

## Ueber den Zeagonit, als neues Zersetzungsproduct des Nephelins.

Von

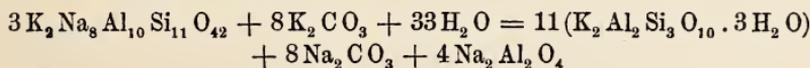
**St. J. Thugutt** in Sieradzice bei Proszowice, Russ.-Polen.

Mit Taf. III.

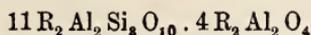
Die folgende Untersuchung ist der Krakauer Akademie der Wissenschaften im April 1899 vorgelegt worden<sup>1</sup>.

Vor der Beschreibung des Zeagonits wollen wir einige Worte demjenigen Mineral widmen, dem der Zeagonit seine Abstammung verdankt, nämlich dem Nephelin.

Die empirische Formel  $K_2 Na_8 Al_{10} Si_{11} O_{42}$  ist nur ein Ausdruck für die chemische Zusammensetzung des Nephelins. Von seiner Constitution haben wir nur dürftige Kenntnisse. Aus dem Verhalten des Nephelins gegenüber wässriger Kaliumcarbonatlösung<sup>2</sup>:



folgerten wir, dass der Nephelin mindestens aus zwei Bestandtheilen zusammengesetzt sei: dem Radical  $R_2 Al_2 Si_3 O_{10}$  und dem Radical  $R_2 Al_2 O_4$ . Infolgedessen drückten wir damals seine Constitution durch die Formel:



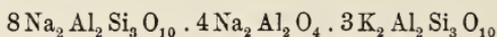
aus.

<sup>1</sup> Rozprawy Wydz. M. P. Akad. Um. w Krakowie. 39. (Polnisch.)

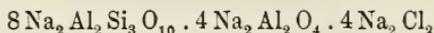
<sup>2</sup> St. J. THUGUTT, Zur Chemie einiger Alumosilicate. Dies. Jahrb. Beil.-Bd. IX. p. 584.

Das für die Natrolithgruppe charakteristische Radical  $R_2 Al_2 Si_3 O_{10}$  (dies. Jahrb. Beil.-Bd. IX. p. 598—601) trägt in der Mineralogie, abhängig von der Menge des mit ihm vereinigten Krystallwassers und von dem Elemente, welches wir unter R verstehen, sehr verschiedene Namen: mit  $2H_2O$  und bei  $R = Na$  heisst es Natrolith<sup>1</sup>  $H_4 Na_2 Al_2 Si_3 O_{12}$ , mit  $3H_2O$  und bei  $R = Ca$  heisst es Skolecit  $H_4 Ca Al_2 Si_3 O_{12} \cdot H_2O$ , bei  $R = (Ca, Na)$  und mit entsprechender Menge Wasser — Mesolith, bei  $R = (Ca, K)$  und mit entsprechender Menge Wasser — Zeagonit, bei  $R = K$  — Kalinatrolith  $H_4 K_2 Al_2 Si_3 O_{12} \cdot H_2O$ , endlich mit  $4H_2O$  und bei  $R = Na$  nennen wir es Natrolithhydrat  $H_4 Na_2 Al_2 Si_3 O_{12} \cdot 2H_2O$ <sup>2</sup>.

Das andere Radical des Nephelins ist ein Aluminat, jedoch bleibt es unentschieden, ob ein Kali- oder ein Natronaluminat. Aus dem Gange der Zersetzung, welcher der Nephelin unterliegt, wenn man auf denselben destillirtes Wasser bei erhöhter Temperatur einwirken lässt, können wir in dieser Beziehung nur angenäherte Schlüsse ziehen (dies. Jahrb. Beil.-Bd. IX. p. 587). Die erzielten Spaltungsproducte: der Natrolith, das Natronaluminat und ein dem Kaliglimmer nahe zusammengesetzter Körper lassen sich einzeln nicht isoliren; der Analyse unterliegen nicht chemische Individuen, sondern Gemenge derselben, wodurch die Constitutionsformel des Nephelins:



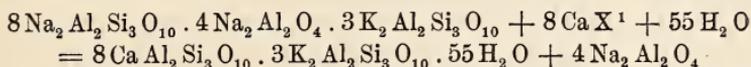
auf solch unsichere Basis gestützt, trotz der sonst auffälligen Ähnlichkeit mit ebensolcher Formel des Sodaliths (dies. Jahrb. Beil.-Bd. IX. p. 590):



<sup>1</sup> Mesotyp, Bergmannit, Radiolith, Lehuntit, Galaktit, Brevicit sind nur Synonyme des Natroliths.

