



VAN ALLES OVER DE MAAN



Stichting
Universum

Inleiding

Waar je ook bent, met wie je ook spreekt, en al heb je nog nooit iets van sterrenkunde gelezen of gehoord, over de maan weet iedereen wel wat te vertellen.

De maan is met het blote oog goed zichtbaar. Hij is na de zon de helderste verschijning aan de hemel. Hij is ook het enige hemellichaam buiten de aarde dat door de mens is bezocht.

Deze brochure gaat over de maan. Je komt te weten hoe we denken dat de maan ontstaan is, hoe het komt dat de maan er steeds anders uitziet, terwijl we toch steeds alleen de voorkant van de maan zien. Ook wat je zoal met een sterrenkijker op de maan kunt zien en de maanlandingen komen aan bod.

Eivormige maan?

De maan op de voorkant van deze brochure ziet er gek uit. Hij lijkt wel een beetje eivormig en staat op zijn kop! Hieronder is de complete foto, die op 8 augustus 2001 vanuit het internationale ruimtestation ISS is gemaakt, afgebeeld. Wat je ziet is de rand van de aarde (lichtblauw), met daarboven de vaagblauwe aardatmosfeer.

De vervorming van de maan ontstaat doordat het maanlicht door de aardatmosfeer wordt afgebogen. Die afbuiging is het sterkst waar de meeste lucht zit: onderin dus! Het bovenste deel van de maan steekt boven de lucht uit en heeft zijn normale vorm. Maar waarom staat de maan ondersteboven, eigenlijk?

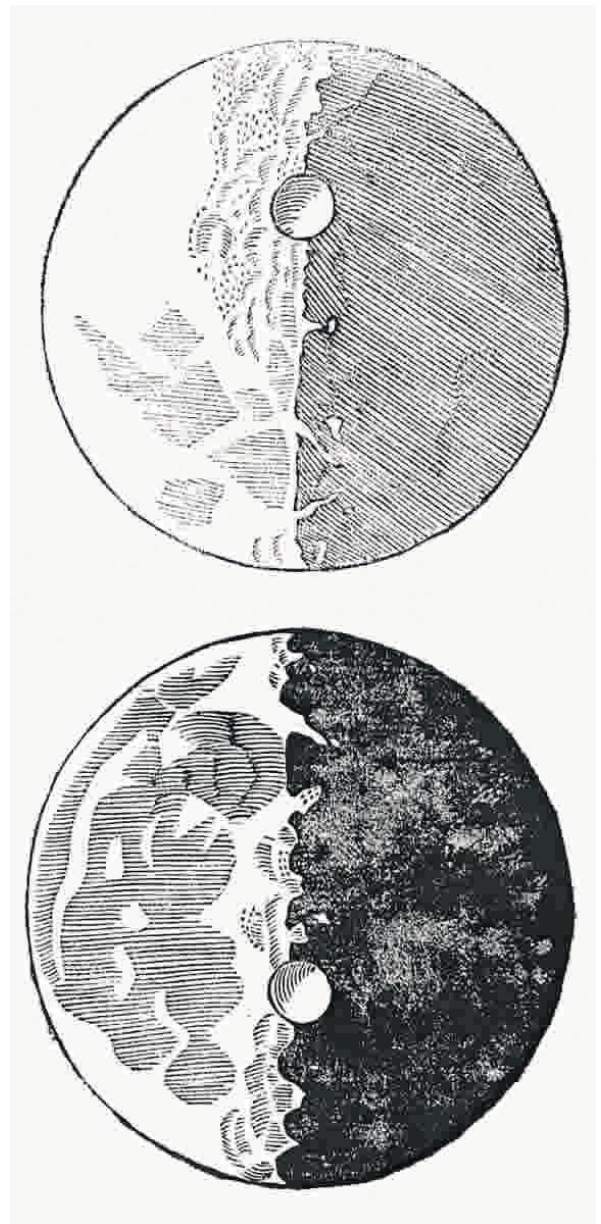


(Foto: NASA/JSC)

Een stukje geschiedenis

Er wordt al heel lang 'gebruik gemaakt' van zon en maan. De maan werd bijvoorbeeld 's nachts gebruikt als lichtbron. Hij was het enige dat 's nachts een beetje licht gaf. Nou ja, licht geven? Wat men toen nog niet wist, is dat de maan zelf geen licht geeft, maar dat hij het licht van de zon weerkaatst.

De maan en de zon speelden ook een belangrijke rol bij veel godsdiensten. Niet alleen als ze zichtbaar waren, maar vooral ook als ze tijdens een zons- of maansverduistering plotseling 'verdwenen'. Als de priesters in bijvoorbeeld het oude Egypte erin slaagden een zons- of maansverduistering te voorspellen, was het volk zo onder de indruk dat ze alles deden



Twee van de eerste maantekeningen die met behulp van een telescoop zijn gemaakt. Deze tekeningen zijn van de Italiaanse sterrenkundige Galileo Galilei (1564-1642).

wat de priesters vroegen. Maar het gebeurde ook dat de priesters het niet goed voorspelden: in zo'n geval werden ze soms onthoofd.

De priesters gebruikten hun kennis van de maan en zon niet alleen om indruk te maken op de bevolking, maar ook om kalenders te maken. Ook nu nog vormen de bewegingen van maan en zon de basis van onze kalender.

Sinds paus Gregorius XIII (1582) volgt onze kalender precies het zonnejaar. De indeling van dat jaar is gebaseerd op de beweging van de maan: behalve jaren kennen we namelijk ook maanden. Een maand was oorspronkelijk de tijd tussen twee opeenvolgende volle manen. Die tijd is gelijk aan 29 en een halve dag. Omdat twaalf van deze maanden ($12 \times 29,5 = 354$ dagen) dus niet helemaal gelijk zijn aan een zonnejaar (de aarde heeft 365,25 dagen nodig om één keer rond de zon te draaien), heeft de Romeinse heerser Julius Caesar de maanden iets aangepast. De maanden kregen om en om 30 en 31 dagen, behalve februari, die 28 dagen in een gewoon en 29 dagen in een schrikkeljaar kreeg.



Wist je dat...

...de maand Quintilis (vertaald: de 'vijfde' maand) ter ere van Julius Caesar later in Julius (juli) is veranderd? Julius Caesar was degene die de eerste twee maanden van het jaar (januari en februari) bedacht. De rest van de maanden heeft van de Romeinse koning Romulus een naam gekregen: hij leefde vóór Julius en ging nog uit van tien maanden. De eerste vier maanden werden genoemd naar Martis, de oorlogsgod, Aprilis, een onbekende god, Maius, een plaatselijke godin, en de godin Junius. De volgende zes maanden – nummers 5 tot en met 10, kregen namen die van Latijnse getallen zijn afgeleid: Quintilis (later dus Julius), Sextilis (later Augustus, naar de Romeinse keizer die Julius opvolgde), September, October, November en December.

De weerwolf

Er zijn verschillende legenden over de weerwolf... In de meeste legenden wordt verteld dat er mensen 's nachts bij volle maan in een wolf veranderen om op beestachtige wijze andere mensen aan te vallen, te doden en op te eten... De oorspong van deze legende is te vinden in de prehistorie! Prehistorische jagers hulden zich in wolfsvellen in het geloof dat ze van dezelfde krachten vervuld zouden worden als dit gevreesde roofdier.

De geschiedenis staat bol van de weerwolfverhalen, met de Middeleeuwen als hoogtepunt. Alleen al in Frankrijk werden tussen 1520 en 1630 dertigduizend 'weerwolfprocessen' gehouden.



