

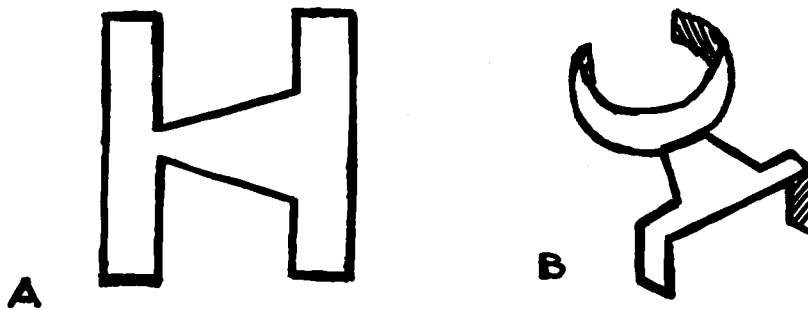
TIP

Een loep is een praktische en onmisbare hulp voor elke stenen-, mineralen- en fossielen-vriend. U zult zeker bemerkt hebben, dat bij gebruik van een loep goed licht nodig is; méér naar mate de vergroting sterker is. Er zijn enkele typen in de handel met ingebouwde verlichting. Ten eerste: het type "kaartleesloep". Feitelijk een zaklantaarn met batterij én vergrootglas. Dan het type "Acculux", een via het lichtnet oplaadbare zaklantaarn met bijpassende loep. Duurder wordt al de Zeiss-loep, met verlichting. Allemaal prima apparaten, waarvan u veel plezier kunt hebben.

Op eenvoudige wijze kunt u echter zelf zoiets knutselen. Hierbij een voorbeeld. Uit een plaatje metaal van ca. 1 mm dikte zaagt en vijlt u de figuur A, zoals hierbij getekend. De maten zijn afhankelijk van de beschikbare loep en lantaarn. Daartoe kunt u bijv. eerst uit karton een "mal" knippen. De poten van de "H-figuur" buigt u nu zodanig in vorm, dat de linker de loep kan omvatten en de rechter op de zaklantaarn past. Zie hiervoor schets B. Ik kocht hiervoor een 9-Volts batterij-apparaatje (prijs fl. 2,-- à fl. 3,--). Elke (liefst kleine) zaklantaarn is echter voor dit doel geschikt.

Gezien het belang van goed licht en het feit dat men slechts twee handen beschikbaar heeft bij het waarnemen van onze verzamelobjecten, meen ik dat u met deze tip uw voordeel kunt doen.

W.F.K. Mann



MAANGESTEENTEN

Hoofdzaken van het rapport over het voorlopig onderzoek en de eerste analyses van maanmonsters, meegebracht door de Apollo 11 in juli 1969.

The Lunar Sample Preliminary Examination Team,

bewerkt door P. Stemvers

Landingsplaats. De Apollo 11 landde op 20 juli 1969 in het ZW-deel van de Mare Tranquillitatis op 0.67°N en 23.49°E , ongeveer 10 km ten ZW van de krater Sabine D. De landingsplaats ligt 25 km ten ZW van de landingsplaats van de Surveyor 5 en 68 km ten ZW van de krater, gevormd door de inslag van de Ranger 8. Dit deel van de Mare Tranquillitatis wordt doorkruist door relatief zwakke maar te onderscheiden NNW lopende stralen, die verbonden zijn met de krater Theophilus. Deze ligt 320 km verwijderd in het zuidoosten. Een uitgesproken NNO gaande straal ligt 15 km westelijk van de landingsplaats. Deze straal kan in verband staan met Al-

