

lijk uit de droom: er komt helemaal geen Fe in de formule voor! Dus zelfs als u het mineraal ferberiet niet kent of nooit heeft gezien, dan helpt de formule u aan de samenstelling. De formule ontsluit al een groot aantal eigenschappen, of juist het ontbreken van eigenschappen, zoals in ons geval. Niet op de naam afgaan dus, maar op de formule: die is geen toverspreuk maar hulpmiddel! In ferberiet:  $\text{FeWO}_4$ , zit wel degelijk Fe (en géén zwavel), zodat het ferberiet volgens onze huidige kennis best wel eens als ijzererts gebruikt zou kunnen worden. Kijken we behalve naar de **kwaliteit**: ferberiet bestaat uit Fe, W en O, ook naar de **kwantiteit**: het gewichtspercentage ijzer in  $\text{FeWO}_4$  is 56 gedeeld door  $56 + 184 + 4 \times 16$  maal 100% = 18%, dan lijkt de prognose een stuk slechter dan voor magnetiet en zelfs voor sideriet. Bovendien, maar dat kunt u niet van de formule aflezen, is ferberiet een nogal weinig voorkomend mineraal. Toch wordt het als erts graag gezien, maar niet op grond van het ijzergehalte, maar op grond van het wolfram-gehalte. Ferberiet bevat ruim 60% W(olfram) en willen we 's avonds een mineralenboek lezen dan hebben we wolfram nodig: het vormt de gloeidraad in onze gloeilampen. Almandien bevat, zoals u ziet, flink wat ijzer (volgens de formule: 34 gewichtsprocent). Het kan de concurrentie met magnetiet en hematiet als ijzererts niet aan op grond van het toch lager ijzerpercentage, het verspreid voorkomen van almandien-granaat, de "onzuiverheden" in het almandien-"erts", het hoge Si-gehalte en nog wel

andere redenen.

Hoewel veel ijzer in de formule een voorwaarde is voor het ijzererts-zijn, is niet ieder ijzerhoudend mineraal een ijzererts.

### Kijk eens rond in uw verzameling

De 5% ijzer van de aardkorst zit daar in de vorm van ijzerverbindingen, in ijzerhoudende mineralen dus. Het leeuwedeel van de gewone gesteentevormende mineralen zoals biotiet, olivijn, pyroxenen en amfibolen bevat ijzer.

De hoeveelheid economisch winbaar ijzererts is eigenlijk miniem vergeleken bij al het ijzer dat is verspreid in de gesteentevormende en accessoirische mineralen.

Van de  $\pm$  3000 bekende mineraalsoorten bevat een zeer groot aantal (naar ruwe schatting 400) ijzer, dat in de formules is terug te vinden. Zoveel verschillende ijzermineralen zal uw verzameling niet tellen, maar allicht dat we, behalve de al genoemde mineralen, aantreffen: arsenopyriet, löllingiet, goethiet, vivianiet, andradiet, hedenbergiet, aegirien, augiet, chloriet, ankeriet, chalcopyriet, borniet, actinoliet, wolframiet, jamesoniet, stannien, frankliniet, en uw ijzermineralen die ik nu over het hoofd zie. U kunt dat beter nagaan dan ik. Maak eens een lijst van uw ijzermineralen!

(wordt vervolgd)

## Ijzerertsvoorkomens bij Kiruna en Gällivare (Zweeds Lapland)

door drs. W.J.M. Scheres

### Inleiding

In Zweeds Lapland liggen bij de steden Kiruna en Gällivare talrijke voorkomens van hoogwaardig ijzererts (afb. 1). Al vele tientallen jaren zijn daar een aantal mijnen in exploitatie. Via een spoorweg zijn Kiruna en Gällivare met respectievelijk de Noorse zeehaven Narvik en de Zweedse Oostzeehaven Luleå verbonden. Vanuit deze havens wordt het tot ertsnikkers verwerkte erts uitgevoerd. Het ijzergehalte van de in Lapland gedolven erts is hoog: tot 60 à 70% Fe. Dit hoge gehalte is met de grote reserves van 4 miljard ton de oorzaak dat de ertswinning in dit boven de poolcirkel gelegen gebied zo hoog is opgevoerd.

Bijna alle ertslichamen bij Kiruna en Gällivare worden gekenmerkt doordat ze relatief veel apatiet bevatten. Als ijzerertsmineraal treedt voor het overgrote deel magnetiet op. Verder komt hematiet in wisselende hoeveelheden voor.

