

# Rob's Nieuwsbrief over sterrenkunde en het heelal

februari 2015

## All quiet on the front?

### Lezing Kleine Werelden

Januari is tot nu toe vooral een maand gebleken van klusjes, van mijn planning komt nog niet veel terecht. Bovenaan staan de lezing *Kleine werelden in het zonnestelsel*. Die volgt de weg van de nieuwe brochure, maar kan natuurlijk steeds aangepast worden aan de nieuwste ontwikkelingen en ontdekkingen. Zo wil ik sterrenwachten, verenigingen, bedrijven en andere organisaties de mogelijkheid bieden hun leden, klanten, personeel op de hoogte te houden van de ontwikkelingen in een van de belangrijkste jaren op het gebied van het planetair onderzoek. Het gebeurt immers niet vaak dat grote objecten als de dwergplaneten Ceres en Pluto, en Pluto's maan Charon, voor de eerste maal worden bezocht! De laatste keer dat dat gebeurde was in 1989. Het wordt voor mij ook wel spannend want het betekent veel sleutelen aan mijn lezing.

### Verder

Daarnaast zijn er andere belangrijke projecten om af te ronden, zoals een verhaal voor onderwijsmedia over mijn cursus 'Leer het heelal begrijpen!' voor docenten van het basis- en voortgezet onderwijs. Dat is belangrijk om meer aandacht uit het onderwijs te krijgen voor die unieke cursus.

De nieuwe productie van twee planisferen, 500 voor een Belgische en 500 voor een Noorse klant, leverde een vervelend probleem op. Na de montage zag ik dat de bovenschijf om niet te achterhalen redenen te klein was gedrukt (99%), zodat het hele product waardeloos is. Wij hadden ook niet opgelet bij de productie (op proefdrukken valt dat al helemaal niet op), zodat we voor de derde maal in minder dan een jaar een kostbare tegenvaller hebben. Door bij de herdruk een standaard planisfeer mee te nemen, en zo te profiteren van grotere aantallen, kan ik de schade iets beperken.

Verder was het deze maand: boekhouding doen, bestanden van de achterkanten van alle standaard planisferen aanpassen, en meer van die klusjes die je het gevoel geven dat je eigenlijk niets gedaan hebt.

### Nieuwe vertegenwoordiger boekhandel

We hebben een nieuwe vertegenwoordiger voor de boekhandel, Ef & Ef Media. Dat betekent dat wij na een jaar weer met onze producten bij het Centraal Boekhuis (CB) liggen. En dat is waar boekhandels meestal bestellen. Op 15 januari bracht ik de startvoorraad naar het CB, in Culemborg. Marja en ik hadden dertig stuks van drie pakketten (pakket 1 met display) in dozen gepakt. Samen met dertig stuks van de vier

boeken en de Astroset *Sterrenkunde is fun!* was onze auto helemaal volgeladen.

Het was op dat enorme terrein van het CB nog even zoeken naar het juiste laadplatform, in de stromende regen. Dit platform heeft gelukkig een dakje, maar een laadplatform op borsthoogte gaat niet erg goed samen met een personenauto. De drijfnapte pallet die de man bij het platform mij met een voet toeschoof wees ik vriendelijk af. Water en producten van papier gaan ook niet zo goed samen, als je tenminste gehecht bent aan je waar. Daar kwam bij dat het dakje niet heel erg groot is, zodat het regenwater via de auto en de straat opspatte en als een nevel over de (droge) pallet met de inmiddels 1,5 meter hoge stapel dozen viel. Een deel van de dozen is heel licht, en konden door rukwinden zomaar wegwaaien, de regen in. Ik vroeg enkele keren aan de man bij het platform, die zonder iets te controleren het ontvangstbewijs tekende, of de stapel wel snel werd binnengehaald, waarop hij steeds bevestigend antwoordde, maar verder geen actie ondernam. Het ging echter wel om ruim duizend producten, met een verkoopwaarde van 15.000 euro. Ik wilde hem niet tegen de haren in strijken en het risico lopen dat hij het nog wat langer liet staan, maar heb wel uitgebreid de tijd genomen om weer te vertrekken. Toen ik wegreed stond het er nog. Thuis aangekomen meteen gebeld met die afdeling. ik kreeg te horen dat er niets meer onderaan het platform stond, dus dat het binnen moest zijn...

Weer extra grijze haren, en een goede les: dit doe ik zo niet weer!

Deze nieuwsbrief verschijnt circa tien maal per jaar en bevat:

- ★ *Nieuws en leuke weetjes over het heelal;*
- ★ *Leuke, leerzame lesactiviteiten voor scholen;*
- ★ *Nieuws over Rob Walrecht Productions;*
- ★ *Speciale aanbiedingen.*

Je kunt je aan- of afmelden via [www.walrecht.nl](http://www.walrecht.nl).

