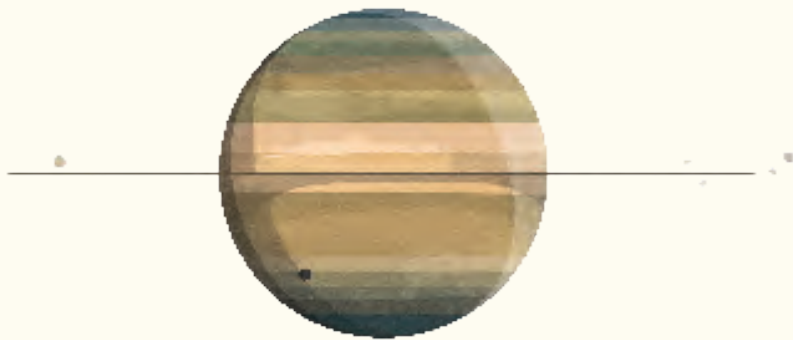


HET DIKKE BOEK
VAN ONS BIJZONDERE

heelal



Geschreven door Will Gater

Geïllustreerd door Angela Rizza en Daniel Long

Vertaald door Niels van Eekelen en Aleid van Eekelen-Benders

Lannoo

Inleiding

Zit je klaar om op avontuur te gaan? Als je in dit boek bladert, treed je in de voetsporen van talloze avonturiers, wetenschappers en dromers die zich hebben verdiept in de grote mysteries van het heelal. De reis begint op onze thuisplaneet, de aarde, die zelf al een wonder is, en gaat vandaar steeds verder de ruimte in, naar de planeten van ons zonnestelsel en dan naar de sterren en melkwegen daarachter. Je krijgt een paar heel bijzondere objecten uit de kosmos te zien en komt er van alles over te weten: wat het zijn en hoe astronomen ze bestuderen, maar je merkt ook dat we nog veel niet begrijpen – dat er nog veel mysteries op te helderen zijn! En nu op weg!

Will Gater

Will Gater
Auteur

Opmerking van de uitgever

Denk eraan dat je nooit recht in de zon mag kijken! Die is zo fel dat hij je ogen beschadigt.

Inhoud

De dampkring om de aarde..... 4	Callisto en Ganymedes..... 84	Planetaire nevel..... 154
De nachtelijke hemel.. 6	Saturnus 86	Absorptienevel 156
Meteoriten 8	IJsringen 88	Reflectienevel 158
Meteorieten 10	De hexagoon van Saturnus..... 90	Galactisch centrum 160
Poollicht 12	Titan..... 92	De Pilaren der Creatie 162
Sterrenbeelden..... 14	Enceladus 94	Supernovarest 164
De maan 16	Iapetus 96	STERRENSTELSELS 166
Fasen van de maan .. 18	Uranus 98	De Lokale Groep..... 168
Maansverduistering .. 20	Neptunus..... 100	Dwergsterrenstelsel 170
Aardeschild 22	Triton 102	De Magelhaense wolken 172
Maanzeeën 24	DE KUIPERGORDEL ... 104	De Andromedanevel 174
Tycho 26	Pluto..... 106	Starburststelsel..... 176
Maanwandelingen ... 28	Bevroren vlakten 108	Spiraalvormig sterrenstelsel 178
De zon 30	Een oeroude sneeuwman 110	Lensvormig sterrenstelsel 180
Zonnevlekken..... 32	Kometen 112	Elliptisch sterrenstelsel 182
Regen op de zon 34	Kliffen op een komeet..... 114	Interagerende sterrenstelsels 184
Totale zons- verduistering 36	DE OORTWOLK 116	Kwintet van Stephan..... 186
HET ZONNESTELSEL 38	Interstellaire bezoekers..... 118	De Lokale Supercluster 188
De aardse planeten .. 40	De Melkweg..... 120	Zwaartekracht lens .. 190
Mercurius 42	Sterren 122	Een blik in het verleden..... 192
De Mercurius- overgang 44	Proxima Centauri... 124	Het kosmische web 194
Calorisbekken 46	De jongste sterren... 126	De kosmische gloed 196
Venus 48	De Trapezium- cluster 128	De reis 198
Vulkanen op Venus... 50	Sterrenhoppen 130	Sterrenbeelden, noordelijk halfrond 200
Dodelijke wolken 52	Geboorte van een planeet 132	Sterrenbeelden, zuidelijk halfrond .. 202
Mars 54	Exoplaneten 134	De ontdekking van de ruimte 204
Valles Marineris 56	Wega 136	Woordenlijst..... 210
Olympus Mons..... 58	Betelgeuze 138	Groepsportret..... 212
Stofhozen op Mars... 60	Eta Carinae 140	Na dit boek 219
Water op Mars 62	Supernova..... 142	Register 220
Verkenning van Mars 64	Neutronenster 144	Dankwoord..... 224
De manen van Mars.. 66	Zwart gat 146	
Planetoïden 68	Bolvormige sterrenhoop..... 148	
Ceres 70	NEVELS 150	
De gasreuzen 72	Emissienevel 152	
Jupiter 74		
Wervelende wolken... 76		
Stormachtige planeet 78		
Europa 80		
Io en zijn vulkanen... 82		

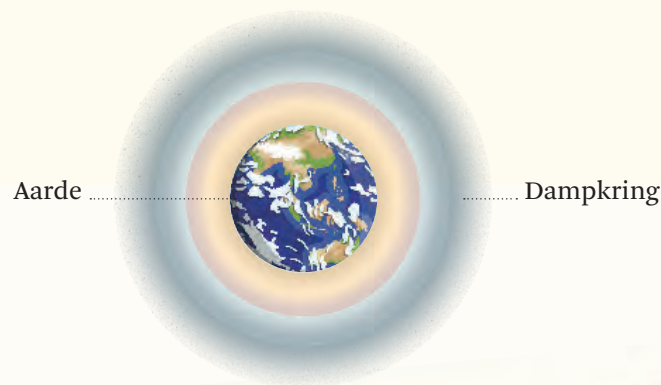


De dampkring om de aarde

Al is onze dampkring niet meer dan een dunne gassluier die om onze planeet zit, hij zorgt er wel voor dat wij hier kunnen leven, en er ontstaan veel mooie hemelbeelden in, zoals meteoren en poollicht.

Als we op een heldere dag omhoogkijken, heeft de hemel een diepblauwe kleur. Dat komt doordat de gassen in de lucht de blauwere tinten in het zonlicht verspreiden. Wanneer het avond wordt, zien we een ander effect van de dampkring: het zachte twinkelen van de sterren. Dat ontstaat doordat de bewegende lucht boven ons de weg van het sterrenlicht naar onze ogen heel even vervormt.

*Onze dampkring bestaat vooral uit stikstof
met kleinere hoeveelheden andere gassen,
zoals zuurstof en koolstofdioxide.*




Lichtende
nachtwolken,
alleen na
zonsondergang
te zien.

