

MOEILIJKE BESLISSINGEN KUN JE BETER AAN JE ONDERBEWUSTE OVERLATEN

# NewScientist

**EXTRA  
DIK**

editie | juli/augustus 2019 | NewScientist.nl

Ideeën die de wereld veranderen



## ALLEMAAL NAAR DE MAAN

Nieuwsgierigheid, eerzucht en inhaligheid  
drijven de tweede ruimte race



**AP DIJKSTERHUIS**  
'IN JE HERINNERING  
WORDEN REIZEN  
STEDS MOOIER'

**STRESSLOZE TESTS**  
DIERVRIENDELIJKERE  
PROEVEN VOOR  
BETERE WETENSCHAP

**QUANTUM BOVEN ALLES**  
'GEWONE NATUURKUNDE'  
KAN DE WERKELIJKHEID  
NIET VERKLAREN

Nr. 68 €8,75



AP 8 1718 8681 682829

# Teruggaan om te blijven

Lopen op de maan kunnen we al vijftig jaar. Als het aan ruimtevaartorganisaties ligt, is de tijd nu aangebroken voor de volgende stap: het stichten van een permanente maanbasis.

**E**en maanbasis? Dat bestaat toch alleen in sciencefictionfilms? Klopt, tot nu toe wel. Maar voor ruimtevaartorganisaties is het een reëel plan waar ze al decennialang aan werken. Jim Bridenstine, beheerder van NASA, onderstreepte dat doel onlangs nog tijdens een persconferentie: 'We gaan terug naar de maan, dit keer om er te blijven.'

Ook Elon Musk, topman van SpaceX, heeft daar alle vertrouwen in. 'We moeten inzetten op een permanent bemande basis op de maan. Daarna kunnen we mensen naar Mars sturen,' zei hij na de succesvolle lancering van het ruimtevaartuig

Crew Dragon. Ambitieuze plannen, maar zijn ze ook haalbaar?

Er worden de laatste jaren in ieder geval serieuze stappen in die richting gezet. Alleen dit jaar gaan er al vier onbemande missies naar het maanoppervlak. Twee daarvan zijn reeds uitgevoerd. De eerste is tot nu toe een succes: een Chinese ruimtesonde landde voor het eerst op de achterkant van de maan (zie kader 'Moes-tuintjes'). De tweede sonde ging helaas niet alleen letterlijk, maar ook figuurlijk naar de maan. Het Israëliëse SpaceIL wilde de allereerste commerciële partij worden die een ruimtevaartuig naar de maan stuurt. Beresheet stortte in april

echter neer op het maanoppervlak nadat enkele systemen tijdens de landing waren uitgevallen.

Ook na 2019 blijven de ambities hoog. De Global Space Exploration Roadmap, een gezamenlijke vooruitblik van 's werelds grootste ruimtevaartorganisaties, schetst dat de mens tussen 2025 en 2030 weer op de maan loopt. Ná 2030 moeten astronauten er zelfs voor langere perioden kunnen verblijven.

## HELIUM EN WATER

De maan staat dus meer dan ooit op de kaart. En dat is opvallend. De laatste keer dat mensen op de maan liepen, is namelijk alweer 47 jaar geleden. Waar komt die hernieuwde interesse vandaan? Angelo Vermeulen, onderzoeker aan de TU Delft op het gebied van lange ruimtereizen: 'Ruimtevaarttechnologie is kleiner, goedkoper en geavanceerder dan ooit en dat zorgt voor nieuwe mogelijkheden. We kunnen tegenwoordig veel meer

technologie meenemen naar de ruimte, tegen veel lagere kosten. Tegelijkertijd zijn er heel veel dingen die we nog niet weten. Hoe gedragen aardse technologieën zich op andere werelden? Wat is de impact op de mens van een langdurig

bijvoorbeeld, dat wordt gebruikt bij kernfusie,' vertelt James Carpenter, wetenschapper op het gebied van maanverkenning bij de European Space Agency (ESA). 'Dit edelgas is zeer schaars op aarde, maar in overvloed aanwezig op de maan.'

