

XXVIII. Ueber die chemische Zusammensetzung des Nephelins, Cancrinits und Mikrosommits.

Von

Hermann Rauff*) in Bonn.

Nephelin.

Für den Nephelin hatte zuerst Scheerer**) die Formel $(Na, Ka)_8 Al_8 Si_9 O_{34}$ (Sauerstoffverhältniss in $(Na, Ka)_2 O : Al_2 O_3 : Si O_2 = 1 : 3 : 4,5$) aufgestellt, während Bromeis***) die ältere und einfachere Formel $(Na, Ka) AlSiO_4$ (Sauerstoffverhältniss in $(Na, Ka)_2 O : Al_2 O_3 : SiO_2 = 1 : 3 : 4$) zu stützen suchte. Obwohl nun Scheerer in seiner zweiten Arbeit über den Nephelin†) Bromeis' Einwürfe vollständig widerlegt hat, so blieb doch bis in die neueste Zeit die Frage nach der Zusammensetzung des Nephelins eine offene. Diese Frage erhielt eine um so höhere Bedeutung, je mehr man in neuerer Zeit, vorzüglich durch mikroskopische Untersuchungen, die grosse Verbreitung und Wichtigkeit des Nephelins als gesteinsbildenden Mineralkörpers erkannt hatte. Da ich im Besitz eines vorzüglichen Materials vom Vesuv war, so versuchte ich die Frage zu lösen. Es wurden drei Analysen ausgeführt.

Das Material zu der ersten und zweiten wurde von einem Auswürfling gebrochen, der wesentlich aus Nephelin, Sanidin und dunkelgrünem Glimmer bestand.

Die Nephelinkrystalle in dieser Stufe sind z. Th. verhältnissmässig sehr gross, bis 1 cm im Durchmesser. Die Krystallform derselben ist eine sehr einfache; die hexagonale Säule mit der Basis; die Pyramide war nur an einigen kleineren Krystallen sehr untergeordnet zu beobachten. Diese Krystalle theils dick tafelförmig, theils langgestreckt prismatisch. Die grösseren Krystalle enthielten mehr oder weniger zahlreiche winzige Glimmer-

*) Mit Weglassung der chemisch-analytischen Details bildet diese Abhandlung den Inhalt der Dissertation des Verfassers. Bonn 1878.

**) Poggend. Ann. der Chem. u. Phys. Bd. 46, pag. 294.

***) Poggend. Ann. Bd. 48. pag. 577.

†) Poggend. Ann. Bd. 49. p. 359.

blättchen eingewachsen; die kleineren waren meist ganz frei von fremden Beimengungen. Desshalb wurden auch vorzüglich diese zur Analyse verwendet; in der ersten ausschliesslich, für die zweite mussten auch einige grössere Krystalle, die aber sorgfältig von Glimmer gereinigt wurden, genommen werden. Stets wurden auch die kleinen Krystalle noch in kleinere Stückchen zerschlagen und diese auf ihre Reinheit geprüft; so dass ich behaupten darf, keine fremden Substanzen in die Analysen hineingebracht zu haben. Dass auch kein Sanidin in dem verwendeten Material war, ging aus der leichten und vollständigen Auflöslichkeit desselben in Chlorwasserstoffsäure hervor. Auch ist die gute Uebereinstimmung der beiden ersten Analysen eine weitere Gewähr für die Reinheit des Materials; denn da zu jeder Analyse besondere Krystallstücken verwendet wurden, so musste ein Einfluss, den fremde Beimengungen auf die Analyse ausgeübt hätten, sich in diesen durch abweichende Resultate bemerkbar machen. Das Material zur dritten Analyse stammt aus drei verschiedenen Handstücken und ist an Reinheit dem der ersten beiden nicht ganz gleich zu achten. Die Krystalle von zwei Stücken, metamorphosirten Kalkblöcken mit Nephelin, Glimmer und Vesuvian, waren aussen nicht mehr von vollkommenem Glanze, sondern etwas matt; im Innern aber noch durchaus frisch und klar. Die Krystalle vom dritten Stück waren zwar im Grossen und Ganzen auch äusserlich noch frisch, mit scharfspiegelnden Flächen, nur waren diese stellenweise mit einem gelben Schmande bedeckt, der sich zwar leicht ablöste, aber nach der Entfernung Aetzeindrücke hervortreten liess, welche die Vermuthung nahe legten, dass eine Verwitterung des Minerals, wenn auch in sehr geringem Maasse, bereits begonnen hatte. Durch die Analyse konnte eine dieser Veränderung in der äusseren Beschaffenheit entsprechende Veränderung in der chemischen Zusammensetzung kaum nachgewiesen werden, denn wenn auch Analyse III einen höheren Wassergehalt geliefert hat, so kann dieser doch kaum aus einer Zersetzung des Minerals abgeleitet werden, da auch er erst in der Weissgluth ausgetrieben werden konnte.

Die angewendeten analytischen Methoden waren im Allgemeinen die von Rose-Finkener*) angegeben. Da es vor Allem darauf ankam, das Verhältniss der Thonerde und Alkalien zur Kieselsäure genau festzustellen, so wurden die erhaltenen Niederschläge sämmtlich noch geprüft.

Der Gang der quantitativen Untersuchung war folgender:

Das in kleine Stückchen zerschlagene Mineral wurde in einem Luftbade mehrere Stunden bei einer Temperatur zwischen 100° und 110° getrocknet, dann je mehrere Stunden einer Temperatur von ca. 200° und ca. 300°, darauf einige Zeit der Rothgluth und endlich einer lebhaften Weissgluth ausgesetzt. Dabei erlitt es eine kleine Farbenwandlung. Das in A.

*) Rose-Finkener, Handbuch dsr analyt. Chem. Bd. 2. 1871.

und B. angewendete Material war bei 200° schwach weingelb, das zu C. benutzte in der Rothgluth schwach rosenroth geworden; hatte aber in beiden Fällen von dem ursprünglichen Glanze nichts eingebüsst. Nach dem Glühen im Gebläse waren die Färbungen wieder vollständig verschwunden; die Stückchen waren mattglänzend, porzellanartig geworden.

Von Eisen konnte bei der Analyse keine Spur entdeckt werden.

Mit steigenden Temperaturen erlitt das Mineral constant einen Gewichtsverlust und das Gewicht wurde erst nach dem Glühen im Gebläse ein unveränderliches. Es wurden angewendet zu je drei Analysen:

	A.	B.	C.
15° . . .	1,2788 gr	1,1982 gr	1,2845 gr
Der Gewichtsverlust beim Erhitzen betrug nach:			
3 Stunden bei 400° . . .	0,0004 gr	0,0004 gr	0,0012 gr
3 - bei 200° . . .	0,0004 -	0,0006 -	0,0002 -
5 - bei 300° . . .	0,0006 -	0,0006 -	0,0012 -
1 Stunde bei Rothgluth . . .	0,0010 -	0,0012 -	0,0006 -
1 - bei Weissgluth . . .	0,0019 -	0,0015 -	0,0030 -

Die vorstehenden Zahlen bezeichnen die Gewichts-differenzen zwischen je zwei der angegebenen Temperaturgrade. Es haben also verloren in:

	A.	B.	C.
Zwischen 400°—300° . . .	0,11%	0,13%	0,20%
Zwischen 400° und Weissgluth . . .	0,33 -	0,35 -	0,48 -
Zwischen 300 und Weissgluth . . .	0,27 -	0,27 -	0,37 -
Zwischen Rothgluth und Weissgluth . . .	0,14 -	0,12 -	0,23 -

Aus den gut übereinstimmenden Procentzahlen für den Gewichtsverlust innerhalb bestimmter Temperaturgrenzen in A. und B. kann wegen der gleichen Beschaffenheit des dazu verwendeten Materials und derselben Quelle, von der es stammt, kaum ein Schluss über den Wassergehalt des Minerals gezogen werden. Dagegen erscheint es sehr auffallend, dass auch Bestimmung C. den gesammten Gewichtsverlust zwischen 400° und den Temperaturen der Weissgluth wie die beiden ersten Bestimmungen ergeben hat. Dies könnte zu der Vermuthung berechtigen, dass der Nephelin ein wasserhaltiges Mineral sei, dessen Wasser theils als Krystallwasser, theils als chemisch gebundenes in ihm enthalten sei. Allein durch wiederholte Untersuchungen, die weiter unten noch angeführt werden, wird man doch zu der Annahme gedrängt, dass alles Wasser, was unterhalb der Temperaturen der Weissgluth entweicht, nicht dem Mineral angehört, dass dagegen ein grosser Theil des Nephelins — ob aller Nephelin überhaupt, muss vorläufig dahingestellt bleiben — einen kleinen Gehalt chemisch gebundenen Wassers enthält, das bei Weissgluth ausgetrieben wird. Wir kommen später noch darauf zurück.

Es darf bei diesen Bestimmungen nicht unberücksichtigt gelassen werden, dass aller Nephelin Spuren von Chlor enthält, das in starker, anhaltender Weissgluth an Alkali gebunden voraussichtlich zum Theil entweicht; allein die Menge desselben ist so ausserordentlich gering, dass in dem Chlorgehalt nicht die Ursache des Glühverlustes angenommen werden kann. Ich habe nach der von Volhard*) angegebenen maassanalytischen Methode drei Chlorbestimmungen mit besonderen Mengen Nephelins ausgeführt, deren Werth mir aber bei den geringen Mengen Chlor, obwohl die Methode sehr scharf ist, ein illusorischer zu sein scheint. Ich erhielt 0,028 %, 0,022 % und 0,014 % Chlor. Diese Resultate wurden nicht weiter verwendet, obschon es wahrscheinlich ist, dass der Chlorgehalt im Nephelin nichts Zufälliges ist; denn eine grosse Menge von Krystallstücken von den verschiedensten Handstücken, ebenso von Eläolithbruchstücken habe ich qualitativ auf Chlor geprüft und niemals dasselbe vermisst; dagegen war es mir nicht möglich in dem Vesuvischen Nephelin Schwefelsäure aufzufinden, die Scheerer angiebt; wohl aber scheinen alle Eläolithe Spuren davon zu enthalten.

- Nimmt man den höchsten Chlorgehalt von 0,028 % und berechnet daraus, wieviel Verlust beim Glühen der Nephelin erleiden müsste, wenn alles Chlor (als Chlornatrium, dieses ist flüchtiger als Chlorkalium) sich verflüchtigte, so erhält man 0,04 % Verlust und es würden bei dem geringsten Wassergehalt von 0,42 % immer noch 0,08 % davon restiren. Es ist aber sicher, dass es in einer Stunde nicht gelingt, alles Chlor auszutreiben. Ich erhielt bei zwei Versuchen mit geglühtem und ungeglühtem Mineralpulver, das gleiche Mischung hatte, beziehungsweise die schon oben angegebenen Zahlen 0,022 % und 0,028 %. Auch durch Kochen mit Wasser werden nach Scheerer die Chloride nicht aus dem Mineralpulver extrahirt, woraus er schliesst, dass sie eine wesentliche mineralische Verbindung bilden, dass man sich ihre Gegenwart dadurch erklären könnte, dass sie eine geringe Menge von Kieselsäure ersetzen, oder auch, dass allen Nephelinen Spuren von den ihm so ähnlichen Davyn — (muss heissen: Mikrosomit; dann müsste der Nephelin allerdings auch Schwefelsäure enthalten) — beigemengt sind.

Das geglühte Mineralpulver wurde in stark verdünnter, kalter Chlorwasserstoffsäure aufgelöst. Der Nephelin, ebenso der Cancrinit und Mikrosomit verlieren durch Glühen nicht wie die meisten der leicht zersetzbaren Silicate, die Eigenschaft, leicht zerlegt werden zu können; auch scheidet sich bei ihnen in jedem Falle die Kieselsäure in gallertartigem Zustande, nicht pulverförmig ab.

*) Journal für prakt. Chemie. 1874. Neue Folge. Bd. 9. 217.

Die Analysen des geglühten Nephelins ergaben im Uebrigen :

	I.	II.	III.
Kieselsäure .	= 43,91 0/0	= 44,41 0/0	= 43,79 0/0
Thonerde . .	= 33,56	= 33,47	= 33,80
Kalkerde . .	= 1,58	= 1,76	= 1,32
Magnesia . .	= 0,23	= 0,14	= 0,20
Natron . . .	= 15,58	= 16,19	= 16,23
Kali	= 4,93	= 4,54	= 4,82
	= 99,79 0/0	= 100,51 0/0	= 99,16 0/0

Diese Zahlen stimmen gut mit denen der Scheerer'schen Analysen*) des Nephelins vom Vesuv überein, weniger mit denen einer älteren Analyse Rammelsberg's**). Letztere weicht vornehmlich im Thonerdegehalt (bei Rammelsberg um ca. 1,3 0/0 niedriger, als in meinen beiden ersten Analysen) und in der Kalibestimmung (von Rammelsberg 2,38 0/0 höher gefunden) von meinen Bestimmungen ab.

