

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

SER. C.

Avhandlingar och uppsatser.

N:o 418.

ÅRSBOK 32 (1938) N:o 8.

NEUE
UNTERSUCHUNGEN INNERHALB
DES GRÄNGESBERGFELDES

VON

NILS H. MAGNUSSON

MIT EINER KARTE



Pris 2.00 kr.

STOCKHOLM 1938

KUNGL. BOKTRYCKERIET. P. A. NORSTEDT & SÖNER

382507

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

SER. C.

Avhandlingar och uppsatser.

N:o 418.

ÅRSBOK 32 (1938) N:o 8.

NEUE
UNTERSUCHUNGEN INNERHALB
DES GRÄNGESBERGFELDES

VON

NILS H. MAGNUSSON

MIT EINER KARTE



STOCKHOLM 1938

KUNGL. BOKTRYCKERIET. P. A. NORSTEDT & SÖNER

382507

INHALT.

	Seite
Einleitung	3
Die Leptite	7
Die Eisenerze	14
Zur Leptitformation gehörende Ganggesteine	29
Die Urgranite	35
Die jüngeren Amphibolitgänge	38
Die Pegmatite	39
Die magmatische Theorie	41
Angeführte Literatur	45

Einleitung.

Das Grängesbergfeld im südlichen Dalekarlien ist das grösste innerhalb des eisenerzführenden Gebietes Mittelschwedens sowohl betreffs der Erzvorräte als auch betreffs der jährlichen Erzproduktion. Die totale Erzfläche dürfte 90,000 qm übersteigen, und die Fläche, die gegenwärtig unter Abbau ist, beträgt 82,000 qm. Von dieser letzteren Fläche sind 80,000 qm zu den phosphorreichen Apatiteisenerzen zu rechnen und nur 2,000 zu den phosphorarmen. Wie hieraus hervorgeht, dominieren die phosphorreichen Erze innerhalb des Feldes.

Die Grängesberger Eisenerze waren schon Ende des 16. Jahrhunderts — wahrscheinlich schon vorher — bekannt. Die rationelle Verwertung der phosphorreichen Erze kam jedoch erst nach der Einführung der basischen Frischungsmethoden in den 1880er Jahren auf. Seit dieser Zeit ist das Grängesbergfeld in grossem Umfang, und zwar hauptsächlich für den Export bearbeitet worden, wobei die Jahresquantität zeitweise eine Million erreicht und sogar überschritten hat. Von der ersten Ausnützung bis und mit 1936 dürften aus den Lagerstätten von Grängesberg ca. 36 Millionen Tonnen Erz gewonnen sein.

Es liegt auf der Hand, dass eine Lagerstätte von dieser Grösse schon früh das Interesse der Geologen erweckte, ganz besonders da der Gesteinskomplex einen stark wechselnden Bau aufweist und die Erze von verschiedener Art sind. Indessen wurde erst im ersten Dezennium des 20. Jahrhunderts der feste Grund gelegt für unsere Kenntnis von dem geologischen Bau des Grängesbergfeldes durch die Untersuchungen von H. E. Johansson. Auf seiner im Jahre 1910 veröffentlichten Beschreibung über »Die Eisenerzführende Formation

in der Gegend von Grängesberg» (1) müssen alle späteren Untersuchungen basieren.

Die theoretischen Schlüsse Johanssons betreffs der Entstehungsart der Erze und des umgebenden Gesteinskomplexes begegneten jedoch starkem Widerstand, und eine lebhaftere Diskussion war in vollem Gang während der 30 Jahre, seitdem Johanssons magmatische Theorie zum ersten Mal öffentlich dargelegt worden war. Diese Diskussion galt jedoch nicht so sehr dem Grängesbergfeld selber sondern eher der Erweiterung der Schlüsse, zu denen Johansson bei diesem Feld gekommen ist, auf die ganze erzführende Leptitformation, inklusive ihrer Eisenerze, Kalksteine, Grauwacken und Schiefergesteine, sowie auch der Urgranite und der Gneise, die so grosse Gebiete des mittelschwedischen Urgebirges ausmachen.

Laut Johansson sollten alle diese Gesteine Schlierenbildungen ausmachen in einem Magma, das während eines kräftigen, richtunggebenden Druckes erstarrt ist. Das Aufstellen und das ausserordentlich talentvolle Darlegen dieser Theorie zwangen die übrigen Geologen, die nicht überzeugt waren oder sich direkt abweisend stellten, ihre Untersuchungen auf die vom Metamorphosenstandpunkt weniger umgewandelten Teile der mittelschwedischen Leptitformation zu konzentrieren. Auf diese Weise entstand so nach und nach ein bedeutendes Beweismaterial dafür, dass die Leptitformation im wesentlichen als eine suprakrustale Formation und die erzführenden Leptitgesteine als vulkanische Gesteine, als Laven und entsprechende Tuffe, zu betrachten sind. Von besonderer Bedeutung hiefür war die Untersuchung des Grythyttfeldes von N. Sundius (17). Die Hälleflinten innerhalb dieses Feldes weisen in grosser Ausdehnung erstaunlich gut bewahrte Laven- und Tuffstrukturen auf. Selber konnte der Verfasser hier und dort innerhalb von Filipstads Bergslag (11) ähnliche Strukturen aufweisen. Im allgemeinen sind jedoch die Gesteine innerhalb dieses Feldes in derart grosser Ausdehnung zu Leptiten umgewandelt, dass nur die gröberen Strukturen — wie die Schichtenstruktur in den Tuffen, die Agglomeratbetten darin und gut bewahrte idiomorphe Einsprenglinge in den Laven — angetroffen werden konnten.

Innerhalb einer Mehrzahl von Gebieten, die von P. Geijer monographisch behandelt worden sind, konnte dieser Forscher gute Beweise liefern für die suprakrustale Natur der Leptite. Besonders seien hier seine Beschreibungen über das Falungebiet (2), über Riddarhyttan (3) und Norberg (4) angeführt. Von anderen Forschern hat vor allem G. Lindroth in Ramhäll (6) und Garpenberg (7) derartige strukturelle Verhältnisse bei den Leptitgesteinen nachgewiesen, dass deren Natur als Laven und Tuffe als wohl begründet angesehen werden muss.

Bei den Kartierungsarbeiten für die Kartenblätter Nya Kopparberget (13), Grängesberg (14) und Smedjebacken (10) ergaben sich ebenfalls neue Beweise für die suprakrustale Natur der Leptitformation. Grauwacken und Schiefer treten hier innerhalb dreier Felder auf als eine oberste Etage, auf gleiche Art wie innerhalb der Grythytte- und Saxåfelder, und die Leptite unter dieser Etage weisen an mehreren Orten Schichtenbildung, oft mit Agglomeratlagen,

auf. Hier und dort können in den geschichteten Leptiten Umlagerungsstrukturen (klastische Strukturen) beobachtet werden, und die porphyrische Struktur kennzeichnet in grosser Ausdehnung sowohl Laven als auch Tuffe. Es kann also nicht der geringste Zweifel bestehen an der suprakrustalen Natur der Leptitformation innerhalb der das Grängesbergfeld umgebenden Gebiete; auch innerhalb des Grängesbergfeldes selbst sind, trotz der starken Umwandlung, die die Gesteine betroffen hat, gute Schichtenstrukturen und Agglomeratstrukturen beobachtet worden, und Einsprenglinge von Quarz und Feldspat sind gewöhnlich. Diese Strukturen sowie die chemischen Zusammensetzungen der verschiedenen unterscheidbaren Leptittypen — die mit denen anderer Gebiete gut übereinstimmen — scheinen genügend zu zeigen, dass wir auch in Grängesberg mit einer suprakrustalen Serie zu rechnen haben. Beweise, die darauf hinausgehen, sind auch geliefert worden von R. Looström bei zwei Vorträgen (8, 9), die er 1929 in Geol. Fören. in Stockholm hielt.

Es ist ohne weiteres klar, dass Johanssons magmatische Theorie nicht richtig sein kann, wenn die Leptitformation als eine suprakrustale Bildung und die Leptite selber als vulkanische Gesteine zu betrachten sind. Looström führte in seinen Vorträgen ein gutes Beweismaterial an dafür, dass die Apatiteisenerze jünger seien als die umgebenden Leptite, dadurch dass er sowohl Erzgänge als auch Erzbrekzien von derselben Natur wie die, die zunächst den Apatiteisenerzen von Norrbotten gewöhnlich sind, nachweisen konnte. Ferner wies Looström darauf hin, dass der s. g. Gneisgranit im Hangenden des grossen Erzes eine jüngere Bildung als die Erze sein muss, sowie auch dass die Erze von Grünsteingängen verschiedener Art reichlich durchzogen sind. Als die jüngsten Bildungen des Feldes werden schliesslich die Pegmatitgänge bezeichnet. Das Wichtige in dieser Untersuchung von Looström — die leider nicht vollständig veröffentlicht worden ist — war der Hinweis, dass das, was von H. E. Johansson als Schlierenbildungen in einem Magma, also als im grossen und ganzen gleichzeitige Bildungen angesehen wurde, nunmehr als Resultate einer komplizierten Entwicklung mit in Bezug auf die Zeit mehr oder weniger scharf getrennten Momenten betrachtet werden muss.

Im Zusammenhang mit den Kartierungsarbeiten für die Kartenblätter Nya Kopparberget und Grängesberg (siehe Fig. 1) gelang es dem Verf., die Resultate Looströms noch mehr zu bestätigen und auszubauen. Die Leptitformation in ihrem ganzen wechselnden Bau — inklusive ihrer Erze — ist hier wie überall in Bergslagen die älteste Formation. Jünger als sie sind die Urgranite, die als hauptsächlich linsenförmige Körper innerhalb der Leptitformation auftreten. Jünger als die Urgranite sind dann die Grünsteingänge, die an mehreren Orten in grossen Mengen auftreten, indem sie sowohl die Leptitformation mit ihren Erzen als auch die Urgranite durchsetzen und auch oft gut definierte Gangsysteme bilden. Jünger als alle diese Gesteine sind schliesslich die Granite von Malingsbo- und Enkulentypus, die sowohl W als SO von Grängesberg in grossen Massiven auftreten. Mit diesen hängen die Pegmatitgänge zusammen, die zuweilen innerhalb des Gesteinskomplexes in grosser Masse auftreten.

Dieser Entwicklungsgang ist im grossen und ganzen derselbe wie inner-

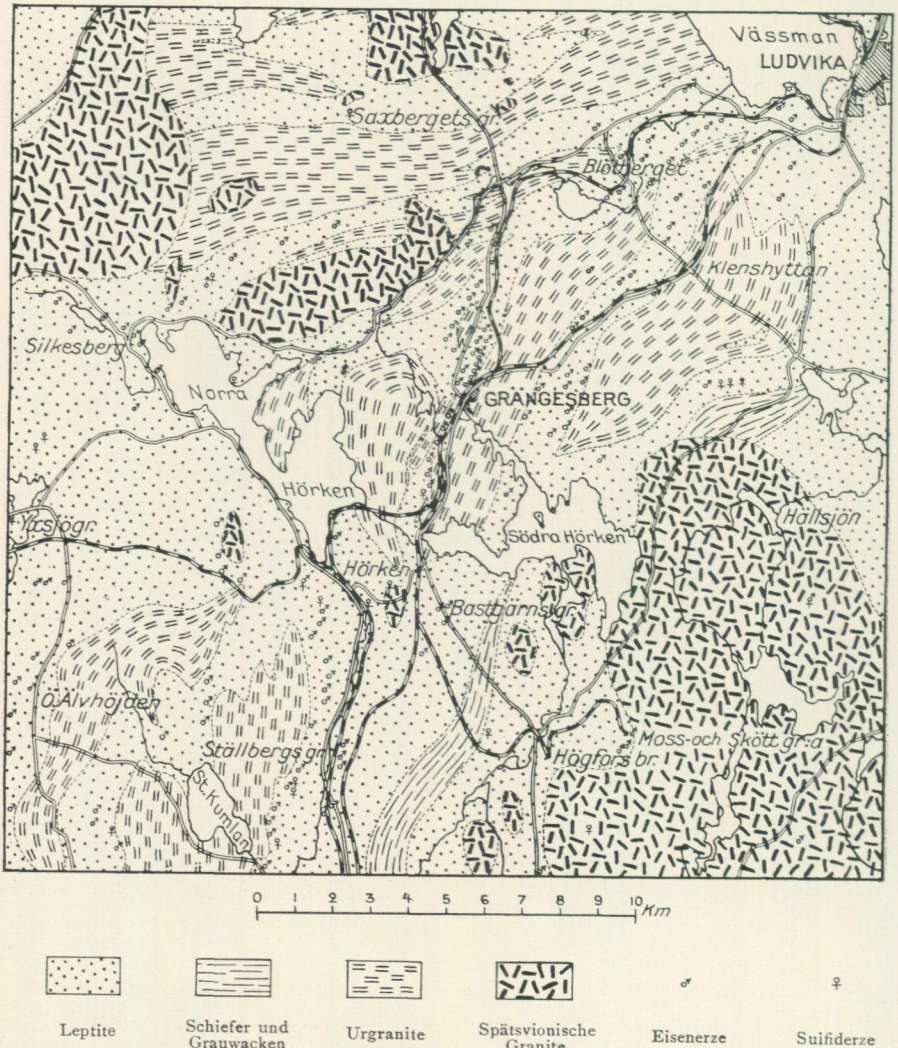


Fig. 1. Das Grängesberggebiet in Mittelschweden. Skala 1 : 200,000.

halb der übrigen Teile von Bergslagen (15), ist aber etwas ganz anderes als die stark verkürzte Perspektive, die H. E. Johanssons magmatische Theorie besagt. Mit dem allergrössten Interesse übernahm deshalb der Verf. von Direktor Gavelin den Auftrag, eine moderne Untersuchung des Grängesbergfeldes mit besonderer Rücksichtnahme auf die Erze und deren Verhältnis zu den umgebenden Gesteinen durchzuführen. Zum Zweck dieser Untersuchung hat die Verwaltung von Grängesberg eine Summe von 3,000 Kronen für Untersuchungen unter Tage zur Verfügung gestellt. Eine neue Karte über das Grängesbergfeld in dem Masstabe 1 : 4,000 wurde von dem Verfasser mit Hilfe von S. Gavelin, S. Hjelmqvist und S. Landergren ausgeführt. Die Kartierungen unter Tage

sind noch nicht ganz abgeschlossen und die oben erwähnte Karte über das Grängesbergfeld kann vollständig noch nicht veröffentlicht werden. Die hier als Tafel I publizierte Karte macht eine generalisierte Zusammenstellung der während dieser Neukartierung gemachten Beobachtungen aus, wobei auch die im Jahre 1910 veröffentlichte Karte H. E. Johanssons mehrmals zu Rate gezogen wurde. Die ausgeführte Arbeit hat jedoch schon derart positive Resultate betreffs der Entstehungsgeschichte der Erze und Gesteine geliefert, dass ein präliminärer Bericht der neuen Untersuchungen als berechtigt angesehen werden kann, um so mehr, da im Zusammenhang mit dem 3. nordischen Geologenkongress des Sommers eine von den Exkursionen auch Grängesberg berührt wird. Die endgültige Monographie, die zur Beschreibung des Grängesbergfeldes planiert ist, wird noch einige Jahre auf sich warten lassen, da der Verf. Gelegenheit haben muss, den Grubenbetrieb zu verfolgen und neue Niveaus zu studieren. Ausserdem ist Hand in Hand mit der geologischen Untersuchung auch eine geochemische Untersuchung im Gang, und der Verf. möchte das Resultat dieser letzteren abwarten, ehe er das zusammengebrachte Material vollständig veröffentlichen will.

Die Leptite.

Die ältesten Gesteine des Gebietes bestehen aus Leptiten, die die eigentlich erzführende Formation ausmachen. Dass diese Leptite von Anfang an supra-krustale Gesteine waren, geht hervor teils aus den an mehreren Orten darin beobachteten Agglomeratbildungen, teils aus dem feldgeologischen Zusammenhang, den sie mit anderen, besser erhaltenen Leptitgebieten aufweisen. Bei allen Versuchen, die Eisenerze des Gebietes und ihr Verhältnis zu den umgebenden Gesteinen genetisch zu deuten, muss diese Tatsache berücksichtigt werden.

Wenn man von den skarnführenden Gesteinen absieht, können die Leptite in drei Typen getrennt werden, nämlich in rote oder rötliche *Kalileptite*, ausgeprägt porphyrische *Kali-Kalkleptite* und graue, biotitreiche *Natronleptite*. Eine porphyrische Struktur ist oft auch bei den Kali- und Natronleptiten wahrnehmbar. Doch ist sie hier nie auf die gleiche Art makroskopisch leicht zu beobachten. Zwischen diesen drei Haupttypen existieren alle Übergänge, und oft — besonders innerhalb der erzführenden zentralen Teile — konstatiert man zwischen ihnen eine unregelmässige Verteilung, und zwar auf eine Art und Weise, die uns vermuten lässt, dass die von ihnen jetzt gezeigte Aufteilung nicht ein stratigraphisches Problem ausmacht. Die Verteilung zwischen Kali- und Natronleptit, die auf der Karte Tafel I zu finden ist, ist eine infolge des Kartenmasstabes nötige Generalisierung. In Wirklichkeit ist die Verteilung dieser Gesteine bedeutend unregelmässiger.

Von H. E. Johansson, der diese drei Typen eingehend beschrieben hat, wurden drei Analysen, eine von jedem Typus, veröffentlicht. Für eine Monographie über das Erzgebiet von Ljusnarsberg liess der Verf. eine Analyse von einem rötlichen Kalileptit vom Lombergfeld ausführen. Ausserdem wurden

Tab. I.

	Anal. I		Anal. II		Anal. III		Anal. IV		Anal. V		Anal. VI		Anal. VII	
	Gew.-%	Mol.-Prop.	Gew.-%	Mol.-Prop.	Gew.-%	Mol.-Prop.	Gew.-%	Mol.-Prop.	Gew.-%	Mol.-Prop.	Gew.-%	Mol.-Prop.	Gew.-%	Mol.-Prop.
SiO ₂	68.45	11,352	66.87	11,089	67.18	11,141	68.96	11,436	68.50	11,360	68.94	11,433	70.08	11,622
TiO ₂	0.41	51	0.78	97	0.65	81	0.80	100	0.73	91	0.76	95	0.76	95
Al ₂ O ₃	12.94	1,266	13.33	1,304	13.25	1,296	13.30	1,301	14.05	1,375	14.21	1,390	13.14	1,286
Fe ₂ O ₃	—	—	5.65	354	2.73	171	—	—	1.19	74	2.24	140	—	—
FeO	6.01	836	1.48	206	3.17	481	5.50	765	4.60	640	3.08	429	4.24	590
MnO	0.15	21	0.01	1	0.02	3	0.16	23	0.04	6	0.01	1	0.12	17
MgO	0.95	236	1.21	300	1.36	337	1.71	424	1.26	312	1.51	374	0.94	233
CaO	1.40	250	1.37	244	1.10	196	1.44	257	1.76	314	0.80	143	2.92	521
Na ₂ O	2.21	356	4.23	682	1.60	258	4.78	771	4.57	737	6.02	971	2.93	473
K ₂ O	6.27	666	3.16	335	7.02	805	1.85	196	1.64	174	1.16	123	3.94	418
BaO	—	—	—	—	0.19	12	—	—	0.10	6	0.01	1	—	—
P ₂ O ₅	0.12	8	0.22	15	0.13	9	0.17	12	0.18	13	0.13	9	0.11	8
H ₂ O	0.96	533	1.37	760	1.45	805	1.12	622	1.38	766	1.16	644	1.00	555
S	—	—	0.07	22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	99.87		99.75		99.85		99.79		100.00		100.03		100.18	

Niggilizahlen.

