

DEEP SPACE

Een visuele verkenningstocht
naar de rand van het heelal
en het begin van de tijd

Govert Schilling

FONTAINE UITGEVERS

Copyright © 2014 Govert Schilling en Fontaine Uitgevers bv

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm, elektronisch databestand of op welke andere wijze ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Oorspronkelijke titel: *Deep Space. Beyond the Solar System to the Edge of the Universe and the Beginning of Time*

Oorspronkelijke uitgever:

© 2014 Black Dog & Leventhal Publishers, New York

Voor de Nederlandse uitgave:

© 2014 Fontaine Uitgevers BV, Hilversum

www.fontaineuitgevers.nl

Auteur: Govert Schilling

Vormgeving oorspronkelijke uitgave: TK

Opmaak Nederlandse uitgave: Hans Jansens, The Impaginator

Kaarten: Wil Tirion

Vertaling: Marieke Baan, Marieke Baan Wetenschapscommunicatie

Redactie en projectbegeleiding: Merijn de Leur-van Duyn, Boekmerijn

ISBN 978 90 5956 572 2

NUR 917

Inhoud

VOORWOORD 6

HET ZONNESTELSEL 8

De geschiedenis van de sterrenkunde 22

DE GEBOORTE VAN STERREN 27

DE GEBOORTEGROND VAN STERREN 38

Telescopen 52

STERREN EN PLANETEN 56

EXOPLANETEN 78

DE DOOD VAN STERREN 82

PLANETAIRE NEVELS 92

HET MELKWEGSTELSEL 110

Ruimtetelescopen 130

DE LOKALE GROEP 134

STERRENSTELSLS 144

STERRENSTELSLS 154

Vensters op de kosmos 168

CLUSTERS 170

HET HEELAL 180

STERATLAS 202

REGISTER 218

FOTO- EN ILLUSTRATIEVERANTWOORDING

. 223

PASPOORT

Naam: Zon

Diameter:
1.392.000 km

Rotatieperiode:
25,4 dagen

Massa: 328,946 x aarde

**Oppervlaktezwaarte-
kracht:** 27,9 x aarde

Leeftijd:
4,6 miljard jaar

Afstand:
149,6 miljoen km

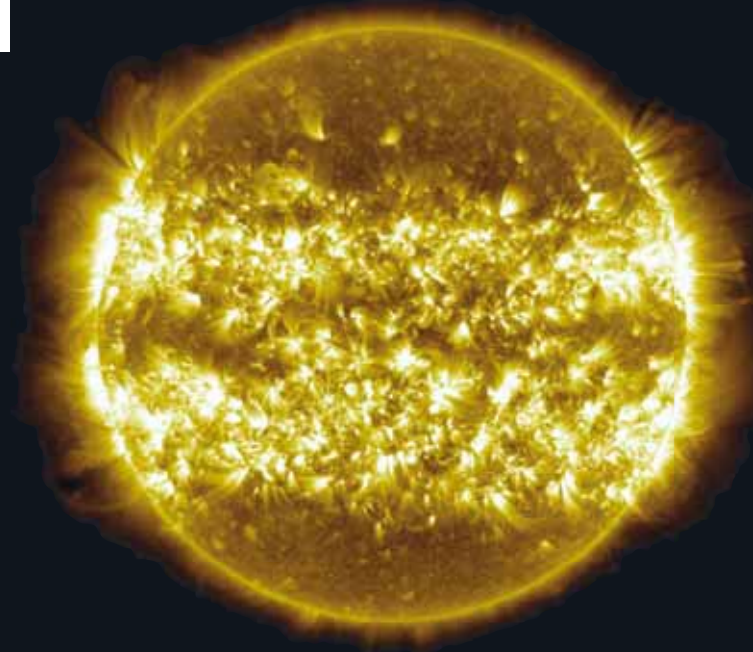
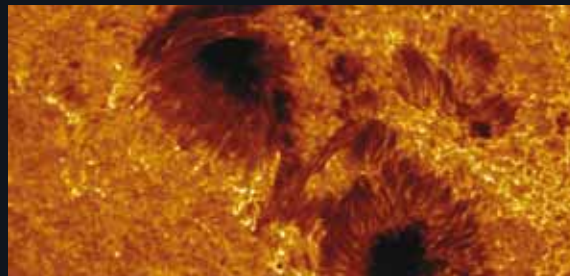
Zonnig raadsel

Het heelal telt een slordige tien triljard sterren. Minder dan een honderdmiljoenste procent daarvan maakt deel uit van ons Melkwegstelsel, maar dat zijn er altijd nog een paar honderd miljard. Eén van die Melkwegsterretjes is onze zon – de energiebron van al het leven op aarde. Een speldenprik van licht in de uitgestrekte donkere kosmos, maar een onmisbare leverancier van licht en warmte.