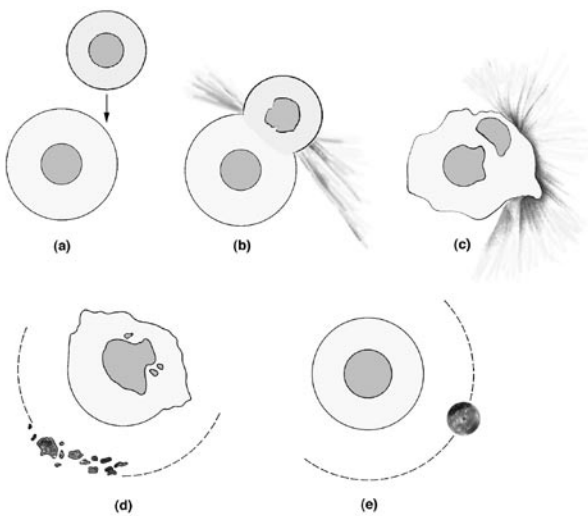
Ontstaan van de maan – kraters en zeeën

Oorspronkelijk waren er allerlei verschillende theorieën over het ontstaan van de maan – wel een stuk of vijf. De eerste theorie was dat de maan zich heeft afgesplitst van de aarde. Toen de aarde net was ontstaan was zij een vloeibare lavamassa. Ze draaide toen ontzettend snel rond haar as, zo snel dat ze een uitstulping kreeg. Uiteindelijk zou deze uitstulping zich afgesplitst hebben. Volgens een tweede theorie zou deze uitstulping zich weer hebben opgedeeld in een stuk maan en een stuk Mars.

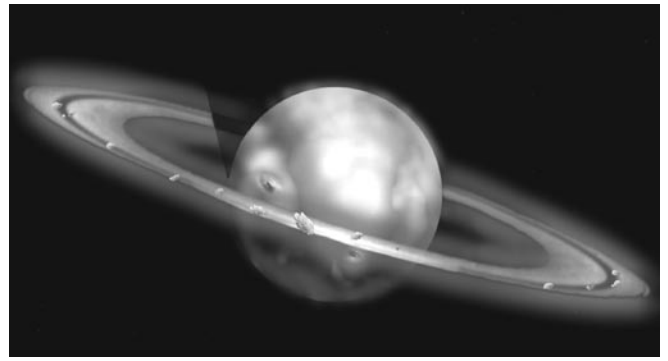
De derde en vierde theorie lijken ook op elkaar. Volgens deze theorieën is de maan apart van de aarde ontstaan, net als de aarde uit kosmische stof. De ene theorie zegt dat doordat de aarde groter was, en daardoor meer aantrekkingskracht had, de maan in een baan om de aarde kwam (en niet andersom). De andere theorie zegt dat de maan ergens anders is ontstaan en door de aantrekkingskracht van de aarde in een baan om onze planeet is 'ingevangen'.

De vijfde theorie heeft het over een botsing. Toen de aarde nog erg jong was, en op een dunne korst na helemaal vloeibaar, is volgens deze theorie een groot object ingeslagen. Bij deze botsing kwam een hoop massa los van de aarde en deze werd de ruimte in geslingerd. Dat opgeworpen puin is later samengeklonterd tot de maan.

Deze laatste theorie wordt momenteel door wetenschappers als de juiste gezien. Dat volgt onder meer



Schematisch overzicht van de botsing die tot het ontstaan van de maan leidde. (Naar: Morisson & Owen, The Planetary System)



De 'bouw' van de maan in volle gang!

uit onderzoek van de door de Apollo-astronauten meegebrachte maanstenen (zie verderop in deze brochure). De maan blijkt in grote lijnen uit dezelfde stoffen te bestaan als de aarde, maar heeft een veel lager ijzergehalte. Dit kan verklaard worden door aan te nemen dat het object niet frontaal met de aarde botste, maar er langs schampte. Hierdoor zou bij de botsing alleen gesteente van de ijzerarme buitenkant van de aarde zijn vrijgekomen.

Het ontstaan van maankraters

Behalve over het ontstaan van de maan bestonden er ook verschillende theorieën over het ontstaan van de maankraters. Vroeger dacht men dat kraters ontstonden

Wist je dat...

...er nog meer manen zijn dan alleen 'onze' maan? Bijvoorbeeld bij de planeet Jupiter: die heeft zelfs meer dan zestig manen, waaronder vier grote (zie hieronder)! Een maan is een hemellichaam dat om



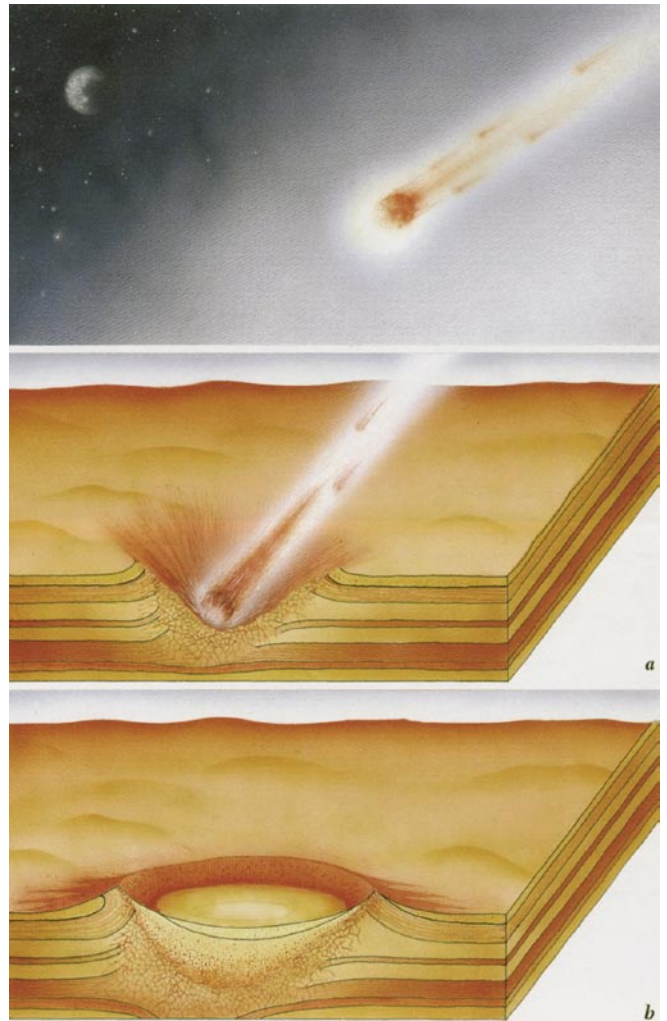
een planeet draait. Een planeet is een niet-lichtgevend hemellichaam dat in een vaste baan om een ster (een lichtgevend hemellichaam) beweegt.

den vanuit het binnenste van de maan. Men dacht dat er vulkaanuitbarstingen waren geweest, waarbij grote gebieden met lava onderliepen.

Tegenwoordig denkt men dat bijna alle kraters zijn ontstaan door meteorietinslagen. Deze kraters kunnen een middellijn van meer dan 20 kilometer hebben. Als een meteoriet bij een inslag het maanoppervlak binnendringt, ondervindt hij grote wrijving. Deze wrijving wordt omgezet in warmte. Het kan daarbij zo heet worden dat een groot gedeelte van de ingeslagen meteoriet verdampt. Op enkele kilometers diepte wordt dan een bol verdampte steen en ander materiaal gevormd, die onder grote druk staat. Deze bol explodeert en veroorzaakt de krater. Door deze explosie zijn bijna alle kraters op de maan ringvormig, ook al slaat de meteoriet vaak schuin in.