De ertslichamen worden vergezeld door porfierische\*) gesteenten of door gneizen die via metamorfose uit porfierische gesteenten zijn ontstaan. De genese van deze

ertsen staat momenteel nog steeds ter discussie, ondanks het feit dat in deze gebieden zeer veel onderzoek verricht is. Volgens de klassieke theorieën zijn ze van magmatische\* origine, maar tegenwoordig wordt er meer en meer uitgegaan van een exhalatief-sedimentaire ontstaanwijze\*). Beide theorieën zullen later in dit artikel worden uiteengezet.

### De ertsafzettingen bij Kiruna

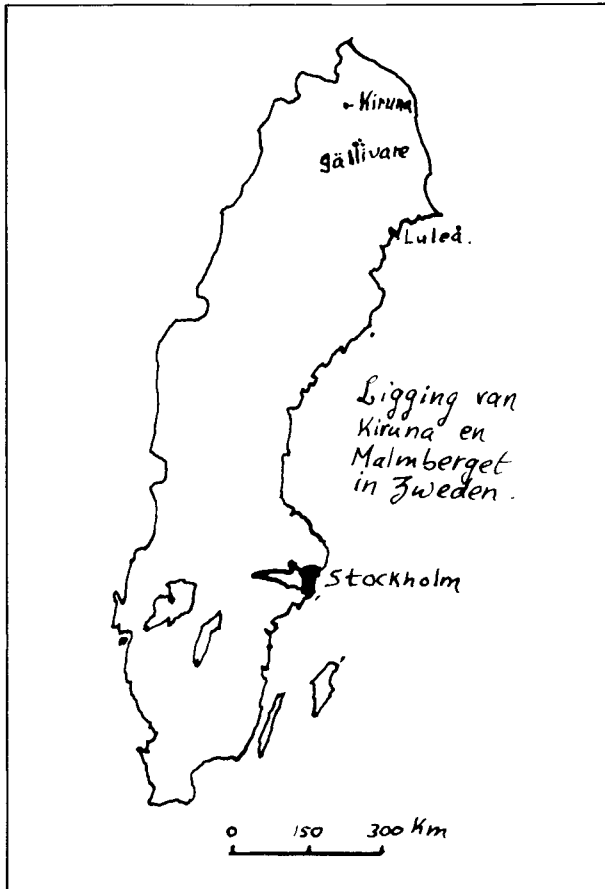
#### a) Kiirunavaara, Luossavaara en Tuollavaara

Vlakbij de stad Kiruna, die dankzij deze voorkomens is ontstaan, liggen grote ertsafzettingen die omgeven zijn door porfierische gesteenten.

De meest bekende voorkomens zijn die van de bergen Kiirunavaara en Luossavaara (afb. 2).

Het ertslichaam van Kiirunavaara is verreweg het omvangrijkste. Dit bestaat uit een langgerekt plaatvormig intrusielichaam\*) dat aan de onderzijde begrensd wordt door syenietporfier\*) en aan de bovenzijde door kwartsporfier\*). Op deze kwartsporfieren liggen sterk gemetamorfoseerde lava's en verkieselde tufgesteenten van het Hauki-complex en de sedimentgesteenten van de Vakk-

\*) De termen waar een \*) achter staat worden verklaard in een woordenlijst achter dit artikel.



afb. 1. Ligging van Kiruna en Gällivare in Zweden.

series. Deze gesteenteformaties dagzomen langs een noord-noordoostelijke strekking en hellen onder een hoek van  $30 - 90^\circ$  af naar het zuidoosten. Het ertslichaam zelf strekt zich uit over een lengte van ongeveer  $4\frac{1}{2}$  km en bezit plaatselijk een dikte van meer dan 250 meter (afb. 3 en 4). Een hierop gelijkend maar veel kleiner ertslichaam bevindt zich in de berg Luossavaara, afb. 5. Ook hier wordt het ertslichaam aan beide zijden omgeven door porfierische gesteenten. Echter komen er hier boven het ertslichaam kwartsporfieren voor met ingesloten pyroklastisch \*) materiaal in de vorm van syenietporfier en magnetieterts.

In het noordelijk gedeelte van het Kiirunavaaragebied komen porfiergangen voor die het ertslichaam en/of de omliggende porfiergesteenten doorsnijden. Wat hun samenstelling betreft staan de gesteenten van deze porfiergangen tussen die van de syenietporfieren en kwartsporfieren in.

De ouderdom van de porfiergesteenten is 1605 - 1635 miljoen jaar.

