

Ueber einige mittelschwedische Eisenerzlagerstätten.

Von

R. Beck,

Professor an der Bergakademie Freiberg.

Die Grubenabtheilung der Stockholmer Ausstellung im Jahre 1897 gab einen ausgezeichneten Ueberblick nicht nur über die technischen Verhältnisse, sondern auch über die Geologie der schwedischen Grubenreviere. Die zahlreichen höchst übersichtlich geordneten geologischen und magnetometrischen Karten, die Grubenrisse für verschiedene Sohlen auf durchsichtige Glastafeln gemalt und zu grossen Modellen übereinander gestellt, die Photographien, die Sammlungen von Erzen und Nebengesteinen, das alles erleichterte eine schnelle Orientirung auf diesem weitschichtigen Gebiete ganz ungemein. Der grösste Theil jener Sammlungen ist übrigens nach Skansen, dem bekannten „Freiluftmuseum“ bei Stockholm übergeführt worden und kann dort auch in Zukunft eingesehen werden. Dauernden Werth hat auch der 159 Seiten starke Katalog aus der Feder Professor Nordenström's: *Mellersta Sveriges Grufutställning. Beskrivande Katalog på Jernkontorets Bekostnad. Stockholm 1897.* Er bleibt ein vortreffliches Nachschlagebuch. Durch einen kurzen Besuch dieser Ausstellung wurde der Verfasser so für die schwedischen Erzlagerstätten interessirt, dass er das Land schon im folgenden Sommer wieder aufsuchte und jetzt die wichtigsten Grubenreviere aus eigener Ansicht kennen lernte. Er ist hierbei den dortigen Beamten, sowie auch in Upsala und Stockholm seinen geologischen Collegen zu grossem Danke verpflichtet worden. Alle trugen auf das freundlichste zur Förderung seiner Studien bei.

Im Folgenden sollen auf Grund der Beobachtungen auf jener Reise zunächst eine Reihe wichtiger Eisenerzlagerstätten kurz geschildert werden. Die vorhandene schwedische Fachliteratur wurde hierzu durchstudirt und vielfach referirt. Freilich ist es möglich, dass dem Verfasser manche Publicationen nicht zugänglich waren, die eine Benutzung ebenfalls verdient hätten. Man wird das verzeihlich finden und vielleicht die Lücken freundlichst ergänzen helfen.

Schweden darf als das eisenreichste Land der Erde bezeichnet werden (vergl. d. Z. 1894 S. 358; 1898 S. 115, 116, 117, 423), denn im Jahre 1897 betrug die Gesammtproduktion an Eisenerz 2086119 t. Es sind hauptsächlich zwei grosse Gebiete, die diese Bodenschätze bergen. Das eine liegt in Mittelschweden zu beiden Seiten des 60. Breitengrades; es ist das altberühmte „Jernbäraland“ mit den vielgenannten Gruben Persberg, Taberg-Nordmark, Striberg, Grängesberg, Norberg und Dannemora. Das andere dagegen hat man hoch im Norden zu suchen, dicht nördlich vom Polarkreis; es sind die neuerdings in den Vordergrund des Interesses gerückten Reviere von Gellivara, Luossavaara, Kirunavara und Svappavare in der Landschaft Norrbotten. Sämtliche Lagerstätten gehören dem kry stallinen Grundgebirge an, dessen Gliederung daher kurz erwähnt werden muss, um die geologische Stellung der Vorkommen näher festsetzen zu können.

Nach A. E. Törnebohm¹⁾ gliedert sich das schwedische Urgebirge, wie folgt:

Obere Abtheilung	Granite, z. Th. auch Gneisse (Werm land W.).
	Phyllitähnliche Schiefer, dunkle Hällefinten, zu unterst mit einem Dioritlager (Grythyttan).
Untere Abtheilung	Porphyroïde, Hällefinten.
	Feinkörnig-schuppige Gneisse (sog. Granulite oder Eurite der schwedischen Forscher).
Untere Abtheilung	Gebänderte Gneissgranulite.
	Rothe und graue Granite und Granitgneisse.
Untere Abtheilung	Gebänderte Gneisse, sowie Cordieritgneisse (östliches Schweden) und Epidotgneisse (westliches Schweden).
	Eisengneisse (Gneisse mit feineingesetztem Magnetit).

Eisenerze und krystalline Kalksteine — beide kommen fast immer zusammen oder nahe beieinander vor — sind im mittleren Schweden in der unteren Abtheilung nur selten, sehr reichlich vertreten dagegen in der oberen, und zwar in dem Horizont der Granulite, sowie der Porphyroïde und Hällefinten.

¹⁾ Törnebohm: Öfverblick öfver Mellersta Sveriges Urformation. Geol. Fören. Förh. Bd. VI. H. 12.

flinten. Die Eisenerze zerfallen hier in Magnet-eisenerze und Glanzeisenerze. Die ersten sind entweder eng mit Kalkstein verknüpft oder mit einem wesentlich aus Pyroxen und Hornblende bestehenden, oft Granat und Epidot führenden Gestein, dem in Schweden sog. Skarn. Die Glanzeisenerze dagegen sind gewöhnlich unmittelbar dem Granulit zwischengelagert.

Bei der Schilderung von Beispielen unter den Grubenrevieren empfiehlt es sich, mit Norberg zu beginnen, weil hier auf kleinem Raum gerade sehr mannigfache Erztypen vorkommen. Von den vielen andern greifen wir ferner noch Persberg, Dannemora und Grängesberg heraus, fügen auch die interessante Eisen- und Manganerz Lagerstätte Långban hinzu.

I. Norberg.

„Norberg Bergslag“ innerhalb der Kirchspielle Norberg und Westanfors in Westmanland (s. Fig. 1) umfasst ein paar hundert Eisengruben, die auf eine schmale Zone von 20 km Länge und 3 km Breite vertheilt sind. Der dortige Bergbau darf sich einer langen Geschichte rühmen. Die ersten chronistischen Andeutungen davon gehen bis zum Jahre 1303 zurück, und von 1354 ab sind eigentliche Urkunden vorhanden.

