

# Sterren in de klas

Leer kinderen onderzoeken met sterrenkunde als inspiratiebron, op school en thuis

Karin Heesackers



Heeft een telescoop in de  
woestijn last van giraffen?  
Rosalie, 5 jaar





Titel	Sterren in de klas
Subtitel	Leer kinderen onderzoeken met sterrenkunde als inspiratiebron. Op school en thuis.
Auteur	Karin Heesakkers - kleinkracht.nl
Ontwerp/opmaak	Judith Eurlings - QueryDesign.nl
Fotografie	Niels Blekemolen - nielsblekemolen.nl
Illustraties	Jip Lambermont - xyzon.nl en Laura Ekstijn
Redactie	Brenda van Dijk - duidelijkverhaal.nl
Eindredactie	Tessa van Zadelhoff - warempel.nl
Uitgever	Een BoekTweePuntNul uitgave.
Drukwerk	PrintSupport4U
Website	sterrenindeklas.nl en boektweepuntnul.nl
E-mail	info@boektweepuntnul.nl
Druk	2014

Dit praktische en informatieve boek verschijnt in de reeks BoekTweePuntNul. BoekTweePuntNul is een initiatief van **Louis Hilgers & Tessa van Zadelhoff**. Kernwoorden van het concept zijn cocreatie, crowdsourcing, web 2.0, techniek, sociale media en informeren. Basis van het concept is het inspiratieboek BoekTweePuntNul waarin > 200 co-auteurs ieder een hoofdstuk voor hun rekening nemen om aan de lezer hun favoriete tool uit te leggen volgens een vast format. BoekTweePuntNul biedt ook apps, e-pubs en een nascholingsprogramma. Wil je meer weten of wil je een bijdrage leveren aan BoekTweePuntNul kijk dan op: [BoekTweePuntNul.nl](http://BoekTweePuntNul.nl)



# Inhoudsopgave

## Voorwoord Covert Schilling **6**

## Introductie Karin Heesakkers **7**

## Inleiding **8**

## Hoe lees ik dit boek **9**

## Deel I Vraag en antwoord **10**

### I. Dit zijn de sterren **12**

- Is de zon een ster? En wat zijn sterren dan? 12
- Wat is het zonnestelsel? 12
- Planeet, planetoïde, dwergplaneet, maan, hoe zit dat? 13
- Wat is een sterrenstelsel? 14
- Is een vallende ster echt een ster? 14
- Wat zijn sterrenbeelden? 15
- Wat is een lichtjaar? 16
- Gaan sterren ook dood? 16
- Hoe weten sterrenkundigen zo veel over de sterren? 17
- Kunnen we naar een ster toevliegen? 18
- Wat merken wij van ruimtevaart? 19

### 2. Modellen **20**

- Hoe ver is dat? 20
- Een model - een beeld op schaal 21
- Van beeld in handen naar beeld in hoofd 22
- Zelf ervaren 22
- Platte modellen 23

### 3. Twee gezichtspunten **24**

- Belang van vragenstellende ouder of leerkracht 24
- Oefenen met de bewegingen van zon, aarde en maan 25
- Tip: gebruik het nieuws om te oefenen 29

## Deel 2 Zeker weten? Leren leren! **30**

### 4. Verwondering **32**

- Motivatie om te leren 32
- Interesse voor details 35
- Kracht van ervaren 38

### 5. Durf **40**

- Belemmerende overtuigingen 40
- Voorbeeldgedrag 40
- Zonder fouten geen evolutie 41
- Sterrenkunde een manning? 43

### b. Leren denken **44**

- Denkproces 44
- Denken in stappen 45
- Leren opzoeken / bronnenonderzoek 48
- Onafhankelijk denken 48

## Deel 3 Meer vragen dan antwoorden **52**

### 7. Onderzoeken **54**

- De onderzoekscyclus 54
- Stap 1: Goede vraag! 55
- Stap 2: Hypothese 56
- Stap 3: Proeven bedenken 59
- Stap 4: Proeven doen 59
- Stap 5: Nabespreking vanuit twee gezichtspunten 61
- Rol van de volwassene 61
- Meer ideeën 61