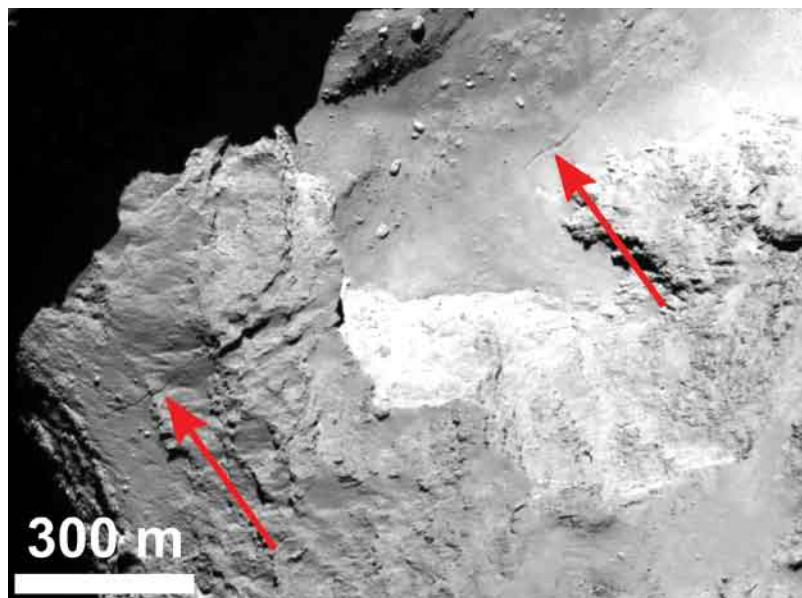
### Laatste nieuws Dawn/Ceres Enkele belangrijke data:

4 feb	afst. 148.000 km, Ceres op foto's 68 pixels, ~2,2 x BTH*
12 feb	84.000 km, 116 pixels, ~3,7 x BTH*
20 feb	48.000 km, 226 pixels, ~7 x BTH*
23 feb	dichtste nadering**
25 feb	39.000 km, 264 pixels, ~8 x BTH*
2 Mar	50.000 km, 205 pixels
6 Mar	Dawn komt in baan om Ceres

\* BTH = Better Than Hubble

\*\* In haar baan rond Ceres zal Dawn de dwergplaneet tot minder dan 1500 km naderen!

**Hieronder:** dit detail van de Rosetta komeet (komeet 67P/Churyumov-Gerasimenko) laat een 500 m lange scheur zien in het oppervlak. Hoe deze scheur is ontstaan is nog onbekend. De volgende keer meer hierover. Foto ESA.



### SDO

De SDO (Solar Dynamics Observatory) kan beelden maken in het extreme UV (EUV), dat tegen de 'zachte' röntgenstraling aanhangt (röntgenstraling met de laagste energie). In dat gebied komt veel meer straling van de zon.

**Foto boven:** röntgenstralen stromen weg van de zon; we zien de westelijke rand van de zon. Men heeft over de foto van NuStar heen een opname gelegd van de SDO (Solar Dynamics Observatory).

NuStar 'ziet' hoogenergetische (ofwel 'harde') röntgenstraling, die we hier zien in groen en blauw. Dat blauw staat voor de hoogste gemeten energie en komt dus van het plasma met de hoogste temperatuur: 3 miljoen graden! Deze energieën liggen tegen het gebied van de gammastraling aan, de straling met de meeste energie. De SDO meet 'zacht' UV (ultraviolet), hier weergegeven in rood, afkomstig van 'koeler' materiaal: ongeveer 1 miljoen graden!

We zien op de foto dat sommige zeer hete straling in de NuStar foto van andere delen van de zon komt dan de koelere straling op de opname van de SDO.

**Foto onder:** de zon zendt een voortdurende, maar niet constante stroom van geladen deeltjes de ruimte in, in alle richtingen. We noemen dat de zonnwind. Soms vindt er een soort explosie plaats in de zonneatmosfeer, waarbij enorme hoeveelheden van die geladen deeltjes (plasma) worden weggestoten: een zonnestorm! Die deeltjes zijn niet gezond voor ons, op Aarde.

Gelukkig hebben wij een bescherming, een soort schild: het magnetisch veld van de aarde. Dat leidt het meeste plasma om de aarde heen, waarna het verder snelt, nog verder de ruimte in.

Alleen bij de polen kunnen de geladen deeltjes dicht bij het aardoppervlak komen, omdat de magnetische veldlijnen daar loodrecht op het oppervlak staan. De deeltjes botsen met de moleculen in de lucht, die daarbij licht geven in fraaie kleuren. Dat is het poollicht, of bij ons noorderlicht.

De foto rechtsonder is op 29 december 2014 gemaakt door Luba Trifonova, in Rusland.

## Kokend heet

### Röntgentelescoop

De zon is een gigantische, kokend hete bal gas en plasma (geïoniseerd gas). De buitenkant is 5500°C, wat de zon zijn gele kleur geeft. In de kern is het echter veel heter: 15 miljoen °C! Daar zien we echter niets van.

Wat we ook niet kunnen zien is de atmosfeer van de zon, zoals de **corona**, waarin van alles gebeurt en waaruit de plasmawolken komen die door het zonnestelsel razen en bij ons poollicht veroorzaken. De reden dat we die corona niet kunnen zien is omdat deze ook erg heet is: tot enkele miljoenen graden! De straling die van objecten met die temperaturen komt zit niet in het zichtbare deel van het spectrum, zelfs niet in het ultraviolette deel. Het is röntgenstraling! Gelukkig hebben wij satellieten die opnamen in het röntgengebied kunnen maken, zoals **NuStar** (Nuclear Spectroscopic Telescope Array).

