

# Momentopname resultaten maanexploratie

en het belang voor de ontwikkeling van de geologische wetenschappen

J. J. Smit

In „Grondboor en Hamer” no. 6 van december 1969 is een zeer interessant artikel opgenomen van de heer A. A. Manten „De aardkorst beweegt”.

De heer Manten bespreekt hierin de resultaten van onderzoeken van vooraanstaande wetenschapsmensen over bewegingen van de aarde, ondergrondse zeeruggen, veranderingen in het aardmagnetisme en de beweging der continenten.

Vooraf deze beweging der continenten of drift der continenten heeft vele mensen bezig gehouden; er zijn vele theoriën opgesteld om deze drift te verklaren. Zo zijn enkelen bezig geweest de huidige continenten als een legpuzzel in elkaar te passen. Het is frappant dat de verschillend gevormde continenten - en hierbij telt Antarctica ook mee - zo goed in elkaar passen. De westelijke uitstulping van Afrika blijkt nagenoeg te passen in de Golf van Mexico, etc. etc.

Bevredigende bewijzen zijn nog niet gevonden. Volgens de heer Manten staan de aardwetenschappen aan de vooravond van een belangrijke doorbraak, nl. de ontdekking van een fundamentele theorie, waarin alle op empirische wijze gevonden geologische en geofysische verschijnselen worden ingepast.

Bij de ontwikkeling van deze fundamentele theorie speelt de exploratie van de maan door de Amerikanen en in mindere mate door de Russen een ontzagwekkende rol. Dit geldt speciaal na de eclatante successen van de Amerikanen met hun Apollo's 11 en 12.

Natuurlijk is het belangrijk dat voor het eerst in de geschiedenis van de mensheid, aardbewoners voet op de bodem van een ander hemellichaam hebben gezet.

Zeker zo belangrijk zijn echter de onderzoeken die op de maan verricht zijn, de instrumenten die op de maan geplaatst zijn en de meegebrachte maangesteenten.

## Maangesteenten

Over de gehele wereld zijn researchinstituten koortsachtig bezig met de analyse van deze maangesteenten. Er is nog niet zoveel bekend; bovendien verbieden de NASA-voorschriften de onderzoekers iets bekend te maken voor de grote conferentie in Houston, die in januari 1970 gehouden zal worden. Op deze conferentie zullen alle resultaten bekend worden gemaakt.

Wel zijn de resultaten bekend van een voorlopige analyse vooraf tijdens de quarantaine in Houston. \*)

Hier volgt een samenvatting van de resultaten van dit voorlopige onderzoek:

- a. De rotsen zijn van tweërlei oorsprong: afkomstig uit het inwendige van de maan en brokstukken van gecompliceerde oorsprong. De rotsen zijn gevormd nabij de top of bodem van een lavastroom of een lavameer.
- b. De gekristalliseerde rotsen, afkomstig uit de maan, verschillen in samenstelling van ieder bekende aardse rotsoort en van alle meteorieten.
- c. De meeste rotsen zijn op plaatsen afgerond door erosie. Deze erosie was reeds

aangetoond op de foto's gemaakt door Ranger-, Surveyer- en Lunar Orbiter-ruimtevaartuigen. Er is geen erosieproces op aarde bekend dat soortgelijke resultaten geeft. Erosie door water werd niet gevonden.