### 8. Ontwerpen **64**

- De ontwerpcyclus 64
- Stap 1: Wat wil ik maken? 64
- Stap 2: Bedenk een ontwerp 65
- Stap 3: Maak je ontwerp 67
- Stap 4: Test je ontwerp 67
- Stap 5: Evaluatie vanuit twee gezichtspunten 68
- Rol van de volwassene 68
- Meer ideeën 68

### 9. Zijn we het eens? **70**

- Discussie 70
- Twijfel zaaien 71
- Reflectie 71





# Inhoudsopgave

## Deel 4 Filosoferen over de waarheid

72

### 10. Wat is de waarheid?

74

- De waarheid is groot en complex 74
- Wat is ruimte en wat is tijd? 77
- Wetenschap als langzaam veranderende waarheid 78

### 11. Sterrenkunde en geloof

82

- Waarom dit onderwerp? 82
- Oerknal en schepping 82
- Ster van Bethlehem 86
- Wat geloof je zelf? 87
- Schaar en naald 87

### 12. Jouw waarheid, een combinatie van denken en voelen

88

- Denken en voelen in balans 88
- Normering en de 21ste eeuw 90
- Persoonlijke ontwikkeling 91

## Bijlagen

92

### Woordenlijst

93

- Begrippen 93
- Naamgeving grote getallen 96

### Meer weten

97

- Apps 97
- Boekentips sterrenkunde 97
- Boekentips overig 98
- Luisterboeken 99
- DVD's 99
- Lesmaterialen voor leerkrachten 99
- Tot slot 99

### Leerdoelen en kerndoelen

100

- Leerdoelen voor ouder en leerkracht 100
- Aansluiting bij de kerndoelen 100
- Belangrijkste sterrenkundige leerdoelen 101

### Dankwoord

102

### Bronvermeldingen

104

### Leerkrachtondersteuning

105

## BoekTweePuntNul komt naar school!

106

## En nog meer

107



# Inleiding

De afgelopen jaren heb ik met veel enthousiasme sterrenkundelessen gegeven aan duizenden kinderen op bijna honderd verschillende scholen. Tijdens deze lessen heb ik ontdekt dat sommige vragen telkens terugkomen en dat andere magische aantrekkingskracht hebben. Welke denkfouten vaak gemaakt worden, welke uitleg en voorbeelden wel werken en welke niet. En niet alleen bij de kinderen, ook bij leerkrachten en ouders spelen terugkerende vragen zoals:

Hoe kan ik een concept zoals de leegte in het heelal aan de kinderen duidelijk maken?

Hoe leg ik iets uit wat ik zelf amper begrijp?

Hoe weet ik of de informatie die ik vind op internet correct is?

Hoe zorg ik dat kinderen minder snel opgeven als iets moeilijk wordt?

Langzaam groeide bij mij de wens om alle antwoorden op deze vragen, die ik met vallen en opstaan geleerd heb, te delen. Vandaar dit boek.

Het eerste gedeelte van dit boek - Vraag en antwoord - bespreekt inhoudelijke uitleg die ik als sterrenkundige vaak geef. Er zijn al talloze boeken met antwoorden op veelgestelde sterrenkundige vragen. Ik licht alleen de begrippen toe die ik voor kinderen het belangrijkste vind. Het gebruik van modellen, en het kunnen schakelen daartussen, speelt een grote rol.

Daarnaast is het verschil tussen kennis en inzicht essentieel. Weten dat Pluto in bijna 250 jaar om de zon draait, betekent nog niet dat kinderen doorhebben dat de aarde om de zon draait. Hoe komt dat?