<sup>2</sup> Die beiden letzteren sind künstliche Laboratoriumsproducte (dies. Jahrb. Beil.-Bd. IX. p. 598). Den das Gedächtniss unnütz belästigenden Chaos von oft wenig sagenden Mineralbenennungen könnte man wohl vermeiden, wenn man sich einmal entschliessen wollte, chemische Nomenclatur in die Mineralogie einzuführen. Im gegebenen Fall würde genügen, den Natrolith als typischen Vertreter der Gruppe anzunehmen; wir hätten alsdann den Kalknatrolith an Stelle von Skolecit, den Natronkalknatrolith an Stelle von Mesolith, den Kalkkalinatrolith an Stelle von Zeagonit u. s. w.

kaum einen Werth hätte, wenn uns nicht eine in der Natur beobachtete Reaction tüchtig aushelfen würde. Die fragliche Reaction ist die Umwandlung des Nephelins in Zeagonit unter der Einwirkung von Kalksalzen und Wasser. Der ganze Process, bei dem Wasser addirt, das Radical  $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{O}_4$  ausgeschieden und das Natrium der Gruppe  $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}$  durch Calcium ersetzt wird, kann durch folgende Gleichung veranschaulicht werden:



Allein intact bleibt das Radical  $\text{K}_2\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}$ . Da es das ganze Kalium des Nephelins in sich birgt, erweist sich die Frage nach der Stellung des Kaliums in der Molekel als gelöst und die von uns oben abgeleitete Constitutionsformel des Nephelins als bewiesen.

Die drei die Nephelinmolekel zusammensetzenden Componenten sind also:  $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}$ ,  $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{O}_4$  und  $\text{K}_2\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}$ , vereinigt im Verhältniss von 8 : 4 : 3. Frei existirt keines dieser Radicale, ganz ebenso wie die Existenz von Methyl  $\text{CH}_3$ , Cyan  $\text{CN}$  u. dergl. in freiem Zustande unbekannt ist. Dagegen ähnlich dem  $(\text{CH}_3)_2$  und  $(\text{CN})_2$  kann auch  $(\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10})_n$ , worin n mindesten gleich 2 ist, wohl existenzfähig sein.

Die Constitutionsformel des Nephelins in derjenigen Form, in welcher wir sie oben geschrieben, ist nicht ganz genau: unberücksichtigt blieb in ihr das Eisenoxyd, auf dessen Gegenwart wir fast durch alle Analysen hingewiesen werden. Die Menge desselben ist zwar nicht bedeutend: sie beträgt 0,5—1,5 %  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ; jedoch in die Formel als  $\text{Na}_2\text{Fe}_2\text{O}_4$  eingeführt, würde sie das ohnehin hohe Moleculargewicht des Nephelins (= 1518,1) noch um Vieles erhöhen.

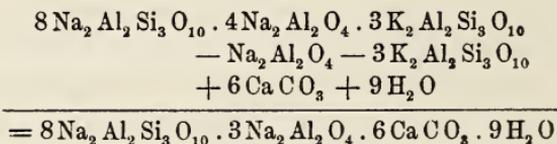
Der in den Nephelinen enthaltene Kalk würde den Sachverhalt noch mehr compliciren; indessen, wie es scheint, ist seine Entstehung eher secundär.

Nachdem wir die näheren Bestandtheile des Nephelins genauer kennen gelernt haben, fragen wir nun, was geschieht mit denselben, wenn der Nephelin der Verwitterung unterliegt? Einmal vereinigt sich das Radical  $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}$  mit

<sup>1</sup> An Stelle von X können wir setzen  $(\text{OH})_2$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{CO}_3$  u. dergl.

Wasser und geht in Natrolith  $H_4 Na_2 Al_2 Si_3 O_{12}$  über; das Radical  $Na_2 Al_2 O_4$  zerfällt unter dem Einflusse von Wasser und von Kohlensäure in Diaspor  $H_2 Al_2 O_4$ , bezw. Hydrargillit  $H_6 Al_2 O_6$  und in Natriumcarbonat; dagegen bei gleichzeitiger Einwirkung von Magnesia- oder Eisenoxydulsalzen entsteht der Spinell; aus dem Radical  $Na_2 Fe_2 O_4$  wird unter denselben Bedingungen Hämatit resp. Limonit gebildet; es kommt auch vor, dass die Thonerde und das Eisenoxyd mit dem Radical  $K_2 Al_2 Si_3 O_{10}$  in Combination treten, um in Gegenwart von Wasser den Glimmer  $K_9 H_3 Al_{12} Si_{18} O_{60} \cdot H_6 (Al, Fe)_6 O_{12}$  (dies. Jahrb. Beil.-Bd. IX. p. 563—568) zu bilden; im Falle, dass Natronsalze im Überschuss zur Wirkung gelangen, geht das Radical  $K_2 Al_2 Si_3 O_{10}$  in Natrolith über.

Die oben genannten Minerale gehören zu den häufigsten Verwitterungsproducten des Nephelins. Seltener ist schon der Cancrinit, seine Bildungsweise ist auch weniger einfach. Bei der Umwandlung in Cancrinit wird das Radical  $K_2 Al_2 Si_3 O_{10}$  total weggeführt, das Radical  $Na_2 Al_2 O_4$  dagegen nur theilweise; an ihre Stelle rückt nun der kohlen saure Kalk und das Wasser ein, was folgende Gleichung veranschaulicht (dies. Jahrb. Beil.-Bd. IX. p. 619):



Unten werden wir ein neues Verwitterungsproduct des Nephelins kennen lernen, nämlich den Zeagonit.

