | 47,3 | — | 0,22. |

Dieser Rechnung nach müsste die Lava aus 48 Proc. Leucit, 26 Proc. Augit, 14 Proc. Nephelin, 6 Proc. Sanidin und 6 Proc. Magnet Eisenstein bestehen. Die Schlussdifferenzen zeigen aber

* Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellsch. XI, 493.

** Ebendas. p. 502.

auffallenderweise die grösste Ähnlichkeit mit denen, die bei der Berechnung des Nephelindolerits sich herausstellen. Auch hier sind die Differenzen derselben Bestandtheile (Eisenoxydul, Kalkerde) positiv und (Thonerde, Kali) negativ, im Ganzen aber etwa halb so gross. Wenn ich bei der Interpretation meiner Analyse des Nephelindolerits die negativen Schlussdifferenzen auf Fehler der analytischen Bestimmungen zurückzuführen geneigt war, so zeigt diese Deutung der RAMELSBERG'schen Analysen, bei denen ich unmöglich proportionale, so grosse Fehler voraussetzen darf, dass diese Fehler mehr in den gemachten Voraussetzungen über die Constitution der einzelnen Mineralien, als in der Bauschanalyse liegen. Im Allgemeinen aber sind die Schlussdifferenzen nicht zu gross, um die berechneten Quantitäten der Gemengtheile nicht für den Hausbedarf gebrauchen zu können. Eine interessante wissenschaftliche Aufgabe aber würde es seyn, bei grobkörnig - krystallinischen Gesteinen den Ursachen so analoger Schlussdifferenzen nachzuforschen.

Vergleicht man aber die Resultate der Rechnung, welche auf gleiche qualitative Constitution der Vesuvlava und des Nephelindolerits von Meiches gestützt sind, so ergibt sich, dass der wesentlichste Unterschied zwischen beiden darin begründet liegt, dass die Lava wegen ihres hohen Kaligehalts Leucit und der Nephelindolerit wegen seines etwa eben so hohen Natrongehalts eine nahe äquivalente Menge Nephelin entwickelt hat, während Magneteisenstein, Feldspath und Augit in beiden Gesteinen nahezu gleiche Quantitäten ausmachen.

Bildung und Umbildung des Leucits.

Ob Leucit ein primitives, das heisst, ein in unserem Planeten ursprünglich auf pyrogenem Wege gebildetes Mineral sey, ob er auf nassem Wege oder auf beiden entstanden seyn könne, darüber sind bekanntlich vielfache Erörterungen gepflogen worden (vgl. BISCHOF, Lehrb. d. chem. u. phys. Geol. II, p. 2265 ff.). Diese haben jedoch ihren Schwerpunkt in der Ansicht von der Entstehung in einer feurig-flüssigen Masse behalten; denn Leucit hat sich noch nie in stratificirten oder metamorphischen Gebirgsarten als Bestandtheil gefunden, sondern nur in den, jüngeren Perioden und der recenten angehörigen, rein vulkanischen Pro-

dukten, und ausserdem zeigt die Art seines Verwachsenseyns mit anderen Gemengtheilen der Laven, in denen er ausgeschieden ist, z. B. mit Augit, indem er selbst Lavapartien einschliesst, dass im Allgemeinen die Bestandtheile der Lava sammt dem Leucit gleichzeitig ausgeschieden worden sind. Dieses Verhältniss lässt sich im Nephelindolerit von Meiches deutlich verfolgen. Hier ist kein Mineral als ein zuerst ausgeschiedenes charakterisirt, sondern jedes findet sich im andern, oder hat wenigstens deutliche Eindrücke im andern hinterlassen, zum Beweis, dass sie alle gleichzeitig gewachsen sind. Die grosse Krystallisationstendenz des Leucits befähigt ihn zwar meist in porphyrtartig ausgeschiedenen grösseren Individuen in einer dichteren Grundmasse zu erscheinen. Aber auch diese Regel findet im Nephelindolerit von Meiches ihre Ausnahme, indem der Leucit zwar zu einzelnen grösseren, individualisirten Partien concentrirt ist, aber sich zwischen den grossen Individuen der übrigen Gesteinselemente, ohne umgrenzende Krystallflächen oder die Umrisse eines Krystalls zeigen zu können, verliert. Es liegt kein Grund vor, für diesen Leucit eine andere Entstehung anzunehmen als für die übrigen, gleichzeitig gebildeten Gemengtheile des eruptiven Gesteins. Die grosse Schwerschmelzbarkeit des Leucits und die Leichtschmelzbarkeit des Augits sind keine Ursachen verschiedenzeitigen Auskrystallisirens aus einer feuerflüssigen Lösung, eben so wenig wie sich aus leichtflüssigen Legirungen die schwerer schmelzbaren Componenten bei ihren eigenthümlichen Erstarrungspunkten consolidiren. Der höhere Erstarrungspunkt einzelner Mineralien als der einer Verschmelzung ihrer Bestandtheile bedingt aber die Möglichkeit, dass bei einer über den Erstarrungspunkt der Schmelze erhabenen Temperatur alle sich aus ihr abscheidenden Mineralien gleichzeitig consolidiren und fortwachsen können. Hierüber haben sich bekanntlich BUNSEN * und FOURNET ** ausführlicher ausgesprochen. Die theoretische Möglichkeit, ein krystallisirtes Leucitgestein künstlich wirklich darzustellen, veranlasste mich, die Composition eines sehr basischen Leucitophyrs aus seinen binären Verbindungen in einem eisernen Tiegel zusammenzuschmelzen

* Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. XIII, 61.

** *Compt. rend.* LIII, 179.

und langsam erstarren zu lassen. Etwa Ein Pfund dieser Mischung schmolz leicht zu einem ruhig fliessenden Glase, welches nach dem Erkalten keine Spur von Krystallisation wahrnehmen liess. Indessen hat das Fehlschlagen dieses Versuches keine andere Bedeutung als die, dass in verhältnissmässig kurzer Zeit die träge fliessende Schmelze sich nicht individualisiren kann. Ich zweifle nicht daran, dass, wenn man diesen Versuch in grösserem Massstabe wiederholt, und den erhaltenen Fluss längere Zeit hindurch etwas über dem Erstarrungspunkt desselben fliessend erhält, auch Leucit, Augit etc. zur Krystallisation gelangen werden. Diesen Versuch auszuführen, bieten die hiesigen Verhältnisse leider keine Gelegenheit.

Die auffallende Thatsache, dass Leucit nur in jüngeren vulkanischen Gesteinen, meist von Nephelin begleitet, vorkommt, lässt die Frage berechtigt erscheinen, warum der Leucit niemals in plutonischen Gesteinen angetroffen wird? — Der jetzige mineralogische Bestand plutonischer Gesteine ist kein Beweis für die Ansicht, dass dieser Bestand ursprünglich sey. im Gegentheil deutet der Umstand, dass die jüngsten vulkanischen und die ältesten plutonischen Gesteine nahezu gleiche Durchschnittszusammensetzung haben können (bei wesentlich verschiedener mineralogischer Constitution), dass also deren verschiedene, im Ganzen regelmässige Association von Gemengtheilen bei gleichem Elementarbestande verschiedene Bedingungen des chemischen Gleichgewichts repräsentiren; ferner der Umstand, dass diejenigen Mineralien, welche die plutonischen Gesteine bilden, solche sind, welche durch pseudomorphische Processe, das sind solche, die auf nassem Wege stattfinden, aus den Mineralien der echt vulkanischen Gesteine zu entstehen pflegen, darauf hin, dass die vulkanischen Gesteine nach ihrer Erstarrung im Verlauf der Zeit unter Einflüssen, bei denen Wasser wesentlich betheilig war, in die plutonischen Gesteine übergegangen sind. Wie ich das früher * bezüglich der Entstehung des Granits aus trachytischer Lava näher begründet habe, so hat es später DELESSE * in allgemeinerer Form wahrscheinlich zu machen gesucht.

Diesen Auffassungen gemäss gewinnt die Frage: warum in

* Vgl. Jahrb. f. Min. 1859, 599.

plutonischen Gesteinen kein Leucit vorkommt? um so mehr an Bedeutung, als es plutonische Gesteine gibt, die von grosser Basicität sind und gleichzeitig einen Reichthum an Alkalien besitzen, ferner auch solche Mineralien führen, die als Begleiter des Leucits in Leucitophyren aufzutreten pflegen (Nephelin). Bezüglich solcher Gesteine hat BREITHAUPT ** eine interessante Zusammenstellung gegeben. Es gehören dahin folgende:

1) Das schöne Gestein von Ditro in Siebenbürgen, welches Mikroklin, Sodalith, Davyn, Nephelin, einaxigen, schwarzen Glimmer, Wöhlerit, Magneteisen und Schwefelkies enthält.

2) Das Mikroklin, Sodalith, Davyn, schwarzen Glimmer, Wöhlerit, Eukolith und selten Eudialyt enthaltende Gestein von Brevig.

