

# Zand: Mineraalscheidingen met een magneetscheider

door Leendert Krook

Met betrekking tot de magnetische eigenschappen onderscheiden we **ferromagnetische**, **paramagnetische** en **diamagnetische** mineralen.

**Ferromagnetische mineralen** worden reeds aangetrokken in een zwak magnetisch veld, mits dit veld niet uniform is, d.w.z. dat de krachtlijnen niet evenwijdig lopen (zoals het aardmagnetisch veld), maar bij elkaar komen (convergeren), zodat er een gradiënt in de sterkte van het magnetisch veld optreedt. Dit is bij magneten altijd het geval. Het meest bekende ferromagnetische mineraal is magnetiet. Ook maghemiet,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (ook wel magnetische hematiet genoemd) en pyrrhotien behoren tot de ferromagnetische mineralen.

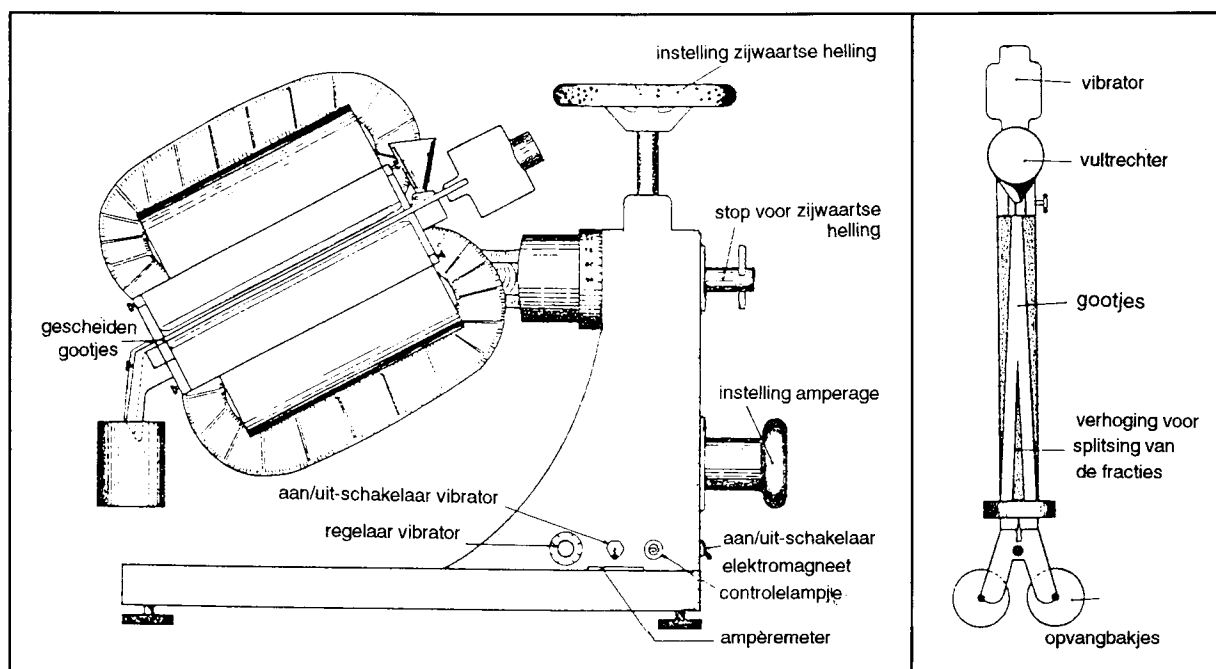
**Paramagnetische mineralen** hebben een veel lagere magnetische susceptibiliteit (gevoeligheid, ontvankelijkheid) dan ferromagnetische mineralen. Zij worden pas aangetrokken in een veel sterker magnetisch veld. Hier geldt uiteraard eveneens dat het veld niet uniform is. Vrijwel alle mineralen die ijzer bevatten zijn paramagnetisch. Pyriet is een uitzondering en is diamagnetisch. Ook mineralen die zeldzame aarden bevatten zijn vaak paramagnetisch, zoals xenotiem ( $\text{YPO}_4$ ) en monaziet ( $\text{Ce, La, Y, ThPO}_4$ ). **Diamagnetische mineralen** worden in een

magnetisch veld van de pool afgestoten. Daar zij een zeer lage susceptibiliteit hebben, moet dit veld zeer sterk zijn. In de praktijk wordt deze indeling meestal niet aangehouden. Men spreekt dan van sterk magnetisch, matig magnetisch, zwak magnetisch en niet-magnetisch. De mineralen van de laatste categorie zijn in feite diamagnetisch.