Der Zeagonit, anders Abrazit, Gismondin oder Aricit<sup>1</sup>, ist ein der Phillipsitgruppe am nächsten stehendes Mineral, enthält jedoch weniger Kieselsäure als letztere. Bis jetzt wurde er in Form von tetragonalen, zu Gruppen vereinigten, selten gut ausgebildeten, Blasenräume und Höhlungen der Basaltgesteine ausfüllenden Pyramiden angetroffen. Ganz anders in dem der Verwitterung unterliegenden Nephelinit

<sup>1</sup> HINTZE, Handb. d. Min. 1897. 2. 1810. ZIRKEL (Mineralogie. 1881. p. 648) unterscheidet nicht ohne Recht den Zeagonit vom Gismondin, welcher letztere andere Form und auch abweichende Zusammensetzung besitzt als der erstere.

des Löbauer Berges. Hier tritt der Zeagonit nicht als Absatz der das Gestein durchsickernden Gewässer auf, er incrustirt nicht die Wände der Höhlungen und Blasen im Nephelinit, sondern durchdringt seine Masse und tritt gemeinschaftlich mit dem Hydrargillit, Diaspor und dem Limonit als Pseudomorphose nach Nephelin auf.

Die Gegenwart von Zeagonit im Nephelinit von Löbau kann sowohl auf chemischem, wie auch auf mikrochemischem Wege dargethan werden.

Behufs chemischer Untersuchung wurden 60 g Nephelinit in Arbeit genommen. Der im Stahlmörser zerkleinerte Nephelinit wurde durch ein Messingnetz von 0,125 mm Maschenweite durchgeseibt, das vom Stahlmörser abgeschlagene Eisen mittelst Magnet entzogen, der feine Gesteinsstaub mit Wasser abgeschlämmt, schliesslich der grobkörnige Rest an der Luft getrocknet. Die mechanische Analyse wurde in der THOULET'schen Lösung vorgenommen. Zuerst senkte sich zu Boden der Augit (I), bei weiterer Verdünnung mit Wasser der Nephelin mit reichlicher Beimengung von Augit (II), darauf der Nephelin mit kleiner Menge Zeagonit (III), darauf mit immer grösserer Menge (Fraction IV—VII), bis schliesslich in der der Reihe nach achten Fraction fast reiner Zeagonit zum Vorschein kam.

Um mich auch mit der chemischen Zusammensetzung des Nephelins von Löbau bekannt zu machen, unterwarf ich die zweite, 22,5 g betragende, nach dem Abspülen mit Wasser an der Luft getrocknete Fraction der Einwirkung eines starken Elektromagneten. So wurde der Augit entfernt. Die zurückgebliebenen 12 g Substanz wurden in der THOULET'schen Lösung in sieben neue Fractionen getrennt. Die schwerste von diesen enthielt nicht unbedeutende Mengen Apatit, die folgende wies nur Spuren Phosphorsäure auf, und diese war es gerade, die der chemischen Analyse unterworfen wurde<sup>1</sup>.

No. 1 (vergl. die untenfolgende Tabelle) giebt uns die Zusammensetzung des auf obige Weise isolirten Nephelins.

Stellen wir die Analyse No. 1 mit der nach der theo-

---

<sup>1</sup> Zur Entfernung der Carbonate wurde der Nephelin zuerst mit sehr verdünnter Salpetersäure und dann mit destillirtem Wasser bei gewöhnlicher Temperatur ausgewaschen.

retischen Formel  $K_2Na_3Al_{10}Si_{11}O_{42}$  berechneten Nephelinzusammensetzung No. 1 a zusammen, so sehen wir, dass der Nephelin von Löbau weder frisch noch ganz rein ist. Ungewöhnlich hoch erscheint der Kalk- und der Wassergehalt, und verhältnissmässig zu niedrig ist der Procentgehalt an Alkalien. Ein Theil des Kalkes gehört entschieden zum Apatit, der sich nur unvollkommen trennen lässt.

No. 2 ist die Zusammensetzung des Zeagonits der achten Fraction.

No. 3 — Zusammensetzung der siebenten Fraction: einer Mischung von Zeagonit mit Nephelin.

No. 4 — eine ebensolche Mischung der sechsten Fraction.

	No. 1.	No. 1 a.	No. 2.	No. 3.	No. 4.
H <sub>2</sub> O . . . . .	1,59	—	16,56	15,20	13,82
SiO <sub>2</sub> . . . . .	42,69	43,65	40,53	38,67	38,01
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	33,51	33,73	19,03	27,70	27,92
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .					
CaO . . . . .	2,50	—	6,25	6,15	4,60
MgO . . . . .	0,10	—	0,25	0,40	0,35
K <sub>2</sub> O . . . . .	4,49	6,22	6,42	5,04	4,60
Na <sub>2</sub> O . . . . .	14,24	16,40	0,95	3,60	5,57
R <sup>1</sup> . . . . .	1,10	—	2,11	4,18	5,55
	100,22	100,00	99,07	100,94	100,42

Den 2,11 % ausmachenden Rückstand ausgenommen, ist der Zeagonit in Salzsäure sonst klar und ohne Aufbrausen löslich, enthält somit keine Carbonate. Von Phosphaten, Sulfaten und Chloriden war gleichfalls keine Spur zu bemerken. Geglüht ändert er die Farbe und wird dunkler. Fein gepulvert<sup>2</sup> und mit gesättigter Chlorkaliumlösung nur eine Minute erhitzt, scheidet er schon Calcium aus. Dasselbe findet auch bei gewöhnlicher Temperatur statt, jedoch erst nach Verlauf von 32 Stunden<sup>3</sup>. Auf diese Weise war zu erwarten, dass auch die THOULET'sche, wie bekannt, aus Kalium- und Quecksilberjodid bestehende Lösung auf denselben nicht ohne Einfluss sein würde; um so mehr als schon

<sup>1</sup> Rückstand in Salzsäure unlöslich.

