

BULLETIN
DE LA
COMMISSION GÉOLOGIQUE
DE FINLANDE

N:o 52

ÜBER THERALIT UND IJOLIT

VON
UMPTEK AUF DER HALBINSEL KOLA

VON
TH. BRENNER

MIT 4 FIGUREN IM TEXT

HELSINGFORS
MÄRZ 1920

Fascicules parus du Bulletin de la Commission géologique de Finlande (en vente dans la librairie Akademiska bokhandeln, Helsingfors).

N:o 1.	Cancrinitsyenit und einige verwandte Gesteine aus Kuolajärvi, von WILHELM RAMSAY und E. T. NYHOLM. Mit 4 Figuren im Text. Mai 1896.....	1: 50
N:o 2.	Ueber einen metamorphosirten präcambrischen Quarzporphyr von Karvia in der Provinz Åbo, von J. J. SEDERHOLM. Mit 12 Figuren im Text. Dec. 1895	2: 25
N:o 3.	Till frågan om det senglaciala hafvets utbredning i Södra Finland, af WILHELM RAMSAY, jemte Bihang 1 och 2 af VICTOR HACKMAN och 3 af J. J. SEDERHOLM. Med en karta. Résumé en français: La transgression de l'ancienne mer glaciaire sur la Finlande méridionale. Févr. 1896.....	3: 75
N:o 4.	Ueber einen neuen Kugelgranit von Kangasniemi in Finland, von BENJ. FROSTERUS. Mit 2 Tafeln und 11 Figuren im Text. April 1896	3: 75
N:o 5.	Bidrag till kannedomen om Södra Finlands kvartära nivåförändringar, af HUGO BERGHELL. Med 1 karta, 1 plansch och 16 figurer i texten. Deutsches Referat: Beiträge zur Kenntnis der quartären Niveauschwankungen Süd-Finnlands. Mai 1896	6: —
N:o 6.	Über eine archaische Sedimentformation im südwestlichen Finnland und ihre Bedeutung für die Erklärung der Entstehungsweise des Grundgebirges, von J. J. SEDERHOLM. Mit 2 Karten, 5 Tafeln und 96 Figuren im Text. Févr. 1899	15: —
N:o 7.	Über Strandbildungen des Litorinameeres auf der Insel Mantsinsaari, von JULIUS AILIO. Mit 1 Karte und 8 Figuren im Text	3: 75
N:o 8.	Studier öfver Finlands torfmossar och fossila kvartärflora, af GUNNAR ANDERSSON. Med 21 figurer i texten och 216 figurer å 4 taflo. Deutsches Referat: Studien über die Torfmoore und die fossile Quartärflora Finlands. Déc. 1899	12: —
N:o 9.	Esquisse hypsométrique de la Finlande, par J. J. SEDERHOLM. Avec 1 carte. Nov. 1899	3: —
N:o 10.	Les dépôts quaternaires en Finlande, par J. J. SEDERHOLM. Avec 2 figures dans le texte et 1 carte. Nov. 1899	3: —
N:o 11.	Neue Mitteilungen über das Ijolithmassiv in Kuusamo, von VICTOR HACKMAN. Mit 2 Karten, 12 Figuren im Text und 4 Figuren auf einer Tafel. Mars 1900	4: 50
N:o 12.	Der Meteorit von Bjurböle bei Borgå, von WILHELM RAMSAY und L. H. BORGSTRÖM. Mit 20 Figuren im Text. Mars 1902.....	3: —
N:o 13.	Bergbyggnaden i sydöstra Finland, af BENJ. FROSTERUS. Med 1 färglagd karta, 9 taflo och 18 figurer i texten. Deutsches Referat: Der Gesteinsaufbau des südöstlichen Finland. Juli 1902.....	12: —
N:o 14.	Die Meteoriten von Hvittis und Marjalahti, von LEON. H. BORGSTRÖM. Mit 8 Tafeln. April 1903	7: 50
N:o 15.	Die chemische Beschaffenheit von Eruptivgesteinen Finlands und der Halbinsel Kola im Lichte des neuen amerikanischen Systemes, von VICTOR HACKMAN. Mit 3 Tabellen. April 1905	7: 50
N:o 16.	On the Cancrinite-Syenite from Kuolajärvi and a Related Dike rock, by I. G. SUNDELL. With one plate of figures. August 1905	3: —

ÜBER
THERALIT UND IJOLIT

VON

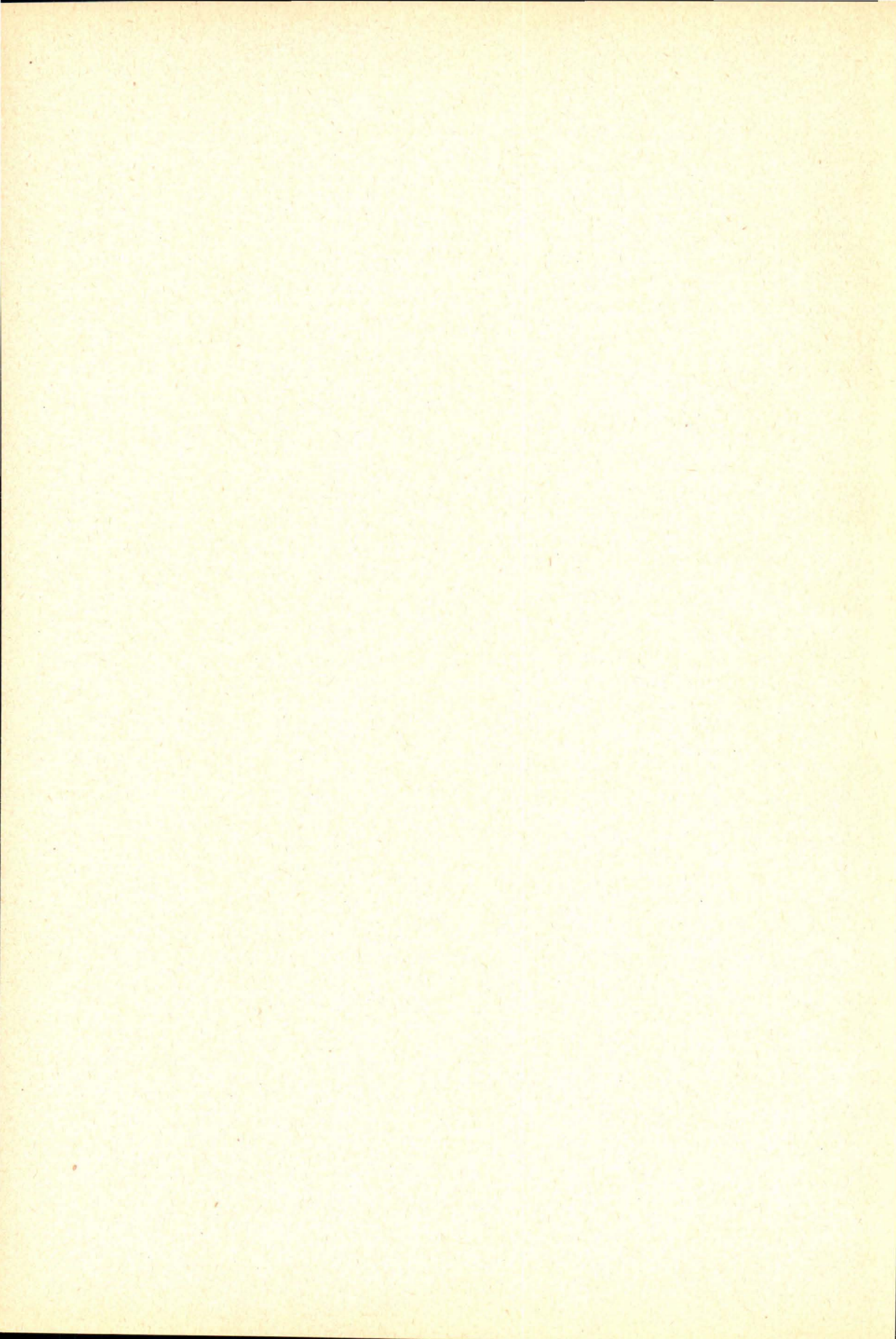
UMPTEK AUF DER HALBINSEL KOLA

VON

TH. BRENNER

MIT 4 FIGUREN IM TEXT

HELSINGFORS, 1920
DRUCKEREI DES STAATSRATS



Inhaltsverzeichnis.

	Seite.
Der Theralit	1
<i>Die Mineralien des Gesteins</i>	2
<i>Die chemischen Verhältnisse</i>	6
Vergleichung nach dem amerikanischen System	8
Vergleichung nach Osanns System	14
Ein neuer Ijolit von dem Tale Tachtarwum	17
<i>Die Mineralien des Gesteins</i>	17
<i>Die chemischen Verhältnisse</i>	21
Anhang: Analysen von Theraliten und anderen nahe stehenden Gesteinen ...	25

Der Theralit.

Den Anlass zu vorliegendem Aufsatz gab eine Reise nach der Halbinsel Kola, zu welcher der Verfasser dank dem Entgegenkommen des Herrn Prof. W. Ramsay im Sommer 1911 Gelegenheit hatte. Das hohe Gebirge Umptek (russisch Chibinä), welches aus Nephelinsyenit und anderen Gesteinen der Alkaligruppe besteht, wurde dabei besucht. W. Ramsay und V. Hackman¹ beschrieben die verschiedenen Gesteinstypen; unter diesen auch Theralit.

Cirka 15 km von Bjelaja Guba (= Eneman, eine östliche Bucht des Sees Imandra) nahe den Quellen des Stromes Lutnjärmajok findet sich der Theralit in den steilen Nephelinsyenitwänden, welche das Tal Tachtarwum umgeben. In dem grobkörnigen Chibinit (= Nephelinsyenit) beobachtet man hier, gerade bei dem zum Tale Kunwum führenden Passe, oben an den mächtigen Trümmern niedergerutschter Blöcke, eine annähernd horizontale Bankung.

Nach Ramsay² und Hackman³ sollte der Theralit hier wenigstens 100 m mächtige Partien mit wahrscheinlich viel grösserer Ausdehnung in horizontaler Richtung bilden, und er sollte zwischen den Nephelinsyenitbänken eingeklemmt liegen. Desgleichen sollten auch die Berge auf beiden Seiten des Passes aus Theralit bestehen, der auch hier durch horizontale Bankung gekennzeichnet sein sollte.

Im Gegensatz zu dieser Annahme fanden wir auf unserer Reise 1911, dass der Theralit in Wirklichkeit in Form mehrerer, 1—2 m breiten, vertikalen Gänge, die die horizontale Bankung des Nephelinsyenits durchschneiden, auftritt. Besonders an dem östlichen Bergeshang des Passes kommen sie reichlich vor, aber setzen auch nach Westen fort. Das Streichen der Gänge ist ENE—WSW. Bald

¹ Fennia 11, N:o 2, 1894.

² Pag. 86.

³ Pag. 167.

schwellen sie zu einer Breite von 2 m an, bald verzweigen sie sich, doch so, dass die Zweige noch immer annähernd parallel in derselben Richtung verlaufen. Der Theralit tritt also als jüngere Gänge in dem Nephelinsyenit auf, und weder, wie man es früher annahm, als Lagergänge noch als Differentiationen in dem Hauptgestein. Die Grenze zwischen den beiden Gesteinen ist scharf und keine Kontakteinwirkung ist zu sehen.

Der Theralit ist seiner Ausbildung nach ein typisches Tiefengestein, und es giebt sowohl grobkörnige, helle als feinkörnige, dunkle Arten. Der häufigste dunkle Gemengteil, der Augit, tritt oft in porphyrischen Körnern auf. Makroskopisch scheint das Gestein frisch und homogen zu sein. Die Übereinstimmung mit anderen Theraliten, zunächst mit denjenigen von Duppau¹ und Serra de Monchique² ist gross. Dagegen gleicht er gar nicht dem Theralit von Katzenbuckel im Odenwald³. Grosse Ähnlichkeit zeigt er weiter mit dem Teschenit von Tetschen und dem Shonkinit von Square Butte in Montana⁴.

Bei der mikroskopischen Untersuchung wurden folgende Mineralien gefunden: Augit, Hornblende, Biotit, Nephelin, Plagioklas, (Orthoklas), Apatit, Olivin, Magnetkies, (Magnetit), Titanit, Sodalith, (Serpentin) und Zeolith. Mikroskopisch ist die Struktur nicht regelmässig, sondern bald finden wir grosse Anhäufungen bestimmter Mineralien, bald liegen die Mineralien gleichmässiger verteilt.