Ten westen van de zone met porfierische gesteenten en ertslichamen komen conglomeraten voor, die een strook vormen tussen de porfierische gesteenten en de zeer oude spilitische \*) effusiegesteenten met een basaltische samenstelling. Deze basaltische gesteenten met vaak kussenlavaformaties worden afgewisseld door allerlei gemetamorfoseerde sedimentgesteenten zoals fylloit, grafiethoudende schist en marmor. Dit systeem van mafische \*) effusiegesteenten afgewisseld met gemetamorfoseerde sedimenten omvat de oudste gesteenten nabij Kiruna. De ouderdom hiervan bedraagt 2800 miljoen jaar.

Het erts bestaat uit fijnkorrelige magnetiet met daarbij fluor-apatiet. Hematiet komt er weinig in voor. Het nogal hoge fosforgehalte tot meer dan 2% wordt door de fluor-apatiet veroorzaakt. Soms treden er duidelijke banden bestaande uit afwisselend magnetiet en fluor-apatiet op in het ijzererts. Verder bevat het erts actinoliet en diopsied. Binnen het ertslichaam komen soms grote insluitsels voor, die bestaan uit gealbitiseerd \*) gesteente. Deze ingesloten brokken zijn opgebouwd uit een fijnkorrelige albitmassa met daarin soms grote amfiboolkristallen alsmede impregnaties van magnetiet en apatiet. Naar de randen toe gaan deze insluitsels over in erts. Soms blijken er na mikroskopisch onderzoek nog sporen van een porfierische structuur in dit materiaal aanwezig te zijn.

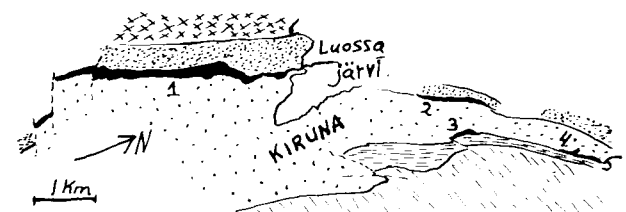
De begrenzingen tussen erts en omliggende porfieren zijn over het algemeen scherp. Soms is er een dunne amfiboolskarn \*) tussen erts en omliggend gesteente. Ook komt er lokaal albitisatie \*) voor van porfieren die tegen de ondergrens van het ertslichaam aanliggen.

Nabij de grote ertslichamen komen er in de aangrenzende porfieren vaak talrijke ertsgangen voor. Mineralogisch is de samenstelling van deze ertsgangen gelijk aan die van de ertslichamen. De gesteenten die intensief met ertsgangen zijn dooraderd worden hier ertsbreccies genoemd. Bij de voorkomens van Tuollavaara, 4 km ten oosten van de stad Kiruna, is deze dooradering met ertsgangen van de porfieren, die de ertslichamen omgeven, zeer sterk ontwikkeld en over een groot oppervlak waarneembaar, afb. 6.

#### b) De overige ertsafzettingen bij Kiruna

In het grensgebied tussen de gesteenten van het Hauki-complex en de kwartsporfieren bevinden zich in een ca. 5 km lange zone ten oosten tot noord-noordoosten van de berg Luossavaara ook ertslichamen. Deze groep ertslichamen worden tesamen de Per Geijer-ertsen genoemd.

afb. 2. Geologisch overzicht van het Kiruna-gebied.