<sup>2</sup> Der Durchmesser der grössten Körnchen überstieg nicht 0,01 mm.

<sup>3</sup> Während dieser Zeit war das Gefäss, in welchem die Reaction vorgenommen wurde, fünf Mal stark geschüttelt worden.

STRENG<sup>1</sup> seiner Zeit darauf aufmerksam machte, dass nicht allein das Kalium, sondern auch das Jod der THOULET'schen Lösung auf gewisse Minerale von Wirkung sein kann. Eine an einer neuen Portion wiederholte und zwar in dem mit Benzol verdünnten Methylenjodid ausgeführte mechanische Analyse des Nephelinites hat obige Vermuthung vollkommen bestätigt. Der unter solchen Bedingungen isolirte Zeagonit enthielt annähernd 1 %  $\text{Na}_2\text{O}$  und ebensoviel  $\text{CaO}$  mehr und dementsprechend weniger  $\text{K}_2\text{O}$ , als der Zeagonit No. 2, welcher mit Hilfe der THOULET'schen Lösung erhalten wurde. Diese neue Thatsache spricht endgültig gegen die Anwendung der THOULET'schen Lösung bei mechanischen Gesteinsanalysen, um so mehr, als uns eine andere Flüssigkeit zu Gebote steht, welche, ohne irgendwelche Wirkung auf Minerale zu äussern, ein noch höheres specifisches Gewicht besitzt.

No. 5 (vergl. die Tabelle auf p. 73) ist die chemische Zusammensetzung des mit Hilfe von Methylenjodid isolirten Zeagonits.

Ähnlich dem Nephelin ist der mechanisch isolirte Zeagonit noch keineswegs rein<sup>2</sup>.

Der in Salzsäure unlösliche Rest R (vergl. die Analyse No. 2) — das ist die erste Verunreinigung des Zeagonits. Ich habe in demselben Diaspor vermuthet. In der That, wenn man den Zeagonit bis zur Weissgluth erhitzt, so löst er sich in Schwefelsäure ohne Rückstand auf — ein für Diaspor charakteristisches Kennzeichen. Die in dieser Lösung bestimmte Thonerde- und Eisenoxydmenge betrug 28,10 %, das heisst um 2,10 % mehr als in ungeglühtem Zeagonit No. 2.

---

<sup>1</sup> STRENG, Dies. Jahrb. 1888. II. 181—229; vergl. auch BRAUNS, Chemische Mineralogie. 1896. p. 45.

<sup>2</sup> Es ist das überhaupt eine schwache Seite der bei Mineraltrennungen benutzten statischen Methode, dass sie bei allzu feinem Korn des der mechanischen Analyse unterworfenen Gesteins sich beinahe garnicht anwenden lässt: der Staub von Mineralien, selbst bei hohem specifischen Gewicht, bleibt suspendirt, weil er nicht im Stande ist, den Widerstand, den ihm die Reibung an einer dicken Flüssigkeit entgegensetzt, zu überwinden. Wenn wir andererseits die Zerkleinerung nicht allzuweit führen, laufen wir Gefahr, dass ein einziges Korn mehrere Minerale in sich birgt. Wer weiss, ob im ersten Fall die Centrifuge uns nicht bessere Dienste leisten würde.

Dieser Überschuss entspricht 2,48 % Diaspor, eine Zahl, welche nur wenig von R der Analyse No. 2 verschieden ist.

Die zweite Verunreinigung bildet der Limonit. Ihm verdankt gerade der sonst durchsichtige und farblose Zeagonit seine schmutziggelbe Farbe. Die Gegenwart von Limonit kann mikrochemisch nachgewiesen werden, indem man auf denselben entweder concentrirte wässrige Schwefelnatriumlösung oder verdünnte mit Ferrocyanium versetzte Fluorwasserstoffsäure<sup>1</sup> einwirken lässt. Im ersten Fall, nach raschem Abspülen der reagirenden Flüssigkeit mit destillirtem Wasser, erhalten wir an Stellen, wo der Limonit auftritt, grüne, im zweiten Fall blaue Färbung. Die Reaction mit Rhodankalium und Salzsäure ist ungenügend ausgefallen, da der Farbstoff am Limonit schlecht haftete und rasch in Lösung überging.

Das Verhältniss der Basen ( $\text{CaO} + \text{MgO} + \text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$ ) zu den Basen ( $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ ) im Zeagonit gleich 1 : 1 vorausgesetzt, können wir sehr leicht aus dem  $\text{R}_2\text{O}_3$ -Überschuss in No. 5 a die Menge des beigemengten Limonits berechnen. In No. 5 a beträgt dieser Überschuss 3,79 %, daraus folgt 4,43 % Limonit.