Sämtliche Erzvorkommen liegen in einer aus feinkörnig-schuppigen Gneissen (Granuliten der schwedischen Autoren) und aus Hällefinten bestehenden Gesteinszone, die beiderseitig von Granit und Gneiss begrenzt wird und Einlagerungen von Glimmerschiefer, sowie von krystallinem Kalkstein und Dolomit enthält. Es kommen dort 3 verschiedene Arten von Eisenerz vor: 1. aus krystallinem Eisenglanz bestehende Rotheisenerze oder Glanzeisenerze mit zahlreichen, äusserst dünnen Quarzitlamellen, die oft vom Gebirgsdruck zierlich gestaucht und gefältelt erscheinen, sie heißen „torrstenar“ d. i. trockene, eines Zuschlags bedürftige Erze; 2. feinkristalline Magnet-eisenerze in inniger Verbindung mit einem Granat-Pyroxenkarn; sie bedürfen keines Zuschlags und heißen darum „engående“ d. i. selbst-flüssige Erze; 3. meist sehr manganhaltige (bei Klackberg bis 7 Proc. Mn_2O_3) Magnet-eisenerze in Linsen inmitten des Dolomites und Kalksteines und darum zugleich sehr kalkreich, „blandstenar“ d. i. zum Zuschlag dienende Erze, so genannt, weil sie in der Regel anderen zugesetzt werden.

Die quarzigen Glanzeisenerze, die übrigens in ganz ähnlicher Ausbildung auch bei Stri-

berg²⁾) im Örebrogebiet wieder gefunden und darum von den schwedischen Forschern „Eisenerze nach dem Striberger Typus“ genannt werden, sind in der Hauptsache auf das untere geologische Niveau der Erzzone beschränkt. Darüber folgen vorwiegend die an Pyroxenkarn gebundenen Vorkommnisse, und im obersten Horizont wiegen die kalkhaltigen „blandstenar“ der Dolomiteinlagerungen vor. Das folgende Uebersichtskärtchen nach Törnebohm veranschaulicht diese Verhältnisse³⁾). Der Eisengehalt der Erze schwankt zwischen 43—60 Proc. bei einem Phosphorgehalt von nur 0,004—0,035 Proc. Während der Jahre 1891—95 betrug die durchschnittliche Jahresförderung 172516 t. Eisenerz⁴⁾.

Zuweilen enthalten die an Kalkstein gebundenen Magneteisenerze etwas Pyrit beigemengt und müssen daher geröstet werden, ehe sie auf den Hochofen gelangen, so z. B. auf Klackgrufva. In einzelnen Gruben treten zum Pyrit noch andere sulfidische Erze edlerer Art hinzu, und zwar so reichlich, dass man darauf baut; besonders Bleiglanz und Kupferkies wird gewonnen. Da diese Lagerstätten gerade mit ihrer seltenen Combination ein besonderes geologisches Interesse darbieten, soll die eine, diejenige von Kallmora Silfvergrufva etwas eingehender beschrieben werden. Sie ähnelt in vieler Beziehung den Lagerstätten von Schwarzenberg, mit deren monographischer Bearbeitung der Verfasser beschäftigt ist. Das Nebengestein ist ein feinkörnig-schuppiger Biotitgneiss. Unmittelbar im Hangenden und Liegenden ist dieser feldspatharm oder -frei, enthält aber dafür einen lichten Pyroxen, etwas Hornblende, Granat und Cordierit. Die Structur erinnert ungemein an die Pflasterstructur der Gesteine aus granitischen Contactzonen. Auch ist der Cordierit in der selben Weise mit Quarzkörnchen durchspickt, wie in den echten contactmetamorphen Hornfelsen. Lagenweise findet sich in diesem Nebengestein auch viel Magnetit. Er ist hier ohne Zweifel primärer Gemengtheil, denn er bildet neben den Quarzkörnern oft

²⁾ Birger Santesson: Beskrifning till Karta öfver Berggrundens af Örebro Län. II. De viktigare Grufvefälten 1889. Stockholm.

³⁾ A. E. Törnebohm: Om lagerföljden inom Norbergs malmfält med karta. Geologiska Fören. Förhandl. II. Bd. 1874—75. S. 329. — Man vergleiche ferner: G. A. Granström: Några underlättelser om grufvorna och grufdriften inom Norbergs bergslag in Jern-Kontorets Annaler 1876. S. 1.

⁴⁾ Törnebohm: Geologiska Öfversigtskarta öfver Mellersta Sveriges Bergslag Blad 2 med Beskrifning 1880.

scharfe Krystalle und ist oft allseitig von Quarzindividuen umwachsen. Ganz anders verhält es sich mit dem ebenfalls zuweilen

körnern aus. Die Hauptgesteinsart des Lagers selbst, das 3–5 m mächtig ist und nahezu saiger fällt, ist ein krystalliner Kalk-

