

# EEN EN ANDER OVER MINERALOGISCHE ONDERZOEKINGEN

door

**Dr. F. F. F. E. van Rummelen**

Het is misschien boud om te beweren dat de mineralogie en de kristallografie reeds zo oud zijn als er mensen geleefd hebben. Dit klinkt mogelijk enigszins ongeloofwaardig. We dienen dit natuurlijk niet op te vatten in de moderne betekenis van deze wetenschappen. Trouwens als „wetenschap” is deze kennis nog niet zo heel erg oud, slechts enkele honderden jaren. Onze voorouders, van welk ras ze ook mogen zijn, hadden wel degelijk oog voor mineralen. Hiervoor behoeven we slechts de producten uit de diverse stenen tijdperken te beschouwen. Natuurlijke kristallen werden tot nuttige gebruiksvoorwerpen omgevormd. Dit gold nog in meerdere mate voor amorfe en microkristallijne massa's, waarvan pijlpunten, mesjes etc. vervaardigd werden. De feiten hiervan liggen b.v. in de omgeving van Bogor voor het oprapen, aangezien hier talloze „werkplaatsen” gevonden worden van een obsidiaancultuur<sup>1</sup>).

Iets verder naar het oosten in Karangnuggal bereikte de stenen-tijdperk cultuur zelfs een buitengewone hoogte; hier vindt men bijlen, patjols, armbanden van prachtig agaat. We zien dus al een soort „siersteen-industrie” optreden<sup>2</sup>)!

Sindsdien heeft de wetenschap zich zeer uitgebreid en wel zelfs in die mate, dat onderdelen van de kristalkunde en de mineralogie uitgegroeid zijn tot aparte wetenschappen. De toestand is thans zelfs zo, dat de moderne samenleving, onze hedendaagse „cultuur” gedeeltelijk afhankelijk is van de kennis van mineralen en kristallen, zonder dat men zich dit veelal realiseert. En nu moeten we niet denken aan de overigens nutteloze sierstenen, welke slecht tot opschik dienen.

Neen, in een geheel ander opzicht. Want zowel b.v. de geologie als de landbouwwetenschap maakt er gebruik van. Wist U, dat het succes van olieboringen soms afhankelijk is van zeer kleine, slechts door de microscoop waarneembare mineralen? Dat de landbouw bij het openleggen van terreinen ook hier gebruik van maakt?

Het behoeft geen betoog, dat zanden en kleiige producten niet zo maar zonder meer direct voor een onderzoek gebruikt kunnen worden. Hiervoor is een speciale techniek nodig welke in een goed geoutilleerd laboratorium dient te worden uitgevoerd. Tevens is

1) Obsidiaan is zwart vulkanisch glas, dus een amorf stollingsproduct van vulkanen.

2) Wie hier iets meer van wil weten leze: C. J. H. FRANSSEN: Over het voorkomen van praehistorische steenen ringen op Java. Nat. Wet. Tijdschr. voor Ned.-Indië. Dl. 101, Afl. 5, Mei 1941, pp. 132-139.

vanzelfsprekend een grondige kennis van de kristallografie, mineralogie en petrografie een eerste vereiste, terwijl men tevens op de hoogte dient te zijn van enkele andere onmisbare wetenschappen als b.v. de geologie en chemie en eventueel ook nog van de bodemkunde. Met deze kennis gewapend kan men nu de monsters te lijf gaan.

Normaal verloopt een onderzoek volgens de volgende trappen :

1. de monstername
2. de mechanische analyse
3. chemisch onderzoek
4. mineralogisch onderzoek
5. het verwerken der gegevens.

Soms dienen voor bepaalde doeleinden nog andere bewerkingen hieraan toegevoegd te worden, welke wij thans echter buiten beschouwing zullen laten.

Indien we de bovenstaande punten eens nader onder de loupe nemen, kan hiervan (zeer summier) het volgende gezegd worden.

