

# Eigenschappen van mineralen II

Van de mineraaleigenschappen die in dit hoofdstuk aan de orde komen zijn er enkele verwerkt in de kolommen van de Mineralentabel op pag. 114 e.v.

## Soortelijke massa en dichtheid

De twee termen **soortelijke massa** (s.m.) en **dichtheid** (D) worden nogal eens door elkaar gebruikt, maar er is een fundamenteel verschil. Per definitie is de soortelijke massa de hoeveelheid massa per eenheid van volume; een benoemd getal waarvan de officiële eenheid  $\text{kg/m}^3$  is. Om dezelfde getallen als voor de dichtheid te krijgen kan men echter de s.m. beter in  $\text{Mg/m}^3$  of in  $\text{g/cm}^3$  uitdrukken (Mg = megagram = 1.000.000 g).

Een stuk kwarts met een massa van 79,5 gram en een volume van  $30 \text{ cm}^3$  heeft een s.m. van  $2,65 \text{ g/cm}^3$ : dat is  $2,65 \text{ kg/dm}^3$  of  $2.650 \text{ kg/m}^3$ , wat weer overeenkomt met  $2,65 \text{ Mg/m}^3$ .

Bij stijgende temperatuur zet een mineraal gewoonlijk uit (uitzonderingen zijn ijs en bismut), terwijl zijn massa constant blijft: de soortelijke massa neemt af bij toename van temperatuur. Daarentegen neemt de soortelijke massa toe bij stijgende druk: dezelfde massa wordt in een kleiner volume geperst. Precisiemetingen van de soortelijke massa gebeuren dus bij een constante temperatuur (gewoonlijk  $20^\circ\text{C}$ ) en druk.

De dichtheid van een stof is een onbenoemd getal: het is de massa van een bepaald volume van die stof ten opzichte van de massa van een even groot volume van een andere stof (voor vloeistoffen en vaste stoffen neemt men water als de andere stof). In de praktijk zullen s.m. en D slechts in de 4e of 5e decimaal van elkaar verschillen. Zo is de dichtheid van kwarts 2,65.

## Gebruik bij determinatie

De meeste mensen hebben in het dagelijks leven een gevoel voor relatief gewicht ontwikkeld, zelfs voor dat van mineralen: bariet (D = 4,5) voelt gewoon erg zwaar aan voor een niet-metallisch mineraal. De gemiddelde dichtheid van de mineralen zonder metaalglans is ongeveer 2,6 tot 2,75: de dichtheden van kwarts (D = 2,65), veldspaat (D = 2,6-2,75) en calciet (D = 2,72), de meest voorkomende mineralen in deze groep, vallen daarbinnen. De gemiddelde dichtheid van mineralen met een metaalglans is ongeveer 5, de dichtheid van pyriet. Met een beetje oefenen kan men mineralen met kleine dichtheidsverschillen van elkaar onderscheiden door ze alleen maar in de hand te houden.

## Bepaling van de dichtheid

Voor een juiste bepaling van de dichtheid moet een mineraal homogeen en zuiver zijn, twee moeilijk te vervullen voorwaarden. Bovendien moet het mineraal compact zijn zonder barsten of holten waarin luchtbelletjes opgesloten kunnen worden. Voor routinewerk heeft men ongeveer  $1 \text{ cm}^3$  mineraal nodig.

De bepaling gaat als volgt. Het mineraal wordt eerst gewogen in lucht:  $W_l$  gram. Dan wordt het mineraal

ondergedompeld in water en opnieuw gewogen: het weegt nu minder door de opwaartse kracht die het ondervindt van het volume verplaatste water (Archimedes!); gewicht in water:  $W_w$ .

Nu is  $(W_l - W_w)$  het schijnbare verlies van gewicht in water, of het gewicht van een zelfde volume water (als men gemakshalve de s.m. van water stelt op  $1 \text{ g/cm}^3$ ). De formule  $W_l / (W_l - W_w)$  geeft dus de dichtheid van het mineraal.