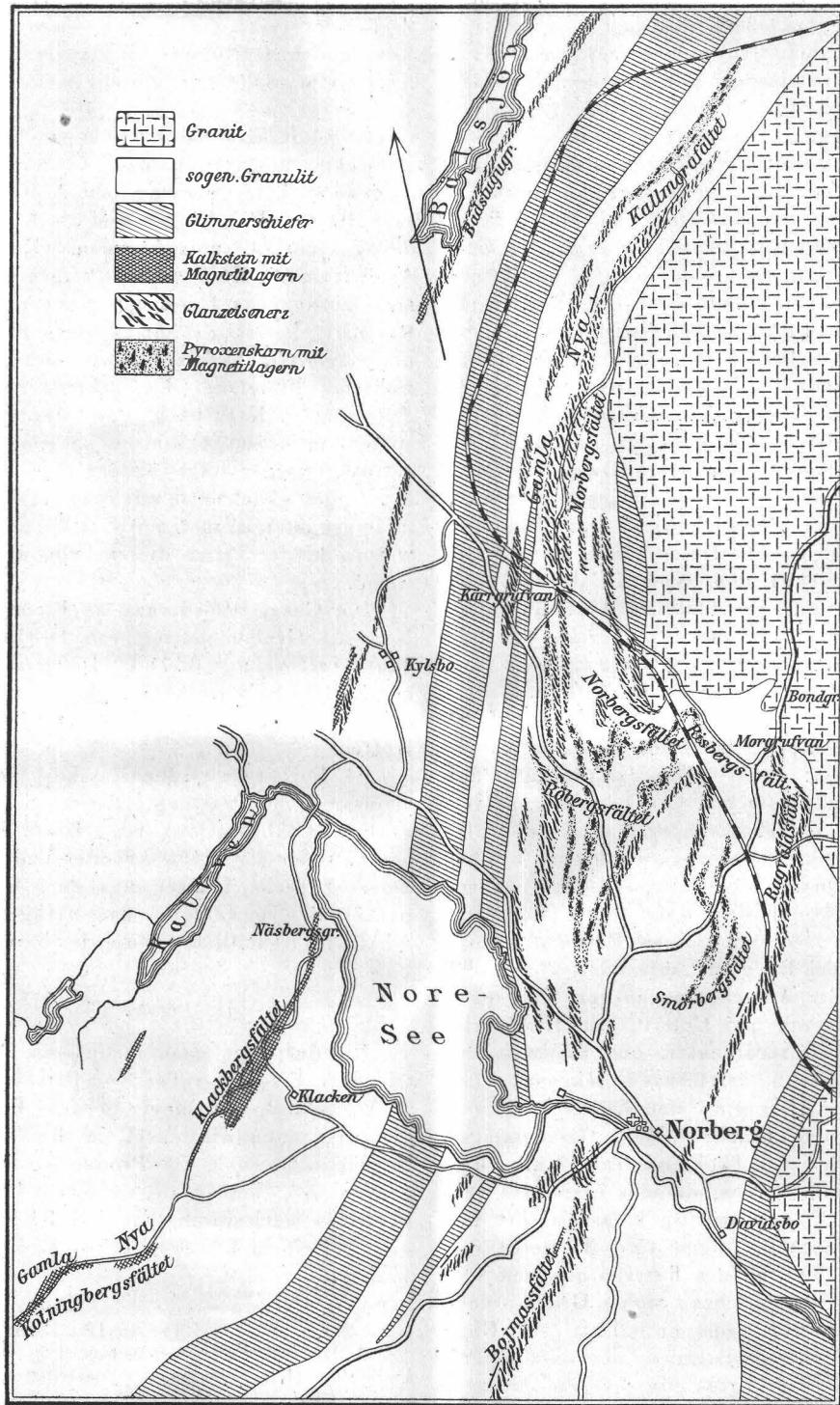


Fig. 1.
Geologische Uebersicht über Norbergs Erzrevier (nach A. E. Törnebohm).

im Granulit eingesprengten Bleiglanz. Dieser ist späterer Einwanderer und füllt vorzüglich die Lücken zwischen zersetzen Pyroxen-

stein und ein sehr unregelmässig mit diesem verwachsener flussspathreicher Granatskarn. In den oberen Teufen tritt der Skarn zurück

und die Erze fanden sich unmittelbar im Gneiss (dort Granulit genannt). Die oxydischen und sulfidischen Erze halten sich in der Hauptsache ziemlich getrennt von einander, wie die Querprofile beweisen, die ich der Güte der Grubenverwaltung verdanke. Jene, Magneteisenerz und Eisenglanz, bilden Schmitzen und Lagen im Gneiss des Liegenden und Hangenden besonders dort, wo er Granat und Pyroxen enthält, also schon skarnähnlich wird. Diese, und zwar ziemlich beträchtliche Mittel von Bleiglanz mit 0,015 Proc. Silber (Freiberger Probe) und minder ausgedehnte von Schwefel- und Kupfer- und Arsenkies, treten gewöhnlich als isolirte Partien inmitten von Kalkstein und Skarn auf, nehmen aber gelegentlich auch, wie in etwa 100 m Teufe, ziemlich die ganze Mächtigkeit des Lagers ein. Neben dem feinkörnig-kristallinen, mit farblosem oder violblauem Flussspath, Kalkspat und etwas Granat verwachsenen Bleiglanz, der entschieden vorherrscht, kommt in einer reichhaltigen der Freiberger Sammlung durch Herrn Ingenieur Axel Nordvall 1891 überlassenen Collection von dort auch eine grobblättrige Varietät dieses Erzes vor, die trumartig in grobkrystalline Quarzausscheidungen des Granatskarns hineinsetzt. Auf eine spätere Zuführung der Edelmetalle scheint auch das gelegentliche Auftreten einer deutlichen Krustenstructur hinzudeuten: Inmitten des Granatskarns finden sich stumpfekige Ausscheidungen von Fettquarz, umgeben von einer schmalen Hülle von Kupferkies, der zugleich kleine Trümmer in den Quarz hinein sendet. Auf dieser Lage sitzt auf der einen Seite der Ausscheidung noch eine grössere Partie von grobkrystallinem Bleiglanz auf. Selten gewahrt man im Erz Ausscheidungen von Kalkspat mit Flussspath und Chlorit, die Haufwerke von deutlich zerdrücktem und theilweise zu feinstem Staub zerriebenem Magnetit umschließen. Hier ging eine Zerbrechung und Zerkleinerung primärer Magneteisenerzlagen der Zufuhr von kohlensaurem Kalk und Fluorcalcium voraus, die das Zerreißsel verkitteten. Ebenso wichtig in genetischer Beziehung ist das fragmentäre Auftreten des Granates inmitten des flussspathreichen sulfidischen Erzgemisches, wobei Granatbruchstücke zuweilen von grobblättrigem Bleiglanz umgeben, ausserdem aber von feinen Trümchen des Erzes durchzogen werden. G. Nordenström beschreibt von K. auch aufgewachsene Krystalle von Magnetit, der hier also auch als secundäre Neubildung vorkäme.

In den oberen Teufen traf man innerhalb der hier mürben, schon etwas zersetzenen Blei-

glanzmittel zahlreiche Trümmer und Nester von Kalkspat mit asphaltartigem Anthracit an und zwar in Stücken bis zu 500 ccm⁵). An Belegstücken, die unsere Sammlung den Freiberger Hütten verdankt, sieht man die Körnchen und Klumpen des Anthracites vom Kalkspat nicht nur umschlossen, sondern auch netzartig durchhärtet. Uebrigens steht dieses sonderbare Vorkommen im Norberger Bergrevier nicht allein da. Auch auf Mossgrufva und Kilgrufva sind nach A. Helland⁵) asphaltartige Massen inmitten des Erzes, dort des Eisenerzes, vorgekommen. Um unsere Ansicht über Kallmora Silfvergrufva nochmals zusammenzufassen, so glauben wir den Beweis geliefert zu haben, dass hier Magnetit und Granat ältere Bestandtheile sind, während Bleiglanz, Kupferkies, Arsenkies, Flussspath, Kalkspat und Asphalt erst später, nachdem tektonische Störungen eingetreten waren, eingewandert sind. Erstere entstanden gleichzeitig mit dem Nebengestein in seiner jetzigen metamorphen Erscheinungsweise, letztere sind diesem von Haus aus fremd.