1. *De monstername.* Afhankelijk van de aard van het onderzoek moeten hier onderscheiden worden oppervlaktemonsters en dieptemonsters. De oppervlaktemonsters gaan gewoonlijk niet dieper dan een paar meter. Deze zullen voornamelijk genomen worden voor landbouwkundige doeleinden. Doch ook de oppervlakte-verbredingen van bepaalde producten vallen hieronder, zoals bv. asverbredigen van vulkanische uitbarstingen.<sup>1)</sup>

Voor dergelijke onderzoeken worden proefkuilen gegraven. Uit de diverse horizonten welke hierin aangetroffen worden, wordt materiaal genomen (ongeveer 1 à 2 kg.). Dit geldt vanzelfsprekend niet voor nieuwe asverbeidingen, tenzij dat deze door ander materiaal zijn overdekt. Deze betrekkelijk grote hoeveelheden zijn nodig voor het laboratoriumonderzoek, terwijl steeds een gedeelte bewaard dient te blijven voor eventuele latere onderzoeken. Moeilijker is het verkrijgen van dieptemonsters. Deze worden door middel van boringen aan de oppervlakte gebracht. De diepte van dergelijke boringen is zeer gevarieerd en kan tot enkele duizenden meters gaan, al naar gelang van het doel van het onderzoek. Dergelijke boringen dienen voor geologische onderzoeken op allerlei gebied. Men behoeft slechts te denken bv. aan de olie-exploratie. Ook hiervan wordt de nodige hoeveelheid naar een laboratorium gezonden.

<sup>1)</sup> zie hiervoor bv. : Dr J. A. Baak, A comparative study on recent ashes of some Java volcanoes, Med. A. P. L. en F. F. F. E. van Rummelen en Raden Rachmat Hardjosoesastro : The mineralogical background of the ash distribution of the G. Kelut in connection with the geography and geomorphology of Java (Indonesia), Proc. Int. Geographical Congress, Washington 1952 (in druk).

2) *De mechanische analyse.* In het laboratorium worden de monsters op de eerste plaats gesplitst in diverse korrelgrootten. Indien het los materiaal is, wordt 15 gram eerst in flessen met water, waaraan iets ammonia is toegevoegd gedurende 6 uur geschud. Door deze bewerking worden de aaneengeklonterde korreltjes van elkaar losgemaakt, z.g. gedesintegreerd. Door middel van centrifugeren en opspuiten, waarbij gebruik wordt gemaakt van valsnelheden volgens de Wet van Stokes, wordt dit materiaal procentueel verdeeld in 10 korrelgrootte-fracties, genummerd 1 t/m 10. In feite worden deze in drie groepen verdeeld, nl. :

1—5	2,000 mm - 0.0500 mm = zand
6—7	0,050 mm - 0.0050 mm = stof
8—10	0,005 mm - 0.0005 mm = lutum

De gegevens, welke hieruit voortvloeien worden zowel tabellarisch als grafisch verwerkt en geven een idee van de korrelgrootte-samenstelling, waaruit soms verregaande conclusies getrokken kunnen worden.

Indien het materiaal hard is, zoals gewoonlijk het geval zal zijn met kernboormonsters, moeten deze een zeer speciale voorbehandeling ondergaan, welke zeer tijdrovend is en niet altijd tot goede resultaten leidt. Op de techniek hiervan kan echter niet ingegaan worden, aangezien deze te gecompliceerd is voor het onderhavige artikel.

3) *Het chemische onderzoek.* In bepaalde gevallen is het noodzakelijk om een totaal chemische analyse te maken, welke uitgedrukt wordt in oxyden, op geheel dezelfde wijze als gebruikelijk is in de petrografie. Hieruit kunnen dan eventueel de z.g. Niggli-waarden berekend worden, welke grafisch kunnen worden verwerkt.

In andere gevallen kan volstaan worden met het vaststellen van enkele chemische waarden, zoals b.v. kali-, phosphor-, stikstof- en calcium bepalingen. Dit laatste zal vooral van belang zijn voor de landbouw.

4) *Mineralogische onderzoek* en 5) *Het verwerken der gegevens.* Voor ons doel is vooral dit gedeelte van groot belang. Voor dit onderzoek wordt alleen dat gedeelte gebruikt dat „ zand ” genoemd wordt.