## Magneetscheider

Een moderne magneetscheider is een elektromagneet waarvan de veldsterkte wordt bepaald door de elektrische stroomsterkte. Uiteraard werkt de scheider met gelijkstroom, zodat er zich een gelijkrichter in bevindt. De bekendste magneetscheider is de Amerikaanse *Frantz isodynamic separator*, zie afb. 1. De in Engeland gefabriceerde *Cook* magneetscheider wijkt hiervan nauwelijks af. In de figuur zien we twee grote spoelen die het magnetisch veld opwekken, met daarvoor (aan de kant van de toeschouwer) een van rechts naar links dalend "gootje". Aan de bovenkant hiervan komt een trechter voor waarin de zware mineralen gebracht worden, aan de onderkant bevinden zich twee opvangbakjes. Het gootje heeft niet alleen een voorwaartse helling (van rechts naar links), maar ook een zijwaartse helling, van de toeschouwer af naar beneden gericht. De voorwaartse en de zijwaartse helling zijn beide verstelbaar. Het gootje splitst zich op enige afstand van boven in tweeën, elk deel uitkomend op een van de opvangbakjes. Rechtsonder bevinden zich de aan/uit-schakelaar en twee knoppen. De rechter knop regelt de stroomsterkte, die op de ampèremeter kan worden afgelezen, de linker knop is verbonden met een vibrator (rechts van de trechter), die het gootje in trilling kan brengen. Op de mineraalkorrels die in het gootje naar beneden rollen of schuiven werken nu twee krachten, de magnetische kracht (die de

Afb. 1 Schematische weergave van de Frantz isodynamic separator (magneetscheider). Links: zijaanzicht; Rechts: bovenaanzicht.



korrels naar boven aantrekt) en de zwaartekracht. Is de kracht ondervonden door het magnetisme groter dan de zwaartekracht, dan zullen de korrels zich bij de splitsing in het hogere (linkse) deel begeven. Overheerst de zwaartekracht, dan komen zij in het lagere deel.

Bij het scheiden van een monster gaat men als volgt te werk: het monster wordt eerst uitgespreid op een vel papier, waarna de ferromagnetische mineralen (over het algemeen dus magnetiet) met een handmagneet verwijderd worden. Doet men dat niet, dan raakt de zaak verstopt, omdat de magnetiet, ook na het uitschakelen van het magnetisch veld, magnetisch blijft. Nu schakelt men de stroom van de magneet en de vibrator in en men deponeert het monster in de trechter. Er wordt begonnen met een zeer lage stroomsterkte, zodat alleen de sterkst (para)-magnetische mineralen worden aangetrokken, in het linker deel van het gootje terecht komen en uiteindelijk in het hoogste opvangbakje. Deze mineralen zet men nu apart en men gaat verder met de minder magnetische mineralen uit het onderste opvangbakje. De procedure herhaalt zich nu, maar met een iets grotere stroomsterkte, zodat nu mineralen worden verwijderd die iets minder magnetisch zijn dan die van de vorige fractie. Men kan zo de zware mineralen in een aantal magnetische fracties onderverdelen. Bij de maximale stroomsterkte, gewoonlijk 1,5 ampère (bij de Cook 2,3), houdt men dan de niet-magnetische fractie over. Meestal maakt men een verdeling in ongeveer acht fracties. Afb. 2 geeft een overzicht van het resultaat van scheidingen gemaakt met de Frantz in Suriname bij een voorwaartse helling van 25° en een zijwaartse helling van 15°. Uiteraard is dit een samenstelling van de gegevens van veel monsters. Zoals reeds vermeld kunnen beide hellingen versteld worden. Dit gebeurt over het algemeen het meest met de voorwaartse helling: bij grofkorrelige monsters gebruikt men een kleinere helling dan bij

fijnkorrelige. Ook de afronding speelt een rol, omdat afgeronde korrels nu eenmaal sneller rollen. Gaat de zaak te snel, waardoor het gootje kan overlopen, dan kan men de toevoer uit de trechter verminderen of de vibrator wat rustiger laten trillen.

Het is boeiend om de aankomst van de mineralen aan het eind van het gootje waar te nemen, omdat de kleur van de mineralen aan beide zijden van de scheiding vaak sterk verschilt.