Die Gesamtförderung an Bleierzen von Norbergs Gruben betrug von 1891—95 im Jahresdurchschnitt 6661 t. Die Erze werden zur Zeit in Sala verhüttet. Bis vor wenigen Jahren gingen sie nach den Freiberger Hütten.

94 Norberger Gruben stehen unter gemeinsamer Verwaltung, deren Sitz Kärrgrufvan (Bahnstation) ist. Diese Betriebe beschäftigen etwa 450 Arbeiter und Beamte, deren hübsche Häuser aus dem Grün der parkähnlich bewaldeten flachwelligen Landschaft am freundlichen Nore-See hervorlugen.

II. Persberg.

Die der Sage nach schon seit 1390 betriebenen Eisenerzgruben von Persberg liegen in Wermland auf einer in den Yngen-See vorspringenden Halbinsel in flachhügeliger Gegend. Obwohl die Production herabgegangen ist, betrug sie zwischen 1891—95 immerhin noch durchschnittlich 31 884 t pro Jahr bei einem Eisengehalt von 53—60 Proc.

⁵) G. Nordenström: Mineralogiska notiser in Geol. Fören. Förh. Bd. IV. No. 12. S. 340.

A. Helland: Bergbeg, Anthracit og nogle andre kulholdige Mineralier fra Ertsleisteder og Granitgange. Geol. Fören. Förh. 1874—75. S. 513.

A. E. Törnebohm: Karta öfver Berggrundet inom Filipstads Bergslag 1874.

Derselbe: Geognostisk Beskrifning öfver Persbergets Grufvefält 1875. Med en karta.

Walfr. Petersson: Högbergs fältet vid Persberg 1897.

Nordenström's Katalog.

der besseren Erze. Es wird ausschliesslich Magneteisenerz (svartmalm) gewonnen. Die besten Qualitäten enthalten in ihrer fein krystallinen Masse nur ganz unbedeutende Beimengungen von Pyroxen, die ärmeren Sorten schliessen auch Granat und Talk ein. Der Phosphorgehalt beläuft sich nur auf 0,002 im Durchschnitt, höchstens auf 0,013 Proc. Der Gehalt an Mangan schwankt zwischen 0,20—0,35 Proc.

Das umgebende Gebirge besteht auch hier aus einem sog. Granulit, einem äusserst feinkörnigen Gneiss, der vielfach in dicht erscheinende hällefintaartige Gesteine übergeht und an ausgedehnte Graniterritorien angrenzt. Die Erzkörper in Gestalt von oft sehr unregelmässigen Linsen und ganz unformlichen Klumpen liegen eingebettet in einem granat- und epidotführenden Salitskarn. Dieser tritt theils als selbständige Einlagerung im Granulit, theils an der Grenze mehrerer grosser Lager von kristallinem Kalkstein und Dolomit auf, die hier den Granuliten eingeschaltet sind. Die letztere Lagerungsform erhellt aus dem folgenden Profil durch die Storgrufva (s. Fig. 2). Der

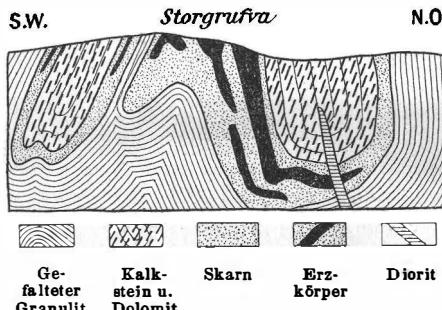


Fig. 2.
Profil durch die Storgrufva zu Persberg.

Skarn mitsamt den Erzlagern nimmt an allen den zahlreichen Faltungen theil, denen das Grundgebirge hier ausgesetzt war. Besonders stark gefaltet und gestaucht sind die Skarnlager in dem Högbergsfeld, wie es die folgende Skizze nach Walfr. Petersson erkennen lässt (s. Fig. 3). Man will nach diesem Autor die Erfahrung gemacht haben, dass an den Umbiegungsstellen der Gebirgsfalten die bedeutendsten Erzkörper sich vorfinden. Eine besondere Art von Skarn herrscht im Gebiete der Alabamagrube, er besteht hauptsächlich aus Talk. Manchmal zeigt der Skarn eine lagenförmige Schichtung in abwechselnden Granat- und Pyroxenlagen, aber meist nur in seinen erzleeren Partien. Die Erzkörper sind entweder scharf begrenzt oder gehen durch immer grössere Aufnahme der Mineralbestandtheile des Skarns allmählich in diesen über. Andererseits kann man

zuweilen im Granulit pyroxenhaltige Bänder sich einstellen und so einen Uebergang zum Skarn sich vollziehen sehen. In manchen Theilen der Gruben ist der Magneteisenstein mit Kalkspat durchtrümt, eine gefährliche Eigenschaft für den Betrieb, weil es alsdann an der Firste der Weitungsbäume zuweilen zur Ablösung von Schalen kommt.

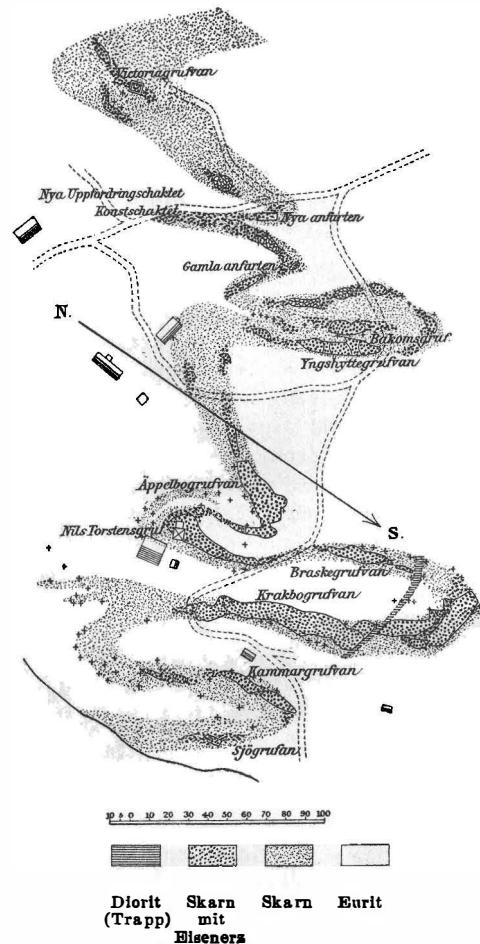


Fig. 3.
Geologische Uebersichtskarte über das Högbergsfeld bei Persberg (nach W. Petersson).