Dit zijn dus de korrelgrootten tussen 2 en 0.05 mm. Voor direct landbouwkundige doeleinden worden de vijf zandfracties afzonderlijk onderzocht. Het doel hiervan is door Edelman als volgt geformuleerd :

- a. het verkrijgen van kennis omtrent het moedermateriaal der gronden naar samenstelling en vorm in verband met de identificatie en de kartering van de bodemtypen.
- b. het verkrijgen van inzicht in de verweringswijze en het stadium van de verwerking.
- c. het beoordelen van de minerale reserve van de gronden.

Om dit te kunnen bereiken, worden uit iedere fractie 100 willekeurige korrels geteld en gedetermineerd. Dit geschiedt door middel van een z.g. polarisatiemicroscop, waar het licht dus in één vlak trillend doorheen valt. Door deze polarisatie-richting kunnen diverse optische eigenschappen aan de mineralen waargenomen worden, waardoor ze van andere gemakkelijk te onderscheiden zijn. Vooral in de tropen is het gestelde onder b. van zeer groot belang, omdat de verwerkingssnelheid hier veel groter is dan in een gematigd klimaat.

Ten nauwste hangt hier sub c. mee samen, aangezien een door en door verweerde grond practisch geen mineraalreserve meer zal hebben. Tenslotte is de kennis van de herkomst, dus het moedermateriaal, van zeer groot belang, aangezien dit één van de bodemvormende factoren is.

Een geheel ander aspect van het mineralogisch onderzoek wordt gevormd door een scheiding naar de soortelijke gewichten van de mineralen te bewerkstelligen. Door deze scheiding, welke met behulp van bromoform wordt uitgevoerd, wordt het zand gescheiden in een z.g. lichte fractie en een zware fractie. Deze bromoform heeft een s.g. 2.85-2.90. Het zal duidelijk zijn, dat, indien men hierin zand brengt, de soortelijk zwaardere mineralen zullen doorzakken (de zware fractie) terwijl de soortelijk lichtere mineralen zullen blijven drijven (lichte fractie). Doordat in de trechter waarin dit geschiedt een kraan is ingeslepen, kan de zware fractie afgetapt worden in een schaalkje. Juist deze zware fractie is nu van grote interesse. Hieruit kunnen op velerlei gebied zeer verregaande conclusies getrokken worden. Met behulp hiervan kan de mineraalverbreiding zowel in horizontale als in vertikale zin nagegaan worden. In horizontale zin, is het mogelijk om in fineses mineraalverbreidingen te vervolgen in z.g. sedimentpetrologische provincies. Dergelijk onderzoek werd en wordt op kleine schaal ook in Indonesia verricht. Hierbij moet men niet alleen aan land denken, want ook in de zee is dit mogelijk. Dit klinkt misschien vreemd, doch het is zeer goed realiseerbaar met behulp van zeebodemmonsters. Denk bv. maar eens aan de voormalige Zuiderzee. In Indonesië werd door van Baren en Kiel de Java Zee onderzocht. In feite kunnen op geheel dezelfde manier asverbreidingen nagegaan worden. Hetzelfde geldt voor geologische afzettingen zowel in horizontale als vertikale zin.

Wat is namelijk het geval? Men zoekt naar mineraalcombinaties, z.g. mineraal associaties welke op een bepaald moment (b.v. een asregen) of in geologische kortere of langere perioden zijn afgezet (b.v. in een of ander onderdeel van het Tertiair of Kwartair). Uit het woord „afgezet” voelt men direct reeds het sedimentatiekarakter (afzettingsgesteenten). Vandaar dan ook dat deze wetenschap „sedimentpetrologie” heet. We moeten dus de residuaire gronden (d.w.z. plaatselijke verweringsbodems uit direct onderliggende niet sedimentaire gesteenten) uitschakelen. Weliswaar blijkt uit het onderzoek van deze laatsten aan de hand van de zware mineralen, wat het onderliggende moedergesteente is, doch ze hebben gewoonlijk slechts een geringe oppervlakteverbreiding. Tevens is het in dit geval duidelijk, dat niet van echte „provincies” gesproken kan worden, omdat het onderliggende, niet sedimentaire gesteente, binnen zeer enge grenzen zeer sterk kan wisselen in samenstelling.

