



**E. Esch**

---

## **Der Vulcan Etinde in Kamerun und seine Gesteine. II**

In:

Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin. –  
Berlin: Verlag der Königlich Akademie der Wissenschaften (in Commission bei Georg  
Reimer)

Jahrgang 1901 : Erster Halbband (Januar bis Juni)

S. 400-417

Persistent Identifier: [urn:nbn:de:kobv:b4-opus4-40638](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:kobv:b4-opus4-40638)

---



# Der Vulcan Etinde in Kamerun und seine Gesteine.

Von Dr. E. Esch  
in Berlin.

(Vorgelegt von Hrn. Klein am 14. März [s. oben S. 327].)

## II.

### V. Nephelinite.

Die eigentlichen Nephelinite des Etinde, die sich ihrem ganzen Charakter nach in mineralogischer, structureller und chemischer Beziehung eng an die vorher beschriebenen Gesteine anschliessen und nur deshalb von dem Leucitnepheliniten und Nepheliniten von Sonderstellung getrennt wurden, weil bei ihnen einmal in dem Mengenverhältniss von Leucit und Nephelin letzterer stark überwiegt und dann, weil der Nephelin hier gut auskrystallisirt ist, sind dadurch besonders charakterisirt, dass der Nephelin sehr häufig eine scharf ausgeprägte Zwillingsbildung und nicht die von einem normalen hexagonal krystallisirenden Mineral zu erwartenden optischen Eigenschaften zeigt.

Sowohl als typischer Einsprengling wie auch als Grundmassenbestandtheil in einem Sinne, wie ich ihn bei Beschreibung des Gesteins ausführen werde, tritt der Nephelin nur selten in Einzelindividuen auf; fast stets durchwachsen einander mehrere, zwei bis sechs, Individuen in einer Weise, die nach eingehendem Studium einer grossen Zahl von Schliffen als eine bestimmten Gesetzen folgende erkannt werden konnte.

So zerfallen z. B. sechsseitig umgrenzte Schnitte bei gekreuzten Nicols in sechs doppelbrechende Felder, an denen besonders auffällt, dass die einander gegenüberliegenden bei Anwendung des Gypsplättchens häufig sich nicht gleich färben. Es müssen daher in den gegenüberliegenden Sectoren die Elasticitätsachsen sich in der gegenseitigen Lage nicht entsprechen.

Von einem normalen hexagonalen nach der Basis getroffenen Durchschnitt von Nephelin erwartet man, dass er bei gekreuzten Nicols in jeder Stellung dunkel erscheint und dass er im umgewandelten Mikroskop die bekannte Interferenzfigur eines einaxigen, senkrecht zur Axe geschnittenen Minerals von negativem Charakter der Doppelbrechung zeigt. Rechteckige Schnitte sollen zwischen gekreuzten Nicols im Allgemeinen einheitlich über die ganze Fläche aufleuchten und, wenn ihre Umgrenzungslinien oder die Spaltrisse, die jenen

parallel verlaufen, beim Drehen des Praeparats mit den Polarisations-ebenen der Nicols zusammenfallen, auslöschten. Schnitte parallel der *c*-Axe sollen im umgewandelten Mikroskop das Curvensystem eines || der optischen Axe geschnittenen einaxigen Minerals und positiven Charakter der Doppelbrechung zeigen.

Die in den vorliegenden Gesteinen auftretenden Nepheline verhalten sich aber in der grossen Mehrzahl der Schnitte nicht so.

Prüft man die einzelnen, also nicht verzwilligten Individuen genauer auf ihre Auslöschungsrichtungen und sonstigen optischen Eigenschaften, so findet man sehr häufig, dass Schnitte parallel der angenommenen *c*-Axe nicht dann auslöschten, wenn ihre Längsrichtung mit der Richtung eines der polarisirenden Nicols zusammenfällt, sondern dass man den Schnitt fast stets um einen merkbaren Winkel aus seiner orientirten Stellung drehen muss, um das Maximum der Dunkelheit in ihm hervorzurufen. Diese Schiefe der Auslöschung beträgt durchschnittlich 4–5° und steigt in vereinzelt Fällen bis zu 8°.

Schnitte, die sich in ihrer Form dem regelmässigen Sechseek nähern, zeigen grössere Schiefe, öfters von 5–10°, gegenüber der Hexagonseite; das Maximum der Schiefe befindet sich in Schnitten, die die geringste Doppelbrechung und scheinbar regelmässig sechseitige Umgrenzung zeigen, hier beträgt sie häufig 15–20°.

Im convergenten Licht zeigen die annähernd sechsseitigen Schnitte in dicken Schliften fast stets das Interferenzbild eines zweiaxigen, negativen, annähernd senkrecht zur spitzen Mittellinie getroffenen Minerals mit kleinem Axenwinkel. Vergleicht man derartige Axenbilder mit solchen, welche Spaltblättchen von Phlogopiten geben, so lässt sich der Winkel der optischen Axen auf ungefähr 5–10°, in seltenen Beispielen auf 20° schätzen.

In rechteckigen Schnitten beobachtete ich mit dem Zeiss'schen Apochromat-Objectiv von 2<sup>mm</sup> Brennweite und 1.40 num. Apert. vereinzelt das Interferenzbild eines senkrecht zur positiven, also stumpfen Bissectrix getroffenen Nephelins, bei dem in Diagonalstellung noch beide Axenbarren zu sehen waren. Daraus ist wohl mit Sicherheit zu schliessen, dass, wenn auch der Öffnungswinkel des Objectivs ein sehr grosser ist, der Winkel der optischen Axen um die negative Bissectrix bedeutend über den Werth von 10° steigen kann. Der Güte des Hrn. Geh. Bergraths Prof. Dr. C. KLEIN verdanke ich die Kenntniss eines Nephelins vom Vesuv, der einen Axenwinkel von ungefähr 50° aufweist.

Aus den Formen der Schnitte der vorliegenden gesteinsbildenden Nepheline oder den Spaltrissen derselben, Schlüsse auf den Grad der Symmetrie des Minerals zu ziehen, war wegen unvollkommener Ausbildung derselben zu unsicher; aus der oben beschriebenen doppelten

Nichtorientirung auf der Basis und dem Prisma folgt aber, dass der hier vorliegende Nephelin nur in das triklinen System zu verweisen ist. Die hexagonale Combination:

$\infty P(1010)$ ;  $oP(0001)$ ;  $P(1011)$  zerfällt in:  $\infty P(110)$ ;  $\infty P'(110)$ ;  $\infty P\bar{\infty}(010)$ ,  $oP(001)$ ,  $P(111)$ ;  $P'(111)$ ;  $P(111)$ ;  $P'(111)$ ;  $2P\bar{\infty}(021)$ ; und  $2P\bar{\infty}(0\bar{2}1)$ .