In de praktijk kan dit gebeuren met een balans zoals afgebeeld in afb. 19.

Men kan de dichtheid van een mineraal ook bepalen met zware vloeistoffen. Korreltjes van een mineraal worden in een vloeistof gebracht waarin ze zullen drijven of zinken. Drijven ze, dan wordt de vloeistof geleidelijk verdund met een mengbare minder zware vloeistof tot de korrels in de vloeistof zweven. Als de korrels zinken wordt de vloeistof zwaarder gemaakt. Een voordeel van deze methode is dat men kleine korrels kan gebruiken en een aantal daarvan tegelijk: als er onzuiverheden in sommige korrels zitten valt dat meteen op door een verschil in dichtheid van korrel tot korrel. Een nadeel is dat de zwaarste vloeistof een D heeft van slechts 4,2: metallische mineralen kunnen op deze wijze niet bepaald worden.

Bij het werken met zware vloeistoffen is uiterste voorzichtigheid (ventilatie!) geboden!

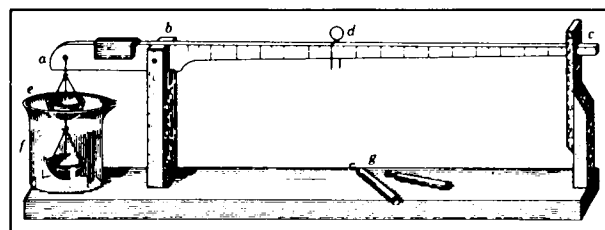
De dichtheid van de mineralen uit de Mineralenwijzer is terug te vinden in kolom D van de Mineralentabel.

## Magnetisme

De magnetische eigenschappen van stoffen worden bepaald door de elektronen van de samenstellende atomen of ionen. Een elektron dat in een gesloten baan rond een kern beweegt kan beschouwd worden als een stroom die zich als een golf gedraagt. Deze bewegende stroom veroorzaakt een magnetisch veld. Als een kristal in een extern niet-uniform magnetisch veld geplaatst wordt, dan zal er een kracht optreden die de neiging heeft om de magnetische velden van alle atomen op dezelfde wijze te oriënteren zodat een magnetisch moment voor het hele kristal ontstaat.

Het zijn de ferromagnetische mineralen waarbij de magnetische eigenschap het duidelijkst tot uiting komt. Deze mineralen bezitten domeinen met evenwijdig gerichte magnetische momenten, die al in een zwak magnetisch veld georiënteerd worden. Ze worden sterk aangetrokken door een staaf- of hoefijzermagneet en behouden nadat de magneet verwijderd is een restmagnetisme (remanentie).

Afb. 19. Balans voor dichtheidsbepalingen.



Het magnetisme kan bij de determinatie van maar enkele mineralen toegepast worden. In onze mineraalselectie zijn dat alleen magnetiet en pyrrhotien.

## Elektrische eigenschappen

### Geleiding

De geleiding van elektriciteit in mineralen is afhankelijk van de soort binding. Mineralen met een metallische binding (gedegen metalen, legeringen en enkele sulfiden) zijn goede elektrische geleiders. In sommige sulfiden zijn de bindingen gedeeltelijk metallisch: zij vormen halfgeleiders. De meeste mineralen hebben ionogene binding en geleiden de elektriciteit gewoonlijk niet.

De elektrische geleiding varieert met de kristallografische richting: de geleiding van hematiet is in richtingen loodrecht op de c-as tweemaal zo sterk als evenwijdig aan de c-as.

### Pyro- en piëzo-elektriciteit

Sommige mineralen die de elektriciteit niet geleiden kunnen een elektrische lading geven door veranderingen in temperatuur (pyro-elektriciteit) of door gerichte druk (piëzo-elektriciteit). Een voorbeeld van een pyro-elektrisch mineraal is toermalijn. Het bekendste piëzo-elektrische mineraal is kwarts. Ook wulfeniet vertoont dit verschijnsel (zie het artikel "Wulfenietkristallen" in Gea, vol. 16 (1983), nr. 2).

