

## SPIEKBRIEF

### Het ruimtevaarttijdperk

**1957** De Sovjet-Unie lanceert Sputnik 1, de eerste kunstmatige satelliet van de aarde; Geoffrey Burbidge, E. Margaret Burbidge, William Fowler en Fred Hoyle leggen uit hoe chemische elementen in sterren worden gemaakt.

**1958** Met de eerste Amerikaanse satelliet, Explorer 1, ontdekt James Van Allen de stralings gordels van de aarde ('magnetsfeer').

**1960** Frank Drake begint met Search for Extraterrestrial Intelligence bij het National Radio Astronomy Observatory in Green Bank, West Virginia.

**1961** Yuri Gagarin maakt de eerste bemande vlucht in de ruimte.

**1963** Valentina Tereshkova is de eerste vrouw in de ruimte.

**1967** Jocelyn Bell en Anthony Hewish ontdekken pulsars.

**1969** Neil Armstrong en Buzz Aldrin zetten voet op de maan.

**1979** Linda Morabito ontdekt uitbarstende vulkanen op Io, een maan van Jupiter, op foto's gemaakt door de Voyager 1.

**1987** Ian Shelton ontdekt de eerste supernova sinds 1604, duidelijk met het blote oog te zien.

**1990** De Hubble Space Telescope wordt gelanceerd.

**1991** Alexander Wolszczan ontdekt planeten die rond een pulsar cirkelen, de eerste planeten die we buiten ons zonnestelsel vinden.

**1995** Michel Mayor en Didier Queloz ontdekken 51 Pegasi B, de eerste planeet van een ster buiten ons zonnestelsel.

**1998** Twee teams van sterrenkundigen ontdekken dat de uitdijing van het heelal steeds sneller lijkt te gaan, misschien als gevolg van een mysterieuze kracht die met het vacuüm in de ruimte te maken heeft.

**1999** De Mars Global Surveyor verzamelt bewijs dat er ooit op Mars een grote oceaan bestond.

**2002** Bewijs wordt gevonden voor het bestaan van grote ijsvlaktes op Mars.

**2006** Donkere materie voor het eerst geobserveerd los van gewone materie.

**2008** De ruimtesonde Phoenix bevestigt de aanwezigheid van vloeibaar water en ijs op Mars.

**2021** Lancering van de James Webb-ruimtetelescoop, met de eerste beelden in 2022.

## SPIEKBRIEF

### Beroemde vrouwen in de sterrenkunde

**Sophia Brahe (1556–1643)** Legde met haar broer de grondslagen voor onze kennis van de planeten.

**Maria Kirch (1670–1720)** Ontdekte de komeet van 1702.

**Caroline Herschel (1750–1848)** Ontdekte acht kometen.

**Annie Jump Cannon (1863–1941)** Ontwikkelde de basismethode voor het classificeren van de sterren.

**Henrietta Swan Leavitt (1868–1921)** Ontdekte de methode voor het meten van grote afstanden in de ruimte.

#### *In onze tijd:*

**Jocelyn Bell Burnell** Ontdekte de eerste pulsars.

**E. Margaret Burbidge** Pionier in modern onderzoek van sterrenstelsels en quasars.

**Ewine van Dishoeck** Hoogleraar moleculaire astrofysica aan de Universiteit Leiden; bestudeert chemische reacties die in de kosmos plaatsvinden.