Bei der folgenden Betrachtung der Zwillingsbildung des Minerals werde ich mich, wegen der einfacheren Darstellung, der hexagonalen Deutung der Formen bedienen.

Wie gesagt zerfallen sechsseitige Schnitte zwischen gekreuzten Nicols häufig in sechs Einzelindividuen.

Untersucht man die einzelnen Sektoren auf die Lage der Hauptschwingungsrichtungen, so findet man:

1. Im convergenten Licht das fast centrische Bild um die negative Mittellinie des kleinen Axenwinkels. Die kleinste Elasticitätsaxe,

Fig. 7.

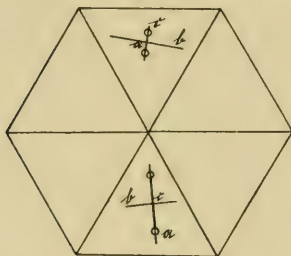
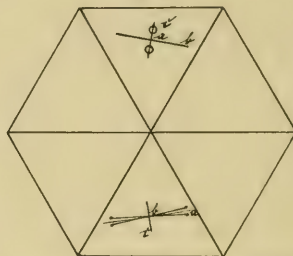


Fig. 8.



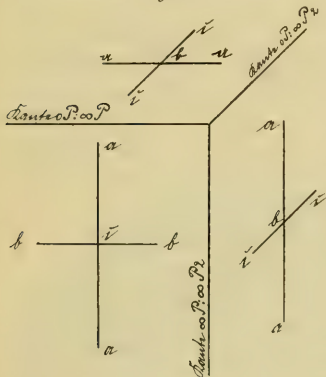
also mit ihr die Ebene der optischen Axen, steht annähernd senkrecht auf der Randkante, Fig. 7 oben. Die Grösse der Schiefe wurde an der Richtung mittlerer Elasticität bestimmt, die mit der Randkante einen Winkel von  $10-15^\circ$  bildet. Dies bestätigt im parallelen Licht die Untersuchung mit dem Gypsblättchen.

2. Der dem ersten gegenüberliegende Sector zeigt im convergenten Licht die Erscheinung einer fast centrischen zweiten, positiven Mittellinie. Die grösste Elasticitätsaxe und also auch die Axenebene steht schief zur Randkante; diese Schiefe ergibt sich aus der Lage der mittleren Elasticitätsaxe, die mit der Randkante einen Winkel von  $5-8^\circ$  bildet, Fig. 7 unten. Bei der Untersuchung mit dem Gypsblättchen wird dieses Verhältniss ebenso erkannt, und es erklärt sich aus der Lage der Elasticitätsachsen in Fall 1 und 2 die differente Färbung der gegenüberliegenden Sektoren in sechsseitigen Schnitten. Treten Erscheinungen 1 und 2 in sechsseitigen Schnitten auf, so muss

eine Zwillingbildung nach  $P(10\bar{1}1)$  vorliegen. Denn  $P(10\bar{1}1)$  bildet nach DANA, Miner. 1892 S. 424 mit  $oP(0001)$  einen Winkel von  $135^\circ 55'$ ; wird ein Individuum um die Normale zu dieser Fläche durch  $180^\circ$  gedreht, so fällt sehr angenähert  $oP(10\bar{1}0)$  in die Lage von  $oP(0001)$ ; genau würde ein Winkel von  $135^\circ$  erfordert werden.

3. Nicht selten kommt es auch vor, dass der dem ersten gegenüberliegende oder auch ein benachbarter Sector im convergenten Licht das fast centrische Axenbild, scheinbar um die zweite, positive Mittel-  
linie, in Wahrheit ungefähr  $\parallel$  der Axenebene, zeigt. Die Richtung grösster Elasticität liegt hier annähernd  $\parallel$  der zugehörigen Kante des Sechsecks, sie bildet mit derselben einen Winkel von etwa  $5-8^\circ$ . Die gegenüberliegenden Sektoren färben sich bei Anwendung des Gyps-

Fig. 9.



blättchens im parallelen Licht in gleichem Sinne (Fig. 8). Tritt diese Erscheinung auf, so muss eine Zwillingbildung nach  $\frac{6}{5}P_2(33\bar{6}5)$  vorliegen. Denn  $\frac{6}{5}P_2(33\bar{6}5)$  bildet (berechnet) mit  $oP(0001)$  einen Winkel von ungefähr  $135^\circ$ , genau  $= 134^\circ 48\frac{1}{2}'$ ; wird das eine Individuum um die Normale zu dieser Fläche um  $180^\circ$  gedreht, so fällt, wie aus dem in Fig. 9 gegebenen Schema ersichtlich ist, hier  $oP_2(11\bar{2}0)$  in die Lage von  $oP(0001)^1$ , das dann die Axenebene, wie es Fig. 9 zeigt, enthält. In den verzwilligten Individuen liegen

in der Ebene gleichwerthige Elasticitätsachsen ( $\epsilon$  und  $\epsilon$ ,  $\delta$  und  $a$ , letztere beide  $> \epsilon$ ) annähernd parallel Fig. 8; die Färbung gegenüberliegender Sektoren mit dem Gypsblättchen ist also eine gleiche.

Im convergenten Licht erweist sich auf der Basis (Fig. 9) eines solchen Zwillings positive Doppelbrechung, aber kein Axenaustritt, der bei gleichem Charakter der Doppelbrechung und sehr grossem Axenwinkel auf dem ersten Prisma (Fig. 9) zu beobachten ist.

In Folge dessen liegt die Axenebene, die vormals sich annähernd in der Fläche des zweiten Prismas befand, jetzt, wo durch Zwillings-

<sup>1</sup> Hierbei kommt aber auch die Kante  $oP(10\bar{1}0):oP_2(11\bar{2}0)$  bez. die Richtung der hexagonalen  $c$ -Axe, als Kante gedacht, in die der Kante  $oP(0001):oP(10\bar{1}0)$  und nimmt an der Umgrenzung der Figur Theil.

Der Einfachheit wegen wird hier, da es nur darauf ankommt, die Richtung zu bezeichnen, von der Kante des Hexagons, am Krystall ausgedrückt durch  $oP(0001):oP(10\bar{1}0)$ , gesprochen.

bildung das zweite Prisma in die Lage der Basis gekommen ist, annähernd auch in derselben.