fraganus, die 160 km verder in ZW-richting ligt, of met Tycho, 1500 km zuidwestelijker. Hoewel de landingsplaats zich bevindt tussen twee hoofdstralen, zou hij toch fragmenten van Theophilus, Alfraganus, Tycho of andere ver verwijderde kraters kunnen bevatten. De LM landde in een deel van de Mare Tranquillitatis waar betrekkelijk weinig extreem grove blokken voorkomen. Het maanoppervlak bestaat hier uit ongesorteerd puin dat in korrelgrootte varieert van deeltjes die te klein zijn om met het blote oog waar te nemen tot blokken van 80 cm doorsnee. Het puin vormt een laag, de "regolith", die poreus is en zeer zwak samenhangend aan de oppervlakte. Naar beneden gaat deze geleidelijk over in dichter opeengepakt materiaal. In de nabijheid van de LM is de oppervlakte pokdalig, met kleine kraters die in diameter variëren van enkele centimeters tot enige tientallen meters. De dikte van de regolith wordt geschat op 3,6 meter. Gesteentebrokken komen zowel aan de oppervlakte als in de regolith voor. Het merendeel is afgerond tot min of meer afgerond aan de oppervlakte, maar ook hoekige delen met onregelmatig uiterlijk komen voor. Enkele gesteenten zijn rechthoekig met een afgeplatte structuur. Armstrong vond een steen, die hij beschreef als "distributor cap". Met een klap werd deze losgemaakt, het bleek de top van grotere rots te zijn. Het begraven deel was onregelmatig van vorm. Dit doet vermoeden, dat er erosie is op het maanoppervlak.

Monsters. Totaal werd 22 kg materiaal meegenomen. 11 kg is groter dan 1 cm en werd "rocks" genoemd, de 11 kg kleiner dan 1 cm noemde men "fines". De grootste steen weegt 919 g. Twintig stenen zijn zwaarder dan 50 g. Het oppervlak van de monsters doet niet "aards" aan.

Gesteenten (rocks).

De kristallijne gesteenten zijn vulkanisch en moeten afkomstig zijn van lava's, die dicht bij het oppervlak gestold zijn. Zij bevatten gasholten en groepjes pyrogene mineralen, wat duidt op een kristallisatie uit gesmolten materiaal. De belangrijke mineraalgroepen die er in voorkomen zijn ook op aarde bekende gesteentevormende mineraalgroepen. De unieke chemische samenstelling van het maanmagma heeft tot gevolg gehad, dat de verhoudingen waarin de mineralen tot elkaar voorkomen geheel anders zijn dan op aarde. De kristallijne gesteenten worden verdeeld in twee typen:

type A: fijnkorrelige, blaasjes bevattende, kristallijne stollingsgesteenten;
 type B: middelmatig korrelige, "vuggy" kristallijne stollingsgesteenten. (Vugs zijn kleine, onregelmatig gevormde holten).

Een chip van type A, donkergrijs van kleur met een subofitische structuur, heeft een dichtheid per volume van 3,4 gram per kubieke centimeter. De blazen zijn doorgaans bolvormig, sommige zijn ovaal en 1 tot 3 mm groot. Andere blazen zijn door samengroeiing veranderd, waardoor onregelmatig gevormde holten ontstonden. De briljant reflekterende mineralen van de grondmassa vormen de begrenzing van de holten, die geen gesublimeerde mineralen bevatten.

Tegenover een groot aantal chemische analyses werden er slechts twee slijpplaten gemaakt. Een eerste analyse hiervan geeft voor type A het volgende resultaat:

clinopyroxeen	53 %
plagioklaas	27 %
ondoorzichtig	18 %
onbekend doorschijnend	2 %
	<hr/>
	100 %

Er is 15% ledige ruimte. Olivijn is aanwezig als nevenbestanddeel. Het grootste verschil tussen de 10 gesteenten van type A is de hoeveelheid olivijn, die van 0 tot 10% voorkomt. De 18% ondoorzichtige mineralen bestaan uit ilmeniet en wellicht troiliet en gedegen ijzer. Behalve wat betreft het hoge percentage mafische bestanddelen, waardoor het hoge gehalte van ijzer en titaan weerspiegeld wordt, lijkt het gesteente op aardse olivijnbevattende bazalten. De korrelgrootte en de holten duiden erop, dat het gesteente afkomstig is van de top of van de bodem van een lavastroom of lavameer. De 9 andere stenen van type A hebben naast het afwijkende olivijngehalte meestal kleinere holten. Natuurlijk willen we dit gesteente vergelijken met onze aardse gesteenten. Direkt valt de hoge dichtheid op, nl. 3,4. Het rapport van het Maanteam geeft dit op in volumepercenten (bulk density), waar-

