

# ZWARE MINERALEN IN ZAND

Het is vrij algemeen bekend dat ons Hollandse duinzand een kleine hoeveelheid zware mineralen bevat zoals granaat en ertsen. Minder bekend is, dat dit zand ook een groep mineralen en gesteenteresten bevat die moeilijk zijn op te sporen: natuurlijke kalksteen, fluoriet, veldspaten, glimmers, pyroxenen en amfibolen. Ook kwarts met ingesloten zware mineralen zoals rutiel behoren tot deze groep. De vraag is: hoe kunnen we deze mineralen scheiden van de rest van het zand? Het overgrote gedeelte van duinzand bestaat immers voornamelijk uit kwartskorrels. In dit artikel wordt beschreven hoe dit mogelijk is en hoe we van deze fractie 'slijpplaatjes' kunnen maken voor verder microscopisch onderzoek.

## Inleiding

Veel mineralen hebben een dichtheid die net iets hoger is dan van kwarts, dit is  $\pm 2,65 \text{ g/cm}^3$ . De dichtheid van natuurlijke kalksteen is bijvoorbeeld  $\pm 2,7 \text{ g/cm}^3$ , dit is iets zwaarder dan kwarts. Op grond van deze eigenschap is het mogelijk dit mineraal en een grote groep andere mineralen, die in zand voorkomen, van elkaar te scheiden met behulp van een scheidingsvloeistof en een scheidrechter. Deze vloeistof bestaat uit een mengsel van tetrabroommethaan ( $\text{C}_2\text{H}_2\text{Br}_4$ ) en monobroomnaphthaline ( $\text{C}_{10}\text{H}_7\text{Br}$ ) met een dichtheid van respectievelijk  $2,96 \text{ g/cm}^3$  en  $1,49 \text{ g/cm}^3$ . Deze vloeistoffen kunnen op elke gewenste dichtheidswaarde binnen deze waarden gemengd worden. Willen we kalksteen en andere mineralen met een dichtheid van  $> 2,65 \text{ g/cm}^3$  afscheiden dan moeten we een vloeistof aanmaken waarin deze dus net zinken en de kwarts net blijft drijven, dit is een dichtheid van  $\pm 2,6 \text{ g/cm}^3$ . Een voorbeeld voor de bereiding van 500 ml scheidingsvloeistof met een dichtheid van  $2,6 \text{ g/cm}^3$ . Stel de benodigde hoeveelheid tetrabroommethaan =  $x$  en de benodigde hoeveelheid monobroomnaphthaline =  $500 - x$ , dan geldt:

$$2,96 * x + 1,49 * (500 - x) = 500 * 2,60$$
$$x = 377,6$$

We moeten 377,6 ml tetrabroommethaan mengen met  $(500 - 377,6) = 122,4$  ml monobroomnaphthaline.

Omdat de berekende waarde in de praktijk altijd iets afwijkt moet de vloeistof getest en gekalibreerd worden. Dit kan worden gedaan door een aantal korrels natuurlijke kalksteen zoals b.v. Belgisch hardsteen in de scheidingsvloeistof te brengen. Blijven de korrels drijven dan moeten we de dichtheid van de vloeistof iets verlagen. Dit kan door er enkele druppels monobroomnaphthaline aan toe te voegen tot de korrels net allemaal zinken. Hiervoor kan het beste een druppelpipet gebruikt worden. We zien in de praktijk dat niet alle korrels tegelijk zakken. Dit komt door de kleine onderlinge dichtheidsvariëaties van natuurkalksteen. We voegen net zo lang druppelsgewijs monobroomnaphthaline toe totdat alle kalksteenkorrels net zinken. Om te weten of we met de dichtheid in het kritische gebied zitten gaan we vervolgens de dichtheid van de vloeistof iets verhogen door er enkele druppels tetrabroommethaan aan toe te voegen tot de korrels net beginnen te drijven. Vervolgens voegen we weer enkele druppels monobroomnaphthaline toe tot de korrels net allemaal weer zinken.