### Hete doelen

De NuStar was eigenlijk bedoeld om zwarte gaten en andere verre, hete objecten en hun omgeving

te bestuderen. Pas zeven jaar geleden, toen de telescoop al in aanbouw was, ging men erover denken om NuStar ook voor zonn Onderzoek te gebruiken. De onderzoekers raakten steeds enthousiaster over een idee dat vooraf niet aan de orde was gekomen. Ze hadden de meest gevoelige röntgentelescoop ooit gemaakt, bedoeld om diep in het heelal (en de tijd) te kijken. Waarom zou je daarmee naar iets gaan kijken in je achtertuin?

De telescoop kan het als enige aan. Andere ruimtetelescopen, zoals de Chandra X-ray Observatory, kunnen dat niet. Hun detectoren zouden beschadigen door de hoge energie van de straling, maar in het golflengtegebied waarin NuStar waarnaemt is de zonnestraling minder intensief (de temperatuur van de zonneatmosfeer is daar dus laag genoeg).

### Portret in röntgen

De foto hieronder is de eerste die de ruimtetelescoop van de zon heeft gemaakt. Het is de (vervolg op pagina 6)



## Hubble

### Zuilen van Creatie Zuilen van Vernietiging?

De foto linksonder van de Hubble Space Telescope (HST) is een zeer bekende, bijna iconische opname van de Arendnevel, uit 1995.

De opname van 20 jaar geleden toont details van de drie gigantische kolommen van koud gas en stof, die we nooit eerder hadden gezien. In die slurfachtige kolommen worden nieuwe sterren 'geboren', terwijl het ioniserende UV licht van een cluster van pas geboren sterren (een *open sterrenhoop*) er gaten in brandt. Vanwege die stervorming noemde men deze foto van de Arendnevel (M16), in de SLANG, *The Pillars of Creation (De Zuilen van Creatie)*.

Dit soort foto's van ruimtetelescopen of -sondes bestaan meestal uit meerdere foto's, waarmee een 'mozaïek' wordt samengesteld. Deze mozaïek is opgebouwd uit 32 foto's van de HST.

De Hubble werd op 24 april 1990 gelanceerd, maar al snel bleek dat er een ernstige fout zat in de spiegel. Die was niet goed geslepen, maar te vlak. Dat probleem was pas begin 1994 verholpen, nadat de astronauten Story Musgrave en Jeffrey Hoffman (STS-61 missie) een speciale 'bril' voor de ruimtetelescoop hadden aangebracht. Sindsdien is de HST nog enkele keren ge-upgrade of gerepareerd.

### 25 jaar

Om de 25e verjaardag te vieren maakte men een nieuwe, nog scherpere opname van de Arendnevel en dat is de foto hieronder. Daaruit blijkt dat het eigenlijk de 'Zuilen van Vernietiging' zijn...

Paul Scowen, van de Arizona State University, zegt: 'Ik ben onder de indruk van de vergankelijkheid van deze structuren. Ze verdampen waar je bij staat!'. De blauwe nevel die je rond de zuilen ziet is materiaal dat verhit wordt en weg damp, de ruimte in. 'We hebben deze pilaren getroffen op een uniek, kort moment in hun evolutie'.

### Infrarood

De oorspronkelijke opnamen uit 1995 waren in zichtbaar licht. Voor de nieuwe opnamen zijn ook beelden in het nabije infrarood gebruikt (zie foto midden, onder), want de HST kreeg in 1997 een infrarood camera. Op die infrarood beelden veranderen de zuilen in spookachtige, pluizige silhouetten tegen de achtergrond van enorme aantallen sterren. Dat komt doordat infrarood licht door alle behalve de dichtste stofwolken heen beweegt. In de infraroodopname zie je piepjonge sterren die op de linker opname niet zichtbaar zijn. Dat komt doordat ze verscholen zijn in het gas en stof van de pilaren.

De infrarood opname laat zien dat de toppen van de pilaren dichte 'knopen' van gas en stof zijn. Door die dichtheid schermen ze het gas eronder af en houden ze dat koel. Op die manier zijn de tot 5 lichtjaar lange zuilen ook ontstaan: dichte klonten van gas en stof die het UV licht van jonge, zeer zware sterren in de buurt lang genoeg konden weerstaan om andere sterren de kans te geven zich te vormen. Het materiaal tussen de zuilen in is al lang weggebrand, verdampt, door de ioniserende straling van de sterren van de centrale open sterrenhoop boven en links van de kolommen.

### Detail

Het eerste wat opviel op de opname uit 1995 waren de stromen oplichtend gas, of *jets* (ze spuiten als stralen water weg). Rechts van de bovenkant van de linker kolom, net onder de 'kop', zie je een gasvormig fragment dat is verhit en wegvliegt van de pilaar. Het is waarschijnlijk uitgestoten door een zich vormende ster. Dit maakt wel duidelijk hoeveel geweld komt kijken bij de vorming van sterren, want alleen de brute UV kracht van zware sterren kan een gebied zo doen oplichten. Zonder al dat geweld zouden er veel meer sterren ontstaan (vervolgd op pag. 4).

### De zon

Onze zon is zeer waarschijnlijk ook ontstaan in zo'n turbulent stervormingsgebied, 4,6 miljard jaar geleden. Er zijn bewijzen dat het piepjonge zonnestelsel geraakt is door een spervuur van radioactieve deeltjes van een nabije supernova. Dat betekent dat de zon ontstond als onderdeel van een open sterrenhoop van tientallen of honderden sterren. Daartussen zaten ook sterren die veel meer massa hadden dan de zon (ofwel veel 'zwaarder' waren) en hevige ioniserende straling produceerden, zoals we in M16 zien gebeuren. Zeer zware sterren 'leven' maar enkele tot enkele tientallen miljoenen jaren. Zware sterren die tegelijk met de zon ontstonden waren dus al verdwenen voordat de zon volwassen was.