Ein Rundgang von Grube zu Grube, die alle früher als tiefe Tagebaue betrieben wurden, jetzt aber unterirdische Weitungsbäume darstellen, giebt Aufschluss über die Ausdehnung des Bergbaues namentlich in früherer Zeit. Am meisten fesselt der tiefe Schlund der Storgrufva, auf dessen Sohle man aus dem dämmerigen Halbdunkel einen Schneehaufen heraufblinken sieht, der hier das ganze Jahr hindurch sich hält. Man bekommt eine Vorstellung, welch ungeheure Masse von Holzstämmen dieser Bergbau verschlungen hat, da zahllose Steifen nötig waren. Zum Theil wurden hierzu ganz gewaltige Stämme von 0,5—0,75 m im Durchmesser benutzt. Man

wendet theils Strossenbau, theils auch Firstenbau mit Versatz an. Besonders schwierig und gefährlich liegen die Abbauverhältnisse in der Alabamagrube, weil hier nicht der feste Pyroxenkarn, sondern der brüchige Talk-skarn das Nebengestein bildet. Manche Oerter stehen hier im Bruch. An vielen Stellen sieht man sogenannte „Skölar“ durchstreichen. Unter Sköl versteht man in Schweden eine meist saiger stehende, gewöhnlich ungefähr dem Streichen folgende Gleitzone, deren Masse aus chloritischen oder serpentinösen Zermalmungs- und Zersetzungsp producten besteht. Sie können bis mehrere Meter an Mächtigkeit erlangen und führen beim Grubenbau zuweilen zur Ablösung ganzer grosser Wände.

III. Dannemora.⁶⁾

Die berühmten Dannemoragruben liegen unweit der Bahnlinie von Upsala nach Gefle in einer flachbügeligen Gegend am Gestade des schilfreichen Grubensees. Nahe östlich davon befinden sich die Hüttenwerke von Oesterby, wo der ausgezeichnete Dannemorastahl aus den Erzen des Revieres gewonnen wird. Die Gruben werden bereits 1481 genannt, wenn auch der eigentliche Betrieb wohl erst 1532 begann. 1891—95 betrug die durchschnittliche Jahresförderung 55 440 t Eisenerz und 390 t Zinkblende.

Das Dannemoraerz ist ein sehr dichter Magnet-eisenstein von 20—65, im Durchschnitt 50 Proc. Eisengehalt, dessen Höhe von der Menge des innig beigemengten Strahlsteines, und zwar einer manganreichen, Dannemorit genannten Varietät, und des Kalkspathes abhängt.

Die geologischen Verhältnisse sind wie folgt entwickelt. Inmitten eines ausgedehnten Territoriums von Granit, und zwar von dem zum Theil gneissartig ausgebildeten Upsala-Granit, liegt eingeklemmt ein mächtiger Zug von Hällefinta, von feinkörnigem Gneiss (Granulit, Eurit der Schweden) und von krystallinem Kalkstein mit beträchtlichem Mangangehalt. Die Hällefinten von Dannemora haben von jeher die Aufmerksamkeit der Geologen erregt. Es sind zum Theil deutlich erkennbare Ergussgesteine aus der Gruppe der Quarzporphyre, zum anderen Theil stark veränderte Porphyrtuffe, die in manchmal nur papierdünnen Lagen mit dem Kalkstein wechsellagern können und so ihre sedimentäre Entstehung ganz

deutlich zur Schau tragen. Eingeschaltet im Kalkstein oder zwischen ihm und der Hällefinta trifft man die Erzkörper, die drei Hauptlagerzüge bilden. Diese Züge streichen in der Richtung NNO auf über 2 km hin und fallen unter 75—80° nach NW ein.

Die grösste der Erzlinsen, im Mittelfelde gelegen, ist durch einen grossartigen Tagebau, Storrmningen genannt, aufgeschlossen, dessen fast senkrechte Wände bis zu 145 m Tiefe sich hinabsenken (s. Fig. 4). Zur Zeit wird nur unterirdisch, unterhalb der Sohle dieses Riesenschlundes abgebaut. Der hier ausgebeutete Erzkörper hat eine Mächtigkeit von 30 m und ist durch Schaarung dreier nahe benachbarter Parallel-linsen entstanden.

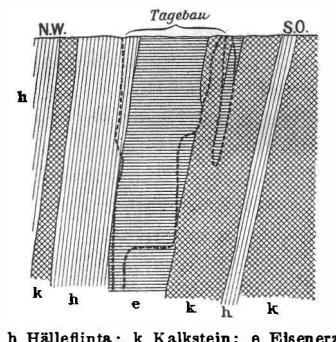


Fig. 4.
Querprofil durch Storrmningen zu Dannemora.

An der Grenze zwischen den oft deutlich geschichteten Erzmassen und dem Kalkstein pflegt eine Lage von Skarn entwickelt zu sein, einem häufig granatführenden Amphibol-Salitgestein mit Magnetischmitzchen. An vielen Stellen des Grubenfeldes setzen Gänge von Felsitporphyr und Diorit durch die Lager.