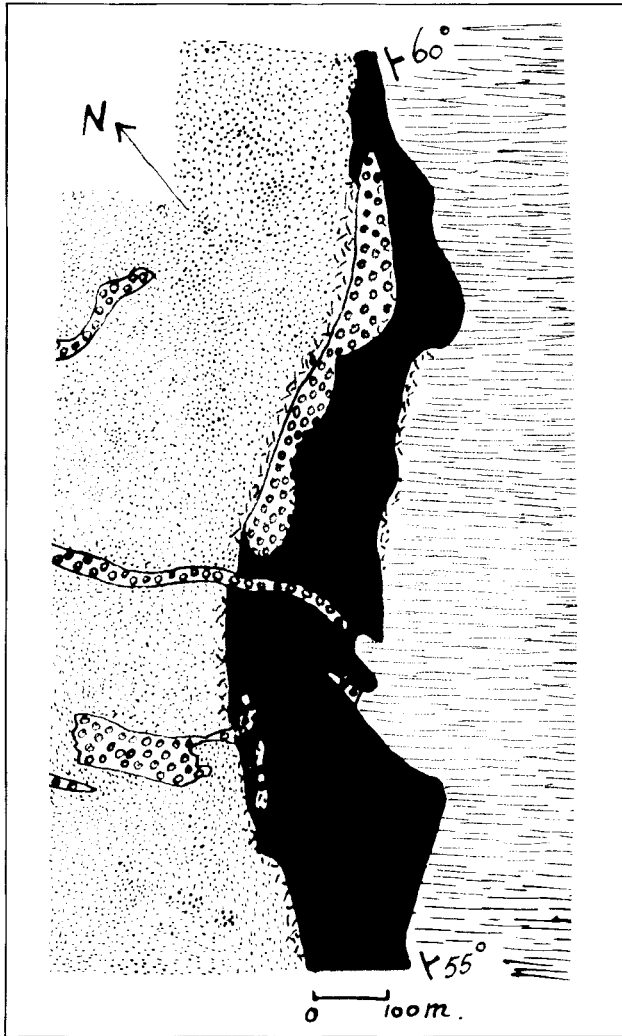


#### Legenda:






- xxx syeniet
- syenietporfier
- kwartsporfier
- — — gesteenten van het Hauki-complex
- /// sedimentgesteenten van de Vakko-series
- ertslichaam. 1. Kiirunavaara, 2. Luossavaara, 3. Rektorn, 4. Henry, 5. Nukutusvaara.
- - - breuklijn

Dit naar de Zweedse geoloog Per Geijer, die bij Kiruna intensief onderzoek verricht heeft. De ertslichamen dragen afzonderlijk van zuid naar noord toe de volgende namen: Haukivaara, Rektorn, Henry, Nukutusvaara en het op 700 m diepte gelegen Lappmalmen. In de kwartsporfieren nabij het Henry-ertslichaam liggen zeer vele apatiet-gangen bestaande uit fijnkorrelige apatiet

met soms daarin tot enkele cm grote apatietkristallen. Soms bevatten deze gangen ook ijzererts. Bovendien treden er kwartsrijke gangen met veel hematiet op. Er bestaan hier zelfs overgangen van apatietgang naar gangen met kwarts en hematiet. In de gesteenten van het Hauki-complex zijn kwartsrijke hematietafzettingen aanwezig, die het oorspronkelijke materiaal van het Hauki-complex hebben verdrongen. Dit zijn dan metasomatische\*) ertsafzettingen, die niet van het Kiruna-type zijn.



#### Legenda

-  erts
-  ertsbreccie (systeem van ertsgangen in nevengesteenten)
-  kwartsporfier
-  syenietporfier
-  porfirische gang

afb. 3. Detail van het Kirunavaara-ertslichaam met omgevende gesteenten.

#### De ertsafzettingen bij Gällivare

Ook bij Gällivare, op ongeveer 75 km ten zuid-zuidwesten van Kiruna, liggen een aantal ertslichamen met hoogwaardig ijzererts. Ze zijn gelegen bij de stadsdelen Malmberget (= letterlijk de Ertsberg) en Koskullskulle, die ca. 5 km ten noorden van het eigenlijke Gällivare liggen. Afb. 7. Het grote verschil met de ertslichamen bij Kiruna is dat hier door metamorfose rekristallisatie is opgetreden. De gesteenten zijn bijna geheel veranderd in gneizen. Bovendien zijn er later graniet- en pegmatietgang de ertslichamen binnengedrongen. Deze gangen staan in verbinding met de z.g. Lina-graniet, die in dit gebied het jongste bestanddeel vormt van het Precambrium.

Ook hier komt apatiet in het erts voor. Het erts wordt door veel omvangrijkere skarnmineralisaties\*) begeleid dan bij Kiruna het geval is. Het erts is vaak grofkorrelig. De ertsmineralen komen hier bovendien in veel mooiere en interessantere vormen voor. De kristallen van hematiet en magnetiet bereiken soms een aanzienlijke grootte. De ertslichamen komen voor in de vorm van banden die in de tot gneis gemetamorfoseerde porfirische gesteenten liggen. De grootste ertszone wordt gevormd door de Stora Malmagret (Zweeds voor Hoofdertszone), die 6½ km lang is en waarin de individuele ertslichamen een min of meer doorlopende reeks vormen.

De in het oosten gelegen ertslichamen, Dennewitz en Koskullskulle geheten, bevatten ertsmassa's die door plooiing samengedrukt zijn. Het ertslichaam Kaptenslagret dat ten zuiden van de Stora Malmagret ligt is of een parallelzone van Stora Malmagret of zelfs een door plooiing naar boven gekomen deel van Stora Malmagret. Tussen de ertslichamen en de omliggende gesteenten komen soms ertsbreccies voor, die veelal sterk gedeformeerd zijn. Algemeener zijn skarnmineralisaties in het grondgebied tussen erts en omliggend gesteente.