Deel twee van dit boek - Zeker weten? Leren leren! - gaat over de manier waarop je de inhoudelijke antwoorden op een goede manier bij kinderen kunt laten 'landen'. Zo kun je met een knikker (de zon) op het schoolplein gaan staan, de planeten als stofjes binnen een cirkel van 45 meter positioneren en de kinderen vragen waar de dichtstbijzijnde ster (volgende knikker) nu zal zijn. Ook lees je hier hoe je verwondering van kinderen kunt inzetten in het leerproces. Hoe je hen, en misschien ook wel jezelf, over de drempel 'te moeilijk voor mij' kunt krijgen. Hoe je kinderen kunt helpen om in stappen te denken. Hoe je ze leert om zelfstandig te denken en niet blind te varen op veel gehoorde uitspraken. Hoe stel je vragen op de juiste manier en op het juiste moment om dit met kinderen te bereiken?

Het derde gedeelte - Meer vragen dan antwoorden - gaat over de vragen die nog overblijven, de 'zwarte gaten'. Op sommige vragen is (nog) geen antwoord. Soms zijn de meningen over een antwoord sterk verdeeld. Hier leer je samen met kinderen goede onderzoeksvragen maken. En hoe wetenschappers op zoek zijn naar nieuwe antwoorden. En ook dat de antwoorden die zij vinden niet eeuwig overeind blijven. Wetenschap is langzaam veranderende waarheid.



Het laatste gedeelte - Filosoferen over de waarheid - gaat daarop verder. Is waarheid alleen maar wat de wetenschap bewezen heeft? Hoe verhouden sterrenkunde en geloof zich tot elkaar en wat kun je doen met vragen hierover? Naast cognitieve kwaliteiten van het kind daagt dit hoofdstuk uit om aandacht te besteden aan eigenheid, intuïtie en innerlijke wijsheid.

Alle hoofdstukken bevatten voorbeelden uit de praktijk. Anekdotes van kinderen, lesvoorbeelden, praktische tips. Deze zijn voor de leesbaarheid in aparte kaders geplaatst.



# Introductie Karin Heesakkers

Als kind maakte ik regelmatig wandelingen met mijn vader. We spraken dan over de sterren en filosofeerden over de betekenis van tijd. Deze gesprekken hebben de basis gelegd voor mijn interesse in wetenschap en mijn studiekeuze: sterrenkunde. Mijn vader had zelf niet gestudeerd en had toch het lef om over deze moeilijke vragen na te denken en er ideeën over te vormen. Die open levensinstelling wens ik iedereen toe. Van mijn moeder leerde ik me in anderen te verplaatsen. Daar ligt de basis van mijn plezier om moeilijke dingen op een voor iedereen begrijpelijke wijze uit te leggen. De nieuwsgierige vragen van mijn eigen kinderen hebben er toe geleid dat ik deze zaken gecombineerd heb en nu sterrenkunde toegankelijk maak voor kinderen en de volwassenen in hun omgeving.

In 1990 studeerde ik af als sterrenkundige aan de Universiteit Utrecht. Op dat moment was ik de abstractie even beu en ging ik in het bedrijfsleven aan het werk als programmeur. Daar liep mijn carrière via projectmanagement naar human resource management en ontdekte ik hoe belangrijk het is om in het leven altijd te blijven leren en je te blijven ontwikkelen. In 2000 heb ik mijn eigen bedrijf KleinKracht opgericht. Die naam heb ik niet zomaar gekozen. Mensen zijn kleine onderdeeljes van het heelal, maar met een krachtig denkvermogen. Sterren zijn voor ons kleine puntjes in het heelal, tegelijk zijn het de krachtigste natuurfenomenen die we kennen. Eén enkel kind lijkt klein ten opzichte van de grote wereld, toch schuilt er in elk kind de kracht iets moois van haar leven te maken. Sterrenkunde is slechts een klein onderdeel van wat je een kind kunt leren, tegelijkertijd schuilt er een aantrekkingskracht in, die je voor veel verschillende leerdoeleinden kunt benutten. Ik wens iedereen toe dat hij de kracht in zichzelf, in die ene 'kleine' mens tot expressie kan brengen.