In der Reihe der dem Zeagonit No. 5 beigemengten Mineralien findet sich auch der Nephelin. Wir sind leider nicht im Stande, seine Menge direct zu bestimmen; in der Voraussetzung aber, sämmtliches Natrium der Analyse No. 5 gehöre zum Nephelin, berechnen wir die übrigen Bestandtheile des letzteren auf Grund der Analyse No. 1 und kommen auf diese Weise zur Gesamtmenge von 13,97 % Nephelin.

Ob der Hydrargillit ebenfalls als Begleiter des Zeagonits auftritt, können wir im Augenblick aus Mangel entsprechender Fingerzeige nicht mit Bestimmtheit sagen; diese Möglichkeit ist aber durchaus nicht ausgeschlossen.

Der nach Abzug aller oben erörterten Verunreinigungen zurückbleibende Rest ergiebt uns erst die Zusammensetzung des reinen Zeagonits.

No. 5 a — das ist No. 5 nach Abzug des Diaspors R. No. 5 a nähert sich sehr dem Mittel No. 5 b zweier schon vor 60 Jahren ausgeführter Zeagonitanalysen KOBELL's<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Salzsäure wirkt zu langsam ein.

<sup>2</sup> F. v. KOBELL, Journ. f. pr. Chem. 1839. 18. 105.

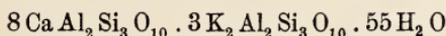
	No. 5	No. 5 a	No. 5 b	No. 5 c	No. 5 d	No. 5 e
H <sub>2</sub> O . . . . .	16,80	17,49	17,66	0,22	20,38	20,53
Si O <sub>2</sub> . . . . .	38,97	40,57	42,72	6,02	42,34	41,06
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	} 26,03	27,10	25,77	4,73	{ 22,77	23,27
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .						
Ca O . . . . .	7,47	7,78	7,60	0,35	9,10	9,29
Mg O . . . . .	0,25	0,26	—	0,01	0,31	—
K <sub>2</sub> O . . . . .	4,60	4,79	6,28	0,63	5,10	5,85
Na <sub>2</sub> O . . . . .	1,93	2,01	Spur	2,01	—	—
R . . . . .	3,01	—	—	—	—	—
	99,06	100,00	100,03	13,97	100,00	100,00

Den Gegenstand der Analyse No. 5 b bildeten „möglicherweise tetragonale Aggregate von Individuen, aber keine sehr regelmässigen“. Der Natrongehalt wurde nicht bestimmt, es sollten nur Spuren desselben gewesen sein. Die Kalkmenge war ebenfalls geringer, dafür mehr Kali als in No. 5 a. Der R<sub>2</sub> O<sub>3</sub>-Überschuss in No. 5 a stammt von dem dem Zeagonit beigemengten Limonit her. Der KOBELL'sche Zeagonit löste sich in Salzsäure vollkommen klar auf. Wenn ihm ein fremdes Mineral beigemengt sein sollte, so war es in erster Linie der Hydrargillit, worauf auch der Überschuss an Al<sub>2</sub> O<sub>3</sub> hinzuweisen scheint: das Verhältniss von (Ca O + K<sub>2</sub> O) : Al<sub>2</sub> O<sub>3</sub> ist in No. 5 b = 0,405 : 0,505.

No. 5 c giebt uns die Zusammensetzung des im Verhältniss zu 2,01 % Na<sub>2</sub> O (vergl. No. 5 a) berechneten<sup>1</sup> Nephelins. Ziehen wir nun diese 13,97 % Nephelin und 4,43 % Limonit von No. 5 a ab, so erhalten wir:

No. 5 d — den reinen Zeagonit.

No. 5 e entspricht der Formel:



Beachtet man nun, dass den 0,31 % Mg O in No. 5 d — 0,72 % K<sub>2</sub> O entsprechen, so wird man wohl zugeben, dass die Übereinstimmung der Zahlen in No. 5 d und in No. 5 e genügend gut ist.

Vom chemischen Standpunkte aus betrachtet wäre der Zeagonit einfach als Kalkkalinatrolith aufzufassen. Die bei der Umwandlung des Nephelins in Zeagonit stattfindende Reaction besteht darin, dass erstens das Natrium des Radicals

<sup>1</sup> Auf Grund der Analyse No. 1.

$\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}$  durch Calcium ersetzt wird, zweitens Wasser aufgenommen und drittens die Radicale  $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{O}_4$  und  $\text{Na}_2\text{Fe}_2\text{O}_4$  ausgeschieden werden. Der letzte Vorgang veranlasst die Limonitbildung, durch den zweiten kann Diaspor oder der bis jetzt in der Natur nicht angetroffene, von EBELMEN<sup>1</sup> jedoch künstlich erhaltene Kalkspinell entstehen.

