

De geschiedenis van  
het heelal in 21 sterren  
(en 3 bedriegers)

**GILES SPARROW**

FONTAINE UITGEVERS

# INHOUD



Inleiding	11
1. Polaris <i>De basiskennis leren van de luiste ster aan de sterrenhemel</i>	15
2. 61 Cygni <i>Het meten van de afstand tot een vliegende ster</i>	27
3. Aldebaran <i>Hoe de kleur van een reus zijn geheimen onthult</i>	39
4. Mizar (en zijn vrienden) <i>Een vlot walsje tussen meervoudige sterren</i>	53
5. Alcyone en haar zussen <i>Hoe de mooiste sterrenhoop aan de hemel een belangrijk diagram inspireerde</i>	69
6. De zon <i>De ster voor de deur en wat die ons kan vertellen</i>	81
7. Het Trapezium en andere wonderen <i>Nevels en de oorsprong van sterren</i>	95

8.	T Tauri	
	<i>De essentie van de geboorte van sterren</i>	107
9.	Proxima Centauri	
	<i>Verrassend sterke dwergsterren</i>	119
10.	Helvetios	
	<i>Op zoek naar vreemde nieuwe werelden</i>	131
11.	Algol	
	<i>Variabele sterren en verborgen dubbelsterren</i>	141
12.	Mira	
	<i>Van rode reuzen en pulserende sterren</i>	153
13.	Sirius (en zijn broertje)	
	<i>De schitterende Hondster en zijn stiekeme begeleider</i>	165
14.	RS Ophiuchi	
	<i>Een ster die af en toe knettert, en op een dag uit elkaar knalt</i>	177
15.	Betelgeuze	
	<i>De grootste sterren aan de hemel en hoe die te meten</i>	189
16.	Eta Carinae	
	<i>Het noodlot van monstersterren</i>	201
17.	De Krabpulsar	
	<i>Een beroemde supernova en wat ervan over is</i>	215
18.	Cygnus X-1	
	<i>Op zoek naar een zwart gat in een donker heelal</i>	227

19.	Eta Aquilae	
	<i>Cepheïden – een meetlint voor de kosmos</i>	239
20.	Bedrieger nr. 1: Omega Centauri	
	<i>Bolvormige sterrenhopen: sterrensteden met verouderende populaties</i>	249
21.	S2	
	<i>Een reisje naar het centrum van de Melkweg</i>	261
22.	Bedrieger nr. 2: Andromedanevel	
	<i>Een buursterrenstelsel en het grotere heelal</i>	273
23.	Bedrieger nr. 3: 3C 273	
	<i>Quasars: bakens in de verre kosmos</i>	285
24.	Supernova 1994D	
	<i>Donkere materie, donkere energie en het einde van alles</i>	297
	Dankbetuiging	311
	Eindnoten	313

## INLEIDING

### *Twinkel, twinkel kleine ster...*



Dit boek gaat over sterren, als je dat al niet dacht.

Ze zeggen dat je in een heldere nacht, als je ver weg bent van de moderne ellende van lichtvervuiling, geniet van een kaarsrechte horizon en je je worteltjes netjes hebt opgegeten, je er misschien wel 4500 ziet. De sterrenhemel staat vol met die dingen en bij die gelegenheden waarin je in een echt heldere nacht ergens bent waar het écht donker is, kunnen het er wel zoveel zijn dat je niet meer weet waar je het moet zoeken, ook al ken je de helderste sterrenbeelden maar al te goed (wat eigenlijk min of meer mijn baan is).

Pak een beetje redelijke verrekijker en het aantal sterren aan jouw uitspaniel springt direct naar meer dan honderdduizend. Met een kleine telescoop kom je al gauw op ruim 2,5 miljoen – voldoende om zelfs de fanatiekste sterrenkijker verscheidene levens bezig te houden. Maar zelfs dit is nog maar het topje van de kosmische ijsberg – de nauwkeurigste schattingen suggereren dat het sterrenstelsel de Melkweg (die gigantische schijf van hemellichamen die wij thuis noemen) alles bij elkaar wel 400 miljard sterren bevat, en dat er ieder jaar zes tot zeven nieuwe sterren in ontstaan. En dan moet je waarschijnlijk voor het totaal aantal sterren het kwadraat van 400 miljard nemen aangezien er min-

stens zoveel sterrenstelsels in het heelal zijn als sterren in de Melkweg.