**Wendy Freedman** Voerde het veld aan in het meten van de uitdijning en ouderdom van het heelal.

**Sally Ride** Opgeleid als astrofysicus en de eerste vrouw in de ruimte uit de Verenigde Staten.

**Nancy G. Roman** NASA's eerste hoofdsterrenkundige, voorvechter van het ontwikkelen van telescopen in de ruimte.

**Vera C. Rubin** Onderzocht de rotatie van melkwegstelsels, detecteerde het bestaan van 'donkere materie'.

**Carolyn Shoemaker** Ontdekte veel kometen waaronder een die tegen Jupiter sloeg.

**Jill Tarter** Leider van de grootste zoektocht naar buitenaardse intelligentie, Project Phoenix.

# Inhoud in vogelvlucht

<b>Inleiding</b> .....	1
<b>Deel 1: De kosmos bespioneren</b> .....	7
HOOFDSTUK 1: Het licht zien: de wetenschap van de sterrenkunde .....	9
HOOFDSTUK 2: Met z'n allen naar de sterren staren .....	33
HOOFDSTUK 3: Naar de nacht kijken: leren observeren .....	47
HOOFDSTUK 4: Bezoekers bekijken: meteoren, kometen en kunstmanen ..	65
<b>Deel 2: Excursie door het zonnestelsel</b> .....	85
HOOFDSTUK 5: De aarde en de maan .....	87
HOOFDSTUK 6: De naaste burenen van de aarde: Mercurius, Venus en Mars .....	109
HOOFDSTUK 7: De asteroïdengordel en andere objecten dicht bij de aarde .....	129
HOOFDSTUK 8: Jupiter en Saturnus: grote gasbollen .....	139
HOOFDSTUK 9: Te gek! Uranus, Neptunus en Pluto .....	151
<b>Deel 3: Onze oude zon en andere sterren</b> .....	161
HOOFDSTUK 10: De zon: ster van de aarde .....	163
HOOFDSTUK 11: De sterren: kernreactoren .....	189
HOOFDSTUK 12: Sterrenstelsels: het Melkwegstelsel en daarbuiten .....	221
HOOFDSTUK 13: Zwarte gaten en quasars .....	247
<b>Deel 4: Het opmerkelijke heelal</b> .....	259
HOOFDSTUK 14: SETI en planeten van andere zonnen .....	261
HOOFDSTUK 15: Donkere materie en antimaterie .....	273
HOOFDSTUK 16: De oerknal en de ontwikkeling van het heelal .....	283
<b>Deel 5: Het deel van de tientallen</b> .....	295
HOOFDSTUK 17: Tien vreemde feiten over sterrenkunde en de ruimte .....	297
HOOFDSTUK 18: Tien veelvoorkomende vergissingen over sterrenkunde ..	303
<b>Deel 6: Bijlagen</b> .....	309
BIJLAGE A: Sterrenkaarten .....	311
BIJLAGE B: Verklarende woordenlijst .....	319
<b>Index</b> .....	323

# Inleiding

Sterrenkunde, ook wel astronomie genoemd, is de studie van de hemelen, de wetenschap van kosmische objecten en hemelse gebeurtenissen. Het is het onderzoeken van het heelal waarin we leven. Door te kijken en (voor radioastronomen) luisteren houden sterrenkundigen zich met sterrenkunde bezig. Dat gebeurt met telescopen in de achtertuin, met enorme instrumenten bij sterrenwachten en met satellieten die vanuit een baan om de aarde de ruimte in kijken. Telescopen worden in raketten en op onbemande ballonnen naar boven gestuurd. Sommige instrumenten worden aan boord van ruimtesondes het zonnestelsel ingestuurd.

Van sterrenkunde zijn er twee variëteiten: professionele sterrenkunde en amateur-sterrenkunde. Behalve de meer dan 13.000 professionele sterrenkundigen over de hele wereld zijn er duizenden amateur-sterrenkundigen die het leuk vinden om de hemel te bestuderen. Alleen al in Nederland en België samen zijn er ongeveer 25.000 - 30.000.

Professionele sterrenkundigen doen onderzoek aan de zon en het zonnestelsel, het melkwegstelsel dat Melkweg heet en aan het heelal daarbuiten. Ze doceren aan universiteiten, ontwerpen satellieten in overheidslaboratoria en bedienen planetaria. Ook schrijven ze boeken, zoals dit. De meeste sterrenkundigen zijn gepromoveerd (ze hebben een PhD) en tegenwoordig – nu ze doorgaans esoterische natuurkundige onderwerpen bestuderen of met geautomatiseerde, robottelescopen werken – kennen ze de sterrenbeelden vaak niet.

Amateur-sterrenkundigen kennen de sterrenbeelden wel. Hun spannende hobby beoefenen sommigen in hun eentje, terwijl duizenden anderen lid zijn van sterrenkundige verenigingen en andere organisaties. Bij verenigingen geven oude rotten kennis door aan nieuwe leden, worden telescopen en andere instrumenten gedeeld. De verenigingen organiseren ook bijeenkomsten waarbij de leden vertellen wat ze hebben gezien en gefotografeerd of waarbij wetenschappers lezingen geven.