Der *Augit*, das häufigste Mineral, ist tafelförmig nach (100) ausgebildet und ist ohne deutliche Kristallbegrenzung wegen der ihn umschliessenden Hornblende- und Glimmerkränze. Spaltbarkeit nach (110), (100) und auch nach (010) ist häufig. Die Farbe ist hellgrau, oft ungleichmässig schwach violett, und im Querschnitt von gelben Nuancen. Der Pleochroismus ist schwach, aber noch sichtbar. Die Farbe scheint auch in einem gewissen Zusammenhang mit zahlreich vorkommenden, kleinen, dunklen, nadelförmigen Erzeinschlüssen zu stehen. Wo diese zahlreicher vorkommen ist die Farbe dunkler violett. Bisweilen sind sie zonenweise, hauptsächlich Doma- und Py-

¹ *Frans Bauer*: Petrographische Untersuchungen des Duppauer Theralithvorkommens. *Tschermaks Min., Petr. Mitt.*, 1903, XXII.

² *K. von Kraatz-Koschlan und V. Hackman*: Der Eläolithsyenit der Serra de Monchique, seine Gänge und Kontaktgesteine. *Tschermaks Min. Petr. Mitt.*, 1896, XVII.

³ *W. Freudenberg*: Geologie und Petrographie des Katzenbuckels im Odenwald. *Mitt. Grossh. Bad. Geol. Landesanstalt.*, Band V, 1906.

⁴ *Weed and Pirsson*: Highwood Mntns. of Canada. *Bull. Geol. Soc. of America*; 1895, VI.

ramidebenen auszeichnend, reichlicher vorhanden, wodurch auch die Farbe in verschiedenen Zonen verschieden ist. Die Interpositionen sind sehr klein und undurchsichtig ohne bestimmbareren Glanz. Die Längsachsen der Nadeln sind in zwei kristallographischen Richtungen orientiert, welche beide $\parallel (010)$ laufen. Die auf (010) abgelesenen Winkelwerte sind in einem Falle 76° , in einem anderen $73^\circ 30' - 74^\circ 30'$ zwischen den Richtungen und $10^\circ 30'$ und $65^\circ 30'$ mit Spalt- rissen nach (100) und den Prismen. Dieses zeigt, dass die Einschlüsse eben dieselben sind, welche Frans Bauer aus dem Dup- pauer-Theralit beschreibt, und welche nach ihm $\parallel (901)$ und (103) liegen. Ausser diesen Einschlüssen in dem Augit findet sich Mag- netit, bisweilen in Kristallen, Titanit, Apatit und Biotit. Noch scheint es als ob der Augit aus Olivin entstanden sei, da der letz- tere oft von dem ersteren umgeben vorkommt.

Die optischen Eigenschaften des Augits sind: Auslöschungsschiefe auf (010) c:c cirka 40° , welche aber nicht distinkt ist, weil die Werte der Auslöschungswinkel für Rot bis 3° grösser als für Violett sind. Die optische Achsenebene fällt mit der Symmetrieebene zusammen. Zwillinge nach (100) und Durchdringungszwillinge nach (101) sind nicht selten. Die Doppelbrechung und die Auslöschungsrichtungen wechseln in demselben Schnitte. In gewissen Individuen liegen diese Partien mit verschiedenen Eigenschaften ganz unregelmässig verteilt, und Übergänge vermitteln zwischen den extremen Ausbildungsfor- men. Das Wechseln des Charakters ist von primären Variationen in der chemischen Zusammensetzung abhängig, wie auch Rohrbach in dem Teschenit aus der schlesisch-mährischen Kreideformation¹ be- obachtet hat, und keine beginnende Uralitisierung, wie sie J. Mac Pherson² aus Cezimbra in Portugal beschreibt.

Da man es überhaupt behauptet hat, dass die Farbe, die opti- schen Eigenschaften und deren wenig konstanter Charakter in Zu- sammenhang mit TiO_2 steht, wurde eine chemische Analyse gemacht, wobei das Analysenmaterial mit schweren Flüssigkeiten und Magnet gereinigt wurde. Das Resultat ist folgendes:

SiO_2 ; Al_2O_3 ; Fe_2O_3 ; FeO ; TiO_2 ; CaO ; MgO ; unbest. Rest; Summe.
44,72; 11,73; 2,84; 8,91; 2,87; 17,00; 5,40; (6,53); 100,00.

¹ Über die Eruptivgesteine im Gebit der schlesisch-mährischen Kreidefor- mation. Tschermaks Min. Petr. Mitt., 1898, XVIII.

² Résumé d'une description des roches mentionées dans la note prélimi- naire sur les vallées tiphoniques etc. par M.-P. Choffat. Bull. de la soc. géol. de France, 3:e série, t. X, pag. 191. Séance du 3. 4. 1882.

Spuren von MnO sind auch wahrgenommen. Da keine grösseren Mengen des Materials zur Verfügung standen, ist die Analyse unvollständig.

Ein ungewöhnlich hoher Gehalt an TiO_2 ist demgemäss vorhanden. In chemischer und auch mineralogischer Hinsicht verwandte Augite finden wir im Teschenit aus der schlesisch-mährischen Kreideformation¹, im Augit-Teschenit von Point Sal in Californien² und in mehreren Nephelinstein von Cap Verden³. Diese sind überhaupt reich an Al_2O_3 und Alkalien.

Bisweilen kommen in dem Theralit von Tachtarwum zwischen Augit und Hornblende, da wo diese jenen umgiebt, grüne aegirinartige Pyroxene vor.

Die *Hornblende* ist braun und tritt als selbständige Kristalle, mit unregelmässigen Formen oder als in strahligen Gruppen angeordnete Nadeln sowie in Parallelstellung mit dem Augit auf. Das Zeichen des Pleochroismus ist $c > b > a$. Auslöschungsschiefe $c:c = 12^\circ - 15^\circ$.

Die Grenzen zwischen dem Augit und der Hornblende sind unscharf. Zuweilen stechen Apophysen von Hornblendesubstanz in den Augit hinein, und eine Übergangszone von grünem Pyroxen ist deutlich bemerkbar. (Vgl. Fig. 1). Es scheint als ob die Zeit der Kristallisation des Augits ein wenig überschritten gewesen sei, und um dieses auszugleichen sind die Kanten des Augits durch Wiederauflösung zerfressen, und die Substanz hat sich als Hornblende wieder auskristallisiert.

Ähnliche Verhältnisse beschreibt C. Rohrbach in Teschenit aus der schlesisch-mährischen Kreideformation. Die-

sen Ersatz des Augits durch Hornblende bei der Kristallisation erklärt er durch die chemischen Ähnlichkeiten des Augits und der Hornblende.

Der *Biotit* (Pleochr. c braun, a und b hellgelbe) kommt oft mit Nadeln und Leisten von Hornblende zusammen vor. Häufig finden sich grosse strahlenförmige Aggregate von Biotitnadeln, die oft

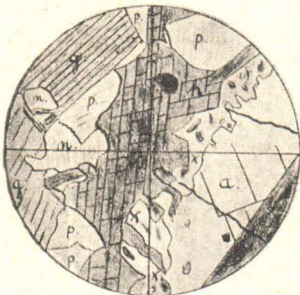


Fig. 1. Augit und Hornblende in paralleler Verwachsung. a = Augit, h = Hornblende, x = augitische Übergangszone, g = Glimmer, p = Plagioklas, n = Nephelin.

¹ Loc. cit.

² Harald W. Fairbanks: The Geology of Point Sal. University of California. Bull. of the Dep. of Geology, 1896; II.

³ C. Doelter: Die Vulkane der Cap Verden und ihre Produkte; Graz 1882.

Kerne anderer Mineralien umschliessen. Der Biotit ist zum Teil durch Resorption des Augits (vgl. Fig. 2) und möglicherweise sogar bei der Umwandlung des Olivins entstanden.

Die Eigenschaften des *Olivins* sind die gewöhnlichen. Optischer Charakter positiv. Höchste Doppelbrechung 0,035. Brechungsexp. 1,7—1,6. Opt. Achseneb. \parallel (001). Federartige Erzeinschlüsse sind sehr häufig. In einem Schnitte aus der Zone (010)(100) entscheidet man zwei sich kreuzende Schaaren von Einschlüssen, die einen Winkel von 36° bilden, wobei die optische Achsenebene den Supplement-Winkel desselben halbiert. (Vgl. Fig. 3) Umwandlungsprodukte nach Olivin sind Biotit, Erzminerale und Serpentin. Zuweilen scheint es als ob die strahligen Mineralanhäufungen mit Augitkernen bei Umwandlung des Olivins, nach Rosenbusch's Beobachtungen in Essexiten¹, entstanden seien. Es finden sich näm-

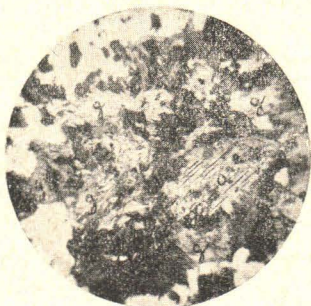


Fig. 2. Glimmeranhäufungen einen augitischen Kern umgebend. a = Augit, g = Glimmer.



Fig. 3. Erzeinschlüsse in dem Olivin.

lich Fälle, wo ein deutlicher kristallographischer Zusammenhang zwischen Augit und einem in diesem befindlichen in Serpentinisierung begriffenen Olivinkern zu sehen ist.

Die Zusammensetzung der vorkommenden *Feldspathe* ist nicht konstant. Zum grössten Teil ist ein mittelsaurer Plagioklas vorherrschend. Daneben kommen in kleineren Mengen Albit und auch Orthoklas und Mikroklin vor. Die Feldspathe sind überhaupt nicht frisch, und sie enthalten chloritische Umwandlungsprodukte.

Der *Nephelin* tritt wahrscheinlich in zwei Generationen auf; erstens allotriomorph die Hohlräume zwischen den anderen Mineralien ausfüllend, und zweitens als Einschlüsse in den Plagioklasen, wobei aller Nephelin in einem Plagioklas-Individuum gleich orientiert ist.

¹ Mikroskopische Physiographie, Stuttgart 1907.

Ungewöhnliches für die Gesteine aus Umptek, die nach Ramsay und Hackman überhaupt gar keinen *Apatit* enthalten, ist hier das reichliche Vorkommen dieses Minerals.

Über die accessorisch vorkommenden Mineralien, *Sodalith*, *Titanit* und *Zeolith*, ist nichts besonderes zu erwähnen.

Die *Erzminerale* wurden in dem bei der Bereitung der Analysesubstanz für Augit erhaltenen Rest chemisch untersucht. Ein starker H_2S -Geruch beim Erhitzen mit konc. HCl spricht für Magnetkies, und eine gute TiO_2 -Reaktion in einem dabei zurückgebliebenen Reste für Ilmenit, oder auch dafür, dass der Magnetit ein Titanomagnetit sei.

Bei der Kristallisation haben die (Ca, Mg, Fe)-Silikate sich zuerst gebildet und nachher (Ca, Al)-Silikate, und hierdurch konnte die in verwandten Gesteinen häufig bemerkte ophitische Struktur nicht entstehen.

Unter den Tiefengesteinen bilden die Theralite eine gut begrenzte Klasse. Ihre Mineralkombination, Nephelin und Plagioklas, ist ein wichtiges Charakteristikum und daneben haben sie so viele eigene und gemeinsame Eigenschaften, dass es eine Notwendigkeit ist, diese in einer natürlichen Systematik zu einer bestimmten Gruppe zusammenzuführen. Als Typen können die Theralite von Kola und Duppau angesehen werden.

Da bei Vergleich mit verwandten Gesteinen gefunden wurde, dass zunächst die Theralite im engeren Sinne, vor allem der von Duppau, Kola und Serra de Monchique und noch einige Teschenite von Tetschen, und ferner die Shonkinite sehr viele gemeinsame mineralogische und petrographische Übereinstimmungen zeigen, entstand die Frage, ob sie auch in jetzigen chemischen und, wie es vom Anfang an gesagt werden soll, künstlichen Systematiken zu begrenzten, zusammenhängenden Gruppen zusammengeführt sind. Sollen die Gesteine in ein natürliches ideelles System eingepasst werden, müssen sie sowohl mineralogisch und petrographisch als auch chemisch genau bekannt sein. Hält man dagegen nur eine von diesen Eigenschaften vor Augen, kann die Systematik nicht alle Forderungen erfüllen. Im folgenden werden zwei Klassifikationen, die amerikanische und die von Osann, geprüft, und daneben wird die Zusammensetzung einiger nahestehender Typen insgemein und besonders des Kola-Theralites vorgelegt und diskutiert. Wir fangen mit oben geschildertem Theralite an.

Die chemische Zusammensetzung des Kola-Theralites entspricht vollständig den Forderungen für die zu den Theraliten im engeren

Sinne gehörenden Gesteine, und könnte gerne als Typus dieser angesehen werden. Sie werden durch einen niedrigen Kieselsäuregehalt und reichliche Mengen der zweiwertigen Metalloxyde, vor allem CaO und dann auch FeO und MgO, charakterisiert. Daneben sind Alkalioxyde mit überwiegendem Na₂O reichlich vorhanden. Der relativ hohe Al₂O₃-Gehalt hat die Bildung des Nephelins, der Feldspathe und der Hornblende befördert.