De Arendnevel geeft ons een goed beeld van hoe het was in de kraamkamer van onze ster.

**Linksonder:** de nieuwe Hubble opname van M16, gemaakt in september 2014. Voor de opname in zichtbaar licht gebruikte men een belichtingstijd van 30,5 uur.

**Midden, onder:** de opname in nabij infrarood (in het spectrum zit dat naast het rode, zichtbare licht). De HST was hiervoor 22,4 uur bezig. Je ziet sterren die op de foto links niet zichtbaar zijn, doordat hun licht wordt tegengehouden door stofwolken.

**Rechtsonder:** de oorspronkelijk foto uit 1995.





### Ceres

De foto hierboven, die Dawn op 25 januari 2015 maakte, is nu (29 januari) de beste die ooit van het object is gemaakt. Met een breedte van 43 pixels is de resolutie 30% hoger dan die van de Hubble Space Telescope uit 2003-2004 (zie Robs Nieuwsbrief van oktober-november 2014).

De opnamen worden vanaf nu steeds beter, want Dawn nadert de dwergplaneet met (slechts) 720 km/u. Op 6 maart komt de sonde er aan, waarna Dawn door Ceres' zwaartekracht en een lusvormig traject uiteindelijk in een nette baan rond Ceres komt.

Op het moment dat Dawn de foto maakte was de afstand tot Ceres 383.000 km.

Dawn draaide eerder al 14 maanden lang baantjes rond de kleinere planetoïde Vesta, waar het toestel ruim 30.000 opnamen maakte.

### Pluto als doel

Als je een schaalmodel maakt, met de zon zo groot als een plafonnière (14 cm), dan is de aarde de kop van een kopspeeld op 15 m, Jupiter een knikker op 78 m, Neptunus een erwit op 450 m, en Pluto een zandkorrel op 500 m van de 'zon'. Bedenk dat je iets zo groot als een atoom vanaf het kopspeeldje naar een zandkorrel probeert te krijgen, gebruik makend van de zwaartekracht van de ehh... knikker! Je begrijpt dan hoe moeilijk het is bij zo'n klein doel te komen.

**Linksonder:** deze planetoïde kwam in de buurt van de aarde. Je ziet dat het object, zo groot als een berg, ook een maantje heeft. Als die op Aarde zou inslaan waren de gevolgen niet te overzien!

Het is een 'stil' uit een filmpje van de planetoïde 2004 BL86 dat op internet is te vinden: <http://www.jpl.nasa.gov/images/asteroid/20150126/2004BL86-640.gif>.

**Rechtsonder:** een schilderij van de New Horizons die Pluto en zijn manen bezoekt.

Scowen: 'Deze pilaren laten zien dat het een dynamisch, actief proces is. Het gas wordt niet gewoon opgewarmd en netjes de ruimte in geduwd. Het wordt geïoniseerd (de atomen worden van hun elektronen ontdaan) en verhit door de straling van zware sterren. En daarna worden ze weggeërodeerd door de zeer hevige sterrenwind van die sterren, een bombardement met geladen deeltjes dat neerkomt op een soort zandstralen van de toppen van de pilaren. Stervormingsgebieden zoals M16 vormen de interstellaire neonverlichting die zegt 'We hebben hier juist een hele zoi zware sterren gemaakt'. Dit was de eerste keer dat we die erosieprocessen daadwerkelijk zagen gebeuren.'

### Ze bestaan niet meer

De jet die ik hierboven beschreef is verder weg van de pilaar als in de foto uit 1995, rechts-onder (hoewel dat in een print moeilijk te zien zal zijn). Sinds 1995 is het ding 60 miljard km verder bewogen: 725.000 km per uur!

Er zijn aanwijzingen dat de zuilen 6000 jaar geleden zijn vernietigd door een supernova-explosie. M16 staat op een afstand van 6500 lichtjaar dus op dit moment bestaan de kolommen al niet meer. De gevormde sterren zijn er nog maar de vorming van nieuwe sterren werd daarmee abrupt afgebroken. Zie ook het kader op pagina 3.

### Planetoïde 2004 BL86

Er was weer eens een planetoïde erg dicht bij de aarde. Op 26 januari kwam er een 1,2 miljoen km van de aarde, ruim drie maal zo ver als de maan. Dat lijkt ver weg maar het is astronomisch gezien bijna een 'near miss'. Het gaat om (357439) 2004 BL86. Daarin vind je o.a. het jaar van de ontdekking: 2004.

De 325 tot 680 m grote planetoïde is een zgn. **Near Earth Asteroid (NEA)**, die een potentiële gevaar is voor het leven op onze planeet. Hoe groter een object is dat de aarde kan raken des te gevaarlijker. En deze is behoorlijk groot: de planetoïde die twee jaar geleden boven Siberië explodeerde was slechts 17 m (zie Robs Nieuwsbrief van maart en april 2013). Hij heeft zelfs een maantje, van 70 m diameter. Pas over 200 jaar komt hij weer dichtbij de aarde.