Amateur-sterrenkundigen houden daarnaast waarneemavonden waarnaar iedereen zijn telescoop meebrengt (of door de telescoop van iemand anders kijkt). Deze waarneemsessies vinden geregeld plaats (bijvoorbeeld elke eerste zaterdag van de maand) of bij speciale gelegenheden (zoals de

terugkeer van een grote meteorenregen in augustus van elk jaar of het verschijnen van een heldere komeet als Hale-Bopp of Hyakutake). Ze sparen voor echt grote gebeurtenissen zoals zonsverduisteringen, wanneer duizenden amateurs en tientallen professionals over de aarde reizen naar het pad van de totaliteit waar ze een van de grootste spektakels van de natuur kunnen aanschouwen.

Dit boek legt alles uit wat je nodig hebt om met sterrenkunde, een fantasische hobby, te beginnen. Het geeft je ook een steuntje in de rug bij het begrijpen van de basis van deze wetenschap van het heelal. De recentste ruimtemissies zullen opeens logisch lijken: je begrijpt waarom ruimtesondes naar Saturnus en zijn enorme maan, Titan, zijn gestuurd of naar een komeet om nog wat stof uit zijn staart op te vangen. Je zult leren waarom de Hubble Space Telescope en de James Webb-telescoop het heelal in turen en waar je meer informatie over andere ruimtemissies kunt vinden. Als er weer krantenkoppen of tv-rapportages zijn over nieuwe ontdekkingen in de ruimte of met de grote telescopen in Arizona, Hawaï, Chili, Californië of waar dan ook, zul je de achtergrond begrijpen en dat nieuws daardoor extra waarderen.

## Veronderstellingen over jou

Waarschijnlijk lees je dit boek, omdat je wilt weten wat er zich boven je hoofd afspeelt of wat de wetenschappers in de ruimtevaartprogramma's aan het doen zijn. Misschien heb je gehoord dat sterrenkunde een leuke hobby is en vraag je je af of het wat voor jou is en wat voor uitrusting je daarvoor nodig zou hebben.

Je bent geen wetenschapper (althans, geen sterrenkundige). Je geniet gewoon van de nachtelijke hemel en bent in de ban van de nieuwsgierigheid, wilt de ware schoonheid van het heelal zien en begrijpen.

Je wilt de sterren observeren, maar je wilt ook weten waar je nou precies naar kijkt. Mogelijk wil je zelf een ontdekking doen. Je hoeft immers geen professionele sterrenkundige te zijn om een nieuwe komeet te ontdekken. Je kunt zelfs helpen meeluisteren naar een teken van E.T. Wat je doel ook is, dit boek zal je helpen het te bereiken.

Lees alleen de gedeelten die je wilt lezen, in de volgorde die jij wilt. Ik doe mijn best om uit te leggen wat je op dat moment nodig hebt.

Sterrenkunde is boeiend en leuk. Blijf dus lezen. Voor je het weet, wijs je buiten Jupiter aan, herken je beroemde sterrenbeelden en sterren of volg

je het International Space Station dat hoog boven je hoofd voorbij zoeft. De burens vragen zich misschien aanvankelijk af of je hen bespioneert en een agent komt misschien een keer vragen wat je daar in het donker in het park doet of waarom je met zo'n grote verrekijker op het dak staat. Zeg dan maar dat je een sterrenkundige bent. Die hadden ze vast nog niet eerder gehoord.

## De indeling van dit boek: je reis langs de hemel

Als je al naar de inhoudsopgave hebt gekeken, dan weet je dat dit boek uit aparte gedeelten bestaat. Hier volgt een korte beschrijving van wat je in die zes delen kunt vinden.

### Deel 1: De kosmos bespioneren

De sterren zie je elke nacht (nou ja, niet letterlijk elke nacht, maar toch...). Dezelfde fascinatie die de mensen altijd al in zijn grip heeft gehad, maakt zich ook van jou meester. Je kijkt, vraagt je van alles af en wilt er meer van weten. Wat zijn die lichtjes in de lucht? Waardoor zien ze er zo uit en waarom bewegen ze op een bepaalde manier? Zijn er gevaarlijke bij? Bevindt zich op een van die lichtjes een wereld als de onze?

