

## 6. Apatitgänge in den Porphyren bei Kiruna.

Von

Per Geijer.

---

Als Teilnehmer an der von Herrn Disponenten Dr. HJ. LUNDBOHM organisierten geologischen Untersuchung der Kirunaer Gegend habe ich während der drei letzten Sommer Feldarbeiten daselbst ausgeführt. Während dieser Arbeiten habe ich auch die bisher wenig studierten Apatitgänge einer Untersuchung unterworfen. Die dabei erlangten Resultate werden hier vorläufig mitgeteilt.

Ich nehme die Gelegenheit wahr, Herrn Disponenten Dr. LUNDBOHM für den interessanten Auftrag, den er mir anvertraut hat, und für gute Ratschläge in vielen Hinsichten, sowie meinen Lehrer, Herrn Professor A. G. HÖGBOM, der mich mit Ratschlägen und Auskünften unterstützt hat, meinen herzlichen Dank auszusprechen. Weiterhin fühle ich mich zu Dank verpflichtet dem Herrn Präparator A. R. ANDERSSON, der die nötigen Dünnschliffe mit grosser Sorgfalt angefertigt hat, sowie den Herren Lic. phil. O. TENOW und Cand. phil. O. SJÖGREN für freundliche Hülfe bei ein paar der Photographien.

*Das geologische Auftreten der Apatitgänge.* Die Geologie der Kirunaer Gegend dürfte nunmehr ihren Hauptzügen nach soweit bekannt sein, dass ich hier nicht auf sie einzugehen brauche, ich erinnere nur daran, dass eine Beschreibung derselben von LUNDBOHM und BÄCKSTRÖM in Geol. Fören. Förhandl., Bd. 20 (1898) geliefert worden ist, [Siehe auch: DE LAUNAY, Les gisements de fer scandinaves, in Annales des Mines, 1903, sowie O. STUTZER, Geologie und Genesis der lappländischen Eisernerz-lagerstätten, in Neues Jahrb. f. Min. usw., Berl., Bd. 24 (1907)]. Die Kartenskizze Fig. 1 zeigt im Massstabe 1 : 50,000 etwas schematisiert die Verhältnisse in den nächsten Umgebungen von Kiruna.

- 1 bezeichnet Grünsteine,
- 2 » älteres Sedimentkomplex (»Kurravaarakonglomerat«),
- 3 » Syenite und Keratophyre,
- 4 » Quarzkeratophyre,
- 5 » jüngere Sedimente (»Haukiserie«),

Schwarz bezeichnet Eisenerz (Magnetit).

Gangförmige Bildungen von Apatit finden sich innerhalb des Gebiets fast ausschliesslich in dem östlich von den grossen Erzmassen auftretenden, gewöhnlich roten Quarzkeratophyren, wo sie besonders zahlreich zwischen Luossavaara und den nordnordöstlich von diesem Berg gelegenen See Nokutusjärvi sind, vor allem nahe der östlichen (d. h. oberen) Grenze des Porphyrs. Auch auf den Luossavaara werden sie hauptsächlich in den östlichsten Porphyrfelsen angetroffen. Weiter südwärts treten die Gänge, die hier viel kleiner als nach dem Nokutusjärvi zu sind, in einer Zone auf, die einige Hunderte von Metern von der Ostgrenze des Porphyrs abliegt. In fester Kluft habe ich keine Gänge weiter nach Süden als bis ungefähr 1 km. südlich von den südöstlich von dem Luossavaara liegenden kleinen See Matojärvi gefunden; es beruht dies darauf, dass eben die östlichsten Teile des Porphyrgebiets hier mit quartären Ablagerungen bedeckt sind, denn ich habe durch Blockstudien gefunden, dass Gänge wenigstens so weit nach Süden zu sich finden müssen, wie die grossen Erzmassen in Kirunavaara sich erstrecken, wenn nicht weiter.

Ausser in dem Quarzkeratophyr treten Gänge von diesem Typus auch in den Keratophyren auf, die westlich von den grossen Erzlagern auftreten und demnach das Liegende derselben bilden. Hier findet sich ein Gang am Nordabhang des Luossavaara, höchstens 100 Meter westlich von den Erzmassen, sowie zahlreiche sehr kleine Gänge zwischen diesem Berg und dem Nokutusjärvi. Keiner dieser Gänge erreicht indessen eine Mächtigkeit von mehr als einigen Zentimetern, allerhöchstens einem Dezimeter.