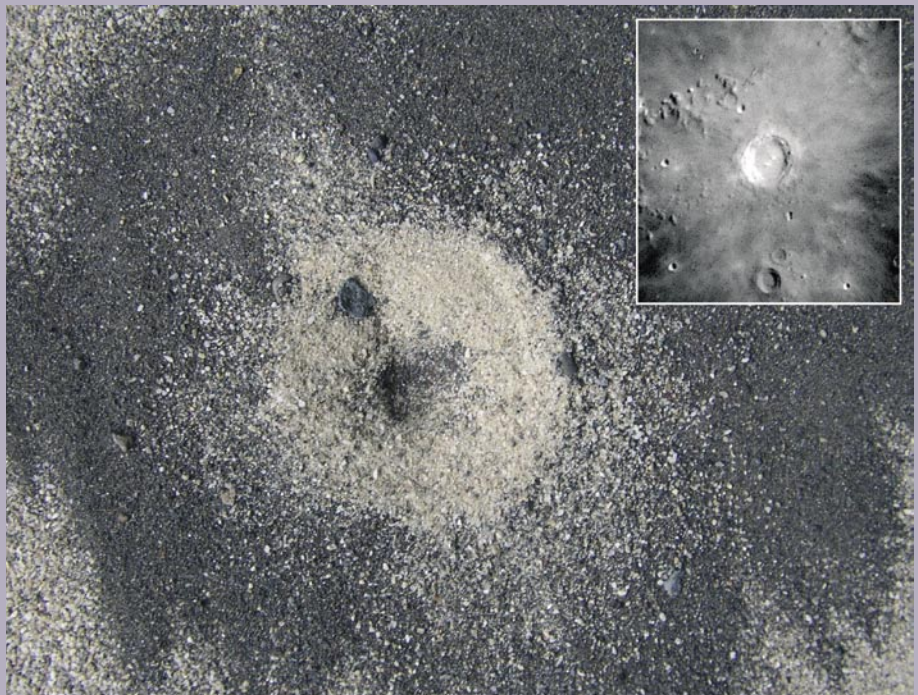
Alleen al op de naar de aarde gerichte maanhelft zijn al 300.000 kraters met een diameter van meer dan een kilometer te zien. Natuurlijk zijn er nog ontelbare kraters kleiner dan een kilometer. En er zijn ook enkele uitschieters met een diameter van meer dan 200 kilometer!

Hiernaast: het ontstaan van een inslagkrater. Op het moment dat een grote meteoriet het oppervlak treft, vindt een grote ontploffing plaats. Hierdoor ontstaat een krater, die bijna altijd rond is.



Doe-het-zelf kraters

Kleine kraters kun je zelf thuis nabootsen door een stukje steen van grote hoogte in een laag zand te laten vallen. Je krijgt dan een kuiltje, doordat de inslag van de steen een beetje zand wegslaait. Je zult merken dat als het zand te nat en stevig is de krater niet zo groot wordt. Als het zand dun en erg droog is, blijft er een mooie krater over. In het midden van de krater ligt dan de steen die de krater heeft veroorzaakt. Je kunt ook een krater maken door geen steen maar waterdruppels omlaag te laten vallen.



Een doe-het-zelf krater. Rechtsboven is een echte maankrater te zien.

Het ontstaan van de 'zeeën'

Het maanoppervlak is behalve met kraters voor een groot deel bedekt met donkergrijze vlekken die we maanzeeën of *maria* noemen. In de oudheid dacht men dat de grijze vlekken oceanen waren, net als op aarde gevuld met water.

Nu weten we dat deze vlekken geen zeeën zijn: het zijn droge vlakten bezaaid met kleine kraters. Deze vlakten zijn ontstaan doordat na grote meteorietinslagen lava naar de laagstgelegen delen van de maan stroomde en deze opvulde. De bovenlaag van de vlakten is door talrijke kleine meteorietinslagen verpulverd en bestaat nu uit een soort fijn zand.

De eerste die met een telescoop naar de maan keek, was de Italiaan Galileo Galilei in de 17de eeuw. Hij was dus ook de eerste die zag dat de maanrand niet glad en rond is, maar bobbelig. Daaruit leidde Galilei af dat er ook op de maan bergen moeten zijn (zie zijn tekeningen op blz. 2).



*De grote, donkere vlekken op de maan worden maanzeeën genoemd. Toch is op de maan geen druppel water te vinden!
(Foto: Daisuke Tomiyasu)*

Wist je dat...

...de maan van invloed is op onze getijden (eb en vloed)? Eb en vloed worden veroorzaakt door de zwaartekrachtsaantrekkingen die de maan en de zon op het aardse oceaanaanwater uitoefenen.

Daar waar de afstand tot de zon/maan het grootst is, is de kracht het kleinst. En daar waar de afstand het kleinst is, trekt de zon/maan het hardst. Hierdoor ontstaat aan weerszijden van de aardbol een 'waterberg'.

De waterbergen die door de zon veroorzaakt worden, zijn kleiner dan die van de maan. Als zon, aarde en maan ongeveer op één lijn staan tellen de hoogteverschillen op: we spreken dan van springtij.

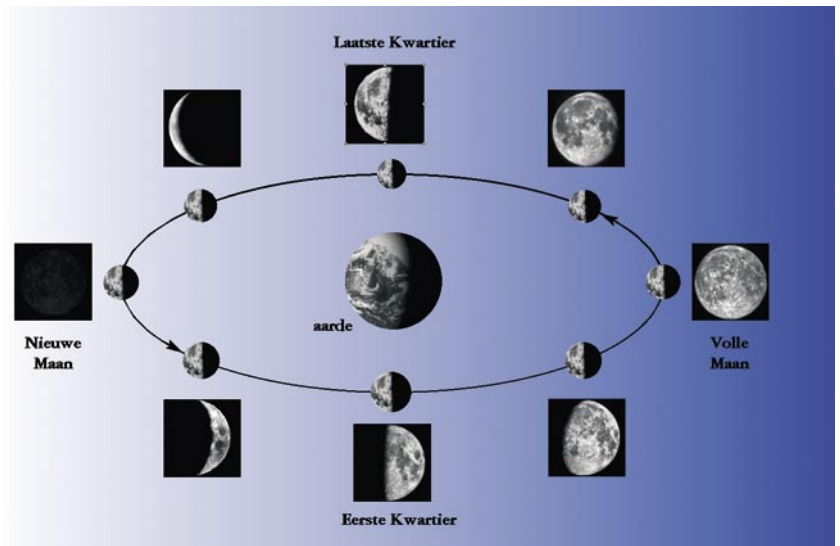


Schijngestalten

Als je 's avonds naar buiten kijkt, zal het je opvallen dat de maan niet altijd te zien is, en dat hij soms rond is, en soms half of een kleine sikkel. Ook de plaats van de maan tussen de sterren verandert.

Deze verschillen ontstaan doordat de maan om de aarde draait. Door deze draaiing verschuift hij iedere dag een stukje langs de sterrenhemel. Na ongeveer een maand staat de maan weer op dezelfde plek aan de hemel. De maan draait dus in ongeveer één maand om de aarde. (Daar komt het woord maand ook vandaan!)

Terwijl de maan tussen de sterren verschuift, verandert hij ook van vorm. De verschillende vormen van de maan worden *schijngestalten* genoemd. De maan zelf geeft eigenlijk geen licht, maar weerkaatst het licht van de zon. Net als op aarde is ook op de maan sprake van dag en nacht. Doordat de maan rond de aarde draait, verlicht de zon steeds een ander stuk van de maan. Zo ontstaan de schijngestalten. In de tekening op deze bladzijde kun je zien hoe de stand van de maan is bij de verschillende schijngestalten. (Het zonlicht komt van links.)



Net als die aarde draait auch die maan um ihren eigenen as. Bei der aarde geschieht das in einem tag, aber die maan tut es fast vier wochen über um einen mal um ihren as zu drehen. Das besondere ist, dass diese zeit genau gleich ist der zeit, die die maan über die aarde um zu drehen. Also wenn die maan einmal um die aarde gedreht ist, ist sie auch einmal um ihren eigenen as gedreht. Das hat zur folge, dass wir immer von der gleichen seite der maan aus sehen. Hierdurch bekommen wir das größte teil von der 'rückseite' der maan nie zu sehen!

Doe-het-zelf schijngestalten

Je kunt de schijngestalten van de maan gemakkelijk namaken. Je hebt dan een balletje en een zaklamp nodig. De zaklamp stelt de zon voor, het balletje is de maan. Je gezicht is de aarde.