Wie wichtig sich diese Pseudomorphose für das Verständniss der Nephelinconstitution erwies, haben wir schon oben Gelegenheit gehabt zu zeigen. Eine experimentelle Bestätigung dieser allein auf speculativem Wege erschlossenen Reaction erscheint also um so nöthiger. Ist unsere Speculation richtig, so dürfte bei der Einwirkung verdünnter wässriger Kalksalzlösung auf Nephelin nur Natrium in Lösung übergehen, Kalk dagegen aufgenommen werden. Ein Überschuss an Kalksalzen ist dabei zu vermeiden, da auch das Kalium des Zeagonits allmählich durch Calcium ersetzt werden könnte, wie das aus den von MARIGNAC<sup>2</sup> ausgeführten Gismondinanalysen zu ersehen ist:

$\text{SiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{CaO}$	$\text{K}_2\text{O}$	$\text{H}_2\text{O}$	Summe
35,88	27,23	13,12	2,85	21,10	100,18
38,35	29,01	13,95	2,79	16,29	100,39

Die Versuche LEMBERG'S<sup>3</sup> führen zu demselben Ergebniss: bei der Einwirkung überschüssiger concentrirter Chlorcalciumlösung wird ebenso das Kalium wie das Natrium im Nephelin durch Calcium ersetzt. Mit der interessanten Frage, in welcher Reihenfolge die Alkalien in Lösung übergehen, d. h. ob zuerst das Natrium und nachher das Kalium, oder ob beide gleichzeitig, hat sich LEMBERG nicht beschäftigt. Es bleibt gleichfalls unbekannt, ob das von ihm erhaltene Product gleichartig gewesen, oder ein Gemenge von Kalkalumosilicat mit Kalkaluminat darstellte.

<sup>1</sup> M. L. BOURGEOIS, *Reproduction artificielle des minéraux*. Paris 1884. p. 75.

<sup>2</sup> Ann. Chim. Phys. 1845. III. 14. 47. Den Gegenstand der MARIGNAC'schen Analyse bildeten „kaum durchsichtige, matte Warzen“, sehr wahrscheinlich ein Gemenge von Gismondin mit Hydrargillit; daher der zu hohe Thonerdegehalt. Vergl. auch meine Bemerkungen über Hydronephelit in dies. Jahrb. Beil.-Bd. IX. p. 611—616.

<sup>3</sup> LEMBERG, *Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges.* 1888. p. 627.

Der Zeagonit erweckt noch in anderer Hinsicht unser Interesse. Er stellt uns eine Combination von zwei Alumosilicaten dar: eines Kalk- und eines Kalialumosilicates, welche Combination in der Natur zu den Seltenheiten gehört. Zu den gewöhnlichen, wie das schon von LEMBERG<sup>1</sup> wiederholt hervorgehoben wurde, gehören die Kalknatronsilicate, was sich durch gewisse Ähnlichkeit der chemischen Eigenschaften der Natron-, sowie der Kalkverbindungen erklären liesse. So vereinigen sich z. B. gewisse Natronalumosilicate mit Salzen entsprechender Basen zu sogen. Sodalithen  $12\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot 4\text{Na}_2\text{X}$ , wo  $\text{X} = \text{Cl}_2, \text{SO}_4, \text{CO}_3$  u. dergl. ist. Dasselbe thun auch die Kalkalumosilicate. Wir haben also:  $8\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot 2\text{CaCl}_2 \cdot 13\text{H}_2\text{O}$  u. dergl., während weder  $\text{MgAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$  noch  $\text{K}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8$  im Stande sind, solche Verbindungen zu bilden. Eine Ausnahme bildet der schon von LEMBERG erwähnte Mikrosommit. Hier wäre noch zu nennen der Zeagonit und Gismondin, daneben Milarit, Apophyllit, Chabasit, Levyn, Ptilolith, Mordenit, Scolopsit und Phillipsit, als gleichzeitig Kalk neben Kali führende Minerale. Sie treten, wenn nicht ganz selten, doch wenigstens in geringen Mengen in der Natur auf. Nur der Phillipsit wird in grösseren Quantitäten angetroffen. Er macht 20—30% der thonigen Ablagerungen im mittleren Stillen Ocean aus, südlich von den Sandwichinseln; er wurde ebenfalls bemerkt am Boden des mittleren Indischen Oceans und dort als Zersetzungsproduct basischer vulcanischer Gläser<sup>2</sup>.

In optischer Hinsicht weist der Zeagonit keine Besonderheiten auf. Aus winzigen, schlecht ausgebildeten, mit anderen Zersetzungsproducten des Nephelins (Diaspor, Limonit, Spinell (?)) gemengten Kryställchen zusammengesetzt, zeigt er bei gekreuzten Nicols Aggregatpolarisation. Es kann uns somit nicht Wunder nehmen, wenn er von Förorschern, die sich auch des Mikroskopes bedienen, übersehen wurde.

Bei der Beschreibung der den Nephelindolerit von Löbau

<sup>1</sup> LEMBERG, Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1883. p. 618; 1887. p. 575; 1888. p. 628. Vergl. auch: THUGUTT, Mineralchemische Studien. Dorpat 1891. p. 66—72.

<sup>2</sup> TEALL, Deep-Sea Deposits: A Review of the work of the „Challenger“ Expedition by J. MURRAY and A. J. RENARD. London 1891. Natural Science. 1. No. 1. March 1892. p. 16—27.

zusammensetzenden Minerale führt GUMPRECHT<sup>1</sup> den Nephelin, Augit und Magnetit an. HEIDEPRIEM<sup>2</sup>, dem wir die erste Analyse des Nephelins dieses Fundortes zu verdanken haben, fügt zu den genannten noch Apatit und Olivin hinzu. STOCK<sup>3</sup> erwähnt ausser diesen noch den zersetzten Biotit, endlich den Natrolith, Phillipsit und Aragonit als die die Wände der Spalten und der Höhlungen im Dolerit auskleidenden Minerale.