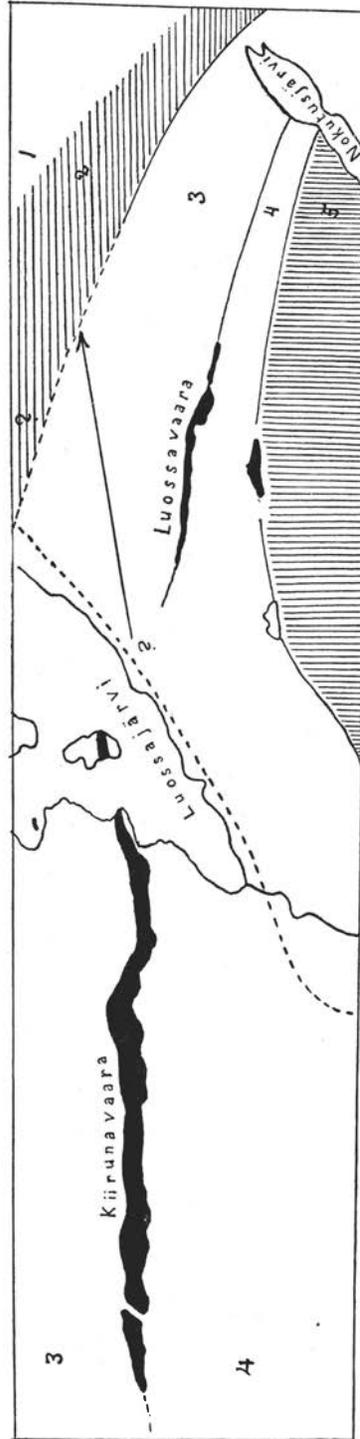


Fig. 1. Orientierungskarte.

Wie aus der folgenden Beschreibung der Apatitgänge des Quarzkeratophyrs hervorgeht, können sie sich demnach den Dimensionen nach nicht mit den grösseren unter diesen letzteren vergleichen.

Zwischen dem Quarzkeratophyr und den Schiefen der Haukiserie findet sich eine wenig mächtige Zone von eigentümlichen und schwer zu bestimmenden Gesteinen; das Verhältnis der Apatitgänge zu diesen kann ich hier nicht berühren, grosse Wahrscheinlichkeit besteht jedoch, dass sie dort nur in Gesteinen auftreten, die den darunterliegenden typischen Quarzkeratophyr sehr nahe stehen.

Es ist am zweckmässigsten, mit der Beschreibung der Gänge in dem Quarzkeratophyr zwischen dem Luossavaara un dem Nokutusjärvi zu beginnen. Dort ist der Felsengrund in einem Gebiete von ungefähr 600

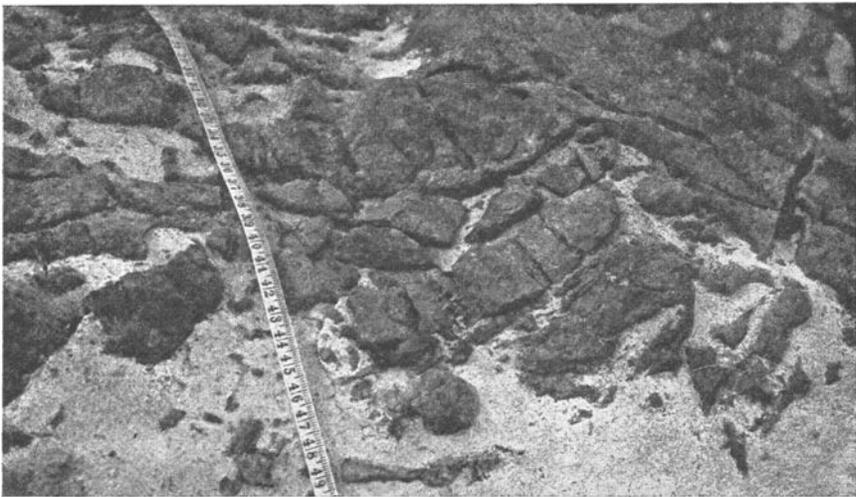


Fig. 2. Detail eines Apatitganges. Mass in Zentimeter.

Meter Länge und 100 Meter Breite in allen Richtungen von Apatitgängen von meist nur einigen Zentimetern oder einem Dezimeter Mächtigkeit durchzogen; diese Gänge verlaufen stets der Hauptsache nach gerade, nie geschlängelt, und sie sind bisweilen so zahlreich, dass der Porphyrr ganz in eckige Blöcke zerstückelt ist, die von einander durch Apatit getrennt sind. In dem Porphyrr zwischen den Apatitgängen kommen zahlreiche, mehr unregelmässige Quarz-Eisenglanzgänge vor.

Der grösste Apatitgang innerhalb dieses Gebiets und, soweit bisher bekannt ist, in der ganzen Gegend, hat eine Länge von ungefähr 40 Meter und verläuft ungefähr von Westen nach Osten. Die Breite wechselt gewöhnlich zwischen 0,5 und 1 Meter, steigt aber an einer Stelle bis auf nahezu 2 Meter an, doch wird keineswegs diese ganze Fläche von Apatit in Anspruch genommen, sondern es finden sich in dieser Porphyrrstücke, bald mehr vereinzelt, bald dicht gehäuft. Die Dimensionen wechseln von

grossen Blöcken bis herunter zu einzelnen Feldspaten; besonders die grösseren Bruchstücke sind bemerkenswert scharfeckig.