Sterren zoals de zon zitten verrassend eenvoudig in elkaar. Ze bestaan voor grofweg 75 procent uit waterstof en voor 24 procent uit helium. Slechts één procent van de zon bestaat uit zwaardere atomen. Door de eigen zwaartekracht wordt al dat gas samengetrokken tot een bol. Hoe druk en temperatuur oplopen naarmate je dieper in die bol doordringt, kan elke middelbare scholier je voorrekenen. In het centrum zijn de omstandigheden zo extreem dat er spontaan kernfusiereacties optreden. De energie die daarbij vrijkomt, wordt aan het gloeiendhete oppervlak van de zon uitgestraald in de vorm van licht en warmte. Zo simpel is het.

Toch herbergt de zon nog tal van raadsels. Niemand weet precies hoe de extreem ijle dampkring van de zon – de corona – verhit wordt tot ruim één miljoen graden. Verwrongen magnetische velden veroorzaken zowel koele, donkere zonnevlekken als krachtige zonnevlammen die energierijke elektrisch geladen deeltjes de ruimte in blazen. Maar waarom de elfjarige activiteitscyclus van de zon het soms laat afweten en hoe de zon het aardse klimaat beïnvloedt is onduidelijk. Eén ding weten we wel: een extreem krachtige zonnevlam kan onze kwetsbare technologische maatschappij volledig ontwrichten.

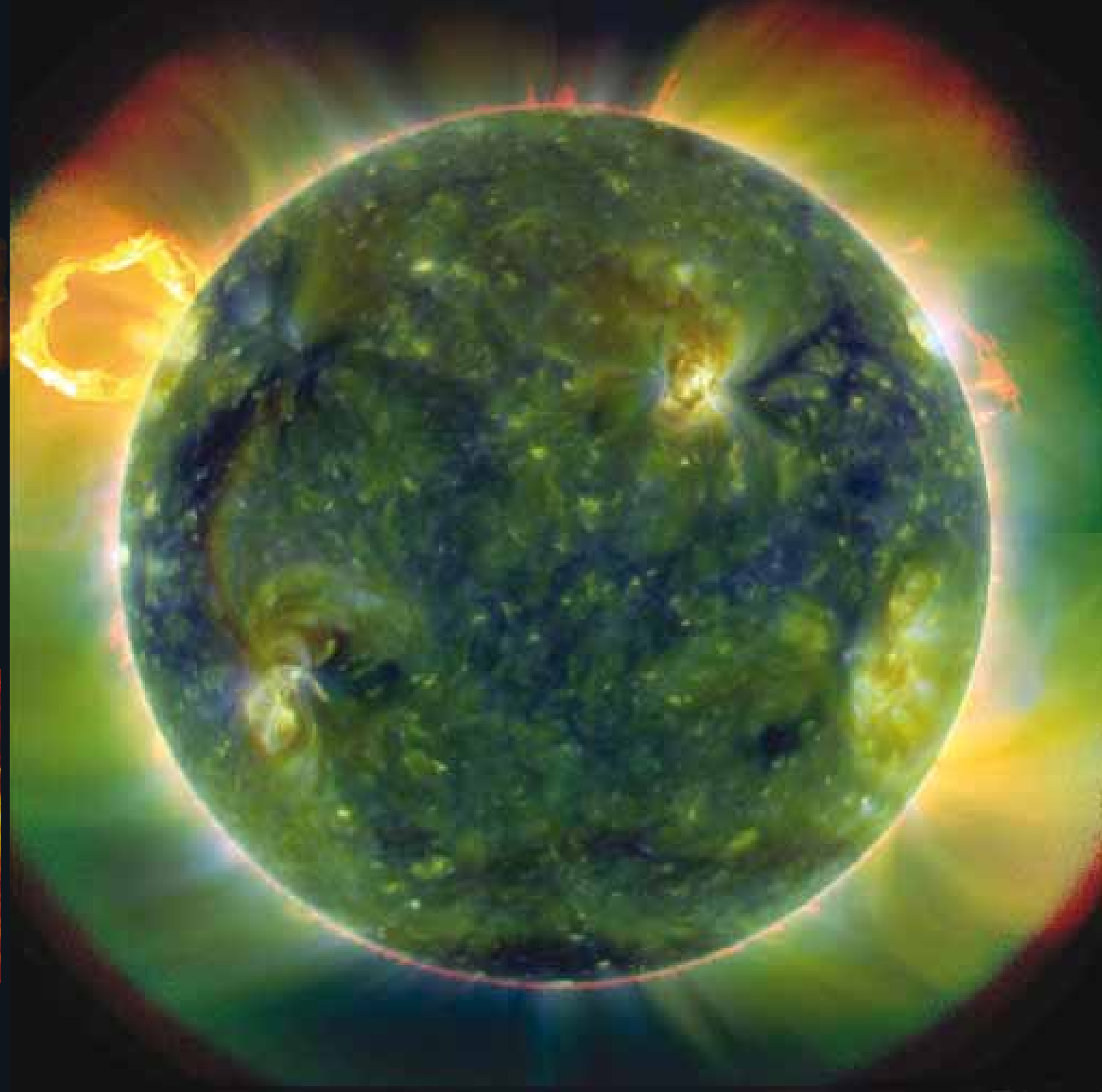
► De Zweedse zonnetelescoop op het Canarische Eiland La Palma (Spanje) legde details vast in de penumbra's van zonnevlekken - de iets minder donkere buitendelen.