Het is ook het grootste object dat de aarde zo dicht nadert tot 2027, als de 1,5 km grote (!) planetoïde (137108) 1999 AN10 ons passeert op ongeveer de afstand van maan! In totaal zijn er ca. 11.000 NEA's, van 1 m tot 32 km grootte, waarvan 1500 'potentially hazardous'. In mijn brochure Bombardement van de aarde lees je meer over NEA's (of NEO's: Near Earth Objects; ook kometen kunnen in de buurt komen. Die is gratis bij bestellingen van 10 euro en hoger, maar dan moet je er wel om vragen!



### New Horizons

NASA's ruimtesonde naar Pluto is begonnen aan de laatste fase van de historische missie. Die culmineert (mooi woord!) op 14 juli a.s. in een 'flyby', een passage op zeer korte afstand: op nog geen 14.000 km van Pluto. Ook de vijf bekende manen komen dan goed in beeld, en mogelijk kleine maatjes die we nu nog niet kennen. De hele 'encounter' duurt erg kort, want New Horizons (NH) is de snelste ruimtesonde die we ooit weggestuurd hebben: de snelheid bij Pluto is 13,78 km/s!

Toch is NH dan al 9½ jaar onderweg. Niet zo vreemd, want Pluto staat verder weg van de zon dan Neptunus, de buitenste planeet, op een kleine 5 miljard km van de zon!

Begin december 2014 werd de planeetverkenner gewekt. NH is ongeveer zo groot als een piano.

### Foto's van Pluto

Op 25 januari werd een serie opnamen gemaakt met de Long-Range Reconnaissance Imager (LORRI). Die opnamen zijn wetenschappelijk gezien nog niet zo boeiend (tot mei zien we stipjes), maar ze zijn wel belangrijk omdat ze nodig zijn voor de navigatie. Het ding moet immers wel naar een dwergplaneetje op die grote afstand (zie kader: **Pluto als doel**).

Erger nog: men moet de timing van de passage zéér precies hebben om de juiste computer-commando's te kunnen geven, die het toestel in de juiste stand plaatst en de instrumenten goed kunnen richten op de zes bekende objecten.

De komende tijd zal LORRI honderden foto's van Pluto maken om de schatting van de afstand tussen de sonde en de dwergplaneet te verbeteren en juiste koerscorrecties uit te voeren. De eerste correctie zal in maart zijn.

Ondertussen zal NH de komende maanden ook de interplanetaire ruimte onderzoeken, zoals zonnwinddeeltjes en concentraties van stofdeeltjes in het binnenste deel van de Kuiper-gordel, de donutvormige ring van duizenden ijsdwergen rond de zon, waarvan Pluto er een is. In het voorjaar gaat NH pas goed aan de gang en worden de foto's eindelijk beter dan die van telescopen op Aarde en de Hubble. Het wachten is natuurlijk vooral op 14 juli. Dat wordt voor iemand zoals ik een onvergetelijke dag, vergelijkbaar met de Voyagerpassages van de reuzenplaneten in de jaren '80..



## Cosmos-avond: De vragen en antwoorden

### Deel 3: Het Melkwegstelsel

Ik had beloofd ook de vragen die tijdens de Cosmos-avond op 30 mei jl. werden gesteld over het Melkwegstelsel nog in mijn nieuwsbrief te behandelen. De vragen over dit onderwerp kwamen allemaal van twee leerlingen van de HAVO (in Nijkerk).

#### Vraag 13:

*Hoe weten ze waar in het Melkwegstelsel we ons bevinden?*

#### Antwoord

Tot de jaren vijftig van de vorige eeuw hadden we geen idee wat de vorm is van het Melkwegstelsel. Sterker: tot in de jaren twintig wisten we niet eens dat er zoiets als sterrenstelsels bestonden! Het probleem is stof...

In het Melkwegstelsel en veel andere sterrenstelsels bevinden zich enorme hoeveelheden stof en gas, vooral in het vlak van de schijf (zie de tekening op deze pagina). Alleen 'stoffige' stelsels zijn in staat sterren te laten ontstaan. Die dichte stofwolken laten echter geen licht door. Om die reden kunnen wij ook niet de zeer heldere kern van ons Melkwegstelsel zien: wij kunnen niet door die stoflaag heen kijken!

Straling met een langere golflengte dan het licht dat wij mensen kunnen zien, dus radio- en infraroodstraling, dringt wel door stof heen.

In de jaren vijftig konden we met de eerste radiotelescopieën voor het eerst zien dat het Melkwegstelsel lange, opgewonden spiraalarmen heeft. Net zoals veel verre spiraalstelsels die we al hadden waargenomen.

#### Vraag 14:

*Hoe kunnen ze plaatjes hebben van ons Melkwegstelsel?*

#### Antwoord

Dat zijn dus radioplaatjes. Radiostraling kunnen we natuurlijk niet zien, net zoals de meeste elektromagnetische straling (naast radiostraling en zichtbaar licht zijn dat infrarood, ultraviolet, röntgen- en gammastraling). Toch willen wij graag afbeeldingen zien. Wat men dan doet is kleuren toekennen aan de golflengtegebieden (de energie). Daar kunnen we dan wel wat mee. De computer is daarbij natuurlijk een handig hulpmiddel. Amateurstereenkundigen die handig zijn met Photoshop bewerken de 'kale' plaatjes van de professionele astronomen, en leveren zo weer een belangrijke bijdrage aan het onderzoek maar vooral aan het populariseren van de wetenschap. Sterrenkunde blijft immers een wetenschap die visueel erg aantrekkelijk is!