Dit alles duidt erop dat sterren niet zomaar een extraatje zijn, dat die leuke lichtjes aan de nachtelijke hemel er niet ter versiering staan. Nee, we leven in feite van hun goodwill – zij zijn zo'n beetje de enige dingen in het heelal die in staat zijn warmte en licht te produceren om het aardoppervlak te verwarmen als bescherming tegen de ijzige onverschillige kou van de ruimte. Bovendien zouden kleinere werelden zelf niet bestaan zonder de drijvende kracht van de zwaartekracht voor stervorming. Warmte en licht uit de ruimte, samen met geologische energie uit de planeten zelf, zijn de enige energiebronnen die we kennen die de kracht leveren aan de bende biochemische reacties die we leven noemen.

Maar onze intieme relatie met de sterren gaat verder dan dat ze ons voeden – zoals Carl Sagan het zo gedenkwaardig heeft uitgedrukt: 'We zijn van sterrenstof gemaakt.' Het boek dat je nu leest bestaat uit atomen die vermoedelijk al een paar keer door deze grote kosmische recyclers zijn gegaan, net als de lucht die je inademt, de stoel waarop je zit en iedere molecuul in je lijf (afgezien van de waterstof, die je rechtstreeks van de oerknal zelf hebt geërfd).

Sterren, met andere woorden, zijn alles. En het moet dus wel een halvegare zijn die de geschiedenis van naar schatting 160.000.000.000.000.000.000.000 sterren wil gaan vertellen aan de hand van niet meer dan 21. Er zijn echter gelukkig een paar dingen die de balans in mijn voordeel laten doorslaan.

Ten eerste gehoorzamen sterren aan de wetten van de natuurkunde, net zo zeker als dit boek als je het op je tenen laat vallen. Hoewel iedere ster een uniek onderzoeksobject is, gaan ze allemaal door dezelfde fases in de cyclus van leven en dood, stralen ze dankzij dezelfde basisprincipes en zijn ze onder te brengen in verschillende categorieën – en dit alles betekent dat wat waar is voor de ene ster, ook min of meer waar is voor miljarden andere.

Ten tweede wordt het verhaal, dat al eeuwenlang door generaties sterrenkijkers beetje bij beetje wordt ontrafeld, nu aanmerkelijk sneller verteld dan toen ik als jonge en gretige student in de sterrenkunde

begon. Ruimtetelescopen en reusachtige door computers gecontroleerde telescopen op aarde hebben voor revolutie in de astronomie gezorgd. Vanaf de jaren negentig hebben we de naweën van de oerknal in kaart weten te brengen, zijn we de processen die geboorte en sterven van sterren veroorzaken, gaan begrijpen, hebben we duizenden buitenaardse werelden ontdekt, en hebben we een heel nieuwe manier gevonden om de verre kosmos te bestuderen aan de hand van zwaartekracht in plaats van licht.\* Ik ben ten gevolge van dit alles uitermate dankbaar dat ik voor dit boek kan putten uit een enorme hoeveelheid kennis, theorie en weloverwogen speculatie.

O, en ten derde, ik heb een beetje vals gespeeld. Mijn handjevol sterren zijn gekruid met een aantal verschillende andere objecten: bedriegers die ergens in hun geschiedenis zijn aangezien voor sterren. Nu zijn ze hier om te helpen ons verhaal te schilderen op het grootste mogelijke doek: het heden, het verleden en de toekomst van het heelal zelf.

\* \* \*

De sterren die we op de volgende bladzijden gaan bezoeken, zijn om uiteenlopende redenen uitgekozen. Sommige, zoals 61 Cygni en Sirius B, hebben een unieke rol gespeeld in de ontdekking van ons plaatsje in het universum. Andere, zoals Aldebaran en Eta Aquilae, zijn goede vertegenwoordigers van grote families van hemellichamen en helpen bij het vertellen van het grotere verhaal. Maar in de meeste gevallen is het een mix van die twee dingen.