Toen mijn eigen kinderen wat extra uitdaging op school konden gebruiken, ben ik sterrenkundelessen voor het basisonderwijs gaan ontwikkelen. Het enthousiasme dat de lessen losmaakten bij kinderen en volwassenen, was aanstekelijk. Ineens konden ze iets waar ze zich altijd over verwonderd hadden, een beetje bevatten. Al snel kreeg ik veel vragen, waar ook ik niet direct een antwoord op paraat had, net zo min als de reguliere juf of meester. Kinderen denken vaak dat ik als wetenschapper alles wel zal weten. Vragen over biologie, geologie, meteorologie of nanotechnologie bijvoorbeeld. Samen met de kinderen ging ik dan op zoek naar het antwoord. En zo ontdekte ik dat dat nog veel leerzamer en leuker is, dan het antwoord gewoon vertellen: kinderen leren hoe ze een antwoord zelf kunnen vinden, en vooral ook zelf kunnen beoordelen. En dat ik de juffen en meesters dus vooral moest leren niet bang te zijn voor die vragen, maar ook enthousiast en nieuwsgierig, net als de kinderen. Samen zoeken naar antwoorden, vraagt iets anders van jou als volwassene. Je helpt kinderen vooral heldere vragen te formuleren, op de juiste plekken te zoeken, en kritisch te kijken of het gevonden antwoord wel realistisch is.

Inmiddels ben ik al vele jaren actief als 'sterrenjuf', zowel voor kinderen, als voor leerkrachten in het basisonderwijs. Ik ben voor mijn gevoel de brug tussen wetenschap en praktijk. Vanuit mijn studie heb ik me het wetenschappelijk denken eigen gemaakt, vanuit de lespraktijk weet ik wat kinderen en hun begeleiders nodig hebben, om op zoek te gaan naar antwoorden. Met dit boek wil ik jou als ouder of leerkracht inspireren om ook een brug naar de wetenschap te vormen.

Wil je graag alle ins en outs van dit boek rechtstreeks van mij leren? Kom dan naar de training 'Sterren in de klas'. Trainingsdata zijn te vinden op mijn websites [kleinkracht.nl](http://kleinkracht.nl) en [sterrenindeklas.nl](http://sterrenindeklas.nl).