Op pagina 6 vind je een afbeelding van de radiostraling van het Melkwegstelsel. Je ziet dat niet alles erop staat, maar hoe dat komt is hier wat te ingewikkeld om uit te leggen.

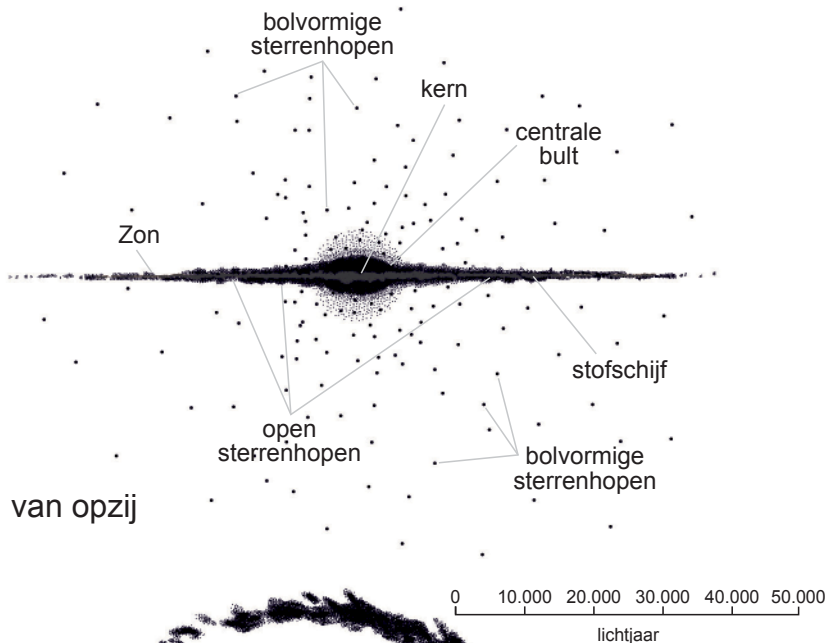
Inmiddels hebben we ook (ruimte-) telescopen die de hemel, en dus de Melkweg, afspeuren in andere golflengten, zoals infrarood, ultraviolet en röntgen.



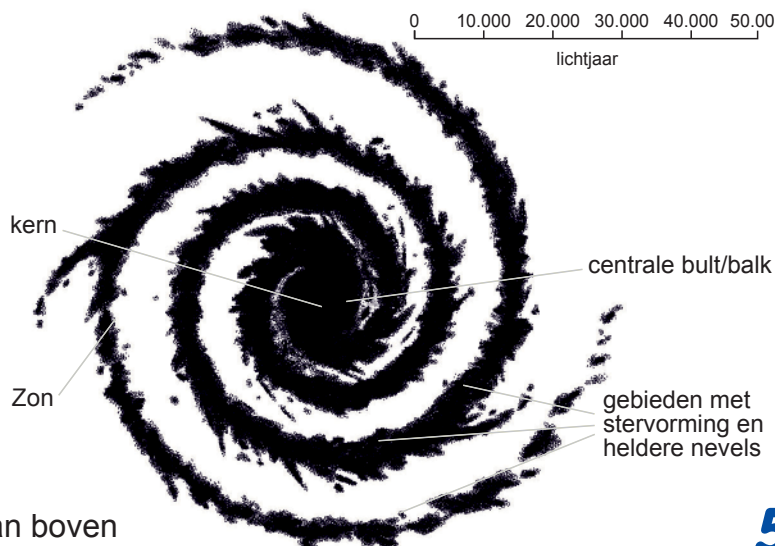
*Links: de Melkweg is altijd een prachtig gezicht, maar alleen te zien als het goed donker en helder is. In de Randstad kun je hem niet zien. Op foto's kun je veel rode vlekjes zien: gebieden waar nu sterren ontstaan. De donkere 'wolken' zijn juist koude, donkere stofwolken waarin nog geen sterren worden geboren (dat kan wel ooit gaan gebeuren). Die donkere wolken noemen we wel 'kolenzakken'. Foto © Larry Landolfi.*

*Hieronder: boven- en zijaanzicht van het Melkwegstelsel. Het zijn de plaatjes uit mijn boek Genieten van het heelal, maar in 'omgekeerde' kleuren (dus een witte achtergrond) om inkt of toner te sparen. Het stof in de Melkweg zie je in het bovenste plaatje, in donkergrijs (je moet goed kijken dus). © Rob Walrecht.*

### Het Melkwegstelsel



van opzij



van boven

17.000.000.000.000.000.000.000.000

**Linksonder:** radiokaart van de Melkweg. De zon is bij 'S'. Je mist een deel van ons sterrenstelsel. Dat komt, heel 'eenvoudig' gezegd, doordat men hier met radiostraling de snelheden (Dopplerverschuivingen) heeft gemeten van wolken neutraal waterstofgas (golflengte 21 cm). En grofweg in de richting van de kern van de Melkweg bewegen die wolken loodrecht op de kijkrichting: ze bewegen niet naar ons toe of van ons af! Vandaar de witte 'taartpunt'. De andere kant op, van de kern af, zien we hetzelfde gebeuren.