Nach Analysen von Eichleiter und Ausrechnungen gemäss des amerikanischen kvantitativen Systems¹ von Hackman² können für den Theralit von Tachtarwum folgende Resultate angeführt werden:

	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	H ₂ O	Summe.
%	46,53	2,99	14,31	3,61	8,15	0,22	12,13	6,56	4,95	1,58	0,20	101,23
mol. pr.	,776	,037	,140	,023	,014	,003	,217	,164	,080	,017		

Norm:

	ne	or	ab	an	di	ol	mt	il	H ₂ O	Summe.
%	18,74	9,45	7,34	11,95	39,02	3,74	5,34	5,65	0,20	101,40

$$\frac{\text{Sal}}{\text{Fem}} = \frac{47,4}{53,7}; < \frac{5}{3} > \frac{3}{5}; \text{ Salfeman; III.}$$

$$\frac{\text{L}}{\text{F}} = \frac{18,7}{28,7}; < \frac{5}{3} > \frac{3}{5}; \text{ Kamerunar; 7.}$$

$$\frac{\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}}{\text{CaO}} = \frac{97}{43}; < \frac{7}{1} > \frac{5}{3}; \text{ Kamerunas; 2.}$$

$$\frac{\text{K}_2\text{O}}{\text{Na}_2\text{O}} = \frac{17}{80}; < \frac{3}{5} > \frac{1}{7}; \text{ Kamerunos; 4.}$$

Die Stellung des Gesteins im System entspricht alsdann dem Ausdrucke III. 7. 2. 4., oder nach der amerikanischen Nomenklatur den Namen der Klasse und Unterklasse Salfeman, Kamerunar, Kamerunas, Kamerunos. Drücken wir die Eigenschaften dieser vier Abteilungen in gewöhnlichen Worten aus, so können wir sagen, dass der Theralit ein mittelsaures Gestein mit mehr Feldspath als Nephelin, mit mehr Alkali als CaO in Al-Silikaten und mit reichlicher Na₂O als K₂O in den salischen Mineralien ist.

Nach Osanns System bekommt der Theralit die Formel S_{15,1}; a₃; c_{1,5}; f_{15,5}; n = 8,3.

¹ *W. Cross, J. P. Iddings, L. V. Pirsson, H. S. Washington: Quantitative Classification of Igneous Rocks, 1903.*

² *Bull. de la Commission géologique de Finlande, N:o 15, Pag. 88.*

Die Vergleichung des Kola-Theralites mit anderen theralitischen Gesteinen nach dem *amerikanischen System* fangen wir mit einem shonkinitartigen Theralit von Martinsdale, Crazy Mountains, Montana, von J. E. Wolff¹ beschrieben, an.

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃	H ₂ O	Summe.
%	43,18	15,24	7,61	2,67	5,81	10,63	5,68	4,07	0,94	3,57	99,40
mol. pr.	,720	,149	,048	,038	,145	,189	,092	,043	,012	,196	

Norm:

	ne	no	lc	or	an	di	wo	mt	hm	H ₂ O	Summe.
%	15,9	8,4	12,6	7,8	7,2	31,3	2,1	8,8	1,6	3,6	99,3

$$\frac{\text{Sal}}{\text{Fem}} = \frac{51,9}{43,8}; < \frac{5}{3} > \frac{3}{5}; \text{ Salfeman; III.}$$

$$\frac{\text{L}}{\text{F}} = \frac{36,9}{15,0}; < \frac{7}{1} > \frac{5}{3}; \text{ Bohemar; 8.}$$

$$\frac{\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}}{\text{CaO}} = \frac{135}{26}; < \frac{7}{1} > \frac{5}{3}; \text{ Albanas; 2.}$$

$$\frac{\text{K}_2\text{O}}{\text{Na}_2\text{O}} = \frac{43}{92}; < \frac{3}{5} > \frac{1}{7}; \text{ Covos; 4.}$$

Die grösste Verschiedenheit zwischen diesen beiden Analysen, der theralitischen Gesteine von Tachtarwum und Martinsdale, finden wir in dem Verhältnis L/F. Im letzten Falle giebt es mehr Alkali-Aluminium-Orthosilikate im Verhältnis zu Feldspäthen, weil Leucit und Nosean aus der Norm zu L addiert werden. Die Zusammengehörigkeit mit dem Kola-Theralit sollte demnach davon abhängig sein, ob der Leucit in der Tat zu finden ist, oder nur wegen der Kali-Menge, welche wahrscheinlich im Orthoklas gegenwärtig ist, hypothetisch angenommen ist. Leider stand weder J. E. Wolffs Abhandlung im Original noch Proben des Gesteins zur Verfügung. In einer preliminären Schilderung der Geologie der Crazy Mountains² beschreibt Wolff ein Gestein, das wahrscheinlich obengenanntes ist: »This rock was found to be composed of feldspar (in part tricline), augite and nephelin with biotite, sodalite, magnetite, olivine, aegirine — — — —». Leucit nennt er also nicht. Unter den Alkali-Aluminium-Orthosilikaten giebt es hier reichlicher Sodalith als in dem Kola-Theralit. Kali-Feldspath ist sehr häufig und kann in der Ausrechnung das Annehmen des Leucits bewirken. Wolff

¹ Notes on the Petrography of the Crazy Mountains and Other Localities in Montana Territory, Northern Transcontinental Survey, 1885.

² The Geology of the Crazy Mtns., Montana; Bull. Geol. Soc. of America; Vol. 3, 1892.

betont, dass dieses Gestein der erste bekannte typische Theralit, zu der von Rosenbusch aufgestellten Gruppe gehörend, sei. Rosenbusch selbst dagegen scheint nicht davon überzeugt, sondern er will alle Wolffs theralitartigen Gesteine von Crazy Mountains zu den Shonkiniten rechnen. Wie unten gezeigt wird, kann dieses Gestein aber nicht nach dem amerikanischen System zu der Mehrzahl der Shonkinite geführt werden.

Ob nun dieses Gestein zu den Shonkiniten oder zu den Theraliten gehört, so nimmt es jedenfalls nicht dieselbe Stellung ein, wie der Kola-Theralit. Immerhin zeigt es grosse Übereinstimmungen mit diesem insofern, als nur das Verhältnis L/F unter den vier gleichwertigen Abteilungen ein anderes ist. — Als Beweis für eine nicht immer wünschenswerte Empfindlichkeit in dem amerikanischen System kann in diesem Zusammenhang erwähnt werden, dass die Norm dieses Gesteins nach der Analyse ohne SO₃, sowie es gewöhnlich in der Litteratur ersichtlich ist, ausgerechnet wird, man dieselbe Stellung in dem System wie der Kola-Theralit, d. h. III. 7. 2. 4., erhält. (Auch kann hier bemerkt werden, dass die Summe in der Analyse ohne SO₃ 98,46 sein muss und nicht 99,46, wie es Hackman und mehrere andere Verfasser angeben.)

Den von Bauer beschriebenen Duppauer-Theralit¹ sieht Rosenbusch als Typus dieser Gesteine an. Sowohl mineralogisch als petrographisch stimmt er gut mit dem Kola-Theralit überein. Trotzdem erhält er keine nähere Stellung in dem amerikanischen System als oben genannter Shonkinit. Untenstehende Analysen zeigen die chemische und normative Zusammensetzung des Gesteins.

	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	S	H ₂ O	P ₂ O ₅	Summe.
%	44,42	1,63	13,33	9,14	6,35	5,74	10,60	5,60	1,81	0,18	1,75	0,35	100,90
mol. pr.	,743	,020	,130	,057	,089	,144	,189	,090	,019	,004	,097	,003	

Norm:

	or	ab	ne	an	di	ak	pr	il	mt	ap	H ₂ O	Summe.
%	10,56	32,49	7,95	5,84	33,58	0,40	0,24	3,04	13,22	1,01	1,75	100,08

$$\frac{\text{Sal}}{\text{Fem}} = \frac{56,84}{41,49}; < \frac{5}{3} > \frac{3}{5}; \text{ Salfeman; III.}$$

$$\frac{\text{L}}{\text{F}} = \frac{7,95}{48,89}; < \frac{3}{5} > \frac{1}{7}; \text{ Portugar; 6.}$$

$$\frac{\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}}{\text{CaO}} = \frac{109}{21}; < \frac{1}{7} > \frac{5}{3}; \text{ Monchiquas; 2.}$$

$$\frac{\text{K}_2\text{O}}{\text{Na}_2\text{O}} = \frac{19}{90}; < \frac{3}{5} > \frac{1}{7}; \text{ Monchiquas; 4.}$$

¹ Loc. cit.

Die Formel ist demgemäss III. 6. 2. 4., oder mit Namen Salfeman, Portugal, Monchiquas, Monchiquos. Auch hier ist das Verhältnis L/F ein anderes, während die übrigen gut übereinstimmen.

Es möchte noch des Vergleiches wegen die Analyse eines nahestehenden Gesteins von Cap Verde angeführt werden. C. Doelter¹ beschreibt dieses als Olivindiabas, während Franz Eigel² dasselbe »Teschenitähnliches Gestein« nennt, obwohl er weder Analcim noch Nephelin mit Bestimmtheit beobachtet hat.

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	H ₂ O	Summe.
%	39,64	16,98	6,61	9,31	10,58	6,65	3,09	5,95	1,32	100,13
mol. pr.	,661	,167	,041	,121	,189	,166	,032	,096	,076	

Norm:

	lc	ne	an	mt	ak	di	ol	H ₂ O	Summe.
%	13,95	27,26	10,84	9,51	12,09	7,05	18,18	1,32	100,20

$$\frac{\text{Sal}}{\text{Fem}} = \frac{52,05}{46,83}; < \frac{5}{3} > \frac{3}{5}; \text{ Salfeman; III.}$$

$$\frac{\text{L}}{\text{F}} = \frac{41,24}{10,84}; < \frac{7}{1} > \frac{5}{3}; \text{ Bohemar; 8.}$$

$$\frac{\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}}{\text{CaO}} = \frac{128}{39}; < \frac{7}{1} > \frac{5}{3}; \text{ Albanas; 2.}$$

$$\frac{\text{K}_2\text{O}}{\text{Na}_2\text{O}} = \frac{32}{96}; < \frac{3}{5} > \frac{1}{7}; \text{ Covos; 4.}$$

Das Gestein hat eine grosse Ähnlichkeit mit den Theraliten und soll wahrscheinlich zu den Tescheniten gerechnet werden, welche diabasartige Theralite sind und in welchen Analcim den Nephelin ersetzt. In dem amerikanischen System nimmt es dieselbe Stellung wie der L-reiche Shonkinit von Martinsdale ein, was man eigentlich nicht erwarten sollte, da man nicht einmal Spuren von Nephelin oder Sodalithmineralien in ihm gefunden hat. Es erhält hier also die Formel III. 8. 2. 4.

Wie aus diesen vier Analysenausrechnungen ersichtlich ist, variieren der Nephelin und die siliciumarmen Alkali-Aluminium-Silikate an Menge am meisten. In den Tabellen bezeichnet das eine Verschiebung in horizontaler Richtung. Das Verhältnis L/F ist dabei nicht ausschliesslich von der Gegenwart oder Abwesenheit bestimm-

¹ Loc. cit.

² Über einige Eruptivgesteine der Cap Verden; Tschermaks Min. Petr. Mitt., 1889, XI.

barer Mengen dieser Orthosilikate abhängig, wie es das zuletzt genannte Gestein zeigt.

Wir wollen nun weiter die Shonkinite betrachten, welche der mineralogischen Zusammensetzung nach den Theraliten nahe stehen, um zu sehen, wie sich hier die Verhältnisse stellen. Die Shonkinite sind durch ihren hohen K_2O -Gehalt gekennzeichnet, und sie enthalten reichlicher Orthoklas als die Theralite. Daneben scheint das Verhältnis L/F kleiner zu werden, was in einem Zurücktreten der Orthosilikate seine Ursache hat. Hierdurch bilden diese Gesteine einen Übergang zu den syenitischen Gesteinen, zu den Monzoniten. Vor allem in Amerika in Highwood Mountains, Montana, kommen viele Repräsentanten dieser Gruppe vor. Die meisten sind von Pirsson¹ beschrieben. Von Celebes erwähnt auch C. Schmidt² einige derselben. Die Stellung der Shonkinite in dem amerikanischen System ist ziemlich konstant. Sie wird grösstenteils durch die Formel III. 6. 2. 3. und die Namen Salfeman, Portugal, Monchiquas, Shonkinos ausgedrückt. Nach Pirsson ist der Shonkinit von Square Butte der Typus dieser Gesteine. Nach den Ausrechnungen sollte diese Gesteinsgruppe dem Theralite von Duppau nahe stehen, und unterscheidet sich nur durch den höheren Gehalt an K_2O . [11—14, 18—29]³.

Eine Stellung, welche sich auch derjenigen des Duppauer-Theralits nähert, hat eines von J. E. Wolffs⁴ theralitischen Gesteinen. Es ist das Gestein von Elbow Creek, Crazy Mntns., und wird von Rosenbusch als porphyrischer theralitartiger Shonkinit genannt. Die Stellung der Analyse [26] im System ist II. 6. 2. 4., Dosalan, Norgar, Essexas, Essexos. Nach dieser Ausrechnung kann das Gestein als ein saurer, d. i. salischer, Monchiquos angesehen werden, und es nähert sich dadurch dem Duppau-Theralit, III. 6. 2. 4.