Bovenal heb ik echter geprobeerd ervoor te zorgen dat zo veel mogelijk van deze objecten binnen bereik komen. Om de meeste ervan te kunnen zien heb je niet meer nodig dan een heldere, donkere hemel en misschien een app op je mobiel om je de weg te wijzen (waar je ook de illustraties in dit boek voor kunt gebruiken). Een handjevol andere sterren kan worden waargenomen met een gewone verrekijker of een

\* O ja, dan hebben we ook nog ontdekt dat iets ervoor zorgt dat de ruimte met almaar toenemende snelheid uitdijt, maar dat zien we straks wel.

kleine telescoop. Slechts enkele blijven, door hun aard, beperkt tot de wereld van de serieuzere amateur of de professionele astronoom.

Astronomie is de oudste van alle wetenschappen en de aantrekkelijkste, en wel om een goede reden: haar toegankelijkheid. Elk van ons kan vanavond naar buiten gaan en lichtstralen opvangen van een verre ster, die na een lange reis, die misschien duizenden jaren geleden is begonnen, nu ons oog raken achter ons netvlies en een glinstering naar onze oogzenuw sturen. De enorme schaal van de ruimte en ons naar verhouding onbenullige plekje daarin kunnen intimiderend zijn, maar ook het verlangen oproepen vragen te gaan stellen en meer te willen weten: *Ik vraag me af wat jij bent*. In deze merkwaardige tijden van isolement – zoals tijdens de covidpandemie – kan staren naar de sterren ook de troost bieden van een gemeenschappelijke ervaring – in het omhoogkijken naar dezelfde sterren vinden we iets om te delen met anderen, ver en dichtbij. Dus ga naar buiten als je kunt en kijk hoeveel van de 21 sterren (en de drie bedriegers) je zelf kunt waarnemen.

Giles Sparrow, mei 2020



# 1. POLARIS

## *De basiskennis leren van de luiste ster aan de sterrenhemel*



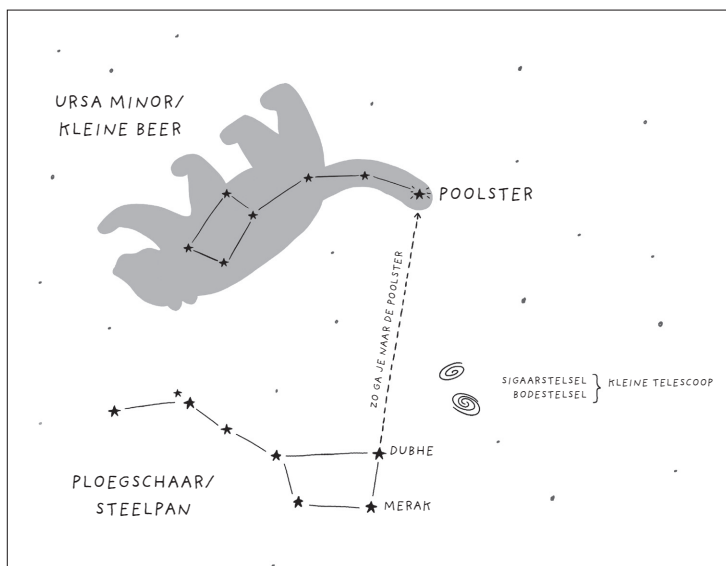
Laten we beginnen met een makkie.

Polaris of de Poolster is waarschijnlijk de bekendste ster aan het uitspansel, ook al is hij niet de helderste. Hij heeft ook als voordeel dat je, als je je op het noordelijk halfrond bevindt tenminste, in staat zou moeten zijn hem elke nacht van het jaar te vinden. Als je daarentegen ten zuiden van de evenaar bent, dan is dit de enige ster in dit boek waarmee je zeker geen geluk zult hebben – maar houd nog even vol en we komen zo bij je terug...

Er zijn verschillende manieren om de Poolster te vinden. Wil je lui zijn, dan kun je een kompasapp op je mobiel openen en zoeken naar een behoorlijk heldere ster op een lijn tussen het noorden en het zenit (het punt in de hemel recht boven je hoofd).