Leg de lamp op een tafel. Ga eerst met je gezicht naar de lamp staan en houd het balletje (de maan) in de richting van de lamp (de zon). Je kunt nu alleen de kant van het balletje zien die niet verlicht is. (Je ziet dus eigenlijk geen bal!) Als de maan in de richting van de zon staat, kun je hem niet zien. Dat heet nieuwe maan.

Draai nu een kwartslag naar links. De lamp ligt nu rechts van je. Houd het balletje recht voor je uit. De helft van het balletje is nu verlicht. Je ziet de rechter helft. Dat heet eerste kwartier.

Als je nu weer een kwartslag naar links draait, dan staat de lamp achter je. Het is nu nacht. Houd het balletje nu ook een beetje naar boven. Het is nu helemaal verlicht. Het is volle maan. Draai nu weer verder. De linker helft van het balletje wordt verlicht: laatste kwartier.



Maansverduisteringen

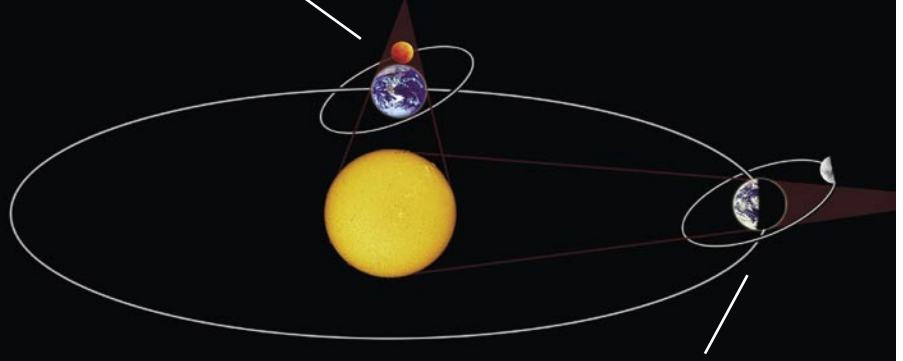
Af en toe vindt er bij volle maan een maansverduistering plaats. De maan ontvangt dan tijdelijk geen direct zonlicht, doordat de aarde precies tussen de zon en de maan in staat (zie hiernaast). Iedereen die op de helft van de aarde zit die naar de maan toegekeerd is, kan zo'n maansverduistering waarnemen.

Als de maan helemaal in de kernschaduw van de aarde terecht komt, spreken we van een totale maansverduistering. Het kan voorkomen dat dit slechts een tiental minuten duurt, maar het kan ook meer dan een uur duren. Dat hangt ervan af of de maan midden door de schaduw van de aarde gaat of langs de rand.

In de figuur wordt uitgelegd, waarom we niet elke maand een maansverduistering zien. Dat lijkt gek, omdat de volle maan zich – van de zon uit gezien – steeds achter de aarde bevindt. Maar in werkelijkheid staan zon, aarde en maan dan meestal niet exact op één lijn. De banen van de aarde rond de zon en van de maan rond de aarde liggen niet precies in hetzelfde vlak. Hierdoor trekt de maan meestal boven of onder de aardschaduw langs. Het gebeurt dus lang niet altijd dat er bij volle maan een maansverduistering te zien is.

Tijdens een totale maansverduistering is de maan niet onzichtbaar. Hij is wel veel donkerder dan normaal

Alléén als het volle maan is op het moment dat de maan zich in het deel van zijn baan bevindt dat samenvalt met de verbindingslijn zon-aarde, vindt er een maansverduistering plaats.



Meestal gaat de schaduw van de aarde onder of boven de volle maan langs. Er vindt dan geen maansverduistering plaats.

en kleurt rood of donkerbruin. Dat je toch nog wat van de maan kunt zien, komt door de dampkring van de aarde. Als er bij ons een totale maansverduistering te zien is, vindt er op de voorkant van de maan namelijk een totale zonsverduistering plaats. Alleen zonnestrallen die door de dampkring van de aarde zijn afgebogen, komen dan nog op de maan terecht. Door deze afbuiging krijgt het zonlicht dezelfde kleur als bij een zonsondergang: rood dus.

Komende maansverduisteringen

7 september 2006	20.51 uur	gedeeltelijk
4 maart 2007	0.22 uur	totaal
21 februari 2008	04.27 uur	totaal
16 augustus 2008	23.11 uur	gedeeltelijk
31 december 2009	20.23 uur	gedeeltelijk
21 december 2010	09.18 uur	totaal*
15 juni 2011	22.12 uur	totaal
10 december 2011	15.32 uur	totaal*
25 april 2013	22.07 uur	gedeeltelijk
28 september 2015	4.47 uur	totaal
7 augustus 2017	20.20 uur	gedeeltelijk*
27 juli 2018	22.21 uur	totaal

* Niet geheel waarneembaar vanuit Nederland.



Tijdens een totale maansverduistering wordt de maan niet echt donker! (Foto: Preston S. Justis)

Maanwaarnemingen

Onze maan is vast het meest bekeken hemelobject. Ook door een telescoop is hij heel interessant, want er is veel te zien. Kraters, zeeën, bergen, scheuren in de bodem... genoeg om avonden lang naar te kijken. Hieronder beschrijven we wat je met het blote oog kunt zien, en wat als je een verrekijker of telescoop gebruikt.

Met het blote oog

Als je 's avonds naar de maan kijkt, zie je meteen lichte en donkere gebieden. Zoals we hebben uitgelegd, worden de donkergrijze gebieden zeeën of maria genoemd (het enkelvoud is *mare*). De lichtere gebieden zijn de hooglanden, die officieel *terrae* heten.

Deze lichte en donkere vlekken zagen mensen vroeger ook al, maar omdat er toen nog geen telescopen waren om de maan goed mee te bekijken, werd er veel over de maan gefantaseerd. Uit die tijden komt ook de term 'het mannetje in de maan'. De mensen vonden het vlekkenpatroon van de volle maan op een gezicht lijken. Anderen zien er meer een haas in. Waar vind jij het op lijken?

Als de maanfase vlakbij nieuwe maan is, zie je slechts een heel klein sikkeltje. Het is heel leuk om zo'n klein maansikkeltje ook echt aan de hemel te zien staan. Meestal is het maansikkeltje pas weer waarneembaar als de maan 24 uur of meer 'oud' is (dus na nieuwe maan). Lukt het jou om een 'jongere' maan waar te nemen?

Als de maan nog een sikkeltje is, kun je het zogeheten asgrauwe licht zien. Dat verschijnsel wordt door de aarde veroorzaakt. Vanaf de maan gezien is de aarde dan bijna 'vol' en geeft zij, net als de volle maan bij ons, veel licht. Het niet door de zon verlichte gedeelte van de maan wordt dan door de aarde verlicht (die op haar beurt natuurlijk het licht van de zon weerkaatst). Als het richting halve maan gaat, neemt het asgrauwe

licht af. Dit komt doordat het aardlicht dan overstraald wordt door het zonlicht, maar ook doordat er steeds minder licht door de aarde wordt weerkaatst. De maan aan de hemel is ongeveer een halve graad breed. Dat is ongeveer net zo breed als je duim als je je arm gestrekt houdt. Vergelijk zelf maar eens.



Kort na nieuwe maan verschijnt de maan als een dun sikkeltje aan de hemel. Dan is ook te zien dat ook het 'donkere' deel van de maanschijf een beetje licht geeft. Dat is licht dat van de (bijna volle) aarde afkomstig is. (Foto: Philippe Moussette)

Omdat de maanbaan elliptisch is, zien we de maan niet altijd even groot. Het verschil is nauwelijks merkbaar bij het waarnemen, maar als je twee foto's naast elkaar ziet met op de ene foto de maan in zijn kleinste verschijning en op de andere foto in zijn grootste, is het verschil duidelijk te zien.