Dit gedeelte helpt je op weg met het zoeken naar antwoorden op sommige van je vragen, op basis van antwoorden die al zijn gevonden. Duizenden amateur-sterrenkundigen komen bij elkaar om elkaar met praktische zaken te ondersteunen en kennis te delen. Sterrenkunde is pret en een doe-hobby (en, ja, je leert er ook nog wat van).

In dit gedeelte geef ik je aanwijzingen voor het met en zonder optische hulpmiddelen observeren van hemelobjecten, het uitzoeken van een verrekijker en telescoop en hoe je het beste zicht krijgt. Ik laat je kennismaken met bijzondere kosmische bezoekers en vertel je wat je nodig hebt om het heelal verder te onderzoeken.

### Deel 2: Excursie door het zonnestelsel

Het is niet meer dan normaal om je burens beter te willen leren kennen. De burens van de aarde zijn planeten, manen en planetair puin die allemaal in een loopbaan rond de zon draaien. Zoals alle burens hebben ze dingen gemeen maar verschillen ze ook sterk van elkaar.

Deze hoofdstukken zijn gericht op het observeren van de planeten, zodat je weet wat je ziet en van het zicht kunt genieten. Toch probeer ik ook antwoord te geven op de vraag of er nog ergens anders leven is in het zonnestelsel. Het antwoord is tot nu toe negatief gebleven. Maar we blijven verder zoeken. Wellicht ben jij op een dag de persoon die het definitieve antwoord ontdekt.

## **Deel 3: Onze oude zon en andere sterren**

Vragen over verre melkwegstelsels? Dit deel begint met de zon en neemt je mee langs de sterren, stelt je voor aan rode reuzen en witte dwergen, stopt even bij melkwegstelsels die niet naast de deur liggen en eindigt met zwarte gaten. Wil je daar echt naartoe? Misschien blijf je daar dan voor altijd achter.

Zoals wijlen Carl Sagan zei, bestaan we allemaal uit sterrenstof. Door de sterren te leren begrijpen en hun verschillen te waarderen, versterken we onze band met alle andere dingen in het heelal.

Dit gedeelte wijst de beste en helderste hemelobjecten voor je aan zodat je ze gemakkelijk kunt waarnemen. Ik doe ook een boekje open over de levensloop van sterren, zodat je gevoel krijgt voor de krachten die in het heelal werkzaam zijn en die het zo ongelooflijk boeiend maken.

## **Deel 4: Het opmerkelijke heelal**

Lees dit deel als je wat afleiding nodig hebt, iets om je flink over aan het denken te zetten. Kruip op de bank met een glas wijn en lees over SETI, de speurtocht naar buitenaardse intelligentie. Hebben wetenschappers enig bewijs gevonden voor die kleine groene mannetjes? En hoe zit het met zaken als antimaterie? Bestaat die echt of komt het alleen in stripverhalen en sciencefictionseries voor? (Ja, antimaterie bestaat echt.) Als je er klaar voor bent, kun je gaan overpeinzen hoe het heelal nu in elkaar zit. Hoe begon het, wat voor vorm heeft het en wat gaat er mee gebeuren?

## **Deel 5: Het deel van de tientallen**

Is het je weleens overkomen dat je ergens op een borrel was en wilde dat je wat interessants en heel bijzonder kon bedenken om over te praten? Je hebt je toen suf gepiekerd welke diepzinnige opmerking je zou kunnen maken waardoor alle aanwezigen meteen verstedd zouden staan van je intelligentie. Nu, als je dit deel hebt gelezen, schiet je op de volgende

receptie wel wat te binnen. Op een presenteerblaadje geef ik je tien opmerkelijke feiten over de ruimte waarmee je gegarandeerd de aandacht zult trekken. Daarna vertel ik je over tien grote vergissingen die de media en de mensen in het algemeen vaak maken, en daar gaan ze voorlopig nog wel mee door, als ze het over sterrenkunde hebben.