	Anal. I	Anal. II	Anal. III	Anal. IV	Anal. V	Anal. VI	Anal. VII
si	313.0	293.0	307.0	304.0	306.5	305.0	327.0
al	35.0	34.5	35.5	34.5	37.0	37.5	36.0
fm	30.0	32.0	31.0	32.0	30.0	29.0	23.0
c	7.0	6.5	6.0	5.5	8.5	4.0	16.0
alk	28.0	27.0	27.5	28.0	24.5	29.5	25.0
k	0.65	0.33	0.74	0.19	0.19	0.11	0.47
mg	0.22	0.25	0.30	0.35	0.28	0.34	0.28

- I. Anal. von rotem Kalileptit, Lombergfeld. Anal. A. Grabe.
 II. Anal. von rotem Kalileptit, Ängesgrube, Lombergfeld. Anal. G. Assarsson.
 III. Anal. von rotem Kalileptit, Ormbergfeld, 270 m. Niveau. Anal. G. Assarsson.
 IV. Anal. von grauem Natronleptit, Exportfeld. Anal. A. Grabe.
 V. Anal. von grauem Natronleptit, Exportfeld, 270 m. Niveau. Anal. G. Assarsson.
 VI. Anal. von grauem Natronleptit, Exportfeld, 270 m. Niveau. Anal. G. Assarsson.
 VII. Anal. von Kali-Kalkleptit, Täppan. Anal. A. Grabe.

drei neue Analysen von Proben, aufgenommen auf 270 m Niveau, vom Ormbergfeld und von dem Gebiete zwischen diesem und dem südlichen Teil des Exportfeldes — also im Liegenden des letzteren — ausgeführt. Diese sieben Analysen werden alle in der Tabelle I angeführt. Ausser den Gewichtsprozentzahlen werden dort auch die Molekularzahlen, sowie die daraus ausgerechneten Niggliczahlen angegeben. Es ist eigentlich erstaunlich, wie nahe verwandt diese Gesteine sind, trotz der grossen Variationen im Alkaliverhältnis. Die si-Zahlen liegen sämtlich zwischen 293 und 323, die al-Zahlen zwischen 34.5 und 37.5 und die alk-Zahlen zwischen 24.5 und 29.5. Nimmt man die analysierte Probe von Kali-Kalkleptit aus, werden auch die Variationen für die fm-Zahlen und c-Zahlen klein, nämlich für fm zwischen 29 und 32 und für c zwischen 4 und 8.5. Der Kali-Kalkleptit hingegen weist eine fm-Zahl von 23 und eine c-Zahl von 16 auf.

Abgesehen von dem Kali-Kalkleptit, in dem eine kräftige und unregelmässige Skarnbildung vor sich gegangen war, die die ursprüngliche chemische Zusammensetzung der analysierten Probe verändert haben kann, konstatiert man also einen sehr gleichartigen chemischen Bau bei den auftretenden Leptiten. Betreffs der k-Zahl weisen die analysierten Typen dagegen Variationen von 0.11 bis 0.74 auf. Die für die vulkanischen Gesteine der Leptitformation normale Einteilung in kalireiche und natronreiche Typen existiert also auch hier; man könnte sie ohne weiteres als primär betrachten, genau wie die Kali- und Natronleptite innerhalb der meisten Gebiete in Bergslagen es sein müssen. Dass sie es innerhalb des Grythyttfeldes (17) sind, dürfte mit Sicherheit angenommen werden, dank der dort in ihnen gefundenen schönen Grundmassestrukturen. Auch innerhalb des Filipstads Bergslag (11) sind sowohl in extremen Kali- als auch in extremen Natrongesteinen gute Grundmassestrukturen beobachtet worden, weshalb auch hier kaum ein Zweifel bestehen kann, dass beide im wesentlichen ihre primären, chemischen Zusammensetzungen bewahrt haben. In den Gruben von Nordmark (12) fand jedoch der Verf. Beweise für eine Umwandlung von einem kalireichen in einen natronextremen Leptit im Zusammenhang mit den metasomatischen Umsetzungen, die dort stattgefunden hatten, hauptsächlich nach dem Grenzsköl zwischen einerseits Leptit und andererseits Erz und Dolomit. Dies gab neuen Anlass zu der in der Literatur schon früher behandelten Frage, in welchem Umfang die Natronleptite sekundär natronbetont bis zu natronextrem sein könnten. Bekanntlich ist von allen Forschern, die sich mit diesen Fragen abgegeben haben, hervorgehoben worden, dass gerade das Vorkommen von derartig grossen Mengen natronextremer Leptite die Leptitformation von jüngeren vulkanischen Serien trennt.

Innerhalb des südlich von Grängesberg gelegenen Erzgebietes von Ljusnarsberg konnte der Verf. nachweisen, dass die Umwandlung von Kalileptiten zu Natronleptiten an mehreren Stellen lokal stattgefunden hat, ohne dass das Vorkommen von primären Natronleptiten deswegen bezweifelt werden muss. Die Resultate von der Erzgegend von Ljusnarsberg zeigen jedoch, dass eine derartige Umwandlung zu stärker natronbetonten Leptittypen häufiger ist als man früher anzunehmen wagte.

Die Gründe, die den Verf. veranlassten, die Natronleptite innerhalb der zentralen Teile des Grängesbergfeldes als sekundär natronextrem aufzufassen, werden später beim Bericht von den Beobachtungen unter Tage dargelegt. Schon H. E. Johansson sah aber deutlich ein, dass gar keine stratigraphische Verteilung zwischen den verschiedenen Leptittypen konstatiert werden konnte; für grosse Gebiete findet man eine derart ungleiche Verteilung unter ihnen im Zusammenhang mit sukzessiven chemischen Übergängen, dass nur zwei Möglichkeiten in Frage kommen können, diese Verteilung zu erklären. Die eine dieser Möglichkeiten ist H. E. Johanssons magmatische Theorie, die andere die Annahme einer metasomatischen Umwandlung als Ursache dieser Kontaktverhältnisse.

Die beiden Analysen, die es vom Lombergfeld gibt, zeigen die k-Zahlen 0.33 und 0.65, und sowohl kalireichere als auch kaliärmere Typen sind mikroskopisch untersucht worden. Die drei Analysen vom Schnitt zwischen dem Ormbergfeld und dem Exportfeld bei 270 m weisen die k-Zahlen 0.74, 0.19 und 0.11 auf. Zwischen den Kalileptiten und den Natronleptiten gibt es auch hier sukzessive Übergänge. Bisweilen können jedoch die Übergangszonen sehr schmal sein. Scharfe Grenzen sind nirgends beobachtet worden. An der Stelle zwischen dem Karl Johan-Schacht und der Timmergrube bei 230 m, wo der Kalileptit direkt unter dem Exportfelderz ansteht, findet man einen gleichartigen sukzessiven Übergang in extremen Natronleptit gegen das Liegende. An einer Serie Proben von dieser Übergangszone sind Alkalibestimmungen ausgeführt worden. Diese zeigen geordnet: 8.47 % K_2O und 1.81 % Na_2O , 4.63 % K_2O und 3.03 % Na_2O , 3.22 % K_2O und 4.04 % Na_2O , 1.26 % K_2O und 6.03 % Na_2O , 1.16 % K_2O und 4.82 % Na_2O , 0.52 % K_2O und 6.33 % Na_2O . Drei Proben von dem darauf folgenden Natronleptit zeigen geordnet: 0.66 % K_2O und 4.61 % Na_2O , 0.75 % K_2O und 6.12 % Na_2O , 0.83 % K_2O und 6.57 % Na_2O .

Derartige Serien könnten überall ausgeführt werden, wo Kali- und Natronleptite innerhalb des Streckensystems der Gruben zusammen auftreten. Betreffs des Grängesberggebietes hat man bei der Beurteilung der Chemie eines Leptits gute Hilfe in seiner Farbe. Ein ausgeprägter Kalileptit hat immer rötliche Farbe; je grösser der Natrongehalt ist, umso grauer ist die Farbe; die ausgeprägten Natronleptite sind hier immer hellgrau. Johansson nannte die roten Kalileptite Leptite von Lombergtypus, weil sie vor allem innerhalb des Lombergfeldes auftreten, und die grauen Natronleptite Leptite von Exportfeldtypus, da sie hauptsächlich im Hangenden des Exportfelderzes auftreten.

Übereinstimmend wie die chemische Zusammensetzung im übrigen ist bei den Leptiten innerhalb des Grängesberggebietes, bedeutet der Übergang von Kalileptit zu Natronleptit nur einen Basenaustausch, einen Austausch von Kalium zu Natrium. Dieser Austausch kann sicherlich vor sich gehen, ohne dass die strukturellen Verhältnisse innerhalb der Gesteine nennenswert beeinflusst werden.

Die mikroskopisch beobachteten Verhältnisse sind von Johansson eingehend

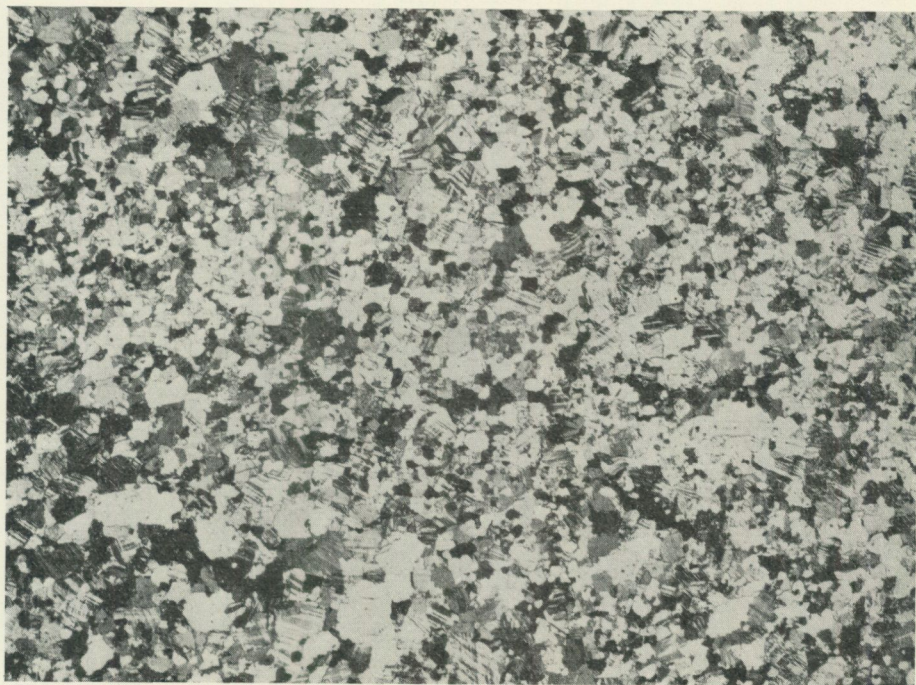


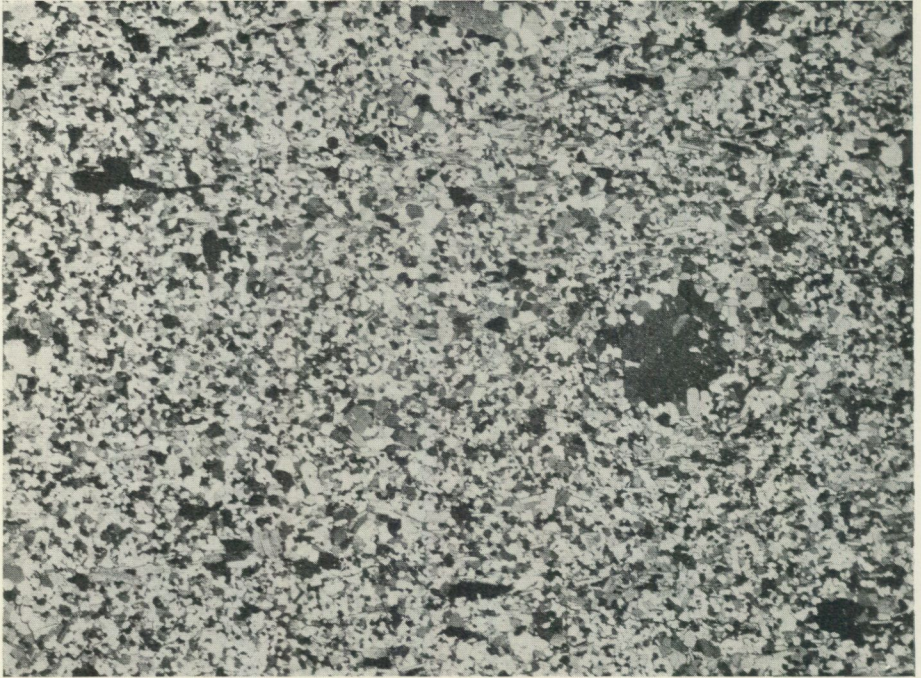
Fig. 2. Kalileptit. Vergr. 10. + Nic.

A. Karlsson foto.

behandelt worden. Bei der folgenden Beschreibung werde ich ihm in allem wesentlichen folgen.

Die roten Kalileptite (Fig. 2) können als biotitführende Mikroklinit-Oligoklas-Leptite, die oft geringere Mengen Muskovit, aber nie Hornblende führen, bezeichnet werden. Öfters weisen sie eine inhomogene, gebänderte oder flammige Ausbildung auf, mit Plagioklas und Biotit zu grauen Schlieren oder Bändern gesammelt, währenddem Mikroclin mehr oder weniger ausgeprägt rote Partien bildet. Hier und dort kann eine porphyrische Struktur mit vereinzelt Einsprenglingen aus Oligoklas oder Körneraggregat aus Oligoklas oder Mikroclin oder beide zusammen in einer Grundmasse von Quarz und Feldspat wahrgenommen werden. Von akzessorischen Mineralien findet man hauptsächlich Ortit und Apatit, sowie als Seltenheit Titanit. Die Imprägnation von Eisenglanz und Magnetit sowie Skarnmineralien verschiedener Art — vor allem Granat und Epidot —, die in grosser Ausdehnung innerhalb dieser Leptite, wo sie erzführend sind, auftreten, werden später eingehend beschrieben.

Die grauen Natronleptite (Fig. 3) sind in ihrem typischen Zustand durch das vollständige Fehlen von Mikroclin gekennzeichnet. Sie bestehen hauptsächlich aus Quarz, Oligoklas oder Oligoklas-Albit, sowie aus mehr oder weniger reichlichen Mengen von Biotit. Hier und dort begegnet man auch biotitarmen Typen, besonders im Liegenden des Exportfelderzes. Wo der Biotitgehalt reichlich ist, sind flaserige Typen mit inhomogenem Bau

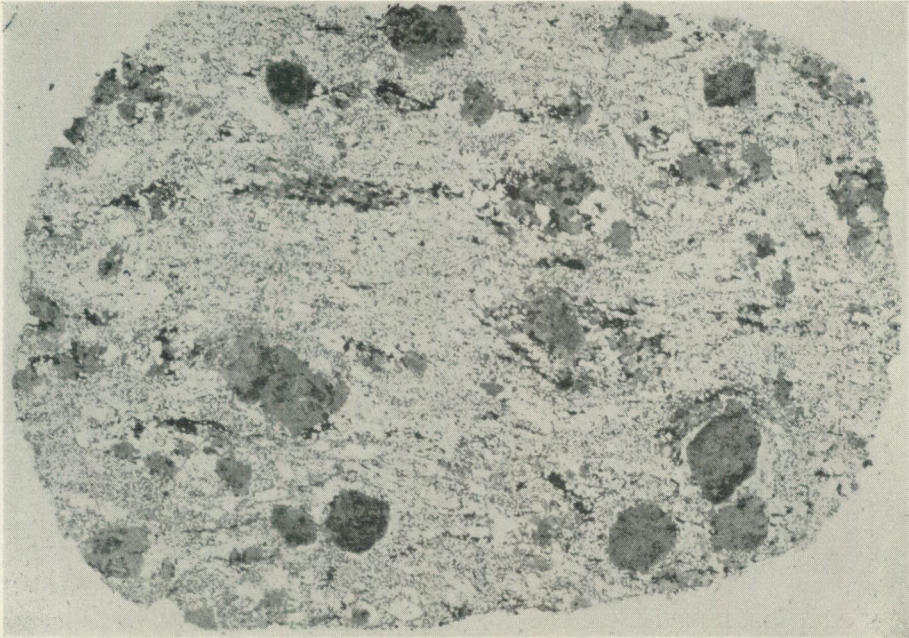


A. Karlsson foto.

Fig. 3. Natronleptit. Vergr. 10. + Nic.

entstanden. Eine porphyrische Struktur kann oft beobachtet werden, und zwar besonders in den glimmerarmen, homogeneren Typen. Einmal findet man einheitliche Einsprenglinge von Plagioklas, ein andermal unregelmässige Körneraggregate. Quarz ist als Einsprengling nicht festgestellt worden, weder in diesen Leptiten noch in den Kalileptiten. Ausserdem zeigt die Erfahrung, dass die CaO-reicheren Typen die am besten ausgebildete porphyrische Struktur besitzen. Von akzessorischen Mineralien findet man Apatit und Magnetit und als Seltenheiten Ortit und Titanit.

Die ausgeprägt porphyrischen Kali-Kalkleptite (Fig. 4) unterscheiden sich von den vorhergehenden durch ihren hohen CaO-Gehalt. Durch den relativ hohen Kaligehalt stehen sie den Kalileptiten näher als den Natronleptiten. Einsprenglinge bestehen immer aus Plagioklas mit Andesin- oder basischer Oligoklaszusammensetzung. Die zentralen Teile der Einsprenglinge sind stark überstreut von Glimmermaterial, Epidot und Kalzit und werden gewöhnlich von einem schmalen Rand frischen Plagioklases mit saurerer Zusammensetzung umgeben. Öfters werden die einheitlichen Plagioklas-Einsprenglinge von Körneraggregaten ersetzt, die in der Richtung der Stengligkeit ausgezogen sind. Bisweilen findet man auch Aggregate von Mikroklin oder Quarz, die anzudeuten scheinen, dass Einsprenglinge auch dieser Mineralien existierten, wenn auch in untergeordneter Menge im Verhältnis zu den Plagio-



A. Karlsson foto.

Fig. 4. Kali-Kalkleptit. Vergr. 4.

klaseinsprenglingen. Die Grundmasse besteht hauptsächlich aus Quarz, Mikroklin-Pertit und Oligoklas sowie — als dunkle Mineralien — einer bläulich-grünen Hornblende und gewöhnlich untergeordnetem Biotit. Als akzessorische Mineralien treten Titanit — oft in reichlichen Mengen —, Epidot und Ortit, Magnetit und Apatit sowie auch bisweilen Schwefelkies auf.

Die ausgeprägt porphyrischen Kali-Kalkleptite gehen in Typen über, in denen die porphyrische Struktur weniger ausgeprägt ist und wo ein inhomogener, gebänderter oder schlieriger Bau mit oder ohne Einsprenglinge sich geltend macht. Diese Gesteine werden durch monominerale Quarz-, Mikroklin- oder Plagioklasanhäufungen sowie Schlieren von dunklen Mineralien, besonders Hornblende, gekennzeichnet. Diese inhomogenen Typen sind immer reich an Titanit. Sie haben ihre Strukturen erhalten im Zusammenhang mit einer reichlichen Skarnimprägnation in den Kali-Kalkleptiten.

Der inhomogene Bau, der grosse Teile der Kalileptite und der Kali-Kalkleptite kennzeichnet, entstand im Zusammenhang mit den erz- und skarnbildenden Prozessen, und nur ganz kleine Flächen scheinen von ihnen ganz unberührt geblieben zu sein. Wie schon angeführt worden ist, scheinen die Natronleptite durch und durch metasomatische Umwandlungsgesteine zu sein.

Bevor die im Zusammenhang mit der Erzbildung vor sich gegangenen Umwandlungen beschrieben werden, mögen die vorkommenden Erztypen charakterisiert werden.