Analyse III hat zwar den niedrigsten Gehalt an Kieselsäure und Thonerde gegeben; doch ist daraus nicht der Schluss auf eine begonnene Zersetzung des Minerals zu ziehen, da einmal auch die Gesamtsumme am niedrigsten ausgefallen ist, dann aber die Zahlen doch zu wenig von denen der beiden ersten Analysen abweichen, um die Differenzen nicht ganz innerhalb der Fehlergrenzen, die bei genauen Analysen, wenn die Niederschläge nochmals aufgeschlossen werden müssen, leider immer nur mehr erweitert werden, annehmen zu dürfen. Die Analyse wurde deshalb zur Berechnung der Formel mit benutzt. Da der Gehalt an Alkalien nicht geringer gefunden worden, als in I und II, so scheinen Kieselsäure und Thonerde kleine Verluste erlitten zu haben.

Nachdem diese Arbeit so weit bereits vollendet war, veröffentlichte Rammelsberg***) vier Analysen des Nephelins vom Vesuv, die von den meinigen etwas abweichen. Diese Abweichungen werden durch den Kalk- (resp. Magnesia-) Gehalt bedingt, welcher bei Rammelsberg nahezu fehlt. Rammelsberg nimmt an, dass der reine Nephelin keinen Kalk enthält und dass dieser durch ungenügendes Entfernen der im Nephelin sitzenden fremden Mineralkörper, der in die durchsichtige Masse eingewachsenen, kleinen Krystalle von schwarzem Augit und hellbraunem Granat, in die Analysen hineinkommt. Je besser, sagt Rammelsberg, diese Entfernung gelang, um so geringer ergab sich die Menge des Kalkes, die sich bei möglichst sorgfältigem Aussuchen auf Spuren reducirte.

*) Poggend. Ann. Bd. 49. (1840). 364.

**) Rammelsberg, Handbuch der Mineralchemie. 1875. 446.

***) Zeitschr. d. deutsch. Geolog. Ges. Bd. 29. 1877. 1. Heft. 77.

Vier Versuche haben ihm geliefert :

	1.	2.	3.	4.
Kieselsäure =	44,77	44,88	44,63	45,65
Thonerde =	34,94	34,37	34,39	34,27
Kalkerde =	0,50	0,54	0,67	Spur
Natron =	15,33	15,40	15,31	16,35
Kali =	4,47	4,87	4,93	4,32
	100,01	100,06	99,93	100,59

Obwohl ich mir nun bewusst war, das zu meinen Analysen verwendete Material sorgfältig von den eingewachsenen Mineralien gesondert zu haben, obwohl das in I und II benutzte nur Glimmerblättchen, die keinen Kalk enthalten, einschloss, das zu III angewendete dagegen, wie meistens die kleineren Nephelinkrystalle fast frei von Beimengungen war, so beschloss ich doch eine Wiederholung der Analysen mit Krystallen, die, was ihr Muttergestein anbetrifft, zum Theil offenbar dieselben Verhältnisse darboten, wie bei Rammelsberg. Die verwendeten Krystalle sassen theils auf einem ähnlichen, nur aus Sanidin, Glimmer und Nephelin bestehenden Gesteine, wie es oben beschrieben wurde, theils auf einem, das fast lediglich aus schönem, schwarzem Augit, mit nur wenig Glimmer und Granat, bestand. Ein grosser Krystall, der mit zu Analyse V diente, war in einer Druse eines faustgrossen Stückes, das nur aus Granat bestand, angewachsen. Dieser Krystall war ganz frei von Einschlüssen und vollständig durchsichtig; die übrigen erschienen weiss durch zahlreiche Sprünge im Innern; ihnen waren wenige Augitnadelchen eingewachsen, die leicht auszusondern waren.

Zwei Analysen ergaben :

	IV.	V.
Kieselsäure .	= 44,16 0/0	= 44,23 0/0
Thonerde . .	= 33,31	= 33,38
Kalkerde . .	= 1,77	= 1,42
Wasser . . .	= 0,12	= 0,14

Da es bei diesen letzten Analysen vorzüglich auf die Bestimmung des Kalkes ankam, so wurden die Alkalien nicht weiter bestimmt; denn nach den gewonnenen Resultaten der ersten und dieser Analysen schien über das gegenseitige Verhältniss von Kali und Natron, sowie über das von deren Summe zur Thonerde und Kieselsäure kein Zweifel zu bestehen.

Bei den Wasserbestimmungen erschien es vor Allem auffallend, dass die Krystallstückchen weder im Exsiccator, noch zwischen 100° und starker Rothgluth auch nur den geringsten Gewichtsverlust erlitten. Das Wasser

wurde erst bei anhaltendem Glühen im Gebläse ausgetrieben. Dass eine Gewichtsabnahme des Platintiegels etwa nicht den gefundenen Verlust verursacht habe, wurde bei diesen, wie bei allen übrigen Wasserbestimmungen, besonders constatirt. Daraus geht einerseits hervor, dass die verwendeten Krystalle, ganz abgesehen von den physikalischen Kriterien, die schon ihre Reinheit bekundeten, durchaus frisch und unzersetzt waren; andererseits liefern die Zahlen für Kieselsäure, Thonerde und Kalk den Beweis, dass auch das zu den ersten Analysen verwendete Material allen Anforderungen entsprach, woran man vielleicht wegen des Wassergehaltes zu zweifeln geneigt sein möchte. Aus den abweichenden Resultaten bei den Wasserbestimmungen in ihrem ganzen Umfange zwischen 100° und den höchsten Temperaturen scheint weiter hervorzugehen, dass der Nephelin die Fähigkeit besitzt, Wasser, welches nicht zu seiner Constitution gehört, sondern ein accessorischer Bestandtheil ist, mit einer eigenthümlichen Kraft zurückzuhalten. Als hygroskopisches Wasser kann dasselbe kaum betrachtet werden, da es selbst bei 300° noch nicht entweicht; in welcher Weise es aber in dem Mineral enthalten sein kann, ist vorläufig auch nicht zu sagen. Der Nephelin steht übrigens in dieser Beziehung nicht vereinzelt da; Hermann*) zählt eine ganze Reihe von Mineralkörpern auf, die in Betreff ihres Wassergehaltes ähnliche Verhältnisse darbieten.

Jedenfalls scheint aber die Menge des Wassers, welche erst im Gebläsefeuer entweicht, keine zufällige zu sein. Die Analysen geben genügend übereinstimmende Resultate, wenn man nur dieses letztere in Betracht zieht. Dasselbe ist als basisches Wasser anzusehen, das vielleicht eine kleine Menge von Alkalien vertritt.

Rammelsberg hat kein Wasser angegeben.

Eine zweite, wichtigere Differenz meiner und der Rammelsberg'schen Analysen liegt, wie schon erwähnt, in dem Kalkgehalt, welcher bei Rammelsberg geringer ist, resp. gänzlich fehlt, während dabei das Verhältniss von Kali zu Natron in allen Analysen dasselbe bleibt.

Ebenso geben sämtliche Analysen das Verhältniss zwischen Thonerde und Kieselsäure, wie das zwischen Thonerde und der Summe der einwerthigen Radicale (Calcium und Magnesium in ihre einwerthigen Aequivalente verwandelt) in gleicher Weise an. Es führen also die beiderseitigen Analysen zu einer verschiedenen stöchiometrischen Formel nicht. Die Betrachtung der Atomzahlen wird das ersichtlich machen.

*) Journal für prakt. Chemie. Bd. 74. (1858). p. 312.

Dieselben betragen für meine Analysen:

I.	II.	III.	IV.	V.
<i>Si</i> = 0,732	= 0,740	= 0,729	= 0,736	= 0,737
<i>Al</i> = 0,654	= 0,652	= 0,638	= 0,648	= 0,650
<i>Ca</i> = 0,028	= 0,031	= 0,023	= 0,031	= 0,023
<i>Mg</i> = 0,005	= 0,003	= 0,005	= 0,004	= 0,004
<i>Na</i> = 0,502	= 0,522	= 0,523	= 0,516	= 0,516
<i>Ka</i> = 0,105	= 0,097	= 0,102	= 0,104	= 0,104
<i>H</i> = 0,015	= 0,013	= 0,023	= 0,013	= 0,015

Rechnet man *Ca* und *Mg* in die äquivalente Menge *Na* um, so ergibt sich:

	I.	II.	III.	IV.	V.	Im Mittel
<i>Al</i> : <i>Si</i> =	4 : 4,119	4 : 4,134	4 : 4,142	4 : 4,135	4 : 4,133	4 : 4,133
<i>Al</i> : <i>R</i> =	4 : 4,054	4 : 4,073	4 : 4,106	4 : 4,080	4 : 4,064	4 : 4,074
<i>Ka</i> : <i>Na</i> (<i>Ca</i> , <i>Mg</i> , <i>H</i>) =	4 : 5,552	4 : 6,216	4 : 5,921	4 : 5,930	4 : 5,831	4 : 5,890

Rammelsberg's Analysen ergeben die Atomverhältnisse:

	I.	II.	III.	IV.	Im Mittel
<i>Al</i> : <i>Si</i> =	4 : 4,097	4 : 4,116	4 : 4,110	4 : 4,135	4 : 4,114
<i>Al</i> : <i>R</i> =	4 : 0,892	4 : 0,922	4 : 0,929	4 : 0,925	4 : 0,917
<i>Al</i> : <i>Na</i> (<i>Ca</i>) =	4 : 5,389	4 : 5,000	4 : 4,933	4 : 5,728	4 : 5,262

Darüber, dass sich $Al : R = 4 : 1$ verhält, kann wohl kein Zweifel sein. Ausser diesen deuten auch sämtliche ältere Analysen sowohl des Nephelins als des Eläolithes**) [mit Ausnahme des von Knop untersuchten Nephelins von Meiches im Vogelsgebirge***)] auf das angegebene Verhältniss hin. Der kleine Ueberschuss, den meine Analysen an R ergeben haben, scheint nicht sowohl in einer zu hohen Bestimmung der Alkalien, resp. alkalischen Erden zu suchen zu sein, als in kleinen Verlusten, welche die Thonerde erlitten hat, da mit wachsendem R auch *Si* wächst; Analyse III hat den höchsten Gehalt an Alkalien und alkalischen Erden, zugleich aber auch den höchsten Kieselsäuregehalt im Verhältniss zur Thonerde ergeben. Für Thonerde und Kieselsäure weisen die vorstehenden Zahlen, auch die Rammelsberg'schen, mehr auf das Verhältniss $Al : Si = 4 : 4,125$, als auf das von Rammelsberg neuerdings angenommene $Al : Si = 4 : 4,165$, von welchem Verhältniss die von diesem gefundenen Werthe noch mehr abweichen, als die meinen, das Rammelsberg aber annahm, weil »ein

*) Mittel aus Analysen I—III.

**) Rammelsberg, Handbuch der Mineralchemie (1875). p. 446.

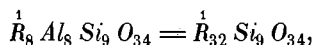
***) Neues Jahrbuch für Miner. 1865. p. 674.

näheres Eingehen auf die üblichen Trennungsmethoden glauben lasse, dass die Menge der Kieselsäure noch etwas grösser, die der Thonerde noch etwas kleiner sein würde, wenn man beide eben ganz genau scheiden könnte«. Wollte ich in meinen Analysen für das Verhältniss $Al : Si$ eine gleiche Correctur vornehmen, so wäre die von mir vorgenommene Untersuchung der Niederschläge, die vorzüglich dazu diente, den Gehalt an Kieselsäure und damit das Verhältniss dieser zu den übrigen Bestandtheilen möglichst genau festzustellen, ziemlich umsonst gewesen. Wären die Niederschläge nicht weiter aufgeschlossen worden, so wäre ich für $Al : Si$ etwa auf die Rammelsberg'schen Zahlen gekommen, da die Menge der Kieselsäure, welche nicht direct abgeschieden werden konnte, sondern bei den übrigen Bestandtheilen zurückblieb, nur gering war.