## 'Ruimtevaarttechnologie is kleiner, goedkoper en geavanceerder dan ooit'

verblijf in *deep space*? Op de maan kunnen we daarachter komen.'

De maan als proeftuin dus. Interessant, maar dan moeten we er wel kunnen leven. Zover zijn we helaas nog lang niet. In de afgelopen jaren werden echter wel belangrijke stappen gezet, die de maan ook in economisch opzicht interessant maakten. Onderzoek wees bijvoorbeeld uit dat de maan beschikt over een schare aan waardevolle grondstoffen. 'Helium-3

Eén ontdekking stak er echter met kop en schouders bovenuit: vorig jaar leverde NASA het definitieve bewijs dat er grote hoeveelheden water aanwezig zijn op beide maanpolen. 'Dat was een *game-changer*,' zegt Vermeulen. 'Met dat water kunnen we in alle basisbehoeften van de mens voorzien, zonder dat we daar bevoorrading van de aarde voor nodig hebben. Dan is een maanbasis ineens geen sciencefiction meer.'

Water is op zichzelf natuurlijk al een basisbehoefte van de mens, maar astronauten kunnen het ook gebruiken om voedsel te kweken. En belangrijker nog: water is een bron van zuurstof en energie. Door er elektrische spanning op te zetten kun je het splitsen in zuurstof en waterstof - een proces dat elektrolyse heet. Waterstof kan als brandstof ingezet worden om machines en elektronica aan te drijven. Alle elementen zijn dan aanwezig om een maanbasis te stichten.

Op naar de maan dus? Zo gemakkelijk is het helaas niet. '*Space is hard*,' zegt Vermeulen. 'Water biedt interessante perspectieven, maar we moeten er wel bij kunnen en het ter plekke winnen. Zo ver zijn we nog niet. Op papier is het mogelijk, maar de technologie moet nog ontwikkeld worden, naar de maan getransporteerd worden én getest worden onder maanomstandigheden.'

Vooraf dat laatste is een behoorlijke klus, want de maanomstandigheden liegen er niet om. 'De maan kent dagen en



## dossier terug naar de maan

Katoenplantjes aan boord van de Chang'e 4.  
CHONGQING UNIVERSITY

### MOESTUINTJES

De Chinese onbemande ruimtesonde Chang'e 4 landde in januari als eerste door mensen gemaakte object op de achterkant van de maan. Dat was op zichzelf al bijzonder, maar het Chinese ruimteagentschap deed er nog een schepje bovenop. De ruimtesonde had namelijk katoenzaadjes aan boord, die op de maan ontkiemden. Voor het eerst in de geschiedenis groeide er een aardse plant op een andere wereld.

Hoewel het plantje de ijskoude temperatuur in de maannacht niet overleefde, was dit belangrijk nieuws. Het toonde aan dat het mogelijk is om buiten de aarde gewassen te verbouwen. Dat is een essentiële bouwsteen voor ruimtereizen voorbij de maan, stelt Angelo Vermeulen van de TU Delft. 'Op een maanbasis hoeven we in principe geen voedsel te verbouwen', zegt hij. 'Mensen zullen er in eerste instantie niet permanent wonen, dus het is logischer en veiliger om voedselvoorraden gewoon mee te nemen. Maar als we ooit een Marskolonie willen stichten, hebben we die luxe niet. Dan is voedselproductie op locatie onmisbaar.'

Vermeulen verwacht daarom dat er in de toekomst toch voedsel verbouwd wordt op de maan. 'Het is de ideale proeftuin.'

### GATEWAY

Om toekomstige maanmissies mogelijk te maken, pleiten vooraanstaande ruimtevaartorganisaties voor een nieuw ruimtestation: Gateway. Het ruimtevaartuig moet in een zeer elliptische baan rond de maan gebracht worden, waardoor het elke zes dagen op een afstand van slechts 1500 kilometer langs de maan reist. Vanuit het ruimtestation kunnen dan bemande missies naar het maanoppervlak gelanceerd worden.