De nachtelijke hemel



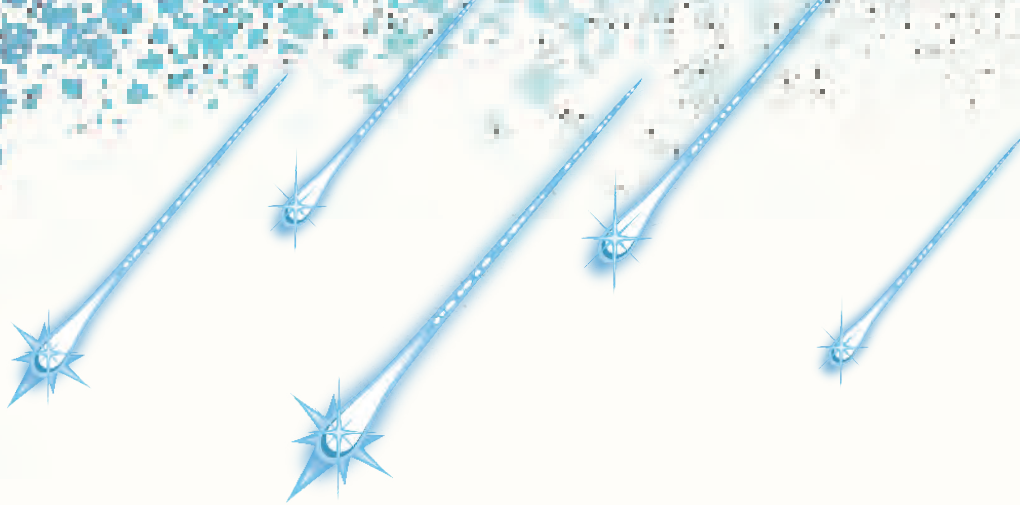
*Ongeveer vierhonderd jaar geleden
richtten mensen voor het eerst een
telescoop op de nachtelijke hemel.*



Dit schitterende uitzicht
heb je vanuit de Atacama,
een woestijn in Chili.

Wanneer het 's avonds donker wordt en de lucht van diepblauw naar inktzwart verkleurt, wordt de weidsere kosmos zichtbaar. Glinsterende sterren overal in de lucht vormen een fonkelend decor voor de planeten die boven ons hoofd langskomen. Af en toe zoeft er een meteor door het beeld, terwijl het zilverige gezicht van de maan nacht in, nacht uit langzaam zijn fasen doorloopt.

Tegenwoordig hebben astronomen krachtige telescopen om ver in de ruimte te turen, en zo kunnen we het oneindig verre heelal verkennen. Daar bevinden zich miljarden sterrenstelsels, elk vol met talloze sterren. Misschien zit er op een daarvan ook wel iemand omhoog te kijken, vol verwondering over de magie van zijn eigen fonkelende avondlucht!



Meteoren

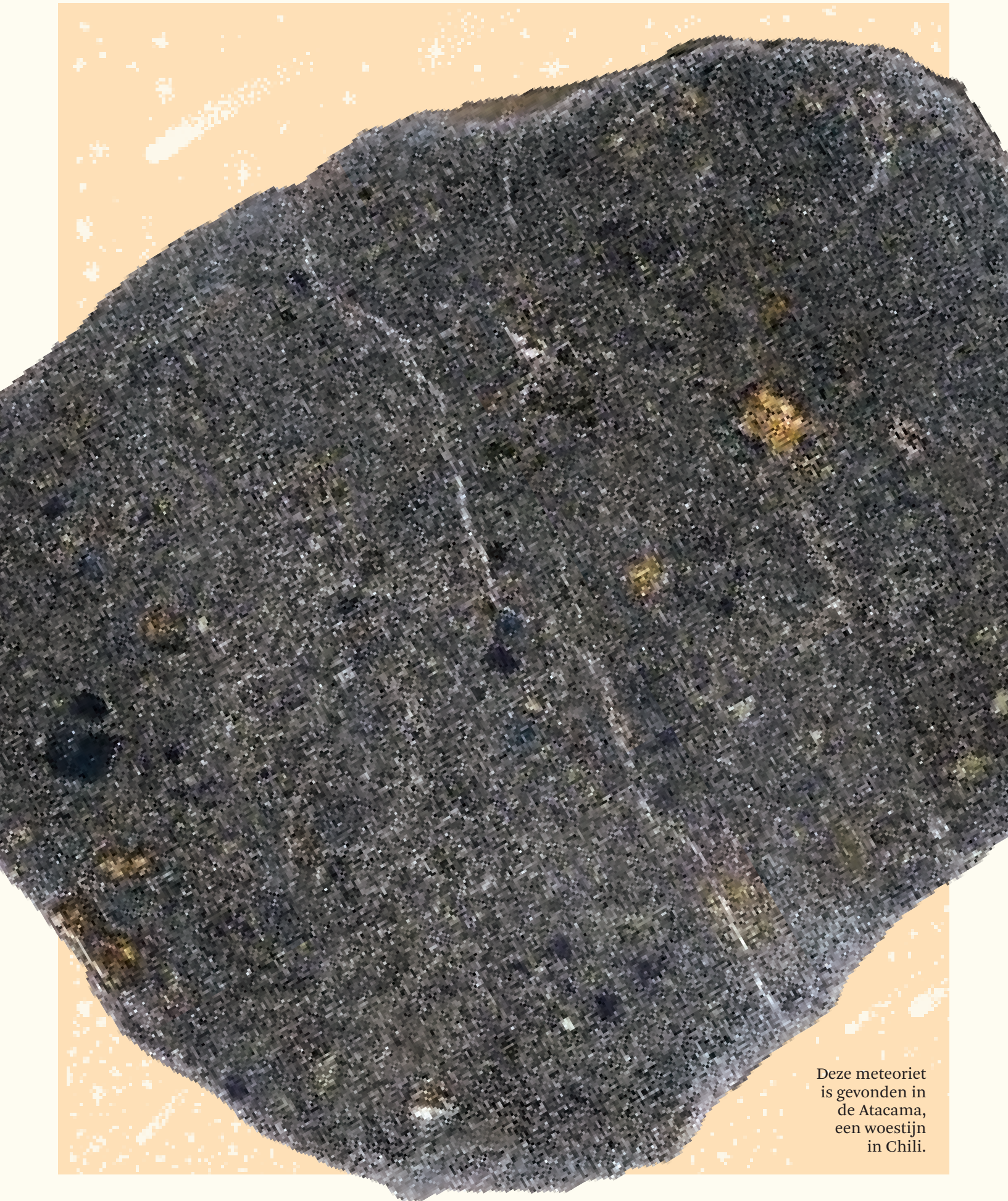
Heb je weleens een vallende ster gezien? Zo'n vluchtige lichtflits ontstaat als een piepklein ruimtestofje – gewoonlijk ongeveer zo groot als een zandkorrel – onze dampkring raakt. Die stofjes dwarrelen overal door het zonnestelsel en als ze op de aarde botsen, doen ze dat met een snelheid van soms wel 240.000 kilometer per uur.