3) Der aus Mikroklin, Nephelin, Davyn, blauem Sodalith und schwarzem Glimmer bestehende Miascit, welcher übrigens auch noch Titanit und viele andere interessante Mineralien führt.

4) Ein Gestein von West-Grönland mit Mikroklin, Sodalith, Eudialyt, Arfvedsonit, Nephelin und (?) Wöhlerit.

5) Ein auf der Insel Sedlowatoi im weissen Meere vorkommendes Gestein mit Sodalith, Eudialyt, Arfvedsonit und Mikroklin.

Hierher dürfte ferner auch wohl das von W. REISS in dem Monchique (Algarvien, Portugal) entdeckte und von R. BLUM *** untersuchte und beschriebene, von Diesem Foyait genannte Gestein zu rechnen seyn, welches aus Orthoklas, Elaeolith, Hornblende und geringen Mengen von Titanit, tobackbraunem Glimmer, Magneteisenstein und Schwefelkies besteht.

Alle diese Gesteine haben mit den analogen Laven der tertiären und recenten Periode das gemein, dass in ihnen Nephelin, ein Feldspath, Sodalith, Magneteisenstein und Titanit vorkommt. Sie unterscheiden sich wesentlich dadurch von einander, dass in den plutonischen Gesteinen statt des Augits ein Mineral vom Hornblendetypus oder Magnesiaglimmer erscheint und dass Leucit consequent fehlt. Hornblende und Magnesiaglimmer können aus Augit bekanntlich entstehen. Durch seine Basicität und Zersetzung

* *Études sur le métamorphisme des roches, ouvrage couronné par l'académie des sciences, Paris 1861.*

** Berg- und hüttenmänn. Zeitg. XX (No. 31), 293.

*** Jahrb. f. Min. 1861, 426.

barkeit durch Säuren verräth aber auch der Leucit seine Umwandelbarkeit auf nassem Wege. Diese Fähigkeit gibt sich in auffallender Weise durch die aufgelockerten grossen Leucitkristalle der Rocca Monfina zu erkennen; ferner durch die Pseudomorphosen von Analcim nach Leucit vom Eichberg * bei Rothweil im Kaiserstuhl und von Hohentwiel, durch die von Feldspath nach Leucit von Oberwiesenthal ** und von Nephelin und Sanidin nach Leucit in älteren Vesuvlaven. *** Namentlich die letztere Pseudomorphose erscheint für die aufgeworfene Frage von Wichtigkeit; denn, wenn Leucit durch Aufnahme von Natron und Ausscheidung von Kali (freilich ein noch unerklärter, aber in der Pseudomorphose von Analcim nach Leucit realisirter Process!) bei einem gewissen Natron-Gehalt sich gerade auf in 4 Atome Nephelin und 7 Atome Orthoklasssubstanz (Sanidin), wie es RAMMELSBURG gezeigt hat, spalten kann, welche Spaltung in älteren Vesuvlaven wirklich vorkommt, so verliert die Erscheinung des Fehlens von Leucit in plutonischen Gesteinen an Räthselhafteigkeit. An der Stelle des Leucits würde man also in plutonischen Gesteinen eine Association von Nephelin und Orthoklas zu erwarten haben. Mit dieser Voraussetzung aber harmonirt auch das so häufige gemeinsame Auftreten verschiedener Nephelinvarietäten (Canerinit, Davyn) in demselben älteren Gesteine, insofern der ursprünglich den Leucit begleitet habende Nephelin und der aus Leucit entstandene sich wahrscheinlich ebenso als verschiedene Varietäten unterscheiden werden, wie etwa verschiedenzeitig und auf verschiedenen Wegen gebildete Varietäten des Kalkspaths oder anderer Mineralien.

Giessen, April 1865.

* C. STAMM in *Ann. Ch. Pharm.* XCIX, 287.

** Vgl. NAUMANN in *Jahrb. Min.* 1860, 61. BERGMANN in *J. pr. Chem.* LXXX, 418. KÜHN in *Jahrb. Min.* 1861, 59 und RAMMELSBURG in *Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellsch.* XIII, 96.

*** Vgl. HAIDINGER, *Sitzungsber. d. Ak. d. Wiss.* 1849, 3. Heft. BLUM in *Pseudom. des Mineralreichs.* II. Nachtr. 23. III. Nachtr. 65. RAMMELSBURG u. G. ROSE in *Pogg. Ann.* XCVIII, 142.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie](#)

Jahr/Year: 1865

Band/Volume: [1865](#)

Autor(en)/Author(s): Knop Adolph

Artikel/Article: [Über den Nephelindolerit von Meiches im Vogelsberge 674-710](#)