

# ZAND: De concentratie van zware mineralen in de natuur

door Dr. L. Krook

Voor de verzamelaar van zware mineralen in zand, die niet beschikt over dure scheidingsapparatuur, is het belangrijk die plaatsen te vinden, die een hoog gehalte aan deze mineralen bevatten. Deze plaatsen zijn dun gezaaid; het gehalte van zware mineralen in zanden is immers over het algemeen laag, vaak minder dan 1%. De oorzaken hiervan zijn uitvoerig besproken door drs. W.C.P. de Vries in twee vorige afleveringen van Gea (Gea, 1994, nr. 4 en 1995, nr. 2). Vooral chemische verwerking speelt een grote rol.

Als zandkorrels door de verwerking en erosie uit het oorspronkelijke kristallijne gesteente zijn losgemaakt, kunnen ze verschillende cycli doorlopen van verwerking, erosie, sedimentatie, diagenese en metamorfose.

Zanden die afkomstig zijn uit *zandstenen en kwartsieten*, bestaan voornamelijk uit kwarts met een laag gehalte van de meest bestendige zware mineralen. Dit zijn vooral zirkoon, rutiel en toermalijn, die bekend staan als **doorlopers**.

Zanden die direct uit *kristallijne gesteenten* afkomstig zijn, zijn rijker aan zware mineralen en ook de gehalten zijn aanmerkelijk hoger. Ze bevatten, behalve de reeds genoemde zirkoon, rutiel en toermalijn, over het algemeen veel amfibolen en pyroxenen.

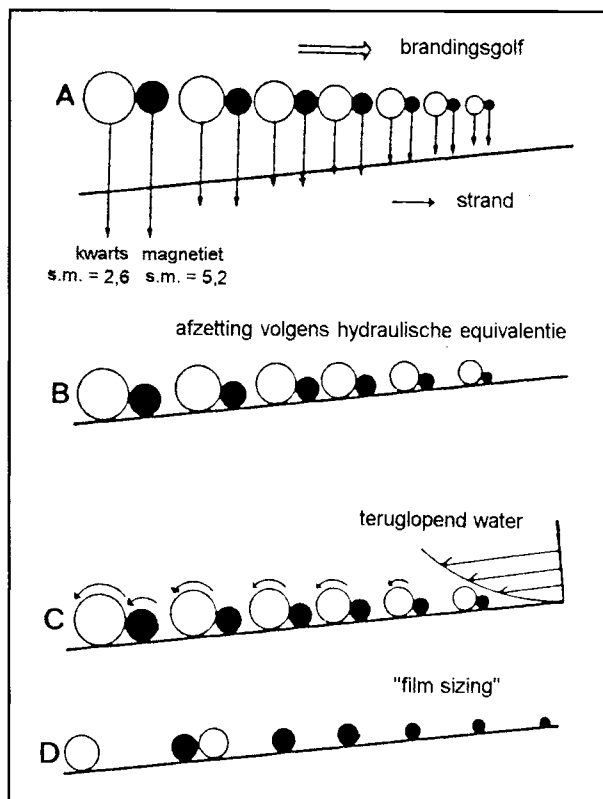
In zanden, afkomstig van *metamorfe gesteenten*, kunnen daarenboven mineralen optreden als granaat, epidoot, stauroliet en de aluminium-silicaten distheen, sillimaniet en andalusiet.

*Vulkanische gesteenten* kunnen zeer hoge gehalten aan zware mineralen leveren, vooral pyroxenen en amfibolen en, bij basisch vulkanisme, olivijn.

De bestendigheid van de diverse zware mineralen loopt sterk uiteen. Met betrekking tot de stabiliteit van mineralen kan de volgende reeks opgesteld worden (in afnemende mate van chemische bestendigheid):

doorlopers (zirkoon, rutiel en toermalijn) -  
stauroliet en aluminium-silicaten (distheen, sillimaniet en andalusiet) -  
epidoot en granaat -  
amfibolen -  
pyroxenen -  
apatiet -  
olivijn.