- d. Bij de vorming van gekristalliseerde rotsen was zuurstof, water en zwavel vrijwel afwezig.
- e. Omdat er geen waterhoudende mineralen werden gevonden, blijkt dat er n o o i t vrij water op deze plaats op de maan is geweest.
- f. In de meeste monsters worden sporen gevonden die wijzen op inslagen (of veranderingen onder grote druk).
- g. Alle rotsen vertonen lijnachtige beschadigingen aan het oppervlak. Deze zijn veroorzaakt door kleine, deeltjes, zoals meteorieten.
- h. In alle bodemonsters, genomen op het oppervlak, komt een hoge concentratie edelgassen voor. Deze edelgassen zijn afkomstig van de zonnewind.
- i. De ouderdom van de rotsen is 3 tot 4 miljard jaar. Dit is ouder dan de op aarde gevonden rotsen. Deze conclusie is een van de meest opwindende. De leeftijd werd bepaald met behulp van de verhouding van isotopen  $^{40}\text{K}$  en  $^{40}\text{Ar}$ . Met behulp van kernen, afkomstig uit de kosmische stralen, bleek dat deze rotsen gedurende een periode van 20 tot 160 miljoen jaar binnen een meter van het oppervlak van de maan zijn geweest. Ondanks de hoge leeftijd zien alle rotsen er van binnen erg vers uit.
- j. Er is opvallend weinig organisch materiaal in de maanstenen aanwezig. Mogelijk is alle organisch materiaal verontreiniging. Er is geen verontreiniging bij de landing opgetreden. Materiaal van de uitlaatgassen en van de containers werd niet gevonden.
- k. Er werden 23 monsters geanalyseerd. Ze hadden alle vrijwel dezelfde chemische samenstelling.
- l. De rotsen lijken op basalt, maar enkele elementen komen duidelijk in een afwijkende concentratie voor. Opvallend is vooral de grote hoeveelheid Ti en Zr in de maanmonsters. De elementen die in hoge concentratie in de ijzermeteorieten (zoals nikkel, cobalt en platina) voorkomen, konden niet of nauwelijks worden aangetoond.
- m. Er werden 12 radio-actieve elementen aangetoond. Twee hiervan hebben een korte halfwaardetijd, namelijk  $^{52}\text{Mn}$  en  $^{48}\text{V}$  met een halfwaardetijd van resp. 5, 7 en 16,1 dagen.
- n. De uranium- en Th-concentratie lijkt wel op die in aards basalt; de K-concentratie is echter veel lager dan in basalt of meteorieten.
- o. De hoge concentratie van een bepaald aluminium-isotoop klopt met een lange periode van blootstaan aan kosmische stralen. Beide feiten werden in onafhankelijke analyse aangetoond.
- p. De maanbodem ter plaatse bestaat uit kleine korrels, is nauwelijks cohesief en niet samendrukbaar. De stevigheid wordt veel groter op een diepte van 15 cm. De resultaten van de Surveyers worden bevestigd.
- q. Er zijn tot op heden geen sporen gevonden van biologisch materiaal. De monsters werden onder een microscoop bekeken en het materiaal werd aan vele dieren (zoals muizen en vissen) en planten toegediend. Geen ziekten of andere verschijnselen werden geconstateerd.

Meer gedetailleerde resultaten zullen waarschijnlijk op de conferentie van januari bekend worden gemaakt. Toch zijn deze voorlopige resultaten al zo belangrijk, dat

vele theoriën over het ontstaan van de maan waarschijnlijk gewijzigd zullen moeten worden.

## **Laserreflector**

Door de astronauten Armstrong en Aldrin werd op de maan een reflector geplaatst en op de aarde gericht. De bedoeling is laserstralen naar de maan te zenden en dan de reflectie weer op te vangen. Eerdere experimenten met laserstralen mislukten, omdat het maanoppervlak een onvoldoende reflecterend vermogen heeft, om met laserstralen te experimenteren.

Over de gehele wereld zijn sterrewachten bezig laserreflecties op te vangen, o.m. in Amerika, Engeland, Frankrijk en Rusland. Resultaten zijn nog niet bekend, maar zullen ongetwijfeld komen.

Het unieke van de laserstraal is dat hij energierijk, evenwijdig en monochromatisch is. Op de 380.000 km. lange reis naar de maan wordt echter zelfs de laserstraal breder. Uiteindelijk arriveert een bundel met een doorsnede van 2 à 3 kilometer op de maan. De laserstralen worden in kleine stootjes uitgezonden. In de ruimte getekend zijn dat dus pannekoeken van licht op weg naar de maan. Als de laserreflector precies in de nauwe bundel staat kan het gereflecteerde signaal gemeten worden. Met behulp van deze techniek kan de afstand tussen maan en aarde of beter gezegd tussen de reflector op de maan en de sterrewacht op de aarde, zeer nauwkeurig gemeten worden. (Momenteel kan tot op een nauwkeurigheid van 15 centimeter de afstand bepaald worden. Te verwachten is dat deze variantie in de toekomst belangrijk kan worden verkleind).