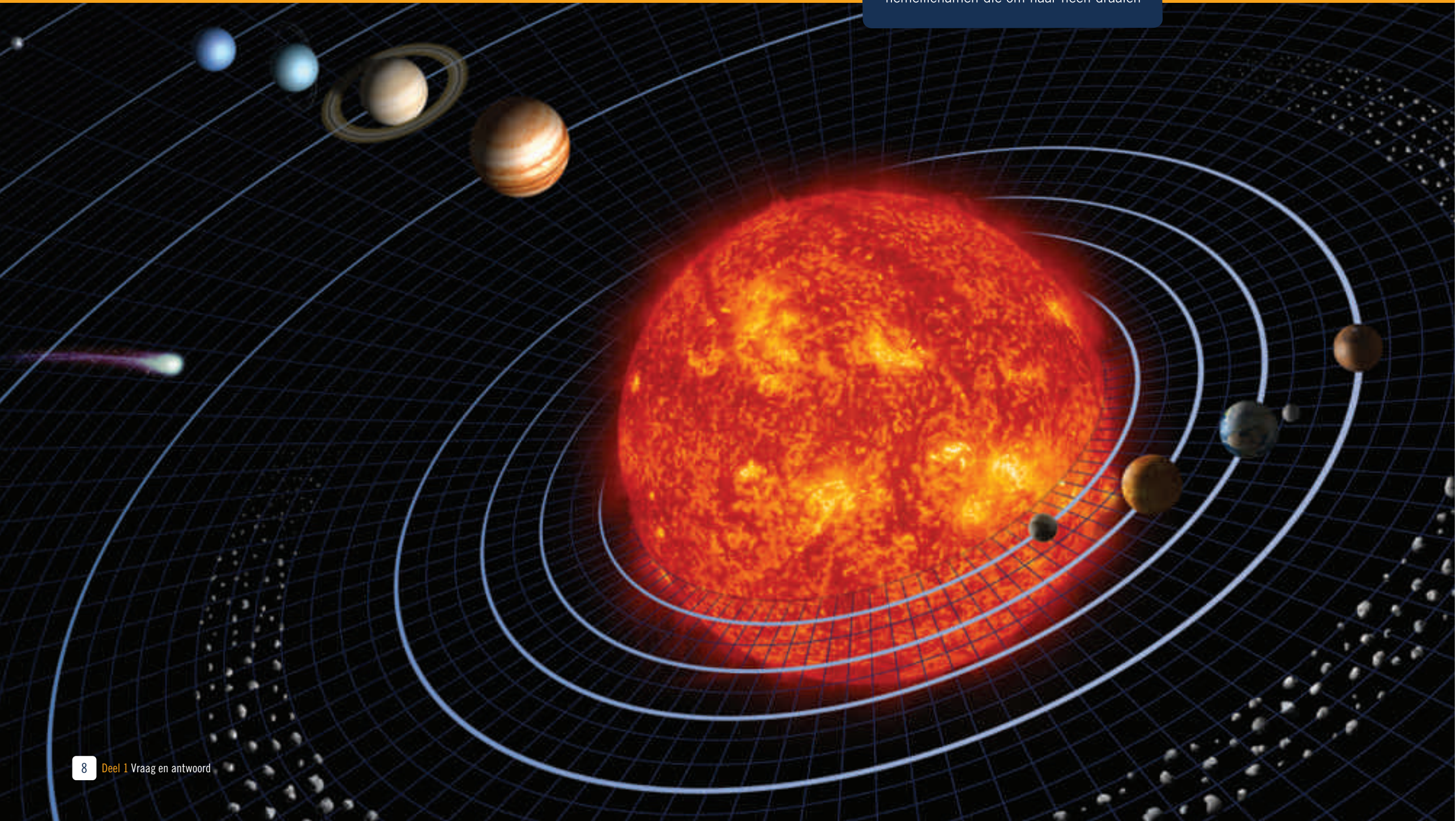
**Karin Heesakkers**





# Deel 1 Vraag en antwoord

Het zonnestelsel de zon met alle hemellichamen die om haar heen draaien





## Over vragen waar we een antwoord op hebben

'Moet een planeet ook drinken?' Julie, 6 jaar

'Waait het in de ruimte?' Mark, 8 jaar

'Welk merk is die ruimtewagen?' Stephan, 10 jaar

'Hoe heet die ene die geen planeet meer is, Goofy?' Sophie, 5 jaar

'Kun je afvallen als je gewichtloos bent?' Niels, 9 jaar

'Als we zo ver moeten vliegen (75.000 jaar), dan gaan we toch met de hele klas om de beurt?' Tom, 5 jaar

Wat is sterrenkunde, wat hoort daar allemaal bij? De eerste keer dat ik die vraag hoorde was ik even van mijn stuk gebracht. Tja, wat hoort er allemaal bij? Het is zo ongelooflijk breed en zo duidelijk voor mij dat ik niet wist wat als eerste te noemen. Toen besloot ik te starten zoals ik elke gastles begin: laten zien waar wij mensen wonen in het grote heelal.

Wij wonen op de aarde. De aarde is een enorm grote bol, zo groot dat wij niet eens kunnen zien dat we eigenlijk op een bol staan. Nu gaan we wegvliegen van de aarde, steeds verder. Dan zien we na een tijdje dat er nog een bolletje om de aarde heen draait, de maan. De maan is kleiner dan de aarde, op de foto van hen samen zie je hoeveel kleiner.

Vliegen we nu nog verder weg, dan zien we de aarde met de maan rondjes draaien om de zon, onze dichtstbijzijnde ster. En dat er nog zeven andere planeten om de zon draaien, sommigen ook met eigen manen. Dit noemen we het zonnestelsel. Als we verder gaan, zien we dat sterren niet willekeurig verspreid staan in het heelal, maar dat ze groepen vormen. Deze groepen noemen we sterrenstelsels. De naam van het sterrenstelsel waar wij met onze zon bijhoren is Melkweg. Andere sterrenstelsels hebben ook namen. Andromeda is er bijvoorbeeld eentje. Het heelal, voor zover wij kunnen zien, bestaat uit honderden miljarden sterrenstelsels, die elk weer uit honderden miljarden sterren bestaan. Dit zijn ongelooflijk veel sterren, meer sterren dan zandkorrels op aarde.