Maar als je mobiel niet opgeladen is of als je dingen graag op een ouderwetse manier doet, dan kun je de traditionele route nemen: maak gebruik van een heldere en bekendere groep sterren om er te komen. Het patroon van zeven sterren dat bekend is als de Steelpan staat altijd aan de sterrenhemel boven bijna het hele noordelijk halfrond – in herfst en winter schommelt het laag boven de noordelijke horizon en in de zomer staat het hoog boven ons hoofd. De Steelpan is geen officieel sterrenbeeld, maar is het helderste deel van het veel grotere sterrenbeeld Ursa Major, de Grote Beer.

Drie van deze zeven sterren vormen een gebogen steel, terwijl de vier andere een schuin hangende rechthoek vormen (een steelpan, volgens mensen elders in de wereld een ploegschaar, of een grote soeplepel). De sterren die het verst van de steel staan – Merak onderaan en Dubhe bovenaan, als je tenminste ‘op de juiste wijze’ naar boven kijkt – worden wel de ‘aanwijzers’ genoemd. Volg langs een denkbeeldige lijn ongeveer vijf keer de afstand Merak-Dubhe langs Dubhe en je komt bij een iets minder felle ster: dat is de Poolster.



Heb je dit eenmaal een paar keer gedaan, dan gaat het daarna automatisch en heb je al gauw die aanwijzers niet meer nodig om het sterrenbeeld te vinden waar de Poolster deel van uitmaakt, Ursa Minor of Kleine Beer. Zoals je wel kunt raden lijkt dit wel een kleinere en minder heldere versie van de Steelpan, met een ‘steel’ van drie sterren die naar een pan van vier sterren wijst. De Poolster is de laatste ster van de steel en tevens de helderste ster van de Kleine Beer. Officieel heet hij trouwens Alpha Ursae Minoris op grond van een systeem (verzonnen door de Duitse astronoom Johann Bayer voor zijn sterrenatlas *Urano-*

*metria* uit 1603), dat de helderste sterren van een sterrenbeeld letters uit het Griekse alfabet in volgorde toebedeelt.

De Poolster valt op onder de sterren omdat hij op een vast punt aan de sterrenhemel staat – het is de enige ster die nauwelijks beweegt. Dat komt doordat hij bijna recht boven de noordpool van de aarde staat. Als je vanuit de ruimte naar de aarde zou kunnen kijken en een lijn trekken die door beide polen gaat, dan zou die wijzen naar een punt heel dicht bij de Poolster, de zogenaamde noordelijke hemelpool.

De hemelpool staat stil omdat de meeste *bewegingen* van de sterren en andere objecten, inclusief de zon en de planeten, niets te maken hebben met deze hemellichamen zelf – ze hangen bijna helemaal af van de draaiing van de aarde zelf en de baan van onze planeet door de ruimte. De aarde draait om zijn as (en heeft 23 uur en 56 minuten nodig voor een complete rotatie), maar gezien van waar jij staat lijkt het wel alsof de sterrenhemel in tegengestelde richting draait.\* Blijf een paar minuten naar de nachtelijke hemel kijken en je zult zien dat de sterren langzaam van oost naar west bewegen, terwijl jouw locatie op aarde onverbiddeijk oostwaarts gaat.

Foto's van de sterrenhemel die met een lange sluitertijd zijn gemaakt, laten dit schitterend zien: de sporen van de sterren lopen als heldere kromme lijnen langs de sterrenhemel. De meeste sterren komen van onder de oostelijke horizon, bereiken hun hoogste punt als ze een noord-zuidlijn langs de sterrenhemel passeren die de meridiaan genoemd wordt, om onder te gaan in het westen. Maar sterren die zich heel dicht bij de hemelpool bevinden, zijn 'circumpolair', dat wil zeggen dat ze niet opkomen of ondergaan, maar een cirkelvormige route langs de hemel volgen. Voor sterrenkijkers op het noordelijk halfrond markeert de Poolster de roos van deze concentrische ringen, maar op beide halfronden doet zich hetzelfde effect voor.