Die Photographie Fig. 2. zeigt ein Detail dieses Ganges, Porphyrstücke im Apatit. Der Gang zertrümmert schnell an beiden Enden. Der Porphyr rings herum und noch mehr in den Bruchstücken ist an verwitterter Oberfläche ziegelrot und ist dem Anschein nach umgewandelt. Ausser dem Apatit, der feinkristallinisch und gewöhnlich weiss oder rötlich und dem in den grossen Erzmassen ähnlich ist, sieht man in dem grossen Gang nur ein wenig Eisenglanz und Magnetit innerhalb begrenzter Gebiete, sowie einige schwarze Streifen, die, wie die mikroskopische Untersuchung zeigt (vgl. unten), aus Turmalin bestehen. Einige andere, an Mächtigkeit



Fig. 3. Apatitgang mit Fluidalstruktur.

nicht viel nachstehende Gänge sind dagegen sehr reich an Eisenerz, sowohl Magnetit als besonders Eisenglanz, beide in der Regel feinkörnig und durch einander gemischt. Die Verteilung dieser Erzminerale in dem Gange ist bemerkenswert. Oft bringt sie eine ausgezeichnet schöne Parallelstruktur hervor, die mit den Salbändern gleichlaufend ist (s. die Photographie Fig. 3). Diese Struktur ist ganz ähnlich der, welche in Kirunavaara besonders nahe dem Liegenden in der Hügel »Geologen«, gewöhnlich ist und erinnert auch stark an einige Erscheinungen in Grängesberg (Exportfeld). Die oft deutliche Fluidalstruktur ist auf Fig. 3 und 4 zu sehen. In letzterer zeigt sich deutlich, wie eine eisenglanzreichere Zone in dem Apatit eine markierte Ausbuchtung nach der Seite hin macht, nach welcher der Gang eine Apophyse entsendet. Man beachte auch die kleineren Struktur-

zügen in dieser dunkleren Zone! Diese Struktur kann nicht sekundär sein, denn weder der Apatit noch das Nebengestein zeigen Druckphänomene, die zur Annahme so bedeutender Pressungen Anlass geben, wie sie für ihre Hervorrufung notwendig gewesen wären, vielmehr muss sie primär und demnach eine wirkliche Fluidalstruktur sein. Bisweilen ist das Erz in kleinen schlierigen Klumpen angesammelt; alle denkbaren Mischungsverhältnisse zwischen Erz und Apatit kommen vor, bemerkenswert ist aber, dass die Erzminerale auch in Gängen von sehr geringer Mächtigkeit sich oft in runden Klumpen ansammeln. In mächtigeren Gängen finden sich an ein paar Stellen eckige Bruchstücke von erzhaltigem, etwas fluidalstreifigem Apatit, die in reinem Apatit liegen. Porphyrische Ausbildung des Apatits, so dass Einsprenglinge von einigen Zentimetern Länge in einer feinkörnigen Grundmasse liegen, ist nicht selten; fleckenweise kommt



Fig. 4. Apatitgang mit Fluidalstruktur.

größere Ausbildung vor, wobei gewöhnlich in der Mitte des Flecks ein offener Drusenraum sich findet, in welchen die Apatitkristalle mit freien Enden hineinragen, eine Ausbildung die sich bisweilen auch in längeren Schlieren findet. In einem kleinen Gange erreicht wenigstens die Hauptmasse der Apatitindividuen eine Länge bis zu 5 Zentimeter. Einige kleinere Gänge sind besonders turmalinreich. Der Turmalin ist schwarz und in Individuen von einigen Millimetern Länge ausgebildet; er ist gewöhnlich in ziemlich wohlbegrenzten, mit den Salbändern parallelen Streifen angesammelt, in welchen er oft mehr als die Hälfte der ganzen Masse ausmacht, oder auch bildet er eine schmale Umrandung rings um die Bruchstücke von Porphyr, wobei er jedoch fast stets ganz im Apatit liegt.

Die Quarz-Eisenglanzgänge sind unregelmässiger als die Apatitgänge, verlaufen aber analog mit diesen. Ihre Mächtigkeit ist weit geringer, sie erreicht selten mehr als einen Dezimeter. An mehreren Stellen habe ich

das Verhältnis zwischen den Apatit- und den Quarz-Eisenglanzgängen beobachten können; es zeigte sich da mit aller Deutlichkeit, dass die letzteren als eine Art Apophysen von den ersteren her zu betrachten sind; in einer typischen Stufe, die ich mitgebracht habe, sieht man so eine einige Millimeter breite Apophyse von einem Apatitgange aus bis zu einer Länge von kaum einen Zentimeter aus Apatit (wie in dem grösseren Gange etwas turmalinhaltig), danach aus Quarz und Eisenglanz bestehen. Wie unten beschrieben werden wird, kann die Anreicherung dieser beiden Mineralien unter dem Mikroskop auch in ganz kleinen Apophysen konstatiert werden. Einmal habe ich beobachtet, dass die mittlere Partie eines kleinen Apatitganges aus ihnen bestand.