Eine ganz besondere Stellung im Dannemorarevier nimmt die Svafvelgrufva im Südfelde ein. Hier werden die Erzlager und die sie begleitenden Gesteine von Tage aus bis zu ca. 65 m Teufe hinab im Streichen schräg durchsetzt durch eine breitgangförmige Imprägnationszone, innerhalb deren z. Th. ziemlich bedeutende und geschlossene Massen von hauptsächlich Schwefelkies und Zinkblende sich eingestellt haben, daneben finden sich auch Bleiglanz, Magnet-, Kupfer- und Arsenkies. Eine ganz ähnliche, aber hier dem Streichen der Lager folgende sekundäre Imprägnation mit sulfidischen Erzen beobachtet man dort in ca. 230 m Teufe. Man hat im Dannemora-Südfeld früher bis 2000 t Blende pro Jahr producirt. Das Auftreten dieser sulfidischen Erze als offenbar spätere Eindringlinge innerhalb der Dannemora-Lagerstätten reiht sich harmonisch an das beschriebene von Kallmora an und spricht

⁶⁾ A. E. Törnebohm: Geologisk Atlas öfver Dannemora Grufvor vid Beskrifning. Stockholm 1878.

wiederum für die Richtigkeit unserer Deutung der Genesis, wie sie oben ausgeführt worden ist.

Schliesslich soll noch das merkwürdige Auftreten von Erdpech auf kleinen Kalkspathgängen, die die Eisenerzlager durchsetzen, erwähnt werden, wobei zuweilen Asphaltkugeln von Calcitskalenoëdern umschlossen werden⁷⁾.

IV. Grängesberg.

Grängesberg⁸⁾ ist zur Zeit das bedeutendste unter den mittelschwedischen Eisenrevieren (vergl. d. Z. 1895 S. 39, 1898 S. 115, 117 u. 328). Mit seiner Totalproduktion von 629 802 t im Jahre 1897 überragt es selbst Norberg gewaltig, ja sogar noch das nordschwedische Gellivara, das 1897 nur 623 110 t aufweisen konnte, um ein Geringes. Diese grosse Entwicklung hat sich erst seit neuester Zeit vollzogen. Zwar waren die Erzlager von Grängesberg schon seit Anfang des 17. Jahrhunderts bekannt, aber nur ein kleiner Theil wurde abgebaut, die grössten gerade blieben so gut wie unverwittert, weil der hohe Phosphorgehalt der Erze sie für die Hochöfen ungeeignet machte. Erst seit Erfindung des Thomasverfahrens vollzog sich auch hier ein Umschwung. Die Production steigerte sich plötzlich gewaltig. Die vielen Gewerkschaften, die früher dort kleine Betriebe unterhielten, wurden jetzt zu vier grossen Gesellschaften zusammengelegt, die Hand in Hand arbeiten. Bei weitem der grösste Theil der phosphorreichen Erze wird zur Zeit von dem an der Ostküste gelegenen Hafen Oxelösund aus ins Ausland verschifft. Die Hauptmasse geht via Stettin und Rotterdam nach Oberschlesien und Westfalen.

Das geologische Auftreten ist folgendes: Das etwa 5 km lange und 1 km breite Revier von Grängesberg liegt im südlichsten Theile von Dalarne, zum kleinen Theil auch schon innerhalb des angrenzenden Westmanland. Sämtliche Vorkommen gehören der Granulitzone des Urgebirges an, deren vorherrschendes Gestein ein feinkörnig-schuppiger Biotitgneiss ist. Diesem ist bei Grängesberg ein mächtiges Lager eines grobflaserigen röthlichen Granitgneisses zwischengeschaltet, in dessen Liegendem die Hauptlager sich befinden. Sämtliche Schichten streichen nach NNO und fallen steil nach OSO ein. Das Revier zerfällt in vier Abtheilungen, das Lombergs-

⁷⁾ Vergl. Helland l. c.

⁸⁾ Die allgemeinen Ausführungen wesentlich nach N. Hedberg: The Grängesberg Iron Mines in 1898. Falun 1898. Petrographische Angaben vom Verfasser.

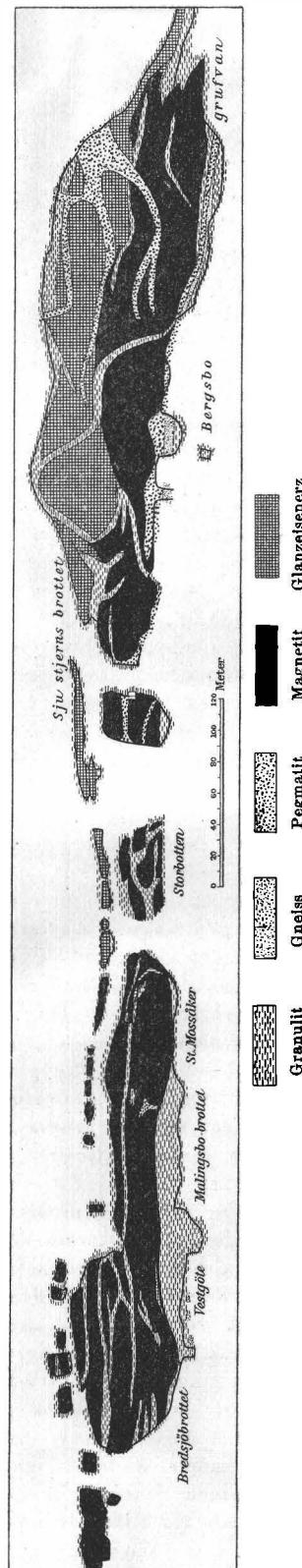


Fig. 5.
Das Exportfeld im Grängesberg-Revier.

Feld im S, das Ormbergs-und Risbergs-Feld im W, das Export - Feld im O und das Norra Hammar - Feld im N. Die ersten beiden umfassen eine sehr grosse Anzahl kleiner Lager von Glanzeisenerz mit einer Beimischung von Magnetit und einem Phosphorgehalt von 0,02—0,8 Proc. Diese Erze sind theils mit einem Pyroxenskarn verknüpft, theils mit Kalkspath verwachsen.