Deze reeks is niet absoluut, maar geldt voor oppervlakteverwerking in ons huidige klimaat.



Afb. 1. Sortering van mineralen met verschillende soortelijke massa's in de brandingszone. (Naar H.R. Kudrass, 1987: *Sedimentary models to estimate the heavy mineral potential of shelf sediments*. In: Teleki et al. - *Marine minerals*)

## Hydraulische equivalentie

Grote rivieren voeren meestal mineralen aan van zeer verschillende herkomst. De Vries wees er al op, dat er tijdens het transport in de rivier een sortering optreedt naar korrelgrootte. Behalve de korrelgrootte is echter ook de soortelijke massa en de vorm van de korrels van belang. In de transportrichting vindt over het algemeen een afname van de korrelgrootte en het gehalte aan zware mineralen plaats, terwijl de onderlinge verdeling van de zware mineralen sterk kan veranderen. Dit verschijnsel is vooral duidelijk bij transport langs de kust, de zg. *beachdrifting*.

Een zeer sterke sortering van korrelgrootte, vorm en soortelijke massa treedt op aan stranden met een sterke golflslag, onder invloed van een krachtige wind vanuit zee. Alvorens dit proces te bespreken voeren we het begrip **hydraulische equivalentie** in (equivalentie = gelijkwaardigheid).

*Mineraalkorrels zijn hydraulisch equivalent als zij in water dezelfde valsnelheid hebben.* Voor die valsnelheid zijn zowel korrelgrootte als soortelijke massa bepalend. Als voorbeeld nemen we hier de mineralen magnetiet en kwarts. Door zijn hogere s.m. (5,2) valt een magnetietkorrel even snel als een kwartskorrel (s.m. 2,7) die een twee maal zo grote doorsnede heeft. Als nu de brandingsgolven (Eng. *swash*) zand op het strand afzetten, zullen de korrels hiervan min of meer hydraulisch equivalent zijn, zie afb. 1 A en B. Het terugvloeiende water (*backwash*) heeft net voldoende kracht om de grote, uitstekende kwartskorrels terug naar zee te

transporteren, maar de kleinere, zware korrels blijven achter (C en D). Dit proces staat bekend als *film sizing*: de sortering in een dun laagje van kleine, zware mineraalkorrels. Deze *film sizing* kan, onder gunstige omstandigheden, aan stranden worden waargenomen. Afb. 2.

Als er voortdurend nieuw zand wordt aangevoerd, kunnen er zo dikke lagen zware mineralen ontstaan.

In bovenstaand voorbeeld zijn twee mineralen vermeld, magnetiet en kwarts. In werkelijkheid zijn er veel meer mineralen, elk met zijn eigen s.m., korrelgrootte en vorm. Ook de vorm speelt namelijk een grote rol: korrels met een groot oppervlak ten opzichte van hun inhoud hebben een lagere valsnelheid dan min of meer ronde korrels met dezelfde s.m. De vorm op zich wordt weer groten-deels bepaald door het kristalstelsel en de splijting. De mate van afronding is eveneens belangrijk: goed afgeronde korrels hebben een grotere valsnelheid dan hoekige korrels.

Amfibolen zijn in concentraten sterk ondervertegenwoordigd.

Door hun langwerpige vorm en de bekende 60°-splijting hebben ze een relatief grote oppervlakte/inhoud-verhouding. Pyroxenen doen het wat beter, ze zijn vaak minder langwerpig dan amfibolen en hebben bovendien een 90°-splijting. Dit maakt ze minder "plat" dan amfibolen.