Hoewel er nog geen groen licht is voor Gateway, liggen er verregaande plannen op tafel. Het ruimtestation zal bestaan uit verschillende modules, die op verschillende momenten gelanceerd worden. De eerste lancering, van de voortstuwingsmodule, staat gepland voor 2022. Andere modules, zoals een leefomgeving voor astronauten, worden op latere momenten gelanceerd en in de ruimte aan de eerste module gekoppeld.

Gateway moet uiteindelijk plaats bieden voor vier astronauten, die er voor een periode van maximaal drie maanden kunnen leven en werken.



De Europese ruimtevaartorganisatie ESA droomt hardop van een 3D-geprinte maanbasis.  
ESA/FOSTER + PARTNERS

nachten van twee weken,' zegt Carpenter. 'In de nacht worden temperaturen van -170 graden Celsius bereikt, terwijl het overdag 100 graden Celsius kan worden. Hoe zorgen we ervoor dat machines, apparaten en elektronica die omstandigheden overleven? Daar zijn nog wel wat slagen te maken.'

Vermeulen ziet daarnaast het stof op de maan als heikel punt. Vanwege een gebrek aan atmosfeer heeft de maan nooit regen of wind gekend. Het resultaat is een heel fijne stof op het maanoppervlak, die schadelijk kan zijn voor machines en mensen. 'Dat stof blijkt een hele 'stekelige' structuur te hebben, waardoor het gemakkelijk aan elkaar klit,' zegt Vermeulen. 'Als het in apparaten en machines terechtkomt, is de kans op beschadiging groot. Daarnaast is het waarschijnlijk schadelijk voor de mens, als die het inademt. Daar kunnen we onze tanden nog wel op stukbijten.'

Fijnstof is bovendien niet het enige gevaar waar toekomstige bewoners van de maan mee te maken krijgen. Door een gebrek aan atmosfeer en magnetisch veld biedt de maan geen enkele bescherming tegen de radioactieve straling van de zon en de rest van de kosmos. 'We weten niet hoe schadelijk het is als mensen daar voor langere perioden aan blootgesteld worden,' zegt Carpenter. 'Ook over het effect van langdurig leven in een omgeving met bijna geen zwaartekracht weten we vooralsnog te weinig. Maar dat het nadelige gevolgen heeft voor botten en spieren staat vast.'

### RENAISSANCE

En dan heb je nog het aloude, misschien wel grootste probleem van de ruimtevaart: een gebrek aan financiën. Bovenstaande obstakels overwin je namelijk alleen door daadwerkelijk naar de maan te

gaan, zodat je daar technologieën kunt testen en onderzoek kunt doen. Dat kost miljarden. Om een idee te geven: de totale kosten voor het ruimtestation ISS, dat momenteel in een baan rond de aarde draait, worden geschat op ruim 130 miljard euro. Dat is een groot probleem. Het Apollo-tijdperk, dat bijna onbegrensde budgetten kende, ligt immers tientallen jaren achter ons.

'Het stichten van een maanbasis is zeker haalbaar. Het internationale ruimtestation ISS bewijst nu al dat mensen voor langere perioden in de ruimte kunnen verblijven. Basisbehoeften zoals water en zuurstof worden gewoon meegenomen en heel efficiënt hergebruikt. Dat kunnen we op de maan ook doen, die is dichtbij genoeg,'

die grondstoffen kosteneffectief kunnen mijnen en transporteren, zijn we echter tientallen miljarden euro's verder. Daar wringt de schoen.

Hoewel de ambities van ruimtevaartorganisaties hoog zijn, lijkt het dus nog wel even te duren voordat er mensen op de maan wonen. Toch hebben Carpenter en Vermeulen vertrouwen in de verdere ontwikkeling van de ruimtevaart en uiteindelijke creatie van een maanbasis. Steeds meer commerciële partijen houden zich bijvoorbeeld met ruimtevaart bezig, met SpaceX als lichtend voorbeeld. Dat laat zien dat er een businesscase achter zit. 'Zo ontstaat een steeds groter ecosysteem van ruimtevaartpartijen, die zich met een steeds breder palet van ruimtevaart-

## 'Wanneer mensen op de maan wonen? Dat is koffiedik kijken. Maar ooit gebeurt het, daar ben ik van overtuigd'

zegt Vermeulen. 'Maar om dat in de praktijk te brengen, zijn hele forse investeringen nodig. Die haal je alleen op als het ook om economische redenen interessant is om naar de maan te gaan.'