## Luminescentie

Iedere uitstraling van licht door een mineraal die niet veroorzaakt wordt door emissie van licht door gloeiend hete stoffen bij meer dan 550°C noemt men luminescentie. Een mineraal absorbeert een of andere vorm van energie en straalt deze uit in de vorm van zichtbaar licht. Naar de geabsorbeerde vorm van energie onderscheidt men diverse vormen van luminescentie.

**Fotoluminescentie** is de meest voorkomende vorm van luminescentie. Het wordt veroorzaakt door bestraling van mineralen met fotonen. Als de luminescentie ophoudt binnen de  $10^{-8}$  sec na het stopzetten van de bestraling noemt men het verschijnsel **fluorescentie**; indien het langer dan  $10^{-8}$  sec (soms uren lang) voortduurt noemt men het **fosforescentie**.

De ingestraalde fotonen brengen elektronen in het mineraal naar een hoger niveau van energie; als de elektronen terugvallen naar het oude niveau, meestal in enkele stappen, straalt het mineraal licht uit, maar van lagere energie (dus van grotere golflengte) dan het ingestraalde licht.

Daarom moet men voor het waarnemen van fotoluminescentie van zichtbaar licht een mineraal bestralen met licht van kortere golflengte dan zichtbaar licht: ultraviolet licht (zie afb. 4). In de praktijk gebruikt men UV-licht met twee golflengten: "korte golf" (2537Å) en "lange golf" (3658Å). Sommige mineralen fluoresceren alleen met kortegolf-UV (bv. scheeliet), andere mineralen alleen met langegolf-UV (bv. fluoriet), weer andere met beide (bv. willemiet).

Luminescentie staat in verband met storingen in het

kristalrooster. Deze kunnen defecten zijn in het rooster, of de aanwezigheid van vreemde ionen die als activator fungeren. In willemiet ( $Zn_2SiO_4$ ) wordt zink gedeeltelijk vervangen door het activerende mangaan; in scheeliet ( $CaWO_4$ ) wordt Ca vervangen door Pb, en W door Mo. Dit verklaart waarom willemiet van Franklin Furnace (N.J., USA), dat Mn bevat, fluoresceert en willemiet van andere plaatsen (bevat geen Mn) niet fluoresceert. De kleur van de fluorescentie is afhankelijk van soort en hoeveelheid van de aanwezige activatoren.

Fluorescentie is dus een volkomen onvoorspelbare zaak en daarom kunnen de fluorescentiekleuren slechts zelden als determinatiemiddel gebruikt worden.

De mogelijkheid om tot fluoresceren over te gaan is een eigenschap die verwerkt is in kolom G van de Mineralen-tabel.

## Radioactiviteit

Radioactiviteit in mineralen staat in verband met de aanwezigheid van vooral uranium of thorium; een aantal andere elementen zoals kalium en rubidium vertonen een vrij zwakke radioactiviteit die slechts met zeer gevoelige instrumenten kan worden waargenomen.

U- en Th-atomen zijn niet stabiel: zij vallen met een constante snelheid uiteen, onafhankelijk van temperatuur, druk of soort verbinding waarin ze voorkomen. Dit verval gaat gepaard met drie soorten straling: alfastraling (positief geladen heliumkernen), betastraling (negatief geladen elektronen) en gammastraling (elektromagnetische stralen van zeer korte golflengte).

De gammastraling van U- en Th-mineralen is eenvoudig op te sporen met een geiger-teller of met een scintillometer. Deze instrumenten zijn waardevolle hulpmiddelen bij de prospectie van afzettingen van U- en Th-mineralen. Kleine hoeveelheden U en Th in een kristalrooster kunnen door hun alfastraling het kristallijne karakter van een mineraal vernietigen: dergelijke mineralen worden **metamict** (zie afb. 20).