Het stof dat onze dampkring binnendringt, botst tegen de lucht, met als gevolg dat het gas ervóór verhit. Meteen begint het stofkorreltje te gloeien en het volgende moment verdampt het terwijl het door de lucht schiet – en dat is wat wij als een vallende ster zien, of, om de wetenschappelijke naam te gebruiken, een meteor.

Meteorregens – als meteoren vanuit één punt in de lucht komen – treden op wanneer de aarde door een stofspoor gaat dat door een komeet of planetoïde is achtergelaten.

Een felle meteor tijdens de Geminiden, een meteorregen die altijd in december voorkomt.





Deze meteoriet
is gevonden in
de Atacama,
een woestijn
in Chili.

Meteorieten



Soms is een stuk steen uit de ruimte zo groot dat het, wanneer het onze dampkring binnenkomt, zijn vurige reis door onze lucht overleeft zonder totaal vernietigd te worden. Als zo'n brok kosmisch afval op de grond terechtkomt, noemen we dat een meteoriet.

Meteorieten kunnen allerlei vormen hebben. Sommige zijn steenachtig, terwijl andere grotendeels uit metalen als ijzer en nikkel bestaan. Wetenschappers kammen geregeld woestijnen en andere afgelegen gebieden uit, bijvoorbeeld Antarctica, op zoek naar meteorieten. Dat doen ze omdat het onderzoek ervan ons kan vertellen waaruit de objecten in het verre zonnestelsel bestaan, en ons de verborgen geschiedenis van de planeten kan onthullen.

Sommige meteorieten zijn eigenlijk stukken van de maan of van Mars.





*Het sterrenbeeld Orion
is genoemd naar een jager
uit de Griekse mythologie.*

Sterrenbeelden

Heb je in de fonkelende sterren aan de avondhemel weleens een figuur of een vorm herkend? Dan ben je niet de enige. Al duizenden jaren bestuderen mensen uit culturen overal ter wereld de lucht en ontdekken ze patronen in de sterren, die we sterrenbeelden noemen. Tegenwoordig erkent de Internationale Astronomische Unie achtentachtig sterrenbeelden. Die stellen allerlei voorwerpen en wezens voor, en ook mythologische figuren (zie blz. 200-203). Sterrenfiguren die geen officieel sterrenbeeld zijn, zoals de Steelpan en de Zomerdriehoek, worden asterismen genoemd.

De meeste sterrenbeelden die in de nachtelijke hemel te zien zijn, veranderen met de jaargetijden, doordat de aarde om de zon draait. Dat betekent dat we 's zomers andere sterren zien dan 's winters.

Dit is het
sterrenbeeld Orion.
Zie je zijn gordel?



*Bij een volledige maansverduistering kunnen
sterren zichtbaar worden die gewoonlijk
in het maanlicht verborgen blijven.*

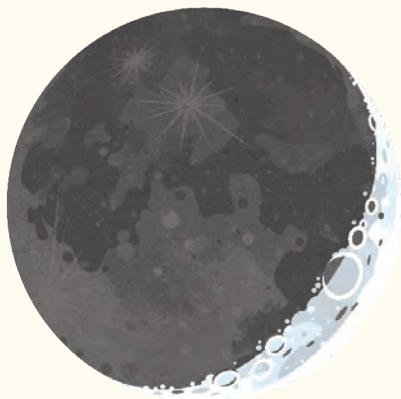
Maansverduistering



Wist je dat de maan soms een prachtige rode kleur krijgt? Alleen is het niet de maan zelf die van kleur verandert, al ziet het er misschien wel zo uit. Het komt door de dampkring van de aarde en de schaduw van onze planeet.

Heel af en toe staan de aarde, de zon en de maan zo ten opzichte van elkaar dat de aarde een schaduw op een volle maan werpt. Als dat gebeurt, wordt het zilverwitte maanoppervlak geleidelijk donkerder, iets wat astronomen een maansverduistering noemen. Toch verdwijnt de maan, zelfs al is hij volledig in de schaduw, niet uit het zicht. Dat is aan de dampkring van de aarde te danken! Onze lucht filtert het zonlicht dat erdoorheen komt en laat alleen de roodachtige tinten door naar de ruimte. En dat is niet het enige: de dampkring buigt die roodachtige gloed zo dat hij in de donkere schaduw van onze planeet valt. Het resultaat: er staat een koperrode volle maan aan de hemel.

Tijdens een volledige maansverduistering krijgt de volle maan een mooie kleur rood.



*Het licht van aardeschijn
reist in ongeveer
1,3 seconde van onze
planeet naar de maan.*

Aardeschijn

Iedereen weet dat de aarde niet schijnt... of toch wel? Kijk eens naar een dunne maansikkel. Je zou verwachten dat de rest van de ronde bol wordt verborgen door het duister, omdat het op dat deel van het oppervlak nacht is en er geen zonlicht komt. Maar als je goed kijkt, zie je dat de hele maan vaag wordt verlicht. En of je het gelooft of niet, dat is aan onze planeet te danken!

Wanneer de zon op de wolken en zeeën van de aarde schijnt, zenden die een deel van dat licht in verschillende richtingen terug de ruimte in. Die aardeschijn kan onze buurman bereiken en verlicht dan het nachtelijke maanlandschap met een vage gloed. Net als hier op aarde wanneer een fel schijnende maan zijn zilverige licht op de grond werpt.

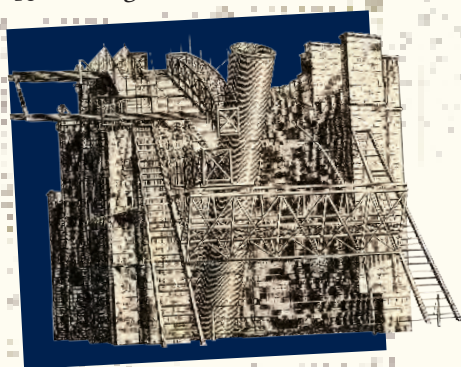
Het weerspiegelde
licht van de aarde is
het felst in het voorjaar
op het noordelijk
halfmond.



De ontdekking van de ruimte

Hier op aarde proberen we al duizenden jaren de mysteries van de ruimte te doorgronden. Hier zie je enkele van onze grootste ontdekkingen!

1840-1850
In Birr (Ierland) bestudeert Lord Rosse sterrenstelsels door een reusachtige telescoop.



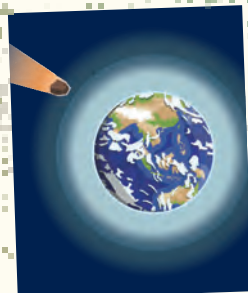
1846
De planeet Neptunus wordt ontdekt door Johan Galle en Heinrich d'Arrest.