door het gesteente, na aftrek van de holle ruimten, 4 g/cm³ zou wegen. Rekenen we de dichtheid uit via de opgegeven mineraalverhouding dan zou deze 3,44 bedragen. Ergo: de maansteen weegt 3,4 g/cm³ zonder holle ruimten. De dichtheid van de maan zelf is 3,34, die van het aardse gabbro 3,1; de gemiddelde dichtheid van het aardse oppervlak-tegesteente 2,7.

De mafische bestanddelen (de clinopyroxenen plus de ondoorzichtige mineralen) geven de zgn. kleurindex van het gesteente aan. Deze is dus 71%. De kleurindex (M) is net kleiner dan 75%, zodat deze maansteen nog niet met de term mafitisch beschreven kan worden, maar M is belangrijk groter dan die van de aardse bazalten (M=40). Het zeer lage gehalte aan natrium en kalium (zie tabel 1 op pagina 84) komt tot uitdrukking in de afwezigheid, resp. het spaarzame voorkomen van alkaliveldspaten (bijv. ortoklaas, albiet).

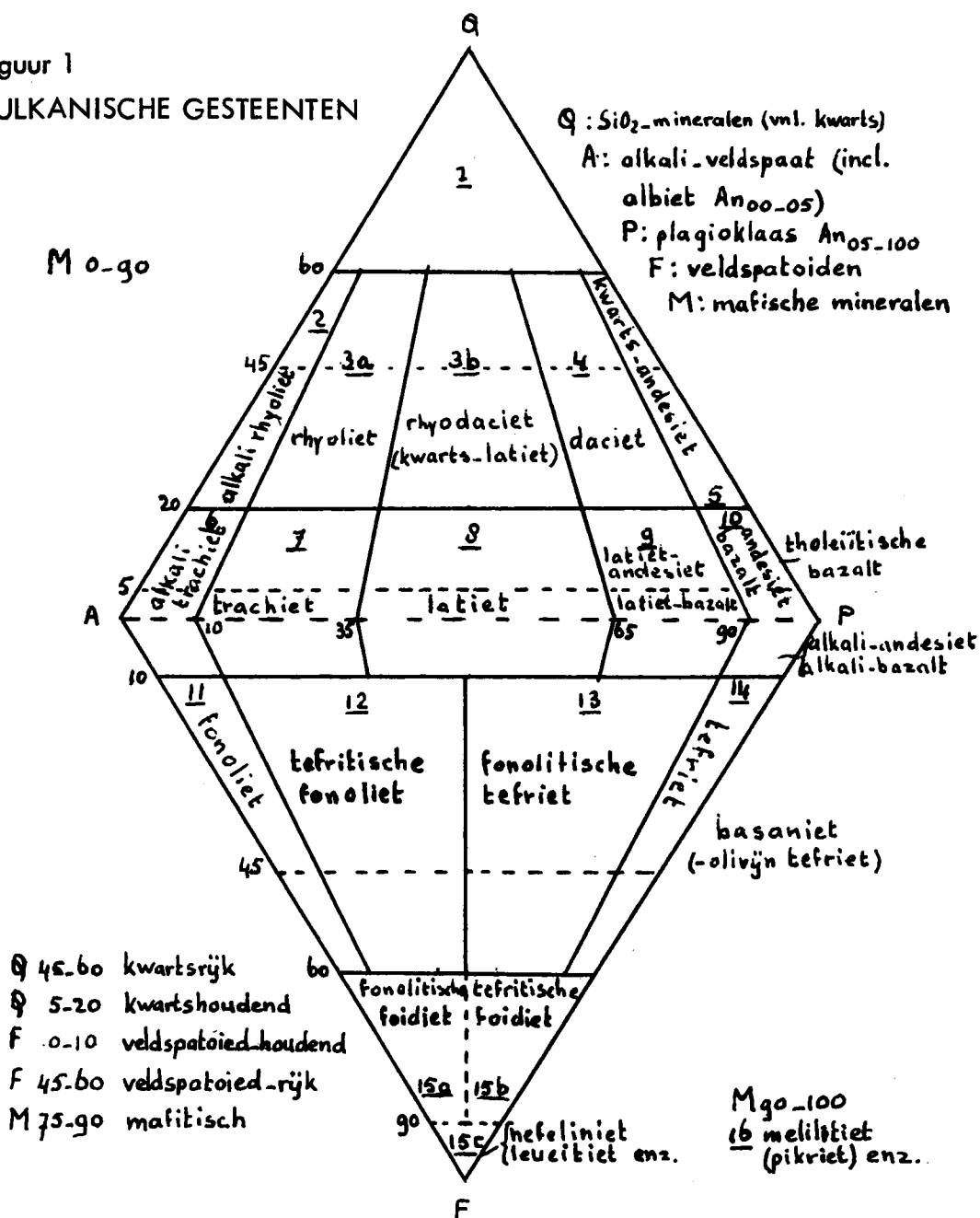
We gebruiken voor de klassifikatie van gesteenten de diagrammen volgens Streckeisen (figuur 1). Door de afwezigheid van kwarts (Q) wordt de klassifikatie geschoven in de driehoek APF, terwijl door de afwezigheid van foiden de klassifikatie boven de 10%-lijn komt te liggen. Door de afwezigheid van alkaliveldspaat komt de klassifikatie tenslotte terecht in groep 10, waarin het plagioklaas-gehalte groter is dan 90%. (Zie figuur 2).