Wat is sterrenkunde? Sterrenkunde gaat over alle kennis die wij hebben over het heelal. Wat sterren zijn, hoe ze geboren worden, leven en dood gaan. Termen die kinderen vaak noemen - zwarte gaten, rode reuzen, witte dwergen, pulsars en supernova's bijvoorbeeld - zijn allemaal stadia in het leven van sterren. Over waar planeten voorkomen, hoe wij ze ontdekken, waar er leven kan zijn. Over alle bewegingen in het heelal. Planeten die om hun as en om hun ster draaien, manen die om hun planeet draaien, sterrenstelsels die ook draaien en die uit elkaar vliegen.



Hoofdstuk 1

Dit zijn de sterren

Hoofdstuk 2

Modellen

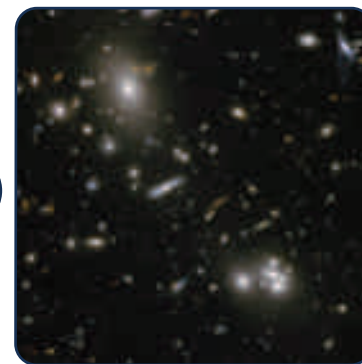
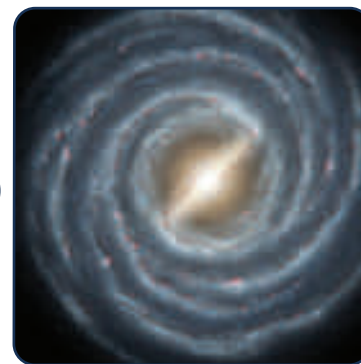
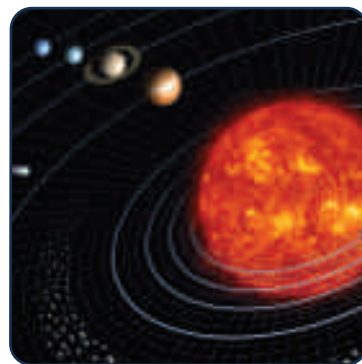
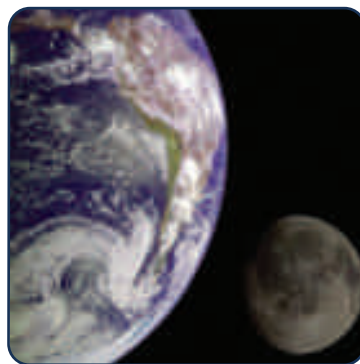
Hoofdstuk 3

Twee gezichtspunten

Over hoe het heelal ontstaan is, en hoe haar toekomst eruit ziet. Over wat wij vanaf de aarde zien gebeuren aan de hemel, en hoe het komt dat wij dat zo zien.

Ik gebruik sterrenkunde als startpunt voor veel andere onderwerpen. Zo valt er veel te rekenen. Natuurkundige verschijnselen als licht, magnetisme, kernfusie en zwaartekracht spelen een rol. 'Aardrijkskunde' op planeten komt voor in de vorm van bijvoorbeeld vulkanisme en weer. Biologie vind je terug in de zoektocht naar leven op planeten. Ruimtevaart en telescopen bevatten veel techniek.

Dit deel van het boek gaat in op sterrenkundige vragen waar we een antwoord op hebben. Het laat je zien hoe je de antwoorden op een leuke manier beleeft samen met de kinderen. Hoofdstuk 1 geeft een aantal uitgewerkte antwoorden als voorbeeld. De hoofdstukken 2 en 3 leren je waar je op kunt letten als je hier niet genoemde vragen en antwoorden met kinderen wilt delen. Meer kant en klare antwoorden vinden? In de bijlage 'Meer weten?' geef ik tips over fijne boeken en sites.