De tweede fractie (als men de reeds verwijderde magnetiet tot de eerste rekent) bevat over het algemeen voornamelijk ilmeniet. Granaat komt vooral in de derde en vierde fractie voor. Daarna komen de ijzerhoudende amfibolen en pyroxenen (hoornblende, augiet), gevolgd door stauroliet, epidoot, toermalijn (met name schorliet), enz. In de licht-magnetische fracties vindt men mineralen als spinel, monaziet en vooral veel leucoxeen. Ook kan hierin een deel van de rutiel en de andalusiet voorkomen. Ik zou nu ook de titaniet hieronder rangschikken.

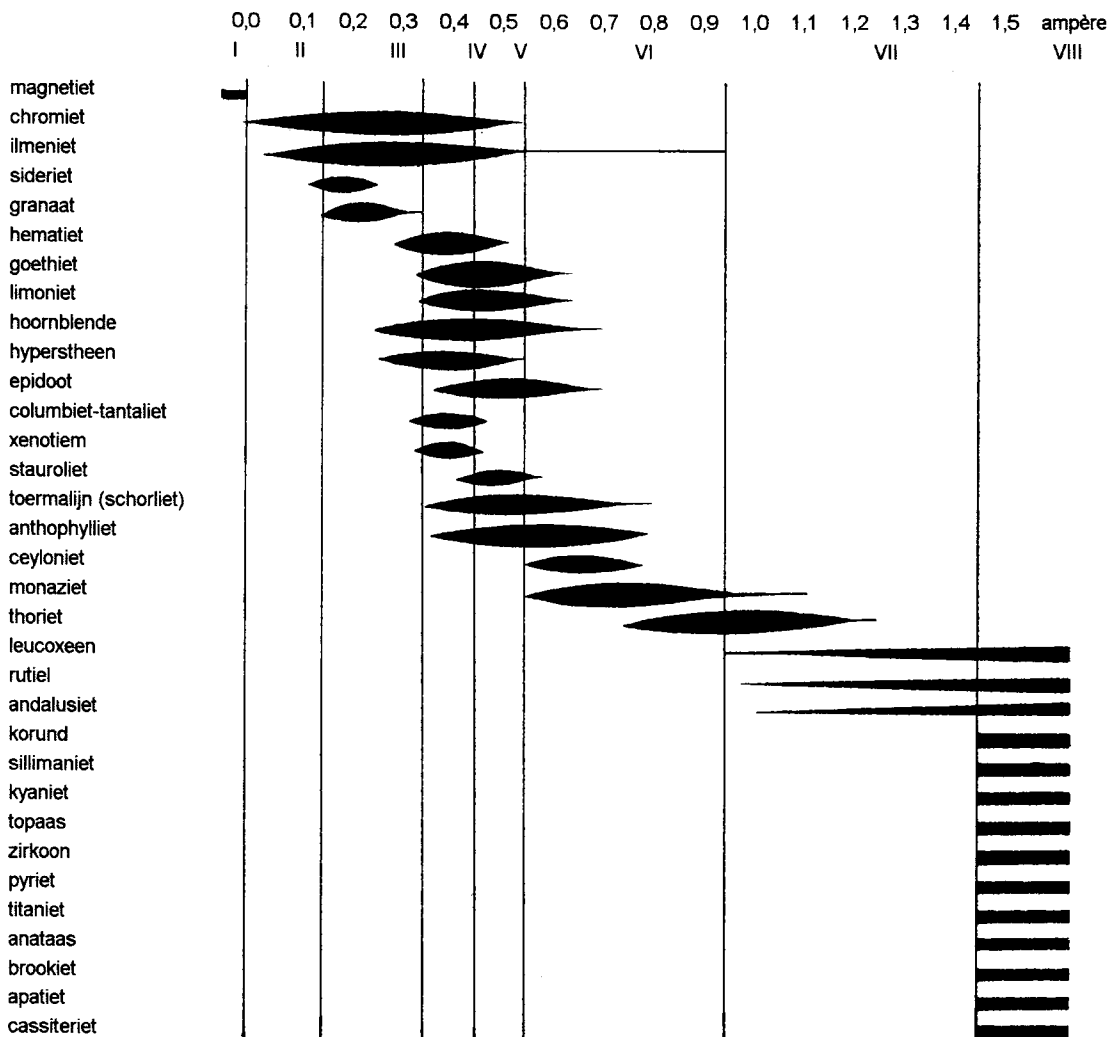
Uiteindelijk volgen de niet-magnetische mineralen, zoals de al genoemde leucoxeen, rutiel en andalusiet en verder mineralen als distheen, sillimaniet, topaas, pyriet, anataas, brookiet, apatiet en cassiteriet. Het meest voorkomende mineraal in deze fractie is echter wel zirkoon. De fractie is over het algemeen vrijwel kleurloos, behalve als er veel rutiel in voorkomt.