Unter den zu den Theraliten gehörenden Gruppen sind die Malignite noch zu erwähnen. C. Lawson⁵ hat diese Gesteinsfamilie aufgestellt, welche durch drei Gesteine aus Poobah Lake, Rainy River Distr., Ontario, charakterisiert wird. Diese drei werden Nephelin-Pyroxen-

¹ Loc. cit.

² Untersuchungen einiger Gesteinsuiten gesammelt in Celebes von P. und F. Sarasin. Mat. zu einer Naturgesch. d. Insel Celebes, IV, Wiesbaden 1901.

³ Die Zahlen in den Klammern weisen auf die Nummern der Analysen in dem Anhang hin.

⁴ Loc. cit.

⁵ On Malignite, a Family of Basic Plutonic Orthoclase Rocks Rich in Alkalies and Lime, Intrusive in the Couthiching Series of Poobah Lake. University of California; Bull. of the Dep. of Geol., I; Berkely, 1896.

Malignit, Granat-Pyroxen-Malignit und Amphibol-Malignit genannt. Von diesen enthält nur das zuerst genannte Gestein Nephelin. Der Feldspath ist hauptsächlich Orthoklas mit daneben in wechselnden Mengen vorkommendem Plagioklas. Der Nephelin-Malignit ist reicher an K_2O , während die grössere Na_2O -Menge der zwei anderen eine allgemeinere Ausbildung des Plagioklases bedingen. Nephelin ist doch nicht in den letzteren zu sehen. Die Stellung des Nephelin-Malignits wird durch III. 7. 1. 3. ausgedrückt; der zwei anderen durch III. 7. 1. 4. [15, 16, 17]. Der Nephelin-Malignit bekommt die Namen Salfeman, Kamerunar, Malignas, »sodipotassic«. (Für den Subrang giebt es keinen Namen). Die anderen wiederum sind Salfeman, Kamerunar, Malignas, Malignos. Im System unterscheiden sich diese von dem Kola-Theralit und von den meisten Shonkiniten dadurch, dass der niedrige Gehalt an CaO sie zu dem Malignas-Range führt. — — In derselben Stellung als die zwei letztgenannten Malignite wird auch einer von Wolffs theralitartigen Shonkiniten von Gordons Butte, Crazy Mntns. [28] eingepasst. Er ist demgemäss auch arm an CaO als feldspathbildendem Stoff.

Wie man aus diesen Beispielen ersieht, ist in dem amerikanischen System jede Ordnung und Unterabteilung ein Ausschlag verschiedener von einander in hohem Grade unabhängiger Verhältnisse zwischen bestimmten Bestandteilen. Wenn auch nur ein Verhältnis wechselt, kommen die Gesteine zu verschiedenen Gruppen und nehmen dadurch mehr oder weniger nahestehende Stellungen im System ein. Unter den typischen Theraliten ist das Verhältnis L/F am wenigsten konstant, und dessen Variationen rufen auch die kleinsten äusseren Verschiedenheiten hervor. Dagegen wirken K_2O/Na_2O und $K_2O + Na_2O/CaO$ sichtbarer, welches in der Ausbildung der Feldspathe zu sehen ist. Obwohl die Theralite nicht an einer Stelle in das Schema des Systems eingepasst werden können, finden wir doch, dass solch eine Zusammenstellung annähernd die mineralogische Zusammensetzung charakterisiert und daneben auch die Verwandtschaft eines Gesteins zu anderen andeuten kann. Nach jetzt erhaltener Auffassung gehören die wirklichen Theralite zu III. 6. 2. 4., III. 7. 2. 4. und III. 8. 2. 4., während verwandte Gesteine in der Nähe oder auch bisweilen in ganz entfernten Stellungen zu finden sind. (Ein Beispiel hierauf bietet ein von G. Niethammer beschriebener »Theralit-Diabas« von Java¹ [45], der den Theraliten sehr ähnelt und welcher zu II. 5. 3. 5., d. h. Dosalan, Germanar,

¹ Die Eruptivgesteine von Loh oelo auf Java; Tschermaks Min. Petr. Mitt., Bd. XXVIII.

Andas, Baerbachos gehört.) — — — Drücken wir also die Eigenschaften und die chemischen Verhältnisse der wahren Theralite in Worten nach dem amerikanischen System aus, werden sie durch den Klassennamen Salfeman charakterisiert, und sie variieren von dolenisch zu dofelisch und sind domalkalisch und dosodisch.

Jetzt stellt sich aber die Frage: Gehören diese Stellungen im System nur zu den theralitischen Magmen oder werden auch andere Gesteine hier eingepasst? Blättern wir H. S. Washingtons Analysentabellen¹ durch, so finden wir gleich in denselben Stellungen mehr oder weniger verwandte Gesteine. Die Grenzen, in welchen jede Abteilung eingeschlossen wird, sind oft so weit, dass petrographisch von einander sehr abweichende Gesteine dabei zusammengeführt werden. Demgemäss finden wir zusammen mit dem Theralit von Tachtarwum in der Stellung III. 7. 2. 4., ausser anderen Theraliten und theralitischen Ergussgesteinen, z. B. auch einen Augitporphyrit von Umptek (Hackman)² und einen Monchiquit von Kaiserstuhl in Baden (K. Gruss)³. Dass diese Gesteine, welche nur als Beispiele unter anderen gleich fremden genannt sind, dem Kola-Theralit nicht ebenso nahe stehen wie z. B. der Duppau-Theralit, der nicht hierher gehört, ist ohne weiteres klar. Unter III. 6. 2. 4. finden wir sehr wenige den Theraliten nahestehende Gesteine. Hierher gehören unter anderen Limburgiten und Gabbroarten, »Olivingabbrodiabas« und »Hornblendit« von Brandberget in Norwegen (Brögger) und »Augitit« von Kaiserstuhl (Gruss). Unter III. 8. 2. 4. werden wieder Ijolit und Nephelinsyenit (auch Biotit-Ijolit genannt) von Magnet Cove in Arkansas (H. S. Washington und J. F. Williams) sowie theralitische Gesteine und deren Ergussgesteine eingereiht. Die Verschiedenheiten des petrographischen Charakters dieser Gesteine sind gross, was unter anderem daraus ersichtlich ist, dass sie früher, mehr oberflächlich gesehen, zu bestimmt abgegrenzten, von einander verschiedenen Klassen geführt worden sind. Dass die Analysen ziemlich gut übereinstimmen ist nicht zu bestreiten, und als ein System für die Klassifikation der Silikatschmelzen kann die amerikanische Systematik verteidigt werden; *aber sie entspricht gar nicht dem, was man von einer natürlichen Einteilung der Gesteine verlangen muss.* Die mineralogischen Zusammensetzungen der Normen sind ja gewöhnlich ganz hypothetisch und der Wirklichkeit nicht entsprechend, und können deshalb nicht als Unterlage eines natürlichen Systems angewandt werden.

¹ Chemical Analyses of Igneous Rocks, 1903.

² Fennia 11; N:o 2, Pag. 193.

³ Mitt. Grossh. Bad. Geol. Landesanst., Bd. IV; 1900.

Das zweite chemische Klassifikations-System ist das von A. Osann¹. Da weder das amerikanische noch Osann's System beansprucht vollkommen zu sein, und beide sich auf verschiedene Gründe stützen, ist es natürlich, dass die verschiedenen Gruppen nicht zusammenfallen.

Osann teilt die allzu umfassende Gruppe der Theralite und Essexite in nephelinarme und nephelinreiche ein. In beiden giebt es mehrere Typen, von denen der Typus Tachtarwum (nach Osann und auch in Iddings *Igneous Rocks*, 1913, nicht ganz richtig »Typus Kunjokthall« genannt) eine nephelinarme Abteilung vertreten soll. Er wird durch die Formel S_{52}, a_3, c_1, f_{16} bezeichnet. Der Theralit von Kola ist selbst $S_{51,5}, a_3, c_{1,5}, f_{15,5}$; $n = 8,3$. Nach Osann gehören zu demselben Typus zwei Shonkinite, der von Beaver Creek [20]² und der von Yogo Peak [23]³, beide von Weed und Pirsson beschrieben. Diese zwei werden mit dem Kola-Theralit zusammengeführt, obgleich der das Alkaliverhältnis bezeichnende Faktor n in ihnen einen Überschuss von K_2O zeigt, wogegen in dem Kola-Theralit Na_2O überwiegt. Das vierte Gestein desselben Typus ist der Nephelin-Pyroxen-Malignit von Poobah Lake [15]⁴. Hier ist $n = 5,2$; also Na_2O mehr als K_2O . Im Gegensatz zum amerikanischen System, nach welchem dieses Gestein im Vergleich mit dem Kola-Theralit mehr $Na_2O + K_2O$ im Verhältnis zu CaO enthält, werden diese Gesteine bei Osann zusammengeführt. Endlich gehört der auch nach der amerikanischen Einteilung an lenischen Mineralien arme Duppau-Theralit mit der Formel S_{52}, a_3, c_1, f_{16} zu dem nephelinarmen Tachtarwum-Typus. In nahe Beziehung zu dem Typus Tachtarwum wird der Typus Square Butte, S_{49}, a_2, c_1, f_{17} , gestellt, zu welchem ein Shonkinit von Montana [22]⁴ mit $n = 4,2$ gehört. Unter den nephelinarmen Theraliten finden wir noch den L-reichen Granat-Pyroxen-Malignit von Poobah Lake [17]⁴. Er wird zusammen mit verschiedenen Essexiten und den Nephelinsyeniten nahe stehenden Gesteinen zum Typus Palisade Butte hingeführt. Übergänge zwischen diesen und dem Typus Tachtarwum bildet mit steigendem Wert für f der Rongstock-Typus, welcher verschiedene Essexite und monzonitische Gesteine in sich schliesst.

Unter den nephelinreichen Theraliten finden wir zunächst den Typus Martinsdale mit der Formel $S_{49}, a_{4,5}, c_{0,5}, f_{15}$ und $n = 6,8$.

¹ Versuch einer chemischen Klassifikation der Eruptivgesteine; *Tschermaks Min. Petr. Mitt.*, XIX, 1900; XX, 1901; XXI, 1902.

² *The Bearpaw Mountains, Montana; Amer. Journ.*, 1896.

³ *Igneous Rocks of Yogo Peak, Montana; Amer. Journ.*, 1895, L.

⁴ *Loc. cit.*

Zu diesem gehört, wie der Name angiebt, der Shonkinit von Martinsdale, Crazy Mntns. [27]¹. In diesem Falle stimmen die beiden Systeme besser überein. Desgleichen finden wir den Shonkinit von Gordons Butte, Crazy Mntns., [28, 29]¹ in einem Nephelin-reichen Typus Cabo Frio, S_{30} , a_4 , $c_{2,5}$, $f_{13,5}$, was der Stellung desselben in dem amerikanischen System entspricht. Die Übereinstimmung ist doch nicht vollständig, denn dank dem Verhältnis der im Feldspath und Nephelin enthaltenen CaO-Menge zu der Alkalimenge in denselben Mineralien gehört der Shonkinit von Gordons Butte nach dem amerikanischen System zu einer peralkalischen Gruppe, wogegen, weil c grösser als $2a$ ist, das Gestein nach Osann calciumreich sein sollte.

Die grössten Ungleichheiten in der Gruppierung nach den beiden Systemen werden dadurch bedingt, dass Osann dem Verhältnisse K_2O/Na_2O eine so kleine Bedeutung zuschreibt, während es in dem amerikanischen System eine mit den anderen gleichgestellte Stellung einnimmt. Allerdings sagt Osann, dass man diese Gesteine in Kali- und Natron-Theralite zerlegen könne. Dann repräsentieren die Montana-Shonkinite die natronarmen und bilden dadurch eine unmittelbare Fortsetzung zu den Nephelinsyeniten und Monzoniten. Die Natron-Theralite, vor allem die nephelinreichen sowie noch mehrere Essexite, welche den Übergang zu den alkalireichen Gabbrogesteinen bilden, sind in diesem Falle die wirklichen Theralite.

Die nephelinreichen Theralite scheinen nach Osann gut mit den Ijoliten zusammenzuhängen, welche wieder durch niedrigen SiO_2 - und CaO-Gehalt, aber grosse Na_2O -Menge gekennzeichnet sind.

In Osanns gleichseitigem Dreieck finden sich die Theralite in dem Sechstel, das an dem Pole F und näher an A als C liegt. (Vgl. Fig. 4)

Dieses Dreiecksteil entspricht also basischen Gesteinen, die mehr Alkali-Aluminium-Silikate als Calcium-Aluminium-Silikate enthal-

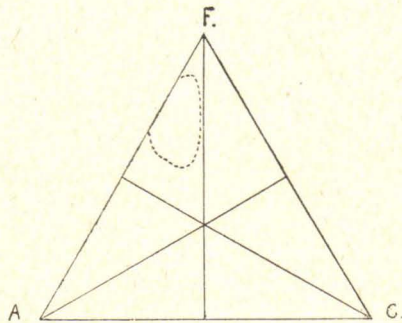


Fig. 4. Dreieck-Projektion nach Osann. In den punktierten Grenzen liegen sowohl die nephelinarmen als die nephelinreichen Theralite.