1786
De astronoom Caroline Herschel vindt haar eerste komeet.



1888
Williamina Fleming ontdekt de Paardenkopnevel.



1908
Een grote planetoïde of komeet komt onze dampkring binnen en explodeert boven Siberië.



1912
Henrietta Leavitt doet een belangrijke ontdekking waarmee astronomen kunnen berekenen op welke afstand verre sterrenstelsels zich bevinden.



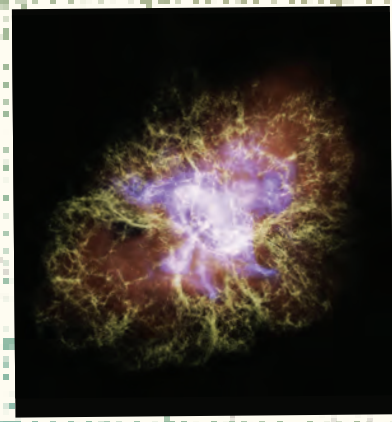
1925
Astronoom Cecilia Payne publiceert baanbrekende research in het onderzoek waaruit sterren bestaan.



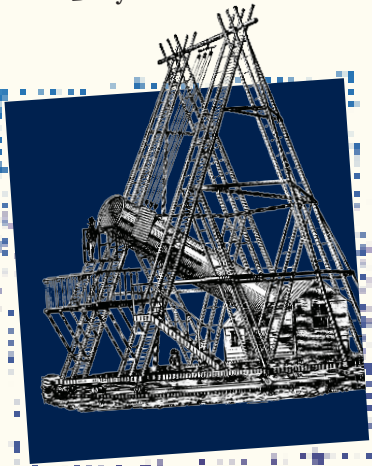
567 v.Chr.
Mogelijk de eerste geregistreerde waarneming van het noorderlicht, door Babylonische astronomen.



Rond 400 n.Chr.
Hypatia uit Alexandrië schrijft over astronomie en wiskunde.



1054
Chinese astronomen zijn getuige van een supernova, die de Krabnevel produceerde die wij nu kunnen zien.



1781
William Herschel ontdekt vanuit Bath (Engeland) de planeet Uranus.



1610
Galileo Galilei richt een telescoop op de planeet Jupiter en ziet de vier grootste manen daarvan.



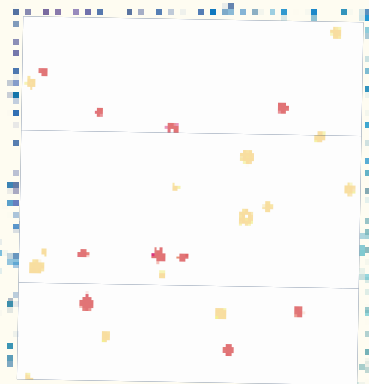
1609
Thomas Harriot doet enkele van de eerste telescopische onderzoeken naar de maan.



1543
De Poolse astronoom Nicolaas Copernicus publiceert zijn theorie dat de zon het middelpunt van de kosmos vormt.



1929
De astronoom Edwin Hubble ontdekt dat het heelal zich voortdurend uitbreidt.



1930
Eugène Delporte tekent de achtentachtig sterrenbeelden die op dit moment officieel erkend worden.



1930
Clyde Tombaugh ontdekt Pluto in de Kuiper gordel.

Woordenlijst

Aardeschijn Licht dat vanaf de wolken, de zeeën en het land van onze planeet de ruimte in wordt gezonden, waardoor het donkere deel van de maan vaag wordt verlicht.

Astronomie De studie van de avondlucht en de hemellichamen erin, zoals sterren, planeten en sterrenstelsels.

Baan De weg die het ene hemellichaam om het andere aflegt – zoals die van de aarde om de zon, van een komeet door het zonnestelsel of zelfs van het ene sterrenstelsel om het andere.

Bolvormige sterrenhoop Een dicht op elkaar gepakte, bolvormige verzameling van veel sterren die samen een baan beschrijven om een sterrenstelsel. Veel bolvormige sterrenhopen van de Melkweg zijn met een kleine telescoop makkelijk aan de avondhemel te zien.

Cluster Een verzameling sterrenstelsels die in een relatief hechte groep door de ruimte zwermt.

Dampkring De laag gassen om de gewoonlijk massieve bol van een planeet of maan. De dampkring van de aarde bestaat voor het grootste deel uit stikstof.

Dwergplaneet Een soort kleine, ronde wereld in het zonnestelsel die geen maan of een van de acht planeten is. Op dit moment zijn er vijf officiële dwergplaneten, waaronder Pluto en Ceres.

Elliptisch sterrenstelsel Een soort sterrenstelsel met een ronde vorm, als een bol en soms als een rugbybal. Elliptische sterrenstelsels hebben geen spiraalarmen, zoals de Melkweg.

Exoplaneet Een planeet die een baan beschrijft om een andere ster buiten ons zonnestelsel. Er zijn waarschijnlijk miljarden van die werelden in ons sterrenstelsel!

Fase De vorm die ontstaat door licht dat op de bol van een planeet of een maan valt. De fasen van onze maan veranderen in de loop van een maand terwijl hij zijn baan om de aarde beschrijft.

Galactisch Betrekking hebbend op of behorend tot een sterrenstelsel.

Galactisch centrum De naam voor het uiterste midden van onze Melkweg. Er zit een supergroot zwart gat in het galactisch centrum waar sterren omheen draaien.

Galileïsche maan De vier grootste manen van de planeet Jupiter – Io, Europa, Ganymedes en Callisto – staan bekend als de galileïsche manen, omdat ze het eerst werden waargenomen door Galileo Galilei.

Gasreuzen De naam van de vier grote planeten in het buitengebied van het zonnestelsel – Jupiter, Saturnus, Uranus en Neptunus – die grotendeels uit gas bestaan.

Heelal De naam die we hebben gegeven aan de ruimte waar alles wat we kennen zich bevindt, van de verste sterrenstelsels tot onze maan vlak bij ons.

Interstellair Letterlijk ‘tussen de sterren’ in ons sterrenstelsel. Bijvoorbeeld enkele van onze missies naar het buitengebied van ons zonnestelsel zijn nu, of worden binnenkort, interstellaire reizigers wanneer ze ons planetengebied verlaten en de interstellaire ruimte bereiken.

Komeet Een bevroren object in het zonnestelsel dat voornamelijk uit ijs en stof bestaat. Net als planetoiden komen kometen in allerlei onregelmatige vormen voor. Vele bevinden zich in de verste, koude uithoeken van ons planetengebied. Als ze zich dicht bij de zon wagen, kunnen ze lange staarten van stof en gas krijgen.

Kosmische achtergrondstraling De gloed die over is van de extreem hete periode na de geboorte van het heelal.

Krater Een schaalvormige kuil in het oppervlak van een planeet, maan of ander massief object in het zonnestelsel. Kraters ontstaan wanneer planetoiden, kometen of ander klein gesteente uit de ruimte inslaan en daarbij met geweld materie wegscheppen.