## Deel 6: Bijlagen

De bijlagen in dit deel bevatten informatie die je nog jaren bij je waarnemingen kunt gebruiken. De eerste bijlage bevat kaarten waarmee je interessante sterren kunt vinden.

# De pictogrammen in dit boek

Overal in dit boek staan handige pictogrammen die aangeven wat voor soort informatie je krijgt. Dit is wat ze betekenen:



TIP

Dit pictogram wijst je op insiderinformatie die je van pas kan komen als je met sterren kijken begint of ermee wilt doorgaan.



STERREN  
KIJKEN

Observatie is de sleutel tot de sterrenkunde en met deze tips word je snel een professional. Ze helpen je met technieken en mogelijkheden waarmee je je ogen kunt fijnstellen.



JARGON

Als je indruk wilt maken op je vrienden moet je soms jargon gebruiken. Dit pictogram laat je zien wanneer je het juiste jargon te pakken hebt.



PAS OP

Wat kan je nou overkomen als je alleen maar naar de sterren kijkt? Niet zoveel, mits je voorzichtig bent. Bij sommige dingen kun je niet voorzichtig genoeg zijn. Dit pictogram vertelt je wanneer je op moet passen en mogelijk voorzorgsmaatregelen moet treffen. Het pictogram wijst je ook op de waarheid over veelvoorkomende aannamen over sterrenkunde.



TECHNISCHE  
INFO

Dit pictogram staat overal bij besprekingen van zaken die je niet nodig hebt als je alleen maar de basis wilt weten en de hemel wilt bekijken. Het kan interessant zijn om de wetenschappelijke achtergrond te weten, maar veel mensen genieten van de sterren zonder dat ze veel weten van de natuurkunde van supernova's, de wiskunde van melkwegstelsels en vreemde soorten energie die we hier op aarde toch niet kunnen gebruiken.





Dit pictogram geeft aan dat er een of meerdere handige websites worden genoemd. Het internet barst van de informatieve sites over sterrenkunde en de ruimte. Je kunt zo ongeveer elk sterrenkundig onderwerp dat je maar kunt bedenken bijhouden door hier enkele sites van uit te kiezen en die vaak te bezoeken. Adressen van websites veranderen bijna met de snelheid van het licht. Deze webadressen klopten nog allemaal toen dit boek werd gedrukt, maar wees niet al te verbaasd als er in de loop van de tijd wat verandert of verdwijnt.

## Hoe nu verder?

Je kunt op elk punt in dit boek beginnen. Maak je je zorgen over wat er van het heelal moet worden? Begin dan bij de oerknal.

Maar waarschijnlijk wil je weten wat je te wachten staat als je je sterrenhobby doorzet.

Waar je ook begint, ik hoop dat je kosmische excursie nog lang zal duren en dat de hemel jou net zo zal betoveren, laten genieten en op zal doen springen als zoveel andere mensen al is overkomen.

1

# De kosmos bespioneren

## IN DIT DEEL . . .

Mensen zijn altijd al gefascineerd geweest door objecten en gebeurtenissen aan de hemel. De interesse in sterrenkunde is door de eeuwen heen zowel praktisch als godsdienstig geweest. De mensen navigeerden op de sterren en volgden bij het planten van gewassen de fasen van de maan. Ook construeerden ze rituele bouwwerken (zoals Stonehenge) en ontwikkelden ze ceremonieën voor het vieren van sterrenkundige gebeurtenissen. Daarnaast had Jan en alleman zijn eigen vragen over het hoe en waarom van alle hemellichamen.

---

Van deze oude menselijke traditie kun jij deel uitmaken. In dit deel laat ik je kennismaken met de wetenschap van de sterrenkunde en reik ik je technieken en adviezen aan voor het bekijken van planeten, kometen, meteoren en andere schouwspelen aan de nachtelijke hemel.

## Hoofdstuk 1

# Het licht zien: de wetenschap van de sterrenkunde

**L**oop eens op een heldere, wolkenloze nacht naar buiten en kijk omhoog. Als je midden in de stad of in een buitenwijk woont, dan zie je tientallen of zelfs wel honderden fonkelende sterren. Het hangt van de maancyclus af, maar misschien zie je ook de maan en een, twee of wel vijf van de negen planeten die om de zon draaien.

