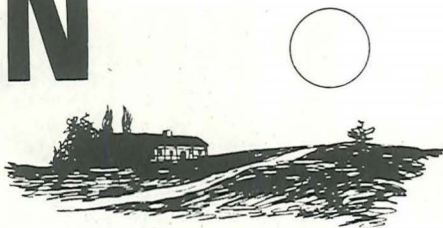


MÅNEN



af erling bondesen

Varv søgte ikke som verdenspressen iøvrigt at være på pletten, da Apollo's besætning foretog den første bemandede månelanding. Den historiske begivenhed blev iøvrigt dækket så godt som vor elektroniske hverdag formår, idet millioner af mennesker verden over via direkte fjernsyn var vidner til det første menneskes ilandstigning på en fremmed klode.

Vi kan ikke nok understrege begivenhedens betydning også for geologien.

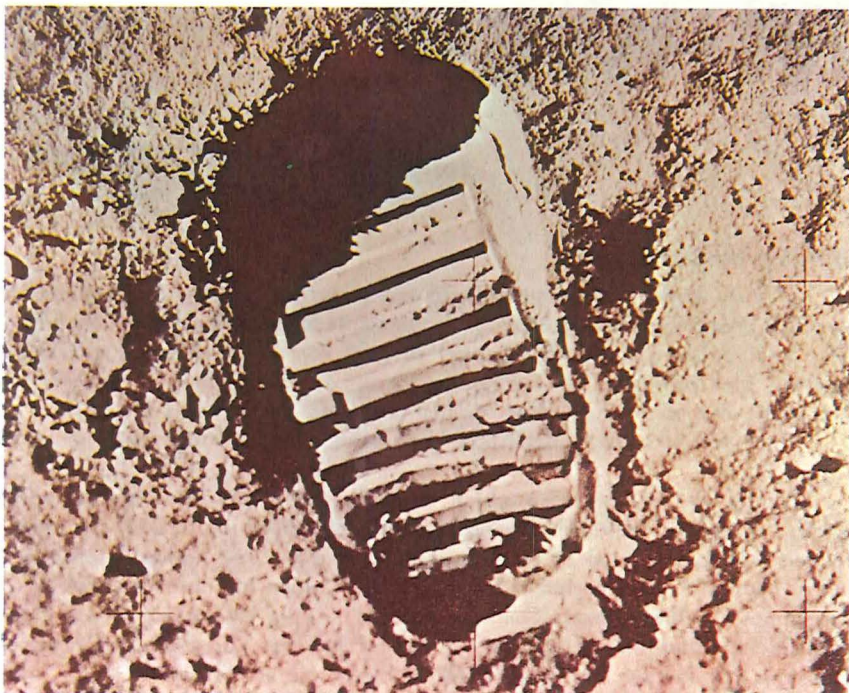
Når det gælder observation af geologiske fænomener er mennesket stadig nummer et, selv om det måske kunne se ud til at forskellige robotter og maskiner er ved at gøre os rangen stridig. Det skyldes blandt andet at geologisk observation må dække alle skalaer fra hele landskabet til det mindste mineralkorn. Samtidig er det vigtigt at udvælge væsentlige træk blandt snesevis af karakterer, noget som der kun kan programmeres for, hvis man kender løsningen. Derfor bliver materialet særlig godt, hvis den der observerer i forvejen ved noget om geologi - er geolog.

Armstrong og Aldrin, og for så vidt næsten alle astronauterne, har da også fået en kortvarig, men grundig geologisk uddannelse blandt andet på ekskursioner verden over for eksempel til Islands vulkanterræn. De løste også deres geologiske opgaver godt.

Med en af de kommende Apollobesætninger - efter de foreløbige planer Apollo 13 - vil også være Dr. Schmidt, en astronautuddannet geolog, hvis erfaring blandt andet bygger på et årelangt studium ved det geologiske institut i Oslo og kortlægning for Norges geologiske Undersøgelse.

