

Afb. 8. Plagioklaas met lamellaire albiet-vertweeling en zonering in een dioriet. Slijpplaatje, gekruiste pol.-filters; beeldbreedte 0,8 mm.

wordt veelal gekeken naar het meest voorkomende donkere mineraal: is dit augiet, dan is het gesteente waarschijnlijk een gabbro of bazalt; is het hoornblende, dan een dioriet of andesiet.

In de gesteentekunde is het belang van de veldspaten overheersend. De indeling van de stollingsgesteenten berust voor een groot deel op de hoeveelheid alkali-veldspaat versus plagioklaas. Het is dan ook van doorslaggevend belang om beide groepen uit elkaar te houden. En juist dat is in een handstuk - zeker met het blote oog - vaak razend moeilijk. Uit slijpplaatjes, onder de polarisatie-microscop gezien, is de hoedanigheid doorgaans wél goed na te gaan, zoals uit de bijgaande foto's blijkt.

Komen de veldspaten idiomorf en in redelijke afmetingen voor, dan is het onderscheid tussen de hoofdgroepen beter mogelijk, maar ook dan blijft het oppassen.

De albiet op kleurenafbeelding DD ("Noorwegen"), die al eens eerder als omslagplaat voor het nummer "Pegmatieten" fungeerde, werd aanvankelijk als voorbeeld van een mikroklien uitgekozen! Door zijn albietstreping viel hij door de mand en via röntgenanalyse bleek zijn ware aard.

Met hartelijke dank aan Dr. C. Maijer voor het kritisch doorlezen van het manuscript.

Literatuur

- W.A. Deer, R.A. Howie en J. Zussman: An introduction to the rock-forming minerals, 1974.
 P. Ramdohr en H. Strunz: Klockmanns Lehrbuch der Mineralogie, 1978.
 J. Sinkankas: Mineralogy, 1964.
 W.E. Tröger: Optische Bestimmung der gesteinsbildenden Minerale, 1969.
 M.G. Best: Igneous and metamorphic Petrology, 1982.

Foto's: P. Stemvers

toegepaste Noorse gesteente larvikiet; als mineraalnaam is het in deze sfeer niet van toepassing. Uit de petrografische naamgeving is het woord juist geweerd, omdat het als mineraalnaam al bestond. In Labrador (Quebec, Canada) komt een labradoriet-rijk gesteente voor, dat in de literatuur vermeld staat als labradiet, **labradoriet**, of labradoriet-anorthosiet.

Anorthose is een oude naam voor plagioklaas. Deze is nog terug te vinden in **anorthosiet**, een verzamelnaam voor bepaalde dieptegesteenten, die bijna geheel uit plagioklaas bestaan. Daarentegen is **orthose** (Frans): orthoklaas.

Oligoklasiet en **andesiniet** zijn anorthositische gesteenten, die nagenoeg geheel uit de betreffende plagioklaas bestaan.

Andesien is de algemene plagioklaas in andesiet en dioriet. (Andesiet is een veel voorkomend vulkanisch gesteente in o.a. de Andes). Het onderscheid tussen andesiet en bazalt, respectievelijk dioriet en gabbro, wordt gelegd bij An_{50} . Is het Ca-gehalte lager dan is het gesteente een andesiet of dioriet, ligt het erboven, dan moet men het bazalt of gabbro noemen. Dit is uiteraard alleen microscopisch waar te nemen. Voor een determinatie in het veld