Een 'vallende ster' schiet hoog over je heen. Dat is een meteor, een beetje komeetstof dat door het bovenste deel van de atmosfeer scheert.

Veel langzamer beweegt een ander stipje langs de hemel. Zou het een satelliet kunnen zijn, zoals de Hubble Space Telescope, of is het gewoon een vliegtuig op grote hoogte? Als je een verrekijker hebt, kun je er misschien achter komen.

Een vliegtuig kan allerlei waarschuwingslichten hebben en mogelijk kun je de vorm ervan herkennen.

Als je je op het platteland bevindt – misschien aan zee en dan ver weg van badplaatsen en andere volgebouwde gebieden – of ergens in de bergen, zonder verlichte skihellingen in de buurt, zie je duizenden sterren. De Melkweg is een prachtige parelachtige band aan de hemel. In feite zie je het gezamenlijke gloeien van miljoenen zwakke sterren, die met het blote oog niet afzonderlijk zijn te onderscheiden. Op een echt goede plek voor het kijken naar sterren, zoals Cerro Tololo in de Andes in Chili, kun je zelfs nog meer sterren zien. En daar hangen ze als stralende lampen in de inktzwarte nacht, vaak niet eens knipperend, net als in een van de ‘sterrennachten’ van Van Gogh.

Als je zo naar de hemel staat te kijken, ben je in feite met sterrenkunde bezig. Je observeert het heelal om je heen en probeert te begrijpen wat je ziet.

## Sterrenkunde: een observerende wetenschap

Sterrenkunde of astronomie is de studie van de hemel, de wetenschap van voorwerpen in de kosmos en hemelse gebeurtenissen. Het is het onderzoeken van de aard van het heelal waar we in wonen. Professionele sterrenkundigen voeren sterrenkunde uit door te kijken en (voor radioastronomen) te ‘luisteren’. Ze gebruiken telescopen in hun achtertuin, enorme instrumenten om waarnemingen mee te verrichten en satellieten die om de aarde draaien en soorten licht verzamelen (zoals ultraviolette straling) die door de atmosfeer worden tegengehouden en daarom de grond nooit bereiken. Telescopen worden in sondeerraketten (raketten die met instrumenten zijn uitgerust die op grote hoogte wetenschappelijke waarnemingen kunnen doen) en aan onbemande ballonnen omhoog gestuurd. En sommige instrumenten worden aan boord van ruimtesondes het zonnestelsel in gestuurd.

Professionele sterrenkundigen bestuderen de zon en het zonnestelsel, het Melkwegstelsel en het heelal daarbuiten. Ze geven colleges aan de universiteit, ontwerpen satellieten in overheidslaboratoria en houden planetaria draaiend. Ze schrijven ook boeken, zoals dit bijvoorbeeld. De meeste van hen hebben een doctorstitel. Erg veel sterrenkundigen bestuderen esoterische fysica of werken met een geautomatiseerde robottelescoop en gaan veel verder dan de hemel die ’s nachts buiten te zien is. Ze kennen de *sterrenbeelden* (groepen sterren waaraan de sterrenkijkers in de oudheid namen hebben gegeven als Ursa Major, de Grote Beer) misschien niet eens, terwijl die voor veel mensen juist de eerste kennismaking met ster-



PAS OP

## WAT ASTRONOMIE NIET IS

Astronomie is niet hetzelfde als astrologie! Er zijn weinig dingen waar een sterrenkundige (astronoom) zo boos om kan worden als wanneer iemand hem of haar een 'astroloog' noemt. Astronomen geloven dat een samenstand van Jupiter en Mars een schitterend schouwspel is, niet dat het een gunstig of slecht voorteken is.

Astronomen zijn ook geen ufologen. Ze houden zich niet bezig met het speuren naar ongeïdentificeerde vliegende voorwerpen. *Gewoonlijk* kunnen ze wat ze zien ook identificeren en weten ze waar ze naar kijken. Zowel sterrenkundigen als ufologen bestuderen de hemel en zien sterren en planeten. Maar in het algemeen nemen alleen ufologen ontmoetingen met ruimtewezens of buitenaardse ruimteschepen serieus.