Kuipergordel Een uitgestrekt gebied in het zonnestelsel achter de baan van de planeet Neptunus dat bestaat uit veel kleine, bevroren onderdelen, die Kuipergordelobjecten worden genoemd. Pluto beschrijft zijn baan om de zon in het gebied van de Kuipergordel.

Lensvormig sterrenstelsel Een sterrenstelsel zonder spiraalarmen, in de vorm van een eenvoudige lens.

Lichtjaar De afstand die een lichtstraal aflegt in één aardejaar. Lichtjaren worden gebruikt om de immense afstanden te beschrijven naar en tussen verre objecten in het heelal, zoals sterren en sterrenstelsels.

Maan De grote, steenachtige bol die samen met de aarde om de zon draait. De maan beschrijft op ongeveer 384.000 kilometer afstand een baan om onze planeet. Ook andere werelden en objecten hebben manen die er een baan omheen beschrijven.

Maanzeeën De gladde, donkere vlekken die we op de maan zien, bestaand uit een vulkanisch materiaal dat basalt heet.

Melkweg De naam van ons eigen sterrenstelsel. Wij zien de Melkweg van binnenuit, omdat onze zon een van de 200 tot 400 miljard sterren in die gigantische, fonkelende draaikolk is.

Meteoor Wetenschappelijke naam voor een vallende ster. Een piepklein ruimtestofje dat kort straalt als het de dampkring van de aarde raakt en verdampt.

Meteoriet Een ruimtesteen, of een fragment daarvan, die onze dampkring is binnengedrongen en op het aardoppervlak is beland.

Meteoroïde De naam voor een korreltje ruimtestof dat in de ruimte zweeft.

Neutronenster Een buitengewoon compact object, bestaand uit neutronen, dat soms ontstaat als een massieve ster explodeert als supernova.

Nevel Een wolk van gas en stof die in de ruimte drijft.

Oerknal Zo noemen we de raadselachtige gebeurtenis die tot de geboorte van het heelal heeft geleid. Wetenschappers proberen nog steeds te begrijpen wat er tijdens de oerknal is gebeurd. We weten al wel dat het vroege heelal ongelooflijk heet was en zich snel moet hebben uitgebreid, om uiteindelijk de uitgestrekte kosmos te worden die we nu kennen.

Oortwolk Een grote bol van ijsachtige, komeetachtige objecten waarvan wordt aangenomen dat hij het zonnestelsel omringt.

Open cluster Een betrekkelijk weinig compacte groep sterren in de Melkweg. Gewoonlijk zijn dat jonge sterren die zich samen binnen een nevel hebben gevormd. Ze zwerven in een groep door de ruimte, maar verspreiden zich gewoonlijk na verloop van tijd door de Melkweg. Er staan veel open clusters aan de avondhemel die je gewoon met het blote oog of met een goede verrekijker kunt zien.

Planeet Elk van de acht belangrijkste werelden in ons zonnestelsel: Mercurius, Venus, Aarde, Mars, Jupiter, Saturnus, Uranus en Neptunus. Er zijn ook planeten om andere sterren, zie 'exoplaneet'.

Planetoïde Een klein, onregelmatig gevormd object in het zonnestelsel, meestal van gesteente of metalen. Men neemt aan dat veel planetoïden restmateriaal zijn van toen de planeten werden gevormd.

Planetoïdengordel Een groot, ringvormig gebied in het zonnestelsel tussen de planeten Mars en Jupiter waar zich duizenden planetoïden bevinden. De dwergplaneet Ceres beweegt zich ook in een baan binnen de planetoïdengordel.

Poollicht Gloeiende gordijnen van licht die boven de poolgebieden van de aarde in de dampkring verschijnen. Op het noordelijk halfrond heten ze ook wel het noorderlicht, op het zuidelijk halfrond het zuiderlicht.

Protoplanetaire schijf Een enorme, min of meer platte massa gas en stof die een baan beschrijft om een jonge ster. Planeten kunnen uit zo'n schijf ontstaan.

Protoster Een object dat in een nevel ontstaat en dat op een dag een babyster kan worden als bepaalde reacties – waardoor hij fel gaat stralen – in zijn binnenste op gang komen.

Ringen Korrels, klompjes of grote brokken materie, soms met ijs bedekt, die een baan beschrijven om een astronomisch object – meestal een planeet.

Ruimte De naam voor het uitgestrekte hemelrijk dat buiten de dampkring van de aarde ligt.

Ruimtetelescoop Hubble Een grote telescoop met een spiegel met een diameter van 2,4 meter, die in een baan om de aarde draait. Hiermee hebben we een beter beeld van de ruimte gekregen, door zijn buitengewoon gedetailleerde foto's van glinsterende sterrenhopen en verre sterrenstelsels.

Satelliet Het woord 'satelliet' slaat gewoonlijk op door mensen gemaakte objecten die om de aarde of andere hemellichamen draaien. Maar wetenschappers noemen manen ook weleens de natuurlijke satellieten van de planeten.

Spiraalvormig sterrenstelsel Een soort sterrenstelsel dat een platte, ronde schijf heeft die uit draaikolkachtige structuren bestaat: de spiraalarmen. De Melkweg en de nabijgelegen Andromedanevel zijn voorbeelden van een spiraalvormig sterrenstelsel.

Ster Een enorme bol plasma (zoiets als een superheet gas) die straalt als gevolg van reacties die in zijn binnenste plaatsvinden. Die reacties geven energie af terwijl er in de kern van de ster materie samensmelt. Na verloop van tijd vertragen de reacties om ten slotte helemaal op te houden: dat is het einde van de ster.

Sterrenbeeld Een patroon van sterren aan de avondlucht dat gewoonlijk een voorwerp, dier of mythologische figuur voorstelt. Er zijn nu achttachtig sterrenbeelden die worden erkend door de Internationale Astronomische Unie.

Sterrenstelsel Een reusachtige verzameling van duizenden, miljoenen en soms zelfs miljarden sterren die samen door de kosmos draaien.

Supernova Een buitengewoon krachtige explosie geproduceerd door een stervende ster.

Telescoop Een instrument om het heelal te verkennen en te bestuderen. Telescopen werken door middel van spiegels of lenzen (en soms allebei) die het licht opvangen van objecten aan de avondhemel. Omdat ze meer licht kunnen verzamelen dan onze ogen,

maken ze het astronomen mogelijk vage objecten in verre sterrenstelsels en nevels te onderzoeken. Soms kijkt de astronoom daarvoor door het oculair van de telescoop, maar tegenwoordig gebruiken professionele astronomen speciale camera's op hun telescopen om beelden en andere wetenschappelijke informatie over hun onderzoeksobject vast te leggen.

Vulkaan Een opening in het oppervlak van een object in het zonnestelsel waaruit materie over het landschap is gestroomd. Daarbij ontstaat vaak een heuvel of een grote berg.