Es kann hier angebracht sein darauf hinzuweisen, dass sich eine Angabe betreffs der Apatitgänge, wie sie Gegenstand dieser Untersuchung sind, in der geologischen Litteratur findet, wenn sie auch in gewissen Hinsichten irreführend ist. STUTZER beschreibt nämlich einen erzhaltigen Apatitblock mit Porphybruchstücken, den er in Kiruna zum Geschenke erhalten hat mit der Angabe, dass er von dem Luossavaara herstamme; er zieht hieraus, wenn ich ihn recht verstehe, den Schluss, dass der Block von den grossen Erzmassen in diesem Berge herrührt. Dies kann jedoch keinesfalls der Fall sein; sofern es nicht ein loser Moränenblock ist, muss er den Apatitgängen, zu denen er offenbar gehört, entnommen sein. Der Name Luossavaara umfasst nämlich nicht nur die genannte Erzmasse, sondern den ganzen Berg, über dessen Gipfel diese hin verläuft.

Die *mikroskopische Untersuchung der Gänge* im Quarzkeratophyr zwischen dem Luossavaara und dem Nokutusjärvi ergiebt folgende Resultate.

Der *Apatit* gleicht auch unter dem Mikroskop vollständig dem Apatit im Erze von Kirunavaara; er ist in langgestreckten Körnern ausgebildet, die gewöhnlich regellos liegen. Bisweilen kommt indessen sphärolithische Gruppierung vor, und an einer Stelle habe ich schön fluidale (trachytoidale) Anordnung der Apatitprismen rings um ein kleines Porphyfragment herum gefunden. Die Korngrösse des Apatits ist, wie bereits erwähnt, ziemlich verschieden. Wo *Eisenglanz* und *Magnetit* vorkommen, bilden sie meistens kleine, zackig begrenzte Flecke. Der *Zirkon* kommt zwar der Menge nach weit hinter den eben erwähnten Mineralien, er findet sich aber in jedem Präparat als unregelmässige, an Epidot erinnernde Körner. Er ermangelt gewöhnlich der Kristallbegrenzung und scheint älter zu sein als der Apatit, in welchem er oft eingeschlossen gefunden wird. Die Grösse dieser Einschlüsse variiert sehr, und man dürfte fast sicher behaupten können, dass die in dem Apatit zahlreichen, kurz stabförmigen kleinen Interpositionen auch diesem Mineral angehören. *Quarz* kommt ziemlich oft vor, bald mit Tendenz zur Idiomorphie, bald mit Mesostasischarakter. Zwischen den Apatitkörnern sieht man sehr oft klar rote Schuppen von *Eisenglimmer*; dieser ist stets jünger als der Apatit und offenbar die Ursache seiner makroskopisch oft roten Farbe.

Von besonderem Interesse ist das Vorkommen von *Feldspat* und *Turmalin*. Ersterer kommt in zwei verschiedenen Typen vor, der eine ist rot pigmentiert und offenbar von dem Nebengestein losgerissen, sowie oft von einer Borte schön idiomorphen *Muscovits* (welches Mineral auch spärlich unter den Apatitkörnern angetroffen wird) umgeben, der andere gehört offenbar der Mineralgesellschaft der Apatitgänge an. Dieser Feldspat ist in der Regel Plagioklas (albitischer Oligoklas), klar mit fast mikrotinartigem Aussehen und oft verzwillingt. Auch finden sich zerstreute Mikroklinkörner. An Korngrösse übertrifft der Feldspat gewöhnlich den Apatit; er enthält oft Einschlüsse von diesem letzteren und ist in ungefähr isometrischen Feldern ausgebildet; als eigentliche Mesostasis wird er hier nicht beobachtet. Demnach muss bei der Kristallisation des Feldspats schon ein Teil Apatit ausgeschieden gewesen sein. Das genannte Verhalten des Feldspats gegenüber dem umgebenden Apatit scheint mir aber darauf hinzudeuten, dass wenigstens ein Teil dieses letzteren ungefähr gleichzeitig mit dem Feldspat kristallisiert sein muss. Auch sieht man an einer Stelle eine Sphärolitenbildung von Apatit, die in ihrer Entwicklung von einem Feldspatindividuum gehindert worden zu sein scheint.