**Rechtsonder:** de Westerbork Synthese Radio Telescoop (WSRT), in Drenthe, werd in de jaren '70 gebouwd. Het is een van de belangrijkste ter wereld, met 14 telescopen van 25 meter diameter, op een rij van 2,7 km lengte  
Foto: Jack van de Ree.

Overigens heeft Nederland altijd een belangrijke rol gespeeld in de radioastronomie. Nederland speelt hoe dan ook een belangrijke rol, maar is een slecht land om gewone telescopen neer te zetten. Maar radiotelescopen hebben geen last van het weer! Radarschotels die de Duitsers na de Tweede Wereldoorlog hadden achtergelaten bleken prima instrumenten om de Nederlandse radioastronomie mee te beginnen.

**Vraag 15:**  
*Hoe weten ze de vorm van het Melkwegstelsel?*

**Antwoord**  
Het antwoord zit al in het vorige antwoord verweven.

**Vraag 16:**  
*Hoe weten ze ongeveer hoeveel sterren er zijn in ons (observeerbare) heelal?*

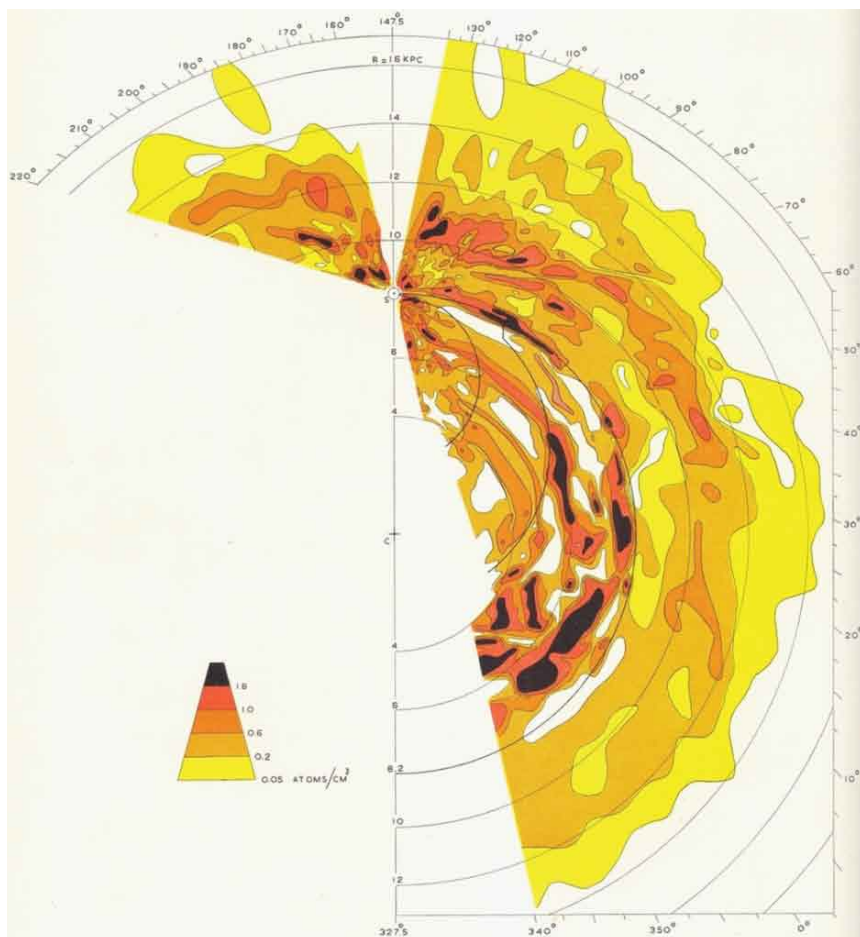
**Antwoord**  
Dat 'ongeveer' zeg je er goed bij. We zullen het nooit exact kunnen weten. Wat je daarvoor zou moeten weten is hoeveel sterrenstelsels er zijn in het heelal, en uit hoeveel sterren een sterrenstelsel gemiddeld bestaat. En de antwoorden op die vragen moeten we schatten! Dat doe je als volgt: tel alle sterren in een klein volume van de Melkweg en reken dat om naar het totale volume van de Melkweg. Je moet dan wel aannemen dat sterren goed verdeeld zijn, en zie je wel alle sterren? Rode dwergen zijn

kleine, zwakke sterren die nauwelijks opvallen. Hetzelfde kun je doen met sterrenstelsels, met dezelfde beperkingen. Wat 'gemakkelijker' is het om totale massa's te berekenen, bijvoorbeeld de massa van het Melkwegstelsel. Om het aantal sterren in de Melkweg te bepalen moet je dan wel eerst weten wat de gemiddelde massa van een ster is... Je ziet: het is niet zo simpel. Maar toch willen we het weten, en heeft men in de loop der tijd allerlei schattingen gemaakt.

De huidige schattingen van het aantal sterrenstelsels in het heelal lopen uiteen van 100 tot 200 miljard. Ik gebruik nu in mijn lessen en lezingen als aantal 170 miljard.

De schattingen van het aantal sterren in het Melkwegstelsel liggen tussen 200 en 400 miljard. De massa is minstens 600 miljard zonsmassa's, dus ons sterrenstelsel zou 600 miljard zonachtige sterren kunnen bevatten. Er zijn echter sterren die tientallen tot een paar honderd maal zo zwaar zijn als de zon, maar 85% van alle sterren zijn rode dwergen, die slechts 0,15 tot 0,75 zonsmassa's zwaar zijn. Uiteraard zijn er grote en kleine sterrenstelsels.