Die Eisenerze.¹

Die vorherrschenden Erze sind die *Apatiteisenerze* von Exportfeldtypus. Diese bauen vor allem das grosse, unregelmässig linsenförmige Exportfelderz auf, das eine Länge von ca. 1 km und eine Breite von 20—90 m besitzt. Gegen beide Enden hin spitzt sich der Erzkörper zu. Laut der Grubenkarte und der Beschreibung Johanssons sollte das Erz in eine grosse Anzahl linsenförmige Körper getrennt sein und zwar durch schmale Bänke von leptitischem oder amphibolitischem Charakter, die — nach Johansson — Verzweigungen der Leptite des Hangenden und Liegenden des Erzes ausmachten. Durch die vom Verf. unter Tage bei Niveaus von 230 und 270 m ausgeführten Untersuchungen hat es sich jedoch gezeigt, dass nur sehr wenige Zwischenbalken dieser Natur sind. Die allermeisten dagegen sind deutliche Gänge mit scharfen Grenzen und feinkörnigen Randfazies. Als Gänge wurden sie auch gedeutet von I. Högbom, der im Zusammenhang mit seinen Untersuchungen innerhalb des Nybergfeldes (5) im Kirchspiel Norrbärke auch Grängesberg besuchte. Dass es Gänge sind und nicht Verzweigungen von den Leptiten des Hangenden und Liegenden, geht vor allem daraus hervor, dass sie die Grenzen zwischen den erwähnten Leptiten und den Erzen überschneiden, sowie auch mehrfach angetroffen wurden, wo sie die Leptite weit ausserhalb der Erzkörper durchschnitten. Ausserdem sind diese Gänge niemals beeinflusst von Skarabildung oder Erzimprägation, wie die Leptite im Hangenden und Liegenden es sind. Meistens ist ihre Gangnatur sehr ausgeprägt. Bisweilen sind sie indessen stark beeinflusst von den tektonischen Kräften und deformiert auf mannigfache Art. Ein ursprünglich gleichmässig schmaler Gang kann dadurch zu hintereinander liegenden, linsenförmigen, nur durch Gleitflächen oder biotit-chloritreiche Sköle verbundenen Körpern deformiert worden sein. Diese Gänge von Strecke zu Strecke zusammenzustellen bietet deshalb oft grosse Schwierigkeiten.

Ausser von leptit- und amphibolitartigen Gängen wird das Exporterz von einer reichlichen Menge Pegmatitgänge durchsetzt. Dies ist besonders der Fall innerhalb der nördlichen Teile des Erzkörpers. Während die oben erwähnten Leptit-Amphibolitgänge gewöhnlich parallel mit der Längsrichtung des Erzes verlaufen oder mit dieser Richtung nur kleine Winkel bilden (siehe Fig. 5 und 6), treten die Pegmatitgänge unregelmässiger auf. Doch findet man, dass sie in der Regel als flach liegende Scheiben mit unregelmässiger Form die Erze überqueren. Die Stengligkeit, die die Erze, die umgebenden Leptite und die oben erwähnten Leptit- und Amphibolitgänge kennzeichnet, hat die Pegmatite nirgends beeinflusst, die also jünger sind als alle diese Gesteine; gewöhnlich stehen die flachen Pegmatite annähernd rechtwinklig zu der Stengligkeit und überschneiden sie demnach. Dies kann auch studiert werden an mehreren Schnitten an der Oberfläche, sowie in dem Liegenden des Exportfelderzes (siehe Fig. 14). Gegen das Hangende erheben sich die Pegmatite oft und folgen ihm

¹ Die Erze — wie auch der ganze Leptitkomplex — sind stark aufgerichtet und fallen ca. 65° gegen SO.

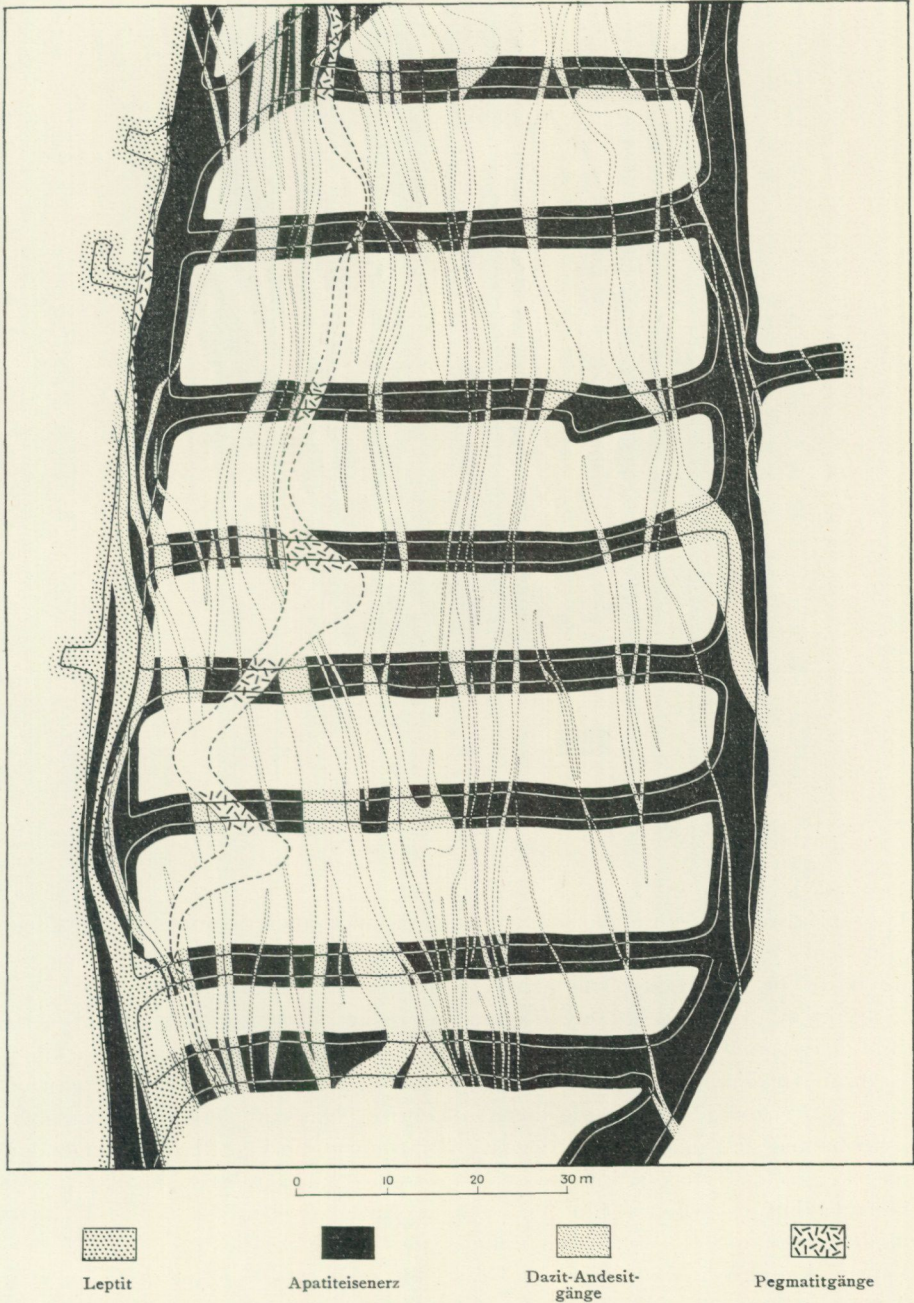


Fig. 5. Südlicher Teil des Exportfelderzes auf 230 m Niveau.

oder schneiden es in kleinen Winkeln (siehe Fig. 6). Im Verein mit den Pegmatiten treten auch aplitartige Gänge auf. Diese müssen genau getrennt werden von etlichen älteren, stengeligen, aplitartigen Granitgängen, die Ausläufer der

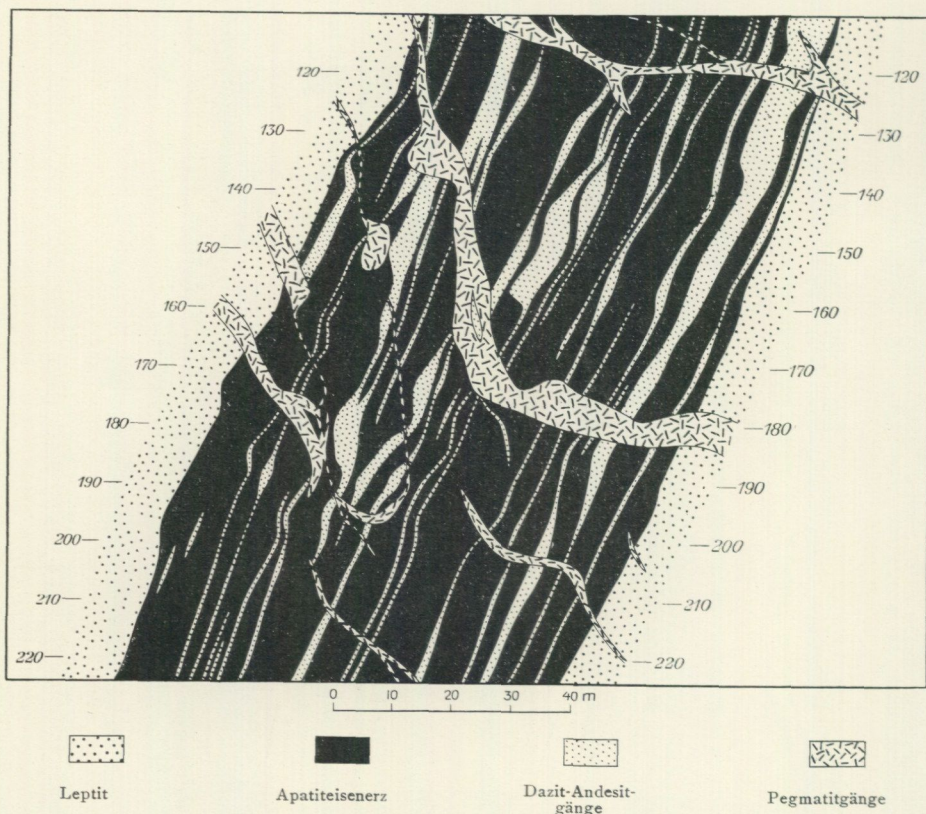


Fig. 6. Profil durch den südlichen Teil des Exportfölderzes zwischen 110 und 220 m. (Zusammengestellt von W. Persson.)

Urgranite sind. In untergeordneter Menge können auch pegmatitartige Gänge von den Urgraniten ausgehen. Diese Urgranitpegmatite besitzen jedoch nie irgendwelche Mächtigkeit und entbehren jeder Bedeutung.

Denkt man sich alle diese Ganggesteine weggenommen, erhält man also das Bild eines beinahe einheitlichen, grossen Erzkörpers mit unregelmässig zackigen Grenzen an den Spitzen im N und S, sonst aber mit im grossen und ganzen ebenen Grenzen gegen die umgebenden Leptite. Nur eine geringe Anzahl Zwischenbalken sind nämlich von derselben Natur wie die Leptite des Hangenden und Liegenden. Dies ist ein grosser Unterschied zu dem Bild, das Johansson vom Erzkörper gegeben hat, ein sehr wesentlicher Unterschied, vor allem da Johansson in so grosser Ausdehnung seine Theorie auf die Mischung von Erz, Leptit, Amphibolit und Pegmatit baute, die man erhält, wenn man von den Altersverhältnissen der verschiedenen Gesteine unter sich absieht.

Der grosse Erzkörper wird zum grössten Teil aus Magnetisenerzen aufgebaut. Doch spielen auch Roteisenerze eine bedeutende Rolle, besonders innerhalb des nördlichen Teiles des Exportfölderzes. Sie treten dort immer gegen das Liegende auf und gehen zunächst diesem in grosser Ausdehnung in schuppige

Roteisensteine über, die durch ihren grobschuppigen Bau sich von den sonst massenförmigen Roteisensteinen unterscheiden. Oft sind die Roteisensteine mehr oder weniger mit Magnetit vermischt. Dies trifft besonders zu gegen die Pegmatitgänge hin, wo regelmässig eingesprengte Magnetitoktaeder das Entstehen des sogenannten »Siebensternsteines« (schwedisch »sjustjärnsten«) bewirken. Bisweilen sind zunächst den Pegmatiten kompakte Magnetitränder entstanden, die nach aussen hin über den Siebensternstein in reinen Roteisenstein übergehen. Die Grenze zwischen Roteisenstein und Magneteisenerz ist sonst erstaunlich scharf, auch wenn hie und da eine Mischzone zwischen den beiden Erztypen wahrnehmbar ist. Besonders findet man hier und dort diffuse, aderähnliche Magnetitränder im Roteisenstein.

Das Verhältnis zwischen Magnetit und Eisenglanz in Grängesberg ist in der geologischen Literatur oft diskutiert worden. Die Umwandlung von Roteisenstein in Magnetit zunächst den jungen Pegmatitgängen ist von vielen Beobachtern dargelegt worden. Betreffs der grossen Verteilung zwischen Roteisenstein und Magneteisenerz existieren drei Möglichkeiten, nämlich: die Verteilung ist in der Hauptsache primär, der Roteisenstein ist durch Umwandlung aus Magneteisenerz entstanden, das Magneteisenerz ist durch Umwandlung aus Roteisenstein entstanden. Die zweite Möglichkeit wird von Hj. Sjögren (16) hervorgehoben; er nahm nämlich an, dass der Roteisenstein durch eine Oberflächenverwitterung des Magneteisenerzes und durch eine spätere Metamorphose der Verwitterungsprodukte entstanden war. Diese Möglichkeit ist jedoch in hohem Grad unwahrscheinlich, auf Grund des Zusammenhangs des kompakten Roteisensteins mit dem schuppigen Roteisenstein beim Liegenden und mit den Eisenglanzimprägnationen im angrenzenden Leptit, die zunächst den schuppigen Roteisensteinen konstant auftreten. In diesem Falle wären auch diese Roteisensteine Oxydationsprodukte aus den ursprünglichen Imprägnationserzen, was der Verf. absurd findet. Dass alles von Anfang an Roteisenstein gewesen sei und dass dieser nachher sich zum grössten Teil in Magneteisenerz umgewandelt hätte, findet der Verf. ebenfalls unwahrscheinlich, auf Grund des Einflusses, den das Erz in seinem Hangenden ausgeübt hat.

Man kommt deshalb zu dem Schluss, dass die Verteilung zwischen Magneteisenerz und Roteisenstein hauptsächlich primär ist, obschon das Magneteisenerz schon früh in gewisser Ausdehnung auf Kosten des Roteisensteins Boden gewonnen hat. Dass der Roteisenstein in seiner Hauptmasse wenigstens etwas vor dem Magneteisenerz fixiert wurde, scheint mir aus deren gegenseitigen Kontaktverhältnissen deutlich hervorzugehen.

Sowohl die Magneteisenerze als auch die massenförmigen Roteisensteine sind gut konzentriert, mit hohem Eisengehalt (in der Regel 58—64 % Eisen). Ausser Eisenmineralien finden sich vor allem Apatit, sowie untergeordnete Mengen Strahlstein und bisweilen auch Biotit. Quarz und Feldspat scheinen nur dort vorzukommen, wo Pegmatitmaterial in Form von zerstreuten Quarz- und Feldspatindividuen hineingekommen ist. Dies ist jedoch selten, da die Pegmatite gewöhnlich gut begrenzt sind. Der Skarngelalt ist in den Magneteisenerzen grösser als in den Roteisensteinen. In den Magneteisenerzen ist

der Skarngehalt innerhalb der nördlichen Teile der Erze grösser als weiter südlich. In dem südlichsten Teil, in Lönnfallet, also gegen die südlichsten Spitzen des Erzes, begegnet man jedoch oft skarnreichen Schlieren in den Magneteisenerzen. Der Apatitgehalt wechselt recht kräftig, ist aber immer hoch. Als Regel kann gesagt werden, dass der Apatitgehalt gegen das Hangende und gegen die nördlichen Teile zunimmt. Gegen das Hangende findet man oft sehr kräftige Apatitkonzentrationen mit bis zu 8 % Phosphor. Ein apatitreiches Erz mit im Durchschnitt 5,8 % Phosphor ist hier als »Apatiterz« gewonnen worden. Abgesehen von diesen apatitreichen Konzentrationen gegen das Hangende hin findet man im südlichen Teil des Exportfelderzes durchschnittlich 0,90 % Phosphor, in seinem mittleren Teil 1,05 % Phosphor und in seinem nördlichen Teil 1,30 % Phosphor. Die schuppigen Roteisensteine im Liegenden des Exportfelderzes weisen dagegen durchschnittlich nur 0,25 % Phosphor auf. Der Phosphorgehalt in diesen Erzen steigt jedoch sukzessive gegen die apatitreichen Haupterze hin.

Im Leptit des Hangenden konstatiert man ausserdem, dass sehr kräftige Veränderungen stattgefunden haben. Man findet hier eine bis zu 30 m breite Imprägnationszone, reich an Biotit und Chlorit, aber auch mit ansehnlichen, jedoch unregelmässigen Imprägnationen von Amphibolen, Magnetit und Apatit. In dieser Zone findet man oft auch Flussspat. Gewöhnlich ist die Umwandlung, die diese Imprägnation enthält, direkt beim Erz am intensivsten und nimmt später sukzessive, aber unregelmässig, von diesem nach aussen ab. Die Biotitflaserigkeit, die der Leptit des Hangenden aufweist, hängt mit der Imprägnation deutlich zusammen und nimmt ebenfalls im grossen und ganzen vom Erz auswärts an Intensität ab.

Diese Imprägnation, die den Erzkörper in seiner ganzen Länge begleitet — auch wenn sie sich bisweilen von der Grenze des Hangenden etwas entfernt —, könnte auf folgende zwei Arten erklärt werden: entweder als eine mit der Magneteisenerzbildung gleichzeitige Bildung, zustande gekommen durch vom Erzkörper selber abgegebene Gase und Lösungen, oder als eine durch eine spätere metasomatische Umwandlung entstandene Bildung; diese Umwandlung brachte einen Substanzwechsel zwischen Erzkörper und angrenzendem Leptit zuwege. Da der Erzkörper selber solche Umwandlungen gegen den Sköl des Hangenden nicht aufweist, die man erwarten würde, wenn eine spätere metasomatische Umwandlung eingetroffen wäre, und ausserdem eine deutliche Apatitanreicherung gegen das Hangende sich vollzogen hat, ist m. E. die Imprägnationszone zweifelsohne im Verein mit dem Magneteisenerz selber durch abgegebene Gase und Lösungen entstanden. Später sind in den inneren biotitreichen Teilen der Imprägnationszone tektonische Bewegungen eingetroffen, die den schieferigen Sköl, der dort auftritt, schufen. Es ist möglich, dass dabei innerhalb der eigentlichen, schieferigen Skölzone neue Materialverschiebungen vonstatten gegangen sind.

Die untere Grenze des Erzkörpers entbehrt gewöhnlich solche Skölbildungen. Anstatt dessen findet man, dass das Roteisenerz — da wo es in den schuppigen Roteisenstein übergeht — in dem darunter liegenden Leptit von einer Im-

prägnationszone mit Eisenglanz in Kalileptit begleitet ist. Eine derartige Imprägnationszone liegt innerhalb der nördlichen Teile des Exportfelderzes unmittelbar an dem Roteisenerz. In dem zentralen Teil des Feldes ist es durch einen Leptitbalken vom Magneteisenerz getrennt. Bei 230 m findet man, wo der Kalileptit zu Natronleptit umgewandelt ist, anstatt dessen Imprägnationszonen von Magnetit. Mehrere solche existieren innerhalb des Gebietes zwischen dem nördlichen Teil des Feldes und der Timmergrube. Die Umwandlung in Magneteisenerz ist auch von Skarnimprägnationen mit Magnetit und oft reichlich mit Apatit begleitet. Eine gewisse Flaserigkeit ist im Zusammenhang mit der Skarnimprägnation auch wahrzunehmen. Beide Phänomene sind jedoch bedeutend schwächer im Liegenden als im Hangenden des Erzes und schwächer im südlichen Feld als im nördlichen.