Mineralen die goed aanrijken zijn o.a. ilmeniet, magnetiet, zirkoon, rutiel en granaat. In iets mindere mate kunnen genoemd worden stauroliet, epidoot en toermalijn. Bij de laatste twee gaat het dan om goed afgeronde, min of meer bolvormige korrels. Voor prisma-tische, euhedrische korrels zijn de kansen voor concentratie aan-merkelijk kleiner. Platte korrels zoals mica's hebben weinig kans om in zware-mineralenconcentraten terecht te komen. Zij blijven lang in suspensie en zetten zich af onder zeer rustige omstandig-heden, tegelijk met kwarts van veel kleinere korrelgrootte. Zij hebben duidelijk een **negatieve** hydraulische equivalentie.

Concentraten op stranden zijn goed te herkennen aan de donkere kleur, vooral veroorzaakt door ilmeniet. Een rose tint wijst op veel granaat. Vaak zijn de laagjes zware mineralen erg dun, maar voor het nemen van monsters is dat geen bezwaar. Met een mes of een troffel kan men snel een redelijke hoeveelheid materiaal verzamelen.



Afb. 2. Strand met zeer veel zware mineralen, vooral magnetiet. Atlantische kust, nabij Soulac, Médoc, Fr.

## Gea en zand

Wat doet Gea met zand? Heel simpel: de kennis van en de liefde voor de geologie bevorderen. Daarmee slaat Gea een ander pad in dan vele zandliefhebbers ingeslagen zijn: het aanleggen van een verzameling zanden op basis van schoonheid en/of geografische bijzonderheid.

Slaat Gea dan de weg in van de professionele onderzoeker? Zeker niet. Gea wil met eenvoudige middelen die "bij Blokker" te koop zijn en met simpele methoden, bepalen uit welke componenten een zand is opgebouwd. Daarbij richten we ons primair op de z.g. zware mineralen in kustzanden en het zand van paal 19 van Ameland staat hiervoor model (zie Gea, sept. 1995). Het zal ons verheugen als onze lezers, met een schriftelijke cursus in Gea, een 90% zekerheid van determinatie kunnen halen. Zandfanaten raden we aan, een kopie van de zandartikelen in Gea te maken en die in een "zandmap" te bundelen, waardoor u in de loop van de tijd een handleiding krijgt.

Voor het scheiden van zanden zijn vele werkwijzen ontwikkeld, die alle gericht zijn op geologische research of economische verwerking. In Gea proberen we deze werkwijzen te vertalen naar

huiskamer-tafel- of caravanniveau. De gebruikte hoeveelheden liggen tussen die van een theelepeltje en een afgestreken buisje waarin een kleinbeeld-film verpakt wordt. Met specialisten van de Vrije Universiteit en van de TU overleggen we welke methoden haalbaar zijn voor een amateur en we proberen die eerst zelf uit. Zo propaganderen we geen set met zware vloeistoffen in de keuken van onze lezers, omdat deze gehalogeneerde koolwaterstoffen slecht zijn voor de gezondheid.

Basisgereedschap is een stereomicroscop die maximaal 40x vergroot. Daarmee geven we de grenzen van ons onderzoek aan: we bekijken korrels die groter zijn dan 62 µm en gebruiken daarvoor geen polarisatiemicroscop waarmee "assenkruizen" gemaakt kunnen worden. De laatste methode geeft de vakman weliswaar absolute zekerheid over een determinatie, maar vergt een ruime kennis van kristaloptiek. Wel geven wij aan hoe met simpele middelen een microscoop zoals de MBS 10 omgetoverd kan worden tot een eenvoudige polarisatiemicroscop, waarmee enkele gemakkelijke bepalingen kunnen worden uitgevoerd.

Maar voordat we aan het microscoopwerk toe zijn moeten enige handelingen verricht worden om de mineralen te scheiden. Dit scheiden valt in drie onderdelen uiteen:  
scheiding in lichte en zware mineralen;  
scheiding op korrelgrootte;  
scheiding op magnetische gevoeligheid.  
Een grove scheiding in lichte en zware mineralen als eerste