#### Enkele mineralen

##### Pyriet

In de vorm van kleine kubussen in magnetiet van Kiruna. Slechts in geringe hoeveelheden voorkomend.

##### Fluoriet

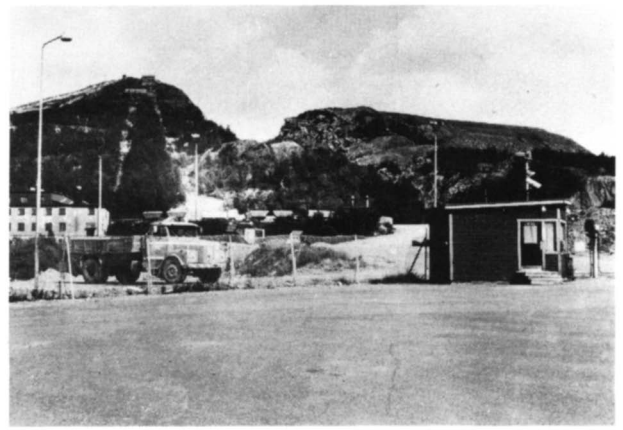
Oktaëdrische paarse kristallen kunnen in pegmatietisch materiaal van Malmberget worden aangetroffen.

##### Magnetiet

Dit mineraal vormt de hoofdmasa van de magmatische voorkomens bij Kiruna. Het komt daar voor in fijnkorrelige massa's. Soms zitten er in holten van ertsbrokken duidelijke kristallen.



afb. 4. Gezicht op Kiruna aan het meer Luossajärvi. Achter de stad de ertsberg Kiirunavaara, die in terrassen wordt afgegraven. Rechts op de achtergrond is een stort-hoop te zien. Het hoge gebouw in de stad is het hoofdgebouw van de L.K.A.B., die alle mijnen exploiteert.



afb. 5. Ingang van een verlaten groeve in de ertsberg Luossavaara bij Kiruna.

Bij Malmberget komt magnetiet voor in middelgrofkorrelige tot grofkorrelige aggregaten of als grote hypidomorfe\*) kristallen ingebed in korrelige hematiet. Ook komen hier duidelijke oktaëdrische kristallen voor. Massieve stukken met wrijfspiegels zijn soms uitgesproken magnetisch.

#### Hematiet

In de ertslichamen van Kiirunavaara en Luossavaara is dit mineraal in verhouding tot magnetiet zeldzaam. Het treedt op in de vorm van ijzerglansschubben (speculariet). In de Per Geijer-ertslichamen is hematiet veel algemener en soms zelfs overheersend. In hydrothermaal gevormde gangen en verdringingsafzettingen komt het veel voor. De voorkomens bij Malmberget bevatten veel hematiet dat hier bovendien in allerlei vormen optreedt.

1. Zeer grote platige kristallen of kubische pseudomorfofen\*) van hematiet naar magnetiet ("martiet") vooral bij pegmatietgangen. Deze kristallen hebben soms iriserende oppervlakken, afb. 8.
2. Aggregaten van sterk glanzende platige kristallen of schubben van enkele mm tot enkele cm grootte.
3. Als grote korrels naast even grote magnetietkorrels. Het materiaal maakt dan deel uit van duidelijk uit twee mineralen opgebouwde vaak zeer harde ertsbrokken. In dit gesteente hebben de hematietkorrels een metallische blauwachtige glans en de magnetietkorrels een zwarte sub-metallische glans.

#### Apatiet

Fijnkorrelige massa's in banden tussen magnetiet of als kleine individuele korrels in magnetiet bij materiaal van Kiruna. Nabij het Henry-ertslichaam in gangen die of alleen uit fijnkorrelige apatiet bestaan (korrelgrootte kleiner dan 1 mm) of uit fijnkorrelige apatiet met daarin ingebed tot enkele cm grote apatietkristallen. Ook bij Malmberget komt plaatselijk veel apatiet naast ijzererts voor.

#### Toermalijn: schorl

Dit mineraal komt voor in pegmatietgangen die door de ertslichamen van Malmberget lopen.

#### Actinoliet en hoornblende

Stralige aggregaten en staafvormige kristallen bestaande uit actinoliet komen tesamen met magnetiet voor bij Kiruna, vaak als grote brokken, opgebouwd uit in magnetiet liggende actinolietaggregaten. Grote glanzende hoornblendekristallen (tot meer dan 5 cm) kunnen gevonden worden bij Malmberget.

#### Titaniet

Mooie, maar zeldzame kristallen in Kiruna.