Die Verhältnisse im Liegenden geben also gute Beweise dafür, dass die Eisenglanzerze früher eine grössere Ausdehnung besaßen als heute und dass sie in grossem Umfang zu Magneteisenerzen umgewandelt worden sind, gleichzeitig mit dem Übergang der Kalileptite in Natronleptite. Daraus braucht jedoch nicht der Schluss gezogen zu werden, dass alle Magneteisenerze von Anfang an Roteisenerze gewesen seien. So nahe verwandt wie die beiden Erztypen sich uns zeigen, kann der Altersunterschied sehr gering sein und die Erzbildung mit Eisenglanzerzen angefangen, aber mit Magneteisenerzen fortgesetzt haben. Die ganze Erzbildung hätte also in der Nähe des Umwandlungspunktes zwischen Eisenglanz und Magnetit gelegen. Dafür spricht auch der Zusammenhang, der zwischen dem kompakten Eisenglanzerz und den Eisenglanzimprägnationen im Leptit des Liegenden existiert, was darauf hin zu deuten scheint, dass die Erzbildung mit derartigen Imprägnationen anfing und über kompakte Roteisenerze zu kompakten Magneteisenerzen fortsetzte. Im Zusammenhang mit der Ausbildung der letzteren wäre die Imprägnationszone im Hangenden des Erzes gebildet worden durch pneumatolytische Prozesse im Verein mit der Entgasung des Erzmagmas. Dass diese hauptsächlich im heutigen Hangenden vor sich gingen, scheint darauf hin zu deuten, dass dieses auch bei der Magneteisenerzbildung das Hangende war, wenn auch in horizontalerer Lage.

In der nördlichen Verlängerung des grossen Exportfelderzes liegt das Apatiteisenerz des Strandbergfeldes. Dieses relativ schmale Erz weist in seinem zentralen Teil eine kräftige stockförmige Anschwellung auf, die hauptsächlich von Magneteisenerz aufgebaut ist. Im Magneteisenerz findet man auf verschiedenen Niveaus einen Kern von Roteisenstein. Die schmalen Ausläufer gegen N und S bestehen hauptsächlich aus Roteisenstein. Skarnbildungen gibt es hier sowohl im Hangenden als auch im Liegenden; sie sind aber nur unmittelbar beim Magneteisenerz von grösserer Intensität. Die Skarnimprägnationszone, die das Hangende des Exportfelderzes begleitet, soll laut Johansson auch das Hangende des Strandbergerzes durchziehen, wenn auch in einigem Abstand davon. Dies ist wahrscheinlich die Ursache, weshalb reines Magneteisenerz auf der ganzen Strecke längs des Hangenden des Strandbergerzes nicht ansteht. Im Liegenden sind die Roteisensteine des Strandbergerzes begleitet von schmalen schuppigen Roteisensteinimprägnationen mit niedrigem Phosphorgehalt.

Während der Phosphorgehalt innerhalb dieses Erzes durchschnittlich 0.90 % beträgt, weisen die schuppigen Roteisensteine des Liegenden nur 0.30 % Phosphor auf.

Im W des nördlichen Teiles des Exportfelderzes liegt die Timmergrube, die gewöhnlich zum Exportfeld gerechnet wird, eigentlich aber als eine südliche Fortsetzung der Apatiteisenerze des Risbergfeldes zu betrachten ist. Das Erz der Timmergrube besteht bei 230 m, wo der Verf. Gelegenheit hatte, es zu untersuchen, aus Roteisenstein und Magneteisenerz in ziemlich unregelmässiger Verteilung, jedoch mit einer deutlichen Anreicherung von Magneteisenerz gegen das Hangende hin. Das Erz weist — genau wie das grosse Exportfelderz — höheren Apatitgehalt auf gegen das Hangende hin und hat den Leptit des Hangenden mit Biotit, Chlorit, Amphibol, Magnetit und Apatit stark imprägniert. Der Magnetitgehalt war innerhalb dieser Imprägnationszone zeitweise so hoch, dass Versuche gemacht wurden, das Erz zu gewinnen; auf Grund des hohen Apatitgehaltes wurde auch ein Teil als »Apatitzerz«, mit durchschnittlich 3.8 % Phosphor, gewonnen. Durchschnittlich besitzt das Haupterz 1.08 % Phosphor. Die Imprägnationszone ist sekundär stark verschiefert worden, so dass sie in grosser Ausdehnung den Charakter einer Skölzone erhalten hat. Die untere Erzgrenze dagegen ist gewöhnlich sehr scharf, und beinahe keine Imprägnationsphänomene können beobachtet werden, ausser in den südlichsten Teilen des Erzes, wo schuppige Roteisensteine mit niedrigem Phosphorgehalt (0.20 % P) längs des Liegenden aufzutreten beginnen. Diese anfangs schmale Imprägnationszone schwillt gegen Süden an und füllt schliesslich die ganze Spitze, in die das Erz in dieser Richtung ausläuft. Der Phosphorgehalt sinkt gleichzeitig gegen S und beträgt in der Spitze selber nur 0.10 %.

Das Timmergrubenerz ist also im grossen und ganzen auf die gleiche Art aufgebaut wie das Exportfelderz, mit einem — zwar nur im S ausgebildeten — schuppigen Roteisenstein im Liegenden und mit einer kräftigen Skarnimprägnation im Hangenden, mit Roteisenstein gegen das Liegende und Magneteisenerz gegen das Hangende im kompakten Erz, sowie mit Apatitanreicherung gegen das Hangende.

Innerhalb der zentralen Teile des Risbergfeldes findet man zunächst dem Liegenden ein nahezu kontinuierliches Roteisenerz von Lombergtypus, den sogenannten Slogbergsköl, der den Charakter einer anhaltenden Imprägnationszone in rötlichem Kalileptit besitzt. Im Hangenden dieser Zone findet man drei grössere und einige kleinere Erzhorizonte mit Apatiteisenerzen in Natronleptiten liegend. Die Imprägnationsroteisensteine treten hier unabhängig von den Apatiteisenerzen auf, folgen aber derselben Streichungsrichtung. Während die Apatiteisenerze hohen Phosphorgehalt aufweisen (ca. 0.80 % P), sind die Imprägnationserze auch hier phosphorarm (ca. 0.15—0.20 % P). Die Apatiteisenerze sind teils Roteisensteine, teils Magneteisenerze. Das oberste, das Mossgrubenerz, das als eine Fortsetzung des Timmergrubenerzes betrachtet werden kann, ist innerhalb der südlichen Teile hauptsächlich ein Roteisenerz. Gegen N geht es jedoch in Magneteisenerz über und gleichzeitig kommt Skarn in reichlichen Mengen im angrenzenden Leptit vor. Der Apatitgehalt des Erzes steigt in

dieser Richtung ebenfalls. Die beiden zwischen dem Mossgrubenerz und dem Slogbergsköl gelegenen Apatiteisenerze sind hauptsächlich Magneteisenerze.

Die Apatiteisenerze des Risbergfeldes unterscheiden sich mineralogisch von denen des Exportfeldes dadurch, dass Amphibol als Skarnmineral zurücktritt, dagegen Quarz, Biotit und Feldspat eine grössere Rolle spielen. Man kann deshalb sagen, dass sie Übergangstypen zu den Imprägnationserzen ausmachen; sie haben ein stärker imprägnationsartiges Auftreten als die Apatiteisenerze des Exportfeldes und werden oft in arme Schlieren im Leptit aufgelöst. Laut



Fig. 7. Apatitreiches Eisenerz. N. Hammargrube (nach H. E. Johansson).

Johansson existierte sogar im Hangenden des Mossgruberoteisensteines ein typisches Imprägnationserz vom selben Typus wie der Slogbergsköl.

Zum Risbergfeld werden auch die Hammar- und die Karlgruben gerechnet. Die Erze machen dort direkte Fortsetzungen des zentralen Risbergfeldes aus. Bemerkenswert ist jedoch, dass hier ausserdem Apatiteisenerze auftreten, die durchschnittlich bedeutend höhere Phosphorgehalte aufweisen, als was im Grängesbergfeld normal ist (Fig. 7). In der N. Hammargrube wurde zum Beispiel eisenarmes Magneteisenerz mit 5—8 % Phosphor — entsprechend einem Apatitgehalt von 27—43 % — gewonnen. Ausserdem gehören reichliche Mengen von Skarnsilikaten, vor allem Pyroxen, Hornblende und Granat, dazu. Ferner findet man reichlich Titanit und hier und dort auch Ortit. Das letztere Mineral tritt besonders in pegmatitartigen, aus Oligoklas, Pyroxen und Titanit bestehenden Ausscheidungen auf. Ausserdem gehören oft Apatit, Hornblende, Quarz, Kalzit und Flusspat dazu. In Hohlräumen sind Kalzit, Flusspat, Apophyllit und Bergpech beobachtet worden. Diese Beschreibung ist annähernd wörtlich nach Johansson wiedergegeben.

Eine ähnliche Lagerstätte findet man innerhalb der Karlgruben; sie liegt im Liegenden des Slogbergsköles, hat aber dessen Roteisenerz beeinflusst, so dass

es wesentlich reicher geworden ist an Apatit und Skarnmineral und auch in grossem Umfang zu Magnetisenerz umgewandelt worden ist. Das Erz des Slogbergsköls hat hier in grosser Ausdehnung einen Phosphorgehalt von 0.70 % erhalten, während unberührtere Teile einen Durchschnittsgehalt von 0.20 % aufweisen. Das pegmatitartige Erz im Liegenden besitzt einen Phosphorgehalt von 3.90 %. Gleichzeitig mit diesen Umwandlungen findet man, dass der Kalileptit verschwunden ist und durch Natronleptit ersetzt worden ist.

Rund um diese Lagerstätten herum findet man, dass innerhalb eines sehr grossen Gebietes die Leptite, die durchwegs Natronleptite und gewöhnlich von porphyrischer Ausbildung sind, durchadert und von Skarnmineral, Apatit, Titanit, Ortit und Magnetit brekziiert sind. Die Skarnmineralien bestehen hauptsächlich aus Hornblende und Pyroxen, sowie in gewissen Zonen aus Biotit. Die Erze der N. Hammargrube scheinen nach aussen hin ohne Grenze in diese Skarnbrekzierung und Skarndurchaderung überzugehen; wie die erwähnten Erze eine sehr inhomogene Zusammensetzung mit oft klumpenartiger oder fleckenartiger Verteilung der verschiedenen Minerale haben, so ist auch die Verteilung der verschiedenen Minerale in den skarnführenden Leptiten sehr unregelmässig. Hier und dort findet man in den Skarnadern kleine Apatit-Magnetitkonzentrationen; dadurch ist der Zusammenhang zwischen der Apatit-Eisenerzbildung und der Skarnbrekzierung vollkommen deutlich dargelegt. Auf derartigen Konzentrationen finden sich mehrere kleine Schürfungen.

Wie Johansson hervorgehoben hat, ist die Skarnimprägung innerhalb des Exportfeldes und Strandbergfeldes prinzipiell von derselben Natur und als südlicher Ausläufer der intensiven Skarnbrekzierung rund herum und nördlich der N. Hammargrube aufzufassen. Johansson hebt auch hervor, dass die Erze des Risbergfeldes ungehindert, wenn auch mit verändertem Charakter, in die skarnführende Zone hinein fortsetzen, was früher schon hervorgehoben worden ist. Dies zeigt, dass die Skarnbrekzierung sowie die eigentümlichen Erze vom Typus der N. Hammargrube zu einem späteren Teil des erz- und skarnbildenden Prozesses gehören als die eigentliche Erzbildung; diese breite skarnführende Zone folgt den Gesteins- und Erzsichten nicht, sondern schneidet sie mit ansehnlicher Breite.

Das apatitreiche Erz der N. Hammargrube ist meines Erachtens als ein späterer pegmatitartiger Teil des Erzmagmas, das uns die Apatiteisenerze gab, anzuschauen. Wie früher erwähnt wurde, muss dieses Magma gasreich gewesen sein. Nur auf diese Art kann die Imprägnationszone, die den Exportfeld- und Timmergrubenerzen nach der Grenze ihres Hangenden folgt, erklärt werden. Der hohe Gehalt an Apatit, Titanit, Ortit u. s. w. zeigt, dass das Erzmagma der N. Hammargrube noch gasreicher gewesen sein muss, dass Gase sich besonders in diesem pegmatitartigen Teil des Magmas müssen angesammelt haben, der später entstand und den anderen Erzen gegenüber relativ selbständig auftrat. Der schlierige inhomogene Bau des Erzes der N. Hammargrube sowie die grossen Individuen, zu denen die Minerale sich entwickeln konnten, scheinen mir ebenfalls darauf hin zu deuten.

In seiner Beschreibung hat Johansson auch hervorgehoben, wie der Leptit

innerhalb der skarnführenden Zone einen variierenden Bau hat und zwischen quarzarmen Oligoklasgesteinen und sauren Natronleptiten mit normalem Quarzgehalt wechselt. In Anbetracht der gleichen Kieselsäurezahl, die alle analysierten Leptite innerhalb des Feldes im übrigen aufweisen, ist dies höchst bemerkenswert. Nicht nur der Quarzgehalt, sondern auch der Anortitgehalt variiert stark, und zwar so, dass — wie Johansson anführt — die quarzarmen Partien Oligoklase mit 25—28 % An¹ besitzen und die quarzreichen Albitoligoklase mit 10—15 % An aufweisen. Diese kräftigen Variationen müssen mit der Skarnbildung zusammenhängen, die innerhalb der Leptite Materialtransporte verursacht hat. Es scheint mir dabei wahrscheinlich, dass die Skarnbildung eine Verringerung des Quarzgehaltes und eine Vermehrung des Anortitgehaltes der Plagioklase, also eine Zufuhr von CaO, besagte.

Die anortitreichen Plagioklase treten gewöhnlich als gut ausgebildete Einsprenglinge auf; wenn eine Zufuhr von CaO in grossem Umfang vor sich gegangen ist und diese innerhalb der skarnführenden Zone relativ grosse sekundäre Einsprenglinge gebildet hat, muss man sich fragen, ob nicht die einsprenglingführenden, relativ CaO-reichen Leptite, die zunächst der skarnführenden Zone auftreten, auch angereichert wurden an CaO. Die Einsprenglinge wären auch dort (wenigstens zum grossen Teil) sekundär.

In den ausgezeichneten Aufschlüssen nördlich von der N. Hammargrube kann die Skarnbrekzierung ausserordentlich gut studiert werden. Man findet dort oft, dass der Leptit in ziemlich gleichgrosse, abgerundete Stücke, die durch ein Adernetz von Skarnmineral umgeben und von einander getrennt sind, eingeteilt ist. Aus der Ferne ähnelt dieses Gestein einem Agglomerat mit dunkler Zwischenmasse zwischen den Leptitstücken. Die Erklärung könnte deshalb vorgelegt werden, dass es sich hier um ein Agglomerat handelt, dessen Zwischenmasse in grösserem Umfang umgewandelt wurde als die »Brocken«. Die anortitreichen Plagioklase kommen auch hauptsächlich innerhalb der skarnführenden Zwischenmasse vor. Hier und dort treten sie jedoch auch drinnen in den Brocken auf. Eine andere Erklärung ist jedoch auch möglich, nämlich dass eine gleichmässige tektonische Brekzierung der Gesteine in kleine Stücke vor der Skarnbrekzierung stattgefunden habe und dass die »Bälle« durch Abrundung der bei der tektonischen Bearbeitung entstandenen Stücke zustande gekommen seien. Welche dieser Erklärungen die richtige ist, spielt vom erzgenetischen Standpunkt aus wenig Rolle. Da Agglomerate recht gewöhnlich zu sein scheinen, betrachtet der Verf. die erste Erklärung als die wahrscheinlichere.

Die Roteisensteinimprägnationen, die innerhalb der Export- und Risbergfelder beobachtet worden sind, machen nördliche Fortsetzungen zu den Roteisen-erzen vom Lombertypus aus, die innerhalb der Lombert- und Ormbergfelder ihre grösste Verbreitung besitzen. Die beste Gelegenheit sie zu studieren hat man heutzutage im Lombertfeld, jedoch nur in den Erzhalde, da in diesem Feld keine Grube bearbeitet wird. Die grossen Erzhalde bieten indessen gute Gelegenheit zu Studien dieser Erze.

¹ Der Verf. hat noch anortitreichere Plagioklase mit bis zu 35 % An gefunden.

Der Eisenglanz, der im grossen und ganzen das vorherrschende Eisenmineral ausmacht, ist immer von mehr oder weniger Magnetit begleitet. Hier und dort dominiert sogar dieses Mineral, so dass reine oder beinahe eisenglanzfrie Magneteisenerze entstehen. Ein Zweifel darüber, dass die Erze zu Beginn insgesamt Eisenglanzerze waren, kann für den Verf. nicht bestehen, seitdem er das Verhältnis des Magnetits und der Magneteisenerze zu den Eisenglanzerzen untersucht hat. Der Magnetit ist hier als ein Umwandlungsprodukt von Eisenglanz zu betrachten. Wo, wie zum Beispiel stellenweise innerhalb der Risberg- und Exportfelder, Apatit und Skarnmineral hineingekommen sind, konstatiert man immer eine kräftige Umwandlung in Magnetit; ebenso findet man, wo der sonst zunächst diesen Erzen herrschende Kalileptit mehr oder weniger gegen natronreichere Typen umgewandelt worden ist, dass die Magnetitbildung kräftiger hervorgehoben worden ist. Es scheint mir deshalb deutlich, dass die Magnetitbildung vor sich ging im Zusammenhang mit den Skarnimpregnationen und den metasomatischen Umwandlungen gegen Natronleptit, die im Verein mit der Intrusion der apatitreichen Magneteisenerze stattgefunden haben.

Die Lombergerze treten als Imprägnationen in Leptit auf; dieser Leptit war von Anfang an ein ausgeprägter Kalileptit, auch wenn er hier und dort in gewissem Umfang in natronbetonte Typen umgewandelt worden war. Die guten, abbauwürdigen Erze werden immer von Zonen umgeben, die durch sukzessive Übergänge zwischen Erz und Leptit gekennzeichnet werden. Diese Übergangszonen können oft sehr breit werden im Verhältnis zu der Breite des abbauwürdigen Erzes; derartige schwache Imprägnationszonen können in der Streichungsrichtung oft die abbauwürdigen Erze fortsetzen. Es ist charakteristisch, dass die Umwandlung zu Magneteisenerz vor allem in den gut konzentrierten, zentralen Teilen eines jeden Imprägnationskörpers vor sich ging, währenddem die schwächer konzentrierten Zonen dieser Umwandlung beinahe völlig entgingen.