## Voorwaarden

Om de zware fractie in zand goed te kunnen scheiden moeten de volgende voorwaarden in acht worden genomen:

- het zand moet goed droog zijn
- de korrelgrootte van het zand mag niet groter zijn dan de opening van de scheidrechter, dit is in de praktijk ongeveer 2 à 3 mm.
- omdat er een lineair verband bestaat tussen de dichtheid van de vloeistof en de temperatuur hiervan is het



raadzaam steeds bij dezelfde temperatuur te werken als waarbij de vloeistof is gekalibreerd, b.v. 20 °C.

d. tetrabroomethaan en monobroomnaphthaline zijn zeer giftig. Contact met de huid en het inademen van dampen hiervan moeten voorkomen worden. Het dragen van persoonlijke beschermingsmiddelen zoals rubber handschoenen, veiligheidsbril en werken in een juiste werkomgeving zijn noodzakelijk. De scheidingsproeven moeten daarom worden uitgevoerd in een zuurkast met een goede afzuiging.

### Praktische uitvoering

De scheidingsvloeistof wordt in de scheidtrechter gebracht en we voegen  $\pm 20$  gram zand toe. Om klontering te voorkomen moet het geheel goed worden doorgeroerd. Na 24 uur uitzakken kan de zware zandfractie hiervan afgescheiden en gefilterd worden over een zwartbandfilter (Afb. 1 en 2). Om alle scheidingsvloeistof uit het filter en het filtraat te verwijderen moeten deze



Afbeelding 1.  
Opstelling scheidtrechter met scheidingsvloeistof + trechter met filter.



Afbeelding 2.  
Zware fractie afkomstig uit duinzand met een dichtheid van hoger dan  $2,65 \text{ g/cm}^3$  en een gemiddelde korrelgrootte van  $\pm 0,2$  mm.

een aantal keren goed worden nagespoeld met aceton. Na drogen van het filter kan de zware fractie gewogen worden. Dit kan van nut kan zijn voor berekeningen in een eventueel verder onderzoek.

Een slijpplaatje van zand maken is nagenoeg onmogelijk omdat de zandkorrels dan aan beide zijden geslepen moeten worden tot een dikte van  $0,03$  mm.

Wat wel kan, is het eenzijdig aanslijpen en polijsten van zandkorrels. Het resultaat hiervan is wel wat minder, maar deze methode is, zoals in de praktijk is gebleken, toch goed bruikbaar. De methode gaat als volgt in zijn werk: op een microscoop objectglaasje brengen we enkele druppels Canadabalsem aan. We verwarmen het objectglaasje met Canadabalsem op een niet te hete verwarmingsplaat tot het oplosmiddel in de balsem is verdwenen en de Canadabalsem iets begint te roken. Hierna strooien we een gelijkmatig laagje zand afkomstig uit de zware fractie op de Canadabalsem en warmen het geheel nog even op zodat de zandkorrels goed gefixeerd tegen het objectglaasje aanliggen. Na afkoeling moet de Canadabalsem dusdanig hard zijn dat deze niet meer indrukbaar is met de nagel. Het preparaat met de zandkorrels is nu geschikt om aan te slijpen. We doen dit op een vlakke, dikke glazen plaat met hierop een slijpslurrie die bestaat uit een mengsel van water en siliciumcarbide nr. 500. Omdat de zandkorrels klein zijn moet uiterste voorzichtigheid in acht genomen worden tijdens het slijpen. Dit betekent dat tussen het slijpen door, het preparaat voortdurend bekeken moet worden onder de microscoop. Het beste effect wordt bereikt wanneer de korrels half doorgeslepen worden. De volgende fase is dat we het preparaat napolijsten op nat watervast schuurpapier nr. 1200 en vervolgens goed afspoelen met behulp van een detergent om eventueel aanwezige slijppoederresten te verwijderen. We laten het preparaat nu goed drogen tot geen vocht meer aanwezig is op het preparaat. Vervolgens brengen we weer enkele druppels Canadabalsem aan op het aangeslepen preparaat en warmen het geheel licht op bij een temperatuur van  $\pm 50$  °C, tot de balsem begint uit te vloeien. Hierna bedekken we het met een dekglasje en drukken dit licht aan om eventueel aanwezige luchtbelletjes te verdrijven. Het preparaat is nu geschikt voor microscopisch onderzoek. De Canadabalsem wordt na enkele weken vanzelf hard.