SETI is wat anders. SETI staat voor Search for Extraterrestrial Intelligence (zoektocht naar buitenaardse intelligentie). Het zijn sterrenkundigen, niet ufologen, die dat programma uitvoeren. Ze zetten gevoelige radiotelescopen in en luisteren naar een teken van reproduceerbare signalen uit de kosmos die doelbewust van planeten bij sterren buiten ons eigen zonnestelsel lijken te worden gestuurd. En onlangs zijn ze begonnen met het zoeken naar berichten die misschien als lichtflitsen arriveren, mogelijk afkomstig van krachtige lasers die door beschavingen worden gebruikt die veel geavanceerder dan de onze zijn.

Van E.T. hebben sterrenkundigen nog niets gehoord, maar we luisteren wel. Door alles wat sterrenkundigen over planeten en sterren hebben geleerd denken de meeste van ons dat er ook elders bewoonbare planeten zijn. Veel sterrenkundigen geloven wat wijlen Carl Sagan altijd zei: 'We zijn niet alleen.'

renkunde vormen. (Misschien ken je het steelpannetje al, een sterrengroep of *asterisme* in Ursa Major. Een sterrengroep is een groep sterren die een naam heeft maar niet een van de 88 erkende sterrenbeelden is. Figuur 1.1 toont de Steelpan tegen de nachtelijke hemel.)

Behalve de meer dan 13.000 professionele sterrenkundigen over de hele wereld zijn er duizenden amateur-sterrenkundigen die het leuk vinden om de hemel te bestuderen. Daarvan hebben Nederland en België er samen al ongeveer 25.000 - 30.000. Veel amateurs leveren ook nuttige wetenschappelijke bijdragen. Amateur-sterrenkundigen kennen de sterrenbeelden meestal goed. Ze leren die eerst en gebruiken ze als wegwijzers om zich te kunnen oriënteren als ze met het blote oog, een verrekijker of met een telescoop naar de hemel kijken.

**FIGUUR 1.1:**  
Een foto van de  
Steelpan in Ursa  
Major.



Tientallen eeuwen was alles wat de mensen over het heelal wisten gewoon afgeleid uit wat ze aan de hemel zagen. Dus het eerste wat je echt moet begrijpen over sterrenkunde is dat bijna alles waar het over gaat:

- » is ontdekt door het licht te bestuderen dat van allerlei voorwerpen in de ruimte afkomstig is;
- » van een afstand wordt gezien;
- » onder invloed van de zwaartekracht door de ruimte beweegt.

In dit hoofdstuk maak je kennis met de begrippen licht, afstand en zwaartekracht.

## De taal van het licht

Licht geeft ons informatie over de planeten, manen en kometen in ons zonnestelsel en de sterren, sterrenhopen en nevels in ons sterrenstelsel en de objecten die nog verder weg staan.

In de oudheid dachten de mensen niet over de fysica en chemie van de sterren na. Ze onthielden volksverhalen en mythen en vertelden die weer verder: de Grote Beer, de Duivelsster, het mannetje in de maan, de draak die tijdens een zonsverduistering de zon opeet en nog meer. Van cultuur tot cultuur verschilden de verhalen.

Maar veel mensen ontdekten herkenbare patronen in de sterren. In Polynesië roeiden ervaren zeilers honderden kilometers ver de open oceaan op, zonder herkenbare punten in zicht te hebben en zonder kompas. Ze navigeerden op de sterren, de zon en op hun kennis over de heersende winden en stromingen.

Zelfs in de oudheid merkten de mensen al bij het turen naar het licht van een ster dat die een bepaalde helderheid, een vaste plek aan de hemel en een kleur had. Met deze informatie kunnen mensen het ene hemellichaam van het andere onderscheiden en ze uiteindelijk gemakkelijk herkennen, alsof het oude vrienden zijn. Enkele basisbeginselen van het herkennen en beschrijven van wat je ziet zijn:

- » sterren van planeten kunnen onderscheiden;
- » sterrenbeelden en sterren bij naam kennen en herkennen;
- » de helderheid waarnemen (uitgedrukt als magnitude);
- » het in kaart brengen van hemelposities (gemeten in speciale eenheden);
- » meteoren en kometen herkennen.