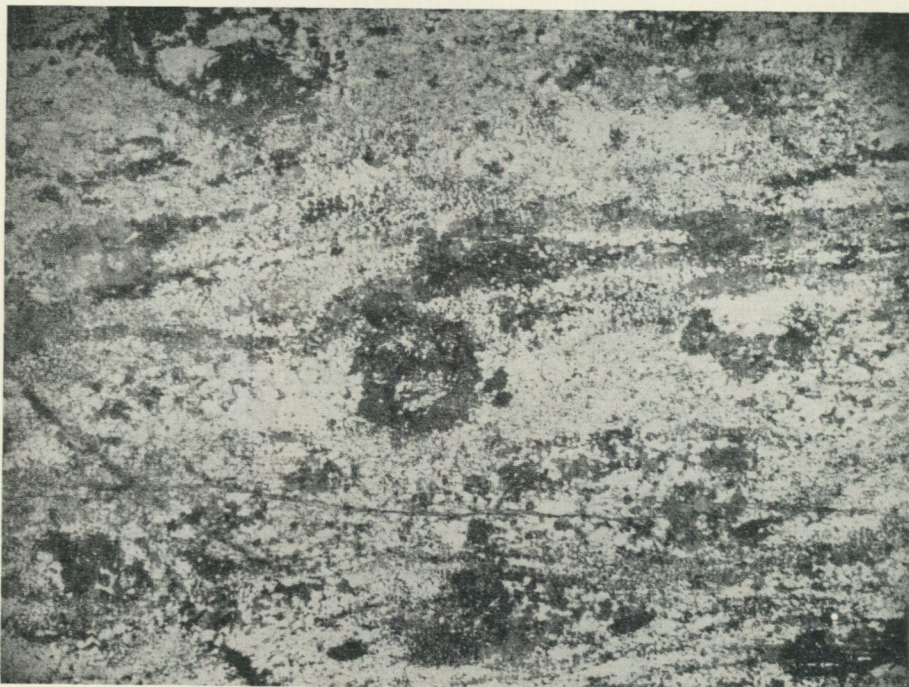
Auf Grund des Auftretens dieser Erze als Imprägnationen in Leptit sind es vor allem die Minerale Quarz, Feldspat, Muskovit und Biotit, die im Verein mit Eisenglanz und Magnetit die Erzkörper aufbauen. Der Apatitgehalt ist im Vergleich mit dem der Apatiteisenerze immer niedrig. Der Phosphorgehalt variiert zwischen 0.08 und 0.20 % durchschnittlich für die verschiedenen Erzkörper. In untergeordneten Mengen kommen oft ein wenig Epidot und Amphibol vor. Ferner ist es von Interesse, dass man an mehreren Orten in den eisenglanzimpregnierten Leptiten dünne, rasch auskeilende Quarzbänke finden kann. Im südlichen Teil des Lombergfeldes tritt der Quarz mehr gesammelt hervor; zugleich treten Epidot und Granat in grösseren Mengen auf. Eine gewisse Streifung macht sich hier auch geltend, doch ist sie sehr sporadisch in ihrem Vorkommen und sehr ungleichmässig. In den Bromossegruben südlich vom Lombergfeld findet man ein noch quarzreicheres Erz, hauptsächlich Roteisenstein, aber auch Magneteisenerz. Feldspat, Glimmer und Amphibol sind hier nur in untergeordneten Mengen enthalten. Dieses Erz weist bisweilen eine ausgeprägte Streifung auf, mit dem Quarz an bestimmten parallelen Schichten ange-

reichert. Auf Grund dieser Streifung möchte man dieses Erz als eine sedimentäre Bildung betrachten, die später stark umgebildet worden wäre. Innerhalb der zentralen und nördlichen Teile des Lombergfeldes sowie innerhalb der Ormbergfelder findet man jedoch oft, dass der Eisenglanz den Kalileptit unregelmässig netzförmig brekziiert hat, und dass grössere oder kleinere, abgerundete Partien davon in sonst stark imprägnierten Teilen rückständig sind. Dies tritt besonders deutlich hervor in den Felsen am Ostabhang des Gudmundberges, wo gewisse Partien ein beinahe agglomeratartiges Aussehen erhalten mit grösseren und kleineren, abgerundeten Leptitstücken in einer stark imprägnierten Zwischenmasse. Die Gründe, die dafür sprechen, dass man es zu tun hat mit der Brekzierung eines homogenen Gesteines und nicht mit einem Agglomerat, sind, dass die »Bälle« durchwegs dieselbe Zusammensetzung wie die umgebenden Kalileptite besitzen und dass ausserhalb der imprägnierten Zone eine Ballbildung nicht beobachtet werden kann. Es kann deshalb kaum ein Zweifel bestehen, dass wir es hier zu tun haben mit Imprägnationsbrekzien in Leptit im Zusammenhang mit der Erzbildung. Diese Brekzienphänomene sind am deutlichsten ausgebildet in den Gebieten westlich der mehr gesammelten Erze vom Lombergtypus; sie scheinen eine Aussenzone dieser Imprägnation zu bezeichnen.

Die hier angeführten Beobachtungen betreffs der Lombergerze zeigen meines Erachtens klar und deutlich, dass es sich nicht um rein sedimentäre Erze handeln kann, sondern um frühe Imprägnationen in den Leptiten, die hier, auf Grund der Leichtigkeit, mit der die Imprägnation geschah, noch lose Tuffe gewesen sein müssen. Ferner geht aus den Beobachtungen hervor, dass diese Imprägnation älter sein muss als die Magnetisenerzbildung und die Skarnbildung, die dieser folgte.

Wie man mit einer derartigen Deutung der eigentlichen Lombergerze den innerhalb des südlichen Teiles des Lombergfeldes immer zunehmenden Quarzgehalt, der in den Bromossegruben kulminiert, wo der Quarz die vorherrschende Gangart ist, soll erklären können, ist das nächste Problem. Gleichzeitig mit dem Hinzukommen von Quarz in grösseren Mengen fangen auch grössere Mengen Skarnsilikate, vor allem Granat und Epidot, an aufzutreten. Diese Skarnbildung ist von derselben Art wie die regionalere Skarnbildung innerhalb der Kali-Kalkleptite. Bevor der Verf. aufs neue die Frage der Bildungsart der quarzreichen Typen behandelt, mag deshalb der skarnführende Kali-Kalkleptit zwischen den Lomberg- und den Gudmundberggraniten näher erörtert werden.

Auf Johanssons Karte über das Grängesberggebiet wurde die Grenze zwischen den Kali-Kalkleptiten und den granat-epidotführenden Kalileptiten wie ein Zackenkontakt gelegt, mit in nord-südlicher Richtung orientierten Zacken und mit einer westlicheren und nördlicheren Verbreitung für die Kali-Kalkleptite und einer östlicheren und südlicheren für das granat-epidotführende Gestein. Bei der Neukartierung für die Karte (Tafel 1) ergab es sich, dass hier von einer groben Durchaderung des Kali-Kalkleptites mit Skarn die Frage ist. Die Verteilung ähnelt mehr einer Verzweigung als einem zusammenhängenden Feld mit nach N auslaufenden Zacken. Dies zeigt, dass man das



A. Karlsson foto.

Fig. 8. Skarnführender Kali-Kalkleptit. Vergr. 6.

skarnführende Gestein nicht als ein selbständiges Gesteinsglied behandeln kann, sondern als ein Umwandlungsprodukt aus dem Kali-Kalkleptit.

Johansson beschreibt den skarnführenden Kali-Kalkleptit (Fig. 8) folgendermassen: »Die Leptite dieser Art weisen meistens eine glimmerfreie, rote Gesteinsmasse auf, die Klumpen rotbraunen Granats und hellgrünen Epidots führt. Auch mehrere andere Minerale, wie Quarz, Hornblende, Pyroxen, Kalkspat, Magnetit und Schwefelkies, sind in diese Skarnklumpen oft hineingemischt. Der Form und Grösse nach sind die Granat-Epidotanhäufungen überdies stark verschieden; in einigen Varietäten sind sie ausgewalzt zu dünnen Schlieren, in anderen bilden sie dm-breite, linsenförmige Körper; bisweilen können sie sogar durch unregelmässige überquerende Granat-Epidotadern ersetzt werden.»

Die Skarnminerale können sich zuweilen zu gesammelten Quarz-Granat-Epidotmassen anhäufen, und da, wo der Magnetit an Menge zugenommen hat, sind skarnreiche Magneteisenerze von geringer Grösse entstanden. Dass diese Erze in ihrer Genesis mit den Skarnen zusammenhängen, beweisen die Beobachtungen deutlich. In den grösseren Skarnkonzentrationen sowie in den kleinen Erzen sind Titanit, Apatit, Zirkon und Ortit beobachtet worden.

Die mikroskopische Untersuchungen zeigen, dass die Inhomogenitäten, die schon in den skarnfreien Kali-Kalkleptiten beobachtet wurden, in vergrösserter Form in den skarnführenden auftreten. Man findet eine schlieren- oder klumpenförmige Verteilung des Quarz-Feldspatmaterials in der Grundmasse. Die

Plagioklase erweisen sich als mehr oder weniger verzehrt bei der Skarnbildung. Johansson hebt auch in seiner Beschreibung dieser Gesteine hervor, dass die ursprünglichen basischen Plagioklase während einer späteren Phase in der Gesteinsentwicklung instabil wurden und der Granat- und Epidotbildung anheimfielen.

Die mikroskopischen Untersuchungen sowie die Feldbeobachtungen zeigen, dass diese Skarnbildung eine spätere Bildung ist als die Gesteine selber, und kein Grund liegt vor, sie von der Skarnbildung, die zunächst den apatitreichen Magnetisenerzen und vor allem zunächst den apatitreichen Erzen der N. Hammargrube eintraf, loszureissen. Dass das Resultat in den beiden Fällen so ungleich ausgefallen ist, muss darauf beruhen, dass das Milieu und auch der Abstand zu den intensivsten Magnetisenerzbildungen verschieden ist. Was vor allem die Skarnbildung in den Kali-Kalkleptiten von der Skarnbildung zunächst den Apatit-Eisenerzen scheidet, ist der höhere CaO-Gehalt. Die für die Granat-Epidotbildung nötige CaO-Menge kann wenigstens zum grossen Teil von den Plagioklasen der Kali-Kalkleptite genommen sein. In den skarnführenden Leptiten konnte Johansson zeigen, dass in erster Hand die Plagioklase Material lieferten bei der Skarnbildung, und dass die Plagioklase in den nicht skarnführenden Typen den Kanten entlang in anortitärere Typen umgewandelt worden waren. Ausserdem sind an einigen Stellen kleinere Karbonatkörper innerhalb der Kali-Kalkleptite angetroffen worden, und es ist wahrscheinlich, dass diese selber von Anfang an kleinere Mengen CaCO_3 in Form von Kalkspat enthalten haben. In Anbetracht der Beweglichkeit, die CaO im Zusammenhang mit der Skarnbildung zunächst und nördlich von der N. Hammargrube besessen hat, betrachtet der Verf. es jedoch nicht als ausgeschlossen, dass CaO auch in gewisser Menge im Zusammenhang mit der Skarnbildung dem Gestein zugeführt werden konnte. Während das CaO, das in den Skarnen bei und nördlich von der N. Hammargrube vorhanden ist, hauptsächlich mit den skarnbildenden Lösungen muss zugeführt worden sein, muss jedoch nach allem zu schliessen die Hauptmasse des CaO, das in den Kali-Kalkleptiten vorkommt, aus den Gesteinen selber genommen worden sein. Die Skarnbildung deutet jedoch auch innerhalb dieser Zone auf eine grosse Beweglichkeit beim CaO.

Es ist bemerkenswert, dass auch innerhalb dieses Gebietes die Skarnbildung vor allem mit dem Auftreten von relativ anortitreichen Plagioklasen zusammenhängt, und es ist deshalb die Frage, ob nicht hier, wie innerhalb des Gebietes der N. Hammargrube, wenigstens teilweise sekundäre Einsprenglinge vorliegen könnten, dass also die Zufuhr von CaO so kräftig gewesen sei, dass die Feldspate sich gegen anortitreichere Typen veränderten. In diesem Fall muss diese Veränderung der Granat-Epidotbildung vorausgegangen sein, bei der der Anortitgehalt in grossem Umfang verzehrt worden war. Was betreffs der Kali-Kalkleptite gegen diese Erklärung spricht, ist vor allem die in den nicht skarnführenden Typen oft sehr gleichmässige Verteilung der Einsprenglinge.

Dieselbe Skarnbildung greift weiter südlich zu den Erzen der Lombergzone über und macht sie granat-epidotführend. Im Zusammenhang damit findet

man auch die umgebenden Leptite granat-epidotführend. Dies zeigt, dass auch innerhalb des Lombergfeldes Granat und Epidot keine primären Bildungen sein können. Noch steht die Frage offen von dem gegen Süden in diesem Feld erhöhten Quarzgehalt, der schliesslich zu den quarzreichen Erzen in der Bromossegrube führt. Am wahrscheinlichsten ist, dass die pneumatolytischen Imprägnationen in dieser Richtung so nach und nach in kieselsäurereiche hydrothermale Lösungen übergegangen sind. Weniger wahrscheinlich ist die Möglichkeit, dass die Lösungen innerhalb dieses Teiles von dem Feld die Erdoberfläche erreicht haben. Die die quarzreicheren, skarnführenden Erze führende Zone setzt gegen NO fort und nimmt dort eine westlichere Lage ein als die typischen Lombergerze in der Ängesgrubenzzone. Dies zeigt, dass der Kieselsäuregehalt sowohl gegen S als gegen W zugenommen hat und zwar in der Richtung von der intensiveren Erzbildung innerhalb der zentralen Teile des Grängesbergfeldes.

Auf der westlichen Seite vom Gudmundberggranit kommen mehrere Zonen vor mit quarzigen Erzen, Magneteisenerzen und Roteisensteinen, die in bemerkenswerten Mengen Skarnmineral, vor allem Granat und Epidot, führen. Diese Erze sind mit den skarnführenden Erzen innerhalb des Lombergfeldes völlig gleichzustellen.

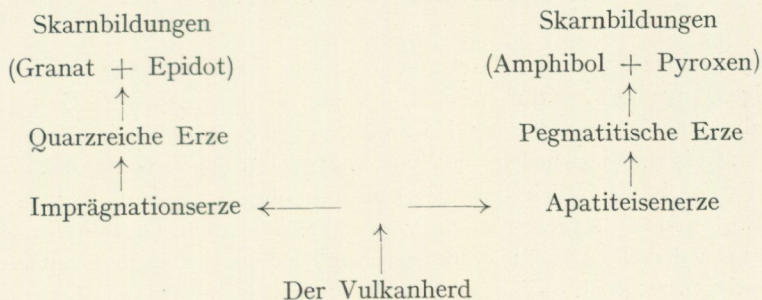
Aus der obigen Beschreibung von den verschiedenen Erztypen und deren Verhältnis zu einander und zu den umgebenden Leptitgesteinen findet man, dass die Leptitgesteine als vulkanische Gesteine, hauptsächlich als Tuffe kalixtremer oder kalidominanter Zusammensetzung, existiert haben müssen zu der Zeit, als die Erzbildung anging. Ein grösserer Altersunterschied kann jedoch nicht bestanden haben, da, wie wir später sehen werden, die Erze von zu der Leptitformation gehörenden Ganggesteinen durchsetzt werden. Die Erzbildung gehört deshalb zu der Bildungszeit der Leptitformation. Die Erze sind mit anderen Worten an die vulkanische Tätigkeit gebunden, entweder als subvulkanische Intrusionen oder als durch vulkanische Emanationen gebildete Imprägnationen in den damals noch losen Tuffen. Ihnen folgten ausserdem intensive metasomatische Umwandlungen in dem leptitischen Nebengestein, welche die regionalen Skarnbildungen verursachten, die das Grängesbergfeld charakterisieren.

Betrachtet man die Altersverhältnisse zwischen den verschiedenen Teilprozessen bei der Erz- und Skarnbildung, wie diese aus den vom Verf. gemachten Beobachtungen hervorgegangen sind, so findet man, dass die Imprägnationen vom Lombergtypus älter sind als die Intrusionen vom Exportfeldtypus und dass innerhalb der Apatiteisenerze die Roteisensteinkörper etwas älter sind als die Magneteisenerze, doch ohne dass ein scharfer Hiatus zwischen ihnen festgestellt werden kann. Zwischen den Lombergerzen und den Apatiteisenerzen scheint das eine Mal direkter Zusammenhang, das andere Mal ein deut-

licher Hiatus vorzukommen. Ferner konstatiert man, dass die pegmatitartigen Erze der N. Hammargrube später gebildet sein müssen als der Hauptteil der Apatiteisenerze, und die intensive Skarnbildung, die diesem Erz folgt, breitet sich über die älteren Erze und deren Nebengesteine aus, schmilzt aber gegen S mit der Skarnbildung zunächst den Apatiteisenerzen des Exportfeldes zusammen. Das Auftreten von quarzreichen Erzen innerhalb der Zone der Lomberg-erze gegen S sowie innerhalb des Gudmundbergfeldes gegen O scheint m. E. darauf hinzuweisen, dass die Imprägnationen auswärts gegen diese Seiten hin in kieselsäurereiche hydrothermale Lösungen übergegangen sind, die derartig waren, dass sie auch granat-epidotreiche Skarne verursachen konnten, die jedoch in grossem Umfang später als die Erze selber fixiert worden waren.

Der Verf. gelangt also zu dem Schluss, dass die verschiedenen Erz- und Skarnbildungen innerhalb des Grängesberggebietes zeitlich sehr nahe zueinander gehören, auch wenn man mehrere Stadien unterscheiden kann in dem intensiven subvulkanischen Differentiationsprozess, der zu den Erzen und Skarnbildungen, die wir jetzt studieren können, geführt hat. Die Differentiation ist hauptsächlich zwei Linien gefolgt. Die eine führt von Apatiteisenerzen über pegmatitische, apatitreichere Erze zu Skarnbildungen, die hauptsächlich Pyroxen- und Amphibol mineralführen und lokal reich an Apatit und Magnetit sind. Die andere Linie führt von den Imprägnationserzen vom Lombergtypus über quarzreiche skarnführende Erze zu granat-epidotreichen Skarnen.

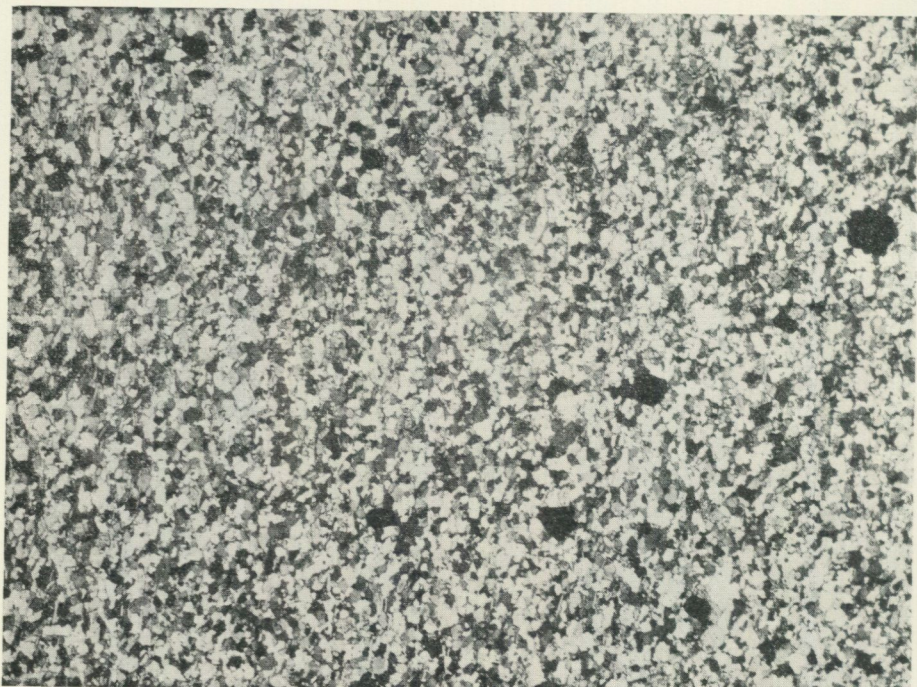
Dies wird veranschaulicht durch untenstehendes Schema:



Zur Leptitformation gehörende Ganggesteine.¹

Jünger als die Erze und die verschiedenen Skarnimprägnationen ist eine Serie gleichkörnige dazitische und andesitische Gänge (Fig. 9 und 10) mit ausgeprägter Pflasterstruktur an ihren Grundmassen. Zusammen mit diesen Ganggesteinen treten auch Porphyrite auf, teils selbständig, teils als Komponenten zusammen mit gleichkörnigem Dazit oder Andesit in einer Art gemischter Gänge. Derartige Gänge sind auch von R. Looström studiert worden; er hebt hervor, dass sie innerhalb des von ihm kartierten Lönnfallgebietes mit messerscharfen Grenzen durch Erz und Leptit hindurchziehen. Dies ist auch die Er-

¹ Um die Karte, Tafel I, nicht mit zu vielen Einzelheiten zu belasten, wurden diese Gänge weggelassen.