Zieht man zur Controle dieser Erscheinungen solche Schnitte heran, welche senkrecht zu den beiden Basisflächen in nach beiden eben erwähnten Gesetzen verwilligten Individuen liegen, so bestätigt sich obige Annahme durchaus. Rechteckige Schnitte, die zwischen gekreuzten Nicols ohne Anwendung des Gypsblättchens kaum merkliche Differenzirung zeigen, zerfallen bei Einführung desselben in (ich nehme hier den einfachsten Fall) zwei, sich scharf gegeneinander abgrenzende, nicht selten dreieckige Theile (von rechtwinkligen Dreiecken gebildet), von denen, wenn die Spaltrisse parallel den Elasticitätsaxen des Gyps verlaufen, das eine in lebhaft blauen, das andere in hellgelben Tönen aufleuchtet.

Im convergenten Licht zeigen beide Individuen das kaum merklich excentrische Interferenzbild parallel der Axenebene oder das Bild senkrecht zur zweiten, positiven Mittellinie. Bei der Unsicherheit der Beurtheilung in vielen Fällen und Unterscheidung derartiger Interferenzbilder ist es wohl angebracht, dass ich hier besonders betone, dass es mir an einem derartigen Zwilling mit Hülfe des Zeiss'schen Objectivs  $2^{\text{mm}}5$  u. 1.60 Apert. mit Monobromnaphthalin-Immersion gelang, das ganze Axenbild um die zweite, positive Mittellinie zu übersehen.

4. Ausser diesen beiden Zwillingsgesetzen wurde noch ein drittes beobachtet.

Ein annähernd sechsstufiger Schnitt zerfällt in sechs Theile, von denen jeder im convergenten Licht ein excentrisches Bild um die spitze, negative Mittellinie zeigt. Der Grad der Excentricität scheint, soweit man sich auf die Genauigkeit derartiger Messungen verlassen kann, bei allen Theilen gleich zu sein.

Zur Erklärung dieser Erscheinung kann nur eine Zwillingbildung nach einer Pyramide  $mP$  ( $h$  o  $h$  l) herangezogen werden. In den zugehörigen prismatischen Schnitten, die also senkrecht zu den Basisflächen in beiden Individuen getroffen sind, findet man, dass die  $c$ -Axen beider Individuen einen Winkel von  $45-50^\circ$  miteinander bilden. Daraus folgt, dass die Zwillingsebene  $mP$  mit  $oP$  einen Winkel von  $113-115^\circ$  bildet. Diesem Werth entspricht annähernd die Pyramide  $2P$  ( $2O\bar{2}1$ ). [ $2P:OP = 117^\circ 18'$ ].

Einem dieser Zwillingsgesetze, vielleicht auch allen drei, entsprechen wohl auch die Zwillingrosetten mit dreiseitigen, optisch verschiedenen Sektoren und die Durchkreuzungszwillinge, welche Fouqué und Michel-Lévy<sup>1</sup> an dem von ihnen künstlich dargestellten Nephelin beobachteten.

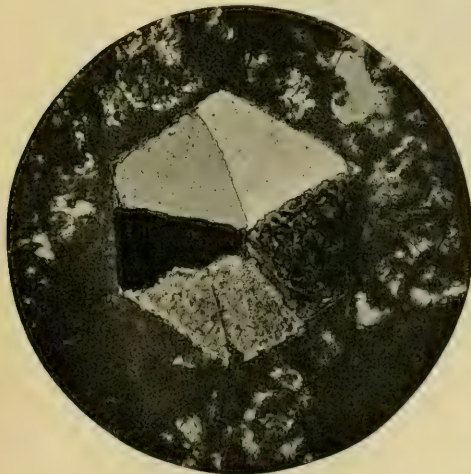
<sup>1</sup> Compt. rend. 16. Dec. 1878 87 p.961 und Synthèse des Minéraux et des Roches 1882 p. 156.

Dass bei diesen Untersuchungen auch wirklich Nephelin zu Grunde gelegen hat, wird aus folgenden Angaben wohl hervorgehen. Die Schnitte des Minerals haben sechsseitige oder rechteckige, etwa um ein Viertel mehr nach der einen als nach der andern Seite gestreckte Formen. In mässig dünnen Schliften steigen die Interferenzfarben nicht über ein leichtes Blaugrau der ersten Ordnung. In rechteckigen Schnitten liegt parallel der längeren Erstreckung die grössere Elasticitätsaxe. Das Relief ist gering. Mit Hülfe des Totalreflectometers findet man einen mittleren Brechungsindex von 1.5376.

Von verdünnter Salzsäure wird das Mineral ziemlich leicht unter Abscheidung von gallertartiger Kieselsäure angegriffen. Lässt man Salzsäure auf ein durch Kanadabalsam im Schliffl isolirtes Kryställchen wirken und die dadurch entstehende Lösung eintrocknen, so scheiden sich aus derselben zahlreiche Würfelchen von Chlornatrium aus; durch Zusatz von Schwefelsäure zu einer derartig hergestellten Lösung des Minerals entstehen nur selten Gypskryställchen.

Bei der obigen Entwicklung der Zwillingsgesetze habe ich nur die einfachsten Fälle behandelt, indem ich aus den sechsgetheilten

Fig. 10.<sup>1</sup>



Nephelin.

Schnitten nur zwei Felder auswählte und von Prismenschnitten nur solche heranzog, wo nur je zwei Individuen in Zwillingsverwachsung auftreten. Es ist wohl leicht ersichtlich, dass schon allein eins der betreffenden Gesetze, wenn es sich wiederholt, Veranlassung geben kann zu Bildungen, die im Schliffl, auch wenn von den Schnitten die regelmässigsten ausgesucht werden, nur mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit gedeutet werden können. Wenn aber, was hier thatsächlich

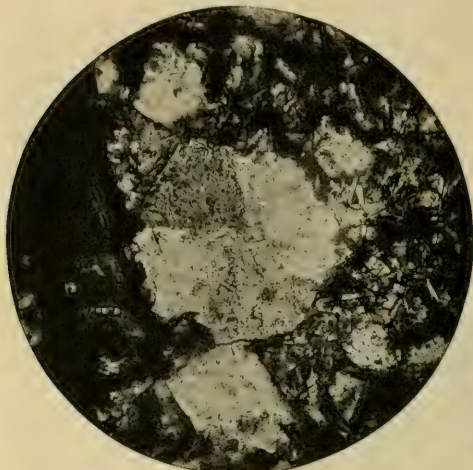
der Fall ist, zwei von den Gesetzen oder gar alle drei an dem

<sup>1</sup> Der Schnitt ist photographirt, ein Abzug des Negativs wurde, um die Einzelheiten besser auszuprägen, mit Tusche angelegt u. s. w. und dieser wieder photographirt.