Ich glaube daher, gerade auch mit Rücksicht auf die Rammelsberg'schen Zahlen, für Si einen Werth kleiner als 4,465 annehmen zu müssen. Am nächsten kommt den gefundenen Werthen das Verhältniss:

$$Al : Si = 4 : 4,425 = 8 : 9.$$

Nimmt man dieses an und zwischen Aluminium und Alkalien das Verhältniss $Al : R = 4 : 1$, so ergibt sich für den Nephelin die summarische Formel:



das kann man betrachten als eine Verbindung von Bisilicaten und normalen Silicaten und zwar in folgenden Verhältnissen:

$$R_{32} Si_9 O_{34} = \left\{ \begin{array}{l} 2 \overset{1}{R}_2 Si O_3 \\ 7 \overset{1}{R}_4 Si O_4 \end{array} \right\}$$

Der Zusammenhang des Nephelins mit den übrigen Silicaten der sogenannten Nephelingruppe: Leucit, Sodalith, Hauyn, Nosean, Mikrosommit, der schon durch das häufige Zusammenvorkommen dieser Mineralien angedeutet, für den letzten durch die identischen krystallographischen Verhältnisse zwischen Nephelin und Mikrosommit, sowie durch das chemische Umwandlungsprodukt (Cancrinit = Davyn), welches diese beiden letzteren zu bilden scheinen (kein Zweifel, dass der Cancrinit mit dem Nephelin in der engsten genetischen Beziehung steht), augenscheinlich gemacht wird, gelangt am besten zum Ausdruck, wenn man in die Nephelin-Formel das mit Ausnahme des Leucits allen Gliedern der Gruppe gemeinsame Normal-Silicat $\overset{1}{R}_2 Al_2 Si_2 O_8$ einführt. Das ergänzende Bisilicat hat alsdann die empirische Formel des Leucits $\overset{1}{R}_2 Al_2 Si_4 O_{12}$.

Die Formel gestaltet sich also danach, wie folgt:

$$\left\{ \begin{array}{l} \overset{1}{R}_2 Al_2 Si_4 O_{12} \\ 7 \overset{1}{R}_2 Al_2 Si_2 O_8 \end{array} \right\} = \left\{ \begin{array}{l} 2 (\overset{1}{R}_2 Si O_3 + Al_2 Si_3 O_9) \\ 7 (\overset{1}{R}_4 Si O_4 + Al_4 Si_3 O_{12}) \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{Bisilicat,} \\ \text{Normal-Silicat.} \end{array}$$

Hierin verhält sich

$$\begin{aligned} Al : Si &= 1 : 1,125, & \text{gefunden wurde} &= 1 : 1,133 \\ Al : R &= 1 : 1 & \text{,,} & \text{,,} &= 1 : 1,074. \end{aligned}$$

Berechnete Zusammensetzung unter der Annahme, dass:

$$\begin{aligned} Ca (Mg) : H, Ka, Na &= 1 : 10 \\ H : Ka &= 1 : 6 \\ Ka : Na &= 1 : 5 \end{aligned}$$

				Gefunden i. Mittel
				v. 5 Analysen:
9 Si = 252	= Kieselsäure = 540	= 44,60%	44,08%	
8 Al = 218,4	Thonerde = 440,4	= 33,90 „	33,28 „	
$\frac{143}{407} Ca = 14,5$	Kalkerde = 20,3	= 1,68 „	1,85 „	
$\frac{5365}{407} Na = 135,62$	Natron = 182,79	= 15,40 „	16,00 „	
$\frac{173}{407} Ka = 45,99$	Kali = 55,42	= 4,58 „	4,76 „	
$\frac{80}{407} H = 0,19$	Wasser = 1,71	= 0,14 „	0,15 „	
			1240,62 = 100,00%	1240,12%

Rammelsberg macht die Annahme, dass der Nephelin aus Leucit-substanz und Natron-Thonerde-Singulosilicat bestehe; dass also alles Kali an das Bisilicat gebunden sei. Die Rechtfertigung dieser Hypothese findet er in der eigenthümlichen Zusammensetzung von Krystallen (vom Vesuv), die Leucitform besitzen und von Scacchi, Haidinger und Blum als Pseudomorphosen von Sanidin nach jenem angesehen wurden, während nach seinen Analysen *) hier Nephelin und Sanidin nebeneinander krystallisirt sind, was G. Rose bestätigte. Danach wären Nephelin und Sanidin Spaltungsproducte des Leucits und in der That hat ein Gemenge von zwei Molekülen Nephelin und sieben Molekülen Sanidin die Zusammensetzung eines natronhaltigen Leucits:

$$\begin{aligned} 2 \text{ Mol. Nephelin} &= 2 R_8 Al_8 Si_9 O_{34} \\ 7 \text{ Mol. Sanidin} &= 7 R_2 Al_2 Si_6 O_{16} \\ &= 15 R_2 Al_2 Si_4 O_{12} \end{aligned}$$

Dann müsste aber, wenn sich das Verhältniss von Kalium und Natrium ändert, in entsprechender Weise das von Aluminium zu Silicium ein anderes werden; es müsste nämlich mit steigendem Gehalt an Kalium auch das Silicium zunehmen. Eine solche Relation zwischen Kalium und Silicium ist aber durch die Analysen nicht hervorgetreten, weder in meinen, noch in denen von Rammelsberg.

*) Rammelsberg, Mineralchemie. (1875). p. 444. — Zeitschr. der Deutsch. Geolog. Ges. Bd. 13. p. 96.

Es verhält sich nämlich bei mir:

$$Si : Al : Ka$$

In:	I.	4,419 : 4 : 0,464
	II.	4,434 : 4 : 0,448
	III.	4,442 : 4 : 0,459
	IV.	4,435 : 4 : 0,454
	V.	4,433 : 4 : 0,454

bei Rammelsberg:

1.	4,097 : 4 : 0,439
2.	4,446 : 4 : 0,453
3.	4,444 : 4 : 0,456
4.	4,435 : 4 : 0,437.

Aus 1 und 4 in den letzteren scheint sogar geradezu hervorzugehen, dass eine solche Beziehung nicht statt hat. Während in 1. $Si : Al = 4,40 : 4$; in 4. $Si : Al = 4,435 : 4$ ist, haben beide Analysen doch einen gleichen Kaliumgehalt, und von allen Analysen den geringsten ergeben.

Die einzige Analyse, welche eine solche Beziehung anzudeuten scheint, ist die von Knop*) mit dem Nephelin von Meiches angestellte. Daraus ergibt sich:

$$Si : Al : Ka = 4,3 : 4 : 0,25.$$

Doch ist an der Reinheit der verwendeten Krystalle zu zweifeln. Auch wendet sich Rammelsberg selbst gegen die Annahme Bischof's**), nach welcher der Leucit zuweilen wesentlich natronhaltig sei.

Es scheint mir deshalb diese Hypothese durch die vorhandenen That- sachen noch nicht genügend gestützt, um die speciellere Constitution des Nephelins daraus ableiten und über die Bindungsverhältnisse von Kalium und Natrium etwas aussagen zu können.

Bei Rammelsberg verhält sich $Ka : Na = 4 : 5$.

Da nun angenommen wird, dass alles Kalium in dem Bisilicat enthalten ist, so ergibt sich schon aus diesem Verhältniss die Formel:

$$\left\{ \begin{array}{l} Ka_2 Al_2 Si_4 O_{12} \\ 5 (Na_2 Al_2 Si_2 O_8) \end{array} \right\}$$

und damit nothwendig $Al : Si = 4 : 4,465$; welches Verhältniss aber, wie gezeigt, durch die gefundenen That- sachen durchaus nicht verbürgt wird.

Diese Formel verlangt:

Kieselsäure	=	45,47%		44,98%
Thonerde	=	33,10 „	Gefunden wurde	34,49 „
Kalkerde	=	—	als Mittel von	—
Natron	=	46,67 „	vier Analysen:	45,82 „
Kali	=	5,06 „		4,65 „
		100,00%		99,94%

*) a. a. O. **) Bischof, Lehrb. der chem. u. phys. Geologie. Bd. II. 2288.

In Bezug auf die Thonerde weichen die gefundenen und berechneten Werthe um nahe $1\frac{1}{2}\%$ von einander ab.

Die Rammelsberg'schen Analysen lassen sich ohne grössere Abweichungen in der procentischen Zusammensetzung auf die von mir angenommene Formel zurückführen:

Unter der Annahme, dass:

$$Ka : Na = 1 : 5$$

$$Ca : Ka, Na = 1 : 60$$

ergibt sich alsdann:

9 Si = 252	= Kieselsäure =	540	=	44,30%	Gefunden	= 44,98%
8 Al = 218,4	Thonerde =	440,4	=	33,67 „		34,49 „
$\frac{4}{61} Ca = 2,62$	Kalkerde =	3,67	=	0,30 „		0,43 „
$6\frac{3}{61} Na = 150,82$	Natron =	203,28	=	16,67 „		15,60 „
$1\frac{1}{61} Ka = 54,15$	Kali =	64,64	=	5,06 „		4,65 „
				4248,99 = 100,00%		100,15%

Cancrinit.

Dies merkwürdige Mineral wurde von Gustav Rose im Elaeolith-Syenit (Miascit) von Miask im Ural entdeckt und als selbstständige Species aufgestellt.

Neuerdings machte sich fast allgemein die Ansicht geltend, dass der Cancrinit nur ein Nephelin sei, welcher kohlen-sauren Kalk und Wasser aufgenommen habe, und man war geneigt, mit H. Fischer anzunehmen, dass diese Species zu streichen sei.

Wenn aber constante chemische Zusammensetzung, sowie eigenthümliche krystallographische und physikalische Eigenschaften, als Spaltbarkeit, Glanz, Durchsichtigkeit, die mineralogische Species feststellen, so ist der Cancrinit als ein selbstständiges Mineral zu betrachten.

Das Material, welches mir dazu diente, dem Cancrinit möglichst wieder zu seinem alten Rechte zu verhelfen, war von derselben Fundstätte wie das von G. Rose untersuchte, von Miask im Ural. Derbe, von interponirten mikroskopischen und winzigen, aber schon deutlich sichtbaren makroskopischen Eisenoxydschuppen schön rosenroth gefärbte Stücke, in Elaeolith eingewachsen. Spaltbarkeit sehr vollkommen nach den Flächen der hexagonalen Säule, bei weitem vollkommener als beim Nephelin, sehr unvollkommen nach der Basis. Lebhafter Glasglanz auf den Spaltungsflächen ∞P , Fettglanz auf $o P$ und auf dem unebenen Bruch. In dünnen feldspath-freien Stücken vollkommen durchsichtig, übrigens stark durchscheinend; wie der einschliessende Elaeolith von Feldspathlamellen durchzogen. Ausserdem enthält das Mineral zahlreiche lange, äusserst feine, schwarze Nadeln,

schon mit blossen Auge sichtbar, die sämmtlich orientirt sind; sie stehen nämlich parallel der Hauptaxe.

Die physikalischen Eigenschaften machen durchaus den Eindruck eines ursprünglichen, nicht eines veränderten Minerals.

Das spec. Gewicht wurde zu 2,450 bestimmt. G. Rose fand 2,453 und 2,454.

Zu den Analysen wurden vollkommen durchsichtige Splitter, die möglichst frei von den erwähnten schwarzen Nadeln waren und makroskopisch keinen Feldspath erkennen liessen, verwendet.

Die flüchtigen Bestandtheile: Kohlensäure und Wasser, werden nach meinen Untersuchungen erst in der stärksten anhaltenden Glühhitze vollständig ausgetrieben.

Es wurden vier Bestimmungen des gesammten Gewichtsverlustes gemacht, die gut übereinstimmende Resultate lieferten:

Es hatten an Gewicht verloren:

A.			
		4,4737 gr in kleinen Stücken.	
Nach 14 Stunden im Exsiccator . .		0,0020 gr.	
» 4 » bei 100°		0,0024	
» 1 » » 100		—	
		4,4694 gr	
» 2 » » 170		0,0018 gr	} = 0,156 ‰
» 2 » » 170		0,0001	
» 5 » » 170		0,0004	
» 3 » » 230		0,0026	} = 0,224
» 3 » » 230		0,0007	
» 3 » » 290		0,0088	= 0,599
» 5 » » 310		0,0030	0,204
» 3 » » 350		0,0046	0,313
» 3 » » 390		0,0006	0,040
» 7 » » 400		0,0048	0,324
» 5 » » 400		0,0008	0,054
» 3 » » 400		0,0012	0,081
» 4 » » 400		0,0014	0,093
» 2 » » 400		0,0002	0,013
» 5 » » 400		0,0010	0,068
» 4 » » 400		0,0018	0,122
» 4 » » 400		0,0008	0,054
		Summa = 2,347 ‰	
Nach 1 Stunde bei Rothgluth . .		0,1038 gr	= 7,065 ‰
» 1 » » » . .		0,0010	0,068
» 4 » » » . .		0,0011	0,074
66 Stunden über 100°; 34 Stunden bei 400°.		Verlust bei Rothgluth = 7,207 ‰	
		Gesamtverlust . . = 9,554	

Drei weitere Versuche lieferten als Gesamtverlust nach $4\frac{1}{2}$ bis 2stündiger Weissgluth

B.	C.	D.
10,129 ‰	10,024 ‰	10,434 ‰

Der Cancrinit schmilzt im Gebläsefeuer, aber ausserordentlich schwer. Nach dem Glühen erscheint er schwach grün gefärbt (Mangan war nicht vorhanden), porzellanartig; das Geschmolzene porös.