▲ Tussen april 2012 en april 2013 waren regio's ten noorden en ten zuiden van de evenaar actief, zoals te zien is op deze samengestelde foto van 25 extreem-ultraviolette afbeeldingen.

▼ Een enorme streng van sissend gas spuit uit een actief gebied op het oppervlak van de zon.

► In dit beeld van 30 maart 2010 is de zon te zien op meerdere golflengten. De gastemperaturen hebben een kleurcode; rood is relatief koel, blauw en groen zijn heet.



De Melkweg in kaart

William Herschel was eind achttiende eeuw de eerste die begreep dat de Melkweg de projectie is van een afgeplatte verdeling van sterren waar onze eigen zon deel van uitmaakt. Op basis van nauwkeurige stertellingen leidde hij zelfs de vorm van dat 'Melkwegstelsel' af. Later gebeurde dat nog veel preciezer, onder andere door de Nederlandse sterrenkundige Jacobus Kapteyn in het begin van de twintigste eeuw. We weten nu dat hun resultaten niet erg betrouwbaar waren, omdat er geen rekening werd gehouden met de absorberende werking van interstellair stofwolken – daar was nog niets over bekend.

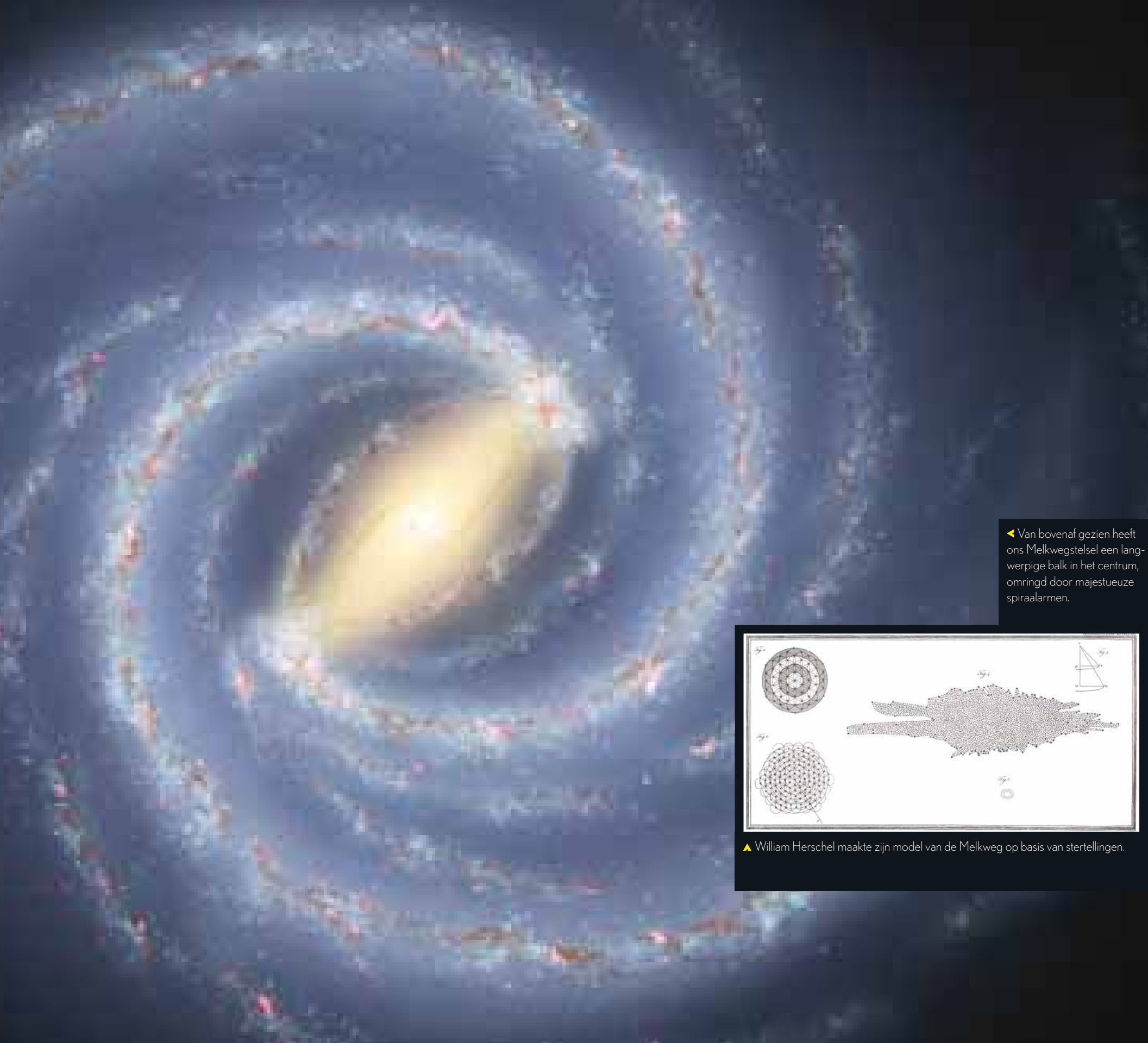
In de loop van de jaren twintig van de vorige eeuw werd wel duidelijk dat ons Melkwegstelsel een van de talloze sterrenstelsels in het heelal is. Veel van die andere sterrenstelsels hebben een mooie spiraalstructuur, maar of dat ook voor het Melkwegstelsel zou gelden, viel niet zo eenvoudig te achterhalen, om de eenvoudige reden dat we ons eigen stelsel niet van buitenaf kunnen bekijken. Het is alsof je een stad in kaart moet brengen vanaf één bepaalde straathoek waar je niet vandaan kunt.

Het lukte pas in de jaren vijftig, dankzij de opkomst van de radioastronomie. Met radiotelescopen kun je de ruimtelijke ligging van interstellair wolken van koel waterstofgas achterhalen. Uit die eerste radiokaarten, verkregen door Nederlandse astronomen, bleek al overduidelijk dat het Melkwegstelsel een groot, afgeplat spiraalstelsel is, met minstens vier armen en met een middellijn van zo'n honderdduizend lichtjaar. De zon bevindt zich ergens in een buitenwijk, op circa 27.000 lichtjaar afstand van het centrum.