Aufbau eines Complexes betheiligt waren, so schrumpft die Zahl der discutirbaren Beispiele ausserordentlich zusammen. Einige der einfachsten will ich an der Hand von Photographien näher beschreiben.

1. Der dunkle Sector links in Fig. 10 entspricht dem unter 1. beschriebenen Fall; er zeigt im convergenten Licht centrisch das Curvensystem um die spitze, negative Mittellinie, der Axenwinkel ist

Fig. 11.



Nephelin.

etwa  $20^\circ$  gross. Die mittlere Elasticitätsaxe bildet mit der äusseren Umgrenzungslinie einen Winkel von  $15^\circ$ . Der ihm gegenüberliegende Sector (in der Photographie auch dunkel) zeigt im convergenten Licht das fast centrische Curvensystem um die zweite Mittellinie von positivem Charakter, er entspricht dem unter 2. beschriebenen Fall. Die Axenebene steht annähernd senkrecht auf der Randkante, sie bildet mit derselben einen Winkel von  $84^\circ$ .

Die übrigen Sektoren

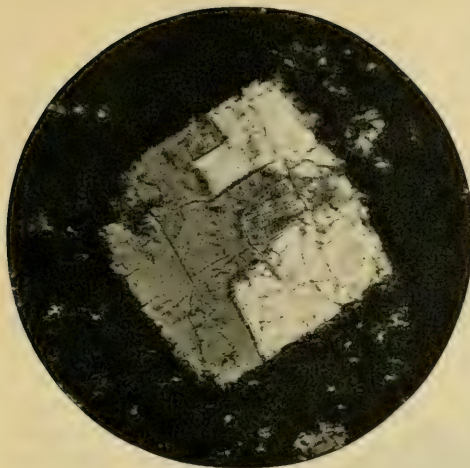
entziehen sich einer sicheren Deutung, denn sie zeigen mehr oder weniger excentrische Interferenzbilder um die erste oder zweite Mittellinie; sie gehören Bildungen an, die wahrscheinlich nach mP erfolgt sind.

2. Fig. 11 (die Nicol-Hauptschnitte bilden einen Winkel von  $85^\circ$  miteinander).<sup>1</sup> Der im Grossen und Ganzen sechseckige Schnitt (der Schliff ist etwa  $0^{\text{mm}}15$  dick) besteht aus sechs Einzelindividuen, die je einem der sechs Sektoren des Hexagons entsprechen; das helle Individuum links unten (es entspricht dem Fall 3) zeigt im convergenten Licht das centrische Curvensystem parallel der Axenebene. Die Richtung grösster Elasticität  $a$  bildet mit der Randkante und den derselben parallelen Spaltrissen einen Winkel von  $5^\circ$ . An seinem freien Ende

<sup>1</sup> Von einer Retouche ist in diesem Falle, obwohl die Sechstheilung nicht ganz zum Ausdruck kommt, abgesehen, um nicht den Eindruck einer exacteren Ausbildung der Zwillingformen hervorzurufen, als sie thatsächlich beobachtet wurde.

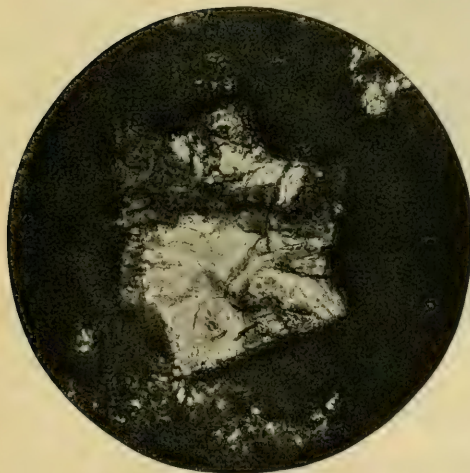


Fig. 12.



Nephelin.

Fig. 13.



Nephelin.

beobachtet man ausser der an der Zusammensetzung des Hexagons beteiligten Kante (aus der Zone  $\infty P : \infty P_2$ ) klein und rechtwinkelig dazu die Kante  $oP : \infty P$ . Das gegenüberliegende Individuum entspricht dem unter 1. beschriebenen Fall; im convergenten Licht zeigt es centrisch das Curvensystem um die spitze, negative Mittellinie, die mittlere Elasticitätsaxe  $\delta$  bildet mit der Randkante  $oP : \infty P$  einen Winkel von  $20^\circ$ . Die übrigen Sectoren zeigen nur excentrische Axenbilder und sind daher nicht sicher zu deuten.

3. Fig. 12 ( $0^{mm} : 15$  dicker Schliff, Nicols gekreuzt).<sup>1</sup>

Der rechteckige Schnitt zeigt zwischen gekreuzten Nicols nur kaum erkennbare Differenzirung; bei Einführung des Gypsblättchens aber zerfällt er in zwei zapfenförmig in einander gefügte Individuen, wobei die Axe grösster Elasticität in dem einen senkrecht zu der Axe grösster Elasticität in dem anderen liegt. Beide

<sup>1</sup> Das Bild ist retouchirt, denn der Unterschied in der mit dem Gypsblättchen erzeugten Färbung giebt sich auf der photographischen Platte nicht im Geringsten zu erkennen, weder auf gewöhnlichen, noch auf sogenannten isochromatischen Platten.

zeigen im convergenten Licht das centriscbe Curvensystem um die zweite positive Mittellinie.

Es liegt also das Gesetz nach  $\frac{6}{5}P_2$  vor.

4. Fig. 13 (etwa  $0^{\text{mm}}2$  dicker Schliff, Nicols gekreuzt).

Der Schnitt stellt einen, senkrecht zu den Basisflächen beider Individuen getroffenen Durchkreuzungszwilling dar. Beide Individuen zeigen centriscb das Curvensystem, welches zwar dem um die zweite positive Mittellinie ähnlich ist, aber, da kein Axenaustritt beobachtet werden konnte, mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit dem parallel der Axenebene zukommt.

Die Richtungen grösster Elasticität bilden in beiden Individuen einen Winkel von  $50^\circ$  mit einander, mithin ist Zwillingsfläche  $2P$ .