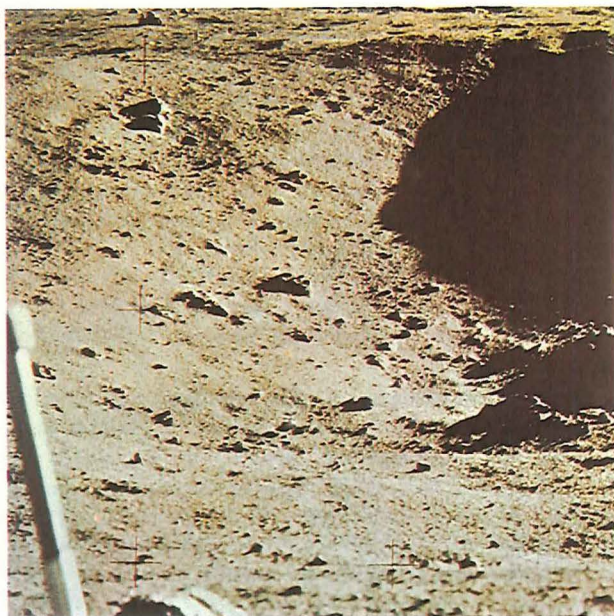
Armstrong og Aldrins observationer er betydningsfulde for opfattelsen af overfladeforholdene på Månen især i månelavlands-områderne.

Man hæfter sig især ved overfladens pulveragtige karakter og det forhold, at samme materiale samtidig kunne være sammenhængende og efter Armstrongs udsagn endog helt fast. Skorpen var i nogle centimeters dybde tilsyneladende hård, idet Aldrin havde en del mas med at få prøvetageren (en slags håndbor) ned i overfladen. Man har her måske svaret på det tilsyneladende misforhold mellem Surveyor sondernes næroptagelser, der viste en grusagtig overflade og resultaterne af tidligere radarrefleksionsmålinger, der synes at indicere en meget porøs overflade. Overfladens grusagtige karakter fremgår også af Armstrongs og Aldrins nærbilleder, hvor deres fodtrin ses. Mærkerne efter de rillede støvlesåler står som var der trådt i kar-



toffemel eller snarere tørt cementpulver, for dermed også at angive farven. Det er derfor et spørgsmål om klumperne er støv, der er mere eller mindre sammenhængende i alle grader til helt fast materiale. Hvis det er tilfældet, hvad noget af det hjembragte materiale må kunne vise, hvordan og hvorfor er dette støv blevet sammenhængende, og hvor kommer støvet fra? Er det kosmisk støv? Foreløbig kan vi sige, at støv findes, omend i begrænset omfang.

Der var også større faste bjergartsstykker, og det var tilsyneladende dem der især tiltrak sig astronauternes opmærksomhed og som de beskrev for os. Det var vel også især blandt disse der blev taget prøver. Hvis Aldrins bemærkning om, at de talrige blokke "af alle mulige størrelser og former" var "all sorts of rocks" (i geologisk sprogbrug: alle slags bjergarter), skal tages nogenlunde bogstaveligt, kan vi hurtigt fastslå, at de spørgsmål om Månens natur som man ventede løst ved Apollo 11-landingen, snarere har udløst en uendelighed af problemer. Nogle enkelte større sten, der lå i nærheden af landingsfartøjet så ud til at være af afrundede former, mens de store blokke, der lå i det krater man ville være landet i, hvis ikke Armstrong havde overtaget styringen manuelt, tydeligvis var skarpkantede. Dette kunne betyde, at Mare Tranquillitatis et stykke nede



- i den dybde krateret havde, cirka 4-5 meter, - er opbygget af fast materiale, der er i stand til at danne sådanne skarpkantede blokke ved kraterdannelsen. Der er ikke sikkerhed for, at man har prøver af disse bjergarter eller i det hele taget af bjergarter med sikker relation til selve Mare Tranquillitatis som "lunalogisk formation". Alle prøver er overfladeprøver knyttet til det løse overflademateriale, og de kan som sådan have snart sagt en hvilken som helst oprindelse enten fra Månen selv, slynget ud fra kratrene, eller de kan være dele af meteoriter der er spredt ved kollisionen med måneoverfladen, hvorunder omdannelse og smeltning kan have fundet sted. Alligevel er det med stor spænding man må imødesee resultaterne af de undersøgelser, som de hjembragte prøver underkastes.