Bij het microscopisch mineralogisch onderzoek gaat men als volgt te werk. Van de verkregen zware fractie, dus de zwaardere mineralen welke door de bromoform zijn heengezakt, maakt men z.g. vaste preparaten. De mineralen liggen hierin ingebed in canadabalsem op een objectglasje en afgeschermd door een dun dekglasje. Ook nu worden de mineralen weer gedetermineerd. Men brengt echter tijdens deze determinatie en telling eerst een scheiding aan tussen opake (= niet-doorzichtige) mineralen bv. erts en non-opake (= doorzichtige) mineralen. Eerst telt men de opake mee tot 100. Hierdoor weet men het percentage opake t.o.v. het non-opake gedeelte. Vervolgens wordt doorgeteld zonder de opake mineralen mee te tellen, weer totdat totaal 100 non-opake zijn gedetermineerd. Hierdoor verkrijgt men dus onderlinge procentuele verhoudingen van het non-opake gedeelte, b.v. :

Monster No.	Opaak	Onderlinge procentuele verhouding der Non-opake mineralen						
		Toermalijn	Zirkoon	Granaat	Augiet	Hyperstheen	Amfibool	Olivijn
1	42	1	5	sp	45	41	8	—
2	67	—	1	—	62	2	3	32

In monster No 1 zien we dus, dat augiet en hyperstheen procentueel bij het non-opaak overheersen. Indien dit bij vele monsters in een bepaald aaneengesloten areaal het geval is, spreken we b.v. van een augiet-hyperstheen associatie of -provincie. In monster No 2 overheersen augiet en olivijn, waardoor we een geheel andere associatie krijgen, b.v. augiet-olivijnprovincie. Vanzelfspre-

kend kan niet afgegaan worden op een paar monsters, doch men moet hele monsterreeksen van soms duizenden monsters in een dergelijk onderzoek betrekken. Hieruit kan dan de oppervlakte of ook de diepteverbreding van bepaalde associaties nagegaan worden. Zo is het b.v. mogelijk oude rivierlopen, welke anders niet meer te zien zijn in het landschap, te traceren zoals o.a. het geval was in de Sawittovlakte van Zuid-Celebes en met oude Rijnlopen in Nederland.

Zoals reeds even terloops vermeld, kunnen deze onderzoeken ook op de diepte-verbreding toegepast worden. Hierdoor is een dergelijk onderzoek ook van grote waarde voor de geologie. Het is namelijk zelfs mogelijk allerlei geologische afwijkingen als breuken en plooien in de diverse aardlagen aan te tonen. Hiervan wordt druk gebruik gemaakt door de oliegeologen. Jammer genoeg worden de resultaten van dergelijke (en ook andere) onderzoeken door de oliemaatschappijen, ook in Indonesië, nimmer gepubliceerd, zodat weliswaar grote arealen zowel horizontaal als in diepte intensief onderzocht zijn en worden, doch waarvan buitenstaanders „koud” blijven.

Nu zult U zich afvragen: gebeurt er nu iets met die lichte fractie? Natuurlijk wel. Hiermede kunnen precies dezelfde resultaten bereikt worden als met de zware fractie, hetgeen eigenlijk vanzelfsprekend is, aangezien ze gelijktijdig zijn afgezet. De techniek van het onderzoek is echter buitengewoon tijdrovend, zodat deze meestal achterwege gelaten wordt. Ze heeft in feite eigenlijk alleen nut voor bepaalde landbouwkundige aspecten.

Aangezien er echter vooral in de laatste na-oorlogse jaren te weinig geschoolde krachten zijn om hierop intensief te kunnen werken, zal men praktisch bijna nooit publicaties in deze laatste richting tegenkomen (overigens ook niet in het buitenland). Daar men met de methode van het zware fractie onderzoek even goed en veel sneller kan werken, zonder dat afbreuk gedaan wordt aan de nauwkeurigheid binnen reële grenzen, wordt deze algemeen gebruikt.