An Stellen, wo der Nephelin die stärkste Zersetzung erfahren, wo die Zeagonitbildung am energischsten vor sich ging, dort findet man den Limonit am reichsten vertreten. Es geht keineswegs daraus hervor, dass umgekehrt dort, wo der Limonit sich anhäuft, auch der Zeagonit vertreten sein sollte. Eine andere Quelle für Limonit bildet der Augit. Am klarsten treten alle diese Verhältnisse bei mikrochemischer Untersuchung zu Tage.

Wir behandelten einen Nepheliniteschliff bei Zimmertemperatur mit 30%iger Silbernitratlösung, nach Verlauf von 30 Minuten spülten wir diese Lösung mit destillirtem Wasser ab und liessen auf den Schliff concentrirte wässerige Kaliumchromatlösung einwirken. Unter dem Einflusse dieser zuerst von LEMBERG<sup>4</sup> zur Erkennung des Chabasits vorgeschlagenen Reagentien färbte sich der Zeagonit roth. Wie wir aus der beigefügten Zeichnung, wo Taf. III Fig. 1 den Nephelinit vor, Taf. III Fig. 2 dagegen denselben nach der Reaction mit Silbernitrat und Kaliumchromat darstellt, ersehen, haben nur die verwitterten Nepheline eine Farbenänderung erfahren; der Apatit, der Augit<sup>5</sup>, der Olivin, ebenso wie der noch frisch erhaltene Nephelin blieben unverändert.

Das obige Verfahren erlaubt uns auch den Gang der Zeolithisation des Nephelins mit voller Genauigkeit zu verfolgen. Der Umwandlung in Zeagonit unterliegen zuerst die Krystallränder; allmählich rückt die Zersetzung durch Spalten und Risse zur Mitte des Krystalls hin, bis sie sich

<sup>1</sup> GUMPRECHT, Pogg. Ann. 1837. 42. 174.

<sup>2</sup> HEIDEPRIEM, Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1850. 2. 139—153.

<sup>3</sup> STOCK, Min. petr. Mitth. 1888. 9. 429—469.

<sup>4</sup> LEMBERG, Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1892. p. 234.

<sup>5</sup> Um die Reproductionskosten zu verringern, wurde der Augit in Taf. III Fig. 1, 2 nur durch schwarze Parallelstriche angedeutet.

schliesslich der ganzen Nephelinsubstanz bemächtigt. Dort, wo der Limonit reichlicher abgelagert ist, besitzt die Rothfärbung eine dunklere Nüance. Da der allerseits mit Nebenproducten der Zersetzung des Nephelins durchwachsene Zeagonit naturgemäss keine einheitliche Oberfläche bietet, so setzt sich der rothe Farbstoff auf demselben nicht gleichmässig, sondern fleckig ab.

Der grosse Werth der mikrochemischen Methoden LEMBERG'S besteht darin, dass sie uns die ganze Oberfläche des untersuchten Minerals zu färben erlauben, während wir mit Hilfe der zuerst von BOŘICKY angegebenen und später von BEHRENS, HAUSHOFER und STRENG weiter entwickelten Methoden nur die das betreffende Gestein zusammensetzenden chemischen Elemente ermitteln können; die das gegebene Element charakterisirenden Salzkryställchen senken sich nämlich nicht auf dem reagirenden Mineral nieder, sondern breiten sich auf der ganzen Präparatoberfläche aus.

Nur selten traten im Nephelinit sechsseitige, wahrscheinlich Apatitmikrolith-Durchschnitte auf, deren ebenfalls sechsseitige und mit der äusseren vollkommen symmetrische mittlere Partie vom Zeagonit eingenommen war. Letzterer liess sich erst nach der Färbung mit Silbernitrat und Kaliumchromat als solcher erkennen (vergl. Fig. 3 der beigefügten Tafel). Die Thatsache, dass der aus Nephelin entstandene Zeagonit vom Apatit umhüllt wird, verleitet uns zum Schluss, ursprünglich waren zwei Generationen von Nephelin vorhanden: die eine mikrolithische, welche dem Apatit voranging und eine andere spätere makrokrystalline, die Hauptgeneration. Der Nephelin der ersten Generation wurde vollständig zeagonitisirt.

Spärlich traten ebenfalls noch andere Mikrolithe auf, doch gelang es mir nicht, die Natur derselben zu bestimmen (Chiastolith?). Sie zeichneten sich durch gerade Auslöschung und Briefcouvertform aus; durch eine empfindliche Gypsplatte bei gekreuzten Nicols betrachtet, erwiesen sie sich als aus zwei einander durchwachsenden Individuen zusammengesetzt (vergl. Fig. 4 der beigefügten Tafel). Die Ecken und die Diagonale dieses Minerals färbten sich nach der Behandlung mit Silbernitrat und Kaliumchromat roth, was auf das Vorhandensein von Zeagonit hinweisen würde.