5. Eine besondere Ausbildungsform der Zwillinge zeigt Fig. 14 (etwa  $0^{\text{mm}}02$  dicker Schliff, die Nicolhauptsschnitte bilden einen Winkel

Fig. 14.



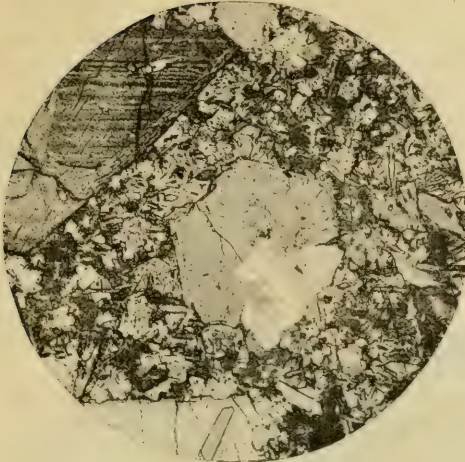
Nephelin.

von  $80^\circ$  mit einander). Der rechteckige Schnitt zeigt ein der Kreuzform sich annäherndes grosses Mittelfeld, welches im convergenten Licht ein beim Drehen unveränderliches einaxiges centriscbes Interferenzkreuz giebt, und vier getrennte, aber einem Individuum angehörende Eckfelder; diese zeigen im convergenten Licht centriscb das Curvensystem ähnlich dem um die zweite positive Mittellinie, dem parallel der Axenebene oder dem parallel der optischen

Axe bei Einaxigkeit. Ob die beiden Individuen nach  $P$  oder  $\frac{6}{5}P_2$  verzwilligt sind, lässt sich aus obiger Unbestimmtheit nicht entscheiden.

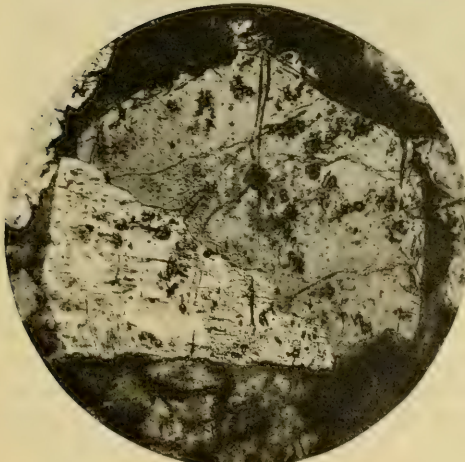
6. Fig. 15 (die Nicolhauptsschnitte bilden einen Winkel von  $80^\circ$  mit einander) stellt einen sechsseitigen Schnitt dar, der von drei Individuen gebildet wird. Das grösste derselben, welches hauptsächlich die Form giebt, zeigt centriscb das Curvensystem um die negative Mittellinie, der Axenwinkel ist etwa  $10^\circ$  gross, die Axenebene steht

Fig. 15.



Nephelin.

Fig. 16.



Nephelin.

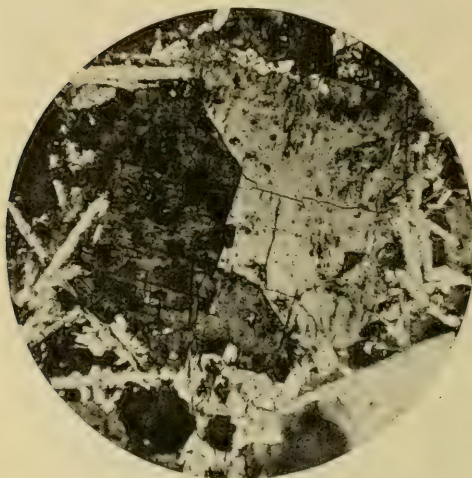
annähernd senkrecht auf der Seite links oben: das hellste Individuum rechts unten ist senkrecht zur zweiten, positiven Mittellinie geschnitten. Die Axenebene liegt parallel seiner Längserstreckung und also auch senkrecht zu der Kante links oben des grössten Individuums, also parallel der Axenebene desselben. Die beiden Individuen sind also nach P verzwilligt; das dritte, rechts oben von dem zweiten liegende, ungefähr rechtwinklig dreieckige Individuum scheint, dem Interferenzbild nach zu urtheilen, durch eine Ebene, die etwa  $45^\circ$  gegen seine *c*-Axe geneigt ist, geschnitten zu sein. Wahrscheinlich ist es mit dem am hellsten erscheinenden Individuum nach einer P-Fläche verzwilligt, die der vorhin erwähnten als Zwillingssebene fungirenden benachbart ist.

7. Fig. 16 (die Nicolhauptsschnitte bilden einen Winkel von  $85^\circ$  mit einander) zeigt einen einfachen Zwillig nach  $\frac{6}{5}P_2$  ( $33\overline{5}$ ): das grosse dunklere Individuum giebt im convergenten Licht das centrale Interferenzbild um die spitze negative Mittellinie, der Axen-

winkel ist etwa  $10^\circ$  gross: die Axenebene bildet mit der Kante rechts einen Winkel von  $70^\circ$ . Das hellere dreieckige Individuum links zeigt im convergenten Licht centrisch das Curvensystem parallel der Axenebene. Auch bei Anwendung des Apochromatobjectivs  $2^{\text{mm}}_5$  u. 1.60 Apertur bleiben die scheinbaren Axenbarren beim Drehen, besonders in Diagonalstellung, nicht im Gesichtsfeld. Die Schnittfläche ist also  $\parallel$  der Axenebene. Richtung grösster Elasticität liegt parallel der kürzesten Dreiecksseite. In den beiden verzwilligten Individuen entsprechen sich a und b, c und c, b und a ungefähr in ihrer Lage.

8. Fig. 17 (die Nicols sind gekreuzt) zeigt einen annähernd quadratischen Schnitt, der aus zwei mit einander nach  $\frac{6}{5} P_2$  ( $3,3\bar{6}5$ ) verzwilligten Individuen besteht. Beide zeigen im convergenten Licht wenig excentrisch die Interferenzbilder senkrecht zur positiven zweiten Mittellinie. Bei dem dunklen Individuum, rechts, bleiben die Axenbarren, bei Anwendung des Apochromatobjectivs  $2^{\text{mm}}$  u. 1.40 Ap. in Diagonalstellung im Gesichtsfeld. Bei dem helleren liegen ähnliche Verhältnisse vor, sind aber nicht so genau zu constatiren. Im parallelen Licht bei Anwendung des Gypsblättchens erkennt man,

Fig. 17.