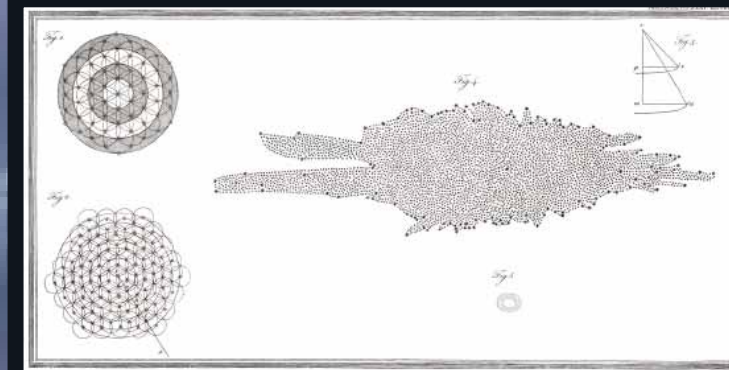
► De astronomen Maarten Schmidt (links) en Gart Westerhout poseren bij de radioschotel in Kootwijk, Nederland, die is gebruikt om de eerste kaart van het Melkwegstelsel te maken.



▲ De Nederlandse astronoom Jacobus Kapteyn dacht dat de zon dicht bij het centrum stond van een relatief klein Melkwegstelsel.



◀ Van bovenaf gezien heeft ons Melkwegstelsel een langwerpige balk in het centrum, omringd door majestueuze spiraalarmen.



▲ William Herschel maakte zijn model van de Melkweg op basis van stertellingen.

PASPOORT

Naam:

Windmolenstelsel
M101

Sterrenbeeld: Grote Beer

Hemelpositie:

R.K. 14^h 03^m 13^s
Dec. +54° 21.0'

Sterrenkaart: 6

Afstand:

27 miljoen lichtjaar

Diameter:

170.000 lichtjaar

Type sterrenstelsel:

SAB(rs)cd

Hemelse windmolen

Net als het Bode-stelsel (M81) bevindt ook het Windmolenstelsel (M101) zich in het sterrenbeeld Grote Beer. Het staat alleen wel ruim twee keer zo ver weg, op een afstand van 27 miljoen lichtjaar. Je hebt minstens een flinke verrekijker nodig om het te zien. Daar staat tegenover dat M101 een erg groot sterrenstelsel is, met een middellijn van circa 170.000 lichtjaar – zeventig procent groter dan ons eigen Melkwegstelsel.

M101 heeft een vrij asymmetrische structuur: de heldere kern van het stelsel valt niet samen met het centrum van de uitgestrekte schijf. Die schijf, met zijn losjes opgewonden spiraalarmen (M101 is een Sc-stelsel), bevat overigens een groot aantal heldere stervormingsgebieden, waarvan sommige al in de achttiende eeuw beschreven werden door William Herschel. Pas honderd jaar later werd de spiraalstructuur van het sterrenstelsel ontdekt door de Ierse astronoom William Parsons (Lord Rosse).

De markante asymmetrische structuur van M101 is mogelijk het gevolg van zwaartekrachtseffecten van vijf begeleidend stelsels. De meest nabijgelegen begeleider, NGC 5474, vertoont zelf ook een asymmetrische schijf.

Nog eens twee keer zo ver als het Windmolenstelsel staat het spiraalstelsel M100. Dat schreef halverwege de jaren negentig geschiedenis dankzij waarnemingen van de Hubble Space Telescope. Het was het eerste sterrenstelsel buiten de Lokale Groep waarin afzonderlijke Cepheïden ontdekt werden. Van die veranderlijke sterren is bekend dat hun lichtwisselingsperiode gerelateerd is aan hun werkelijke lichtkracht. Door die lichtkracht te vergelijken met de waargenomen helderheid, kon de afstand tot het sterrenstelsel nauwkeurig worden bepaald. Op die manier werd een belangrijke stap gezet in het kalibreren van de kosmologische afstandsschaal – een van de belangrijkste doelstellingen van Hubble.

▼ Hubble-waarnemingen van M100 speelden een belangrijke rol in het vaststellen van de afstandsschaal van het heelal.

► Het Windmolenstelsel is een gigantisch, licht asymmetrisch spiraalsterrenstelsel.

▼ Relatief koele stofbanen in M101 lichten op als geelgroene filamenten op deze infraroodfoto. Rood duidt op stof dat is verhit door jonge, hete sterren.