Hoe hoog precies de Poolster aan de hemel staat en welke sterren en sterrenstelsels circumpolair zijn, hangt af van de geografische breedte. Dat is jouw positie op het aardoppervlak, gemeten in graden

\* Intussen gaat de zon ongeveer vier minuten lang de andere kant op, en daardoor hebben we een dag van 24 uur.



ten noorden of ten zuiden van de evenaar. Zou je op de Noordpool zelf staan ( $90^\circ$  NB, noorderbreedte), dan zou de hemelpool zich recht boven je hoofd bevinden en zouden alle sterren aan de hemel circumpolair zijn, dat wil zeggen cirkelvormige banen volgen parallel aan de horizon, zonder op te komen of onder te gaan. Zou je echter zuidwaarts gaan, dan zakken de Poolster en de hemelpool geleidelijk naar de noordelijke horizon en wordt de cirkel van circumpolaire sterren steeds kleiner.\*

Oké, dit lijkt de juiste plaats om over de hoeken in de sterrenhemel te praten. Die worden op precies dezelfde manier berekend als hoeken op aarde. Van de meetkunde op school zul je je nog wel herinneren dat het hele uitspannel om je heen  $360$  graden\*\* is en een rechte hoek  $90$  graden

\* Handige tip: op welk halfrond je ook bent, jouw hemelpool bevindt zich boven de horizon in een hoek die gelijk is aan jouw breedtegraad.

\*\* Het systeem gaat terug tot ongeveer vierduizend jaar geleden naar de Mesopotamiërs, die alles graag zagen in meervouden van  $60$  omdat dat getal 'multifactorieel' is; je kunt het op een heleboel manieren opdelen in factoren en dan komt er nog steeds een heel getal uit. In de dagen voor de rekenmachine Casio FX-80 was dit een belangrijk getal en kon je er makkelijk mee uit je hoofd rekenen (of tenminste op een kleitablet).

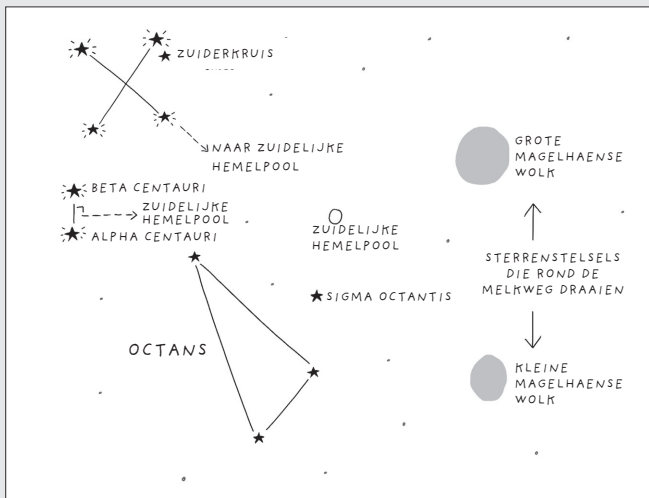
(zoals bijvoorbeeld de hoek tussen de horizon en het zenit recht boven je hoofd). Iedere graad is verdeeld in 60 boogminuten en iedere boogminuut in 60 boogseconden (dus je kunt bijvoorbeeld een hoek hebben van  $5^{\circ} 32' 15''$  – of wel 5 graden, 32 minuten en 15 seconden).

Strek nu je arm voor je uit zo snel als je kunt en spreid je vingers – dat is dan *ongeveer* tien graden (ruwweg de breedte van de ‘pan’ van de Steelpan). Maak een vuist, dat is *ongeveer* vijf graden (min of meer de afstand tussen Dubhe en Merak). Steek je duim op, dat is dan *ruwweg* één graad breed. De zon en de vollemaan hebben een diameter van ongeveer een halve graad en de grens van de detailscherpte (waardoor je details kunt onderscheiden) is bij mensen die goed kunnen zien ongeveer een boogminuut.

De Poolster staat ongeveer een halve graad van de noordelijke hemelpool zelf en beschrijft ten gevolge daarvan een heel klein cirkeltje rond de hemelpool. Als je beseft dat het wel erg toevallig is dat een ster die honderden biljoenen kilometers ver is, precies daar staat, moeten we wel heel gelukkig zijn dat het zo’n helder baken is dat op die centrale as aan de sterrenhemel staat.