Libratie

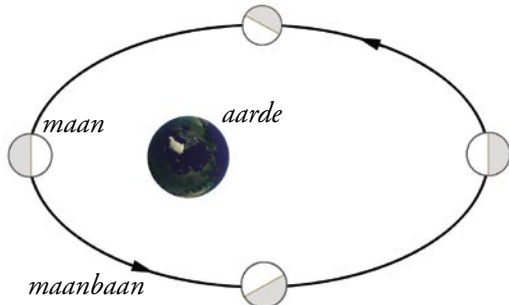
De maan draait om de aarde. En opvallend genoeg draait de maan daarbij net zo snel om zijn as als om de aarde. Dit heeft tot gevolg dat we steeds tegen dezelfde kant van de maan aankijken. Dit betekent echter niet dat we maar de helft van het maanoppervlak kunnen waarnemen. Door de zogeheten libraties krijgen we in de loop van de dagen, weken en maan-

den iets meer dan de helft van het maanoppervlak te zien – 59% om precies te zijn.

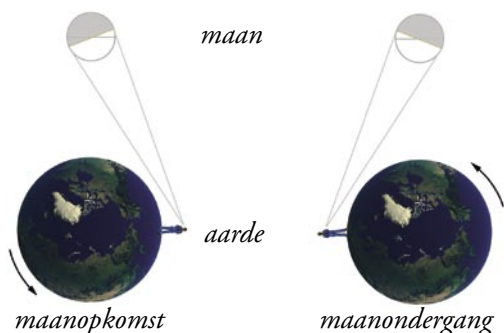
Libratie houdt in dat de maan een beetje wiebelt. Dit heeft verschillende oorzaken, die we hier zullen uitleggen. De maanbaan staat namelijk een beetje schuin. Dit zorgt ervoor dat we soms een stukje van de onderkant of van de bovenkant van de maan kunnen zien.



Een ander soort libratie ontstaat doordat de maanbaan elliptisch is. Volgens een bepaalde wet beweegt de maan sneller wanneer hij dichtbij de aarde is, en juist langzamer wanneer hij ver van de aarde is. Maar daarbij blijft hij steeds even snel om zijn as draaien. Dit verschil in snelheid zorgt ervoor dat we soms toch nog een stukje van de achterkant van de maan kunnen zien.



Een derde vorm van libratie wordt veroorzaakt door de draaiing van de aarde en de veranderende positie van de waarnemer. Als de maan aan de horizon staat en opkomt, kun je een stukje extra aan de westelijke maanrand zien. Als de maan ondergaat, zie je een extra stukje aan de oostrand.

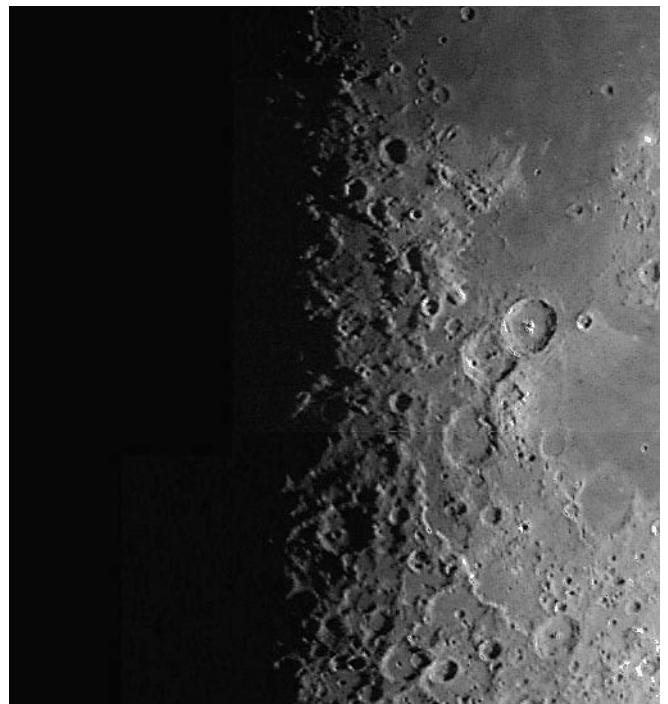


Deze drie vormen van libratie zijn 'optisch', dat wil zeggen: de maan wiebelt niet zelf. Er zijn echter ook echte onregelmatigheden in de draaiing van de maan. Dit noemen we fysische liberaties. Deze ontstaan doordat de materie binnen de maan niet helemaal gelijk verdeeld is.

Met een verrekijker of telescoop

Als je de maan met een telescoop wilt gaan waarnemen, merk je al snel dat volle maan geen gunstig moment is. De meeste details op de maan zijn namelijk te zien langs de grens van licht en donker, de *terminator*. Als je op een berg of in een krater die bij de terminator ligt zou staan, zou je net de zon zien opkomen of ondergaan. En net als op aarde zijn de schaduwen het langst bij zonsopkomst of -ondergang. Boven het verlichte gedeelte van de maan staat de zon veel hoger en zijn de schaduwen kleiner. Hierdoor zijn vanaf de aarde veel minder details te zien. Probeer dit zelf maar eens door je verrekijker of telescoop op de terminator en op een helder verlicht deel van de maan te richten.

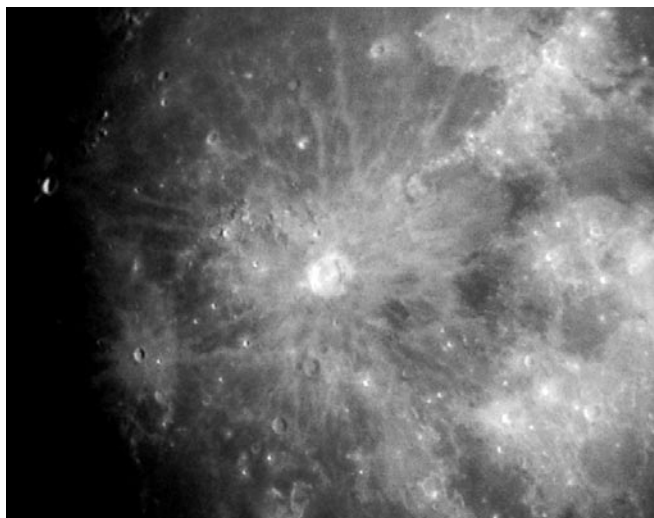
Met een telescoop kun je de kraters en zeeën van de maan goed zien. Andere structuren op de maan zijn de rillen en de verzakkingen en verhogingen. Een voorbeeld van het laatste vinden we in de Mare Nubium (Zee van de Wolken). Daar zien we de Rechte Wand, een plek waar twee stukken maankorst ten opzichte van elkaar verschoven zijn. Daar is een verschil



Langs de terminator – de grens tussen licht en donker – zijn de meeste details te zien op de maan. (Foto: John Sussenbach)

in hoogte van wel 300 meter. De rillen worden wel vergeleken met scheuren in uitgedroogde modder. Het zijn lange scheuren in de maanbodem die niet breder zijn dan een paar kilometer.

Bij sommige kraters beginnen witte strepen die zich over vele honderden kilometers kunnen uitstrekken. Vooral de krater Tycho heeft van die opvallende strepen of 'stralen'. Zo'n stralenstelsel wordt veroorzaakt door een meteorietinslag. Er wordt dan licht materiaal tot op vele honderden kilometers weggeslingerd. Men denkt dat kraters met stralenstelsels vrij jong zijn, en dat de strepen in de loop van de tijd vervagen. Andere kraters met mooie stralenstelsels zijn Copernicus, Kepler, Aristarchus en Proclus.



Krater Copernicus en zijn 'stralen'. (Foto: Michael Cripps)

Ook zie je bij sommige kraters een centrale piek. Die piek ontstaat nadat een meteoriet is ingeslagen: de ingedeukte, gesmolten bodem veert dan als het ware terug. De piek die dan omhoog komt, stolt en blijft in het midden van de krater staan.