Zur Bestimmung der Kohlensäure wurde das bei 100° getrocknete Mineralpulver mit verdünnter Chlorwasserstoffsäure aufgeschlossen und die entwickelte Kohlensäure vermittelst trockener, gewaschener Luft durch einen Absorptionsapparat geleitet, wie er von Finkener a. a. O. Seite 785 ausführlich angegeben ist. Es sei nur erwähnt, dass dem Kali-Apparat noch ein Rohr, das mit Stückchen von Aetzkali und Chlorcalcium angefüllt war, angefügt wurde. Vor jeder Kohlensäurebestimmung wurde durch Controlversuche der Fehler des Apparates bestimmt.

In zwei Versuchen lieferten

- a) 1,1620 gr. Cancrinit . . . 0,0721 gr. = $6,20\%$ CO_2
 b) 1,2619 » » . . . 0,0773 » = $6,12\%$ » »

Der Inhalt des Kölbchens, die Lösung des Silicates, wurde nach den beim Nephelin benutzten Methoden weiter analysirt. Hier sei nur noch bemerkt, dass es unter keinen Umständen gelingt, durch scharfes Eintrocknen der chlorwasserstoffsäuren Auflösung des Silicates die Kieselsäure vollständig abzuscheiden., selbst wenn man die Operation des Abdampfens und Filtrirens viermal wiederholt und den Rückstand jedesmal einige Stunden bei einer 100° etwas übersteigenden Temperatur erhitzt, gleichgültig, ob man die Kohlensäure durch Säuren oder durch Glühen ausgetrieben hat. Wird der Rückstand aber stark erhitzt (über der Lampe, jedoch nicht bis zum Glühen), so wird die Menge des unlöslichen Theiles stark vermehrt; sie beträgt nach den Angaben Whitney's*) z. B. über 40% ; wenn die Kieselsäure thatsächlich 37% betrug. Der unlösliche Rückstand enthält dann ausser Kieselsäure eine bedeutende Menge Thonerde und Natron.

In Analyse I. konnten nach viermaligem Abdampfen nur $35,16\%$ Kieselsäure abgeschieden werden, während die ganze Menge der Kieselsäure zu $37,40\%$ bestimmt wurde; $2,25\%$ waren also in die übrigen Niederschläge gegangen; nur der Kalk war frei von Kieselsäure. $1,09\%$ fanden sich in der Thonerde; $1,16\%$ bei den Alkalien. In Analyse II. betrug die Gesamtmenge der Kieselsäure $37,16\%$; nach einmaligem Abdampfen waren nur $34,69\%$ abgeschieden; der Rest war wieder in Thonerde und Alkalien gegangen.

*) Poggend. Ann. Bd. 70. 434.

Es ist dies eine ganz bemerkenswerthe Eigenthümlichkeit des Cancrinites, welche nach einem von mir angestellten Versuche einem mechanischen Gemenge aus Elaeolith-Pulver und Kalkspath nicht zukommt.

Die geglühte Thonerde wurde mit saurem schwefelsaurem Kali aufgeschlossen; die Schmelze mit Wasser aufgenommen, zur Trockne verdampft und der Rückstand längere Zeit bei etwas über 100° erhitzt; also ganz, wie ein Silicat behandelt. Die unlösliche Kieselsäure abfiltrirt.

Das Eisen wurde durch Titiren mit Chamaeleon bestimmt. Die Thonerde wurde aus dem Filtrat von der abgeschiedenen Kieselsäure wegen der Schwierigkeit der reinen Abscheidung aus der an schwefelsauren Alkalien reichen Lösung nicht noch einmal gefällt, sondern aus dem Verlust berechnet. Die Trennung der Alkalien wurde wegen der sehr geringen Menge Kali etwas anders als beim Nephelin ausgeführt, so dass das Natron nicht durch den Verlust, sondern direct bestimmt wurde. Aus dem Gemenge der schwach geglühten Chlormetalle wurde Kaliumplatinchlorid abgeschieden und dieses mit dem Filter geglüht. Aus dem reducirten Platin wurde die Menge des Kalis berechnet. Aus dem Filtrat vom Kaliumplatinchlorid wurde durch Zusetzen von Schwefelsäure, Abdampfen und Glühen mit Hülfe von etwas kohlensaurem Ammonium das Natriumplatinchlorid in metallisches Platin und schwefelsaures Natron verwandelt und aus letzterem nach Abscheidung des Platins die Menge des Natrons berechnet.

Die Analysen ergaben:

	I.	II.
Kieselsäure .	= 37,40 0/0	= 37,16 0/0
Thonerde . .	= 28,08	= 28,32
Eisenoxyd .	= 0,37	= 0,51
Kalkerde . .	= 7,09	= 6,82
Natron . . .	= 17,96	= 17,54
Kali	= 0,16	= 0,23
Kohlensäure .	= 6,20	= 6,12
Wasser . . .	= 3,99 *)	= 4,07
	| = 104,23 0/0	| = 100,77

Bei einer dritten Analyse wurde, um die Basen möglichst scharf zu bestimmen, das Mineral mit einem Gemisch aus Schwefelsäure und Fluorwasserstoffsäure aufgeschlossen. Doch glaube ich nicht, dass die erhaltenen Werthe genauere als in I und II sind. In der geglühten Thonerde nämlich, obwohl im Waschwasser keine Reaction auf Schwefelsäure mehr wahrgenommen werden konnte, waren dennoch davon Spuren enthalten, wie sich nach dem Aufschluss eines Theiles derselben in Chlorwasserstoffsäure nachweisen liess. Die Menge dieser Schwefelsäure wurde nicht bestimmt.

*) Aus dem Mittel von drei Glühverlustbestimmungen durch Subtraction der Kohlensäure gefunden.

Die Analyse, die mit geglühtem Cancrinit angestellt wurde, ergab:

Thonerde und Eisenoxyd	= 29,34%
Kalkerde	= 7,64 »
Alkalien	= 17,06 »

Der Gehalt an Chlor ist im Cancrinit von Miask nicht bedeutender als im Nephelin.

Alles Eisenoxyd ist wohl als Eisenglanz mechanisch beigemischt.

Diese Analysen stimmen nicht ganz überein mit den von G. Rose*) ausgeführten. Dieser hat gar kein Wasser gefunden, dagegen die Kieselsäure um circa 3% höher.

Zwei Analysen ergaben ihm:

Kieselsäure	= 40,59	40,26
Thonerde und Eisenoxyd . .	= 28,29	28,24
Kalkerde	= 7,06	6,34
Natron	= 17,38	17,66
Kali	= 0,57	0,82
Spur von Chlor und Verlust	= 6,11	6,68
	<u>100,00</u>	<u>100,00</u>

In einem besonderen Versuche zur Bestimmung der Kohlensäure wurden von dieser 6,38 % gefunden. Bei einem anderen Versuche, wobei das Mineral eine halbe Stunde im Platintiegel über der Spirituslampe mit doppeltem Luftzuge geglüht wurde, verlor dasselbe 6,18 %. Der Rückstand brauste noch wenig mit Chlorwasserstoffsäure.

Nähere analytische Daten sind leider von Rose nicht angegeben, so dass eine Kritik der Analysen unmöglich ist; doch sei es gestattet, darauf hinzuweisen, dass erstens Rose gar kein Wasser angegeben hat; während doch das von ihm analysirte Material der Beschreibung nach von ganz gleicher Beschaffenheit wie das meinige war und übrigens in allen bisher untersuchten Cancriniten solches enthalten ist. Zweitens können nach den oben angegebenen Untersuchungen die mit Hülfe der Berzeliuslampe gefundenen 6,18 % Glühverlust kaum die Gesamtsumme der in der Glühhitze flüchtigen Bestandtheile, auch wenn dieselben nur in Kohlensäure bestehen sollten, darstellen, zumal auch nach Rose's Angabe das so geglühte Mineral noch schwach mit Säuren brauste. Daher stimmt diese Zahl wohl nur zufällig mit der Procentzahl der gefundenen Kohlensäure. (In Bestimmung C. hatte das Mineral nach zweistündigem Erhitzen im Bunsen'schen Brenner auch ca. 6% verloren.) Drittens erwähnt Rose der Schwierigkeiten gar nicht, die sich bei der Abscheidung der Kieselsäure entgegenstellen und die eine Eigenthümlichkeit alles Cancrinites zu sein scheinen, da sie

*) G. Rose, Reise nach dem Ural etc. (1842). Bd. II. 57.

Whitney, wie schon erwähnt, an amerikanischem Cancrinit ebenfalls beobachtet hat.

Auf der anderen Seite ist freilich zu bedenken, dass, wollte man annehmen, Rose's Kieselsäure wäre verunreinigt gewesen, die vollkommene Uebereinstimmung in Betreff der Thonerde, der Kalkerde und der Alkalien in den beiderseitigen Analysen unbegreiflich erscheint.

Für unsere weiteren Betrachtungen seien hier noch die Resultate der übrigen älteren Cancrinit-Analysen aufgeführt.

- 1a. Litchfield, Maine. Gelb. Sp. G. = 2,448. Whitney: Poggend. Ann. Bd. 70. 434. Mittel aus drei Analysen.
- 1b. Ebendaher. Grünliche Abänderung. Sp. G. = 2,464. Whitney: a. d. O.
2. Marienskaja Grube, Tunkinsker Gebirge, Sibirien. Gelb. Sp. G. = 2,449. Struve: Poggend. Ann. Bd. 90. 613.
3. Ditro, Siebenbürgen. Röthlich. Sp. G. = 2,42. Tschermak: Wien. Akad. Ber. Bd. 44. 134.
4. Brevig, Norwegen. Gelblich. Sp. G. = 2,404. Pisani: Ann. Ch. Ph. (3) 67.

1.		2.	3.	4.
a.	b.			
Kieselsäure . . . = 37,72	37,20	38,33	37,2	44,52
Thonerde . . . = 27,55	27,59	28,55	30,3	28,09
Eisenoxyd . . . = 0,75	0,27	—	—	—
Kalkerde . . . = 3,87	5,26	4,24	5,1	4,44
Natron . . . = 20,27	20,46	20,37	17,4	17,45
Kali . . . = 0,67	0,50	—	—	—
Kohlensäure . . = 5,95	5,92	8,51	5,2	3,60
Wasser . . . = 2,82	3,28		4,0	6,60
= 99,60		100,48	100,00	99,2
				104,07

In Betreff der Analysen unter 4. darf wohl behauptet werden, dass der Wassergehalt zu gering gefunden wurde, da das Mineral nicht im Gebläse geglüht wurde, und aus den Glühverlustbestimmungen (unter A bis C) hervorging, dass es nur dann möglich ist, im Bunsen'schen Brenner auch nur annähernd (9,554 % unter A) die gesammte Menge der flüchtigen Bestandtheile auszutreiben, wenn das Molekül des Cancrinites durch andauernd einwirkende Hitze nach und nach gelockert wird; in B. konnten nämlich zwei Stunden Rothgluth nur 8,034 %, in C. vier Stunden Rothgluth sogar nur 7,118 % Verlust bewirken. Whitney gibt an, dass in der Glühhitze durch die Gegenwart von Kieselsäure und Thonerde die ganze Menge der Kohlensäure leicht ausgetrieben werde. Im Cancrinit von Miask jedenfalls nicht; eine Probe, die 4 Stunden lang der Rothgluth ausgesetzt war, entwickelte danach mit Säure noch deutlich Kohlensäure.

Die übrigen Analysen entziehen sich jeder kritischen Betrachtung, da nähere Angaben über die angewendeten Methoden fehlen.

Nach den vorstehenden Untersuchungen und Daten kann es, nur vom chemischen Standpunkte aus betrachtet, kaum zweifelhaft erscheinen, dass der Cancrinit eine höchst eigenthümliche, wasserhaltige, chemische Verbindung von Silicaten und Carbonaten, kein mechanisches Gemenge ist. Wie wäre es erklärlich, dass in einem wasserhaltigen Gemenge von Eläolith und Kalkspath, wenn von diesem Gemenge mehrere Proben analysirt werden, der Gehalt an Kohlensäure und Wasser stets in so grosser, scharfer Uebereinstimmung vorhanden sei, wie meine Versuche es ergeben haben; dann weiter, dass in einem solchen von mir jetzt und in einem ähnlichen von G. Rose vor vielleicht vierzig Jahren untersuchten Gemische, auch wenn beide von derselben Fundstätte stammten, der Gehalt an Kohlensäure und Kalk wieder genau derselbe sein sollte — wobei noch zu bemerken, dass in beiden Fällen der Kalk allein nicht ausreicht, um alle Kohlensäure zu binden — endlich, wie wollte man gar eine ähnliche Uebereinstimmung zwischen Kohlensäure und Wasser in dem vom Ural stammenden Gemenge und dem aus den Granitblöcken von Litchfield in Nord-Amerika erklären?