### Het ontstaan van de ertsafzettingen bij Kiruna

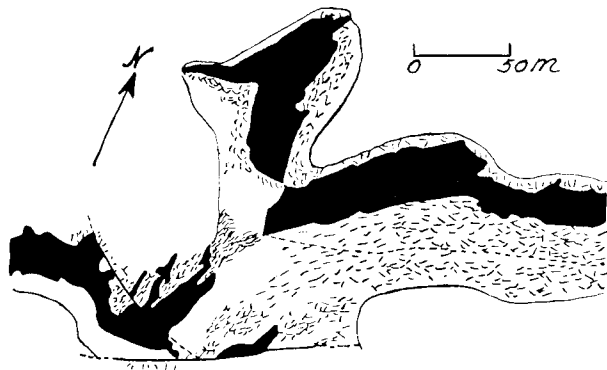
Wat het ontstaan van de apatiethoudende ertsvoorkomens bij Kiruna betreft bestaan er grote meningsverschillen. Er zijn twee hoofdstromingen. Een aantal auteurs gaat uit van een magmatische ontstaanswijze. Zulk een genese\*) wordt o.a. aangehangen door P. Geijer, O.H. Ödman en R. Frietsch. Andere onderzoekers echter veronderstellen vorming van ijzererts door sedimentatie, exhalatie\*) en via hydrothermale\*) processen. Tot deze auteurs behoort o.a. Parák, die met betrekking tot de voorkomens bij Kiruna uitvoerig veld- en laboratorium-onderzoek verrichtte.



### De magmatische ontstaanstheorie

Volgens de Zweedse geoloog P. Geijer zijn voorkomens als Kiirunavaara, Luossavaara en Tuollavaara ontstaan door magmatische afscheiding vanuit een moedermagma gevolgd door intrusie van zeer mobiel ertsmagma in reeds gevormde porfierische gesteenten.

Tijdens het afscheidingsproces vanuit het moedermagma zou zich een vloeibare massa bestaande uit magnetiet en apatiet opgehoopt hebben. Omdat deze magnetiet-apatiet-smelt niet vermengbaar is met de uit vooral veldspaat en kwarts bestaande overige delen van het moedermagma, is er ontmenging opgetreden. Experimenteel is door Fischer (1950) vastgesteld dat er na het smelten van een mengsel bestaande uit natriumsilicaat, fluoriet, magnetiet en apatiet een afzonderlijke smelt ontstond bestaande uit magnetiet en apatiet. Blijkbaar kan een magnetiet-apatiet-smelt zich van het overige materiaal afscheiden en zich als een afzonderlijke smelt handhaven.

Tijdens de intrusiefase ontstonden er eerst uit de veld-



-  ertslichaam
-  ertsbreccie

afb. 6. Ertslichamen van Tuollavaara met ertsbreccies als gangen in porfirische nevengeesteenen

spaatrijke en soms ook kwartsrijke magma's de profierische gesteenten. Na uitkristallisatie van porfieren vonden er intrusies plaats van ertsmagma's, gevolgd door stolling daarvan. Een latere intrusie van porfierisch materiaal zou, op de plaats waar nu de Luossavaara ligt, kwartsporfier met ingesloten pyroklastisch materiaal in de vorm van syeniet- en ertsbrokken hebben doen ontstaan. Er zijn een aantal aanwijzingen die op magmatische vorming zouden kunnen duiden. De banden bestaande uit afwisselend magnetiet en apatiet in sommige stukken erts zouden wijzen op stromingen van het binnendringende magma. De grote insluitsels in het ijzererts die opgebouwd zijn uit gealbitiseerde gesteenten met impregnaties van magnetiet en apatiet zouden stukken porfier zijn die tijdens de intrusie van het ertsmagma zijn meegevoerd en omgezet.

Ook in de Rektorn- en Nukutusvaara-ertslichamen bestaan er volgens Geijer aanwijzingen voor een magmatische vormingswijze. Binnen de ertsmassa's komen hier verscheidene grote insluitsels voor die afkomstig zijn van gesteenten die de boven- en ondergrens vormen van de ertslichamen. Verder wijst volgens deze auteur een porfierische structuur van sommige apatietgangen, die in de kwartsporfieren rond het Henry-ertslichaam liggen, op een magmatisch gebeuren. Een apatietmagma, waarin al grote apatietkristallen aanwezig waren, zou de kwartsporfieren binnen gedrongen zijn en als een fijnkorrelige massa, die de grote apatietkristallen omsloot, zijn uitgekristalliseerd.