Hoogovens IJmuiden: veranderingen aan de horizon

door Rob Meijer

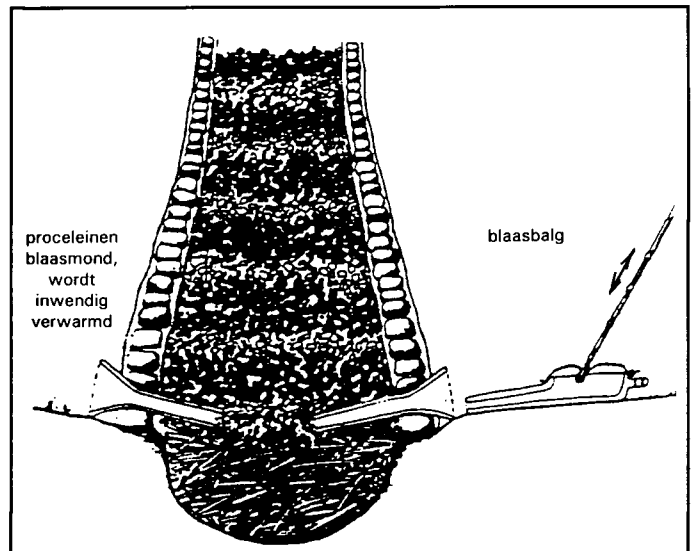
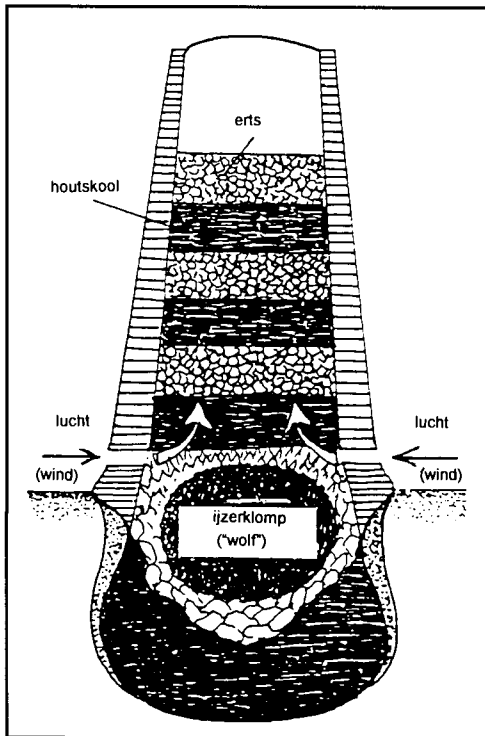
We zijn vertrouwd met enkele hoge constructies, zoals schoorstenen, mijnschachten en ... hoogovens. Aan de horizon zijn ze direct herkenbaar. Echter, het aantal schoorstenen en mijnschachten wordt al jaren minder - wordt nu ook de hoogoven bedreigd? Wat is er loos?

Het hoogovenproces blijkt vervangbaar te zijn door een nieuw proces: **directe reductie**.

Aanleiding tot dit artikel is een in alle landelijke kranten verschenen mededeling, dat Hoogovens IJmuiden een belangrijk stadium bereikte in een onderzoek naar directe reductie. Dit nieuws werd

voorafgegaan door een artikel hierover in het personeelsblad van Hoogovens: de Griiper.

De huidige hoogovens ontwikkelden zich uit de kleine, lemen oven die we kennen uit de IJzertijd. Deze oven, zoals weergegeven op afb. 1, werd na iedere ijzerproductie gesloopt om het ijzer te bereiken. Door blazen met balgen kwam het ijzer tot smelten (rennen, renoven, zie afb. 2). Vanaf ongeveer 1400 werden grotere ovens gebouwd, gestookt met houtskool. We vinden deze ook op de Veluwe. Overal waar ovens stonden was ontbossing het gevolg, zodat gezocht werd naar andere brandstoffen. Het lukte Abraham Darby tussen 1709 en 1745 om als brandstof koks te gebruiken. Dit was een enorme stap voorwaarts, evenals de toepassing van windverhitters sinds 1829.

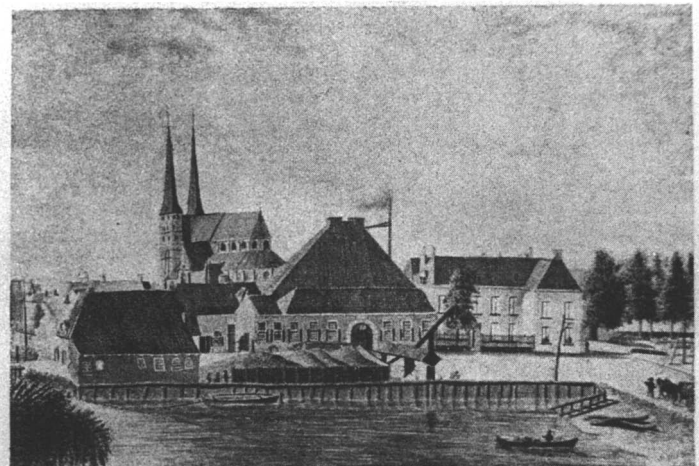


Afb. 1. (Links) Kuiloven uit Sleeswijk-Holstein (300 v.C. - 500 n.C.)
 Afb. 2. (Boven) Kuiloven uit Rwanda (700 v.C. - 600 n.C.)
 Afb. 3. (Onder) De N.V. Deventer IJzergieterij en Machinefabriek.

Overzicht van enkele hoogovens in Nederland (geen ervan heeft kooks gebruikt)

plaats	aanvang	einde produktie
Ulft	1754	1890
Deventer	1756	1870
Laag-Keppel	1794	1885
Terborg	1820	1892
Zwolle	1856	1880

Eén van deze hoogovens is te zien op afb. 3. Nadat de productie van deze hoogovens gestaakt was bleven de bijbehorende gieterijen bestaan; ze breidden uit en enkele bestaan nu nog. Ze importeerden het gietijzer uit onder andere Duitsland. Maar de fabricage en levering van gietijzer moest toch ook in eigen land mogelijk zijn. Het was H.J.E. Wenckebach die sinds 1917 de oprichting van zo'n bedrijf voorbereidde. Dit is de grondlegging geweest van Hoogovens IJmuiden. Het eerste giet- of ruwijzer stroomde in 1924 uit hoogoven 1. Afb. 4. Hierbij is ter plaatse geproduceerde kooks de brandstof. Van de zeven hoogovens waarover werd beschikt staan er nog vier: de hoogovens 4, 5, 6 en 7. De oudere 1, 2 en 3 zijn gesloopt.