### Resultaat voorbeelden

Uit diverse scheidingsanalyses van het onderzochte monster duinzand komt naar voren dat dit gemiddeld  $2,6\%$  relatief zware mineralen bevat met een dichtheid groter dan  $\pm 2,65 \text{ g/cm}^3$ . De gemiddelde korrelgrootte hiervan bedraagt  $\pm 0,2$  mm. Van deze zware fractie zijn 25 slijpplaatjes gemaakt voor microscopisch onderzoek. In het kader van dit artikel is het helaas niet mogelijk om alle waargenomen fossielen en mineralen te beschrijven. Er volgt hieronder daarom een beperkte keuze hieruit.

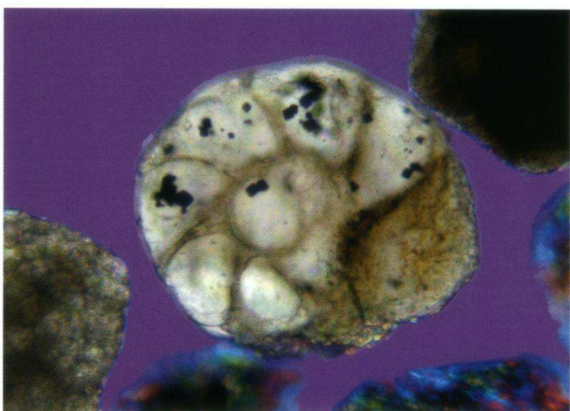
Uit korreltellingen van slijpplaatjes afkomstig van deze fractie blijkt dat dit duinzand omgerekend  $\pm 0,7\%$  natuurlijke kalksteen bevat. Opmerkelijk is dat veel deze natuurlijke kalksteenkorrels microfossielen bevatten (Afb. 3). Er worden zelfs ook frequent fossiele foraminiferen aangetroffen, wat te zien is aan de pyrietkristalletjes die ze bevatten (Afb. 4). Ook worden relatief veel korrels aangetroffen die bestaan uit calcietkristalletjes die afkomstig zijn uit de breukaders van natuurlijke kalksteen (Afb. 5).



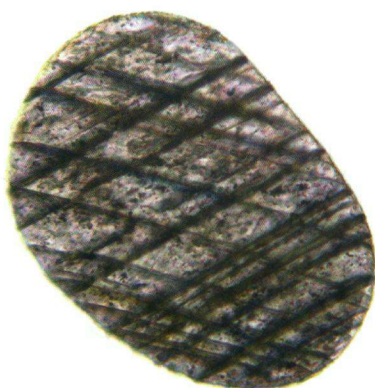
Afbeelding 3.  
Kalksteenkorrel  
met microfossielen  
(max. diam.: 0,19 mm  
polarisatiemicros-  
coop met X-nicols).