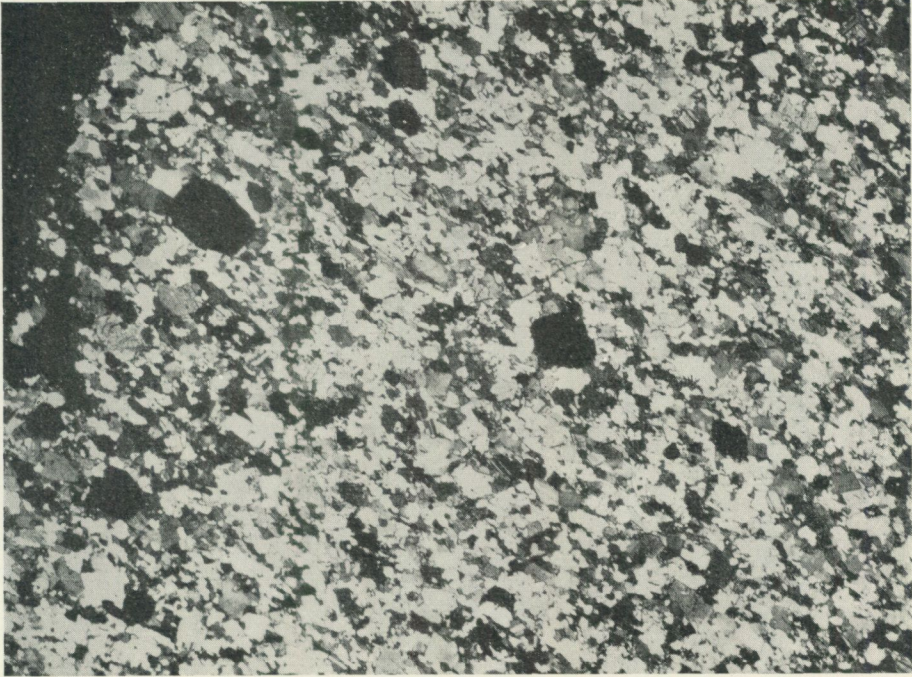


A. Karlsson foto.

Fig. 9. Dazitisches Ganggestein. Vergr. 10. + Nic.

fahrung des Verf. von den Kartierungen unter Tage, wo eine grosse Anzahl derartige Gänge die Erze durchziehen. Es zeigt sich auch, dass die Ganggesteine gegen das umgebende Erz oder den umgebenden Leptit oft feinkörnige Randfazies aufweisen. Sie wurden auch von I. Högbom (5) als Gänge erkannt, und P. Geijer (4) hat kürzlich dasselbe hervorgehoben.

H. E. Johansson dagegen war der Ansicht, dass diese Gesteine im grossen und ganzen derselben Natur waren wie die Gesteine im Hangenden und Liegenden der Erze; doch — fügt er hinzu — scheinen die Amphibolite innerhalb dieser Zwischenbalken eine grosse Ausdehnung zu haben. Nach der Erfahrung des Verf. von den Kartierungen unter Tage besteht, wie schon oben erwähnt wurde, die Hauptmasse der Zwischenbalken, die die Erze in reichem Masse durchziehen, aus dazitischen und andesitischen Gängen, teilweise auch aus Porphyriten. Diese Gänge wurden von H. E. Johansson und nach ihm von R. Looström (9) als Amphibolite bezeichnet. Auch der Verf. vereinigte sie in der Beschreibung zum Kartenblatt Grängesberg mit den typischen Amphiboliten. Sie sind jedoch scharf zu trennen von den jüngeren Amphiboliten mit schon makroskopisch zu beobachtenden Hornblendeindividuen, die auch die Urgranite durchsetzen und wesentlich jünger sind. Von den makroskopisch leptitähnlichen Dazit- und Andesitgängen konnte nämlich nie festgestellt werden, dass sie die Urgranite durchsetzen, sondern sie sind wesentlich älter als diese. Ihre pflasterkörnige Struktur (siehe Fig. 9) knüpft sie auch mit den Gesteinen



A. Karlsson foto.

Fig. 10. Dazitisches Ganggestein mit grossen Magnetitkörnern. Vergr. 10. + Nic.

der Leptitformation näher zusammen. Schieferung und Stengligkeit sind auch gemeinsam für diese Gänge und für die Leptite (Fig. 11) und deren Erze.

Looström meinte, in den Aufschlüssen, die innerhalb Lönnfallet zutage treten, wenigstens dreierlei Gangsysteme unterscheiden zu können, die auch verschiedene Ganggenerationen ausmachen würden. Die ältesten Gänge würden aus stark verschiefertem Amphibolit ausgemacht. Sie laufen teils schräg zur Zone des Erzes über das ganze Gebiet, teils bilden sie ein Netz von sich kreuzenden Gängen, die sowohl Erz als auch Leptit durchbrechen. Jünger als dieses Amphibolitsystem sind Gänge eines Amphibolits, der mehr oder weniger granuliert kleine Einsprenglinge aus Feldspat führt. Der jüngste Amphibolit ist feinkörnig und ohne Einsprenglinge. Mit einem System von breiteren und schmälere Gängen durchsetzt er sowohl das Erz, als auch den Leptit des Hangenden. An einer Stelle beobachtete Looström, dass ein Arm dieses jüngsten Amphibolitsystems mit scharfen Kontakten die zwei älteren Amphibolite durchschnitten hatte.

Bei seinen Untersuchungen unter Tage hat der Verf. keinen Beweis finden können für diese drei Generationen. An zwei Stellen wurden porphyritische Gänge beobachtet, die dazitische und andesitische durchsetzen. An einigen Stellen haben Porphyrit und gleichmässig körniger Andesit zusammen Gänge aufgebaut, bald so, dass der Porphyrit das Salband gebildet, bald so, dass der Porphyrit die zentralen Teile aufgebaut hatte. Aus diesen Beobachtungen geht



G. Lundqvist foto.

Fig. 11. Gut ausgebildete Stengligkeit in Leptit.

deutlich hervor, dass die gleichmässig körnigen und die porphyritischen Gänge sehr nahe zusammengehören und dass der Altersunterschied sehr gering sein muss. Der porphyritischen Gänge sind jedoch sehr wenige, und die Möglichkeiten, Kontakte zwischen ihnen und den gleichmässig körnigen Gängen zu studieren, sind sehr selten. Der Verf. will sich deshalb, betreffs der Einteilung der Gänge in Generationen, vorläufig abwartend verhalten. Deutlich ist dagegen, dass die verschiedenen Ganggesteine — wie Looström anführte — nahe zusammengehören und als eine Gruppe betrachtet werden können.

Um die chemische Zusammensetzung dieser Gesteine klarzulegen, liess der Verf. drei Analysen von gleichmässig körnigen Daziten und Andesiten und eine von einem Porphyrit ausführen. Diese Analysen werden hier in der Tabelle II wiedergegeben. In diesen Tabellen sind auch die Molekularzahlen, sowie die Niggelzahlen angegeben. Für die gleichmässig körnigen dazitischen und andesitischen Gänge liegen die *si*-Zahlen bei 169.0, 177.0 und 240.0, für den Porphyrit bei 117.5 und, wie oben erwähnt wurde, für die Leptite zwischen 293 und 327. Doch gibt es, nach den mikroskopischen Untersuchungen zu beurteilen, Gänge mit höherer *si*-Zahl als 240.0; Übergangstypen zwischen gleichmässig körnigen und porphyritischen Gesteinen existieren ebenfalls. Während die Leptite betreffs der *si*-Zahl sehr kleine Variationen aufweisen, variieren also die Gänge von reinen Grünsteinen über andesitische und dazitische Typen zu Typen mit im grossen und ganzen gleicher Zusammensetzung wie die Laven und Tuffe der Gegend.

Tab. II.

	Anal. I		Anal. II		Anal. III		Anal. IV		Anal. V		Anal. VI		Anal. VII	
	Gew.-%	Mol.-Prop.	Gew.-%	Mol.-Prop.	Gew.-%	Mol.-Prop.	Gew.-%	Mol.-Prop.	Gew.-%	Mol.-Prop.	Gew.-%	Mol.-Prop.	Gew.-%	Mol.-Prop.
SiO ₂	64.50	10.696	57.39	9,517	56.22	9,323	49.44	8,199	77.28	12,816	68.96	11,436	74.00	12,272
TiO ₂	0.66	81	1.65	206	0.65	81	0.60	75	0.04	5	0.72	90	0.28	35
Al ₂ O ₃	14.07	1,377	14.46	1,415	14.26	1,395	16.42	1,607	12.36	1,209	13.28	1,299	13.48	1,319
Fe ₂ O ₃	3.16	198	6.61	414	3.37	211	6.70	419	—	—	—	—	—	—
FeO	4.01	558	5.29	736	10.19	1,418	3.25	452	1.35	188	5.40	752	1.80	250
MnO	0.05	7	0.12	17	0.19	27	0.11	15	0.10	14	0.12	17	0.10	14
MgO	2.07	513	2.60	645	1.90	471	7.08	1,756	0.15	37	0.97	241	1.99	493
CaO	3.93	701	5.30	945	6.18	1,102	10.66	1,900	0.56	100	2.56	456	1.14	203
Na ₂ O	5.31	856	4.35	702	2.98	481	1.98	319	3.87	624	3.63	585	6.08	981
K ₂ O	0.55	58	0.90	95	1.36	144	0.94	100	4.19	445	3.43	364	0.62	66
BaO	0.01	1	—	—	0.01	1	0.02	1	—	—	—	—	—	—
P ₂ O ₅	0.20	14	0.33	23	0.71	50	0.07	5	0.03	2	0.16	11	0.07	5
H ₂ O	1.18	655	1.10	611	1.58	877	2.47	1,371	0.60	233	0.96	533	0.80	444
CO ₂	0.12	27	—	—	F 0.05	26	0.12	27	—	—	—	—	—	—
	99.82		100.10		99.65		99.86 ¹		100.53		100.19		100.36	

Niggilizahlen.

	Anal. I	Anal. II	Anal. III	Anal. IV	Anal. V	Anal. VI	Anal. VII
si	240.0	177.0	169.0	117.5	490.0	308.0	369.0
al	31.0	26.5	25.5	23.0	46.0	35.0	39.5
fm	33.0	41.5	43.0	44.0	9.0	27.0	23.0
c	15.5	17.5	20.0	27.0	4.0	12.5	6.0
alk	20.5	14.5	11.5	6.0	41.0	25.5	31.5
k	0.06	0.12	0.23	0.24	0.42	0.38	0.06
mg	0.35	0.29	0.20	0.57	0.15	0.24	0.65

- I. Anal. von dazitischem Ganggestein, Exportfeld, 270 m. Niveau. Anal. G. Assarsson.
 II. Anal. von andesitischem Ganggestein, Exportfeld, 230 m. Niveau. Anal. G. Assarsson.
 III. Anal. von andesitischem Ganggestein, Exportfeld, 270 m. Niveau. Anal. G. Assarsson.
 IV. Anal. von porphyritischem Ganggestein, Exportfeld, 270 m. Niveau. Anal. G. Assarsson.
 V. Anal. von rotem, salischem Urgranit, Lombergfeld. Anal. A. Grabe.
 VI. Anal. von rotem, intermediärem Urgranit, Karl Johan-Schacht. Anal. A. Grabe.
 VII. Anal. von grauem, plagioklasreichem Urgranit, Skakelbacken. Anal. A. Grabe.

¹ Ausserdem 0.03 % SO₃.

Die mikroskopischen Untersuchungen zeigen, dass diese Gesteine vor allem aus Plagioklas, Hornblende und Biotit in wechselnden Proportionen aufgebaut werden. Der Plagioklas variiert von basischem Andesin, an der Grenze zu Labrador, in den basischen andesitischen Typen bis zu Oligoklas in den saureren Varianten. Die Hornblendemenge ist gewöhnlich in den Typen am grössten, wo der Anortitgehalt des Plagioklases am grössten ist. Biotit fehlt jedoch nur selten ganz, und in den saureren dazitischen Typen kann Biotit bisweilen über die Hornblende dominieren, oder dieses Mineral kann gänzlich fehlen. Die Farbenstärke der Hornblende nimmt auch in der Regel mit der Basizität des Gesteins ab und wechselt von kräftig gefärbten Typen zu sehr blassen. In etlichen hellen Typen treten sowohl Biotit als auch Hornblende stark zurück, und der Plagioklas, der dann immer ein Oligoklas ist, macht den grössten Teil der Gesteinsmasse aus. Gewöhnlich kommt in die saureren Gesteinsreihen recht viel Quarz hinein, wodurch rein leptitische Typen entstehen, die nur wenig basischer sind als die Plagioklasleptite. Quarz tritt oft auch in basischeren Gesteinen auf. Bisweilen fehlt er gänzlich, aber dies scheint zu den Ausnahmen zu gehören.

Als akzessorische Minerale werden Apatit, Magnetit und Titanit beobachtet. Der Gehalt an derartigen Mineralien variiert stark von Gang zu Gang. Der Apatit bildet gewöhnlich kleine, gleichmässig eingestreute Körner. Der Magnetit tritt bald auf die gleiche Art, bald als vereinzelt, relativ grosse, oft idiomorphe Körner auf. Gewöhnlich werden die Magnetitkörner von schmalen Rändern aus Titanit umgeben, oder auch treten sie als kleine Kerne in grösseren Titaniten auf. In einigen Fällen treten Titanit und Magnetit klar getrennt von einander auf. Im Vergleich zu anderen in Bergslagen beobachteten Ganggesteinen mit entsprechender *si*-Zahl kann der Magnetit- und Titanitgehalt als hoch bezeichnet werden.

Strukturell variieren diese Ganggesteine von rein pflasterkörnigen Gesteinen zu ausgeprägt schieferigen.

Die mit den dazitischen und andesitischen Ganggesteinen genetisch zusammengehörenden Porphyrite sind also immer basischer, mit relativ grossen Einsprenglingen von Labradorzusammensetzung in einer Hornblende-Andesinzwischenmasse. Gewöhnlich ist der Hornblendegehalt in diesen Gesteinen sehr gross, und die Einsprenglinge sind ganz oder teilweise in Zoisit oder Serizit umgewandelt. Dieselbe Umwandlung hat bisweilen auch das Andesin der Zwischenmasse getroffen. In der Regel ist dieses jedoch vollkommen klar. Biotit tritt öfters auf. Dieselben akzessorischen Mineralien wie in den dazitischen und andesitischen Gängen kommen vor. Doch ist der Gehalt an Magnetit und Titanit gewöhnlich geringer als in diesen.

Die chemischen und mikroskopischen Untersuchungen zeigen, dass es sich hier um eine zur Leptitformation selber gehörende Gangreihe handelt, die den Felsitgängen in Dannemora und an mehreren Stellen in Mittelschweden entspricht. Laven und Tuffe, die denen entsprechen, sind innerhalb des Grängesberggebietes nicht angetroffen worden. Dagegen existieren derartige Gesteine

nördlich des Sees Vässman, auf dem östlichen Teil des Kartenblattes Smedjebacken und im Norbergfeld.

Diese zur Leptitformation gehörenden Gänge sind von dem allergrössten theoretischen Interesse, da sie die Erze und auch die Skarnbildung an die Bildungszeit der Leptitformation selber ketten. Nirgends hat nämlich der Verf. dergleichen Gänge beobachten können, die von der Erz- und Skarnbildung beeinflusst worden sind. Im Gegenteil zeigen die Beobachtungen sowohl an der Oberfläche als unter Tage, dass diese Gänge mit scharfen Grenzen und gänzlich unbeeinflusst sowohl die Erze als auch die Skarnbrekzien durchschneiden. Andererseits deutet die rein pflasterkörnige Struktur der Ganggesteine darauf hin, dass sie im Verein mit den Leptiten und Erzen einer Umkristallisation unterzogen worden sind, die strukturell alle diese Gesteine zusammenschmiedet hat. Diese Umkristallisation hat auch die Erze und die Skarne beeinflusst. Die jetzige Korngrösse und Struktur und auch in gewissem Umfang die mineralogische Zusammensetzung dieser Bildungen muss deshalb als sekundär angesehen werden.

Die Urgranite.

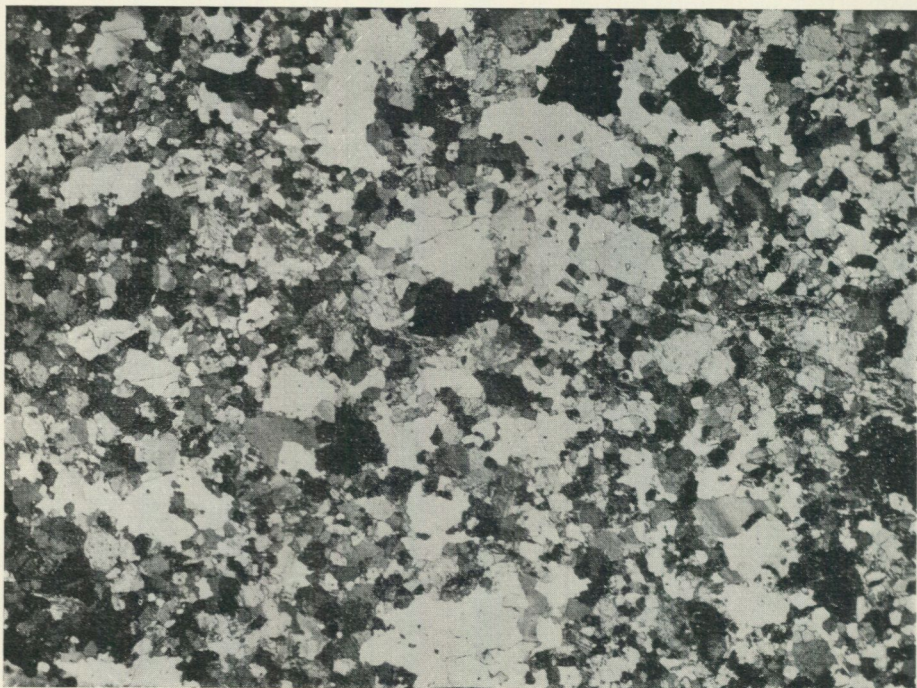
Die Urgranite des Grängesberggebietes können in zwei Haupttypen eingeteilt werden: rote salische und rote intermediäre. Von Johansson wurden die ersteren als rote Gneise, die letzteren als Granitgneise bezeichnet. Dadurch wurde angedeutet, dass das letztere Gestein ein granitähnlicheres Aussehen besitzt als das erstere. Dies ist eine allgemeine Erfahrung innerhalb Mittelschwedens, dass die intermediären, femischeren und CaO-reichen Urgranite immer besser erhalten sind als die salischen Granite, die sich leichter einer Umkristallisation unterziehen. Während die salischen Granite mehr gleichmässig körnig sind, weisen die intermediären Granite gewöhnlich eine mehr oder weniger ausgeprägte augengranitische Ausbildung auf.

Es gibt zwei Analysen, eine von rotem salischem Urgranit von Lomberget, die andere von einem roten intermediären Urgranit vom Karl Johan-Schacht. Diese sind als Analysen V und VI in der Tabelle II wiedergegeben. Ausserdem wird dort eine Analyse einer natronreichen Randfazies des intermediären Urgranites geliefert. Da diese Randfazies nicht innerhalb des auf der Karte (Tafel I) gegebenen Gebietes liegt, wird sie hier nicht eingehender behandelt.

Die petrographische Ausbildung der Urgranite ist von Johansson detailliert geschildert worden. Hier mag deshalb nur eine kurzgefasste Beschreibung der wesentlichen Züge geliefert werden.

Die roten salischen Urgranite (Fig. 12) bestehen hauptsächlich aus Quarz, Mikroklinpertit und Albitoligoklas. Als femische Bestandteile treten geringe Mengen von Biotit auf, als akzessorische Bestandteile kommen vereinzelte Körner von Ortit, Zirkon, Eisenglanz, Magnetit oder Flussspat vor.

Die intermediären Urgranite (Fig. 13) bestehen hauptsächlich aus Quarz, Mikroklinpertit und Oligoklas; als femische Bestandteile treten Biotit und

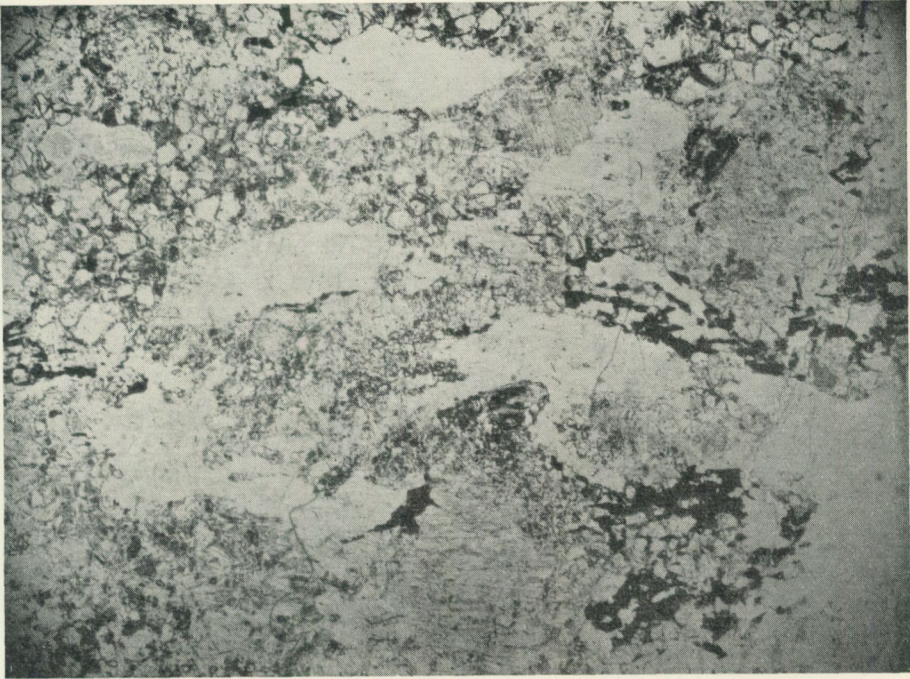


A. Karlsson foto.

Fig. 12. Roter salischer Urgranit. Vergr. 10. + Nic.