Namen van zeeën en kraters

Ongeveer een derde van het voor ons zichtbare maanoppervlak is bedekt met maanzeeën. De officiële namen van de zeeën zijn in het Latijn en zijn gewoon verzonnen. De kraters zijn juist meestal genoemd naar geleerden, filosofen, ontdekkingsreizigers en andere beroemdheden. Veel van deze namen zijn het eerst gebruikt door de astronoom Riccioli, op zijn maankaart van 1651. Later zijn er nog vele honderden namen aan toegevoegd. Niet alleen zeeën en kraters, maar ook bergtoppen, rillen en valleien hebben een naam gekregen. De grote bergketens zijn genoemd naar bergketens op aarde.



Foto van Mare Nubium, met rechts bij de pijl de Rechte Wand. (Foto: Jim Thommes)

In de tabel hieronder staan de (Latijnse) namen van de grootste en bekendste maanzeeën. Je kunt ze allemaal zien met een verrekijker of telescoop (zie kaart op volgende bladzijde).

Mare Frigoris	Zee van de koude
Mare Imbrium	Zee van de regen
Mare Serenitatis	Zee van de helderheid
Mare Tranquillitatis	Zee van de stilte
Mare Crisium	Zee van de kentering
Oceanus Procellarum	Oceaan van de stormen
Mare Fecunditatis	Zee van de vruchtbaarheid
Mare Nectaris	Zee van de nectar
Mare Nubium	Zee van de wolken
Mare Humorum	Zee van de vochtigheid



Maankaart van Giovanni Riccioli uit 1651.



Het fotograferen van de maan

Het is niet zo moeilijk om foto's van de maan te maken. Om te beginnen kun je met een gewone camera fotograferen hoe de maan boven de horizon staat. Vooral als er één of meer planeten in de buurt van de maan staan, kun je mooie foto's maken.

Je camera mag niet flitsen en moet een stand hebben waarmee je een lange sluitertijd kunt instellen. Omdat het landschap donker is, moet je voor een goede foto al gauw meer dan een seconde belichten. Zet in dat geval je camera op een statief, zodat de foto niet bewogen wordt. Het beste kun je een gevoelige film gebruiken, bijvoorbeeld ISO 400. Je moet dan enkele

tot tien seconden belichten. Met een digitale camera kun je korter belichten. Bovendien kun je dan direct zien of de foto gelukt is.

Als je de schijngestalten wilt fotograferen, moet je een telelens of zoomlens gebruiken. Het is niet moeilijk om de maan met een niet al te lange telelens scherp op de foto te zetten, als je camera maar op een stevig statief staat. Gebruik (bij ISO 400 en diafragmagetal 8) belichtingstijden van 1/1000 seconde (volle maan), 1/250 seconde (halve maan) of 1/125 seconde (maansikkel). Maak voor de zekerheid meerdere foto's met verschillende belichtingstijden.

Mensen naar de maan

De maan is nog steeds het enige hemellichaam buiten de aarde waar mensen hebben rondgelopen. Dit is ook niet zo gek, omdat de maan relatief dichtbij de aarde staat. Je kunt je echter afvragen waarom we eigenlijk op de maan willen zijn?

Het is een vraag die heel simpel lijkt, maar eigenlijk niet zo eenvoudig te beantwoorden is. Immers, het kost heel veel geld om naar de maan te gaan en de kans dat er iets fout gaat is best groot.

Je zou kunnen zeggen dat je op de maan wilt zijn om de maan te onderzoeken, maar dit kan bijna net zo goed en veel goedkoper door er alleen machines op af te sturen. Wat misschien een betere verklaring is, is dat mensen het enorm interessant vinden om te weten wat er allemaal wel en niet kan. Hoe ver kun je gaan? En wat ook niet onbelangrijk is: wie lukt het om zo ver te komen?

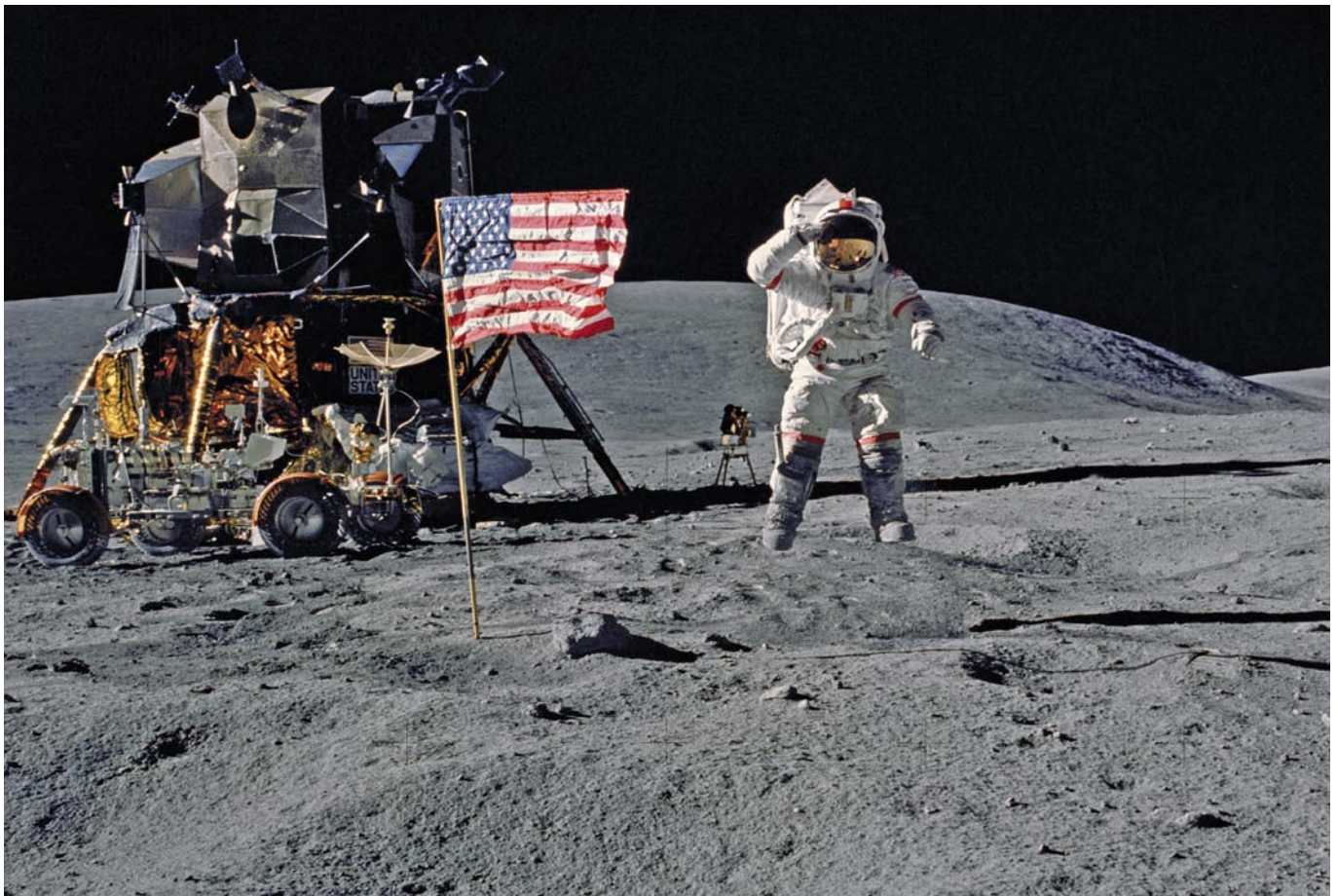
Tussen 1960 en 1970, toen de reis naar de maan werd voorbereid, was het juist Koude Oorlog tussen Rusland en Amerika: twee supermachten die niet voor elkaar onder wilden doen. En wat is er dan mooier dan de hele wereld te laten zien dat je de beste van de twee bent door op die 'onbereikbare' maan te landen?