Der *Turmalin*, der in der Stufe schwarze Farbe hat, zeigt unter dem Mikroskop Pleochroismus, in schwach Rötlich-Braungrün, bisweilen sieht man im Zentrum die tiefblaue Färbung. Er zeigt sehr schöne Idiomorphie gegenüber den übrigen Mineralien, die Individuen liegen aber oft so dicht, dass sie sich gegenseitig an der Entwicklung gehindert haben; an Grösse übertrifft er in der Regel nicht unbeträchtlich die umgebenden Apatitkörner. Die Turmaline sind stets poikilitisch mit Einschlüssen von Apatit gespickt (vgl. Fig. 5); von diesen sind oft einander naheliegende gleich orientiert, wodurch ein Übergang zu mikropegmatitischer Durchwachsung entsteht. Quarz kommt bisweilen in der gleichen Weise wie Apatit vor, also in Turmalinen, die gute Kristallbegrenzung gegen Apatit zeigen (vgl. was oben bezüglich des Verhältnisses zwischen Quarz und Apatit, wo sie direkt an einander stossen, gesagt worden ist). Dann und wann findet man kleine Turmaline in den grossen eingeschlossen.

Den regelmässigen Durchwachsungen muss, wie auch dem Verhältnis zwischen Feldspat und Apatit, sehr grosse Bedeutung für das Verständnis der Bildungsweise der Apatitgänge beigemessen werden. Die verschiedenen Mineralien müssen nahezu gleichzeitig kristallisiert sein, oder, vielleicht besser ausgedrückt, innerhalb Perioden; die weit in einander eingegriffen haben, so dass die Abscheidung eines Minerals schon begann, während das nächst vorhergehende gerade dabei war zu kristallisieren.

Das Nebengestein (der Quarzkeratophyr), das porphyrische Kalifeldspaten und feinkörnige Grundmasse mit »quarz globulaire« hat, ist besonders in den Bruchstücken stark rot pigmentiert. Soweit ich habe finden können, liegt das Pigment *zwischen* den Mineralkörnern. Nahe der Apatitgrenze sieht man im Porphyry oft viel Zirkon sowie Apatit und andere von den Mineralien der Gänge; bisweilen findet sich dicht an der Grenze eine an diesen

besonders reiche, grobkörnigere Zone von ein paar Millimeter Breite. Diese Anreicherung von in dem Gestein sonst spärlicher vorkommenden Mineralien ist bemerkenswert und vielleicht mit dem Vorkommen des Zinnsteins in manchen Greisenbildungen zu vergleichen; auch kommen in kleinen Flecken von gewöhnlich nur einigen Millimetern Durchmesser Eisenglanz, Albit, Quarz, Apatit, Zirkon, Turmalin vor. Letztgenanntes Mineral findet sich

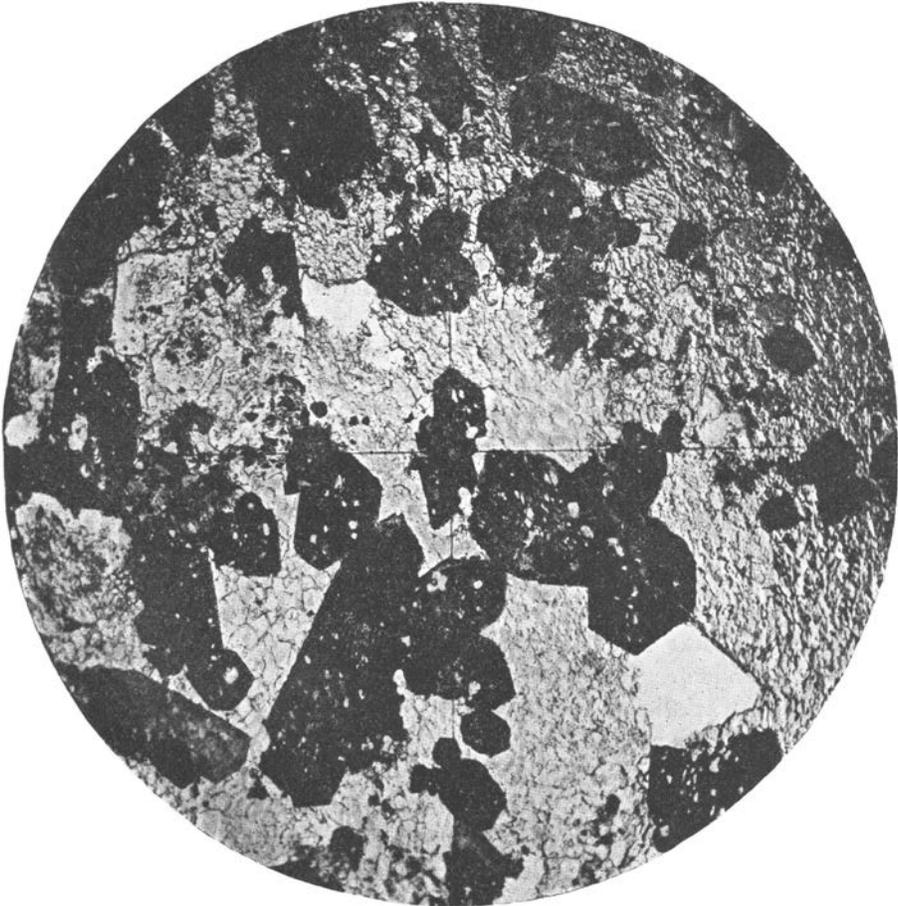


Fig. 5. Turmalin in Apatit.