De vervalconstante (of de halfwaardetijd) van diverse radioactieve elementen (uranium, thorium, rubidium, kalium, koolstof-14) wordt gebruikt voor de bepaling van de absolute ouderdom van mineralen en gesteenten.

In de Mineralenwijzer zijn de volgende radioactieve mineralen opgenomen: autuniet, torbernieet, uraniniet.

## Chemische eigenschappen

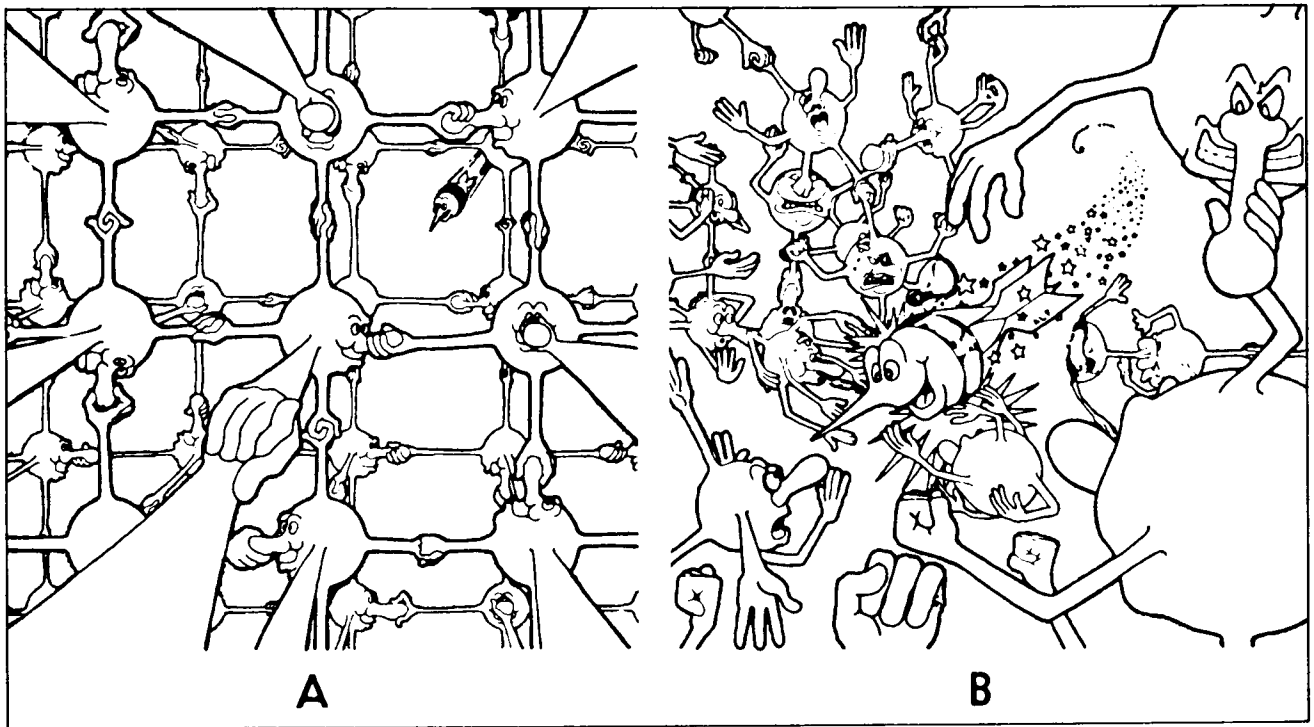
In het hoofdstuk Classificatie van mineralen werd beschreven, dat de mineralen in groepen worden onderverdeeld op grond van hun chemische samenstelling en hun kristalstructuur.