Het donkerbruin-grijze, gespikkelde gesteente van type B heeft onregelmatige holten en een volumedichtheid van 3,2. De textuur is gekorrelt. Het lijkt op de mikrogabbro-achtige textuur van afgezonderde aders in enkele aardse bazalten. Korrelgrootte: 0,2-3,0 mm. De samenstelling bleek volgens slijpplaatje:

clinopyroxen	46%
plagioklaas	31%
ondoorzichtig	11%
crystaliet (lage)	5%
andere	7%
	100%

De grootste kristallen, waarvan vele zonder kristalvorm, steken uit in de holten. Olivijn is niet aanwezig. Onder de term "andere" bevindt zich ook een onbekend geel mineraal, dat

Figuur 1
VULKANISCHE GESTEENTEN



geconcentreerd lijkt te zijn rond de vugs. Tevens is er een kleurloze fase met hoge brekingsindex.

De kleurindex, berekend uit bovenstaande analyse, is 57% en dus aanzienlijk lager dan die van type A. Plagioklaas is 4% ruimer voorhanden en in plaats van olivijn is 5% kwarts aanwezig. De plaats in het diagram wordt hierdoor gemakkelijker bepaald op de 5%-lijn in groep 10 (zie figuur 1).

Figuur 2.

Slijpplaatje van kristallijne maansteen (type A), 50x vergroot. De voornaamste mineralen zijn calcium-rijke plagioklaas (helder), clinopyroxeen (veelal met breuklijntjes) en ilmeniet (zwart).



Er is een onderscheid te maken in de gesteenten aan de hand van de korrelgrootte.

kleine korrels

meer blazen

olivijn

ilmieniet meer voorkomend

cristobaliet minder voorkomend

in beide: clinopyroxeen, calciumplagioklaas (70-90An) en ilmeniet.

grote korrels

meer vugs

gele fase

ilmieniet minder voorkomend

cristobaliet meer voorkomend

De breksiegesteenten (type C). Deze zijn mengsels van delen van verschillende gesteentetypen, grijs tot donkergrijs, met spikkels van wit, lichtgrijs en bruingrijs gesteentemateriaal. De fragmenten zijn kleiner dan 1 cm. Slechts enkele fragmenten zijn afgerond. Op alle meegebrachte stenen komen twee typen unieke oppervlaktekarakteristieken voor: a. kleine putjes, bekleed met glas. Diameter kleiner dan 1 mm; b. glasspetters, niet noodzakelijk samengaande met putjes. De putjes kunnen veroorzaakt zijn door inslag van kleine deeltjes op de oppervlakte van het gesteente. Glasachtige holten, glasachtige korsten tot meer dan 1 cm in diameter kunnen afkomstig zijn van inslagen in de omgeving.