¹ Loc. cit.

ten. Leicht ist es aus der Formel zu konstatieren, dass ein Teil der Alkalimenge als Orthosilikat vorkommt; denn, wenn der Wert für S nicht genügt, um den grossen Wert f zu sättigen, sowie ausserdem nicht zusammen mit a und c für die Bildung der Feldspathe ausreicht, entstehen Feldspathvertreter.

In diesem System Osanns haben wir also gefunden, dass Gesteine, welche nach der amerikanischen Systematik getrennt worden sind, zusammengeführt sind und umgekehrt. Bei dem Einpassen der Theralite haben beide gewisse Vorteile. Doch scheint es, dass man, wenn man auf das Verhältnis K_2O/Na_2O einen grösseren Wert legt, eine vollständigere Sammlung von gleichen Typen bekommen kann, wobei sogar äussere Übereinstimmungen zum Ausdruck kommen. Als die hervorragendsten und modernsten rein chemischen Klassifikationen mögen diese zwei Systeme genügend sein um die chemischen Relationen des Kola-Theralits zu beleuchten. Obwohl sie nicht alle Forderungen erfüllen, sind sie doch nützlich und gewissermassen klären sie auch die Eigenschaften der einzelnen Gesteine auf.

Die ziemlich ungewöhnliche Gruppe der Theralite hat ein besonderes Interesse als vermittelndes Glied zwischen ganz verschiedenen Gesteinen. Die Theralite sind als Differentiationsprodukte mit Verwandtschaften sowohl zu den alkalireichen und alkaliarmen als auch zu den sauren und basischen Gesteinen bekannt. Sie werden zusammen mit Nephelinsyeniten, Essexiten, Monzoniten, Shonkiniten, Maligniten, Tescheniten, Ijoliten und Peridotiten angetroffen. Die Monzonite und Essexite vermitteln weiter zur Granit-Gabbro-Serie und die Teschenite durch die Ophite zu den Diabasen. Demnach haben wir in den zu der Nephelinsyenit-Ijolit-Reihe gehörenden Theraliten einen Ausgangspunkt für zweifellose »Brücken« zwischen den s. g. pacifischen und atlantischen Gesteinsgruppen.

Als Anhang sind unten 54 Analysen von Gesteinen zusammengestellt, welche teils in diesem Aufsatz genannt sind, teils solche, welche bei den Litteraturstudien angetroffen worden sind, und als den Theraliten nahestehend angesehen werden können.

Ein neuer Ijolit von dem Tale Tachtarwum.

In Fennia 11, N:o 2, Pagg. 180—189 beschreibt V. Hackman einen Ijolit von dem Kaljok-Tale und einen nicht ganz typischen »Orthoklas-führenden« von dem Tale Jemjegorr¹. An diese früher bekannten Ijolite aus dem Umptek-Nephelinsyenitmassiv auf der Kola-Halbinsel schliesst sich jetzt ein neuer Typus von Tale Tachtarwum an.

Er tritt hier in Gangform auf und ist dunkel und feinkörnig mit deutlichem Fettglanz in frischem Bruch, wogegen er in verwittertem Zustand eine hellgraue und mehligte Oberfläche hat. Zuweilen bemerkt man in dem Gestein kleine dunkle Amphibolnadeln. Das spec. Gewicht des ganz homogenen Gesteins ist 2,966.

Unter dem Mikroskop beobachtet man eine hypidiomorphe Struktur, in der die dunklen Gemengteile vor den hellen ein wenig überwiegen. Die wesentlichen Mineralien des Ijolits sind Nephelin, grün-braun-grauer Amphibol und klar gras-grüner Pyroxen.

Der *Nephelin* ist der häufigste Gemengteil. Ohne eigene kristallographische Begrenzung liegen die einzelnen Körner sich eng zu einander anschliessend, oft scharfe Keile zwischen die dunklen Gemengteile einschiebend. Als Einschlüsse in dem Nephelin finden sich die übrigen Mineralien.

Ein grüngrauer Amphibol und ein grüner Pyroxen sind die hauptsächlichsten dunklen Gemengteile des Gesteins. Von diesen überwiegt der erstere. Die gegenseitige Association der Mineralien ist ganz unregelmässig. Zuweilen sind sie zusammengruppiert, aber gleich oft kommen ihre Kristalle einzeln oder zusammen mit Individuen derselben Art vor.

Der *Amphibol* hat eine grau- und braungrüne Farbe. Der Pleochroismus ist deutlich nach den Zeichen:

c > b > a
dunkel grünbraun; dunkel graubraun; hell braun.

¹ In diesem Zusammenhang nehme ich mir die Freiheit die Aufmerksamkeit auf eine Angabe, welche in Rosenbusch's Mikroskopische Physiographie, 1907, Pag. 440, über das Vorkommen des Ijolits an Lujaur-Urt zu finden ist, zu richten. Die Angabe stammt von W. Ramsays Beschreibung von Lujaur-Urt in Fennia 11, Pag. 93, her, aber das erwähnte Gestein ist nicht, wie er selbst in Fennia 15, Pag. 22, betont, Ijolit sondern Urtit.

Die Doppelbrechung ist niedrig, cirka 0,012, und die Lichtbrechung hoch, bis 1,7. Zwillinge nach (100) sind häufig. Die optische Achsenebene \parallel (010). Die Auslöschungsschiefe, $c:c$, auf (010) ist zu $27^\circ - 29^\circ$ bestimmt.

Diese Werte weichen von denen der s. g. Arfvedsonit-Hornblenden in dem Umptekit von Umptek ab. Bei diesen liegt die Mittellinie a am nächsten der c -Achse und der Auslöschungswinkel ist $c:a = 37^\circ$ im Gegensatz zu $c:c = 27^\circ$ beim hier geschilderten Amphibol. Ramsay nennt für diese Arfvedsonit-Hornblende den Pleochroismus:

$$a = b > c$$

grünblau; grau; rötlich braun,

welches ich auf Aufforderung des Herrn Prof. Ramsay hinnoch kontrolliert habe. — — Ussing beschreibt in Augitsyeniten von dem Nephelingsgesteinsmassiv auf Grönland braungrüne Hornblenden, welche sehr an die hier geschilderte erinnern; die Farbe und die Absorptionsverhältnisse sind dieselben, und die Auslöschungsschiefe, auf (010), $c:c$, ist cirka 25° . Einen anderen Typus erwähnt er mit dem Auslöschungswinkel $c:a = 30^\circ - 40^\circ$ und mit denselben Farbennuancen. Er rechnet ihn zur Arfvedsonit-Riebeckit-Serie, und diese scheint der Arfvedsonit-Hornblende (Ramsay) am meisten zu gleichen. — Nach Brögger gleichen die Absorptionsverhältnisse des hier im Ijolit geschilderten Amphibols denen der Barkevikite, der Auslöschungswinkel dem der Katophorite und die Farbennuancen denen der Arfvedsonite. Da die Alkali-Amphibole noch ziemlich unvollständig untersucht sind und wir bisher nur gewisse Teile der grossen Gruppe kennen, ist es ratsam den Amphibol des Ijolits zu den s. g. Arfvedsonit-Hornblenden zu rechnen, welcher Name nur bezeichnet, dass das Mineral eine Stellung zwischen Arfvedsonit und gewöhnlichen Hornblenden einnimmt, ungefähr so wie der Aegirin-Augit zwischen Aegirin und Augit liegt.

Stellenweise finden sich in dem Amphibol sehr kleine *braune Körner* mit hoher Doppelbrechung. Sie sind scharf begrenzt und haben oft deutliche Kristallkanten, aber dazwischen gehen sie ganz unvermerkt in die Umgebung über. Ihrer Grösse nach sind sie höchstens $\frac{1}{10}$ der Amphibolindividuen, in welchen sie liegen. Die Doppelbrechung ist 0,030—0,040, der Brechungsexponent ungefähr 1,7 oder unbeträchtlich grösser als die der Arfvedsonit-Hornblenden. Zuweilen sind die Körner prismatisch ausgebildet. In diesen Fällen haben sie gerade Auslöschung, wobei c mit den Prismakanten zusammenfällt. Da diese Körner sehr sparsam auftreten und sehr klein

sind, war es unmöglich sie mit Sicherheit zu bestimmen. Doch scheint es nach Analogieschlüssen aus einigen Dünnschliffen Ramsays von gangförmigen eruptiven Schlieren von Umptek und Lujaur-Urt, wo ein Mineral in ganz derselben Weise auftritt, aber auch als grössere Individuen vorkommt, wahrscheinlich dass das Mineral *Biotit* ist. Dieses Mineral ist in den Ijoliten ungewöhnlich.

Der zweite wichtigere dunkle Gemengteil, der grüne *Pyroxen*, unterscheidet sich von der Arfvedsonit-Hornblende durch seine klar-grüne Farbe. Ein schwacher Pleochroismus ist bemerklich:

$a > b > c$
 tief grün; hell grün; gelbgrün.

In zufälligen Schnitten, die, nach Interferenzfarben und Spaltbarkeit zu urteilen, parallel mit (010) sind, wurde die Auslöschungsschiefe, $c:a = 43^\circ$, bestimmt. Schnitte welche aus denselben Gründen auch \parallel (010) sein sollen, und dagegen den Auslöschungswinkel $c:a = 20^\circ$ haben, sind auch nicht selten. Die Lichtbrechung ist nur ein wenig grösser als die des Amphibols, während die Doppelbrechung bis 0,040 steigt. Die optische Achsenebene ist \parallel (010). Dieser Pyroxen gehört demnach zu den Aegirin-Augiten, welche in den Nephelinsyeniten sehr häufig sind.

Unter den accessorischen Mineralien ist der *Titanit* allgemein. Er tritt ganz hell auf und hat einen schwachen Pleochroismus in braunen Farbennuancen.

Der *Apatit* kommt sehr reichlich vor, meistens als kurze dicke Säulen und runde Körner, selten mit hexagonalen Durchschnitten. Oft sehen wir Anhäufungen von mehreren ungleich grossen Körnern Dieser Ijolit und der oben beschriebene Theralit sind somit die einzigen Gesteine von Umptek, wo dieses Mineral reichlicher vorhanden ist. Der in den meisten Gesteinen durch Analysen nachgewiesene Phosphorsäuregehalt ist wahrscheinlich in noch nicht bestimmten ungewöhnlichen Mineralien zu suchen.

Der *Magnetit* ist das einzige opake Mineral und kommt als unregelmässige Körner zerstreut in den anderen Mineralien, ausser Apatit und Titanit, vor.

Zuletzt sei unter den Mineralien des Ijolits noch eines, das ziemlich häufig ist und von allen möglichen Mineralien am meisten dem *Mosandrit* gleicht, erwähnt. Gewöhnlich ist es in Tafeln und Flasern ausgebildet und keilt sich oft zwischen Pyroxen und Amphibol ein. Zuweilen liegt der Amphibol in dem Mosandrit als schwach grüngraue unregelmässige Flecken. Sehr oft umschliesst der Mosandrit die Spitzen des Amphibols, und der Aegirin-Augit

und die Arfvedsonit-Hornblende werden von ihm zu grösseren Anhäufungen in dem umgebenden Nephelin zusammengefügt. Einige Individuen sind in bestimmten Richtungen verlängert und parallel mit diesen finden sich gute Spaltungen. In einzelnen Fällen kann man bei solchen prismatischen Ausbildungsformen, wo sie in dem Nephelin sich hineinschieben, pyramidale Endflächen sehen, welche jedoch immer ein wenig corrodirt sind.

In den zufälligen Schnitten, welche zur Verfügung standen, wurden folgende Eigenschaften bestimmt: $n_1 - n_2 = 0,006 - 0,010$, $c:a = 3^\circ \text{ à } 4^\circ$ und $n = 1,60 - 1,65$. Eine sehr schwache Abstufung ins Rote ist auch charakteristisch. Gewisse Schnitte haben gerade Auslöschung, was für den monosymmetrischen Charakter spricht. Diese haben immer niedrige Interferenzfarben, wogegen die höchsten den Schnitten mit schiefer Auslöschung zukommen. Das deutet also darauf, dass die optische Achsenebene und die Symmetrieebene zusammenfallen. Zwillinge nach (100) sind wahrgenommen und in diesem Falle ist der Winkel zwischen den Auslöschungsrichtungen der beiden Zwillingslamellen $6^\circ \text{ à } 7^\circ$.