Die Schwierigkeit, mit welcher das Mineral in der Hitze zersetzt wird, — wir sahen, dass es nach 66 stündigem Erhitzen über 400° (34 Stunden bei 400°) nur 2,35 %, also noch nicht so viel, als der Wassergehalt überhaupt beträgt, an Gewicht verloren hatte, gestattet auch nicht die Annahme, dass das Wasser nicht zum Wesen des Minerals gehören solle.

Berücksichtigt man weiter, dass gewisse physikalische Eigenschaften des Cancrinites: Spaltbarkeit, Glanz, Pellucidität, viel vollkommener sind, als beim Eläolith, dass aber Infiltration fremder Körper in ein Mineral (zu einem Gemenge) die charakteristischen physikalischen Eigenschaften dieses aufhebt oder beeinträchtigt, so wird man darin weitere Beweise für die Homogenität des Cancrinites finden.

Was die mikroskopische Untersuchung anbetrifft, so habe ich dabei nur die Ueberzeugung gewinnen können, dass das von mir analysirte Mineral wesentlich eine durchaus homogene Beschaffenheit hatte.

Kenngott*) hat den Cancrinit von Miask zuerst unter dem Mikroskop untersucht und die rosenrothe Färbung von interponirten Hämatitkryställchen hergeleitet. Ausser diesen Kryställchen bemerkte er zahlreiche lineare »Krystalloide« von weisser Farbe, welche fast durchgehends unter einander parallel gestellt waren, die, wie er sagt, bei ihrer Menge auf die Analyse des Cancrinites nicht ohne Einfluss bleiben können. Er erklärt dieselben aber ausdrücklich nicht etwa als Krystalloide kohlensaurer Kalkerde.

*) Sitzungsber. der Wien. Akad. Bd. 10 (1853). 290.

Fischer*) gewahrte in einem Dünnschliffe von Miask einzelne sehr durchsichtige, farblose Stellen, welche einheitliche Polarisation und zwar in buntesten Farben zeigen (Nephelin); diese liegen eingebettet in einer farblosen Masse mit Aggregatpolarisation unter Verhältnissen des vielfachsten Ineinandergreifens, so dass man wohl unzweifelhaft an ein Hervorgehen der letzteren aus dem Nephelin denken dürfe. Dazwischen erschienen dann noch einzelne farblose Blätter, welche höchst wahrscheinlich Kalkspath darstellen möchten, obschon sie der Spaltungssprünge entbehren.

Rosenbusch**) bestätigt diese Angaben vollkommen, fügt aber hinzu, dass das Ganze, zumal die eigentliche Nephelinsubstanz in seinen Schliffen von solcher Frische und Reinheit war, das er an eine Zersetzung des Nephelins zu Cancrinit nicht wohl denken könne. Dagegen spreche auch die deutliche Spaltbarkeit. Vielmehr scheine es ihm mit dem mikroskopischen Bilde im Einklang zu stehen, im Cancrinit ein ursprüngliches Gemenge zu sehen, wengleich dann die Anwesenheit des Kalkspathes schwer zu erklären sei.

Nicht auch die Spaltbarkeit?

Von diesen Verhältnissen, von Aggregatpolarisation und Kalkspathblättchen habe ich in meinen Schliffen nicht das Geringste wahrnehmen können; dagegen stimmen meine Beobachtungen mit denen Zirkel's***) überein, dessen Präparate auch Nichts von Aggregat-Polarisation und heterogenen Blättchen erwiesen. Wohl aber beobachtete er ausser den Eisenglanztafelchen und den schon erwähnten schwarzen Nadeln, die dem blossen Auge schon auffallen und unter dem Mikroskope völlig opake, keulenförmige Gebilde mit unregelmässig verlaufenden Seitenrändern, an welche wohl grünliche Körner und Nadeln angeheftet sind, liefern, dass beiderseits von den Sprüngen des Minerals aus unzählige, farblose fremde Strahlen, wie Zähne eines Kammes, streng parallel neben einander postirt, in die klare Hauptmasse hineinziehen, die mit Kalkspath entschieden Nichts gemein haben. Wesentlich dasselbe Bild zeigen meine Präparate; nur kann ich nicht die farblosen Strahlen, in denen Zirkel ein Umwandlungsprodukt vermuthet und welche wohl die von Kennigott erwähnten linearen Krystalloide sind, als Etwas positives, als Etwas materielles ansehen. Ich halte dieselben vielmehr für ein ganzes System von Sprüngen, die ihre Parallelität der Spaltbarkeit verdanken. — Die Präparate waren der Hauptaxe parallel geschnitten. Wegen der sehr vollkommenen Spaltbarkeit nach der Säule, ist es mir noch nicht gelungen, einen Schliff parallel der Basis herzustellen. — Von den feineren Sprüngen, welche quer gegen die Strah-

*) Fischer, Kritische, mikrosk.-miner. Studien. 4. Forts. 1874. 59.

**) Rosenbusch, Mikrosk. Physiographie der petrogr. wichtig. Miner. (1873). 233.

***) Zirkel, Mikrosk. Beschaffenheit der Miner. u. Gesteine (1873). 166.

len ziehen und sich unzweifelhaft als solche documentiren, haben diese durchaus nichts Unterschiedenes, nur dass jene unregelmässig in krummen Linien verlaufen. Sie gehen auch in meinen Präparaten stets von den grösseren Quersprüngen aus, aber vorzüglich nur nach einer Seite hin, sind an diesen breit und laufen in der farblosen Masse spitz aus, oft verbinden sie zwei Quersprünge, setzen sich aber über diese hinaus nicht fort. Mehr noch fast, als unter dem Mikroskop, gewinnt man das Bild von Sprüngen, wenn man den Schliff unter der Lupe betrachtet. Ganz ähnliche Erscheinungen, wie sie sich hier dem Auge darbieten, kann man hervorrufen, wenn man z. B. Gypsblättchen gegen die zweite Spaltbarkeit nach *P*, also nicht derselben parallel, gewaltsam anbricht. Von diesem Bruch ziehen sich dann zahlreiche feine Spalten, parallel der Hemipyramide, in die Gypsplatte hinein, um da, sich mehr oder weniger weit hinein erstreckend, auszulaufen. Häufig sieht man im Cancrinit-Schliff, und das ist in der klaren Substanz recht deutlich, wie ein Längssprung an einem kleinen Quersprung ab- und dicht daneben an diesem wieder ansetzt. Auch das wiederholt sich an den Sprüngen im Gyps.

Feldspath konnte ich mit Sicherheit in meinen Präparaten nicht nachweisen; in den Schliffen, die aus dem reinsten Material, das zur Verfügung stand, wie es zu den Analysen verwendet wurde, angefertigt waren, traten bei gekreuzten Nicols sehr wenige, kleine, unregelmässig geformte Partien, sowie einige Adern hervor, welche als Feldspath gelten konnten, aber eigentlich nichts dafür Charakteristisches hatten. In den Präparaten aus Cancrinitstücken, die sich schon makroskopisch als weniger rein documentirten, zeigten sich Sprünge mit einer graugelblichen, wenig pelluciden Substanz, mit oder ohne deutliche Polarisationsfähigkeit, erfüllt, wohl einem Zersetzungsprodukte des Cancrinites. Reihen zahlreicher Flüssigkeitseinschlüsse, die den (nicht parallelen) Quersprüngen parallel gehen, wie sie Zirkel beschreibt, habe ich nicht finden können. Zwar sind auch in meinen Präparaten Gebilde, die ich als Flüssigkeitseinschlüsse deute, aber nur wenige. Dagegen finden sich die staubartigen Körper, die Rosenbusch anführt, in den winzigsten Dimensionen, in der klaren Masse vertheilt. Einen Einfluss auf die Analyse können dieselben nicht ausüben.

Auch die mikrochemische Prüfung ergibt dasselbe Resultat, dass der Cancrinit kein Gemenge aus Nephelin und Kalkspath ist. Behandelt man einen Schliff mit verdünnter Essigsäure, so entwickeln alle Theile desselben gleichmässig Kohlensäure. Bald hier, bald dort springt ein Bläschen auf. Zum Vergleiche untersuche man ein Kalkspathblättchen; es zeigt dieselbe Erscheinung. Wenn aber die Entwicklung von Bläschen sich an einen bestimmten Punkt heftet, so liegt dieser Punkt in den Spalten, die man deutlich als solche erkennt oder aber an den grösseren strahlenförmigen

Gebilden, namentlich da, wo diese in die Querspalten einmünden. Nach einiger Einwirkung, oder, wenn man eine etwas stärkere Säure anwendet, sehr bald, werden diese Strahlen erweitert, ihre Ränder treten mehr auseinander und das vorzüglich macht es wahrscheinlich, dass sie nichts weiter, als Spalten, als Risse sind; jede Aetzung und Auflösung nimmt ihren Angriffspunkt am liebsten in diesen.

Berechnung der Cancrinit-Formel.

Aus meinen Analysen ergeben sich folgende Atomverhältnisse:

Aus Analyse: I.	II.
Si = 0,623	= 0,619
Al = 0,546	= 0,554
Ca = 0,127	= 0,122
Na = 0,579	= 0,566
Ka = 0,003	= 0,005
CO ₂ = 0,144	= 0,139
H ₂ O = 0,222	= 0,226

0,144, resp. 0,139 Atome Kohlensäure erfordern 0,282, resp. 0,278 Atome R; es bleiben mithin für die Silicate übrig: 0,554, resp. 0,537 Atome R.

	I.	Atome	II.	Atome
Silicat	Si = 0,623		= 0,619	
	Al = 0,546 . .	3,872	= 0,554	3,984
	Na = 0,554		= 0,537	
Carbonat	CO ₂ = 0,144 . .	1,000	= 0,139	1,000
	Ca = 0,127		= 0,122	
	Na = 0,028		= 0,034	
Wasser	H ₂ O = 0,222 . .	1,574	= 0,226	1,625.

Im Silicat verhält sich nach dem Mittel beider Analysen:

$$Al : Si = 1 : 1,129; Al : R = 1 : 0,992 = 1 : 1,$$

das sind genau die Verhältnisse, wie in der von mir angenommenen Nephelinformel. Das Silicat des Cancrinites ist also kalifreier Nephelin.

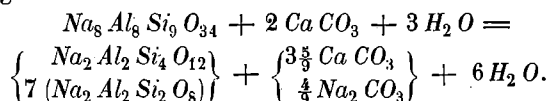
In dem Calciumcarbonat ist ein kleiner Theil desselben durch Natriumcarbonat vertreten und zwar ergibt sich aus dem Mittel der Analysen:

$$Ca : Na_2 \text{ im Carbonat} = 0,124 : 0,0155 = 8 : 1.$$

Für das Verhältniss zwischen Silicat, Carbonat und Wasser ergibt sich:

$$Al : C : H_2 = 4 : 1 : 1,5$$

Danach gestaltet sich die Formel des Cancrinites:



Welche Rolle das Wasser spielt, ob dasselbe nur als Krystallwasser, oder ob ein Theil desselben als Constitutionswasser zu betrachten sei, das zu ermitteln, muss späteren Untersuchungen vorbehalten bleiben. Die schon gewonnenen Resultate lassen aber vermuthen, dass diese Rolle eine eigenthümliche ist. Wegen der grossen Beständigkeit des Cancrinites bei höheren Temperaturen ist es nicht wahrscheinlich, dass das Wasser oder wenigstens nicht alles Wasser ähnlich dem Krystallwasser molekular angelagert sei.

Nach der Formel hat der Cancrinit von Miask folgende procentische Zusammensetzung:

				Gefunden wurde als Mittel von zwei Analysen.	
9 Si = 252	= Kieselsäure = 540	= 37,15%		37,28%	
8 Al = 218,4	Thonerde = 410,4	= 28,23 »		28,64 »	(einschliesslich Fe ₂ O ₃)
4 $\frac{7}{8}$ Ca = 71,11	Kalkerde = 99,55	= 6,85 »		6,95 »	
8 $\frac{1}{2}$ Na = 194,22	Natron = 261,77	= 18,04 »		17,89 »	(einschl. Kali)
2 C = 24	Kohlensäure = 88	= 6,05 »		6,16 »	
6 H = 6	Wasser = 54	= 3,71 »		4,03 »	
			1453,72	100,00	100,95

In den Rose'schen Analysen verhält sich im Silicat:

$$Si : Al : R = 1,22 : 1 : 0,95$$

Es lässt sich daher dieses Silicat auf die für den Nephelin gewonnene Formel nicht zurückführen.