De "fines" (fijn materiaal). Dit bestaat voornamelijk uit glasachtige variëteiten, plagioklaas, clinopyroxeen, ilmeniet en olivijn. Zéér zeldzaam komen bolletjes van nikkelijzer voor. De glasdeeltjes, geheel in tegenstelling tot aards vulkanisch glas, zijn niet homogeen van samenstelling. In de maanmonsters zijn bewijzen van inslag en metamorfose algemeen, voornamelijk in de fijnkorrelige materialen en breksies, (zie tabel op pag. 84).

Mineralogie

Clinopyroxeen is aanwezig in alle gesteenten, bleekrood tot rozebruin met doornvallend licht en met weinig of geen pleochroïsme. Het voorkomen in de kristallijne gesteenten is kortprismatisch of anhedrisch (= kristallen met onregelmatige begrenzing). Vergroeiingen met veldspaat zijn aanwezig. Enkele kristallen zijn sterk zonair van het centrum naar buiten toe, wat ook blijkt uit een groter wordende positieve optische hoek samen met een vergroting van de brekingsindex en de kleurintensiteit. Voor zover gedetermineerd zouden de optische eigenschappen passen in de pigeoniet-augietserie en sluiten zij titaaniijzer-variëteiten niet uit.

Olivijn is 65-75% forsteriet (Mg_2SiO_4). Het is een ondergeschikt fenokristallijn bestanddeel van type A.

Plagioklaas is eveneens wijd verbreid, maar over het algemeen ondergeschikt aan de ijzer-magnesium-mineralen. Het gehalte aan anortiet is 70-90%; de kristallen hebben een zonaire opbouw. Het voorkomen is lat- en plaatvormig met lamellaire tweeling-structuur, evenwijdig aan en loodrecht op de plaatjes. De aanwezigheid van albiet is bevestigd met Röntgenstraling.

Ilmeniet is optisch en met Röntgenstraling aangetoond en komt relatief in grote hoeveelheden voor in de kristallijne gesteenten. Het is een van de dragers van de grote hoeveelheid titaan die in het maangesteente voorkomt. De dichtheid van ilmeniet is 4,5 - 5,0 en kan de hoge dichtheid van het maangesteente verklaren.

Lage-temperatuur cristobaliet komt voor als dunne, heldere coating en als euhedrische kristallen (kristallen met duidelijke kristalvorm). Het werd aangetroffen in holten en vult ruimten op tussen de plagioklaas in sommige stenen van type B. Het oppervlak van deze kwartsmodifikatie is gebarsten en komplekse tweelingstructuur komt voor.

Gele doorzichtige kristallen zijn gevonden in de nabijheid van plagioklaas en in spleten.

Chemie

De analyses werden gedaan met een optische spektrograaf. De nauwkeurigheid bedraagt + 10% van de gevonden waarde. Bazalten van Hawai-Galapagos, chondrietische en achondrietische meteorieten werden in de test meegenomen. Titaan, zirkoon en yttrium komen in relatief hoge concentraties voor, waardoor de maanmonsters zich onderscheiden van meteorieten en aardse gesteenten. Nikkel werd in verschillende gesteenten niet aangetoond. Uit de gedane onderzoeken konden 18 konklusies getrokken worden, waarvan hier enkele worden weergegeven.