Voorals bodemkundig zijn ook in Indonesië van duizenden en duizenden monsters de zandfracties mechanisch, chemisch en mineralogisch onderzocht, zodat wij hier in de tropen reeds over een grote schat aan kennis op dit gebied beschikken, welke haar nut ten volle bewezen heeft. Ditzelfde geldt natuurlijk ook voor de oliemaatschappijen.

Wat gebeurt er nu verder met de fijnere fracties van het mechanisch onderzoek welke wij stof en lutum noemden? De beide stof-fracties zijn inderdaad nog microscopisch op geheel dezelfde manier te onderzoeken als de zandfracties. Het werk is echter zeer vermoeiend, doordat de mineraaltjes zo klein zijn. Dat neemt evenwel niet weg, dat dergelijk werk vooral in de laatste jaren uitgevoerd wordt door de school van Edelman in Wageningen. Bij de lutumfracties is het echter niet meer goed mogelijk om deze normaal microscopisch te

onderzoeken. Vooral de allerfijnste fractie zal veel moeilijkheden geven. Gelukkig zijn er nog andere methoden, waardoor het mogelijk is ook deze allerfijnste fracties te bekijken. Want het is soms van zeer groot belang te weten in hoeverre en op welke wijze de mineralen verweerd zijn. Dit nu kan bijvoorbeeld verwezenlijkt worden door een röntgenologisch onderzoek. Dit is echter een zeer kostbare geschiedenis. Evenwel de resultaten, welke deze methode afwerpt, zijn van zeer beslissende aard. Bogor zou haar naam van wetenschapscentrum niet met ere dragen als daar ook niet zo'n dergelijke apparatuur was. Er zijn er zelfs twee, nl. één op het Bodemkundig Instituut welke er vóór de 2e wereldoorlog ook reeds één had en één op de Afd. Mineralogie en Agrogeologie der Faculteit van Landbouwwetenschap. Het is in dit artikel volkomen onmogelijk om iets van de techniek van dit onderzoek mede te delen. Dit zou veel te ver voeren.

Een andere apparatuur waarmede veel te bereiken zou zijn, is de z.g. elektronen-microscop. Ik zou haast willen zeggen, dat bij een dergelijk zeer kostbaar apparaat een volkomen terzake deskundige specialist geleverd zou moeten worden! Dit is nu eenmaal niet zo'n doodgewoon apparaatje als een polarisatiemicroscop dat zo tussen de bedrijven door eens even behandeld kan worden. Het is om deze reden, en dus niet zo zeer vanwege de pecunia, dat in Bogor zo'n microscop niet aanwezig is. Wij zijn echter al zeer gelukkig met onze röntgenapparatuur en hopen verder maar op de toekomst!

Met het bovenstaande heb ik U een zeer summier beeld willen geven van mineralogische onderzoekingen en welke de aspecten hiervan zijn. Mogelijk dat U zich nu, wanneer U zich in een auto of op een goed geoliede fiets na gedane arbeid huiswaarts spoedt om Uw bordje rijst te verschalken, realiseert, dat achter deze mineraaltjes nog wel iets anders zit dan het mooie steentje in het ringetje van Uw echtgenote!

### Summary.

Mineralogical investigations can add much to the knowledge of certain geological phenomena and to the knowledge of the soil. Such investigations can normally be divided into 5 stages, to which for certain purposes some others must be added. These 5 stages are: 1. sampling; 2. mechanical analysis; 3. chemical investigations; 4. mineralogical investigations s. s.; 5. surveying the data. The sampling of course has to be done in the field; the rest belongs to the laboratory researches. Mineralogical work is normally done with a polarizing microscope. However when the particles are too small one has to use other means e. g. a röntgen diffraction apparatus or an electronic microscope. Röntgenological diffraction work is carried out in Bogor by the Institute for Soil research and by the present author in his laboratory of the Faculty of Agricultural Science (Section of Mineralogy and Agrogeology). An electronic microscope is not yet available in Bogor.

In this article is dealt with the 5 stages of investigation already mentioned and the practical purposes which lead to a greater knowledge of the Indonesian soil and geology.