Nephelin.

dass die Richtung grösster Elasticität, also die der Axenebene, in dem einen annähernd senkrecht auf der Richtung grösster Elasticität in dem anderen Individuum steht. Jede dieser Richtungen bildet zur Trennungsnacht links oben, rechts unten etwa  $45^\circ$ . Der Zwillung ist also annähernd senkrecht zu den Basisflächen beider Individuen geschnitten.

9. Fig. 18 (Nicols sind gekreuzt) zeigt einen nicht orientirten Schnitt durch drei mit einander verzwilligte Individuen.

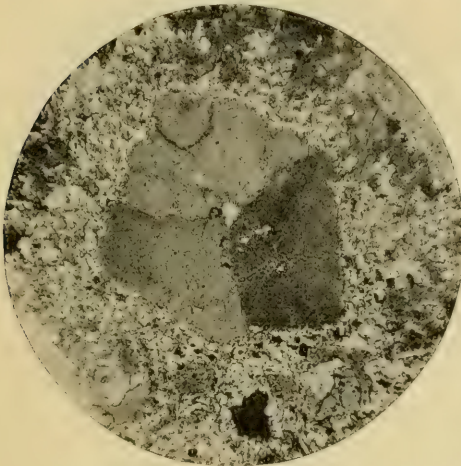
Die vorliegenden Untersuchungen erweisen im jetzigen Zustand ein triklines, vielfach verzwilligtes Mineral.

Bei Beurtheilung der Frage, ob die zweiachsig Doppelbrechung ursprünglich oder secundär ist, kommt neben der durchgreifend befindenen triklinen Anlage in Betracht, dass die Wärme die optischen Erscheinungen nicht fundamental verändert.

Dies spricht für ursprüngliche Anlage, und es könnte bei Annahme des Gegentheils wesentlich sich nur um eine isomorphe Mischung mit Begleiterscheinungen handeln. Die nicht selten beobachtete Einaxigkeit könnte solche oder Zweiachsigkeit mit sehr kleinem Axenwinkel oder Einaxigkeit, erzeugt durch Kreuzung zweiachziger Lamellen, sein.

Wenn auch nur nebenbei, so will ich doch nicht unerwähnt lassen, dass ich an mehreren Schnitten zwar nicht absolut sicher, in

Fig. 18.



Nephelin.

einem aber sehr deutlich, die Interferenzfigur des »Achtlers« oder der optischen Brille beobachtet habe.

Genaueres über diese theoretischen Fragen kann erst durch Untersuchung isolirter Krystalle, die ja auch sonst mancherlei Eigenthümlichkeiten, z. B. bei der Ätzung zeigen, gewonnen werden. Auch wären die bekannten Nephelingeesteine auf die oben aus einander gesetzten Erscheinungen zu prüfen.

Die vorliegenden Nephelinite des Etinde sind

durchaus frische Gesteine von dunkler und heller, rein grauer Farbe. Ihre Structur ist zum Theil eine typisch porphyrische, zum Theil nähert sie sich dem körnigen Charakter. Der Bruch ist bei den porphyrischen Gesteinen ziemlich glatt, bei den scheinbar körnigen sehr rau und stumpfzackig; schlackige Varietäten sind selten. Als Einsprenglinge führen die Nephelinite zahlreiche  $3-10^{\text{mm}}$  lange und  $0^{\text{mm}}.2-1^{\text{mm}}$  dicke Nadeln und Tafeln von Augit und viele  $0^{\text{mm}}.2$  bis höchstens  $2^{\text{mm}}$  grosse glasige oder gelblich weisse, schwach fettglänzende Nepheline.

In einigen Varietäten tritt auch Apatit in zahlreichen schwarzen diamantglänzenden Körnchen von  $0^{\text{mm}}.1-0^{\text{mm}}.5$  Grösse makroskopisch deutlich hervor.

Die porphyrische Varietät führt im Gegensatz zu der mehr körnigen, ausser Augit Nephelin in zwei scharf getrennten Generationen. Hier sind es die Einsprenglinge, welche in vorzüglichen Beispielen die beschriebenen Zwillingverwachsungen zeigen: einfache Individuen sind unter ihnen nicht häufig. Die Grösse der einfachen Krystalle wie der Zwillingcomplexe schwankt meist zwischen  $0^{\text{mm}}.2$  und  $1^{\text{mm}}$ ; selten sinken ihre Dimensionen unter  $0^{\text{mm}}.2$  und nur sehr vereinzelt steigen sie über  $1^{\text{mm}}.5$ . Ihre Schnitte bilden mehr oder weniger scharf begrenzte Rechtecke, Sechsecke, und, wenn Durchkreuzungszwillinge vorliegen, unregelmässige Figuren mit einspringenden Winkeln. Zuweilen treten Einzelindividuen wie Zwillinggebilde auch in abgerundeten Körnern auf. Die optischen Eigenschaften wurden auf den vorhergehenden Seiten behandelt.

Der Augit zeigt wenig präcise Formentwicklung und ausserordentlich prägnante Zonarstructur und skeletförmiges Wachstum: deshalb ist es kaum durchführbar, die Lage der Elasticitätsaxen zu den Spuren der Krystallflächen zu bestimmen. Sein Pleochroismus ist recht deutlich,  $\parallel a$  rein gelb,  $\parallel b$  grünlich gelb und  $\parallel c$  röthlich grau. Der Grad der Absorption wechselt in den verschiedenen Zonen sehr, so dass man den schaligen Aufbau der Krystalle meist schon ohne Analysator erkennt. Seine Auslöschungsschiefe geht über  $40^\circ$ . An Einschlüssen führt er häufig Apatit und Perowskit: nicht selten ist er mit grösseren Erz- oder Apatitkörnern verwachsen.

Der Apatit führt meist grosse Mengen von äusserst winzigen opaken Einschlüssen, die regellos in den Schnitten vertheilt sind.

Perowskit in  $0^{\text{mm}}.02-0^{\text{mm}}.2$  grossen rundlichen Körnern ist recht häufig; er hat gelblich rothe bis röthlich violette Farbe und zeigt meist geringe Spuren von Doppelbrechung.