1. De kristallijne gesteenten zijn verschillend van de aardse gesteenten en meteorieten.
2. Erosie heeft plaats gehad op de maanoppervlakte. Er is geen bewijs gevonden voor erosie door oppervlaktewater.
3. Het ziet er naar uit, dat kristallijne gesteenten gevormd werden onder zeer lage partiële drukken van zuurstof, water en zwavel.
4. De afwezigheid van ondergeschikte gehydrateerde mineralen doet vermoeden, dat er geen oppervlaktewater is geweest op de plaats van de Tranquillity-basis vanaf het moment dat de gesteenten werden blootgesteld aan kosmische straling en andere invloeden.
5. Bewijzen van schok of inslag zijn algemeen in de gesteenten en het fijne materiaal.
6. Kalium/argon-metingen in kristallijne gesteenten laten zien, dat zij 3 tot 4 miljard jaar geleden kristalliseerden. Andere metingen tonen aan, dat de gesteenten tot minder dan een meter van de oppervlakte gelegen hebben, gedurende 20 tot 60 miljoen jaar.
7. De chemische analyses van 23 monsters laten zien, dat de "fines" en de "rocks" min of meer gelijke samenstelling hebben.
8. Elementen, die in ijzermeteorieten sterker vertegenwoordigd zijn dan in aardse monsters (nikkel, kobalt, platina) komen in de maanmonsters niet of nauwelijks voor.

De maanmonsters spreken een duidelijke taal. De unieke chemische samenstelling van het magma laat geen discussie toe zoals de alfa-stralingsmetingen van de Surveyors dit deden. De analyses van de Surveyors blijken ons trouwens lelijk in de steek gelaten te hebben. Zij toonden niet de afwezigheid van nikkel en kobalt aan, benadrukten niet het zéér lage natrium- en kaliumgehalte, terwijl het hoge titaangehalte nu als een volslagen verrassing uit de bus kwam.

Met intense belangstelling zien we de resultaten van de op dit moment nog niet afgeronde onderzoeken tegemoet, terwijl ook de monsters van de Apollo 12 de nog zeer elementaire kennis van de maanpetrologie verder zullen verdiepen.

Voor de op pagina 81 genoemde tabel zie pagina 84.

Literatuur : Science 165, 1211 (1969)

Tabel 1 (naar G.A. Macdonald, Bull. Geol. Soc. Amer., 60 (1949))

oxyde van element	olivijnbasalt Hawai *)	type A lab. nr. 22	type B lab. nr. 17	type C lab. nr. 21	"fines" lab. nr. 37
SiO ₂	48,35	43	40	43	43
Al ₂ O ₃	13,18	7,7	10	11	13
TiO ₂	2,77	11	11	8,6	7
Fe ₂ O ₃	2,35	--	--	--	--
FeO	9,08	21	19	19	16
MgO	9,72	6,5	8,5	7,4	8
CaO	10,34	9,0	10	11	12
Na ₂ O	2,42	0,40	0,65	0,20	0,54
K ₂ O	0,58	0,21	0,22	0,15	0,12
MnO	0,14	0,26	0,35	0,22	0,23
Cr ₂ O ₃	--	0,41	0,67	0,37	0,37
ZrO ₂	--	0,14	0,19	0,20	0,05
NiO	--	0,04	--	0,03	0,03
andere	0,73	--	--	--	--
P ₂ O ₅	0,34	--	--	--	--
Totaal	100,00	99,0	100,5	99,8	100,3

*) gemiddelde van 53 bazalten

Helaas kunnen wij, door gebrek aan plaatsruimte in deze GEA-uitgave, het slot van het artikel "Korte inleiding in de paleobotanie" van J. Stemvers - van Bemmel niet opnemen. In de volgende uitgave van GEA zal, naar wij hopen, het slot van genoemd artikel geplaatst kunnen worden.

AGENDA van de afdeling Amsterdam der NGV

programma eerste kwartaal 1970 :

- maandag 12 januari 1970 : de heer G. Houtman, leraar biologie te Hoorn, houdt een lezing met dia's over het onderwerp: "Zwerven en genieten". Verslag van enige kampeertochten door Scandinavië. Wibautshuis, Wibautstraat 3, Amsterdam. Aanvang 20.00 uur.
- vrijdag 20 februari 1970 : Lezing over "Fossiele zoogdieren van Nederland" door Dr. P.I.J. Sondaar uit Loenen aan de Vecht. Wibautshuis. 20.00 uur.
- maandag 16 maart 1970 : Jaarvergadering afd. Amsterdam der NGV. Wibautshuis. 20.00 uur.