Det var ialt 36 kg prøver, der kom med tilbage, en hel del, når man tager i betragtning at astronauterne kun havde meget kort tid til deres rådighed uden for månelandingsfartøjet og havde talrige andre opgaver af såvel praktisk art som af mere officiel karakter. Prøverne blev pakket i lufttætte kasser, således at man kunne være nogenlunde sikker på, at de blev fragtet til Jorden under nogenlunde samme ydre betingelser som de var underkastet, da de blev samlet op ude på Månen. De største prøver var op mod 15 cm på længste led og cirka 80% af materialet var over 1 cm store stykker.

Prøverne blev modtaget i det specialbyggede laboratorium i Houston, Texas og behandlet under samme stramme karantænebetingelser som astronauterne måtte underkaste sig, ja egentlig værre, idet prøvematerialet først efter 50 dage, det vil sige den 12. september kunne frigives til specialundersøgelser. Der er dog naturligvis i karantæneperioden foretaget omhyggelige foreløbige undersøgelser af materialet, altså sammen til rumfartscentrets eget brug, således at de kommende undersøgelser næppe kan give NASA for store overraskelser af rumfartsteknisk art.

Herefter er en del af materialet fordelt til 142 speciallaboratorier og specialister i den vestlige verden, først og fremmest USA, men også Japan, England, Schweiz, Tyskland og Finland. Distributionen vil tage adskillige uger.

Det må have været overordentlig vanskeligt at udvælge laboratorierne, især da man ikke kunne vide hvor meget og hvilket materiale, der ville komme hjem. De undersøgelser, der nu skal i gang er mangfoldige. Lad os se lidt på hvilke forskellige typer undersøgelser, der er tale om. Enkelte resultater er spredt publiceret af dagspressen, og de vil blive nævnt. Vi foretrækker dog i et senere Varv at behandle resultaterne, når de ad mere officielle kanaler foreligger samlet.

MINERALOGISKE UNDERSØGELSER

Der vil blive tale om meget intensive mineralogiske undersøgelser af materialet. De tilstedeværende mineraler vil blive bestemt, og deres kemiske sammensætning og fysiske egenskaber (lysbrydning, dobbeltbrydning, vægtfylde med mere) undersøgt. Allerede på månevandringen beskrev astronauterne, at en sten indeholdt en slags fenocryster (strøkkorn), at der var noget der mindede om mineralet biotit, samt korn, der kunne tyde på mineralet olivin. Det forlyder imidlertid, at over 50% af materialet var glas - overvejende små glaskugler, hvilket er en stor overraskelse, da det viser, at de må have været smeltede. Dette kan blive til en skuffelse for mineralogerne, da glas (for eksempel vulkansk glas) i det højeste kun indeholder små krystalkim af mineraler, altså et ret dårligt materiale til mineralogiske undersøgelser. Især er det spændende om der er nye ukendte mineraler eller kendte mineraler med en abnorm kemisk sammensætning. Ligeledes er det spændende, om der er højtryksmineraler tilstede. De krystallinske bjergarter, der er blandt prøverne beskrives foreløbig som bløderede med krystallerne sammenvoksede på en måde som kan tyde på, at bjergarterne har været smeltede. De er lysegrå eller gråbrune, nogle med en skorpe af gråsort brunligt materiale.