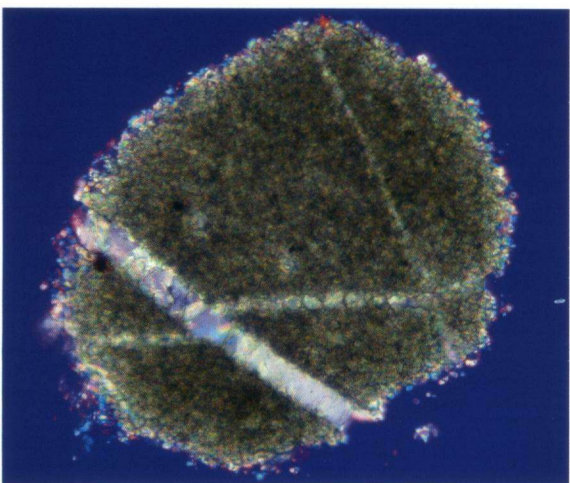
Afbeelding 4.  
Fossiele foraminifeer  
herkenbaar aan de  
aanwezigheid van  
kleine pyrietkristal-  
letjes (max. diam.:  
0,22 mm polarisatie-  
microscop met  
X-nicols).



Afbeelding 5.  
Kalksteenkorrel  
bestaande uit calciet  
afkomstig uit breuk-  
ader in kalksteen  
(max. diam.: 0,18 mm  
polarisatiemicros-  
coop met X-nicols).



Afbeelding 6.  
Kalksteenkorrel met  
mini breukaders  
opgevuld met calciet  
(max. diam.: 0,16 mm  
polarisatiemicros-  
coop met X-nicols)



Afbeelding 7.  
Vermoedelijk restant van een fossiele haaietand met  
zenuwkanaaltjes (max. diam.: 0,25 mm polarisatie-  
microscop met X-nicols)

Sommige kalksteenkorrels bevatten zelfs minibreukaders opgevuld met calciet (Afb. 6). Dezelfde fossielhoudende kalksteenkorrels en calcietkorrels worden aangetroffen in zand afkomstig uit de Waal, de Maas en zelfs Pleistoceen Rijnzand afkomstig uit Wissel (Dld).

Als bijzonderheid is in één van de preparaten een restant van vermoedelijk een fossiele haaietand aangetroffen. Herkenbaar hierin zijn de fijne zenuwkanaaltjes (Afb. 7).

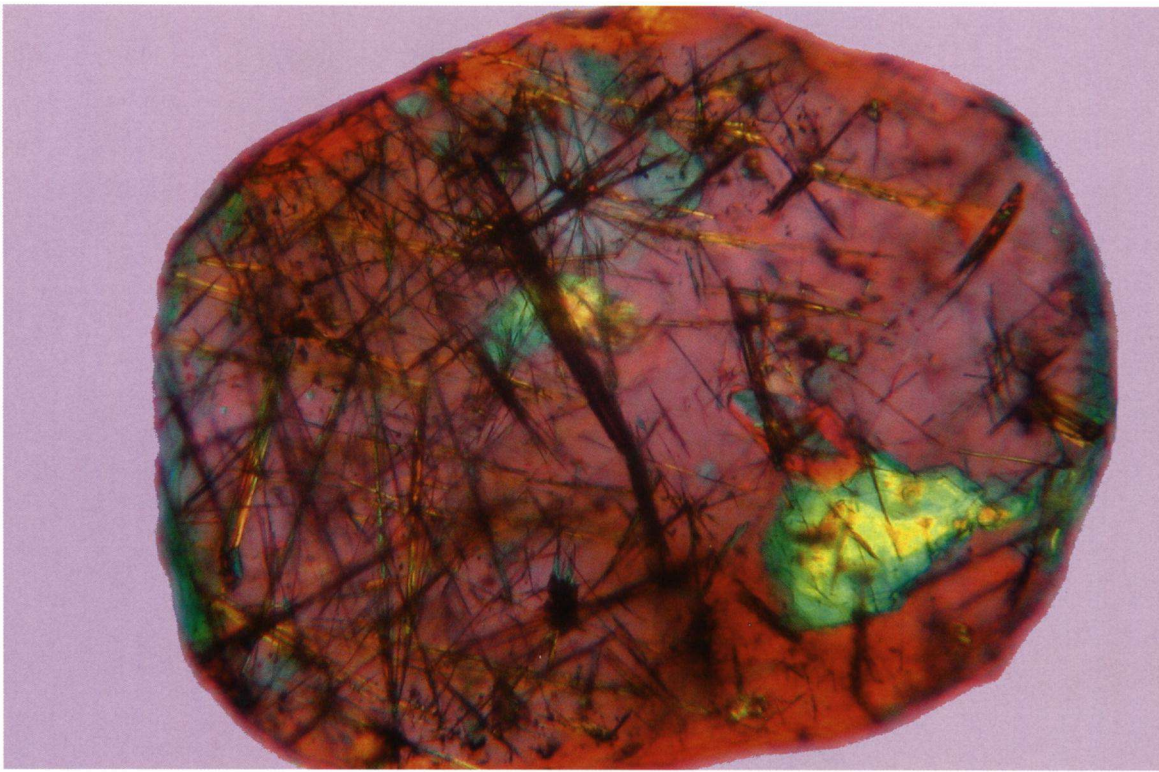
Omdat de zandmonsters niet direct van de kustlijn afkomstig zijn maar uit de duinen zelf bevatten ze relatief weinig schelpdierresten. Uit korreltellingen van slijpplaatjes blijkt dan ook dat dit omgerekend slechts  $\pm 0,1\%$  is. Deze resten verschillen duidelijk in structuur met natuurlijke kalksteen omdat ze in horizontale richting o.a. een groeigelaagdheid bevatten.