Gewönl. Licht. Vergr. 26 : 1 (Der helle Fleck ist ein Loch im Schlitze).

auch in wenigstens einem Fall als deutliche Neubildung aus Feldspat, sowie bisweilen in der Grundmasse, dann mit schlauchförmigen Einbuchtungen (vgl. auch STUTZER, a. a. O.). Besonders um die Zirkonkörner herum ist das rote Pigment im Porphyr angesammelt, weniger ausgeprägt um den Apatit herum.<sup>1</sup> In den erwähnten Flecken von Mineralien der Apatit-

<sup>1</sup> Dies erinnert ja in hohem Grade an die pleochroitischen Höfe um Zirkon herum z. B. in Biotit.

gänge liegt das Pigment *zwischen* den Körnern. Auch in ganz kleinen — ein paar Millimeter langen — Apophysen von den Apatitgängen aus findet man, dass Eisenglanz und Quarz dominieren; von diesen ist ersterer am ältesten.

Zu dieser Beschreibung der Gänge im Quarzkeratophyr dicht neben den Nokutusjärvi ist für die übrigen innerhalb dieses Gesteins wenig hinzuzufügen. Das Nebengestein zu einem Gange etwas südlich hiervon ist ungewöhnlich apatitreich, ein anderer Gang besteht überwiegend aus feinkörnigem Eisenglanz und dem blossen Auge sichtbarer Hornblende mit den gewöhnlichen Charakteren dieses Minerals im Kirunaporphyr (schwacher Pleochroismus in Blaugrün-fast farblos, etwas über 20° Auslöschungsschiefe). In diesen Gänge fehlen Quarz und Feldspat. — In einem wenig mehr als zentimetermächtigen Gange südlich von den See Matojärvi findet sich u. a. gelbbrauner Biotit und einige Körner Pyrit, ausserdem recht viel Chlorit.

Der Gang im Liegenden des Erzes auf dem Luossavaara entbehrt fast völlig Erzminerale und gleicht im übrigen in allem Wesentlichen dem beschriebenen Typus. Der Eisenglimmer ist in Haufen angesammelt, wodurch der Apatit in der Stufe ein rotleckiges Aussehen erhält. Hornblende, gleich der zuvor beschriebenen, findet sich in nicht unbeträchtlicher Menge, gleichmässig im dem Gange verteilt. In den Keratophyren weiter nordwärts, näher am Nokutusjärvi, kommen innerhalb eines begrenzten Gebiets unzählige, nur einige Millimeter mächtige Gänge von Apatit vor, oft mit ziemlich grobkristallinischem Magnetit, sowie Adern von Kalkspat. Andere Gänge in diesem Gebiet sind einige Zentimeter mächtig und bestehen hauptsächlich aus Apatit neben etwas Plagioklas, Perthit und Quarz. Der letztgenannte ist als typischer Zwischenklemmungsmasse ausgebildet. Jünger als er ist indessen Kalkspat, der stellenweise in nicht unbeträchtlicher Menge vorhanden ist. Das Nebengestein, das in gewöhnlichen Fällen grau und magnetitreich ist, ist dicht bei den Apatitgängen rot pigmentiert, arm an Magnetit, dafür aber ziemlich reich an Apatit. Hier, wie in allen anderen Fällen, wo ich unter dem Mikroskop den Kontakt studiert habe, ist dieser jedoch scharf und deutlich.

Die hier angeführten Beobachtungen scheinen mir hinreichend, um sich eine ungefähre Auffassung von der Genesis der Apatitgänge bilden zu können. Aus den angeführten Beispielen von Fluidalstruktur und regelmässiger Durchwachsung geht unzweideutig hervor, dass sie *magmatische* Bildungen sein müssen, so dass die Gangmasse vor der Kristallisation im flüssigen Aggregationszustand gewesen ist. Dass dieses Magma weit reicher an Gasen als der umgebende Keratophyr gewesen ist, ergibt sich aus mehreren, in den Gängen vorkommenden Mineralien, an deren Bildung solche Elemente, wie Fluor und Bor, teilgenommen haben (z. B. Turmalin, Apatit, vielleicht auch zu einem Teil Zirkon u. a.).

Die Apatitgänge sind demnach als magmatische Erstarrungsprodukte

zu charakterisieren, bei deren Bildung auch nicht unbedeutende pneumatolytische Prozesse vorgekommen sind.<sup>1</sup>

*Das Verhältnis der Apatitgänge zu den Keratophyren.* Der geradlinige Verlauf der Gänge erinnert in so hohem Grade an den der Spaltensysteme in den Keratophyren, dass die Gangmasse erst erstarrt sein kann, nachdem das umgebende Gestein schon fest geworden war. An einigen Stellen machen die Gänge indessen der Hauptsache nach den Eindruck, als wären sie ungewöhnlich wohlbegrenzte Schlieren, dies sind jedoch Ausnahmefälle. Sie müssen demnach sekretionäre Bildungen sein, analog Pegmatiten und Apliten, für welche Gesteine ja auch die gleichzeitige Kristallisation charakteristisch ist; für eine derartige Ansicht spricht auch das Vorkommen der pneumatolytischen Mineralien. Diese Form von Apatit- und Erzkonzentration ist demnach von den titanreichen Erzkonzentrationen der basischen Eruptive zu trennen.