Het voert hier te ver om uitgebreid op deze grondslagen in te gaan. We beperken ons tot die facetten waarmee de macroscopische determinatiemogelijkheden worden gediend.

Helaas is de vraag "hoe kun je zien of een mineraal een oxide of een silicaat is" moeilijk te beantwoorden. Wel zijn er enige vuistregels die verband houden met de chemische samenstelling van de mineralengroepen.

**Sulfiden** hebben meestal een metaalachtig voorkomen en een donkere streep. Ze zijn meestal ondoorzichtig.

**Halogeniden** daarentegen hebben geen metallisch uiterlijk. Ze zijn veelal kubisch en hebben een duidelijke splijting.



Afb. 20 A. Een alfadeeltje, gevormd door de desintegratie van U- of Th-atomen, nadert een stabiel gedeelte van een kristalstructuur waarin de atomen van verschillende elementen met elkaar verbonden zijn. B. Het energierijke alfadeeltje botst met atomen van de structuur en veroorzaakt verplaatsing en structurele schade. (Naar R.S. Mitchell in: *Metamict Minerals, The Mineralogical Record*, vol. 4, 1974)

Silicaten hebben meestal geen gekleurde streep of een heel lichte. 94 volume % van de aardkorst bestaat uit siliciumverbindingen (silicaten en kwarts); de gesteenten bestaan dan ook voor het overgrote deel uit mineralen van deze groep.

**Carbonaten** geven een reactie met zuren. Bekend is, dat calciet al bruist met koud, verdund zoutzuur (10%). Dit is een belangrijk determinatiemiddel voor dit vaak moeilijk te traceren mineraal.  
 Dolomiet bruist met geconcentreerd, warm zoutzuur.  
**Sulfaten, chromaten, molybdaten, wolframaten** hebben vaak heldere kleuren. Vele sulfaten en chromaten zijn oplosbaar in water.  
**Fosfaten, arsenaten, vanadaten** zijn niet-metallisch en zijn vaak helder gekleurd. Vele fosfaten vormen overkorstingen.

### Proeven

Door middel van chemische reacties is het mogelijk, bepaalde mineralen of bestanddelen eruit te bepalen. In een volgend Gea-nummer zullen we nader ingaan op eenvoudige proeven die daartoe gedaan kunnen worden. Voordat de röntgendiffractiemethode ontwikkeld was gebruikte men diverse chemische technieken. Er bestond een testmethode met een zg. blaaspijp, die men in oude mineralenhandboeken wel beschreven vindt. Een andere methode: het determineren met boraxparels, is door J.C. Schilthuizen beschreven in Gea, vol. 12 (1979), nr. 4.

## Hulpmiddelen bij de determinatie

Het "op de hand" op naam brengen van mineralen, oftewel macroscopisch determineren, vereist slechts een paar eenvoudige hulpmiddelen: een loep (8 - 10 x vergroting), een mes, een paar splinters mineraal, een streepplaatje, een magneet, een flesje 10-procentig zoutzuur voor het geval dat er calciet in het spel is. Veel mineralenverzamelaars gebruiken een stereo-microscoop, bijv. 20 x vergrotend. Dit is natuurlijk een prachtig apparaat om de kristallen rustig te kunnen bekijken en om het resultaat van de uitgevoerde tests te kunnen waarnemen.

Het openbreken van gesteenten met holtes waarin de gezochte mineralen zitten kunt u met een hamer proberen, maar het risico dat juist het mooiste mineralengroepje naar onnaspeurbare richtingen spat is groot. Om meer gericht te kunnen splijten is de stenenkraker ontwikkeld, waarvan velerlei constructies in gebruik zijn (zie bijv. Gea vol. 12 (1979) nr. 4). Voor het bepalen van de soortelijke massa, een test die beschreven wordt op pag. 103, kan een instrument als aldaar afgebeeld gebruikt worden. In een volgend Gea-nummer hopen we suggesties voor een zelfbouw-balans te