De bovenstaande rangschikking is geenszins absoluut. Geringe afwijkingen in samenstelling kunnen voor een ander beeld zorgen. Ook kunnen insluitsels van magnetiet een rol spelen. Als men monsters van een vulkanisch gebied met overwegend augiet (niet in de figuur) in diverse fracties scheidt, komt men de augiet over een grote breedte tegen, waarbij echter met het afnemend magnetisme de kleur geleidelijk verandert van donkergroen naar lichtgroen. Bij mengreeksen van mineralen, zoals van hyperstheen (met Fe) naar enstatiet (met Mg), is het magnetisme van de Fe-

houdende mineralen altijd groter dan van de Mg-houdende.

Bovendien zijn Fe-bevattende mineralen donkerder van kleur dan hun verwanten met Mg, die meestal nagenoeg kleurloos zijn.

Er is nog een mogelijkheid om de zogenaamde niet-magnetische mineralen verder te scheiden. De zijwaartse helling wordt nu naar de bediener toe gericht met een grootte van slechts 2,5°, terwijl de maximum stroomsterkte wordt aangehouden. Door het verschil in diamagnetische susceptibiliteit worden bepaalde mineralen afgestoten in het magnetische veld en komen in de rechter (nu hogere)



Afb. 2. Magnetisme bij enkele detritische mineralen, volgens de Frantz magneetscheider (voorwaartse helling 25°, zijdelingse helling 15°).

uitloper van het gootje terecht, terwijl bij andere mineralen de invloed van de zwaartekracht overheerst, zodat ze in het linker (lagere) deel belanden. Deze scheiding is niet erg effectief, zodat men meerdere runs moet maken voor een gewenst resultaat. Deze methode wordt zelden toegepast.

Wat betreft de korrelgrootte van monsters voor gebruik in de magneetscheider: de bovengrens ligt op ongeveer 840 micron. Over het algemeen zullen de monsters aanzienlijk fijner zijn. Indien grote verschillen in korrelgrootte optreden (slechte sortering) dan kan men het monster in twee of meer fracties scheiden.

Het nut van de magneetscheiding is duidelijk. Men kan afzonderlijke mineralen beter concentreren en ook mineralen vinden die in zeer kleine gehalten voorkomen, bijvoorbeeld de kleurloze xenotiem op een achtergrond van de zwarte ilmeniet. Maar ook bijvoorbeeld zeer kleine hoeveelheden van granaat, eveneens voorkomend tussen de ilmeniet, kan men zo op het

spoor komen. Dit kan van belang zijn in sterk verweerde formaties, waaruit de granaat voor het grootste deel is verdwenen. Bij het vinden van enkele - meestal zeer sterk aangetaste - korrels, kan men aannemen dat dit mineraal oorspronkelijk in grotere hoeveelheden is voorgekomen, een belangrijke aanwijzing voor de herkomst.

In monsters genomen bij een goudprospectie zal het goud voorkomen in de niet-magnetische zware fracties. Deze zullen vaak een klein deel van de oorspronkelijke monsters uitmaken en voornamelijk uit zirkoon bestaan. Als men zo'n fractie uitspreidt op een groot vel papier kan men voorzichtig de zirkoon wegblazen, waarna het goud achterblijft. Weet men de inhoud van het monster vóór het pannen, dan is, na weging van het goud, het gehalte hiervan te bepalen.

De magneetscheider is een nuttig instrument en het is boeiend om ermee te experimenteren. Voor de amateur is echter de prijs enigszins aan de hoge kant.