De langzame weg naar de maan

Voordat je naar de maan kan, moet je er eerst voor zorgen dat je in de ruimte kunt blijven. Het is 1957 als de Russen dit voor het eerst voor elkaar krijgen. De eerste keer onbemand (Spoetnik 1), de tweede keer werd er al een hondje meegestuurd. Men had toen nog geen idee of je het wel zou overleven in de ruimte. Misschien werd je wel ziek of gek als je gewichtsloos was. Het hondje (Laika geheten) bleek echter gewoon te blijven leven, totdat de zuurstof op was. In 1961 maakte de eerste mens een reis door de ruimte (de Rus Joeri Gagarin), die ook veilig terugkeerde op aarde.

Nu het mogelijk was om door de ruimte te reizen, ging men verder richting de maan. Ook hier werden eerst onbemande ruimtevaartuigjes naartoe gestuurd. De eerste onbemande vlucht werd zelfs al in 1959 ondernomen: de Loena 1 vloog vlak langs de maan. Enkele weken later crashte de Loena 2 op de maan: de eerste keer dat de maan echt bereikt was. In de jaren daarna lukte het om de vaartuigjes een echte

Astronaut John W. Young, commandant van de Apollo 16 begint zijn eerste maanwandeling met een saluut aan de Amerikaanse vlag. Links staat zijn 'maanauto'.



landing te laten maken, stof te verzamelen en naar aarde te laten terugkeren. Uit deze landingen bleek dat de maan gewoon uit harde steen bestond. Het had bijvoorbeeld ook gekund dat er een hele dikke zachte laag aan het oppervlak lag, waar je meters diep in zou weg zakken. Dat was gelukkig niet zo.

De Amerikanen, zwaar gefrustreerd dat de Russen steeds een voorsprong hadden, besloten nog veel meer dollars in de ruimtevaart te stoppen. Ook Amerikaanse astronauten gingen de ruimte in, steeds een stapje dichterbij de maan toe. In het voorjaar van 1969 was het tijd voor de generale repetitie: in de Apollo 10 werd de hele reis naar de maan ondernomen, behalve dat er geland werd. Op maar tien kilometer boven het maanoppervlak moesten de astronauten omkeren. Men had er op aarde voor gezorgd dat, als ze stiekem toch zouden landen, er niet genoeg brandstof was om terug te keren naar de aarde. Zo wist men zeker dat het bij een oefening bleef en pas de volgende vlucht het hoogtepunt zou komen.

Op 16 juli 1969 werd de Apollo 11 gelanceerd. De astronauten reisden in vier dagen naar de maan toe. Vier dagen later, op 20 juli om 22.18 uur Nederlandse tijd, landde de maanlander 'Eagle' veilig op het maanoppervlak. Enkele uren later ging Neil Armstrong stapje voor stapje de ladder omlaag. Bij de laatste trede sprak hij de beroemde woorden: 'Dit is een kleine stap voor een mens, een reuzensprong voor de mensheid.'

De astronauten bleven 21 uur op de maan, namen 300 kilo maanstenen mee en plaatsten wetenschappelijke apparatuur om metingen te kunnen verrichten. Dit gebeurde allemaal binnen 250 meter van de maanlander. Maar wat misschien wel het belangrijkste was: de Amerikaanse vlag werd geplaatst.

Meer maanvluchten

Daarna zijn er nog zes bemande vluchten naar de maan geweest. Dat een reis naar de maan gevaarlijk blijft, bleek tijdens de derde vlucht (Apollo 13). Ook tijdens deze vlucht werd een beroemde uitspraak gedaan: 'Houston, we hebben een probleem.' (Het vluchtleidingscentrum op aarde stond in Houston.) Voordat de astronauten de maan konden bereiken, moesten ze terug naar de

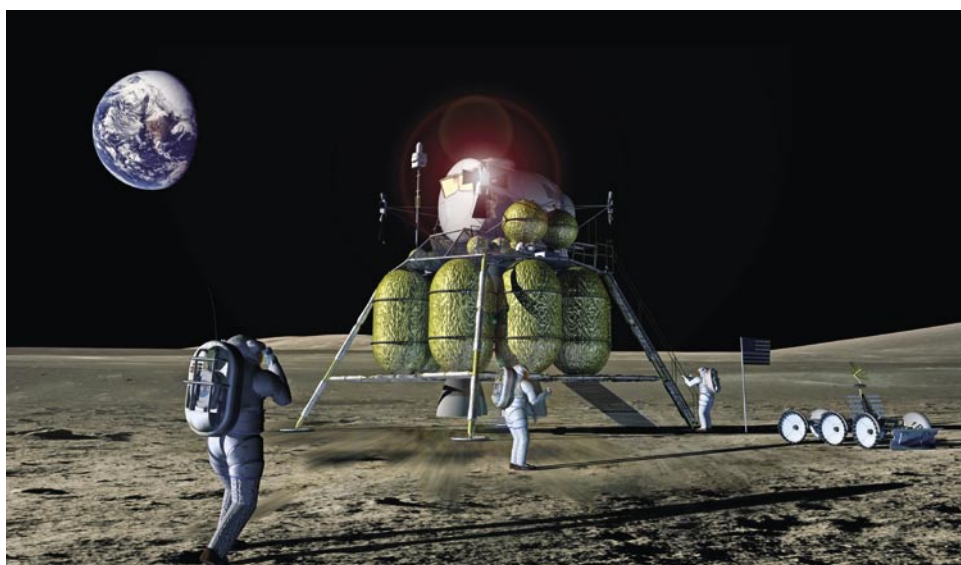
aarde, wat ze maar net overleefd hebben. Van deze vlucht is later een spannende speelfilm gemaakt.

Zoals gezegd, namen de astronauten maanstenen mee naar de aarde om te laten onderzoeken. Een probleem was, dat de astronauten eigenlijk gewoon straaljagerpiloten waren. Van maanstenen hadden ze totaal geen verstand! Toen men erachter kwam dat bijna alle maanstenen hetzelfde waren, hebben ze een geoloog tot astronaut opgeleid. Deze geoloog, Harrison Smith, heeft tijdens de laatste Apollo-missie (nr. 17) veel interessante stenen verzameld.

Bij de missies van Apollo 16 en 17 ging ook een maanauto mee, zodat er grotere afstanden afgelegd konden worden. Tijdens de laatste maanreis legden de astronauten bijna 36 kilometer af. Bovendien bleven ze ook langer op de maan. Bij Apollo 17 zelfs meer dan drie dagen.

De Russen waren niet bereid om zo verschrikkelijk veel geld uit te geven om mensen naar de maan te sturen, maar ze hebben wel twee robotauto's gestuurd. Deze Loenochod 1 en 2 hebben elf en vier maanden lang gefunctioneerd en heel veel foto- en filmmateriaal gemaakt. De voorlopig laatste keer dat er iets op de maan is geland, was in 1976: de Loena 24. Zowel de Russen als de Amerikanen vonden dat het toen echt te duur werd. Bovendien was de maan inmiddels wel aardig onderzocht, dacht men. Pas in 1994 werd er weer een onbemande reis naar de maan ondernomen. Inmiddels bestaan er ook weer plannen om bemande vluchten naar de maan uit te voeren. Misschien komt er over een jaar of tien zelfs een bemande basis op de maan. Zo'n basis zou zelfs gebruikt kunnen worden als tussenstation voor een reis naar de planeet Mars!

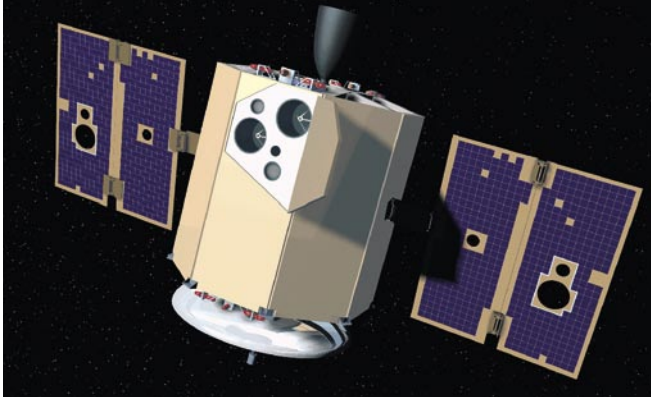
Omstreeks 2018 zullen er misschien weer mensen op de maan lopen!