Ganz abweichende Verhältnisse dagegen bestehen im Exportfeld (s. Fig. 5). Zunächst liegen hier viel grössere Mengen vor. Es sind hauptsächlich zwei grosse linsenförmige Massen. Bei der südlichsten beträgt die grösste Mächtigkeit im Bredsjöbrottet 65 m, von hier ab nach N zu indessen auf eine grosse Strecke hin nur 30—40 m, bis schliesslich die Linse ganz plötzlich auskeilt. Hierbei aber sind eine Anzahl 3—4 m mächtiger Zwischenmittel mit eingerechnet, sowie auch durchsetzende Pegmatitmassen. Im Uebrigen besteht der Erzkörper ausschliesslich aus feinkörnig-kristallinem Magnetit mit 60 bis 62 Proc. Eisengehalt und 0,7—1,2 Proc. Phosphor. Als Beimengungen wurden Quarz, Feldspath, Flussspath und Strahlstein erkannt. Die grosse nördliche Linse am Sjustjärnsberge, deren Aufschlüsse unter der Bezeichnung Bergsbogruva zusammengefasst werden, erreicht 400 m streichende Länge und 90 m Mächtigkeit. In ihrem hangenden Theil besteht auch sie aus Magnetit, der aber hier so viel Apatit beigemengt enthält, dass der Phosphorgehalt bis zu 2,8 Proc. steigen kann. Ausserdem sind dem Erze hier nicht selten bis 2 oder 3 cm dicke Lagen von beinahe reinem Apatitgestein zwischengeschaltet. Die liegende Hälfte der Linse dagegen besteht aus Glanzeisenerz mit 0,5—2 Proc. Phosphor. Zuweilen liegen inmitten des feinkörnig-kristallinen Eisenglanzaggereates grosse Octaëder von Magnetit als Einsprenglinge. Auch die Bergsbo-Linse führt einige Zwischenmittel von Granulit, die bis zu 8 m Mächtigkeit anschwellen können. Aus ihrem Verlauf ersieht man, dass die ganze Erzmasse als ein Complex von mehreren dicht geschaarten Linsen aufgefasst werden muss. Ausserdem wird das Erz auch hier vielfach durch mächtige stock- und gangförmige Intrusivmassen von Pegmatit durchsetzt. Dieses glimmerarme Gestein führt Apatit, Beryll und merkwürdiger Weise auch Asphalt in nierigen oder tropfenförmigen Stücken inmitten drüsiger Partien, auch als Einschluss von Feldspath und Quarz⁹⁾. Wo die mächtigeren Pegmatitgänge Glanzeisenerz durchsetzen,

haben sie dieses theilweise bis auf 2 m Entfernung hin zu Magnetit umgewandelt. Auch wird behauptet, dass die Eisenerze in der Nachbarschaft des Pegmatites einen höheren Phosphorgehalt bis zu 2,8 Proc. besitzen.

Das nördlichste Grubenfeld endlich, Norra Hammargrufva, enthält einen äusserst apatitreichen Magneteisenstein mit 6—8 Proc. Phosphorgehalt. Das unmittelbare Nebengestein ist ein Hornblendegeiss mit glimmerreichen Lagen. Gerade dieses Vorkommen von Grängesberg hat ausserordentlich grosse petrographische Aehnlichkeit mit den Erzen von Gellivara. Charakteristisch für die Erze der Norra Hammargrufva sind pegmatitische Ausscheidungen mit grossen Individuen von Titanit, mit Hornblende und mit Erdpech, zuweilen auch mit Scheelit und zeolithischen Mineralien.

Nirgends bieten sich in den schwedischen Eisenerzrevieren deutlichere Hinweise auf die genetischen Verhältnisse dieser Erzmassen dar, als gerade hier bei Grängesberg. Wenn man sieht, wie beispielsweise in der Mor-Grube zwischen dem normalen Granulit und magnetitreichen Lagen ein äusserst dünn-schichtiger Wechsel sich tausendfältig wiederholt, so kann kein Zweifel bestehen, dass der Magnetit und der Eisenglanz gleichzeitig mit den Bestandtheilen des Nebengesteins auskristallisierten. Dies wird durch die mikroskopische Untersuchung bestätigt. In dem erwähnten Gestein von der Mor-Grube spielt der Magnetit ganz die Rolle eines mit dem Quarz, Orthoklas, Plagioklas und Glimmer, die in der Hauptsache den dortigen streifigen Granulit bilden, syngenetischen Gemengtheiles. Theils kommt er in Körnern oder rundum ausgebildeten Krystallen zwischen jenen vor, theils als Einschluss inmitten von Quarz und Feldspath, theils endlich umschliesst er umgekehrt die genannten. Dasselbe gilt von den apatitreichen Erzen der Bergsbo-Linse. Auch hier lehren uns eine dünn-schichtige oft wiederholte Wechsel-lagerung und die gegenseitigen mikroskopischen Verwachsungsverhältnisse eine gleichzeitige Auskristallisirung von Erz und Neben-gesteinsgemengtheilen. Bei dem apatitreichen Erze von Norra Hammar-Grube deutet allerdings das mikroskopische Bild auf eine gewisse Succession in der Abscheidung der einzelnen Bestandtheile hin, die man bei den erwähnten Beispielen vermisst. Es scheint nämlich der immer einschlussfreie Apatit zugleich mit dem hier so reichlichen braunen Titanit jedesmal in den einzelnen Erzlagen am frühesten ausgeschieden zu sein. Dann folgte die Hornblende und der nicht häufige Quarz, endlich der Flussspath. Der Mag-

⁹⁾ Vergl. die citirte Abhandlung von Helland.

netit war vor der Hornblende nur in kleineren Individuen vorhanden, denn nur so findet er sich in jener eingeschlossen. In grösseren Körnern und Aggregaten aber hat er später die Lücken zwischen den Hornblenden ausgefüllt.

Die Frage danach, in welcher Form die Eisenverbindungen vor der Regionalmetamorphose in dem Gestein enthalten waren, dürfte nicht sicher zu beantworten sein. Ihre jetzige mineralogische Natur erhielten sie aber jedenfalls gleichzeitig mit jener allgemeinen Umwandlung des Gesteins.

Der Erzreichtum von Grängesberg dürfte auf eine lange Reihe von Jahren anhalten. Da auf *Vestra Ormberget* ein Erzkörper schon bis zu 300 m Teufe verfolgt worden ist, dürften auch die anderen weit hinabreichen. Die grossen Linsen des Exportfeldes werden zur Zeit noch mittels Tagebaues ausgebeutet. Die Förderung geschieht durch zahlreiche Förderschächte, von denen aus geräumige tunnelartige Förderstollen zur Abbausohle führen. Schon beginnt man auf tiefere Niveaus sich vorzubereiten und grosse Schächte weit abseits im Hangenden abzusteufen, um alsdann zu einem anderen Abbausystem überzugehen, das nicht so viel vom Hangenden mitzunehmen zwingt, wie das jetzt angewandte. Auf den kleineren Gruben wurde bis jetzt wie fast überall in Schweden Strossenbau ohne Versatz getrieben unter Anwendung zahlloser Stempel. Jetzt aber ist man schon auf einer Grube zum Firstenbau mit Bergeversatz übergegangen, da der enorme Holzverbrauch selbst für das holzreiche Schweden zu kostspielig sich erweist. Die Wasserhebung besorgt eine weit verzweigte, in Summa 8 km lange sog. schwedische Kunst, auf deren Gestänge 7 mächtige oberschlächtige Wasserräder von ganz verschiedenen Punkten her ihre Kräfte concentriren. Ausserdem hat man eine sehr starke Wasserkraft an dem 12 km entfernten *Hellsjön* elektrisch ins Grubenfeld übergeführt und gedenkt in der Nähe von *Hellsjön*, bei *Enkullen*, eine zweite Kraftstation zu errichten.