Die hier bestimmten Eigenschaften stimmen mit denen des Mosandrits überein. Für die Grösse der Brechungsexponenten liegen in der Litteratur zwei verschiedene Angaben vor. Nach E. A. Wülfings Bestimmungen in dem Mosandrit aus Låven ist $\beta_{na} = 1,649$, während Michel-Lévy und Lacroix 1,75 angeben. Mosandrit-Mineralien sind auch früher aus dem Umptek-Massiv bekannt. Hackman beschreibt z. B. in dem typischen Nephelinsyenit ein Mineral, welches zwischen Mosandrit und Rinkit steht. Er notiert einen schwachen Pleochroismus in strohgelb und hellgelb und daneben Eigenschaften, welche gut mit denen unseres Mosandrits übereinstimmen.

Die Kristallisationsfolge der Mineralien in dem Ijolit näher festzustellen ist sehr schwer, da relativ idiomorph ausgebildete Kristalle selten zu sehen sind. Wahrscheinlich haben doch Apatit, Titanit und Magnetit sich zuerst gebildet. Zu derselben Zeit schliessen sich auch die kleinen Biotit-Körner an. Nachher folgen Aegirin-Augit, Arfvedsonit-Hornblende, Mosandrit und die letzten Zwischenräume ausfüllend der Nephelin.

Eine Schätzung der Mengenverhältnisse der verschiedenen Mineralien sowohl mit Planimeterokular als mit Schraubenmikrometerokular ergab folgendes Resultat:

Nephelin	38,25 %
Arfvedsonit-Hornblende	31,96 %
Aegirin-Augit	16,24 %
Titanit	5,78 %
Mosandrit	3,81 %
Magnetit	2,37 %
Apatit	1,59 %
	100,00 %

Die absolute Grösse einiger Mineral-Körner möge auch hier angegeben werden:

Arfvedsonit-Hornblende (mittelgrosses Individ.)	{ Länge = 0,318 mm Breite = 0,131 »
Aegirin-Augit (» » »)	
Titanit (» » »)	0,065 »
Mosandrit (grösstes »)	0,133 »
Biotit in Arfv.-Hornbl. (» » »)	0,024 »

Einzelne Amphibolnadeln haben Längen bis 0,6 mm. Hieraus geht hervor, dass das Gestein feinkörnig und aphanatisch ist.

Die chemische Analyse des Gesteins gab folgendes Resultat, I. Zum Vergleich werden noch Ijolit von dem Tale des Kaljoks, Kola-Halbinsel, II¹, und einer von den Ijoliten von Iivaara, Kuusamo, Finnland, III², angeführt.

	I	mol. pr.	II	mol. pr.	III	mol. pr.
SiO ₂	43,35	0,723	46,63	0,777	43,70	0,728
TiO ₂	2,06	0,026	1,12	0,014	0,89	0,011
Al ₂ O ₃	17,35	0,171	15,03	0,147	19,77	0,194
Fe ₂ O ₃	2,17	0,014	5,91	0,037	3,35	0,021
FeO	7,76	0,108	5,09	0,070	3,47	0,048
MnO	0,30	0,004	Sp.	—	Sp.	—
CaO	10,03	0,179	11,23	0,200	10,30	0,184
MgO	4,20	0,105	3,47	0,087	3,94	0,099
Na ₂ O	9,38	0,152	8,16	0,132	9,78	0,158
K ₂ O	2,17	0,023	1,96	0,021	2,87	0,031
P ₂ O ₅	—	—	—	—	1,34	0,009
H ₂ O	0,89	0,050	0,35	0,019	0,89	0,049
	99,66		98,95		100,30	

¹ Anal. H. Berghell.

² » Naima Sahlbom.

Die Norm dieser drei Gesteine nach dem amerikanischen System ausgerechnet ergibt:

	I	II	III
Nephelin	41,93	31,52	44,87
Leucit	10,03		10,03
Orthoklas		11,48	4,45
Albit		7,86	
Anorthit			1,67
Diopsid	28,01	24,99	25,35
Akmit	1,85	2,77	
Åkermannit	5,66		
Wollastonit		10,21	3,83
Olivin	4,76		
Apatit			2,79
Magnetit	2,32	7,19	4,87
Ilmenit	3,95	2,13	1,67
H ₂ O	0,89	0,35	0,89
	99,40	98,70	100,42

Nach demselben System bekommen die drei Gesteine folgende Namen:

- I Salfeman; Finnar (perlenic); Ijolas (peralkalic); Ivaaros (dosodic).
 II Salfeman; Kamerunar (lenfelic); Malignas (peralkalic); Malignos (dosodic).
 III Salfeman; Finnar (perlenic); Ijolas (peralkalic); Ivaaros (dosodic)

Ausser in diesen zwei Stellungen, III. 9. 1. 4. und III 7. 1. 4., in dem amerikanischen System findet sich in H. S. Washingtons zusammengestellten Analysentabellen, 1903, noch ein Ijolit von Kuusamo in Finnland, anal. N. Sahlbom, in dem »Subrang» III. 9. 1. 5., Salfeman, Finnar, Ijolas, Ijolos.

Wie die Theralite nicht allein über bestimmte Stellungen in dem amerikanischen System verfügen, werden auch die Ijolite mit fremden Gesteinen zusammengeführt. Unter III. 7. 1. 4. finden sich solche, welche wir schon früher kennen gelernt haben, aber welche zu einer ganz anderen Gesteinsgruppe gehören, nämlich Lawsons Granat-Pyroxen-Malignit (in dem Anhang Analyse 17) und Amphibol-Malignit [16] und noch der Shonkinit, von Washington hier Theralit genannt, von Gordons Butte in Crazy Mntns. [28]. Dass diese Gesteine nicht den Ijoliten ähneln, und auch nicht mit ihnen zusammengeführt werden dürfen, steht ausser allem Zweifel, und geht auch aus dem Vergleich des jetzt geschilderten Ijolits mit den oben

beschriebenen Theraliten hervor. Zu derselben Stellung in dem System wird noch ein Ijolit-Porphyr von Alnö in Schweden, anal. N. Sahlbom, hingeführt, was mehr verständlich ist. In der Lage III. 9. 1. 4. findet sich ausser der Analyse III ein Basalt genanntes Gestein von Bondi in New South Wales¹. Ob dieses mit den Ijoliten verwandt ist, habe ich nicht entscheiden können.

Aus der chemischen Analyse, in den heutigen Klassifikationssystemen benutzt, geht die nahe Verwandtschaft des Tachtarwum-Ijolits mit anderen nord-fennoskandischen Ijoliten mit grosser Deutlichkeit hervor. Dagegen geben die Umstände, welche die verschiedene mineralogische Zusammensetzung bedingen, sich in den systematischen Klassifikationen nicht zu erkennen. Die Tatsache, dass ein Amphibol in diesem Gestein auftritt, während dieses Mineral in den anderen Ijoliten nicht zur Ausbildung kommt, lässt sich nicht ausschliesslich auf Grund der chemischen Zusammensetzung erklären, sondern muss sich auf physikalische Umstände, ungewöhnliche Temperatur- und Druckverhältnisse, gründen. Aber auch in Einzelheiten in der Analyse giebt es mitwirkende Umstände. Der Tachtarwum-Typus hat eine viel grössere Prozentzahl an FeO als irgend einer von den anderen Ijoliten. Wenn Al_2O_3 und Na_2O sich mit diesem Überschuss an FeO vereinigen, entsteht die Arfvedsonit-Hornblende. Dass alles Al_2O_3 und Na_2O bei der Bildung des Nephelins nicht in Anspruch genommen werden, sieht man, wenn man die wirklichen Mengen der Mineralien mit den normativen vergleicht. Der Überschuss an Al_2O_3 und demnächst der an Na_2O ist hier sogar ziemlich gross. Nephelin giebt es nämlich in der Tat 39,10 %, während, falls nur Na_2O nephelin-bildend wäre, die Menge des normativen Nephelins 41,93 % sein würde. Dabei ist von einer grossen Quantität K_2O abgesehen worden, welche in 10,03 % normativen Leucit enthalten ist, aber welche in der Tat zum grössten Teile eine Komponente in dem Nephelin ausmacht. Nach dieser Annahme kann es ja nicht überraschen in diesem Ijolit-Magma ein Ferro-Alkali-Aluminium-Mineral zu finden, für welches die Arfvedsonite die häufigsten Vertreter sind. Wie gesagt enthalten die oben genannten Ijolite nicht Arfvedsonit-Hornblende, und der Verfasser kennt überhaupt keinen anderen Ijolit mit diesem Mineral. Braune Hornblende und Biotit sind doch von einzelnen Vorkommen bekannt.

Die Struktur und Textur des Tachtarwum-Ijolits unterscheiden sich von denen des Kaljok-Typus, der striemig ist, durch die gleichförmige, richtungslose, hypidiomorphe Ausbildung. Die Iivaara-

¹ *J. M. Curran: Proc. R. Soc. N. S. W., XXVIII, Pag. 225, 1894.*

Ijolite sind wieder im Ganzen grobkörniger; aber es sind auch dort gleichkörnig-feinkörnige Teile bekannt.

In diesem *Arfvedsonit-Hornblende-Ijolit* von Tachtarwum haben wir somit einen etwas anderen Typus als den früher vom Umptek bekannten kennen gelernt. Zu gleicher Zeit sehen wir jedoch wie wohl begrenzt die Ijolit-Gruppe ist. Glieder einer basischen Differentiationsfolge, die mit dem »Orthoklas-führenden» Ijolit von Jemjogorr beginnend sich immer mehr von den Nephelinsyeniten scheiden, bilden der Ijolit vom Kaljok-Tale mit Orthoklas in der Norm und der Ijolit von Tachtarwum, in welchem das Aluminium nicht einmal genügt um die Alkali-Menge zu sättigen und in welchem die Kieselsäure nicht die Aufstellung des Orthoklases in der Norm gestattet.

Man kann der Ansicht sein, dass die Ijolite und der Theralit in dem Nephelinsyenit des Umptek dieselbe Rolle, als letzte basische Eruptionen, spielen, wie die Diabase in den Diorit-Massiven.

Zuletzt will ich meinem verehrten Lehrer Herrn Prof. W. Ramsay meinen besten Dank für all die Hilfe, die er mir bei der Arbeit durch Rat und Tat gegeben hat, ausdrücken.

Mineralogisch-geologisches Institut der Universität zu Helsingfors.

Anhang.

Analysen von Theraliten und anderen nahe stehenden Gesteinen.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
SiO ₂	58,74	50,11	52,89	46,99	49,25	43,65	49,67	50,47	50,51
TiO ₂	—	0,82	0,56	2,92	1,41	4,00	—	0,51	0,95
Al ₂ O ₃	20,85	17,13	15,58	17,94	16,97	11,48	17,99	18,73	17,84
Fe ₂ O ₃	4,15	3,73	3,03	2,56	15,21	6,32	13,06	4,19	5,25
FeO	—	3,28	4,81	7,56	—	8,00	—	4,92	4,46
MgO	0,22	2,47	5,22	3,22	3,00	7,92	3,06	3,48	3,34
CaO	0,36	5,09	8,21	7,85	7,17	14,00	6,63	8,82	7,93
Na ₂ O	9,72	3,72	3,23	6,35	4,91	2,28	6,21	4,62	5,09
K ₂ O	4,23	7,47	4,90	2,62	2,00	1,51	2,62	3,56	3,49
H ₂ O	1,82	4,47	0,51	0,65	0,30	1,00	0,86	0,58	0,74
CO ₂	—	—	—	—	—	—	—	Sp.	0,43
P ₂ O ₅	—	0,67	0,47	0,94	0,76	—	—	0,10	1,11
SO ₃	—	0,08	—	—	—	—	—	—	—
Cl	—	0,07	0,11	—	—	—	—	Sp.	—
SrO	—	0,35	0,15	—	—	—	—	—	—
BaO	—	0,63	0,33	—	—	—	—	—	—
MnO	—	—	—	—	—	—	—	0,11	—
	100,09	100,09	100,00	99,60	100,98	100,16	100,10	100,09	101,14

1. Plagioklasführender Nephelinsyenit, Saline Co., Arkansas. Nach J. P. Idings: *Igneous Rocks*, Vol. II, Pag. 277, 1913.
2. »Syenit«, Palisade Butte, Highwood Mntns., Montana. Bull. of the U. S. Geol. Surv., N:o 148, Pag. 153.
3. Das Mittel der Monzonite von Montana. Ann. Rep., U. S. Geol. Surv., 1898/99, Pag. 478.
4. Essexit, Salem Neck, Massachusetts. Nach H. E. Gregory: Bull. of the U. S. Geol. Surv., N:o 165, Pag. 183. (Orig. Washington: Journ. Geol., Vol. VII, 1899, N:o 1.)
5. Essexit (Olivingabbro-Diabas), Dignaes, Norwegen. Nach K. v. Kraatz-Koschlau und V. Hackman: *Tschermaks Min. Petr. Mitt.*, XVI, Pag. 239. (Origin. Brögger: *Quart. Journ. Geol. Soc. London*, Vol. L, Pag. 19, 1894.)
6. Essexit (Olivingabbro-Diabas), Brandberget, Norwegen. Nach K. v. Kraatz-Koschlau und V. Hackman: *Tschermaks Min. Petr. Mitt.*, XVI, Pag. 239. (Origin. Brögger: *Quart. Journ. Geol. Soc. London*, Vol. L, Pag. 19, 1894.)
7. Essexit, Serra de Monchique, Portugal. K. v. Kraatz-Koschlau und V. Hackman: *Tschermaks Min. Petr. Mitt.*, XVI, Pag. 239.
8. Essexit, (Augit-Diorit, olivinführend), Mount Farview, Col. Nach Rosenbusch: *Elemente der Gesteinslehre*, Pag. 177, 1901.
9. Essexit, Rongstock, Böhmen. (Mittel zweier Analyse.) J. E. Hibsich: *Tschermaks Min. Petr. Mitt.*, XIX, Pag. 55.