Was die übrigen älteren, oben aufgeführten Analysen betrifft, so ist in:

$$1a. Al : Si = 1 : 1,174; \quad Al : R \text{ im Silicat} = 1 : 0,998$$

$$1b. Al : Si = 1 : 1,138; \quad Al : R \quad \quad \quad = 1 : 1,097$$

Das sind nahezu die Verhältnisse des Nephelins, die dafür genommen werden können.

Für das Verhältniss von Silicat zum Carbonat ergibt sich

$$\text{in 1a. } Al : C = 3,96 : 1 = 4 : 1$$

$$\text{in 1b. } Al : C = 4,00 : 1 = 4 : 1$$

also genau wie bei mir.

Carbonat zu Wasser

$$\text{in 1a. } C : H_2 = 1 : 1,15$$

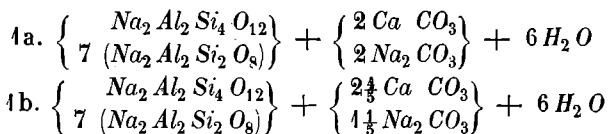
$$\text{in 1b. } C : H_2 = 1 : 1,36.$$

Die Differenz mit dem von mir gefundenen Verhältnisse möchte wohl, wie bereits auseinandergesetzt, in einem kleinen Fehler bei Whitney zu suchen sein.

Danach kann man behaupten, dass der Cancrinit von Miask und der von Lichfield dieselbe chemische Constitution haben, womit zugleich die Constanz der Zusammensetzung des Cancrinites zur Gewissheit wird.

Im Calciumcarbonat können wechselnde Mengen von Calcium durch Natrium vertreten werden.

Für das amerikanische Mineral ergeben sich folgende speciellere Formeln:



Es ist also in 1a. gerade die Hälfte des Calciumcarbonates durch Natriumcarbonat vertreten.

In Analyse 2. ist $Al : Si = 4 : 1,147$, das Verhältniss des Nephelins. Weiter verhält sich Al_2 zu der Gesamtmenge der Alkalien, wie 3,67 : 10,67; das Aluminium verlangt also, unter der Annahme, dass im Silicat $Al : R = 1 : 1$ ist, zur Bildung des Nephelinsilicates 7,34 Atome R ; mithin bleiben übrig $10,67 - 7,34 = 3,33$ Atome R zur Sättigung der Kohlensäure. Daraus berechnet sich die Menge dieser, die in der Analyse nicht bestimmt wurde:

Atome:

$$\begin{array}{rcl}
 CO_2 = 1,665 & = & \text{Kohlensäure } 5,54\% \\
 H_2 O = x & = & \text{Wasser } 2,97\%
 \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{rcl} CO_2 = 1,665 \\ H_2 O = x \end{array}} \right\} 8,51\%$$

Dann ergibt sich weiter: $Al : C : H_2 = 44 : 40 : 13$,

während im Cancrinit von

Miask dasselbe Verhältniss $Al : C : H_2 = 40 : 40 : 16$ ist.

Wenn aber in 2) $Al : C$ sich nicht genau wie 4 : 4 ergeben hat, so berücksichtige man, dass durch die vorstehende Berechnung der Kohlensäure alle Ungenauigkeiten der Analyse in diesem Verhältniss zum Ausdruck gelangen. Die Annäherung an das Verhältniss 4 : 1, trotz der Berechnung, spricht wieder für dieses. Auf die Differenz, den Wassergehalt betreffend, kann, bevor wiederholte Analysen darüber entschieden haben, kein Werth gelegt werden.

Die Analysen 3. und 4. müssen vorläufig unberücksichtigt bleiben, da in ihnen sich das Silikat nicht einmal als Nephelin deuten lässt, während doch über den inneren Zusammenhang zwischen Cancrinit und Nephelin in der angegebenen Weise kein Zweifel bestehen kann. Es verhält sich nämlich:

$$\text{In 3. } Al : Si = 4 : 1,050; \quad Al : Na = 1 : 0,859$$

$$\text{In 4. } Al : Si = 4 : 1,267; \quad Al : Na = 1 : 0,983.$$

Dann weiter:

$$\text{In 3. } Al : C : H_2 = 5,00 : 1 : 1,88$$

$$\text{In 4. } Al : C : H_2 = 6,74 : 1 : 1,52.$$

Die niedrigen specif. Gewichte in 3. und 4. deuten auf eine begonnene Zersetzung des verwendeten Minerals.

Die mehrfach, namentlich von Hermann untersuchten kohlensäurehaltigen Skapolithe (Stroganowit, Nuttallith) scheinen theilweise, wie der Cancrinit, selbstständige chemische Verbindungen darzustellen. Rammelsberg allerdings zählt alle diese kohlensäurehaltigen Silicate zu den Zersetzungsproducten, denen keine stöchiometrische Zusammensetzung zukommt.

Mikrosommit.

Im Anschluss an den Cancrinit wollte ich den Davyn untersuchen, über den ausser der ungenauen von Monticelli und Covelli*), nur eine Arbeit von Rammelsberg**) vorliegt. Das Mineral, das ich unter diesem Namen aus Neapel erhalten hatte, bildete meist farblose, zum Theil aber auch weingelb gefärbte, vollständig klare und durchsichtige, stark glänzende Krystalle, durchschnittlich von der Grösse der vesuvischen Nephelinkrystalle. Die Formen derselben passten genau auf die älteren Beschreibungen von Davyn. (Die näheren krystallographischen Verhältnisse werden weiter unten nach Aufstellung der Formel angegeben werden.) Die Krystalle sassen in einem grünlich-grauen Auswürflingsgestein vom Monte Somma, worin schmutzig grüner Pyroxen liegt und in dessen Drusen Glimmer, Granat, Vesuvian, Mejonit, Wollastonit und Kalkspath, dieser meist von geflossenem Aussehen, mit ihnen vergesellschaftet war. Ich glaubte den reinen, unzersetzten Davyn, die krystallisirte Abänderung des Cancrinites (wie der Nephelin die krystallisirte Abänderung des Eläolithes ist), in Händen zu haben; — die Krystalle, die Rammelsberg untersucht hat, sind nicht mehr ganz frisch gewesen, hatten eine trübe Hülle um einen durchsichtigen Kern und waren häufig so mürbe, dass sie sich leicht zu Pulver reiben liessen. — Einige qualitative Prüfungen, die mit reinsten Krystallstückchen angestellt wurden, bewiesen die Existenz der Kohlensäure und so wurde ohne weitere qualitative Untersuchungen die quantitative Analyse auf Davyn hin begonnen. Bald jedoch überzeugte ich mich, dass das vorliegende Mineral nicht Davyn, sondern Mikrosommit sei, den in dieser Abänderung aus den älteren Sommaauswürflingen, in welcher er also in grossen Krystallen erscheint und den man desshalb besser Makrosommit nennen sollte, bereits Scacchi***), wie ich nun erfuhr, analysirt hatte.

*) Monticelli u. Covelli. *Prodromo della mineralogia vesuviana*. p. 407.

**) Poggend. Ann. Bd. 109. (1860). 579.

***) A. Scacchi, *Microsommitte del Monte Somma*. Estratto dal Rendiconto della Reale Accademia delle Scienze fisiche e matematiche. Aprile 1876.

Meine Unkenntniß über diese Arbeit hat mich die Kohlensäure im Mikrosommit entdecken lassen, wodurch das Interesse an diesem merkwürdigen Minerale vielleicht noch erhöht wird; ebenso durch eine, wenn auch nur sehr geringe Menge Schwefel, welche sich beim Auflösen des Minerals in Säuren durch einen schwachen, aber deutlichen Geruch nach Schwefelwasserstoff und durch leichte Bräunung eines mit Bleiacetatlösung getränkten Papierstreifens zu erkennen gibt.

Ueber die Gegenwart von Kohlensäure in dem Mineral und dass solche nicht durch eingemengten Kalkspath in die Analysen gekommen, kann nach den nachfolgenden Resultaten kein Zweifel bestehen. Zahlreiche qualitative Prüfungen mit Krystallsplitterchen von den verschiedensten Handstücken haben das erhärtet. Es ist auch nicht schwer, den Mikrosommit vom Kalkspath scharf zu sondern, wegen der ganz verschiedenen Spaltbarkeit und Härte beider Mineralien. Der Mikrosommit spaltet sehr vollkommen nach den Flächen des hexagonalen Prisma's, wenig vollkommen nach der Basis. Der Querbruch ist muschelig bis uneben. Der Glanz, sehr lebhafter Seidenglanz auf den Flächen der hexagonalen Spaltbarkeit, welche oft durch zahlreiche, zarte, parallele Streifen und Spalten ein charakteristisches kannelirtes Ansehen erhalten. Die Härte ist 6; mit dem Messer lässt sich der Mikrosommit kaum ritzen.

Das specif. Gewicht der farblosen Krystalle in groben Stückchen wurde zu 2,444, in einem andern Versuche zu 2,443 bestimmt. Scacchi fand dasselbe 2,53 an Krystallstückchen und 2,42 an ganzen Krystallen. (Für Davyn bestimmten Haidinger*) dasselbe zu 2,40; Breithaupt**) zu 2,429). Im Kölbchen erhitzt gab das Mineral keine Spur von Wasser.

Die Analysen ergaben folgende Resultate:

1) Für die wasserklaren Krystalle:

I.	II.	III.
Kieselsäure = 32,38 %	. . = 32,30 % . .	. . = 31,94 %
Thonerde = 28,64	. . = 28,29 . .	. . = 28,18
Kalkerde = 40,55	. . = 40,98 . .	. . = 40,23
Natron = 40,74	. . . . .	. . = 41,85
Kali = 6,44	. . . . .	. . = 7,84
Chlor = 7,14	. . . . .	. . = 7,04
Schwefelsäure = 4,03	. . . . .	. . = 3,69
Kohlensäure = 4,63	. . . . .	. . = 4,47
Summa = 101,55 %		= 102,24 %
Sauerstoffäquivalent für	Sauerstoffäquivalent für	
7,14 % Chlor = 4,61 %	7,04 % Chlor = 4,59 %	
99,94	100,65	

*) Poggend. Ann. Bd. 44 (1827). 470.

**) Poggend. Ann. Bd. 53 (1844). 445.

Für die gelbe Abänderung :

IV.	
Kieselsäure	= 32,23 0/0
Thonerde (mit einer Spur Eisen) =	28,98
Kalkerde	= 10,36
Natron	= 11,01
Kali	= 7,11
Chlor	= 6,25
Schwefelsäure	= 4,11
Kohlensäure	= 1,26
Summa = 102,01 0/0	
Sauerstoffäquivalent für	
6,95 0/0 Chlor =	1,56 0/0
100,45	

Die gelbe Abänderung unterscheidet sich also gar nicht von der wasserklaren; sie ist nur durch eine Spur Eisen gefärbt. In Analyse II verunglückte die Bestimmung der Alkalien.

Die Menge des mit der Kohlensäure zugleich entwickelten Schwefelwasserstoffgases ist so gering, dass die Resultate der Kohlensäurebestimmung dadurch gar nicht beeinflusst werden. Zwei Sonder-Analysen, bei welchen der Schwefelwasserstoff durch Titriren mit Jodlösung bestimmt wurde, ergaben :

1) 0,06 pCt. $H_2 S$ = 0,05 pCt. S; 2) 0,09 pCt. $H_2 S$ = 0,08 pCt. S.

Es gelingt nicht, die Kohlensäure durch Glühen im Bunsen'schen Brenner vollständig auszutreiben; nach siebenstündigem Glühen hatte das bei 100° getrocknete Mineral nur 0,58 pCt. von seinem Gewichte verloren; im Gebläse aber entweichen zugleich beträchtliche Mengen von Chloralkalien, wobei das Mineral blaugrau und undurchsichtig wird.

Die Kieselsäure und die Basen wurden bei I und IV wie beim Nephelin bestimmt. Doch wurden die Niederschläge nicht geprüft.

Das Chlor wurde aus der salpetersauren Lösung des Minerals bei etwa 60° als Chlorsilber gefällt; dasselbe mit Zink und Schwefelsäure reducirt und aus dem durch Chlorwasserstoffsäure nochmals gefällten Chlorsilber das Chlor berechnet. Wenn man die salpetersaure Lösung sehr stark mit Wasser verdünnt, so ist trotz des Erwärmens die Menge der bei der Fällung gleichzeitig ausgeschiedenen Kieselsäure nur gering.

Zur Bestimmung der Schwefelsäure wurde die chlorwasserstoffsäure Lösung des Minerals längere Zeit gekocht, die ausgeschiedene Kieselsäure abfiltrirt, aus dem Filtrat Bariumsulfat gefällt, dieses mit kohlensaurem Natron-Kali geschmolzen, die kohlensaure Baryterde in Chlorbarium verwandelt und aus der Lösung desselben nochmals schwefelsaurer Baryt gefällt.