Uit korreltellingen van de zware fractie blijkt dat het onderzochte duinzand  $\pm 0,16\%$  fluoriet bevat. Fluoriet is als bijmineraal afkomstig uit verschillende stollingsgesteenten en is optisch gezien isotropisch. Het is daarom gemakkelijk herkenbaar onder de polarisatiemicroscop.

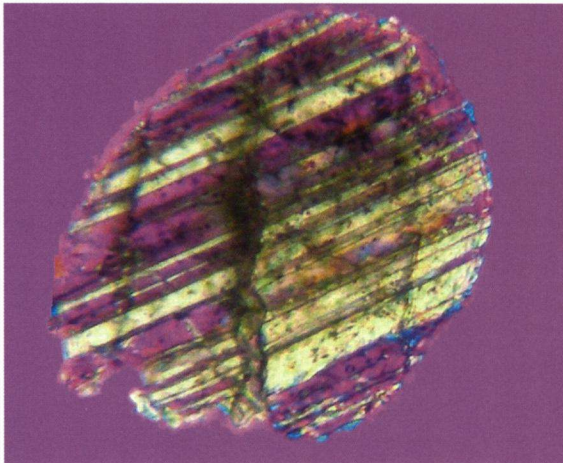
Plagioklaas ( $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8 \leftrightarrow \text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ ) behoort tot een reeks mineralen uiteenlopend van albiet tot anorthiet met wisselend calcium- en natriumgehalte. Onder de polarisatiemicroscop zijn de kristalletjes goed herkenbaar (Afb. 8).

Rutielnaalden ( $\text{TiO}_2$ ) in kwarts worden in duinzand sporadisch waargenomen. Dergelijke mineralen zijn afkomstig uit specifieke stollingsgesteenten (Afb. 9). In de zware fractie van Pleistoceen Rijnzand uit Wissel (Dld.) is als bijzonderheid een kwarts zandkorrel aangetroffen met hierin twee kleine granaatkristalletjes. Net als fluoriet is dit mineraal isotropisch en dus gemakkelijk herkenbaar onder de polarisatiemicroscop (Afb. 10). In de zware fractie van zand wordt ook wel eens een structuur aangetroffen van een onbekend mineraal (Afb. 11). Het afgebeelde mineraal is aan-





Afbeelding 9.  
Kwartskorrel met  
rutielnaalden af-  
komstig uit de zware  
fractie van duinzand  
(max. diam.: 0,19 mm  
polarisatiemicros-  
coop met X-nicols).