Es ist nicht ohne Interesse, die hier beschriebenen Gänge mit anderen Ansammlungen von Apatit innerhalb des Gebiets der Kirunaporphyre zu vergleichen.

In den Porphyrgesteinen des Liegenden ist eine eigentümliche Mandelsteinstruktur besonders auf dem Kirunavaara sehr verbreitet (kurz beschrieben von BÄCKSTRÖM, a. a. O.). Diese Mandeln sind ganz oder teilweise mit Hornblende, Apatit, Magnetit und Titanit gefüllt; besonders ist die Hornblende gewöhnlich. Nach BÄCKSTRÖM ist die Altersfolge die, in welcher sie hier aufgezählt worden sind. Sie treten auch alle als Spaltenbekleidung auf. Oft sind die Mandeln in magnetithaltigen Gesteinen von einer Zone umgeben, die gänzlich dieses Minerals entbehrt, und die Feldspate der Grundmasse sind nach den Mandeln zu viel grösser als gewöhnlich. Diese Armut an Magnetit dicht bei einer von diesem Mineral ausgefüllten Mandel tritt bisweilen sehr deutlich in der Stufe hervor, indem in dem dunkelgrauen Gestein ein weisser Ring um die Mandeln herum zu sehen ist. Eine allgemeine Regel ist die, dass das Gestein rings um Mandeln, und oft auch dicht an den Spalten, die mit Hornblende oder Magnetit gefüllt sind, nicht seine gewöhnliche Farbe hat, die grau in verschiedenen Nuancen ist, sondern dass es schwach blassrot ist.

Nach BÄCKSTRÖM'S Ansicht sind diese Mandelfüllungen durch pneumatolytische Reaktionen während der Zeit gebildet, die zwischen den Eruptionen der Gesteine des Liegenden und des Hangenden vergangen ist. Indessen machen die oben angeführten, von mir beobachteten Tatsachen es nicht unwahrscheinlich, dass die Mandeln oft ihr Material aus dem nächst umliegenden Gestein erhalten haben, und dass sie demnach Sekretionen sind, in vielem den oben beschriebenen Gängen gleichend; und eben diese Deutung dürfte auch wenigstens von einem Teil der Spaltenfüllungen gelten können. Wie auch BÄCKSTRÖM hervorgehoben hat,

<sup>1</sup> Der zufällig vorkommende Kalkspat dürfte aus dem magmatischen (juvenilen) Wasser abgesetzt sein können, sofern er nicht nur eine spätere Infiltration in eine drusige Apatitmasse ist.

kommt der Titanit auch als *Neubildung* in den Plagioklasen vor. Dieses Verhältniss habe ich auch bisweilen in dem Quarzkeratophyr beobachtet.

Von Interesse ist ein Vergleich zwischen den Apatitgängen und den grossen Erzmassen in Kirunavaara und Luossavaara. Zwar ist der Unterschied in der Grösse unerhört, und auch im geologischen Auftreten finden sich eine Reihe nicht unwichtiger Verschiedenheiten, andererseits aber finden sich innerhalb des nordlappländischen Erzdistrikts (Jukkasjärvi malmtrakt) mehrere Erzfelder, die in diesen Hinsichten eine Zwischenstellung einnehmen; im besonderen ist der innerhalb meines Arbeitsfeldes gelegene Tuolluvaara sowie Mertainen und Painirova zu nennen. [Abbildungen von dem erstgenannten dieser brecciösen Erze finden sich bei STUTZER (a. a. O.), der auch ein interessantes Bild vom Painirova mitteilt; von der Mertainen-breccia finden sich gute Abbildungen in »Jukkasjärvi malmtrakt« S. G. U., Ser. C. 183]. Besonders am Mertainen scheinen, nach BÄCKSTRÖMS Beschreibung,<sup>1</sup> umfangreiche pneumatolytische Neubildungen vor sich gegangen zu sein.