	10	11	12	13	14	15	16	17	18
SiO ₂	50,43	52,80	50,15	43,98	48,05	47,85	51,38	51,88	48,60
TiO ₂	—	1,00	1,00	2,24	1,10	—	0,12	0,33	0,79
Al ₂ O ₃	10,21	19,99	15,86	12,28	13,94	13,24	15,88	14,13	13,60
Fe ₂ O ₃	—	3,63	2,44	3,49	2,67	2,74	1,48	6,45	2,30
FeO	11,57	3,40	5,39	7,70	5,98	2,65	4,37	0,94	4,97
MgO	5,58	3,20	5,30	8,00	7,81	5,68	4,43	3,44	8,79
CaO	14,82	4,22	8,40	11,19	7,25	14,36	8,62	10,81	10,00
Na ₂ O	1,48	3,10	4,13	1,33	2,72	3,72	7,57	6,72	1,42
K ₂ O	3,70	7,74	5,00	5,06	6,56	5,25	4,20	4,57	5,62
H ₂ O	0,87	1,18	1,50	1,73	1,66	2,74	0,42	0,18	0,61
CO ₂	—	—	—	—	—	—	—	—	1,23
P ₂ O ₅	0,76	0,70	0,86	1,81	1,15	2,42	0,98	0,96	0,19
SO ₃	—	—	—	—	—	—	—	—	0,54
BaO	—	—	—	0,16	—	—	—	—	—
MnO	—	—	—	0,51	—	—	—	—	—
CaCO ₃	0,52	—	—	0,49	—	—	—	—	—
	99,88	100,96	100,03	99,97	98,89	100,65	99,45	100,41	98,66

10. Monzonit (Shonkinit?), Monzoni, Italien, J. Lemberg: Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Gesellschaft, 1872, Pag. 201.
11. Shonkinit (nephelinfrei), Maros Peak, Celebes. C. Schmidt: Materialien zu einer Naturgeschichte der Insel Celebes, IV, Pag. 25, Wiesbaden 1901.
12. Shonkinit (augitreich), Maros Peak, Celebes. C. Schmidt: Materialien zu einer Naturgeschichte der Insel Celebes, IV, Pag. 24, Wiesbaden 1901.
13. »Marosit» (glimmerreicher Shonkinit), Maros Peak, Celebes. Nach J. P. Iddings: Igneous Rocks, Vol. II, 1913, Pagg 281 und 627.
14. Shonkinit, Maros Peak, Celebes. C. Schmidt: Materialien zu einer Naturgeschichte der Insel Celebes, IV, Pag. 23, Wiesbaden 1901.
15. Nephelin-Pyroxen-Malignit, Poobah Lake, Rainy River District, Canada. C. Lawson: Bull. Dep. of Geol., Univ. of Cal., Vol. I, Febr. 1896.
16. Amphibol-Malignit, Poobah Lake, Rainy River District, Canada. C. Lawson: Bull. Dep. of Geol., Univ. of Cal., Vol. I, Febr. 1896.
17. Granat-Pyroxen-Malignit, Poobah Lake, Rainy River District, Canada. C. Lawson: Bull. Dep. of Geol., Univ. of Cal., Vol. I, Febr. 1896.
18. Shonkinit, Crown Hill, Ottawa, Canada. Nach Osann: Geol. Surv. of Canada. Annual Rep., Vol. XII, part. O., 1902, Pag. 45.

	19	20	21	22	23	24	25	26	27
SiO ₂	42,19	50,00	47,88	46,73	48,98	48,90	51,03	47,67	43,18
TiO ₂	3,21	0,73	0,77	0,78	1,44	0,95	—	—	—
Al ₂ O ₃	14,11	9,87	12,10	10,05	12,29	14,70	18,48	18,22	15,24
Fe ₂ O ₃	11,83	3,46	3,53	3,53	2,88	4,14	11,95	3,65	7,61
FeO	5,76	5,01	4,80	8,20	5,77	3,68	3,21	3,85	2,67
MgO	6,24	11,92	8,64	9,27	9,19	3,95	6,34	6,35	5,81
CaO	7,48	8,31	9,35	13,22	9,65	8,26	6,96	8,03	10,63
Na ₂ O	6,13	2,41	2,94	1,81	2,22	5,22	5,42	4,93	5,68
K ₂ O	3,08	5,02	5,61	3,76	4,96	0,56	4,83	3,82	4,07
H ₂ O	—	1,33	2,22	1,24	0,82	2,96	1,68	3,35	3,57
CO ₂	—	0,31	0,12	—	—	5,42	—	—	—
P ₂ O ₅	—	0,81	1,11	1,51	0,98	0,79	—	—	—
SO ₃	—	0,02	—	—	—	0,04	—	—	0,94
BaO	—	0,32	0,46	—	0,43	0,31	—	—	—
SrO	—	0,07	0,13	—	0,08	0,13	—	—	—
NiO	—	0,07	Sp.	—	—	—	—	—	—
MnO	—	Sp.	0,15	0,28	0,08	0,03	—	0,28	—
Cr ₂ O ₃	—	0,11	0,04	—	Sp.	—	—	—	—
Cl	—	0,08	Sp.	0,18	—	—	—	—	—
Fl	—	0,16	—	—	0,22	—	—	—	—
	100,03	100,01	99,99	100,56	99,99	100,04	100,94	100,15	99,40

19. Mittel der Shonkinite von Katzenbuckel, Odenwald. W. Freudenberg: Mitt. Grossh. Bad. Geol. Landesanst., Band V, Pag. 270, 1906.
20. Shonkinit, Bearpaw Mntns., Montana. L. V. Pirsson: Bull. of the U. S. Geol. Surv., N:o 237, Pag. 102, 1905. W. H. Weed und L. V. Pirsson: Amer. Journ., 1896.
21. Shonkinit, Shonkin Sag, Highwood Mntns., Montana. L. V. Pirsson: Bull. of the U. S. Geol. Surv., N:o 237, Pag. 102, 1905.
22. Shonkinit, Square Butte, Highwood Mntns., Montana. L. V. Pirsson: Bull. of the U. S. Geol. Surv., N:o 237, Pag. 102, 1905.
23. Shonkinit, Yogo Peak, Little Belt Mntns., Montana. W. H. Weed und L. V. Pirsson: Amer. Journ., 1895, L.
24. Shonkinit, Shield's River, Crazy Mntns., Montana. W. H. Weed: Bull. of the U. S. Geol. Surv., N:o 148, Pag. 146, 1897.
25. Shonkinit, Three Peaks, Crazy Mntns., Montana. J. E. Wolff: North. Transcont. Surv., 1885, Pag. 11.
26. Shonkinit, Elbow Creek, Crazy Mntns., Montana. J. E. Wolff: Bull. of the U. S. Geol. Surv., N:o 150, Pag. 201, 1898.
27. Shonkinit, Martinsdale, Crazy Mntns., Montana. J. E. Wolff: North. Transcont. Surv., 1885, Pag. 10.

	28	29	30	31	32	33	34	35	36
SiO ₂	44,65	44,31	46,47	46,53	44,42	41,80	51,03	44,39	44,65
TiO ₂	0,95	—	1,21	2,99	1,63	4,14	0,85	—	—
Al ₂ O ₃	13,87	17,20	18,77	14,31	13,33	14,56	13,15	16,83	15,77
Fe ₂ O ₃	6,06	4,64	3,55	3,61	9,14	6,09	4,34	6,69	11,65
FeO	2,94	3,73	4,83	8,15	6,35	6,41	1,59	4,60	—
MgO	5,15	6,57	3,90	6,56	5,74	4,66	6,44	3,59	6,52
CaO	9,57	10,40	7,28	12,13	10,60	14,87	14,10	9,28	13,70
Na ₂ O	5,67	4,45	3,73	4,95	5,60	4,25	3,06	3,80	3,59
K ₂ O	4,49	3,64	4,65	1,58	1,81	1,94	2,24	3,89	0,82
H ₂ O	3,06	4,07	4,93	0,20	1,75	1,18	1,17	3,76	3,18
CO ₂	0,11	—	0,34	—	—	0,40	—	—	—
P ₂ O ₅	1,50	—	0,14	—	0,35	0,52	0,19	1,25	—
BaO	0,76	—	—	—	—	—	—	—	—
SrO	0,37	—	—	—	—	—	—	—	—
MnO	0,17	0,10	Sp.	0,22	—	—	0,26	—	—
Fe ₇ S ₈	—	—	—	—	—	—	1,97	—	—
S	—	—	—	—	0,18	—	—	—	—
SO ₃	0,61	—	—	—	—	—	—	—	—
	99,92	99,11	99,80	101,23	100,90	100,82	100,39	98,08	99,88

28. Shonkinit, Gordons Butte, Crazy Mntns., Montana. J. E. Wolff: Bull. of the U. S. Geol. Surv., N:o 150, Pag. 201, 1898.
29. Shonkinit, Gordons Butte, Crazy Mutns., Montana. J. E. Wolff: Bull. of the U. S. Geol. Surv., N:o 150, Pag. 201, 1898.
30. Theralit, Val dei Coccoletti, Monte Mulatto, Predazzo. J. Romberg: Sitzungsber. d. k. Akademie d. Wissenschaften zu Berlin, 1902, Pag. 743.
31. Theralit, Tachtarwum, Kola-Halbinsel. V. Hackman: Fennia 11, N:o 2, Pag. 168.
32. Theralit, Flurhübl, Duppau, Böhmen. Frans Bauer: Tschermaks Min. Petr. Mitt., XXII, Pag. 281.
33. Theralit, Serra de Monchique, Portugal. K. v. Kraatz-Koschlau und V. Hackman: Tschermaks Min. Petr. Mitt., XVI, Pag. 197.
34. Theralit, Katzenbuckel, Odenwald. W. Freudenberg: Mitt. Grossh. Bad. Geol. Landesanst., Band V, Pag. 286, 1906.
35. Teschenit (hornblendereich), Boguschowitsch, schlesisch-mährische Kreideformation. G. Tschermak: Die Porphyrgesteine Österreichs aus der mittleren geologischen Epoke, Wien 1869, Pag. 261.
36. Teschenit (hornblendereich), Boguschowitsch, schlesisch-mährische Kreideformation. Nach C. Rohrbach: Tschermaks Min. Petr. Mitt., VII, Pag. 39.

	37	38	39	40	41	42	43	44	45
SiO ₂	48,18	47,41	42,08	40,82	44,61	42,15	49,61	50,55	50,13
TiO ₂	—	—	—	—	—	—	—	—	1,26
Al ₂ O ₃	11,80	18,65	20,03	14,99	19,51	18,75	19,18	20,48	16,90
Fe ₂ O ₃	9,79	10,20	7,61	4,78	9,28	4,94	2,21	2,66	2,19
FeO	5,90	—	—	5,84	—	7,30	5,01	4,02	7,55
MgO	6,05	5,06	3,52	4,85	2,31	3,74	4,94	4,24	5,71
CaO	7,50	7,17	10,62	11,31	9,94	9,75	10,05	7,30	6,83
Na ₂ O	3,46	4,90	4,50	3,84	3,98	3,34	5,62	8,37	4,95
K ₂ O	1,57	2,06	—	Sp.	0,67	2,07	1,04	2,27	0,95
H ₂ O	3,20	5,05	4,54	3,91	10,28	4,35	3,55	0,44	3,22
CO ₂	0,71	—	5,51	8,94	—	3,10	—	—	—
P ₂ O ₅	0,49	—	1,59	—	—	0,58	0,27	—	0,24
MnO	—	—	—	—	—	—	—	—	0,12
Cl	Sp.	—	—	—	—	—	—	Sp.	—
	99,65	100,52	100,00	99,28	100,53	100,07	101,39	100,33	100,06

37. Teschenit, »Boguschowitsches Gestein«, schlesisch-mährische Kreideformation. G. Tschermak: Tschermaks Min. Petr. Mitt., 1872, Pag. 107.
38. Teschenit, »Boguschowitsches Gestein«, schlesisch-mährische Kreideformation. Nach C. Rohrbach: Tschermaks Min. Petr. Mitt., VII, Pag., 42.
39. Teschenit, Söhla, schlesisch-mährische Kreideformation. Nach C. Rohrbach: Tschermaks Min. Petr. Mitt., VII, Pag. 49.
40. Teschenit, Kotzobends, schlesisch-mährische Kreideformation. Nach C. Rohrbach: Tschermaks Min. Petr. Mitt., VII, Pag. 49.
41. Teschenit, Kotzobends, schlesisch-mährische Kreideformation. Nach C. Rohrbach: Tschermaks Min. Petr. Mitt., VII, Pag. 49.
42. Teschenit, Blauendorf, Neutitschein, schlesisch-mährische Kreideformation. Nach H. Rosenbusch: Elemente der Gesteinslehre, 1901, Pag. 182.
43. Augit-Teschenit, Point Sal, Kalifornien. H. W. Fairbanks: Bull. of the Dep. of Geology, Univ. of Cal., Vol. II, 1896, Pag. 12.
44. Teschenit («analcite-diabas»), San Luis, Obispo Cnty., Kalifornien. H. W. Fairbanks: Bull. of the Dep. of Geology, Univ. of Cal., Vol. I, 1895. Pag. 293.
45. »Theralit-Diabas«, Karang Samboeng, Java. G. Niethammer: Tschermaks Min. Petr. Mitt., XXVIII, Pag. 233.