KEMISKE UNDERSØGELSER

En meget vigtig gruppe undersøgelser, der er meget nært knyttet til de mineralogiske undersøgelser er kemiske undersøgelser. Her tages mange metoder i anvendelse lige fra den klassiske "reagensglasanalyse" (nu

mere og mere kaldet våd kemi), som kræver relativt store mængde materiale (flere 100 g), til mikrokemiske analyser af forskellig art, hvoraf de fleste laves ved maskiner. Allermest "mikro" er de såkaldte elektronmikrosonde analyser, hvor man ved en raffineret teknik er i stand til at undersøge den kemiske sammensætning i et my-stort punkt, ja faktisk undersøge grundstoffernes fordeling i stoffet. Andre metoder er røntgenfluorescens analyserne, neutron aktiveringsanalyser, atomabsorbtionsspektrofotometri, og spektralanalyser. Det er alle metoder, der med forskellig nøjagtighed og følsomhed giver den kemiske sammensætning af stoffet. Også fordelingen af forskellige grundstoffers isotoper vil blive undersøgt ved hjælp af massespektrometre. Foreløbig er det meddelt, at en af måneprøverne viste et abnormt højt indhold af grundstoffet Titanium - 10%, i modsætning til de 2-4%, der er almindeligt i jordiske bjergarter. Dette er en bekræftelse af Surveyor 5 analyserne (se Varv 1968,1). Desuden er natrium indholdet meget lavt sammenlignet med bjergarter fra Jorden.

DATERINGER

Nært knyttet til det minutiøse kemiske og isotopanalytiske arbejde er målinger af bjergarternes aldre - de såkaldte radiometriske eller absolute aldersbestemmelser (se Varv 1965,1). Flere forskellige metoder tages i anvendelse og dagspressen har allerede bragt de første resultater - 3,5 milliarder år. Det er meget høje aldre, men ingenlunde - som aviserne ville vide - så høje, at Månen dermed skulle være ældre end Jorden. I det hele taget må sådanne aldersbestemmelser vurderes i sammenhæng med det daterede materiales karakter af omdannelse, hvorvidt det har været smeltet, ligesom man må tage de geologiske fundomstændigheder i betragtning. Aldrene kan være både for høje og for lave, og samme bjergart kan give forskellige aldre efter forskellige metoder, noget der er af stor betydning i vurderingen af resultaterne. Vi må derfor afvente flere resultater og se om disse viser en spredning, eller falder i grupper og vi må helt tage afstand fra at Månen nu er bestemt til at være 3,5 milliarder år gammel. Løvrigt passer den målte alder nogenlunde ind i en af de grupper af aldre man har målt på meteoriter faldet her på Jorden. Alderen er måske lidt for lav men dog ikke usandsynlig ud fra de tanker, man har gjort sig om månelavlandets alder.

LIV PÅ MÅNEN

Måske i forventning om sensation eller også på grund af en "science fiction" påvirket offentligheds bevågenhed, har man gjort et stort nummer ud af at undersøge prøverne for mikroskopisk liv (virus, bakterier, svampe). Derfor de strenge karantænebestemmelser, hvor prøverne blev opbevaret sammen med mus, egeren, østers, rejer og forskellige planter. Ingen er dog blevet syge af at dele rum med prøverne. Det er dog ikke fordi