# Dit zijn de sterren

Dit hoofdstuk geeft voorbeelden van sterrenkundige vragen waar we een antwoord op hebben. Ik heb gekozen voor vragen die regelmatig terugkomen in mijn lessen. Wil je een compleet overzicht van de sterrenkunde op dit moment? Dan raad ik het Handboek sterrenkunde van Govert Schilling (zie bijlage 'meer weten') en de website [astronomie.nl](http://astronomie.nl) aan. Dit boek richt zich vooral op de beleving van sterrenkunde, en op het samen op zoek gaan naar antwoorden. De activiteiten in de kaders geven je ideeën hoe je de grootte, de leegte en de werking van ons heelal begrijpelijk kunt maken. Beleef het samen met kinderen!

## Is de zon een ster? En wat zijn sterren dan?

De zon is een ster, net als alle andere sterren aan de hemel. Zij staat alleen veel dichterbij ons en daarom zien we haar groter aan de hemel. Een ster wordt vaak omschreven als een vuurbol. Dit is echter een ander soort vuur dan op aarde. Er komt geen zuurstof aan te pas. Een ster is een grote gasbol waar de temperatuur en druk in het midden zo hoog zijn dat kernfusie plaatsvindt. Daar worden waterstofatomen samengevoegd tot heliumatomen. Bij deze kernfusie komen enorme hoeveelheden energie vrij in de vorm van straling. Deze straling baant zich een weg van binnen naar buiten en komt na vele duizenden jaren als zichtbaar licht aan het oppervlak tevoorschijn. De zon is het enige hemellichaam dat licht geeft in ons zonnestelsel. Planeten en manen zien we alleen omdat hun oppervlakken zonlicht weerkaatsen. Op deze foto van de zon zie je dat sterren vlekken kunnen hebben. Deze zonnevlekken zijn koelere plekken aan het oppervlak. Koeler is nog steeds heel heet, ongeveer 4000 graden Celsius! In het [zonnefilmpje](#) of de app [3D Sun](#) zie je prachtige bewegende beelden van onze zon. De opnames zijn in verschillende lichtsoorten gemaakt, waardoor je telkens andere lagen van de zon kunt zien.

Net zoals je met röntgen naar je botten kunt kijken bijvoorbeeld. Zie je dat de zon erg veel lijkt op een borrelende pan soep, waar zo af en toe flinke spetters uit vliegen?

## Wat is het zonnestelsel?

De zon en alle objecten die om haar heen draaien noemen we samen het zonnestelsel. Tot ons zonnestelsel behoren planeten, planetoïden, dwergplaneten, manen, kometen en de Oort wolk. Zie voor een beschrijving de woordenlijst. Alles (behalve de Oortwolk) draait in een plat vlak om de zon. Vanaf hoog boven onze Noordpool gezien zijn de belangrijkste bewegingen tegen de klok in. De aarde en de andere planeten draaien tegen de klok in om de zon, de meeste manen tegen de klok in om hun planeet en de meeste planeten tegen de klok in om hun as. Ook satellieten en vallende sterren horen overigens bij ons zonnestelsel. In de app [Solar Walk](#) kun je het hele zonnestelsel in detail bekijken.

In tegenstelling tot wat veel kinderen denken, horen andere sterren niet tot ons zonnestelsel. Zij zijn heel veel verder weg van de aarde dan de planeten en onze eigen zon. Wel hebben veel sterren weer hun eigen planeten die om hen heen draaien. Elke ster is een zonnestelsel op zichzelf.

De verschillen in grootte, en de afstanden in ons zonnestelsel zijn enorm. Laten we eens beginnen met de twee bekendste objecten aan de hemel, de zon en de maan. Bekijk eerst een wereldbol zoals hiernaast uitgelegd.

## Hoe groot is de aarde?

De exacte grootte van de aarde is moeilijk te vatten voor een kind (of voor onszelf), maar je kunt een beetje ervaren hoe enorm groot de aarde wel is.