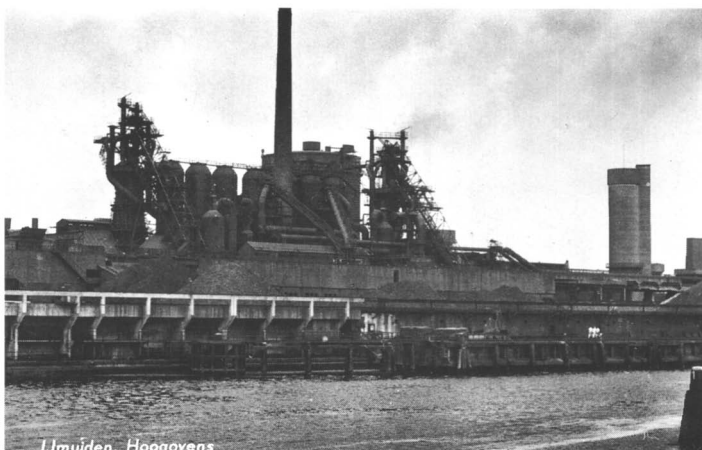


Gezicht op de IJzergieterij in het jaar pl. m. 1825. In het midden de hoogoven; op den voorgrond hoopen ijzeroer.

Directe reductie

Onderzoek toont aan, dat het onttrekken van ijzer aan ijzererts ook anders kan, namelijk via directe reductie. De reductie van het erts vindt hierbij al in vaste vorm plaats - in de hoogoven gebeurt dit in vloeibare vorm.

Eerst een stukje geschiedenis. In 1869 beproefde William Siemens directe reductie op laboratoriumschaal in een cilindrische, roterende oven. Dit is dezelfde Siemens die 10 jaar eerder de open-haardoven ontwierp, die wij kennen als de Siemens-Martinoven. Het sponsachtige ijzer dat bij zijn proefneming ontstond voerde hij via een vuurvast beklede leiding toe aan een Siemens-Martinoven voor de staalbereiding. Hij rapporteerde de resultaten in 1873 aan het in 1869 opgerichte Iron and Steel Institute, de hoop uitsprekende dat dit proces energie- en personeelskosten zou besparen en de kwaliteit zou verbeteren. Helaas waren het de kosten die hem dwongen van commerciële schaal af te zien. In 1911 werd, ook op laboratoriumschaal, bij Hoganas in Zweden ijzerpoeder bereid. Pas in de jaren '50 werd in



Afb. 4. Oude prentbriefkaart met gezicht op de inmiddels afgebroken hoogovens 1 en 2.

Mexico door Hojalata y Lamina S.A. voor het eerst directe reductie op commerciële schaal bereikt. Het proces, dat als HyL-Proces op de markt kwam, werkt in een retort-vormig vat met daarin geen vloeibare fase. Per jaar kon één installatie 95.000 ton produceren. Circa 10 jaar later werden ook grote successen geboekt via geheel andere technieken, die de namen Purofer en Midrex dragen.

Al snel werden vier procestypen onderscheiden:

- vast bed in retort (HyL);
- vloeibaar bad in retort (FIOR);
- roterende oven (SL-RN);
- schachtoven (Midrex, Armco en Purofer).

Om een indruk te geven van de ontwikkelingen in de jaren '80 volgen hier enkele tabellen:

Aandeel volgens proces		Aandeel volgens brandstof	
Midrex	38,5 %	aardgas	87,4 %
HyL	38,1 %	steenkool	11,1 %
SL-RN	5,6 %	procesgas/olie	1,5 %
Purofer	4,2 %		
overige	13,6 %		