Ook Carpenter ziet dat als de grootste uitdaging: 'Waarom zouden overheden in nieuwe maanmissies investeren? Er zijn genoeg wetenschappelijke redenen te bedenken. Met telescopen op de achterkant van de maan zouden we verder dan ooit kunnen kijken, omdat de maan geen atmosfeer heeft. Geologisch onderzoek kan ons daarnaast meer vertellen over het ontstaan van de aarde. Maar is dat tientallen miljarden waard? Dat is de grote vraag.'

Een doorslaggevende economische reden om naar de maan te gaan, is daarom meer dan welkom. Het winnen van waardevolle grondstoffen zou zo'n reden kunnen zijn, zoals het eerder genoemde helium-3. Eer we

zaken bezighouden,' zegt Vermeulen. 'Dat zal uiteindelijk zorgen voor de technologische ontwikkelingen en kostenreducties die nodig zijn. De ruimtevaart blijft zich ontwikkelen en bemande maanmissies zijn daar een belangrijk onderdeel van.'

Dat neemt niet weg dat het nog wel even duurt voordat leven op de maan een haalbaar doel is, benadrukt Vermeulen. 'Op zijn vroegst keert de mens over vijftien tot twintig jaar terug naar de maan. Maar wanneer astronauten er daadwerkelijk wonen? Dat is koffiedik kijken. Dát het ooit gebeurt, daar ben ik van overtuigd.'

Ook Carpenter heeft daar geen twijfels over. 'Ik heb alle vertrouwen in een renaissance van de maanmissie. Als we ooit naar Mars of verder willen reizen, moeten we onafhankelijk van de aarde kunnen overleven. De maan is dé plek in ons zonnestelsel om dat leren.' ■



De in 2005 ontdekte Peary-krater is bij uitstek geschikt voor de opwekking van zonne-energie.  
NASA/GSFC/ARIZONA STATE UNIVERSITY

### NOORDPOOL

Mocht er ooit een maanbasis komen, wat is dan eigenlijk de beste locatie? Veel experts zijn het erover eens: de noordpool van de maan. De hoofdrede daarvoor is de aanwezigheid van water, maar de noordpool brengt ook een ander voordeel met zich mee: zonlicht. In 2005 werd de Peary-krater ontdekt, waarvan de noordelijke rand permanent in de zon staat. Die is daarmee bij uitstek geschikt voor de opwekking van zonne-energie. Daarnaast is de temperatuur er relatief stabiel. Carpenter plaatst wel een belangrijke kanttekening: 'Op papier is het de ideale locatie, maar het is heel moeilijk om de rand van een maankrater te bereiken. Laat staan om er te landen.'

### BESCHERMLAAG

Er liggen inmiddels verschillende ideeën op tafel voor de bouw van een maanbasis. Prioriteit nummer één is daarbij de veiligheid van bewoners. Die moeten beschermd worden tegen gevaren als micrometeorieten, straling en barre temperaturen. Daar is een dikke beschermlaag voor nodig. En die laat je niet zomaar even overvliegen vanaf de aarde.

Wetenschappers pleiten er daarom voor om ondergronds te gaan. Ondergrondse lavatunnels, die ontstonden toen de maan nog vulkanisch actief was, kunnen bijvoorbeeld een oplossing zijn. Een andere mogelijkheid is het bedekken van een opblaasbare basis met een dikke beschermlaag, die op de maan geconstrueerd wordt. Regoliet, de losse grond op het oppervlak van de maan, kan dienen als bouw materiaal. NASA ontwikkelde een robot, genaamd RASSOR (Regolith Advanced Surface Systems Operations Robot), die in staat is om deze maangrond te verzamelen. Door het vervolgens te combineren met bepaalde polymeren, wordt het geschikt als bouw materiaal. Een 3D-printer kan er vervolgens van alles van maken, van beschermingslagen tot een complete habitat.