## Het verschil tussen bolletjes of puntjes: planeten en sterren

De term planeet komt uit het oude Grieks, van *planetes* of zwerfer. De Grieken hadden, net als zo ongeveer alle anderen, gezien dat er vijf lichtpunten waren die dwars door het patroon van de sterren aan de hemel bewogen. Sommige gingen gestaag rechtdoor en andere maakten af en toe een lus in hun pad. Niemand wist waarom. En deze lichtvlekjes knipperden over het algemeen niet, terwijl de sterren dat meestal wel deden. Voor dat verschil was er ook geen goede verklaring. Elke cultuur had namen voor die vijf lichtstipjes of planeten. Tegenwoordig noemen we ze Mercurius, Venus, Mars, Jupiter en Saturnus. En bijna iedereen weet nu dat ze niet dwars door de sterren trekken, maar rond de zon, hun centrale ster, draaien.

Tegenwoordig weten we ook dat planeten objecten zijn die groter of kleiner dan de aarde kunnen zijn, maar die allemaal veel kleiner dan de zon zijn. Ze staan ook veel dichterbij ons op aarde dan bij alle andere sterren (behalve dus onze zon). Daardoor zijn de planeten als een duidelijke schijf te zien, tenminste door een telescoop. Dat wil zeggen dat ze een duidelijke ronde vorm en een waarneembare afmeting hebben. De sterren zijn zo ver van ons vandaan dat het nog steeds iele lichtpuntjes blijven als je ze door een sterke telescoop bekijkt.





## VAN MYTHOLOGIE NAAR WETENSCHAP

Na de donkere middeleeuwen begonnen wetenschappelijke verklaringen de mythen over dingen in de lucht te vervangen. Zo kwamen sterrenkundigen er bijvoorbeeld achter dat de aarde roteert, rond de zon draait en dat de maan om de aarde draait en het niet waar is, zoals de oude Egyptische mythe wilde, dat de godin Nut de zon en de maan op haar rug draagt.

Isaac Newton bedacht de zwaartekrachttheorie en daardoor begonnen mensen te begrijpen hoe het komt dat objecten in een baan blijven. En waarom de planeten die verder van de zon af staan veel langzamer om de zon draaien dan planeten dichterbij de zon.

Spectrografen en andere instrumenten werden gebouwd en op telescopen gezet. Deze apparaten vertellen sterrenkundigen hoe heet de sterren zijn, welke stoffen ze bevatten, hoe snel ze zich naar de aarde toe of van de aarde af bewegen en geven ook andere elementaire natuurkundige informatie. Als sterren magnetische velden hebben, dan kunnen we die op afstand meten. En we kunnen een aantal dingen schatten waaronder de grootte van de zwaartekracht op het oppervlak van een ster, de dichtheid van het gas ervan en nog veel meer. (Het woord *gas* is hier een verwijzing naar materie in een bepaalde natuurkundige staat, zoals gas versus vloeistof, niet naar een bepaald gas, zoals aardgas of helium. In sterren is ijzer ook een gas.)

Zo ongeveer het moeilijkst te achterhalen zijn de afstanden van de sterren en andere objecten buiten ons eigen zonnestelsel. Sommige sterren zien er wel helder uit, maar zijn in werkelijkheid huis-tuin-en-keukensterren die toevallig dichtbij staan. (Dichtbij betekent in dit kader vier of meer lichtjaar, maar geen honderden lichtjaren. Kijk voor een definitie van *lichtjaar* als meeteenheid voor de afstand in de paragraaf 'Een lichtjaar toegelicht', verderop in dit hoofdstuk.) Andere sterren zijn zo zwak dat je een krachtige telescoop in een observatorium nodig hebt voor je ze kunt zien, maar bevinden zich in onze achtertuin. (Nou ja, ze zijn maar een lichtjaar of twintig van ons verwijderd.)

## Als je een Grote Beer ziet, moet je je zorgen maken: sterren en sterrenbeelden benoemen

Vroeger zei ik weleens tegen toeschouwers die in een planetarium hun hoofd alle kanten op draaiden om de boven hen geprojecteerde sterren te kunnen zien: 'Maak je niet druk als je geen Grote Beer kunt zien. Misschien moet je je juist zorgen gaan maken als je *wel* een Grote Beer ziet.'