Zu Analyse III wurden Krystalle verwendet, in deren Umgebung auf den Stufen sich überhaupt kein Kalkspath fand, so dass auch jede Möglichkeit einer Verunreinigung des Materials durch denselben ausgeschlossen war. Leider musste ich mich begnügen, ca. 0,5 gr. zu dieser Analyse verwenden zu können. Aus dieser Portion wurden alle Bestandtheile bestimmt. Zum Aufschluss diente verdünnte Essigsäure, worin sich dasselbe auch vollkommen löst. Nach der Kohlensäurebestimmung wurde die ausgeschiedene Kieselsäure im gallertartigen Zustande sogleich abfiltrirt und aus dem Filtrat durch salpetersaures Silber in möglichst geringem Ueberschuss das Chlor gefällt. Das Chlorsilber, wie oben behandelt. Das überschüssig zugesetzte Silbersalz durch Chlorwasserstoffsäure wieder ausgefällt; aus dem reducirten Chlorsilber eine geringe Menge Kieselsäure abgeschieden. Danach wurde die Lösung, um den Rest der Kieselsäure zu bestimmen und zugleich die Salpetersäure zu entfernen, wiederholt mit Chlorwasserstoffsäure eingedampft. Die Kieselsäure abfiltrirt. Aus dem Filtrat schwefelsaurer Baryt gefällt und wie oben angegeben gereinigt. Nach der Abscheidung der Thonerde wurden Kalkerde und Baryterde (überschüssig zugesetzt) durch kohlen-saures Ammoniak niedergeschlagen; die kohlen-sauren Erden in Salpetersäure gelöst, eingedampft und mit einer Mischung von Alkohol und Aether getrennt. Aus der Lösung der salpetersauren Kalkerde wurde diese durch Oxalsäure ausgefällt.

Berechnung der Mikrosommit-Formel.

Die Atomquotienten sind folgende:

In: I.	II.	III.	IV.
<i>Si</i> = 0,539	0,538	0,532	0,537
<i>Al</i> = 0,558	0,550	0,530	0,564
<i>Ca</i> = 0,188 }	0,196	0,149 }	0,185 }
<i>Na</i> = 0,347 } 0,860 <i>R</i> . . .	. . .	0,382 } 0,846 <i>R</i> . . .	0,355 } 0,877 <i>R</i> . . .
<i>Ka</i> = 0,137 } . . . . .	. . .	0,166 }	0,152 }
<i>Gl</i> = 0,201 . . . . .	. . .	0,198	0,195
<i>SO</i> ₄ = 0,050 . . . . .	. . .	0,046	0,051
<i>CO</i> ₂ = 0,037 . . . . .	. . .	0,083	0,028

Zieht man nun für jedes Atom Chlor ein Atom *R*, für jedes Molekül *SO*₄ wie *CO*₂ zwei Atome *R* ab, so sind in dem Rest, dem Silicate, die Atomverhältnisse die folgenden:

In:	<i>R</i> : <i>Al</i> : <i>Si</i>
I.	0,87 : 4 : 0,95
II.	— : 4 : 0,98
III.	1,02 : 4 : 0,97
IV.	0,92 : 4 : 0,95

Diese Zahlen weisen auf das im Nephelin enthaltene Singulosilicat $R_2 Al_2 Si_2 O_8$ hin. Aber nur Analyse III hat das Verhältniss $R : Al = 4 : 4$ geliefert, kann aber desshalb doch nicht, wegen der geringen Menge der angewandten Substanz, denselben Anspruch auf Genauigkeit machen, wie I. und IV. Diese haben weniger Alkalien ergeben.

Sieht man vorläufig vom Kalk ab, dessen einwerthiges Aequivalent in Rechnung gebracht worden ist, so verhält sich weiter

	R im Chlorid : R im Sulfat		
In: I.	2,04 : 4	= 2 : 4	
III.	2,45 : 4	= 2 : 4	
IV.	4,94 : 4	= 2 : 4	
	R im Chlorid + Sulfat : R im Silicat : R im Carbonat		
In: I.	4,00 :	6,44 : 4	= 20 : 32 : 5
III.	4,39 :	8,42 : 4	= 22 : 42 : 5
IV.	5,30 :	9,35 : 4	= 46 : 28 : 3

Die Verhältnisse werden, wie man sieht, sehr complicirte und für die Bildung einer Formel sehr ungünstige, wenn man das Carbonat ebenso als mit dem Silicat gemischt betrachten will, wie Chlorid und Sulfat. Dabei ist noch bei der Berechnung des Silicates in den Analysen I und IV eine ziemlich bedeutende Correctur für das Verhältniss $R : Al$ nöthig.

Weit einfacher und natürlicher gestalten sich alle Verhältnisse, wenn man annimmt, dass im Mikrosommit eine geringe Menge Kieselsäure durch Kohlensäure vertreten sei. Und warum soll man eine solche Annahme nicht machen können? welche Bedenken liegen theoretisch dagegen vor? Die Erfahrung, kann man nur einwenden, hat ähnliche Vertretungen noch nicht nachgewiesen; doch liegt das vielleicht nur an den Interpretationen der Analysen. Dass ein Silicat auch in den höchsten Temperaturen mit der grössten Hartnäckigkeit Kohlensäure zurtückhalten kann, haben wir beim Cancrinit gesehen. Warum soll ein Silicat unter gewissen Bedingungen, auch wenn es durch vulcanische Thätigkeit (wahrscheinlich durch Sublimation) gebildet wird, nicht Kohlensäure in seine chemische Mischung aufnehmen? Und enthält der Mikrosommit, das Product vulcanischen Feuers, nicht beträchtliche Mengen Chloralkalien und sind diese nicht ebenso leicht flüchtig, als die Kohlensäure aus Calciumcarbonat (wiewohl natürlich nicht angenommen wird, dass dieses als solches im Mikrosommit existire)? Welches sind die Temperaturen, bei denen der Vesuv den Mikrosommit bildete? Vielleicht viel niedrigere, als bei welchen wir das Mineral wieder zersetzen können. Es scheint in der That kein Grund vorzuliegen, die Verbindung dieses Silicates mit einem Chlorid und Sulfat gelten zu lassen, die Verbindung mit einem Carbonat aber ausschliessen zu wollen.

Unter der Annahme nun, dass der Kohlenstoff Silicium im Mikrosomit vertreten kann, ergeben sich folgende Atomverhältnisse für das Silicat, wenn man wieder für Cl und SO_4 die entsprechenden Atome R von der Gesamtmenge R abzieht.

	$R : Al : Si (C)$	
In: I.	1,002 : 1 : 1,04	= 1 : 1 : 1
III.	1,17 : 1 : 1,06	
IV.	1,02 : 1 : 1,002	= 1 : 1 : 1

In I u. IV also genau das Verhältniss des Singulosilicates $R_2 Al_2 Si_2 O_8$. Der bedeutende Ueberschuss an Alkalien in III findet seine Ursache wohl in der Analyse, nicht in der Natur der verwendeten Substanz.

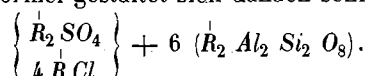
R im Chlorid zu R im Sulfat ergibt sich natürlich wie vorher wie 2 : 1.

R im Chlorid + Sulfat : R im Silicat

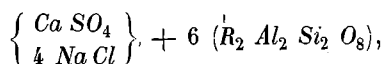
In: I.	1 : 1,85
III.	1 : 1,94
IV.	1 : 1,90

Dafür darf man annehmen wie 1 : 2.

Die allgemeine Formel gestaltet sich danach sehr einfach, nämlich als:



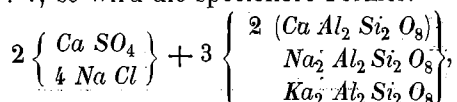
Bindet man die Schwefelsäure an Kalk, das Chlor an Natrium, so erhält man weiter:



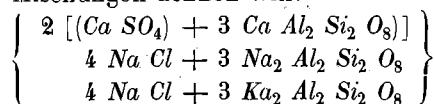
in welcher R bedeutet

in:	I.	III.	IV.
Atome Ca =	1,007	1,00	1,00
- Na =	1,06	1,35	1,19
- Ka =	1,00	1,22	1,13

Nimmt man aus I und IV für das Silicat das einfache Verhältniss $Ca : Ka : Na = 1 : 1 : 1$, so wird die speciellere Formel:



oder, wenn man sich das Mineral als Verbindung dreier ähnlich constituirter isomorpher Mischungen denken will:



Nun ist aber ein kleiner Theil des kieselsauren Kalkes durch ein gleich zusammengesetztes (isomorphes) Calciumcarbonat vertreten. Die Analysen haben ergeben

In: I. $C : Si = 1 : 19,96$ III. $C : Si = 1 : 16,12$ IV. $C : Si = 1 : 19,48$

Nimmt man $C : Si = 1 : 20$, so berechnet sich die Zusammensetzung des Minerals, wie folgt:

					Gefunden wurden als Mittel aller Analysen:	
$22\frac{1}{2} Si = 640$	$= SiO_2 = 1371,4$	$= 32,68 \%$	.	.	32,21 %	
$1\frac{1}{2} C = 13,7$	$CO_2 = 50,27$	$1,20$	»	.	1,42	»
$24 Al = 655,2$	$Al_2O_3 = 1231,2$	$29,33$	»	.	28,52	»
$8 Ca = 320$	$CaO = 448$	$10,67$	»	.	10,53	»
$14 Na = 322$	$Na_2O = 434$	$10,34$	»	.	11,20	»
$6 Ka = 234$	$Ka_2O = 282$	$6,72$	»	.	7,13	»
$2 SO_4 = 192$	$SO_3 = 160$	$3,81$	»	.	3,94	»
$8 Cl = 284$	$Cl = 284$	$6,77$			7,04	
$96 O = 1536$	$4260,87$	$101,52$			101,99	
$4196,9$	$- O = 64 = 1,52$				1,59	
	$4196,9$	$100,00$			100,40	

Ausserdem enthält der Mikrosommit ein Sulfosalz in sehr geringer Menge beigemischt.

Die Resultate der Scacchi'schen Analysen des Mikrosommities vom Monte Somma sind unter I und II, die der fast mikroskopischen Krystalle aus den Auswürflingen vom Jahre 1872 unter 1., 2., 3. zusammengestellt:

I.	II.	1.	2.	3.
Kieselsäure . . . = 32,16 0/0 . .	32,27 0/0	32,12 0/0	30,74 0/0	31,40 0/0
Thonerde . . . = 28,83 . .	29,61	29,07	31,57	30,37
Kalkerde . . . = 13,06 . .	12,14	11,19	10,77	10,84
Natron = 10,12 . .	10,16	9,89	8,46	9,75
Kali = 6,74 . .	6,85	6,38	8,97	8,36
Schwefelsäure . = 4,70 . .	4,17	6,04	5,17	4,57
Chlor = 6,88 . .	6,54	8,17	7,65	7,64
102,49 . .	101,74	102,86	103,33	102,93
— O = 1,55 0/0 . .	1,48 0/0	1,84 0/0	1,73 0/0	1,72 0/0
100,94 . .	100,26	101,02	101,60	101,21

Die Analysen I und II weichen also von den meinen vorzüglich im Kalkerdegehalt ab, der von Scacchi circa $1\frac{1}{2}$ 0/0 höher bestimmt wurde, während dagegen Natron um nahezu 1 0/0 sinkt. Dieses sinkt in den Analysen 1 bis 3 noch mehr, in welchen aber wieder derselbe procentische Gehalt an Kalk gefunden wurde, wie von mir.

Die Atomquotienten für diese Analysen sind folgende :

I.	II.	1.	2.	3.
$Si = 0,536$. . .	0,537	0,535	0,512	0,523
$Al = 0,562$. . .	0,576	0,566	0,644	0,592
$Ca = 0,233$. . .	0,246	0,199	0,192	0,193
$Na = 0,326$. . .	0,327	0,319	0,272	0,314
$Ka = 0,143$. . .	0,120	0,135	0,190	0,177
$SO_4 = 0,058$. . .	0,052	0,075	0,064	0,057
$Cl = 0,193$. . .	0,184	0,230	0,945	0,215

Nach Abzug des Chlorids und Sulfates ist im Silicat :

$R : Al : Si$	$R : Al : Si$
In : I. 0,95 : 1 : 1,4	In : 1. 0,83 : 1 : 0,94
II. 1,02 : 1 : 0,9	2. 0,84 : 1 : 0,83
	3. 0,92 : 1 : 0,88

Vergleicht man wieder die Quantitäten R , welche den Chloriden und Sulfaten zugehören, mit denen im Silicat, so erhält man :

R im Chlorid + Sulfat : R im Silicat.	
In : I.	1 : 2,02 = 1 : 2
II.	1 : 2,05 = 1 : 2
In : 1.	1 : 1,24
2.	1 : 1,46
3.	1 : 1,66

I und II also wie in meinen Analysen.