Een belangrijk aspect van het „operationeel” worden van de laserreflector op de maan is dat men - en dat sluit aan bij de opmerkingen van de heer Manten over de drift der continenten - door op verschillende plaatsen op aarde, bv. Amerika en Europa, gelijktijdig signalen naar de maan te zenden, kan bepalen of er sprake is van een drift der continenten; en zo ja, hoeveel centimeter per jaar deze drift bedraagt.

## **Seismometer**

Een ander belangrijk instrument dat door de astronauten op de maan is geplaatst is de seismometer. De Apollo 11 heeft zo'n apparaat meegenomen en volgende Apollo's zullen er nog meer plaatsen.

De gewichtsbepkeringen van de Apollo 11 maakten het onmogelijk een energievoorziening voor de maaninstrumenten mee te voeren. Daarom heeft men een klein radio-actief kachelkje ingebouwd. De werkingsenergie wordt via grote panelen met zonnecellen uit het zonlicht verkregen. Dit betekent dat metingen uitsluitend gedurende de „maan-dag” kunnen geschieden.

Het is de bedoeling met volgende Apollo's wel energievoorzieningen mee te nemen, zodat ook in de „maan-nacht” metingen kunnen worden verricht.

De seismometer is zeer gevoelig, ongeveer 100 keer gevoeliger dan de instrumenten die het KNMI in De Bilt gebruikt en nog steeds 10 keer gevoeliger dan de instrumenten die tegenwoordig door mijnbouw- en oliemaatschappijen worden gebruikt. Er werden twee soorten van seismische activiteit waargenomen. Het meest voorkomend zijn verschijnselen, die men aan zou kunnen duiden als grondverschuivingen. Deze grondverschuivingen betreffen enkele tot vele tientallen kilo's materiaal. Men denkt dat het materiaal langs de kraterwanden naar beneden schuift. Het

proces zou op gang worden gebracht door de enorme temperatuurverschillen die op de maan optreden. Het is duidelijk dat dit een nivellerend proces is; waarschijnlijk treedt het gedurende maximaal enkele honderden jaren na het ontstaan van de krater op. Bij grote kraters zal het proces heftiger en langduriger zijn dan bij kleine. Men zou op deze wijze dus de grootte en de ouderdom van de kraters kunnen bepalen.

Een andere vorm van seismische activiteit zijn de werkelijke bevingen. Ook hier is het moeilijk bindende conclusies te geven. Dat deze bevingen nu echter reeds zijn aangetoond duidt op de aanwezigheid van nog vloeibaar materiaal op de maan (niet noodzakelijk in de kern).

Een andere verklaring van deze grotere storingen is de inslag van meteorieten of tectonische werkingen in de maankorst.

Hopelijk zullen nadere en diepgaander onderzoekingen meer uitsluitsel geven over deze problemen.

## **Kosmische stralen en zonnwind**

Onder de punten h en i is gewezen op de invloed van kosmische stralen en zonnwind. De onderzoekingen betreffen echter buitenaards materiaal (maangesteente). Om nu ook de invloed op aardse materialen aan te kunnen tonen, is met de Apollo 11 een aluminium-vaandel meegevoerd, dat gedurende 1 uur en 17 minuten aan de werking van kosmische stralen en zonnwind is blootgesteld. Natuurlijk is deze periode te kort. Wel kan het een eerste indruk geven. Men wil door het aluminium te smelten en met behulp van een spectrograaf de samenstelling van de zonnwind bepalen.

## **Conclusie**

Het is duidelijk dat op grond van deze summier gegevens moeilijk een sluitende fundamentele theorie gevormd kan worden.

De verschillen die op grond van dit voorlopige onderzoek echter al aangetoond zijn tussen de samenstelling van de maan en de aarde, hebben al een grote invloed op het wetenschappelijke denken. Het vertrouwen is gewettigd dat in januari nog interessanter gegevens in de openbaarheid zullen komen. Het nut van de maanreizen staat in de wetenschappelijke wereld nu al onomstotelijk vast.

De kennis van de maan kan een onontbeerlijke steun zijn bij het oplossen van vragen over het ontstaan van de aarde en een bijdrage leveren tot de ontwikkeling van de aardwetenschappen.

Rotterdam, 30 november 1969.

---

\*) Deze punten zijn ontleend aan het artikel van drs. Chriet Titulaer in „Intermediair” van 7 november 1969. Verder is het artikel geschreven aan de hand van vele verslagen en artikelen in kranten en tijdschriften.