Hornblende in variierenden Proportionen auf. Als akzessorische Bestandteile treten Titanit, Apatit, Zirkon, Ortit, Magnetit und Pyrit auf. Der Quarz- und Mikroklingehalt ist wesentlich geringer als in den roten salischen Urgraniten, der Plagioklasgehalt wesentlich grösser. Der Gehalt an femischen Bestandteilen, der in den roten salischen Graniten sehr gering ist, ist hier wesentlich und steigt bis zu 5 à 10 % der Gesteinsmasse. In den intermediären Urgraniten tritt ausserdem oft reichlich Myrmekit auf. Kalkspat und Epidot treten als Spaltungsprodukte von Plagioklas auf, Epidot ausserdem auch als selbständigere Körner.

Trotz seiner theoretischen Einstellung zu den Problemen, laut welcher auch die Urgranite als Schlierenbildungen in einem Riesenmagma zu betrachten wären, berichtet Johansson in seiner Beschreibung, dass er oft scharfe Kontakte beobachtet habe, die Andeutungen eines intrusiven Verhältnisses den Leptiten gegenüber besässen. Johansson erwähnt ferner das Vorkommen von feinkörnigen Randfazies gegen die Leptite. Der Verf. hat derartige Kontaktverhältnisse so oft konstatiert, dass ein Zweifel darüber, dass die Urgranite Intrusivgesteine sind, nicht in Frage kommen dürfte. Besonders schöne Kontakte sind heute blossgelegt am Ostabhang des Gudmundberget, wo man den roten salischen Urgranit sieht, wie er mit scharfen Kontakten den eisenglanzimprägnierten Kalileptit durchschneidet; dies zeigt deutlich, dass nicht nur der Leptit selber, sondern auch die Erzimprägnation älter ist als die Intrusion des Ur-



A. Karlsson foto.

Fig. 13. Roter intermediärer Urgranit. Vergr. 6.

granites. Gegen den skarnführenden Kali-Kalkleptit konstatiert man dasselbe Verhältnis. Ähnliche Kontakte konstatiert man auch zwischen dem Lomberggranit und umgebenden Leptiten und Erzen, obschon die Aufschlüsse der Kontaktzone selber dort seltener sind. Schliesslich findet man ziemlich weit entfernt von den Kontakten Gänge von feinkörnigem, aplitischem Urgranit, die mit der grössten Wahrscheinlichkeit mit dem roten salischen Urgranit zusammengehören.

Betreffs des intermediären Urgranites — H. E. Johanssons Granitgneis — findet man die Kontaktzone bei allen Niveaus blossgelegt, wo Strecken gegen Müllers und Karl Johans Schacht hingehen. Die Kontakte sind erstaunlich scharf. Doch konstatiert man öfters eine — wenn auch schwach ausgeprägte — Verminderung der Korngrösse gegen den Kontakt hin, und diffuse Adern gehen oft in grossen Mengen in den Leptit hinein. Gleich wie der Leptit einerseits und der Urgranit andererseits ist die Kontaktzone natürlich kräftig verschiefert und die Adern in der Richtung der Schieferung ausgezogen. In den Urgraniten findet man bisweilen Bruchstücke von Leptit, und ausserhalb des eigentlichen Grängesbergfeldes konstatiert man in den Långblågruben Bruchstücke von Apatiteisenerz in intermediärem Urgranit, der zum selben Massiv gehört wie das, das den erzführenden Komplex gegen SO abgrenzt.

Dass sogar die letzten Phasen im Erz-Skarnbildungsprozess älter sind als die Urgranite, geht deutlich daraus hervor, dass die Urgranite nie skarnum-

wandelt worden sind, und auch daraus, dass zwischen dieser Umwandlung und den Urgraniten die Dazit-Andesitgänge liegen, die in den Urgraniten nie konstatiert worden sind, wie dicht sie auch in angrenzendem Leptit oder Erz liegen. An einigen Stellen hat man auch beobachten können, wie die Urgranitkontakte die Gänge überschneiden. Es besteht also nicht der geringste Zweifel, dass die Erz-Skarnbildung bedeutend älter ist als die Urgranite. Dagegen findet man, dass intensive tektonische Bewegungen eingetroffen sind nach oder während des Intrusionsaktes der Urgranite. Dieselbe Schieferung und dieselbe Stengligkeit kennzeichnen alle bis jetzt erwähnten Gesteine: die Leptite, die Erze, die Dazit-Andesitgänge und die Urgranite. Betreffs der letzteren findet man jedoch oft, dass die inneren Teile weniger berührt sind als die Randpartien.

Das Vordringen der Urgranite bedeutete eine kräftige Erwärmung des Gesteinskomplexes; diese verursachte eine kräftige Umkristallisation von sowohl Leptiten als auch Erzen, die erst jetzt ihre heutige Struktur und Korngrösse erhielten. Eventuelle ältere Flusstrukturen u. dgl. in den Erzen sind völlig verschwunden, die Tuffe erhielten jetzt ihre pflasterkörnige Struktur und auch die Dazit-Andesitgänge wurden ganz umkristallisiert. Die Urgranite selber sind dagegen nicht in demselben Umfang umkristallisiert worden. Von strukturellem Gesichtspunkt aus variieren sie zwar von relativ gut bewahrten Graniten zu Gneisen. Die gneisigen haben jedoch nicht dieselbe ausgeprägte Pflasterstruktur, sondern die Druckdeformation scheint eine grössere Rolle gespielt zu haben als die Umkristallisation.

Die jüngeren Amphibolitgänge.¹

Jünger als die Urgranite ist schliesslich ein System von Amphibolitgängen, die hauptsächlich innerhalb des Lomberggranites und angrenzender Teile des Kali-Kalkleptites auftreten. Diese Gänge sind durchwegs basischer als die älteren Andesit- und Dazitgänge, und da man mehrfach eine relikte ophitische Struktur konstatieren konnte, ist es wahrscheinlich, dass diese sämtlichen jüngeren Grünsteingänge von Anfang an Diabase waren. Dieselbe Erfahrung wurde gemacht in dem im S angrenzenden Ljusnarsberggebiet, wo eine grosse Anzahl derartige Grünsteingänge sowohl die Urgranite als auch die Leptite durchsetzen. Auch wenn eine relikte Diabasstruktur hier und dort innerhalb der jüngeren Grünsteingänge des Grängesberggebietes beobachtet werden konnte, findet man das ursprüngliche Pyroxen doch nirgends erhalten, sondern diese Grünsteine bestehen hauptsächlich aus Plagioklas mit Labrador- oder Andesinzusammensetzung sowie gewöhnlich reichlich Hornblende. Oft zeigen die Plagioklase relativ basische Kerne und saurere Randzonen. Oft werden die grösseren Plagioklaskörner durch granulierten Massen getrennt, deren Plagioklas denselben Anortitgehalt besitzt wie die erwähnten Randzonen. In anderen Fällen liegen die grösseren Plagioklase als Relikte in einer granulierten Masse. Wo die Umwandlung weiter fortgeschritten ist, ist ein ganz umkristallisiertes

¹ Um die Karte, Tafel I, nicht mit zu vielen Einzelheiten zu belasten, wurden diese Gänge weggelassen.

Plagioklas-Hornblendegestein entstanden, das wesentlich aus abgerundeten Körnern von Plagioklas und Hornblende besteht, ausser da, wo gleichzeitig ein kräftig richtender Druck vorhanden war, wodurch die Längsachsen der Körner parallelorientiert wurden und wodurch vor allem die Hornblendekristalle längliche Begrenzung erhielten. So existieren alle Übergänge zwischen ophitisch ausgebildeten Plagioklas-Hornblendegesteinen und typischen Amphiboliten.

Ausser Plagioklas und Hornblende sind in diesen jüngeren Grünsteingängen geringere Mengen Biotit sowie reichlich Magnetit enthalten.

Die Pegmatite.

Innerhalb der zentralen Teile des Grängesbergfeldes, wie es auf der Karte begrenzt worden ist, fehlen Massive jüngerer Granite. Rund herum existiert jedoch eine grosse Anzahl von solchen, und vereint damit treten Pegmatitgänge reichlich auf, die in verschiedenen Richtungen den Gesteinskomplex durchsetzen. Die jüngeren Granite, die den Gesteinskomplex innerhalb der Umgebungen des Grängesbergfeldes durchsetzen, gehören zu der Gruppe, die als Fellingsbro-Stockholmgruppe bezeichnet zu werden pflegt und vom Verf. als die den svionischen Zyklus abschliessenden Granite betrachtet wird.

Während die Urgranite im grossen und ganzen sich in die ältere Tektonik einfügen, auch wenn man im kleinen überschneidende Kontakte beobachten kann, schneiden die jüngeren Granite alle älteren Strukturzüge, und die begleitenden Pegmatitgänge schneiden scharf über die Stengligkeit und Schieferung (Fig. 14), die sowohl die Leptite als auch die Urgranite innerhalb des Grängesberggebietes auszeichnen. Besonders reichlich treten sie innerhalb des Gebietes der Apatiteisenerze auf. Dies war wahrscheinlich die Ursache, weshalb H. E. Johansson sie als genetisch an diesen Erztypus gebunden ansah. Die vorhergehende Schilderung hat jedoch gezeigt, dass zwischen der Erzbildung und den Pegmatiten mehrere zeitlich getrennte Geschehnisse liegen, nämlich die Intrusionen der älteren Ganggesteine, der Urgranite und der jüngeren Grünsteingänge. Dass die Pegmatite innerhalb des Gebietes der Apatiteisenerze besonders gut vertreten sind, ist deshalb nur als ein Zufall aufzufassen.

Die Pegmatite weisen betreffs Richtung und Mächtigkeit ein sehr unregelmässiges Auftreten auf. Als Regel findet man jedoch, dass die grösseren Pegmatite rechtwinkelig zu der Stengligkeit der Erze und der umgebenden Gesteine stehen. Sie treten deshalb als im grossen und ganzen flach liegende Scheiben in den Erzen auf, aber erheben sich oft gegen das Hangende und gehen aufwärts parallel mit diesem. Die Pegmatite werden von Johansson charakterisiert als hellrote Mikroklinpertit-Oligoklaspegmatite mit wechselnder Korngrösse und Struktur. Gewöhnlich fehlen dunkle Mineralien völlig. Dagegen findet man hier und dort Apatit und als Seltenheit Beryll.

Zunächst den Pegmatiten findet man nahezu regelmässig die Eisenglanzerze in Magneteisenerze umgewandelt; in der Übergangszone dieser beiden trifft man



A. Blomquist foto.

Fig. 14. Pegmatitgänge im Liegenden des Exportfelderzes. Die Pegmatitgänge schneiden die Stengligkeit.

die schönsten Siebensternerze mit idiomorphen Magnetitkristallen in einer Eisenglanzzwischenmasse an. Wahrscheinlich ist, dass die Pegmatite auch auf andere Art die angrenzenden Erze beeinflusst haben. So findet man hier und dort kleinere Ansammlungen von Molybdenglanz und Scheelit, zwei Mineralien, die innerhalb der Grängesberggegend und besonders in der Gegend südlich davon sehr gewöhnlich sind. Die grösseren Ansammlungen haben sich immer als an die jüngeren Granite und deren Pegmatite — wie z. B. in Hörken und Yxsjön — gebunden erwiesen. Die geochemischen Untersuchungen, die von S. Landergren innerhalb des Grängesbergfeldes ausgeführt wurden und zur Zeit noch nicht beendet sind, scheinen ausserdem auf eine stellenweise kräftige Anreicherung von Sn hinzudeuten. Soweit uns gegenwärtig bekannt ist, sind also Grundstoffe wie Be, Mo, W und Sn lokal zunächst den Pegmatiten ange-reichert worden. Stoffe wie Ti, V, Co, Ni und Ce scheinen dagegen haupt-sächlich die erzbildenden Magmen und Lösungen begleitet zu haben. Ein Problem von grösstem Interesse, vom theoretischen und praktischen Standpunkt aus, ist natürlich die Frage, welche Grundstoffe im Verein mit den primären erzbildenden Prozessen fixiert worden sind und welche im Zusammenhang mit den Pegmatiten in die Erze hineingekommen sind. Die geochemische Unter-suchung, die gegenwärtig im Gang ist, bezweckt, eine Antwort auf diese Frage zu geben.

Die magmatische Theorie.

Aus der oben gelieferten Beschreibung des Grängesbergfeldes geht klar und deutlich hervor, dass eine reiche und komplizierte Entwicklung schliesslich zu dem Gesteinskomplex führte, den wir heute studieren können. Die geologische Geschichte des Gebietes, wie sie hier skizziert wurde, spricht unstreitig gegen die von H. E. Johansson dargelegte magmatische Theorie, laut welcher alle oben beschriebenen Gesteine (Leptite, Urgranite, ältere und jüngere Ganggesteine, Pegmatitgänge, Erze und Skarnbildungen) Schlierenbildungen in einem Magma ausmachen sollten, das in seiner ursprünglichen Zusammensetzung einer Durchschnittszusammensetzung des von den genannten Gesteinen aufgebauten Komplexes entsprechen sollte. Es sollte ein ziemlich saures und alkalireiches granitisches Magma mit ausgeprägtem Natronübergewicht ausgemacht haben. Durch Zusammenstellung der damals ausgeführten Analysen suchte H. E. Johansson zu zeigen, dass die Gesteine in von Diskontinuitätsareas getrennte Gruppen eingeteilt werden konnten, und die kräftige Teilung des ursprünglichen Magmas in eine so grosse Anzahl — teilweise sehr extrem zusammengesetzte — Reihen sollte darauf beruhen, dass die Zusammensetzung des Magmas von Anfang an innerhalb einer solchen Diskontinuitätsarea gefallen war. Auf diese Art wäre die Teilung der sauren Gesteine in kalireiche und natronextreme Reihen begreiflich, und ebenso die Teilung in saure Gesteine (Granite und Leptite) und basische (vor allem Grünsteine). Die Skarnbildung ist laut dieser Betrachtungsweise nur eine Abart der Amphibolit-differentiation. Skarn entstand an Stelle von Amphibolit da, wo der An-Gehalt des Magmateiles für die Amphibolitbildung zu gering war. Die Eisenerzbildung sollte schliesslich laut der magmatischen Theorie ein mit der Amphibolit- und Skarndifferentiation analoger Prozess sein. Das Erzmaterial war von Anfang an in dem den ganzen Komplex umfassenden Quarz-Feldspatmagma aufgelöst, wurde nachher in gewissen Schlierenzonen angereichert, und die Differentiation führte zu scharfen chemischen Diskontinuitäten. Die Eisenerzdifferentiation ist laut Johansson an und für sich nicht an bestimmte chemische Gesteinszonen gebunden, aber der chemisch-mineralogische Charakter der erzführenden Zonen scheint nach allem zu beurteilen einen bestimmenden Einfluss auf den chemisch-mineralogischen Charakter der Erze ausgeübt zu haben. Als Beispiel für diesen Zusammenhang hebt Johansson hervor, dass die Lomberg-erze, also die imprägnationsartig auftretenden Roteisensteine, in den Kalileptiten auftreten, während die kalkreicheren granat-epidotführenden Kali-Kalkleptite granat-epidotreiche Quarz-Eisenerze führen, und dass die Apatit-Eisenerze zu den Natronleptiten gehören oder — wie die Erze der Hammar-grube — zu skarnreichen Abarten der Natronleptite.

Wenn diese »magmatische« Auffassung richtig wäre, könnte für die in den Gesteinskomplex eingehenden Komponenten kein Altersschema aufgestellt werden. Wie die Untersuchungen von Looström und vom Verf. gezeigt haben, kann ein derartiges Altersschema aufgestellt werden, das auf eine sehr lange

geologische Geschichte von der Bildung der ersten Leptite bis zu den Pegmatitintrusionen deutet.

Ferner könnte man erwarten, dass Übergangszonen zwischen den verschiedenen Gesteinen untereinander in grosser Ausdehnung auftreten würden. Anstatt dessen findet man scharfe Grenzen zwischen den als Granite gedeuteten Gesteinen und den Leptiten. Die als Gänge gedeuteten Gesteine durchschneiden mit scharfen Grenzen die älteren Gesteine und weisen oft feinkörnige Randfazies gegen sie auf. Die Pegmatite überschneiden schliesslich scharf die Stenglichkeit, die den Urgranit-Leptitkomplex mit seinen Erzen und Ganggesteinen verschiedener Art kennzeichnet.

Zwischen den verschiedenen Leptittypen finden sich dagegen sukzessive Übergänge, aber diese hängen, wie der Verf. gezeigt hat, mit metasomatischen Umsetzungen verschiedener Art zusammen, die in grosser Ausdehnung die ursprünglichen Leptite durch Basenaustausch, Skarnbildungen etc. verändert haben. Der chemische Zusammenhang, den H. E. Johansson nachgewiesen hat und der im grossen und ganzen zwischen den Erz- und den Leptittypen vorhanden ist, hängt teils damit zusammen, dass die ursprüngliche Zusammensetzung der Leptite die Erze beeinflussen konnte (die Gudmundbergerze in ihrem Verhältnis zu den Lombergerzen), teils mit den metasomatischen Umsetzungen, die mit der Erzbildung selber zusammenhängen (die Apatiteisenerze).

Auch wenn man die Urgranite und Ganggesteine weglässt — was Johansson nicht tat — findet man nicht eine solche schlierenförmige Verteilung zwischen den Gesteinen untereinander wie die magmatische Theorie erfordert. Die Grenzen zwischen den verschiedenen Leptittypen weisen nicht Schlierenform auf, und die Erze selber treten entweder als Imprägnationszonen (die Lombergerze) oder als linsenförmige, scharf begrenzte Körper (die Apatiteisenerze) auf. Die Brekziennetze aus Eisenglanz, Apatiteisenerz oder Skarn zeigen nicht die Form von Absonderungen aus den umgebenden Gesteinen, sondern von epigenetischen Bildungen, die später als das Nebengestein, in dem sie sitzen, gebildet wurden. Rechnet man die als bestimmte linsenförmige oder mehr abgerundete Massive auftretenden Urgranite und die deutlichen Ganggesteine mit, kriegt man noch weniger den Eindruck eines schlierendifferenzierten Komplexes.

Die Gleichstellung von Amphibolitbildung und Skarnbildung muss zweifellos als der schwächste Punkt der magmatischen Theorie angesehen werden. In dem einen Fall handelt es sich um scharf begrenzte, gangförmige, homogene Bildungen, in dem anderen dagegen um Brekziennetze und Flecken stark wechselnder chemischer Zusammensetzung. Dass die Skarne in An-armen Gesteinen entstanden seien, die Amphibolite in An-reichen, ist ebenfalls unrichtig. Der An-reiche Kali-Kalkleptit führt reichlich Skarn, und gleichzeitig führt der An-arme Lomberggranit innerhalb grosser Gebiete Grünsteingänge usw. Der Hinweis Johanssons, dass die Amphibolitgänge chemisch von umgebenden Gesteinen abhängig sind, ist nur richtig insofern, dass die Dazit-Andesitgänge in den Urgraniten nicht auftreten; dies ist natürlich, da sie zur

Leptitformation gehören und also älter sind als die Urgranite. Ausserdem treten jüngere, basischere Gänge auch in den Leptitgebieten auf. Die Skarnbildung schliesslich ist an die erzführenden Teile des Komplexes gebunden, während die Amphibolitgänge ganz unabhängig auftreten. Dies alles spricht scharf gegen eine prinzipielle Gleichstellung von Amphibolitbildung und Skarnbildung; damit fällt einer der wesentlichen Stützpfiler für die magmatische Theorie, insofern sie auf Grängesberg angewendet wird.