Waterstof Een chemisch element dat overal in de kosmos te vinden is. De meeste sterren bestaan voornamelijk uit waterstof, en gloeiende waterstof is grotendeels verantwoordelijk voor de mooie rode kleur van veel nevels. Waterstof is ook te vinden in de dampkring van de gasreuzen in ons zonnestelsel.

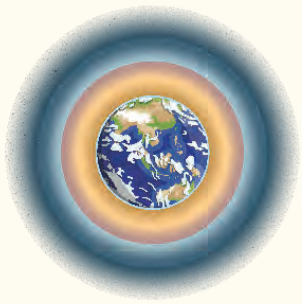
Zon De ster in het centrum van het zonnestelsel.

Zonnestelsel De gevarieerde verzameling objecten – waaronder planeten, manen, planetoïden en kometen – die een baan om de zon beschrijven.

Zwaartekracht De kracht die er onder andere voor zorgt dat de planeten in hun baan om de zon blijven, de maan in zijn baan om de aarde blijft en zelfs reusachtige verzamelingen sterren als sterrenstelsel samen in hun baan blijven. De zwaartekracht die wij op aarde voelen, is een gevolg van de vervorming van ruimte door de enorme massa van onze planeet. Grotere massa's – zoals de reusachtige planeten, sterren en zwarte gaten – verbuigen de ruimte sterker en produceren zo een sterkere zwaartekracht.

Zwart gat Een ongelooflijk dicht, bolvormig gebied in de ruimte. Doordat licht niet snel genoeg beweegt om aan de sterke aantrekkingskracht van een zwart gat te ontsnappen, zijn deze geheimzinnige objecten vrijwel totaal zwart.

Groepsportret



De dampkring om de aarde,
blz. 4



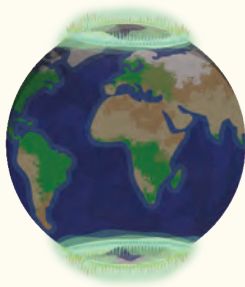
De nachtelijke hemel,
blz. 6



Meteoren,
blz. 8



Meteorieten,
blz. 10



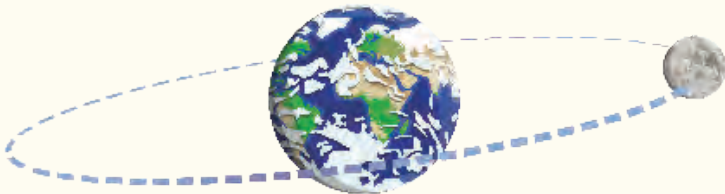
Poollicht,
blz. 12



Sterrenbeelden,
blz. 14



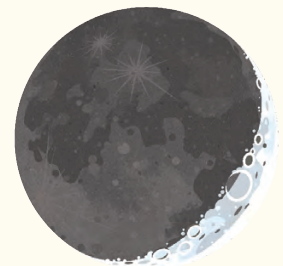
De maan,
blz. 16



Fasen van de maan,
blz. 18



Maansverduistering,
blz. 20



Aardeschijn,
blz. 22



Maanzeeën,
blz. 24



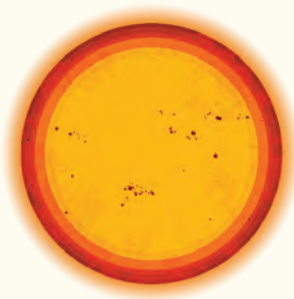
Tycho,
blz. 26



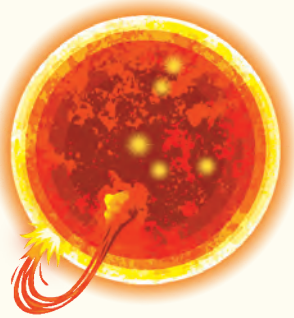
Maanwandelingen,
blz. 28



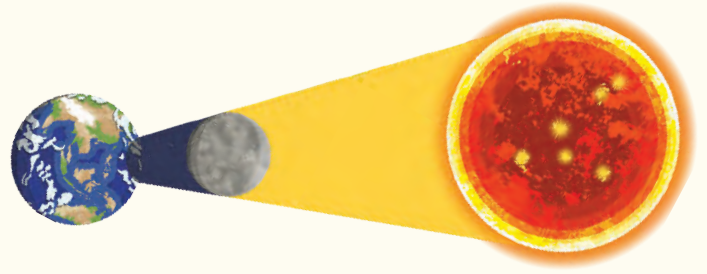
De zon,
blz. 30



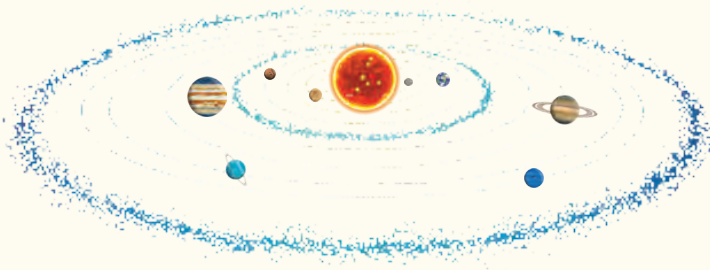
Zonnevlekken,
blz. 32



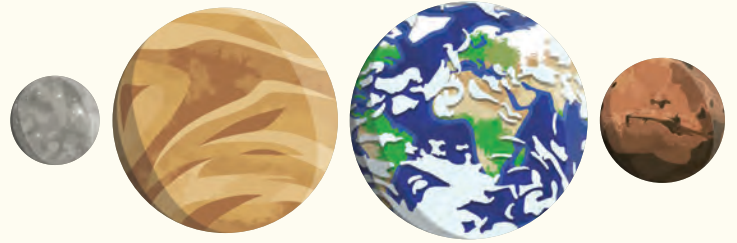
Regen op de zon,
blz. 34



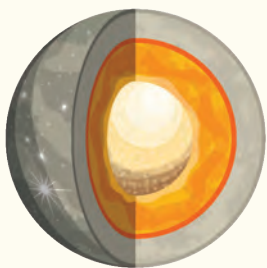
Totale zonsverduistering,
blz. 36



Het zonnestelsel,
blz. 38



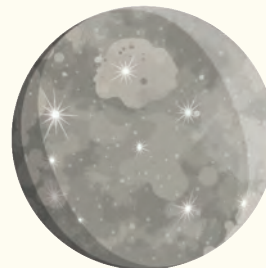
De aardse planeten,
blz. 40



Mercurius,
blz. 42



De Mercuriusovergang,
blz. 44



Caloribekken,
blz. 46



Venus,
blz. 48

Project editor Abby Aitcheson
Designer Charlotte Jennings
Jacket co-ordinator Issy Walsh
Senior jacket designer Elle Ward
Production editor Dragana Puvacic
Production controller Barbara Ossowska
Project picture researcher Sakshi Saluja
DTP designer Vijay Kandwal
Managing editor Jonathan Melmoth
Managing art editor Diane Peyton Jones
Publishing director Sarah Larter

Oorspronkelijke titel

The Mysteries of the Universe
© Nederlandse vertaling
Uitgeverij Lannoo nv, Tiel, 2020

Vertaling

Niels van Eekelen en
Aleid van Eekelen-Benders
Vormgeving Nederlandse editie
Keppie & Keppie

D/2021/45/4
NUR 225/254
978 94 014 7303 3

www.lannoo.com

Registreer u op onze website en we sturen u regelmatig een nieuwsbrief met informatie over nieuwe boeken en met interessante, exclusieve aanbiedingen.