Maanfeitjes

Water op de maan?

Het ruimtevaartuig dat in 1994 naar de maan werd gestuurd heette Clementine (zie plaatje). Het landde



niet, maar bleef om de maan heen cirkelen. Uit metingen bleek dat er op een plek diep in een krater, waar nooit zonlicht komt, bevroren water moest zijn. Hierdoor werd de maan weer interessant. Water betekent namelijk dat een langer verblijf op de maan mogelijk kan worden. Als je ooit een basis op de maan wilt bouwen, zul je ook water nodig hebben. Inmiddels zijn trouwens de nodige twijfels ontstaan over de ontdekking van Clementine.

Een maanbasis

Op tekeningen die gemaakt worden over hoe een maanbasis er in de toekomst uit zou moeten zien, zien we vaak grote glazen koepels. Dit is wel erg mooi, maar niet handig. Het is namelijk erg duur om al dat



materiaal van de aarde naar de maan te brengen. Het is veel beter om de basis op de maan zelf te bouwen.

Een basis moet erg stevig zijn en simpel beton voldoet misschien nog wel het best. De grondstof voor beton is in het maangesteente volop aanwezig. Het enige wat je verder nog nodig hebt om beton te maken, is water.

Contact met de aarde

De Apollo-vluchten werden live op televisie uitgezonden. Zo'n 700 miljoen mensen hebben de uitzending gezien: een enorm aantal voor 1969. Maar wat is 'live'? Als er signalen gestuurd worden, duurt het altijd even voordat het bij de ontvanger (de tv) aankomt. Op aarde zijn de afstanden zo klein, dat een live uitgezonden sportwedstrijd ook vrijwel meteen te zien is. De maan staat echter veel verder weg. En hoewel signalen met de grootst mogelijk snelheid verstuurd worden, 300.000 kilometer per seconde (de snelheid van het licht), duurt het dan nog steeds meer dan een seconde voordat ze op aarde aankomen. Mocht je een keer de uitzending van de Apollo 11 terugzien, dan zul je merken dat er telkens korte stiltes zitten tussen de stemmen van de vluchtleiding op aarde en van de astronauten.

De eerste en laatste woorden op de maan

Op 20 juli 1969 landde de Apollo 11-lander 'Eagle' op het maanoppervlak. De eerste woorden waren van astronaut Aldrin: 'Contact light okay. Engines stop.' ('Contactlicht in orde. Motoren stop.') Daarna zei Neil Armstrong: 'Houston, Tranquility Base here. The Eagle has landed.' ('Houston, hier de Tranquility-basis. De 'Adelaar' is geland.') Op dat moment zaten de astronauten echter nog in de maanlander. Toen Neil Armstrong daadwerkelijk voet op de maan zette, waren zijn woorden: 'This is a small step for man, a giant leap for mankind.' ('Dit is een kleine stap voor een mens, maar een reuzensprong voor de mensheid.') De eerste astronaut van de Apollo 12 maakte daar later nog een grapje over. Hij zei: 'This may be a small step for Neil, but a giant leap for me!' ('Voor Neil is dit misschien een kleine stap, maar voor mij een reuzensprong!') Deze grap sloeg op de laatste tree van de ladder, die vrij ver boven het maanoppervlak hing.

Toen de astronauten van de Apollo 17 de deur van de maanlander sloten, waren de woorden: 'Let's get this mother out of here' ('Laten we er maar vandoor gaan met dit ding'), waarna de maanlander opsteeg.

Het 'weer' op de maan

Weer op aarde betekent eigenlijk: 'de toestand in de dampkring'. De maan heeft geen dampkring en eigenlijk is er dus ook geen weer. Omdat er geen dampkring is, zijn er ook geen wolken. Dus is het altijd zonnig. Omdat de maan maar heel langzaam om zijn as draait, kan het overdag erg heet worden: wel 120 graden Celsius. Maar door het ontbreken van een dampkring kan deze hitte 's nachts snel ontsnappen en wordt het juist erg koud: 150 onder nul!

Het waait niet op de maan. Wind is namelijk stromende lucht. Een gevolg van het ontbreken van wind is dat het maanzand ook niet verwaaid en de voetafdrukken van de astronauten heel lang blijven bestaan. Totdat er weer eens een meteoriet inslaat...

Een laatste opvallend aspect van het 'weer' op de maan is dat de hemel er pikzwart is – ook overdag. De blauwe hemel zoals wij die zien, is een gevolg van verstrooiing van zonlicht door de lucht. En lucht is er niet op de maan.

Waarom is er geen dampkring?

Op de maan is de zwaartekracht erg gering. Op aarde valt alles zes keer zo hard naar beneden! Het is dan ook veel moeilijker om op aarde een raket te lanceren dan op de maan. Maar dit geldt niet alleen voor raketten. De gassen van de dampkring hebben ook gewicht. Niet zo veel, maar toch wel een beetje. De aarde is sterk genoeg om deze gassen bij zich te houden, maar de maan niet! Als er je op de maan zuurstof vrijlaat, verdwijnt het onmiddellijk de ruimte in.



'Aardopkomst' boven de maan. Aan de pikzwarte hemelachtergrond kun je zien dat de maan geen dampkring heeft.

Nog wat getallen

De maan bevindt zich op een gemiddelde afstand van 384.400 kilometer van de aarde. Over één rondje om onze planeet doet hij 27 dagen en (bijna) 8 uur. In dezelfde tijd draait de maan ook éénmaal om zijn as. De baan van de maan is geen cirkel, maar een ellips. Hierdoor staat hij de ene keer dichterbij de aarde dan de andere. De kleinste afstand van de maan tot de aarde is 363.300 kilometer, de grootste 405.500 kilometer.

De maan heeft een middellijn van 3476 kilometer en is daarmee bijna vier keer zo klein als de aarde. Zijn massa is 81 keer zo klein als die van de aarde. Daaruit kun je afleiden dat de gemiddelde dichtheid van de maan vrij klein is. Dat komt doordat er in het binnenste van de maan bijna geen ijzer zit. De maan bestaat bijna geheel uit gesteente.

Zoals we eerder schreven, is de zwaartekracht aan het maanoppervlak zes keer zo zwak als op aarde. Dat betekent dat als je op de maan op een weegschaal gaat staan, deze zes keer zo weinig aangeeft – dus bijvoorbeeld tien kilogram in plaats van zestig!

Deze brochure is een uitgave van de *Stichting Universum* t.b.v. de *Jongerenwerkgroep voor Sterrenkunde*. Stichting Universum verzorgt diverse uitgaven over sterrenkunde voor jongeren en andere geïnteresseerden. Haar bekendste uitgave is *'Sterren en Planeten, de sterrenhemel van maand tot maand'*, dat elk jaar wordt uitgegeven in samenwerking met Stichting 'De Koepe' te Utrecht.

Adres: Stichting Universum, Zonnenburg 2,
3512 NL Utrecht.

Website: www.planeten.nl

Auteurs: Marloes Mulders, Ruben van Moppes,
Wouter Oepts

Redactie en layout: Eddy Echternach

De *Jongerenwerkgroep voor Sterrenkunde* (kortweg JWG) is een sterrenkundige vereniging voor jongeren tussen 8 en 21 jaar. De JWG geeft een eigen blad uit – *Universum*, organiseert landelijke bijeenkomsten en sterrenkundige kampen. Verder kun je als JWG-lid kijkers bouwen, dia's lenen voor een spreekbeurt, of meedoen met activiteiten in een afdeling in je omgeving.

Voor meer informatie over de JWG kun je schrijven naar: JWG, Zonnenburg 2, 3512 NL Utrecht.

Website: www.sterrenkunde.nl/jwg

Dit is JWG-brochure 88.