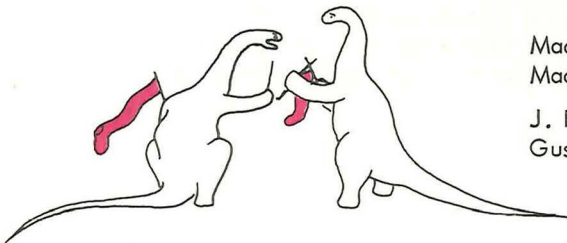
man slipper denne undersøgelsesrække med karantæneperiodens udløb og de negative resultater. Der er i listen over laboratorier, der skal modtage månemateriale, endog særdeles mange, der skal lave organisk kemiske undersøgelser og kikke efter spor efter liv, dels uden på prøverne og dels inde i prøverne. Hertil anvendes overvejende de såkaldte gaskromatografiske undersøgelser. Chancerne er meget små, for de fysiske forhold på måneoverfladen er mildt sagt ugunstige for liv, som vi kender det, men intet lades uforsøgt. Et omdiskuteret meteoritfund her på Jorden, med organisk materiale i meteoritten spøger i baggrunden, og måske spiller den teoretiske baggrund for den gamle hypotese om at månehavene skulle være asfaltsøer også en rolle.

FORMER OG STRUKTURER

Så skal månematerialets former og finere overfladestrukturer undersøges med såvel lysmikroskoper som med flere typer elektronmikroskoper. Man håber herved at få et detaljeret billede af, hvordan forskellige materialer (glas og krystallinske bjergarter) ser ud efter meget lang tids kosmisk stråling og bombardement med mikrometeoritter. Astronauterne sagde, at flere af stenene så ud til at være våde. En oplysning fra en forevisning for pressen af nogle af stenene siger, at de havde en glasagtig skorpe. Ved disse vage antydninger falder tankerne på en art overfladestruktur som den der opstår ved vindpolering og stadig sandblæsning af sten her på Jorden. På Månen burde vindene være de såkaldte solvinde eller den partikelstråling, der udsendes fra solen. Hvorledes den virker under de høje dagtemperaturer og igennem meget lange tidsrum også geologisk set vil muligvis være et af resultaterne af strukturundersøgelserne. Et andet vigtigt program er undersøgelsen af bitte små blærer og indeslutninger i bjergarterne og især blæernes eventuelle indhold af luftarter.

FARVERNE

Selve bjergarterne og overfladen er blevet beskrevet som grå kalkagtig. Det var derfor helt opmuntrende, da Armstrong omtalte en "purple" eller purpurfarvet bjergart. Nogle af de hjemtagne prøver havde som nævnt brunlige farver. I det hele taget er der temmelig mange uoverensstemmelser mellem de forskellige astronauters udtalelser om farverne og de farvebilleder der er hjembragt. Collins, der i sin ensomhed svævede i kredsløbet om Månen, mens de andre to løste deres opgaver, lagde mærke til, at Månen ændrede farve efterhånden som han selv ændrede position i forhold til sollysets indfaldsvinkel. De grå og grønlig farver kom frem ved fladt sollys mens de mere brunlige, som en del farvebilleder viser, var



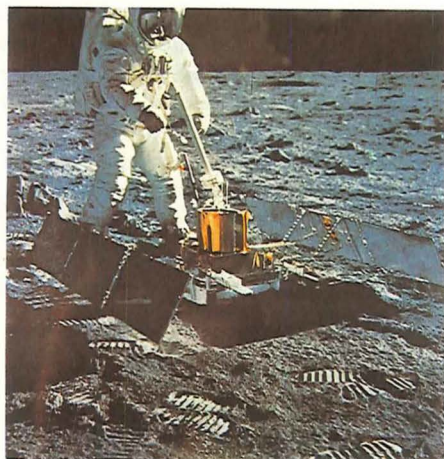
Maanen har den Farve,
Maaner skal have.

J. Reinhard (1880) -
Gustav Wied (1901).

fremherskende med stejlere lysvinkel. Det samme observerede man nede på landingsstedet, hvor det på tidspunktet for månelandingen var tidlig månedag, skyggerne var lange og begsorte, og temperaturen var en passende mellemtning mellem de -130° og $+156^{\circ}$ C for koldeste nattemperatur og varmeste dagtemperatur. I modlys beskriver Armstrong farverne som kalkagtige, mens han i 90° vinkel med lysets indfaldsretning beskriver farverne som mere ørkenagtige.