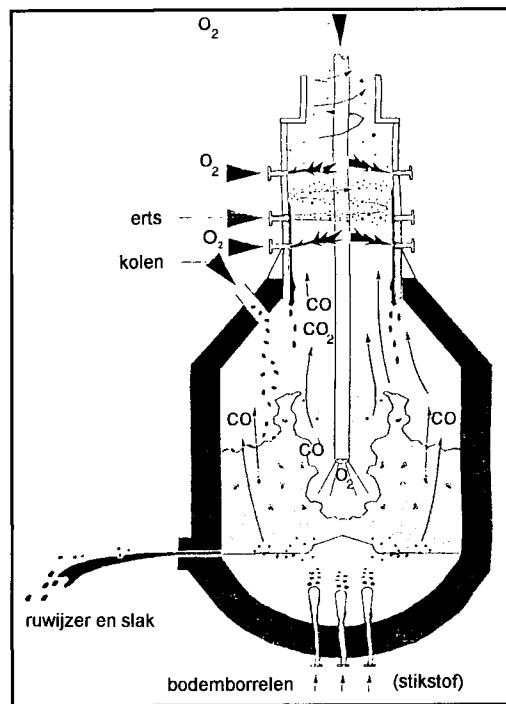
Aandeel per land		Aandeel per proces	
Venezuela	24,8 %	schachtoven	44,6 %
Iran	14,2 %	vast bed	38,9 %
Mexico	10,7 %	roterende oven	12,6 %
Canada	8,7 %	vloeistofbad	3,9 %
VS	6,1 %		
Japan	6,1 %		
overige	29,4 %		

Sinds wanneer en waarom directe reductie bij Hoogovens?

Samen met British Steel en een Italiaans staalbedrijf begon Hoogovens in 1990 een onderzoek naar de technische en economische haalbaarheid van ruwijzer-productie uit erts met steenkool. Het belangrijkste doel hiervan is de kostenbesparing die ermee bereikt kan worden. De tussenfasen van kooks-, sinter- en pelletfabricage kunnen immers bij direct reduceren vervallen. Op laboratoriumschaal lukte het 2 ton per uur te maken; momenteel is een schaalvergroting naar 20 ton per uur in voorbereiding. Een flinke stap, want economisch rendabel kan pas een productie per installatie van 50 ton per uur zijn. Circa tien van deze installaties zouden in de huidige productiebehoefte kunnen voorzien. Het gekozen proces is dat met een vloeibaar bad in een reactorvat, de Cyclone Converter Furnace, CCF. Ten opzichte van de eerder genoemde processen is de bij Hoogovens ontwikkelde cycloon met zijn ertssmelting geheel nieuw.

Op de schematische tekening van afb. 5 is het reactorvat te zien, waarin zich het vanouds bekende proces van kolenvergassing en reductie afspeelt. Bovenop het reactorvat is nu een cycloon aangebracht, waar letterlijk alles om draait. In de hals van de cycloon worden droog ertsconcentraat en zuurstof evenwijdig aan de wand ingespoten, zodanig dat een werveling (cycloon) ontstaat. De uit het reactorvat opstijgende hete gassen zorgen voor een gedeeltelijke reductie van het wervelende erts. Dit bestaat in hoofdzaak uit hematiet (Fe_2O_3), dat door de reductie een deel van zijn zuurstof verliest. Als gesmolten ijzeroxyde (FeO) slaat het reactieproduct tegen de cycloonwand aan en druppelt het reactorvat in, om daar vervolgens een verdere reductie tot ruwijzer te ondergaan door middel van ingeblazen kolen. Deze laatste reductiestap in het reactorvat is reeds bekend uit de hoogovens en hoeft niet bestudeerd te worden. Het gaat om het gedrag van de smeltcycloon, boven het reactorvat.

In het reactorvat onderin de installatie wordt het hete, reducerende koolmonoxyde-gas (CO) niet geproduceerd door inblazen van kolen en zuurstof in een ijsbad (hoogovenprincipe), maar door



Afb. 5. De Cyclone Converter Furnace (CCF).

gedeeltelijke, onvolkomen verbranding van aardgas met zuurstof. Daarom produceert de cycloon erboven geen ruwijzer, maar vloeibaar ijzeroxyde. Pas in de tweede reductiefase worden kolen ingebracht.

Flexibele productie

Als de belangrijke fase in het onderzoek naar technische en economische haalbaarheid van productie met CCF's succesvol kan worden afgerond, betekent dat een goede stap in de richting van flexibele produktiemogelijkheden van ruwijzer. CCF's zijn ten opzichte van hoogoveninstallaties relatief kleine productie-eenheden, die naar believen aan en uit kunnen worden gezet. Begin juni 1994 verwachten de onderzoekers met de proefinstallatie te kunnen gaan draaien. Verwacht wordt, dat eind 1995 kan worden beoordeeld of het ontwerpmodel commercieel haalbaar is.

Voor de beschrijving van de CCF werd gebruik gemaakt van het artikel in De Grijper van 25 februari 1994.

Noorwegen: één regel te kort

Uitgerekend de laatste regel van de laatste afbeelding in het Noorwegen-nummer (maart 1994) is niet doorgekomen. Het bijschrift bij het onderste hokje van de legenda bij de geologische kaart tegenover pag. 44 had moeten luiden: "Metamorfe gesteenten, plaatselijk Caledonisch beïnvloed".