Von den Mineralien der Apatitgänge finden sich im Erz von Kirunavaara wieder: Apatit, Magnetit, Eisenglanz, Hornblende, Biotit, Zirkon,<sup>2</sup> Pyrit. Dagegen fehlen Quarz (wenigstens primär) und Feldspat, sowie Turmalin, der jedoch möglicherweise im Nebengestein vorhanden ist. Von den in dem Erz auftretenden Mineralien ist der Titanit das einzige bemerkenswerte, das wenigstens bisher nicht in den Gängen nachgewiesen worden ist.<sup>3</sup> Der Titanit findet sich indessen in dem Erz nur innerhalb begrenzter Gebiete. Alle andere Bestandteile haben der Hauptsache nach gleiche Ausbildung. Besonders ist dies bezüglich der Hornblende auffallend. In dem Erzapatit findet sich nämlich eine sehr helle, strahlsteinartige Hornblende in Nadeln, bisweilen quantitativ den Apatit überwiegend. Sie hat grelle Interferenzfarben und ist oft in Bündeln zwischen den Apatitkörnern angesammelt. In genau derselben Ausbildung habe ich sie in einem Apatitgang gefunden, und ebenso kommt er in dem Apatit aus dem Erz bei Lebiajaä im Ural vor, woher Prof. HÖGBOM Material mitgebracht hat, das ich zu studieren Gelegenheit gehabt habe.

Der Apatit in dem Erz (Kirunavaara) ist Fluorapatit, in der einzigen mir bekannten vollständigeren Analyse (Sveriges Geol. Unders., Ser. C., Nr. 127) mit 0,22 % Chlor. Für die vorliegende Untersuchung hat Herr stud. phil. N. PIHLBLAD Chlorbestimmungen ausgeführt, teils an reinem Apatit aus einem Gang in der Nähe des Nokutusjärvi, teils an Kristallen aus Mandeln im Liegenden in Kirunavaara. Beide waren offenbar Fluorapatite, die Analysen zeigen nur 0,16 bzw. 0,08 % Chlor.

<sup>1</sup> Geol. Fören. Förhandl. 1904.

<sup>2</sup> Zirkon ist, soviel ich weiss, bisher nicht mit Sicherheit von Kirunavaara angegeben worden. Ich habe indessen in mehreren Präparaten oft ziemlich grosse Körner davon gesehen, die denen in den Apatitgängen völlig analog sind.

<sup>3</sup> Ich habe später in einem Schlicke aus dem oben erwähnten Apatitgange am Nordabhange des Luossavaara Titanit gefunden.

Dass in vieler Hinsicht grosse Ähnlichkeiten zwischen den Gängen und den Erzen vorhanden sind, dürfte sich klar ergeben, wenn man die Beschreibung, die ich hier von den ersteren gegeben, wie auch die Photographien und Abbildungen von dem Erz in Kirunavaara, wie sie sich z. B. bei LUNDBOHRM (Kiirunavaara och Luossavaara, Sveriges Geol. Unders., Ser. C., Nr. 172), DE LAUNAY und STUTZER (a. a. O.) finden, mit einander vergleicht. Ein solcher Vergleich dürfte deutlich zeigen, dass die Apatitgänge einen sehr wichtigen Anhaltspunkt für die Erörterung der Frage nach der Entstehung der grossen Erzmassen (von Kirunavaara-Luossavaara) abgeben.

Schliesslich sei darauf hingewiesen, dass im Malmberg bei Gellivare Bildungen vorhanden sind, die in allem Wesentlichen mit unseren Gängen in der Kirunaer Gegend übereinstimmen, nämlich das Apatitvorkommen in der Desideria, das von der Apatitkommission untersucht und von LUNDBOHRM (Sveriges Geol. Unders., Ser. C., Nr. 111 und Nr. 127) beschrieben worden ist. Der Apatit dort zeigt dieselben Verhältnisse zum Nebengestein wie unsere Gänge, und auch in der mineralogischen Zusammensetzung finden sich beträchtliche Übereinstimmungen; ausser dem Apatit kommen nämlich Magnetit, Hornblende und Feldspat vor, welcher letzterer jedoch möglicherweise stets vom Nebengestein losgerissen ist, sowie in dem Nebengestein Turmalin. Der Desideria-Apatit scheint den Apatitgängen des Kirunaer Gebiets völlig zu entsprechen; somit noch eine Übereinstimmung zwischen den beiden grössten lappländischen Apatiterzfeldern.

Als diese Mitteilung schon im Manuskript vorlag, erhielt ich durch das Märzheft von Geol. Fören. Förhandl. von der Stellung Kenntnis, welche Professor Hj. SJÖGREN nunmehr bezüglich der Frage nach der Bildungsweise der mittelschwedischen Eisenerze einnimmt. Hier stellt er als Versuchshypothese »ihre Bildung durch magmatische Wasserschmelzen, die einerseits in gewöhnliche Lösungen, andererseits in magmatische Ausscheidungen übergehen können«; die apatitischen Erze sind nach ihm aus Schmelzen mit relativ wenig Wasser entstanden, d. h. sie stehen den magmatischen Differentiationsprodukten in gewöhnlichen Sinne am nächsten.

Zu dieser Hypothese ist SJÖGREN durch rein physikalisch-chemische Betrachtungen gekommen; bemerkenswert ist es da, dass die Form, in der er sich ihre Anwendung auf die Apatiterze gedacht hat, so nahe mit der oben für die von mir untersuchten erzhaltigen Apatitgänge vorgeschlagenen Deutung übereinstimmt.

Uppsala, im März 1908.