	46	47	48	49	50	51	52	53	54
SiO ₂	46,77	48,47	48,25	39,64	49,66	46,84	43,19	46,48	52,09
TiO ₂	2,31	2,05	2,73	—	Sp.	1,88	2,08	0,99	0,73
Al ₂ O ₃	14,91	15,51	17,38	16,98	21,19	13,98	12,19	16,16	11,93
Fe ₂ O ₃	7,80	2,52	4,54	6,61	4,91	8,99	10,79	6,17	1,84
FeO	4,90	8,46	5,31	9,31	5,37	5,46	7,01	6,09	7,11
MgO	2,94	3,83	2,13	6,65	2,59	0,80	5,14	4,02	12,48
CaO	6,30	6,36	6,03	10,58	6,78	10,41	8,44	7,35	7,84
Na ₂ O	4,97	6,26	5,81	5,95	7,02	3,59	7,91	5,85	2,04
K ₂ O	2,37	0,44	3,00	3,09	0,81	2,59	3,23	3,08	3,01
H ₂ O	5,20	4,38	3,85	1,32	1,32	3,16	—	4,27	0,35
CO ₂	—	1,29	0,51	—	—	0,30	—	0,45	0,16
P ₂ O ₅	0,98	0,23	0,65	—	Sp.	0,59	—	—	0,34
SO ₃	—	0,31	—	—	—	—	—	—	—
S	—	—	0,04	—	—	—	—	—	—
BaO	0,04	—	0,03	—	—	—	—	—	—
SrO	0,03	—	Sp.	—	—	—	—	—	—
NiO	—	—	—	—	—	—	—	—	0,07
MnO	0,29	—	0,30	—	—	1,79	—	—	0,15
Cr ₂ O ₃	—	—	—	—	—	—	—	—	0,10
V ₂ O ₃	0,02	—	—	—	—	—	—	—	—
FeS ₂	0,07	—	—	—	—	—	—	—	—
Fl	—	—	0,00	—	—	—	—	—	—
Cl	—	—	0,90	—	—	—	—	—	Sp.
	99,90	100,11	100,65	100,13	99,65	100,38	99,98	100,91	100,24

46. Teschenit, Mapleton Township, Aroostook Cnty., Maine. H. S. Williams und H. E. Gregory: Bull. of the U. S. Geol. Surv., N:o 165, 1900, Pag. 183.
47. Teschenitartiger Diabas, Bruchberg-Acker, Harz. C. H. Erdmannsdörffer: Vorh. d. Deutsch. Geol. Gesellschaft, 1907, Pag. 18.
48. Teschenit, Minussinsk, Sibirien. J. Račkovskij: Travaux du Musée Géologique Pierre le Grand près l'Académie Impériale des Sciences de St.-Pétersbourg, T. V, 1911, Pag. 251.
49. «Teschenit-ähnliches Gestein» (Olivindiabas), Praya, Cap Verden. C. Doelter: Die Vulkane der Cap Verden und ihre Produkte, Graz 1882, Pag. 15.
50. «Biotithaltiger Akmit-Diabas», S. Vincent, Cap Verden. C. Doelter: Die Vulkane der Cap Verden und ihre Produkte, Graz 1882, Pag. 17.
51. Nephelin-Leucit-Tephrit, Falkenberg, Tetschen, Böhmen. J. E. Hibsich: Tschermaks Min. Petr. Mitt., XIV, Pag. 107.
52. Mittel der Nephelin-Basalte von Katzenbuckel, Odenwald. W. Freudenberg: Mitt. Grossh. Bad. Geol. Landesanst., Band V, Pag. 270, 1906.
53. Monchiquite, Brasilien. Nach M. Hunter und H. Rosenbusch: Tschermaks Min. Petr. Mitt., XI, Pag. 464.
54. »Kentallenos«, Glen Shira, Argyllshire, Schottland. Nach L. V. Pirsson: Bull. of the U. S. Geol. Surv., N:o 237, 1905, Pag. 102.

N:o 17.	On the Occurrence of Gold in Finnish Lapland, by CURT FIRCKS. With one map, 15 figures and frontispiece. Nov. 1906	3: 75
N:o 18.	Studier öfver Kvartärsystemet i Fennoskandias nordliga delar. I. Till frågan om Ost-Finmarkens glaciation och nivåförändringar, af V. TANNER Med 23 bilder i texten och 6 taflor. Résumé en français: Études sur le système quaternaire dans les parties septentrionales de la Fenno-Scandia. I. Sur la glaciation et les changements de niveau du Finmark oriental. Mars 1907..	12: —
N:o 19.	Die Erzlagerstätten von Pitkäranta am Ladoga-See, von OTTO TRÜSTEDT. Mit 1 Karte, 19 Tafeln und 76 Figuren im Text	22: 50
N:o 20.	Zur geologischen Geschichte des Kilpisjärvi-Sees in Lappland, von V. TANNER. Mit einer Karte und zwei Tafeln. April 1907	3: —
N:o 21.	Studier öfver kvartärsystemet i Fennoskandias nordliga delar. II. Nya bidrag till frågan om Finmarkens glaciation och nivåförändringar, af V. TANNER. Med 6 taflor. Résumé en français: Études sur le système quaternaire dans les parties septentrionales de la Fenno-Scandia. II. Nouvelles recherches sur la glaciation et les changements de niveau du Finmark. Juin 1907....	10: 50
N:o 22.	Granitporphyr von Östersundom, von L. H. BORGSTRÖM. Mit 3 Figuren im Text und einer Tafel. Juni 1907	3: —
N:o 23.	Om granit och gneis, deras uppkomst, uppträdande och utbredning inom urberget i Fennoskandia, af J. J. SEDERHOLM. Med 8 taflor, en planteckning, en geologisk öfersiktskarta öfver Fennoskandia och 11 figurer i texten. English Summary of the Contents: On Granite and Gneiss, their Origin, Relations and Occurrence in the Pre-Cambrian Complex of Fenno-Scandia. With 8 plates, a coloured plan, a geological sketch-map of Fenno-Scandia and 11 figures. Juli 1907	9: —
N:o 24.	Les roches préquaternaires de la Fenno-Scandia, par J. J. SEDERHOLM. Avec 20 figures dans le texte et une carte. Juillet 1910	4: 50
N:o 25.	Über eine Gangformation von fossilienführendem Sandstein auf der Halbinsel Långbergsöda-Öjen im Kirchspiel Saltvik, Åland-Inseln, von V. TANNER. Mit 2 Tafeln und 5 Fig. im Text. Mai 1911	3 75
N:o 26.	Bestimmung der Alkalien in Silikaten durch Aufschliessen mittelst Chlorkalzium, von EERO MÄKINEN. Mai 1911.....	1: 50
N:o 27.	Esquisse hypsométrique de la Finlande, par J. J. SEDERHOLM. Avec une carte et 5 figures dans le texte. Juillet 1911.....	4: 50
N:o 28.	Les roches préquaternaires de la Finlande, par J. J. SEDERHOLM. Avec une carte. Juillet 1911	4: 50
N:o 29.	Les dépôts quaternaires de la Finlande, par J. J. SEDERHOLM. Avec une carte et 5 figures dans le texte. Juillet 1911.....	4: 50
N:o 30.	Sur la géologie quaternaire et la géomorphologie de la Fenno-Scandia, par J. J. SEDERHOLM. Avec 13 figures dans le texte et 6 cartes. Juillet 1911....	4: 50
N:o 31.	Undersökning af porfyrblock från sydvästra Finlands glaciala aflagringar, af H. HAUSEN. Mit deutschem Referat. Mars 1912	3: —
N:o 32.	Studier öfver de sydfinska ledblockens spridning i Ryssland, jämte en öfversikt af is-recessionens förlopp i Ostbaltikum. Preliminärt meddelande med tvänne kartor, af H. HAUSEN. Mit deutschem Referat. Mars 1912.....	3: —
N:o 33.	Kvartära nivåförändringar i östra Finland, af W. W. WILKMAN. Med 9 figurer i texten. Deutsches Referat. April 1912.....	3: —
N:o 34.	Der Meteorit von St. Michel, von L. H. BORGSTRÖM. Mit 3 Tafeln und 1 Fig. im Text. August 1912	4: 50
N:o 35.	Die Granitpegmatite von Tammela in Finnland, von EERO MÄKINEN. Mit 23 Figuren und 13 Tabellen im Text. Januari 1913	4: 50

N:o 36.	On Phenomena of Solution in Finnish Limestones and on Sandstone filling Cavities, by PENTTI ESKOLA. With 15 Figures in the Text. Februari 1913..	4: 50
N:o 37.	Weitere Mitteilungen über Bruchspalten mit besonderer Beziehung zur Geomorphologie von Fennoskandia, von J. J. SEDERHOLM. Mit einer Tafel und 27 Figuren im Text. Juni 1913	4: 50
N:o 38.	Studier öfver Kvartärsystemet i Fennoskandias nordliga delar. III. Om landisens rörelser och afsmältning i finska Lappland och angränsande trakter, af V. TANNER. Med 139 figurer i texten och 16 taflor. Résumé en français: Etudes sur le système quaternaire dans les parties septentrionales de la Fennoscandia. III. Sur la progression et le cours de la récession du glacier continental dans la Laponie finlandaise et les régions environnantes. Oktober 1915	22: 50
N:o 39.	Der gemischte Gang von Tuutijärvi im nördlichen Finland, von VICTOR HACKMAN. Mit 4 Tabellen und 9 Figuren im Text. Mai 1914	4: 50
N:o 40.	On the Petrology of the Orijärvi region in Southwestern Finland, by PENTTI ESKOLA. Oktober 1914	12: —
N:o 41.	Die Skapolithlagerstätte von Laurinkari, von L. H. BURGSTRÖM. Augusti 1914.	4: 50
N:o 42.	Über Camptonitgänge im mittleren Finnland, von VICTOR HACKMAN. Aug. 1914.	4: 50
N:o 43.	Kaleviska bottenbildningar vid Mölönjärvi, af W. W. WILKMAN. Med 11 figurer i texten. Résumé en français. Januari 1915	4: 50
N:o 44.	Om sambandet mellan kemisk och mineralogisk sammansättning hos Orijärvi-traktens metamorfa bergarter, af PENTTI ESKOLA. With an English Summary of the Contents. Maj 1915	4: 50
N:o 45.	Die geographische Entwicklung des Ladogasees in postglazialer Zeit und ihre Beziehung zur steinzeitlichen Besiedelung, von JULIUS AILIO. Mit 2 Karten und 51 Abbildungen. Dezember 1915.....	15: —
N:o 46.	Le gisement de calcaire cristallin de Kirmonniemi à Korpo en Finlande, par AARNE LAITAKARI. Avec 14 figures dans le texte. Janvier 1916.....	4: 50
N:o 47.	Översikt av de prekambriskas bildningarna i mellersta Österbotten, av EERO MÄKINEN. Med en översiktskarta och 25 fig. i texten. English Summary of the Contents. Juli 1916	7: 50
N:o 48.	On Synantetic Minerals and Related Phenomena (Reaction Rims, Corona Minerals, Kelyphite, Myrmekite, & c.), by J. J. SEDERHOLM, with 14 figures in the text and 48 figures on 8 plates. July 1916.....	9: —
No 49.	Om en prekalevisk kvartsitformation i norra delen af Kuopio socken, af W. W. WILKMAN. Med 7 figurer i texten. Résumé en français. Oktober 1916	3: —
N:o 50.	Geochronologische Studien über die spätglaziale Zeit in Südfinnland, von MATTI SAURAMO. Mit 4 Tafeln und 5 Abbildungen im Text. Januar 1918	5: —
N:o 51.	Einige Albitepidotgesteine von Südfinnland, von AARNE LAITAKARI. Mit 5 Abbildungen im Text. Januar 1918	2: —
N:o 52.	Über Theralit und Ijolit von Umptek auf der Halbinsel Kola, von TH. BRENNER. Mit 4 Figuren im Text. März 1920	4: —