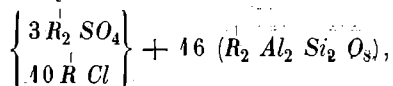
Weiter verhält sich :

R im Sulfat : R im Chlorid.	
In : I.	1 : 1,663
II.	1 : 1,769
In : 1.	1 : 1,53
2.	1 : 1,68
3.	1 : 1,88

Die Analysen 1 bis 3 sind offenbar, wie die zuerst von G. vom Rath*) ausgeführte, mit minimalen Mengen angestellt. Daher die grossen Differenzen in den Atomverhältnissen. Doch lassen sie erkennen, dass die kleinen Kryställchen wesentlich wohl dieselbe quantitative Zusammensetzung haben, wie die grossen. Für die Aufstellung der Formel müssen sie unberücksichtigt bleiben.

*) Berlin. Akad. Ber. 1873. p. 270.

Setzt man in I und II R im Sulfat : R im Chlorid = 6 : 40, so ergeben die Scacchi'schen Analysen des Somma-Minerals die Formel:



in welcher R bedeutet:

	in I.	II.
Atome Ca	= 4,34	4,36
» Na	= 4,00	4,49
» Ka	= 4,07	4,00

Ob das Verhältniss zwischen Sulfat und Chlorid, sowie dieser einzelnen zum Silicat, in der That ein schwankendes ist, muss vorläufig dahingestellt bleiben, bis mehr Analysen darüber vorliegen; doch ist dasselbe nach Analogie des Hauyns und Noseans nicht unwahrscheinlich. Das Verhältniss zwischen der Summe der an Schwefelsäure und Chlor gebundenen und der im Silicat enthaltenen einwerthigen Radicale (Calcium in sein einwerthiges Aequivalent verwandelt) scheint constant zu sein.

Ebenso müssen es vermehrte Untersuchungen erweisen, ob aller Mikrosomit Kohlensäure enthält.

Unzweifelhaft übrigens scheint es nach einigen älteren Angaben zu sein, dass es reiner, unzersetzter Mikrosomit (nicht der Rammelsberg'sche Davyn mit beträchtlichem Kohlensäuregehalt) war, welcher schon öfter Gegenstand mehr oder weniger eingehender Untersuchungen war, bei denen ebenfalls Kohlensäure gefunden wurde. Breithaupt*) untersuchte zwei Abänderungen des sogenannten Davyns vom Vesuv. Härte beider $6\frac{1}{4}$ bis 7. Spec. Gewicht, wozu nur von der einen genügend Material, = 2,429. Plattner hat dann Gegenversuche gemacht und an Breithaupt darüber Folgendes mitgetheilt:

»Der Davyn schmilzt unter Aufwallen leicht zu einem klaren, etwas blasigen Glase und färbt die äussere Löthrohrflamme von einem Natrongehalt intensiv gelb. Eine besondere Probe auf Kali zeigte auch von diesem einen bedeutenden Gehalt an. (Der Rammelsberg'sche Davyn enthält nur 1 %.) Die Existenz der Kohlensäure in dem schönen, klaren Minerale ist übrigens unzweifelhaft.«

Ebenso scheinen Monticelli und Covelli**), die Entdecker des Davyns, Kohlensäure auch in ganz klaren Krystallen gefunden zu haben. Sie hielten die kohlensaure Kalkerde aber für mechanisch eingemengt, was, wie schon Breithaupt bemerkt, freilich bei einem durchsichtigen, vollkommen spaltbaren und krystallisirten Körper nicht anzunehmen war.

G. vom Rath***) hat bei der Untersuchung der jungeruptiven Mikrosomitkryställchen bereits darauf hingewiesen, dass dieses Mineral in der

*) a. a. O. **) a. a. O. ***) a. a. O.

Form dem Nephelin nahe stehe. Er bestimmte die Combinationskante zwischen der Pyramide und dem Prisma zu ungefähr $68^{\circ} 10'$; beim Nephelin beträgt derselbe Kantenwinkel $64^{\circ} 9\frac{1}{4}'$.

Nephelin und Mikrosommit stehen sich aber in der Form nicht nur nahe, sondern ihre krystallographischen Verhältnisse sind ganz gleiche.

Die analysirten Mikrosommit-Krystalle zeigten die Combination der ersten M und zweiten hexagonalen Säule mit dem dihexagonalen Prisma $t(21\bar{3}0) \propto P\frac{3}{2}$, der Pyramide r und der Basis $(0004) \propto P$.

Nach Scacchi's Messung beträgt nämlich $t : M = (21\bar{3}0) : (10\bar{1}0) = 19^{\circ} 6'$. Aus seiner Messung $P : r = 25^{\circ} 47'$ (Haidinger*) mass am Davyn die Polkante $r : r = 25^{\circ} 44'$ folgt das Axenverhältniss:

$$a : c = 1 : 0,418343.$$

Beim Nephelin ist aber, wenn man die Kokscharow'sche Messung von $91^{\circ} 50'$ für die Lateralkante der häufigsten Pyramide (x) zu Grunde legt:

$$a : c = 1 : 0,8390.$$

Es ist also die beim Mikrosommit beobachtete Pyramide gleichliegend mit $(10\bar{1}2) \frac{1}{2}P$ (r) am Nephelin; gibt man derselben auch dieses Zeichen, so erhält man für den Mikrosommit folgende krystallographische Grössen:

$$a : c = 1 : 0,836686$$

$$\text{am Nephelin } a : c = 1 : 0,8390$$

$$\text{Polkante von } \frac{1}{2}P = 25^{\circ} 7\frac{1}{2}'$$

$$,, \quad ,, = 25^{\circ} 11'$$

$$\text{Lateralkante von } \frac{1}{2}P = 128^{\circ} 26'$$

$$,, \quad ,, = 128^{\circ} 18\frac{1}{2}'$$

$$\text{Polkante von } P = 40^{\circ} 39\frac{1}{2}'$$

$$,, \quad ,, = 40^{\circ} 43'$$

$$\text{Lateralkante von } P = 91^{\circ} 58\frac{1}{2}'$$

$$,, \quad ,, = 91^{\circ} 50'$$

$$\frac{1}{2}P : 0P = 25^{\circ} 47'$$

$$,, \quad ,, = 25^{\circ} 51'$$

$$\frac{1}{2}P : \infty P = 64^{\circ} 43'$$

$$,, \quad ,, = 64^{\circ} 9\frac{1}{4}'$$

Diese völlige Uebereinstimmung in den krystallographischen Verhältnissen zwischen Nephelin und Mikrosommit ist eine sehr merkwürdige und räthselhafte Erscheinung. Wenn durch das beiden gemeinsame Singulosilicat $R_2 Al_2 Si_2 O_8$ auch eine Verwandtschaft angedeutet wird, so ist doch auf der andern Seite die chemische Constitution beider so verschieden, dass sich der Grund dieser Isomorphie nach unsern gegenwärtigen Kenntnissen von dem Wesen derselben aus dieser Constitution nicht herleiten lässt.

Die ebenfalls in die Nephelengruppe gehörenden Mineralien Sodalith und Hauyn (Nosean) zeigen in derselben Weise gleiche krystallographische Verhältnisse, wie die gleiche dodekaëdrische Spaltbarkeit beweist, bei verschiedener chemischer Zusammensetzung. Auch ihnen ist $R_2 Al_2 Si_2 O_8$ gemeinsam.

Was nun schliesslich noch den Davyn anbetrifft, so sind jetzt die Zweifel über seine wahre Natur und seine genetischen Verhältnisse nur vermehrt.

*) a. a. O.

Ist derselbe, als secundäres Product, eine Mischung oder wie der Cancrinit von constanter chemischer Zusammensetzung? Und von welchem Mineral ist er secundär; in der That vom Nephelin oder nicht vielmehr vom Mikrosommit, oder von diesem, wie von jenem? Höchst bemerkenswerth muss es erscheinen, dass die Zusammensetzung des Davyns, nach Rammelsberg, so nahe mit der des Cancrinites übereinstimmt.

Rammelsberg's Analysen*) haben ergeben:

I.	II.	III.
Kieselsäure . . = 38,76 .	36,81	36,96 0/0
Thonerde . . = 28,40 .	28,66	28,31
Kalkerde . . = 9,32 .	10,33	9,39
Natron . . . = 15,72 .	15,85	—
Kali = 1,10 .	1,21	—
Kohlensäure . = 5,63 .	—	6,04
Wasser . . . = 1,96 .	—	—
99,59 .		

Daraus folgen die Atomquotienten:

	Atome		Atome
Silicat { Si = 0,646		= 0,613	
Al = 0,546	4,2	= 0,558 . . .	4,0
R = 0,606		= 0,632	
Carbonat { CO ₂ = 0,128		= 0,136	
Ca = 0,128 } . . . 1		= 0,136 } . . . 1	
Wasser H ₂ O = 0,109 . . . 1		= —	

Das Verhältniss zwischen Silicat und Carbonat ist genau wie beim Cancrinit. Das Wasser wurde direct durch Glühen in einer Röhre mit Chlorcalciumvorlage bestimmt, daher vielleicht zu wenig davon gefunden. Der Ueberschuss an Alkalien im Silicat rührt vielleicht von einer begonnenen Zersetzung des Davyns (als eines Mineralen von der Zusammensetzung des Cancrinites) her; die untersuchten Krystalle waren von nicht ganz homogener Beschaffenheit, hatten einen klaren Kern, aber eine trübe Rinde. Jedenfalls gewinnt durch diese Analysen die Annahme, dass in der That die krystallisirte Abänderung des Cancrinites existire, viel Wahrscheinlichkeit. Davyn und Cancrinit würden sich dann chemisch vielleicht dadurch unterscheiden, dass ersterer im Carbonat kein Natrium enthält.

In der Rammelsberg'schen Arbeit fehlen nähere Angaben über die Form der Davynkrystalle, aber auch daraus kann man schliessen, dass sie identisch waren mit den von Breithaupt, Plattner, Mitscherlich**) beschriebenen, und diese Beschreibungen beziehen sich wohl zweifelsohne

*) Poggend. Ann. Bd. 409. (1860). 579.

**) Rose, Elemente der Krystallographie. 4. Aufl. p. 160.

auf den reinen Mikrosommit, bei welchem die Ausdehnung der Pyramidenflächen über die der Basis vorherrscht, während beim Nephelin gewöhnlich das Umgekehrte der Fall ist und die Pyramiden nur schmale Abstumpfungen zwischen Basis und Prisma bilden. Daraus lässt sich schliessen, dass der Davyn sich vom Mikrosommit ableitet, während der Cancrinit offenbar in genetischer Beziehung zum Nephelin steht. Die vom Mikrosommit entlehnte Krystallform wäre dann zugleich auch die dem Davyn, als einer chemischen Verbindung, eigenthümliche.

Danach müsste man also annehmen, dass Davyn und Cancrinit mit Mikrosommit, und da dieser mit Nephelin identische Krystallformen hat, auch mit diesem gleiche krystallographische Verhältnisse besitzen. Ob hier in der That ein Isomorphismus im gewöhnlichen Sinne vorliegt, ist noch nicht ersichtlich. Vielleicht wirkt das Singulosilikat $R_2 Al_2 Si_2 O_8$ formenbestimmend auf alle diese Mineralien.

Die sämtlichen Glieder der Nephelingrouppe und ihre Formeln sind nun folgende:

Tetragonal	Hexagonal	Regulär
Leucit: $R_2 Al_2 Si_4 O_{12}$	Nephelin (Eläolith): $\left\{ \begin{array}{l} R_2 Al_2 Si_4 O_{12} \\ 7 (R_2 Al_2 Si_2 O_8) \end{array} \right\}$	Sodalith: $\left\{ \begin{array}{l} 2 Na Cl \\ 3 Na_2 Al_2 Si_2 O_8 \end{array} \right\}$
	Mikrosommit: $\left\{ \begin{array}{l} 2 (Ca SO_4 + 3 Ca Al_2 Si_2 O_8) \\ 4 Na Cl + 3 Na_2 Al_2 Si_2 O_8 \\ 4 Na Cl + 3 KAl_2 Al_2 Si_2 O_8 \end{array} \right\}$	Häny und Nöean: $\left\{ \begin{array}{l} 1 (Ca SO_4 + 2 Ca Al_2 Si_2 O_8) \\ m (Na_2 SO_4 + 2 Na_2 Al_2 Si_2 O_8) \\ n (Na Cl + 2 Na_2 Al_2 Si_2 O_8) \end{array} \right\}$
	Cancrinit (Davyn): $\left\{ \begin{array}{l} R_2 Al_2 Si_4 O_{12} \\ 7 (R_2 Al_2 Si_2 O_8) \end{array} \right\} + 4 Ca CO_3 + 6 H_2 O$	