Laten wij er nu eens van uitgaan dat een sterrenstelsel gemiddeld 100 miljard sterren bevat, en dat er 170 miljard sterrenstelsel in het heelal zijn. Dan kom je dus op een aantal sterren van 17.000 miljard miljard, of 17 triljard sterren. Dat is '17' met daarachter 21 nullen. Meer dan er zandkorrels zijn op alle stranden op onze planeet...



(vervolg pagina 2)

meest gedetailleerde opname ooit gemaakt in hoogenergetische röntgenstraling en geeft een uniek beeld van alle lagen van de zonne-atmosfeer. Het vertelt ons iets over de opvallend hoge temperaturen die we vinden boven zonnevlekken, donkere plekken op het zonsoppervlak waar de temperatuur juist 1200° lager is dan dat van de omgeving. Volgende opnamen zullen nog betere informatie opleveren omdat de zonnecyclus, die gemiddeld 11 jaar duurt, is over zijn (milde) maximum heen.

### Wordt de puzzel opgelost?

Men hoopt vooral om de hypothetische 'nanoflares' (of 'microflares', kleine zonnevlammen) waar te nemen. Die zouden, als ze bestaan, kunnen verklaren waarom de corona zo ongelooflijk heet is, het 'coronal heating problem'. Die corona is gemiddeld 1 miljoen graden en we zagen al dat de fotosfeer van de zon (dat wat we zien) 'slechts' 5500 graden is. Dat lijkt als een steekvlam uit een ijsklont! Het zou geweldig zijn als NuStar deze decennialange puzzel zou kunnen oplossen. Als nanoflares bestaan zal NuStar ze zien!

Maar er is nog iets. NuStar kan ook **axionen** detecteren, hypothetische donkere materie-deeltjes. Er is vijf maal zoveel donkere materie (sommigen noemen het *doorzichtige materie*, omdat we het niet kunnen waarnemen) als gewone materie in het heelal. We hebben donkere materie alleen indirect waargenomen, door de aantrekkingskracht op gewone materie en elektromagnetische straling, maar wat het is weet niemand.

NuStar zou die axionen, als ze bestaan, waarnemen als een röntgen puntbron in het centrum van onze ster.

Ondertussen gaat NuStar gewoon verder met zijn normale werk: onderzoek aan zwarte gaten, supernovarestanten en andere extreme objecten ver buiten ons zonnestelsel.

### Vernielde kraamkamer

Als de open gesperde bek van een gigantisch hemels wezen zien we deze ijle nevel in het sterrenbeeld ACHTERSTEVEN. Dat sterrenbeeld staat nu bij ons gedeeltelijk boven de horizon, iets ten oosten van Sirius, maar is nauwelijks te zien.

De nevel, **CG4**, is een 'cometary globule'. Dat heeft niets met kometen te maken, maar is een speciaal type Bok globule die wat weg heeft van een komeet. En een Bok globule is een donkere, koele wolk gas en stof waarin een of meer sterren kunnen ontstaan. Het speciale zit hem hierin dat jonge, zware sterren de gas- en stofwolk met hun straling uit elkaar doen vallen.

CG4, op 1300 lichtjaar (lj) afstand, is onderdeel van een grotere *emissienevel* (gloeïend gas) die we de Gumnevel noemen.

CG's bestaan uit een dichte, donkere, stoffige 'kop' en een lange ijle staart. Die staarten wijzen af van een supernovarest die in het midden van de Gumnevel ligt. De nevel hier is zo'n kop, 1,5 lj in diameter. Van de staart van de globule, die ongeveer 8 lj lang is, zien we helemaal onderaan alleen het bovenste deel. Dit soort objecten is astronomisch gezien vrij klein.

De kop is alleen te zien omdat hij wordt verlicht door nabije sterren. De nevel wordt door de straling langzaam weggebrand, maar er blijft genoeg gas en stof over voor meerdere zonachtige sterren. Dat wordt mogelijk juist in gang gezet door die straling van andere sterren.

**Hieronder:** de 'cometary globule' CG4, in de Gumnevel. Hoe de vorm van CG's ontstaat is onderwerp van discussie. Om het juiste antwoord te geven moet er nog meer onderzoek worden gedaan.

**Linksonder:** we kennen allemaal de fraaie ringen van Saturnus. Astronomen van o.a. de Sterrewacht Leiden hebben nu ontdekt dat het ringenstelsel van de exoplaneet J1407b met een diameter van bijna 120 miljoen km ruim 200 maal zo groot is! En veel meer massa bevat: ongeveer de massa van de aarde.

Men kon dat vaststellen door een sterbedekking, als een ster op grotere afstand (deels) wordt gedooft door een object of zoals hier ringdeeltjes. Doordat de jonge,



zonachtige ster, J1407, ook ver weg staat (420 lj) duurde de bedekking weken. Het ringenstelsel blijkt uit meer dan 30 ringen te bestaan, met scheidingen ('gaps') die wijzen op satellieten: exomanen! Die manen zijn zich nog aan het vormen en veel van het materiaal van de ringen zal in die manen verdwijnen. De planeet heeft een massa van 10 tot 40 Jupiters. Afbeelding © Ron Miller.