### De exhalatief-sedimentaire ontstaanstheorie

Na uitvoerig onderzoek vond Parák genoeg redenen om een magmatische vormingswijze te verwerpen. De volgende veldgegevens hebben daartoe o.a. bijgedragen. In het boven de ertslichamen gelegen materiaal komen conglomeraten voor die ijzererts bevatten. In sommige stukken erts komen elkaar afwisselende banden voor bestaande uit apatiet en magnetiet. Deze gelaagdheid schrijft Parák toe aan sedimentatie van afwisselend magnetiet en apatiet.

Het ontstaan van de ertslichamen is volgens Parák als volgt: Na de vorming van de spilietische\*) uitvloeingsgesteenten met basaltische samenstelling werden er syenietporfie-

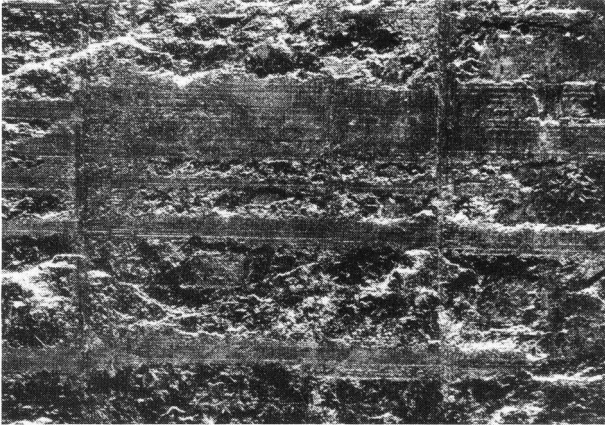
rische lava's uitgestoten. Tegen het einde van de vulkanische activiteit werden er tufgesteenten, as en chemische neerslagen van ijzererts gevormd. Door exhalatie en neerslag ontstonden er ijzerertsafzettingen. Daarna trad er verwerking op en de verwerkingsproducten werden in zee getransporteerd, waar ijzererts en apatiet zich in onderzeese depressies ophoopten. Daarna begon een tweede cyclus van vulkanische activiteiten waarbij kwartsporfierische lava's werden uitgeworpen alsmede tuf, as en ijzererts. In de laagten van het daarna geërodeerde lavadek verzamelde zich heet water onder fumarolische activiteit\*) aan het einde van deze tweede vulkanische cyclus. In deze laagten hoopte zich opnieuw ijzererts op. Volgens Parák is het niet onmogelijk dat er eerst hematiet werd gevormd, maar dat deze hematiet na sedimentatie in een reducerend milieu werd omgezet in magnetiet. Later zouden er sedimentgesteenten boven dit materiaal afgezet zijn.

### Mogelijkheden voor verzamelaars

De mijnen van Kiruna zijn zonder geleide niet toegankelijk. Tegen betaling kan men in het zomerseizoen excursies maken naar de Kiirunavaara-mijn, waar zowel ondergronds als bovengronds gewerkt wordt. Verder ligt 4 km ten

afb. 7. Het gebied van Gällivare en de ligging van de mijnen.





afb. 8. Oppervlaktestructuur van een hematietkristal, pseudomorf naar magnetiet. Afmeting beeldvlak: 4,5 x 3 cm. Herkomst: Gällivare (Malmberget)

oosten de Tuollavaara-mijn. Aan de westzijde van de berg Luossavaara ligt vrij veel mijnstort buiten het hek van het afgezette gebied van de voormalige ijzermijn. In deze stort zijn magnetiet, hematiet, pyriet, actinooliet alsmede stollingsgesteenten uit de omgeving van het nu goeddeels uitgeruimde ertslichaam te vinden.

Bij Malmberget zijn aldaar voorkomende mineralen waaronder ook allerlei hematietvariëteiten te vinden op oude storthopen. Een van deze storthopen aan de westzijde van deze stad wordt nu afgegraven voor wegmateriaal, waardoor vers materiaal vrijkomt. Voorzichtigheid is bij het zoeken op stortbergen geboden wegens het gevaar van verschuivingen van losliggend materiaal of instorting van door uitholling ondermijnde delen. Bij de mijnen ten noorden van Malmberget liggen eveneens grote storthopen. Ook te Malmberget kan 's zomers van maandag tot en met vrijdag een bezoek gebracht worden aan een der mijnen. Boven dien is daar een mijnmuseum aanwezig. Ongevraagd bezoek aan mijnterreinen kan tot hoge boetes (100 Kronen) leiden. Alle mijnen te Kiruna en te Malmberget staan onder directie van de Luossavaara-Kiirunavaara-Aktiebolaget, afgekort tot L.K.A.B. Overigens zijn de landschappen rond deze mijngebieden zeer interessant vooral bij Kiruna waar bossen geleidelijk overgaan in toendra's.