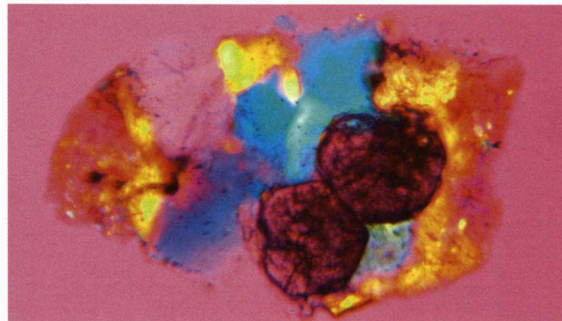


Afbeelding 8.  
Geïsoleerd plagioklaaskristal-  
letje afkomstig uit  
de zware fractie van duinzand (max. diam.: 0,19 mm  
polarisatiemicroscoop met X-nicols).

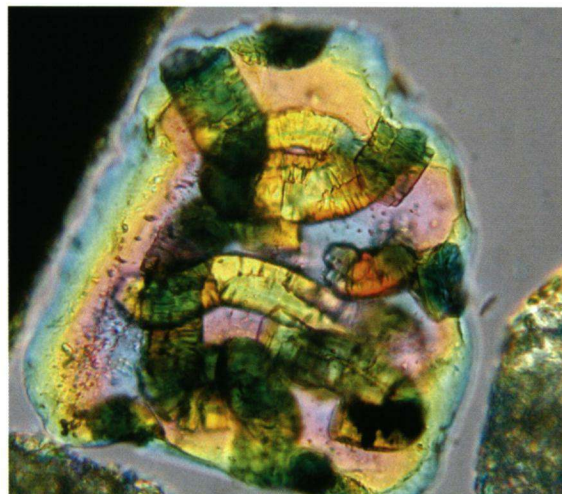
getroffen in Pleistoceen Rijnzand afkomstig uit  
Wissel (Dld.) Hetzelfde mineraal is ook aangetroffen  
in duinzand afkomstig van Texel en in rivierzand  
afkomstig uit de Waal.

#### NASCHRIFT

Uit de onderzoeksresultaten blijkt dat de meeste kalk-  
steen in ons duinzand niet afkomstig is van schelpen  
maar fossiele kalksteen. Deze kalksteen is afkomstig  
uit het stroomgebied van de Rijn en de Maas. Dezelfde  
kalksteen is n.l. ook aangetroffen in zand afkomstig uit  
deze rivieren. Opvallend is dat de kalksteenkorrels on-  
danks hun relatief lage hardheid behoorlijk verwerings-  
bestendig zijn. Zo blijkt dat kalksteen in Pleistoceen  
rivierzand zelfs na enkele duizenden jaren nog niet is  
opgelost. Naast de kalksteen bevat de zware fractie in  
ons duinzand een ongekeerde diversiteit aan mineralen  
afkomstig uit afbraakproducten van diverse gesteenten.



Afbeelding 10.  
Kwartskorrel met  
twee granaatkristal-  
letjes afkomstig uit  
de zware fractie van  
Pleistoceen Rijnzand  
(max. diam.: 0,24 mm  
polarisatiemicros-  
coop met X-nicols).



Afbeelding 11.  
Kwartskorrel met  
onbekend mine-  
raal afkomstig uit  
Pleistoceen Rijnzand  
uit Wissel (Dld.); max.  
diam.: 0,19 mm  
polarisatiemicros-  
coop met X-nicols).

Een opvallend mineraal in dit gezelschap is fluoriet wat  
relatief veel voorkomt in ons duinzand. De scheidings-  
methode zoals is beschreven kan een sterk hulpmiddel  
zijn om de herkomst van veel relatief zware mineralen in  
zand te achterhalen.

#### DANKWOORD

Graag wil ik Cees Laban (TNO-B&O) en Anton van  
Haperen (Staatsbosbeheer) bedanken voor het tot stand  
komen van dit artikel. Zij hebben mij geïnspireerd dit  
artikel te schrijven en hebben tevens zandmonsters ter  
beschikking gesteld voor dit onderzoek.