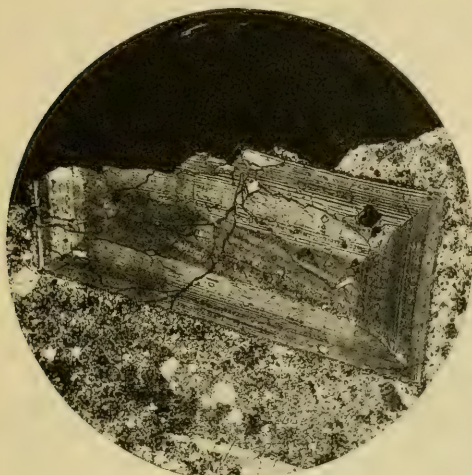
Als Übergemengtheil tritt ferner noch recht häufig »Erz« in  $0^{\text{mm}}.08-0^{\text{mm}}.5$  grossen quadratischen, dreieckigen und unregelmässig, aber geradlinig begrenzten, seltener in rundlichen Schnitten auf: sie führen nicht selten Einschlüsse von Apatit.

Die Grundmasse besteht etwa zur Hälfte aus einem hypidiomorphkörnigen Gemenge von Augit und Nephelin mit wenigen eingestreuten Titanit- und Erzkörnchen. Augit und Nephelin stehen in einem Mengenverhältniss von etwa 3:2. Der Augit zeigt wenig gute Formentwicklung, er liegt in Körnchen und Säulchen von  $0^{\text{mm}}.01$  bis höchstens  $0^{\text{mm}}.04$  Grösse vor. Seine Farbe ist graugrün bis grünlich gelb. Er zeigt deutlichen Pleochroismus. Seine Auslöschungsschiefe steigt bis über  $40^\circ$ ; die Auslöschung ist häufig unvollkommen, die Polarisationstöne sind verhältnissmässig sehr hoch. Wahrscheinlich gehört er zu den alkalireichen, wohl auch titanhaltigen Gliedern der

Pyroxen-Reihe. Der Nephelin der Grundmasse tritt selten in idiomorphen Kryställchen auf; meist zeigt er unregelmässig geformte Schnitte, die ihre Umrisse von den offenbar früher ausgeschiedenen Augiten erhalten. Der Titanit tritt in rundlichen Körnchen oder in grösseren lappigen einheitlich orientirten Massen, ähnlich wie bei den Leucitnepheliniten beschrieben, auf.

Die andere Hälfte der Grundmasse besteht aus einem hypidiomorphkörnigen Gemenge von einem isotropen Mineral. Erz und wenig Augit. Dieselben stehen in einem Mengenverhältniss von 3 : 1 : 1. Das

Fig. 19.



Augit.

isotrope Material zeigt niedrigen Brechungsindex und unregelmässige Umgrenzung, vielleicht ist es Leucit; es ist vielfach durchsetzt von äusserst feinen langen klaren Augitnadelchen. Der Augit ist derselbe wie der oben beschriebene.

Die zweite Ausbildungsform der Grundmasse tritt in der ersteren in  $0.1-1.5$  grossen unregelmässig begrenzten verschwommenen Flecken auf. Man kann sie als eutaxitische Differenzirung des Magmas auffassen oder aber, was

mir wahrscheinlicher scheint, als Neubildungsproducte eines intratellurisch gebildeten, unter niedrigem Druck aber nicht mehr bestandfähigen eisenhaltigen Silicats.

Die mehr körnigen Nephelinite führen in zwei Generationen nur Augit. Derselbe zeigt prächtvolle Zonarstruktur (vergl. Fig. 19) und ausgezeichnete skelettförmige Wachstumserscheinungen, die noch dadurch besonders interessant sind, dass auch die das Skelet ausheilende Augitmasse in sehr vielen optisch und wohl auch chemisch verschiedenen Zonen auftritt. Seinen optischen Eigenschaften nach, Farbe, Pleochroismus, Doppelbrechungsvermögen und Lage der Elasticitätsachsen ist es ein basaltischer Augit, der ein wenig zu den Aegirin-Augiten hinneigt; aus der Bausehanalyse geht hervor, dass er einen

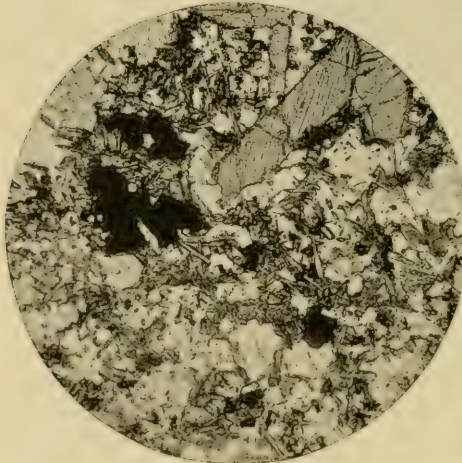
kleinen Gehalt an Mangan hat. Seine Umrisse sind in Folge von Weiterwachsthum noch während der jüngsten Ausscheidungsperiode, was sich durch dünne, zaekig lappige, meist grüngelblich wohl alkalireiche äussere Zonen kundgibt, wenig exact. Zwillingbildungen und strahlenförmige Verwachsung von mehreren Individuen sind recht häufig. Die Augiteinsprenglinge machen etwa  $\frac{1}{4}$  der Gesteine aus: im Übrigen bestehen dieselben aus einem körnigen Gemenge von mehr oder weniger idiomorphem Nephelin, gänzlich formlosem Leucit, grossen und kleinen Erzkörnern und zahlreichen Augitsäulchen. Als Übergemengtheile treten in meist grosser Zahl Perowskit, Apatit und Titanit auf.

Eine Grundmasse bildet dieses Gemenge im Gegensatz zu den Augiteinsprenglingen nur insofern, als man die Bildung der letzteren auf eine intratellurische Krystallisationsperiode beziehen kann: ihrer ganzen Erscheinungsform, ihrem Volumen und mit gewisser Beschränkung ihrer Formentwicklung nach stehen Nephelin und Leucit, die jeder für sich ebenso oder doch fast ebenso breiten Raum einnehmen wie die grossen Augite, gegen diesen wenig zurück.

In der Reihenfolge der Ausscheidung dieser Mineralien zweiter Krystallisationsperiode geht der Augit voran, doch dauerte seine Ent-

wicklung bis zum letzten Moment der Erstarrung des Gesteins. Leucit und Nephelin zeigen keine Merkmale zeitlich verschiedener Bildung. Der Gang der Verfestigung der Gesteine nach dem Erguss hatte offenbar folgenden Verlauf. Zunächst schied das Magma den grössten Theil der eisen- und magnesiahaltigen Moleküle unter Bildung von kleinen Augitkryställchen aus; darauf begann die Krystallisation von Nephelin und Leucit und gleichzeitig mit dem fortschreitenden

Fig. 20.