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand en/of openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch of op enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

DK bedankt Caroline Hunt voor het proeflezen, Daniel Long voor de illustraties bij de onderwerpen en Angela Rizza voor de achtergrond- en omslagillustraties.

Over de auteur: Will Gater is astronoom, journalist en wetenschappelijk presentator. Hij heeft enkele populaire boeken over astronomie geschreven en is een ervaren waarnemings-astronoom en astrofotograaf.

Let op: Als je rechtstreeks of via een optisch instrument naar de zon kijkt, kan dat blindheid veroorzaken. De auteur en de uitgever wijzen alle aansprakelijkheid af wanneer lezers dit advies negeren.

Fotoverantwoording

De uitgever bedankt deze mensen en instanties voor de toestemming om hun foto's te gebruiken: (b-boven; o-onder; m-midden; u-uitsterf; l-links; r-rechts; gb-geheel boven)

4-5 Jan Erik Paulsen. 6-7 ESO: Y. Beletsky. 9 Science Photo Library: Walter Pacholka, Astropics. 10 ESO: H. Pedersen / M. Zamani. 12-13 NASA: (o). 14 Science Photo Library: Eckhard Slawik. 17 NASA: NOAA. 18-19 Science Photo Library: Eckhard Slawik. 20 Will Gater. 23 NASA: Ken Fisher, Johnson Space Center. 25 NASA. 26 ESA / Hubble: NASA, ESA, D. Ehrenreich (Institut de Planétologie et d'Astrophysique de Grenoble (IPAG) / CNRS / Université Joseph Fourier). 28-29 ESO: NASA (o). 30 ESA. 31 NASA: SDO / AIA / S. Wiessinger. 32 Stockholm University: Mats Löfdahl, ISP / Göran Scharmer, ISP. 34-35 NASA: GSFC / SDO. 36 NASA. 37 ESO: P. Horálek / Solar Wind Sherpas project. 40 NASA: Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory / Carnegie Institution of Washington (ml); JPL (gbm). 40-41 NASA: Goddard Space Flight Center Image by Reto Stöckli (m). 41 NASA: JPL / USGS (mrb). 42 NASA: Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory / Carnegie Institution of Washington. 43 NASA: Goddard Space Flight Center (m). 44-45 NASA: Goddard Space Flight Center. 47 NASA: Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory / Carnegie Institution of Washington. 49 NASA: Goddard Space Flight Center Scientific Visualization Studio. 50-51 NASA: JPL. 52 NASA. 54-55 ESA. 56-57 NASA: JPL-Caltech. 58 NASA: JPL / Malin Space Science Systems. 60-61 NASA: HiRISE, MRO, LPL (U. Arizona). 63 ESA: DLR / FU Berlin, CC BY-SA 3.0 IGO. 64-65 NASA: JPL-Caltech / MSSS. 66 NASA: JPL-Caltech / University of Arizona (gbl). 67 NASA: JPL-Caltech / University of Arizona (o). 68 NASA: JPL-Caltech / UCLA / MPS / DLR / IDA (gbl); JPL (gbr). 69 NASA. 70-71 NASA: Goddard Space Flight Center. 72 NASA: ESA, and A. Simon (NASA Goddard) (gb). 73 NASA: The Hubble Heritage Team (STScI / AURA) Acknowledgment: R.G. French (Wellesley College), J. Cuzzi (NASA / Ames), L. Dones (SwRI), and J. Lissauer (NASA / Ames) (gb); JPL-Caltech (mr); JPL (om). 74 NASA: JPL (mb). 75 NASA: Enhanced image by Gerald Eichstädt and Justin Cowart based on images provided courtesy of NASA / JPL-Caltech / SwRI / MSSS. 76 NASA: JPL-Caltech / SwRI / MSSS / Gerald Eichstädt / Sean Doran © CC NC SA. 79 NASA: JPL-Caltech / SwRI / MSSS / Gerald Eichstädt / Sean Doran © CC NC SA. 80 NASA: JPL-Caltech / SETI Institute. 83 NASA: JPL / University of Arizona. 85 NASA: JPL / DLR (gbr); JPL / DLR (mr). 86-87 NASA: JPL-Caltech / Space Science Institute. 86 NASA: JPL-Caltech (om). 88 NASA: JPL / NASA: JPL-Caltech / SSI / Hampton University. 92-93 NASA: ESA / JPL / University of Arizona. 95 NASA: JPL / Space Science Institute. 96-97 NASA: JPL / Space Science Institute. 98 ESA / Hubble: Hubble & NASA, L. Lamy / Observatoire de Paris. 101 NASA: JPL. 102-103 NASA: JPL / USGS. 107 NASA: Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory / Southwest Research Institute. 108-109 NASA: JHUAPL / SwRI. 111 NASA: Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory / Southwest Research Institute / Roman Tkachenko. 113 ESO: E. Slawik. 115 ESA: Rosetta / MPS for OSIRIS Team MPS / UPD / LAM / IAA / SSO / INTA / UPM / DASP / IDA. 118-119 NASA and The Hubble Heritage Team (AURA/STScI): NASA, ESA, and J. Olmsted and F. Summers (STScI). 120-121 NASA: JPL-Caltech / ESA / CXC / STScI. 122 NASA and The Hubble Heritage Team (AURA/STScI): NASA, ESA, and H. Richer and J. Heyl (University of British Columbia, Vancouver, Canada). 124 NASA: Penn State University (om). 125 ESA / Hubble: NASA. 126 NASA and The Hubble Heritage Team (AURA/STScI): NASA, ESA, the Hubble Heritage Team (STScI / AURA), and IPHAS. 128 ESO: IDA / Danish 1.5 m / R.Gendler, J.-E. Ovaldsen, and A. Hornstrup. 130-131 NASA and The Hubble Heritage Team (AURA/STScI): NASA, ESA and AURA / Caltech. 132-133 ESO: L. Calçada. 134 NASA: Goddard Space Flight Center / Chris Smith. 135 NASA: Goddard Space Flight Center / Chris Smith (gbr); Goddard Space Flight Center / Chris Smith (mlb). 136 Stephen Rahm. 138 ESO: ALMA (NAOJ / NRAO) / E. O'Gorman / P. Kervella. 140 NASA: ESA, N. Smith (University of Arizona) and J. Morse (BoldlyGo Institute). 143 ESO: NASA / ESA Hubble Space Telescope, Chandra X-Ray observatory. 144 NASA and The Hubble Heritage Team (AURA/STScI): NASA and ESA; J. Hester (ASU) and M. Weisskopf (NASA / MSFC). 146-147 Science Photo Library: EHT Collaboration / European Southern Observatory. 