---

## Magneetscheiding met een "supermagneet"

door Joke Stemvers-van Bommel

---

Al is een magneetscheider als de "Frantz" (zie het vorige artikel) de aangewezen manier voor het uiteenrafelen van magnetische fracties in zand, niet iedereen die dat zou willen heeft zo'n kostbaar en groot apparaat tot zijn beschikking. We zonnen op een mogelijkheid, om op amateursniveau toch een acceptabel resultaat te verkrijgen, zodat het zo belangrijke aspect van magnetische scheiding van zware mineralen binnen doe-het-zelf-bereik zou komen te liggen. We doken in de afdeling "Waterlooplein" op zolder op zoek naar een sterke magneet en vonden deze in een overcomplete, oude luidspreker. Dit bleek een ware supermagneet te zijn: na enig geëxperimenteer konden we er de paramagnetische mineralen in diverse fracties mee uit elkaar halen.

Bij navraag bleken naderhand luidsprekermagneten van deze sterkte in de technische-apparatenhandel te koop te zijn. Afb. 1. Het is dus ook voor andere belangstellenden mogelijk met zo'n magneet mineralen te scheiden. Hoe gaat de magneetscheiding met zo'n sterke luidsprekermagneet in zijn werk?

### Vergelijking van de "Frantz" met de supermagneet

Om de nodige handvaardigheid te krijgen oefenden we met de magnetische fracties van "het donkere zand van Ameland", hetzelfde materiaal waarvan stroomonsters in kleur werden afgebeeld in Gea 1995, nr. 3. Het bleek mogelijk deze destijds met de Frantz gescheiden fracties met de supermagneet "op te pakken". Wel waren er voor de sterk-magnetische fracties heel wat vellen papier nodig om het sterke magnetisme van de supermagneet zo af te schermen, dat er nog net voldoende kracht overbleef om wat korrels aan te trekken. Dit aantal vellen papier dat tussen magneet en zandmonster werd gehouden kon steeds worden verminderd naarmate we zwakkere magnetische fracties probeerden. De mineralen die met één vel papier nog konden worden aangetrokken, dus de mineralen met het zwakste nog bruikbare magnetisme, kwamen ongeveer overeen met fractie 7 (kleurenfoto E) van het sept. nr. 1995, pag. 101.

### Magnetische fracties met de supermagneet

Eenmaal wegwijds geworden probeerden we onze supermagneet uit op een "echt" zandmonster: een zeer donker, vulkanisch zand uit Zuid-Spanje, en bereikten met de hier volgende werkwijze een aardig resultaat. We willen zeker niet beweren dat dit de beste methode is en er zijn nog best wat verfijningen mogelijk, maar ... het ging!

1. Het zeer donkere monster werd gewassen en op een plat bord zodanig geschud, dat het lichte materiaal grotendeels kon worden weggeveegd. (Zie voor de scheiding van licht en zwaar materiaal overigens Gea 1996, nr. 2).

2. Het monster werd gedroogd en daarna gezeefd in drie fracties: > 263  $\mu\text{m}$ , 263 - 122  $\mu\text{m}$ , < 122  $\mu\text{m}$ . De middelste fractie was het grootst, deze werd voor de scheiding gebruikt.

3. De magnetiet werd weggevangen. De zwak-magnetische achterkant van de supermagneet was daarvoor juist geschikt!

4. We begonnen "van bovenaf", met de sterkst magnetische fractie. We merkten al gauw, dat de hoeveelheid van het te bewerken materiaal niet te groot moet zijn, anders duurt het proces langer dan je lief is. De magneet wordt eerst in een dun plastic zakje gedaan, dit voorkomt dat er mineralen aan de blote magneet gaan vastzitten, want die gaan er moeilijk weer af. Daarna bevestigden we 9 velletjes schrijfmachinepapier (80 grams bankpost) onder de magneet. Dit aantal was proefondervindelijk vastgesteld. We maakten gebruik van het hierna afgedrukte "Ei van Columbus" van de heer L. Krook: een papieren kapje (1) en daarop 8 rondjes (2 - 9). De supermagneet werd, met de actieve kant onder, in het kapje gedaan, nadat het beschermplaatje (met kracht!) werd verwijderd. (Na de magnetische scheiding moet het plaatje er weer op.) Het geheel werd door het monster gehaald: een dikke ring van aangetrokken mineralen zat tegen het kapje. Deze korrels gingen in een bakje. Daarna werd deze handeling herhaald en zolang volgehouden tot er geen noemenswaardige mineralenring meer aangetrokken werd. Deze fractie 9 ging in een buisje met sticker, waarop korrelgrootte en fractienummer. Daarna namen we twee papiertjes uit het kapje en herhaalden het