Was ferner die Eisenerzbildung betrifft, geht aus Looströms und meinen eigenen Beobachtungen deutlich hervor, dass es sich nicht um syngenetische Bildungen handeln kann, durch »Differentiation in situ« aus umgebenden Leptiten entstanden. Die Brekziennetze, die zunächst den Lombergerzen beobachtet wurden, und die Gänge, die man bei den Grenzen der Apatiteisenerze konstatierte, reden eine deutliche Sprache zugunsten der Auffassung, dass die Erze epigenetisch sind, dass sie in die umgebenden Leptite hineingekommen sind, nachdem diese als vulkanische Produkte gebildet worden waren. Der Verf. hat früher die Gründe hervorgehoben, die dafür sprechen, dass die Apatiteisenerze in Form von Magmen intrudiert worden sind und dass die Lombergerze als Imprägnationen, durch von derselben vulkanischen Quelle kommende magmatische Emanationen gebildet wurden. Die Erze sind also in weitem Sinn auch für den Verf. magmatisch, doch können sie nicht Schlierenbildungen in situ sein, wie die magmatische Theorie von Johansson es fordert.

Die pegmatitischen Erze der N. Hammargrube mit ihrem grossen Gehalt an Skarn, Apatit, Titanit etc., sowie der Zusammenhang zwischen der Skarnbildung und den Apatit-Eisenerzen — und da vor allem den Erzen der N. Hammargrube — zeigen deutlich, wie den Intrusionen von Eisenerzmagmen pneumatolytische und hydrothermale Umsetzungen im Nebengestein folgten, und zwar auf eine Weise, die mir mit einer Schlierendifferentiation völlig unvereinbar vorkommt, dagegen deutlich beweist, dass es sich hier um gasreiche Magmen gehandelt hat, die Gasemanationen und Lösungen zum Nebengestein abgaben.

Der chemische Zusammenhang zwischen den verschiedenen Erztypen und den verschiedenen Leptittypen ist seit 1906, da Johansson zum erstenmal seine magmatische Theorie veröffentlichte, in der andauernden Diskussion immer als das wichtigste Argument für die Schlierendifferentiation im Vordergrund gestanden. Aus den Untersuchungen, die innerhalb vieler Erzfelder in Bergslagen ausgeführt wurden, geht deutlich hervor, dass dieser Zusammenhang nur insofern seine Richtigkeit hat, dass die manganreichen Erze den Kalileptiten folgen. Innerhalb des Grängesberggebietes existieren keine manganreichen Eisenerze, und seit es dem Verf. klar geworden ist, dass die natronextremen Leptite hier Umwandlungsgesteine von kalireicheren Typen sind, kam der von Johansson erwiesene Zusammenhang für dieses Gebiet in ein ganz anderes Licht, dadurch dass die natronreichen, oft glimmerreichen Leptite, die den Apatiteisenerzen folgen, metasomatische Umwandlungsgesteine sind. Dass die innerhalb der granat-epidotführenden Kali-Kalkleptite auftretenden Quarzeisenerze ebenfalls granat- und epidotführend sind, ist natürlich, da die-

selbe Skarnbildung beide getroffen hat. Auf gleiche Art werden die Lombergerze und ihr Nebengestein innerhalb gewisser Gebiete gleichzeitig granat- und epidotführend infolge einer späteren Skarnbildung, die ihren Stempel auf beide gedrückt hat. Der chemische Zusammenhang innerhalb des Grängesberggebietes ist demnach kein primärer Zusammenhang sondern ein Zusammenhang, der auf sekundären Veränderungen, die während der Erz- und Skarnbildung eintrafen, beruht.

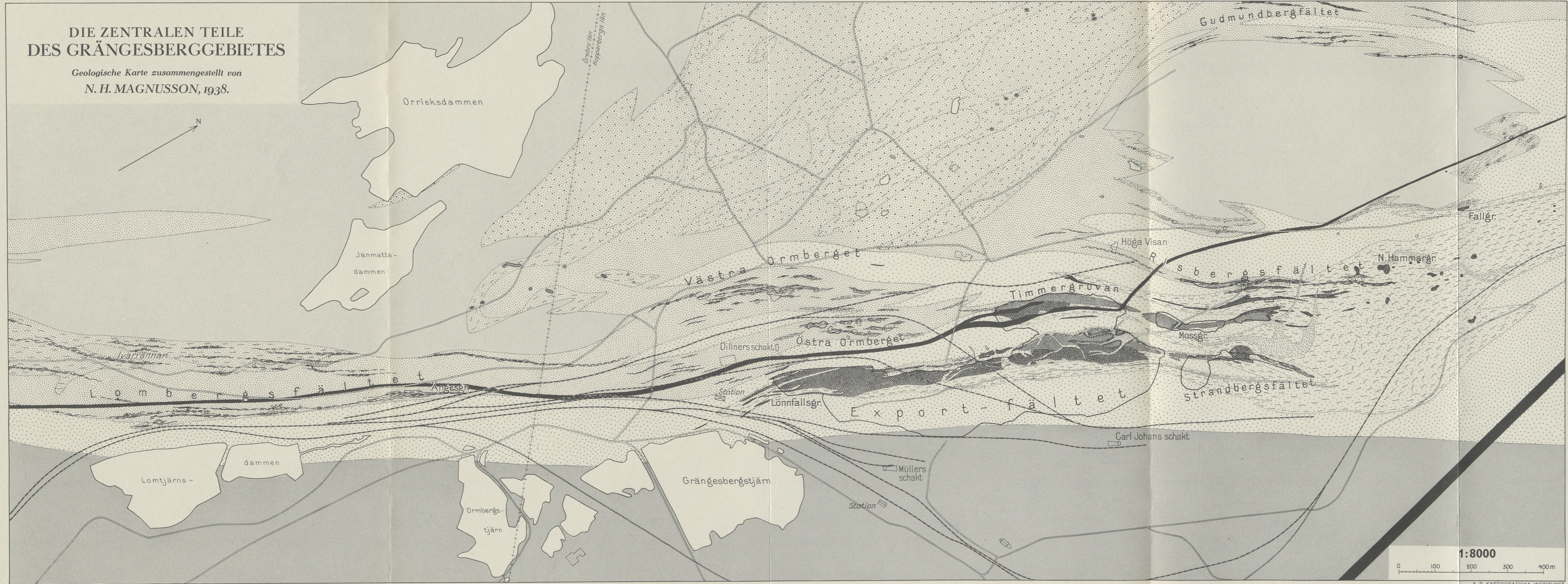
Der Verf. hat hiemit zeigen wollen, dass das neue Beobachtungsmaterial, das in diesem Aufsatz vorgelegt wurde, bestimmt gegen die magmatische Theorie in der Fassung, wie sie von H. E. Johansson dargeboten wurde, spricht und dass die Verhältnisse, die — wie der Zusammenhang zwischen den Leptit- und den Erztypen — für die magmatische Theorie zu sprechen schienen, im Grunde genommen einfacher und besser erklärt werden durch die vom Verf. hier dargelegte Theorie, nämlich, dass die Erze Intrusionen sind (die Apatit-Eisenerze) oder Imprägnationen (die Lombergerze) und dass sie von kräftigen metasomatischen Umsetzungen in dem leptitischen Nebengestein gefolgt sind, die die Skarnbildungen verursachten und auch sonst die chemische Zusammensetzung der Leptite veränderten; ferner dass der Leptitkomplex mit seinen Erzen nachher durchsetzt wurde von Intrusionen von Dazit-Andesitgängen, Urgraniten, Amphibolitgängen und schliesslich von Pegmatiten, die zu der Gruppe der jüngeren spätsvionischen Granite gehören, und dass diese späteren Intrusionen mit der Erzbildung keinen direkten genetischen Zusammenhang besitzen, sondern deren Resultat nur zu modifizieren vermochten.














Angeföhrte Literatur.

1. Johansson, H. E., Die Eisenerzföhrnde Formation in der Gegend von Grängesberg. Geol. för. förh., Bd 32, 1910.
 2. Geijer, P., Falutraktens berggrund och malmfyndigheter. Sver. geol. und., Ser. C, N:o 275, 1917.
 3. —, Riddarhytte malmfält. Geologisk beskrivning. Kungl. Kommerskoll. beskr. över mineralfyndigheter N:o 1, 1923.
 4. —, Norbergs berggrund och malmfyndigheter. Sver. geol. und., Ser. Ca, N:o 24, 1936.
 5. Högbom, I., Petrografiska studier vid Nybergsfältet. Geol. för. förh., Bd 42, 1920.
 6. Lindroth, G., Den järnmalmsförande formationen omkring Ramhäll. Sver. geol. und., Ser. C, N:o 266, 1916.
 7. —, Kalk- och skarnjärnmalmsfyndigheter i Bergslagen. Geol. för. förh., Bd 46, 1924.
 8. Looström, R., Likheter mellan Lapplands- och Grängesbergsmalmerna. Geol. för. förh., Bd 51, 1929.
 9. —, Nya blottningar i Exportfältet i Grängesberg. Geol. för. förh., Bd 51, 1929.
 10. Lundqvist, G. och Hjelmqvist, S., Beskrivning till kartbladet Smedjebacken. Sver. geol. und., Ser. Aa, N:o 181, 1937.
 11. Magnusson, N. H., Persbergs malmtrakt. Geologisk beskrivning. Kungl. Kommerskoll. beskr. över mineralfyndigheter N:o 2, 1925.
 12. —, Nordmarks malmtrakt. Sver. geol. und., Ser. Ca, N:o 13, 1929.
 13. Magnusson, N. H. och Lundqvist, G., Beskrivning till kartbladet Nya Kopparberget. Sver. geol. und., Ser. Aa, N:o 175, 1932.
 14. —, och Lundqvist, G., Beskrivning till kartbladet Grängesberg. Sver. geol. und., Ser. Aa, N:o 177, 1933.
 15. —, Det mellansvenska urbergets åldersschema. Geol. för. förh., Bd 55, 1933.
 16. Sjögren, Hj., Om våra järnmalmers bildningssätt. Geol. för. förh., Bd 28, 1906.
 17. Sundius, N., Grythyttfältets geologi. Sver. geol. und., Ser. C, N:o 312, 1923.
-

DIE ZENTRALEN TEILE DES GRÄNGESBERGGEBIETES

Geologische Karte zusammengestellt von
N. H. MAGNUSSON, 1938.



-  Kalileptit
-  Kali-Kalkeleptit
-  Natronleptit
-  Eisenglanzimpregnationen in Kalileptit
(teilweise in Magnetit umgewandelt)
-  Apatitreiche Roteisenerze
-  Apatitfreie Magneteisenerze
-  Eisenerzkonzentrationen in Kali-Kalkeleptit
-  Skarnimpregnationen in Natronleptit
(hauptsächlich Amphibol und Pyroxen)
-  Skarnimpregnationen in Kali- und Kali-Kalkeleptit
(hauptsächlich Granat und Epidot)
-  Roter salischer Urgranit
-  Roter intermediärer Urgranit
-  Pegmatit
-  Diabas

1:8000

0 100 200 300 400m

A.-B. KARTOGRAFISKA INSTITUTET
ESSELTE AB. STOCKHOLM 1938

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNINGS SENAST UTKOMNA PUBLIKATIONER ÄRO:

Ser. Aa Geologiska kartblad i skalan 1 : 50 000 med beskrivningar.

	Pris kr.
N:o 168 <i>Malingsbo</i> av A. HÖGBOM och G. LUNDQVIST 1930	4,00
» 169 <i>Slite</i> av H. MUNTHE, J. E. HEDE och G. LUNDQVIST 1928	4,00
» 170 <i>Katthammarsvik</i> av H. MUNTHE, J. E. HEDE och G. LUNDQVIST 1929	4,00
» 171 <i>Kappelshamn</i> av H. MUNTHE, J. E. HEDE och G. LUNDQVIST 1933	4,00
» 172 <i>Lugnås</i> av G. LUNDQVIST, A. HÖGBOM och A. H. WESTERGÅRD 1931	4,00
» 173 <i>Göteborg</i> av R. SANDEGREN och H. E. JOHANSSON 1931	4,00
» 174 <i>Karlstad</i> av N. H. MAGNUSON och R. SANDEGREN 1933	4,00
» 175 <i>Nya Kopparberget</i> av N. H. MAGNUSON och G. LUNDQVIST 1932	4,00
» 176 <i>Storvik</i> av B. ASKLUND och R. SANDEGREN 1934	4,00
» 177 <i>Grängesberg</i> av N. H. MAGNUSON och G. LUNDQVIST 1933	4,00
» 179 <i>Forshaga</i> av R. SANDEGREN och N. H. MAGNUSON 1937	4,00
» 180 <i>Fårö</i> av H. MUNTHE, J. E. HEDE och G. LUNDQVIST 1936	4,00
» 181 <i>Smedjebacken</i> av G. LUNDQVIST och S. HJELMQVIST 1937	4,00

Ser. Ba Översiktskartor.

N:o 12 Kvartärgeologisk karta över Stockholmstrakten. Skala 1 : 50 000. 1929.	5,00
Stockholmstraktens kvartärgeologi, av G. DE GEER. Beskrivning till kvartärgeologisk karta över Stockholmstrakten. Bilaga med specialundersökningar. With English Explanations. 1932	3,00

Årsbok 29 (1935)

N:o 386 LUNDEGREN, ALF, Die stratigraphischen Ergebnisse der Tiefbohrung bei Kullemölla im südöstlichen Schonen. Vorläufiger Bericht. Mit 1 Tafel. 1935	1,00
» 387 ASKLUND, B., Stratigrafien inom södra Lapplands kvartärsparagmitbildningar i Långseleåns och Korpåns dalgång. Med 1 tavla. 1935	2,00
» 388 THORSUND, P. och ASKLUND, B., Stratigrafiska och tektoniska studier inom Föllingeområdet i Jämtland. Med 3 tavlor. English summary: Stratigraphical and Tectonical Studies in the Föllinge Area in Jemtland. 1935	2,00
» 389 HÖGBOM, A., Skelleftefältet med angränsande delar av Västerbottens och Norrbottens län. En översikt av berggrund och malmförekomster. Med 2 tavlor. Summary: The Skellefte district with adjacent parts of Westerbotten and Norrbotten. A review of the geology and ore deposits. 1937	6,00
» 390 LUNDQVIST, G., Blockundersökningar. Historik och metodik. Zusammenfassung: Geschiebeuntersuchungen. 1935	1,00
» 391 ASKLUND, B., Gästrikländska forstrandlinjer och nivåförändringsproblemen. Med 3 tavlor. 1935.	3,00
» 392 SUNDIUS, N., On the Origin of late magmatic Solutions containing Magnesia, Iron, and Silica. 1935	0,50
N:o 393 ASKLUND, B., Den marina skalbärande faunan och de sen-glaciala nivåförändringarna med särskild hänsyn till den gotiglaciala avsmältningssonen i Halland. Zusammenfassung: Die marine schalentragende Fauna und die spätglazialen Niveauveränderungen. Mit besonderer Berücksichtigung der gotiglazialen Abschmelzzone in Halland. 1936	2,50

Årsbok 30 (1936).

N:o 394 WESTERGÅRD, A. H., Paradoxides oelandicus Beds of Öland, with the Account of a Diamond Boring through the Cambrian at Mossberga. With 12 Plates. 1936	3,00
» 395 ASKLUND, B., Zur Kenntnis der jämtländischen Ogygiocarisschieferfauna. Mit 2 Tafeln. 1936	1,00
» 396 BROTZEN, F., Foraminiferen aus dem schwedischen, untersten Senon von Eriksdal in Schonen. 1936	4,00
» 397 LUNDQVIST, G., Sjöarnas transparens, färg och areal. Zusammenfassung: Transparenz, Farbe und Areal der Binnengewässer. 1936	0,50

- N:o 398 THORSLUND, P., Siljansområdets brännkalkstenar och kalkindustri. Med 3 tavlor. 1936 3,00
- » 399 ASSARSSON, G., Die Entstehungsbedingungen der hydratischen Verbindungen im System $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{H}_2\text{O}$ (flüssig) und die Hydratisierung der Anhydrokalziumaluminat. 1936 4,00
- » 400 ASKLUND, B., Die Fauna in einem Geschiebe aus der Trinnucleusstufe in Jämtland. Mit 2 Tafeln. 1936 1,00
- » 401 MAGNUSSON, N. H., Berggrunden inom Kantorps malmtrakt. Med en tavla. Summary: The veined Gneisses of the Kantorp Ore district. 1936 2,50
- » 402 ASKLUND, B., Frösöns submoräna avlagringar. Prel. meddelande. Resumee: Die submoränen Ablagerungen der Insel Frösön in Jämtland. 1936 0,50
- » 403 EKSTRÖM, G., Upper Didymograptus shale in Scania. With 11 plates. 1937 2,50
- » 404 GAVELIN, SVEN, Auftreten und Paragenese der Antimonminerale in zwei Sulfidvorkommen im Skelleftefælde, Nordschweden. 1936 0,50

Årsbok 31 (1937).

- N:o 405 LUNDQVIST, G., Sjösediment från mellersta Norrland. Indalsälvens, Ångermanälvens och Umeälvens vattenområden. Resumee: Binnenseesedimente aus dem mittleren Norrland. Die Fluss-systeme des Indalsälven, Ångermanälven und Umeälven. 1936 2,50
- » 406 LINNELL, T., Om tertiära vedrester av Sequoia-typ i nordöstra Skånes kvartärformation. Med 2 tavlor. Zusammenfassung: Tertiäre Holzreste von Sequoia-Typus als Geschiebe in Schonen gefunden. 1936 1,00
- » 407 SAHLSTRÖM, K. E., Jordskalv i Sverige 1931—1935. Med en karta. Resumee: Erdbeben in Schweden 1931—35. 1936 1,00
- » 408 LUNDQVIST, G., Sjösediment från Rogenområdet i Härjedalen. Zusammenfassung: Binnenseesedimente aus dem Rogengebiet in Härjedalen. 1937 2,00
- » 409 THORSLUND, PER, Kvartsiter, sandstenar och tektonik inom Sunneområdet i Jämtland. 1937 0,50
- » 410 THUNMARK, SVEN, Über die regionale Limnologie von Südschweden. Mit 1 Tafel. 1937 3,00

Årsbok 32 (1938).

- » 411 LARSSON, W., Die Svinesund—Kosterfjord-Überschiebung. Ein Beitrag zur postgranitischen tektonischen Geschichte des nördlichsten Bohuslän. 1938 1,00
- » 412 ARRHENIUS, O., Upplysningar till en karta över den gotländska åkerjordens fosfathalt. Med en karta. Summary: The Phosphate content of the soils of the Isle of Gotland. 1938 2,00
- » 413 HJELMQVIST, S., Über Sedimentgesteine in der Leptitformation Mittelschwedens. Die sogenannte »Larsboserie». 1938 1,00
- » 414 LUNDQVIST, G., Klotentjärnarnas sediment. Zusammenfassung: Die Sedimente der Klotenseen. 1938 1,00
- » 415 THORSLUND, P. and WESTERGÅRD, A. H., Deep boring through the Cambro-Silurian at File haidar, Gotland, Prel. report. With four Plates. 1938 2,00
- » 418 MAGNUSSON, N. H., Neue Untersuchungen innerhalb des Grängesbergfeldes. Mit einer Karte. 1938 2,00

Ser. Ca.

- N:o 24 GELJER, PER, Norbergs berggrund och malmfyndigheter. Med 6 tavlor. Summary: Geology and ore deposits of Norberg. 1936 8,00
- » 25 MOLIN, K., A general earth magnetic investigation of Sweden carried out during the period 1928—1934 by the Geological survey of Sweden. Part 1. Declination. With 4 plates. 1936 10,00
- » 28 GELJER, PER, Stripa odalfälts geologi. Med 3 tavlor. Summary: Geology of the Stripa mining field. 1938 6,00

Distribueras genom *Generalstabens Litografiska Anstalt, Stockholm 1.*