148-149 ESO. 151 ESO: Zdenek Bardon (gbl); Y. Beletsky (gbr). NASA and The Hubble Heritage Team (AURA/STScI): NASA, ESA, and the Hubble Heritage Team (STScI / AURA) (ml); NASA, ESA, and STScI (or); NASA, ESA, J. DePasquale (STScI), and R. Hurt (Caltech / IPAC) (ol). 152 Robert Gendler. 154 ESO: NASA: JPL-Caltech / ESA, the Hubble Heritage Team (STScI / AURA) (ml). 155 NASA and The Hubble Heritage Team (AURA/STScI): Bruce Balick (University of Washington), Jason Alexander (University of Washington), Arsen Hajian (U.S. Naval Observatory), Yervant Terzian (Cornell University), Mario Perinotto (University of Florence, Italy), Patrizio Patriarchi (Arcetri Observatory, Italy) and NASA (gbl). NASA: CXC / SAO; Optical: NASA / STScI (mrb). 156-157 NOAO / AURA / NSF: T.A. Rector (NOAO / AURA / NSF) and Hubble Heritage Team (STScI / AURA / NASA). 159 ESO: Igor Chekalin. 160-161 NASA: JPL-Caltech / S. Stolovy (Spitzer Science Center / Caltech). 163 NASA and The Hubble Heritage Team (AURA/STScI): NASA, ESA, and the Hubble Heritage Team (STScI / AURA). 164-165 Ken Crawford. 166 ESO: Chris Mihos (Case Western Reserve University) (or). NASA and The Hubble Heritage Team (AURA/STScI): NASA, ESA, S. Bianchi (Università degli Studi Roma Tre University), A. Laor (Technion-Israel Institute of Technology), and M. Chiaberge (ESA, STScI, and JHU) (gb); NASA, ESA, A. Aloisi (STScI / ESA), and The Hubble Heritage Team (STScI / AURA)-ESA / Hubble Collaboration (ol). 168 ESO: NASA and The Hubble Heritage Team (AURA/STScI): NASA, ESA, and Z. Levy (STScI) (mro). 169 ESO: Robert Gendler. 171 ESO: Digitized Sky Survey 2. 172-173 NASA: JPL-Caltech / M. Meixner (STScI) & the SAGE Legacy Team. 174-175 Robert Gendler. 177 Johannes Schedler (panther-observatory.com). 178 NASA and The Hubble Heritage Team (AURA/STScI): NASA, ESA, and the Hubble Heritage Team (STScI / AURA)-ESA / Hubble Collaboration. 180-181 NASA and The Hubble Heritage Team (AURA/STScI): NASA, ESA, and The Hubble Heritage Team (STScI / AURA); 182 NASA and The Hubble Heritage Team (AURA/STScI): NASA, ESA, and The Hubble Heritage Team (STScI / AURA); 184-185 ESA / Hubble: NASA, Holland Ford (JHU), the ACS Science Team. 186-187 ESA: NASA and the Hubble SM4 ERO Team. 189 Kees Scherer. 190 NASA and The Hubble Heritage Team (AURA/STScI): NASA, ESA, and J. Lotz and the HFF Team (STScI). 192-193 NASA: ESA; G. Illingworth, D. Magee, and P. Oesch, University of California, Santa Cruz; R. Bouwens, Leiden University; and the HUDF09 Team. 193 ESA / Hubble: NASA, G. Illingworth, D. Magee, and P. Oesch (University of California, Santa Cruz), R. Bouwens (Leiden University), Z. Levay (STScI) and the HUDF09 Team (o). 194-195 IllustrisTNG collaboration: D. Nelson. 196-197 ESA: Planck Collaboration. 204 Alamy Stock Photo: Chronicle (ml); The History Collection (m); Historic Images (c/Heinrich Louis d Arrest); GL Archive (mr); Granger Historical Picture Archive (mo); Science History Images (mro). NOAO / AURA / NSF: T.A. Rector (NOAO / AURA / NSF) and Hubble Heritage Team (STScI / AURA / NASA) (mlo). 205 Alamy Stock Photo: Archivio GBB (gbb); gameover (ml); JanDagnall Computing (m); The Picture Art Collection (c/Thomas Harriot); Science History Images (mr); GL Archive (mo). NASA and The Hubble Heritage Team (AURA/STScI): NASA, ESA, J. DePasquale (STScI), and R. Hurt (Caltech / IPAC) (gbr). Science Photo Library: Emilio Segre Visual Archives / American Institute of Physics (mlo). 206 Dorling Kindersley: Andy Crawford (mr). ESO: NASA: CXC / NGST (mlo); JPL / Cornell University (mo); JPL-Caltech / R. Hurt (SSC) (mro). Science Photo Library: NASA (tc/Cosmic); Sputnik (gbr); Robin Scagell (gbr). 207 ESO: NASA (gbl). NASA: Science Photo Library: Russian Academy of Sciences / Detlev Van Ravenswaay (mrb); Sputnik (gbr). 208 Alamy Stock Photo: National Geographic Image Collection (gbr); Science History Images (mr). ESA: C. Carreau / ATG medialab (m). NASA: ESA / JPL / University of Arizona (gbm); JPL-Caltech / UCLA / MPS / DLR / IDA (mlo/Ceres); Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory / Southwest Research Institute (mo). Science Photo Library: European Space Agency / ATG Medialab (mlo). 209 Alamy Stock Photo: Science History Images (ml). Dreamstime.com: Konstantin Shaklein (gbr). ESA: Planck Collaboration (gbl). NASA and The Hubble Heritage Team (AURA/STScI): NASA, ESA, and J. Olmsted and F. Summers (STScI) (mlo). NASA: Ames / J. Jenkins (mrb); ESA; G. Illingworth, D. Magee, and P. Oesch, University of California, Santa Cruz; R. Bouwens, Leiden University; and the HUDF09 Team (mr). Science Photo Library: EHT Collaboration / European Southern Observatory (mo) Cover: Voorkant: Fotolia: Evl gbl; NASA and The Hubble Heritage Team (AURA/STScI): NASA, ESA and AURA / Caltech mro, NASA, ESA, J. DePasquale (STScI), and R. Hurt (Caltech / IPAC) mb; NASA: ESA, N. Smith (University of Arizona) and J. Morse (BoldlyGo Institute) or, Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory / Carnegie Institution of Washington gbr, JPL-Caltech / ESA, the Hubble Heritage Team (STScI / AURA) mrb, STScI / AURA mlb; Science Photo Library: Walter Pacholka, Astropics mr

Alle andere foto's © Dorling Kindersley Limited. Voor meer informatie zie: www.dkimages.com