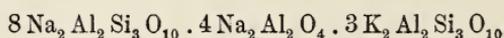
Ein anderes, für gewisse Minerale ebenfalls von LEMBERG<sup>1</sup> vorgeschlagenes und in der Anwendung von Thallium- und von Chromsalzen bestehendes Tinctionsverfahren erwies sich, was den Nephelinit anbetrifft, unpraktisch. Der mit Thalliumchromat gelb gefärbte Zeagonit unterschied sich so wenig von schmutziggelbem, das ganze Präparat erfüllendem Limonit, dass von einer scharfen Bestimmung der Grenzen jedes einzelnen dieser Minerale keine Rede sein konnte.

Die Ergebnisse obiger Untersuchung können wir folgendermaassen zusammenfassen:

1. Der Zeagonit von Löbau ist ein Verwitterungsproduct des Nephelins und leihet von diesem, gemeinschaftlich mit dem Diaspor und dem Limonit, seine Gestalt.

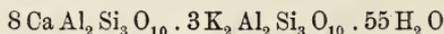
2. Bei der Umwandlung in Zeagonit nimmt der Nephelin Wasser auf und scheidet das Radical  $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{O}_4$  aus. Das Natrium des Radicals  $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}$  wird gegen Calcium ausgetauscht.

3. In der Thatsache der Existenz der Pseudomorphose von Zeagonit nach Nephelin erblicken wir eine Bestätigung der von uns schon früher entwickelten Constitutionsformel des Nephelins:



4. Das vierte, in der obigen Formel nicht ausgedrückte Radical ist  $\text{Na}_2\text{Fe}_2\text{O}_4$ .

5. Die Constitution des Zeagonits vergegenwärtigt die Formel:



6. In chemischer Sprache ausgedrückt, ist der Zeagonit ein Kalkkalinatrolith.

7. Der Zeagonit von KOBELL ist als ein Gemenge von Zeagonit und Hydrargillit aufzufassen.

8. Der Gismondin von MARIGNAC ist ein ebenfalls mit Hydrargillit verunreinigter Zeagonit, in welchem auch ein Theil Kali des Radicals  $\text{K}_2\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}$  durch Kalk ersetzt ist.

9. Der Zeagonit gehört zu der Gruppe wenig häufiger Minerale, die gleichzeitig Kalk neben Kali führen.

<sup>1</sup> LEMBERG, Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1892. p. 235,

10. Der Zeagonit von Löbau zeigt Aggregatpolarisation.

11. Mikrochemisch wird Zeagonit nachgewiesen, wenn man auf denselben der Reihe nach Silbernitrat und Kaliumchromat einwirken lässt. Der Zeagonit färbt sich dabei roth, was die übrigen im Nephelinit enthaltenen Minerale (Nephelin, Apatit, Augit, Olivin) nicht thun.

12. Im Nephelinit von Löbau sind zwei Generationen von Nephelin nachweisbar: die eine mikrolithische, die dem Apatit voranging, und eine spätere makrokrystalline Hauptgeneration.

---

### Tafel-Erklärung.

- Fig. 1. Verwitterter Nephelinit von Löbau, in der OBERHÄUSER'schen Kammer, bei HARTNACK'schem Objectiv No. IV gesehen.
- „ 2. Derselbe Nephelinit gefärbt mit Silbernitrat und Kaliumchromat.
- „ 3. Ein den rothgefärbten Zeagonit umschlingender Apatitmikrolith.
- „ 4. Ein unbestimmtes Mineral, dessen Ecken und Diagonale vom rothgefärbten Zeagonit ausgefüllt sind (Chiastolith?).

Anmerkung. Fig. 1 und Fig. 2 sind von E. BERTHELSON in Dorpat reproducirt.

---

Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 3.



Fig. 4.



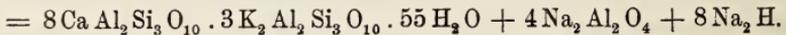
St. J. Thugutt, über den Zeagonit, als neues  
Zersetzungsproduct des Nephelins.

*Betula* sp. (Pollen), *Alnus glutinosa* GAERTN. (Borke, Pollen), *Carex* sp. (Balg), *Scirpus* sp. (Nüsschen), Bruchstücke eines Rhizomes, Epidermisfetzen, *Rubus* cf. *idaeus* L. (Steinkern), cf. *Polystichum* sp. (Sporen), Holzreste von einem Laubholz, Nadel von *Spongilla* sp. Im Liegenden dieser Schicht wurde bei 105,4 m ein sandiger, miocäner Thon angetroffen; so müsste sie entweder pliocänen Alters sein oder aber der früheren Interglacialzeit zugerechnet werden. Obwohl die Sande und Thone, die von 45,7—75,7 m wechsellagern, von Grundmoränen-Material eingeschlossen werden und deshalb als interglaciale bezeichnet werden, hält Verf. dies nicht für unumstösslich sicher; denn seinen Erfahrungen nach können sie ihre Entstehung ebenso gut einer Oscillation des Landeises verdanken. Dies beweise der Mangel an Pflanzen in den Bohrproben, der hohe Gehalt an kohlensaurem Kalke, das Vorkommen von Kreidebryozoen in zweien der Sande und das Fehlen quartärer Conchylien. M. Staub.

---

#### Berichtigung.

1900. II. -67- Z. 10 v. o.:



# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1900

Band/Volume: [1900\\_2](#)

Autor(en)/Author(s): Thugutt Stanisław Józef

Artikel/Article: [Ueber den Zeagonit, als neues Zersetzungsproduct des Nephelins 65-79](#)