### OP ZOEK NAAR DE ZUIDELIJKE POOLSTER

De sterrenhemel rond de zuidelijke hemelpool verschilt nogal van zijn noordelijke tegenhanger en zit vol zwakke sterren in behoorlijk obscure sterrenbeelden, die zijn verzonnen door de Franse astronoom Nicolas-Louis de Lacaille, die in het midden van de achttiende eeuw enige tijd op Kaap de Goede Hoop verbleef. De zuidelijke hemelpool zelf ligt in het sterrenbeeld Octans, ook bekend als Octant, een niet meer gebruikt navigatie-instrument. Een zwakke ster genaamd Sigma Octantis staat zo op het oog het dichtst bij de pool, maar er nog altijd een graad vandaan. Gelukkig zijn er andere manieren om de zuidelijke hemelpool te vinden.



**Volg het Zuiderkruis:** De klassieke techniek om de zuidelijke poolster te vinden is om eerst de befaamde compacte groep van de Crux Australis te vinden, het Zuiderkruis (maar pas op voor namaak: er zijn een paar op een kruis lijkende patronen om de onoplettende kijker in de war te brengen). Trek een denkbeeldige lijn langs de as van het kruis van Gacrux bovenaan naar de helderste ster Acrux onderaan en verleng die lengte ongeveer vierenhalf keer (dan mis je de pool met een paar graden, maar ben je in ieder geval in de buurt).

**Trek een driehoek van heldere sterren:** Zoek de sterren Canopus (de op een na helderste ster in de hemel, in sterrenbeeld Carina) en Achernar (de heldere ster aan het einde van het sterrenbeeld Eridanus, genoemd naar de mythische rivier de Eridanos). Stel je nu een gelijkzijdige driehoek voor met deze sterren als twee van de hoeken, die zich ver in de zuidelijke hemel uitstrekt. De zuidelijke hemelpool ligt op de plaats van de ‘ontbrekende’ hoek.

In de laatste eeuwen v.C. transformeerden Griekse sterrenkundigen het systeem van hoekmetingen in de hemel tot een theoretisch model van het universum, waarin de aarde omringd werd door een reeks concentrische, in elkaar passende bollen die de zon, maan, sterren en planeten droegen.

Het idee van deze bollen was in de vierde eeuw v.C. ontstaan bij de grote hellenistische denker Plato. Hij was altijd al een liefhebber geweest van lastige vragen en dacht er nu diep over na of de schijnbaar onvoorspelbare bewegingen van zon, maan en planeten niet verklaard zouden kunnen worden uit een set interacterende cycli, die elk een ronddraaiende beweging met uniforme snelheid betrof (voor Grieken maakte het idee van circulariteit en uniformiteit niet alleen het rekenen eenvoudiger, maar ook paste dit bij hun ideeën over natuurlijke perfectie).

Plato's idee was zo aantrekkelijk dat zijn leerlingen de daaropvolgende eeuwen besteedden aan pogingen om dit te laten werken, door steeds meer kristallen bollen toe te voegen en het stelsel steeds verder te verfijnen tot ze uiteindelijk uit zouden komen op een model, dat de bewegingen van de planeten correct voorspelde. De sterren waren tenminste simpel – die hadden alleen maar een enkele bol nodig, die vastzat aan de hemelpolen en die één maal per dag een rondje maakte.

In de tweede eeuw n.C. formuleerde Ptolemaeus van Alexandrië, een Grieks-Egyptische veelweter die we in de loop van dit verhaal nog vaker zullen tegenkomen, zijn eigen visie op dit Heath-Robinson-heelal\* in het geweldige astronomische leerboek dat bekend is als de *Almagest*.\*\* Het is een klassieke bestseller die bijna 1500 jaar het laatste woord was over de astronomie, totdat een stelletje onbeschaamde renaissancegeleerden eerst de plaats van de aarde in het middelpunt van het heelal in twijfel gingen trekken, en daarna het heilige principe van de uniforme ronddraaiende beweging.

In de eerste jaren van de zeventiende eeuw kwamen, dankzij het

\* Naar de tekenaar van superingewikkelde machines om eenvoudige dingen uit te voeren.

\*\* Een titel die er later door Arabische astronomen aan is gegeven en 'De Grootste' betekent. Niet slecht, volgens de recensies, en zeker pakkender dan de oorspronkelijke titel *Syntax mathematica*.