Für die 1500 Arbeiter ist vortrefflich durch Anlage von Cottages, von bequemen Cantinen etc., durch eine Unfallversicherung und andere Wohlfahrtseinrichtungen gesorgt. Ausser Kirche und Schule für die rasch aufblühende Berggemeinde und einem schönen Hôtel für die Fremden ist für die Arbeiter auch eine Volkshalle und ein grosses Badehaus errichtet worden.

Långbans Manganerzlagerstätten¹⁰⁾.

Dieses Grubengebiet liegt nördlich von *Filipstad* in *Wermland* zwischen dem *Långban-See* im O und dem kleineren *Hytt-See* im W. Die Lagerstätten sind gebunden an eine 4 km lange und 2 km breite nach NS streichende und nach W einfallende Dolomiteinlagerung inmitten von „*Granulit*“, d. i. feinkörnigem glimmerarmem *Biotitgneiss*, der ein inselartiges Areal in einem grossen *Granitteritorium* bildet. Im O grenzen an diesen Dolomit auch dioritische Gesteine an.

Man unterscheidet, von kleinen Vorkommnissen abgesehen, dort 6 Haupterzkörper von sehr unregelmässiger Gestalt, die sich nur schwer in das allgemeine Streichen einfügen lassen. Nach der Tiefe zu schwellen sie gewöhnlich stark an und kommen sich dann gegenseitig sehr nahe. Uebrigens bestehen sie nicht durchaus aus zahlbarem Erz, sondern setzen zuweilen ab und werden durch Dolomit oder einen *Pyroxenskarn* mit nur zerstreuter Erzführung ersetzt.

Der *Långban-Dolomit* enthält ca. 20 Proc. *Magnesia* und besitzt eine körnig-krystalline Structur. An sich rein weiss, bräunt er sich gewöhnlich an der Luft in Folge der Zersetzung fein eingesprengter *Manganmineralien*. Die Erze zerfallen in *Eisenerze* und *Manganerze*. Erstere sind überwiegend *Glanzeisenerze*, zum kleinen Theil *Magneteisenerze*. Letztere bestehen hauptsächlich aus *Braunit* und aus *Hausmannit* in dolomitischer Lagerart. Ausserdem treten noch eine grosse Zahl weiterer *Manganmineralien* gesteinbildend dort auf, am häufigsten *Rhodonit* und *Tephroit*, *Schefferit* (ein Kalk-*Magnesia-Pyroxen* mit 8—10 Proc. *MnO*) und *Richterit* (eine *Natron-Hornblende* mit 8—11 Proc. *MnO*). Auch finden sich nicht selten grössere Nester von rotem Eiseniesel, der früher zu Schalen, Briefbeschwerern u. dergl. verschliffen wurde, und von *Rosenquarz*. Gewisse die Lager durchziehende Gleitzonen (*skölar*) sind häufig mit *Manganophyll* (einem röthlichen *Magnesiaglimmer* mit bis 20 Proc. *MnO*) belegt.

Nach *H. Tiberg* herrscht in den Lagern vom Hangenden nach dem Liegenden zu aufgezählt folgende Anordnung der Schichten:

1. Dolomit mit Lagen von feinkörnigem, meist glimmerarmem Gneiss.
2. Dünne Lage von Hornblende-Pyroxen-Granatskarn.
3. Magneteisenerz mit *Melanit* 0,4—0,8 m.
4. Glanzeisenerz mit Eisenkieselnestern bis ca. 4,8 m.
5. Hausmannit in Dolomit 0,4—0,8 m.

¹⁰⁾ *Törnebohm*: Öfverblick öfver Bergbyggna-
den inom *Filipstads Bergslag*. Med en Karta. 1877.
Nordenström's Katalog S. 38.

6. Braunit und Hausmannit bis 1 m.
7. Dünnes Lager von Skarn von Schefferit, Richterit, Tephroit und Rhodouit.
8. Dolomit des Liegenden mit Schmitzen und Lagen von feinkörnigem Gneiss.

Am bedeutendsten ist das vorwiegend aus Braunit bestehende Manganerzlager im Liegenden des Eisenerzlagers der Kollegiigrube, das bis zu 20 m Mächtigkeit anschwillt und auf 65 m streichende Länge verfolgt worden ist. Man hat übrigens den Braunit erst im Jahre 1878 erkannt, den Hausmannit schon früher. Das Brauniterz hält bis 45 Proc. Mn, das Hausmanniterz bis 47 Proc. Man classificirt die Manganerze dort gewöhnlich in 3 Qualitäten von ca. 40, 30 und 20 Proc. Mn-Gehalt. Die beiden letztgenannten kommen zur Aufbereitung,

wo sie bis 54—56 Proc. angereichert werden. Die meisten Erze werden zum Bessemer-Process verwandt, sowie in der Glasindustrie. Aehnliche, ebenfalls an Dolomit gebundene Lagerstätten finden sich bei Pajsberg bei Nördmarken, bei Jakobsberg und in der Sjögrube im Örebro-District. Bemerkt sei hier, dass im N von Långban in derselben Dolomiteinlagerung auf Stora Getbergs Grube Blei-, Zink- und Kupfererze einbrechen. Zu Långban selbst kommen diese nur sehr untergeordnet vor.

Bekannt ist hierbei namentlich das merkwürdige Auftreten von gediegen Blei¹¹⁾ auf Klüften des Hausmannit-Dolomites.

¹¹⁾ Igelström in der Berg- und Hüttenm. Zeit. 1866. S. 21.