Nephelinit.

Wachsthum dieser Mineralien wurden die Augitmikrolithen auch unter stetigem aber langsamem Fortwachsen bei Seite und zusammengedrängt, und Nephelin und Leucit wuchsen so lange weiter, bis sie sich gegen-



seitig entweder unmittelbar oder mit Zwischenschaltung von Augitmikrolithen berührten und dieser Moment war gleichzeitig bez. gleichbedeutend mit der Erschöpfung des Magmas an beweglichen Molekülen, er war der Verfestigungsmoment des Gesteins selbst. So lange die krystallisirenden Mineralien noch unbehindert in dem zum grössten Theil flüssigen Magma schwebten, hatten sie die ihnen charakteristische Form, sie verloren dieselbe erst dann, als sie theilweise durch die be-

Die Bausechanalyse ergab:<sup>1</sup>

SiO <sub>2</sub>	40.15	Procent,
TiO <sub>2</sub>	3.21	"
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17.32	"
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7.25	"
FeO	4.00	"
MnO	0.08	"
MgO	4.43	"
CaO	11.78	"
Na <sub>2</sub> O	5.99	"
K <sub>2</sub> O	3.78	"
H <sub>2</sub> O	1.18	"
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.71	"
CO <sub>2</sub>	0.15	"
ZrO <sub>2</sub>	0.35	"

Summa 100.38 Procent.

Spec. Gew. 3.01 "

nachbarten Individuen in ihrer regelmässigen Fortbildung eingeschränkt wurden und den natürlich unregelmässig begrenzten noch verfügbaren Raum ausfüllend weiter wuchsen.

Der Nephelin ist besonders ausgezeichnet durch die oben beschriebene Zwillingbildung und durch die nicht normalen optischen Eigenschaften; hier möchte ich nur noch nachtragen, dass zuweilen solche Complexe von verzwilligten Individuen, deren Schnitte keine gesetzmässige Umgrenzung aufweisen, Zonen von winzigen staubförmigen Einschlüssen führen, die den Tracen von in einem bestimmten Wachstumsstadium vor-

handen gewesenen Krystallflächen entsprechen.

Die Grösse der Nepheline schwankt zwischen  $0^{mm}15$  und  $2^{mm}$ , nur selten sinkt sie bis auf  $0^{mm}05$  herab.

Der Leucit zeigt, wie schon oben gesagt, gar keine Krystallformen, er liegt nur in unregelmässig begrenzten Körnern vor, die Dimensionen derselben schwanken zwischen  $0^{mm}05$  und  $1^{mm}$ , erkannt wurde er an niedrigen Brechungsexponenten, seiner sehr schwachen Doppelbrechung und stets vorhandener Zwillinglamellirung in zwei, drei und auch vier sich durchkreuzenden Systemen (vergl. Fig. 21).

Die Augite zweiter Generation treten meist in wenig gut umgrenztem langen Säulchen und Nadelchen auf, ihre Länge schwankt zwischen  $0^{mm}3$  und  $0^{mm}08$ , ihre Dicke zwischen  $0^{mm}05$  und  $0^{mm}003$ . Ihre optischen Eigenschaften sind dieselben wie die der Einsprenglings-Augite, auch sie sind deutlich zonar und in Skeletform aufgebaut. Häufig haben sie verhältnissmässig breite äussere Zonen von Aegirin-Augit.

Erz in  $0^{mm}1$  bis  $0^{mm}7$  grossen Schnitten, deren Form auf das reguläre System hinweist, sind ziemlich häufig, vielfach führen sie Einschlüsse von Apatit.

<sup>1</sup> Diese und die anderen Analysen dieser Arbeit wurden von Hrn. Dr. DITTRICH in Heidelberg ausgeführt.

Fig. 21.



Leucit in Nephelinit.

Fig. 22.



Perowskit-Skelete (Vergr. 1:1000).

Apatit tritt in den verschiedenen Typen der Gesteine in wechselnden Mengen auf, in einigen Varietäten ist er recht häufig. Seine Dimensionen schwanken zwischen  $0^{\text{mm}}02$  und  $0^{\text{mm}}6$ , meist sind die Kryställchen getrübt oder auch ganz schwarz von regellos in den Schnitten vertheilten winzigen opaken Einschlüssen.

Titanit ist in den meisten Gliedern dieser Gesteinsreihe ziemlich selten, in einigen Varietäten tritt er aber auch häufiger auf. Er wurde stets nur in  $0^{\text{mm}}05$   $0^{\text{mm}}1$  grossen Körnern, nie in idiomorphen Krystallen beobachtet.

Perowskit tritt in all den hierhergehörigen Gesteinen ziemlich häufig auf, er hat röthlichgelbe bis röthlichviolette Farbe, nur vereinzelt zeigt er sehr geringe Doppelbrechung. Gleich wie Apatit und Erz gehört er im Allgemeinen zu den ältesten Ausscheidungen, nur in einigen Varietäten der Nephelinite tritt er ausserdem noch in Ske-

letform als eins der jüngsten Krystallisationsproducte auf. Er bildet weit verzweigte, ästige, kammförmige, federfahnenähnliche oder auch

korallenstockähnliche Skelete, die aus einem oder mehreren Hauptästen und vielen einander parallelen oft wieder verzweigten Nebenästen bestehen. Solche Gebilde nehmen nicht selten einen Raum von  $0^{mm}2$  ein.

Die einzelnen Zweige werden selten dicker als  $0^{mm}002$ , in ihrer Längsrichtung wachsen sie bis zu  $0^{mm}2$ . Sie sind schwach gelblich gefärbt, ihr Relief ist sehr hoch, Doppelbrechung zeigen sie nicht. Vielfach liegen sie aber so dicht neben einander und über einander, dass sie schöne leuchtende Gitterspectren erzeugen. Senkrecht zur Längserstreckung scheinen sie unter starker Spannung zu stehen, denn im polarisirten Licht zeigen die senkrecht zu ihrer Längserstreckung getroffenen kreisförmigen Schnitte der Skelete deutliche Interferenzkreuze. Um diese Erscheinung zu beobachten muss man allerdings 1500fache, besser noch 2000fache Vergrößerung anwenden. Vielfach tragen, so wie die Äste eines Baumes Früchte, die Enden dieser feinen Zweige deutliche Perowskitkryställchen, die vereinzelt bis zu  $0^{mm}02$  gross werden und deutlich schwache Polarisationstöne und Zwillingsbildung erkennen lassen

---

Ausgegeben am 11. April.

---