## Literatuur

Frietsch, R. : The iron ore deposits in Sweden.  
In: The Iron Ore Deposits of Europe and adjacent Areas, Vol. 1. (A. Zitzmann, Ed.) Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover, 1977.  
Geijer, P. en O.H. Ödman: The emplacement of the Kiruna iron ores and related deposits, Avhandlingar och Uppsatser, Årsbok 68 Nr 7, Stockholm, 1974.  
Grip, E. : Norrbotten In: Mineral Deposits of Europe. 1. Northwest Europe ( S.H.U. Bowie, A. Kvalheim and H.W. Haslam, eds) Inst. Mining Metall, London, 1978.  
Park, Ch. F. en R.A. Mac Diarmid: Ore Deposits, W.H. Freeman and Co., San Francisco, U.S.A., 1975.

Ramdohr, P. en H. Strunz: Klockmanns Lehrbuch der Mineralogie, 16e Auflage, Enke Verlag, Stuttgart, 1978.  
H.-J. Wilke: Skandinavien, p. 270 - 272 en 275 - 277. Mineralfundstellen, Band 4, uitg. Ch. Weise, München, 1976.

Zitzmann, A. en A.G. Neumann: The genetic types of iron ore deposits in Europe and adjacent areas.  
In: The Iron Ore Deposits of Europe and adjacent Areas, Vol.1. (A. Zitzmann, Ed.) Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover, 1977.

## Tot beter begrip...

**albitisatie:** proces waardoor de samenstelling van een gesteente rijker wordt aan albiet (= natriumveldspaat), vaak door gehele of gedeeltelijke vervanging van eerder gevormde bestanddelen. Zie ook spilitisatie.

**exhalatief:** ontstaan door uitstoting van vulkanische gassen (exhalatie).

**fumarolische activiteit:** hierbij ontsnappen de gassen met kracht uit de vulkaan.

**genese:** ontstaan, wording.

**hydrothermaal:** laat stadium van kristallisatie van een magma, waarbij nog een residu als waterige oplossing aanwezig is.

**hypidiomorfe kristallen:** kristallen die slechts gedeeltelijk door hun eigen kristalvlakken begrensd worden. Hebben kristallen wel hun eigen kristalvorm, dan zijn ze idiomorf, bezitten ze helemaal geen eigen kristalvorm dan heten ze xenomorf.

**intrusielichaam:** een voorkomen van magmatisch gesteente dat in eerder gevormde gesteenten is ingedrongen.

**kwartsporfier:** ganggesteente met de chemische samenstelling van een graniet of een rhyoliet.

**mafische mineralen:** over het algemeen ijzer-magnesium-silicaten, zoals pyroxenen, amfibolen, olivijnen. Mafische gesteenten: rijk aan deze mineralen.

**magmatisch:** afkomstig van een magma, dat is mobiel gesteentemateriaal dat in de aarde ontstaan is en waaruit de stollingsgesteenten voortgekomen zijn.

Deze zijn intrusief (in de aardkorst blijven steken) of extrusief (aan de oppervlakte gekomen, vulkanisch).

**metasomatisch:** ontstaan door gelijktijdige oplossing van een mineraal en neerslaan van een ander, b.v. de vervanging van kwarts door calciet. Blijft de (uiterlijke) kristalvorm hierbij behouden, dan is er sprake van pseudomorfose van het nieuwe mineraal naar het oude.

**porfierisch:** structuur van een stollingsgesteente, waarbij fenokristen of eerstelingen in een fijnkorreliger of glazige grondmassa liggen. Deze structuur wijst op een vorming in twee verschillende kristallisatiestadia en is bij vulkanische en ganggesteenten zeer algemeen.

**pseudomorfose:** zie metasomatisch.

**pyroklastisch materiaal:** stukken of stukjes vulkanisch materiaal of nevingesteente van een vulkaan, dat door vulkanische uitbarstingen in de lucht wordt geslingerd.

**skarn:** ader of gang met silicaatmineralen (amfibolen, pyroxenen, granaat, enz.) in ijzererts en sulfidische afzettingen, in het bijzonder waar kalksteen of dolomiet is omgezet.

**spilitisch:** ontstaan door hydrothermale albitisatie van een bazalt. Hierdoor wordt een spiliet gevormd.

**syeniet:** dieptegesteente (= intrusief stollingsgesteente), grotendeels bestaande uit alkaliveldspaat (b.v. orthoklaas), plagioklaas en donkere bestanddelen (geen of weinig kwarts).