EVA

Mens astronauterne foretog deres månevandring - også kaldet EVA (Extra Vehicular Activity) - var et rullegardin med en speciel overfladebehandling anbragt vendt mod solen. Gardinet havde til opgave at opfange partikelstrålingen fra solen, og det blev rullet sammen og taget med igen hjem til omhyggelig undersøgelse på et schweizisk speciallaboratorium. Man håber herigennem at få nøjere oplysninger om styrken og arten af den kosmiske stråling, noget der er af stor betydning for forbedringen af rumfartøjer og rumdrakter til fremtidig brug. I en afstand af 35 m fra månelandingsfartøjet, den yderste tilladte EVA-aktionsradius anbragtes en reflektor for Laser-stråler. Reflektoren skulle tjene til dels en nøjagtig stedsbestemmelse og dels nøjagtige afstandsmålinger mellem Jord og Måne. Månens bane er ganske vist godt kendt, men man håber at blive i stand til at registrere en meget ringe slingren i banen, noget der har betydning for beregninger af massefordelingen i Måne og Jord og rent praktisk for beregning og forklaring af uregelmæssigheder i tidevandsbevægelserne på Jorden.



Ved siden af Laser-skærmen anbragtes en seismograf, som skulle registrere eventuelle måneskælv og sende oplysninger herom til Jorden. Seismografen fungerede udmærket, idet den allerede var i stand til at registre-

re Armstrongs og Aldrins aktiviteter og selvfølgelig deres start fra måneoverfladen - "take off". Siden har den i resten af månedagen til den 9. august sendt flere hundrede beretninger om rystelser på Månen. En del menes at stamme fra bevægelser og småeksplosioner fra månelandingsfartøjets understel, der fungerede som startrampe. Derefter er cirka 20 impulser tolket som rystelser fra nedtrillende sten og klippestykker i relativt nærliggende kratere. Tilbage er så 20 virkelige måneskælv, der er mærkelige ved at begynde med hurtige bølger (høj frekvens) og senere gå over i langsomme bølger, lige omvendt af det vi normalt finder her på Jorden. Desuden mangler de såkaldte Rayleigh-bølger, der forplantes i et skorpeleg eller en lagdelt opbygget struktur. De fleste måneskælv fandt sted mellem 800 og 1600 km borte. Månen er altså ikke så død en klode som mange havde troet. Den rører på sig, hvilket vil sige, at der foregår geologiske processer et eller andet sted. Det havde været rart med to seismografer anbragt i nogen afstand fra hinanden, således at det havde været muligt at registrere måneskælvenes forplantning gennem Månen og konstatere måneskælvenes arnested. Det må imidlertid vente til senere i det omfattende Apollo-program. Gisningerne er dog allerede i gang. Nogle mener at måneskælvene er et udtryk for, at der er vulkansk aktivitet et eller andet sted. Andre tolker rystelserne som resultatet af et stort skred i et af de store ringbjerger, og atter andre mener at der kan være tale om forkastningsdannelse.

Apollo 11 var det første skridt, men et enormt skridt, som Armstrong rammende sagde, da han som den første satte foden på måneoverfladen. Alligevel må vi gøre os klart, at det vi så i TV-kameraets billedvinkel, og som vi har fået at vide af astronauterne i de 35 m's afstand omkring månelandingsfartøjet, kun er en meget lille del af det hele. Tilbage ligger enorme arealer og talrige fænomener at undersøge.

Vi har ved Apollo 11 fået mange nye oplysninger om Månens naturforhold, og vi vil efterhånden som resultaterne af undersøgelserne af de 36 kg månesten kommer frem få endnu mere at vide. Lige så sikkert er det, at den nye viden rejser nye problemer og spørgsmål.

En helt ny fase i måneforskningen står for døren. Tidligere tiders gætterier og teoretiseringen kan nu afløses af mere konkret forskning og eksakt viden.

Erling Bondesen