Neem een wereldbol en plak een Lego-poppetje op Nederland. Waar ben je op vakantie geweest? Zet daar ook een poppetje. Hoe lang heb je gereisd om daar te komen? Al snel valt op dat je op de aardbol na dagen reizen met de auto (100 kilometer per uur) of uren reizen met het vliegtuig (1.000 kilometer per uur) nog helemaal niet zo ver bent gekomen.

Voor kleine kleuters werkt deze methode soms niet. Ze hebben nog te weinig tijdsbesef en begrijpen de grote getallen nog niet. Zij kunnen zich misschien voorstellen hoe een mier op een skippybal loopt en niet in de gaten heeft dat hij op een bol loopt omdat de skippybal zo groot is ten opzichte van de mier. Wij zien ook niet dat we op een bol staan omdat de bol zo reuzegroot is.



Astronomie.nl



Zonnefilmpje



De zon met zonnevlekken



3D Sun



Solar Walk



De planeten van het zonnestelsel onderling op de juiste grootteschaal

## Hoe groot en hoe ver zijn zon en maan?

De middellijn van de maan is ruim een kwart van de middellijn van de aarde. Bij een standaard wereldbol van ongeveer dertig centimeter hoort een maan van ongeveer acht centimeter, een sinaasappel bijvoorbeeld. Leg nu, zonder verder te lezen, de sinaasappel eens op de goede afstand van de wereldbol, hoe ver denk je dat de maan van de aarde is? De meeste kinderen en volwassenen leggen de maan vrij dichtbij de aarde, op één of twee meter van de wereldbol. In werkelijkheid is de afstand aarde-maan in dit model negen meter. Teken eens een cirkel met een straal van negen meter op een plein. Zet de globe in het midden en loop met de sinaasappel over de cirkel. Dat geeft al een aardig gevoel van de leegte in het heelal. Wonderlijk toch dat die maan niet wegvliegt! De zon is als een reus zo groot. De middellijn van de zon is ruim honderd keer de middellijn van de aarde.

Dus bij een globe hoort een zon van ruim dertig meter, te groot om makkelijk inzichtelijk te maken. Daarom verkleinen we nu de aarde tot een stuiterbal van 3 centimeter. Een kleine knikker is de bijpassende maan. De zon die bij deze aarde hoort wordt nu drie meter. Die kun je tekenen op een plein. Misschien heb je thuis een rond tafelkleed of op school een parachutekleed van de goede afmeting. Sta er even bij stil dat de zon een bol is, geen platte cirkel. Die bol gaat dus drie meter de hoogte in. Er past een hele schoolklas in deze drie-meter-meter zon. Kijk nu nog eens naar de stuiterbal-aarde. Klein hè! De stuiterbal-aarde staat op ongeveer 300 meter afstand van de drie-meter-zon. Misschien is daar een gebouw waar je even met de stuiterbal-aarde naar toe kunt lopen? Dan gaat de afstand meer leven.

Het is belangrijk om te beginnen bij de aarde, ons bekende plekje. De zon en de maan met elkaar vergelijken geeft geen gevoel van grootte, omdat je van beiden geen voorstelling kunt maken. Door ze te vergelijken met de aarde lukt dat beter. Met de oefening in het kader links kun je je nu verwonderen over de enorme verschillen in grootte, en de leegte van ons zonnestelsel.



Planetoïde Ida met haar maantje

## Planeet, planetoïde, dwergplaneet, maan, hoe zit dat?

In ons zonnestelsel hebben we manen, planeten, planetoïden en dwergplaneten. Wat is nou wat? Iets heet een planeet als het aan drie eisen voldoet. Het moet allereerst om de zon draaien. Manen draaien om hun planeet en zijn daarom zelf geen planeten, zij draaien niet zelfstandig om de zon. De tweede eis is dat een planeet een bolvorm heeft. Alle aardappelvormige rotsblokken, waarvan er veel tussen Mars en Jupiter draaien, zijn daarom geen planeten. Zij worden planetoïden (vroeger ook wel asteroïden) genoemd. Op de foto zie je planetoïde Ida. Zie je dat ook planetoïden maantjes kunnen hebben?

Als derde moet een planeet in een 'schone' baan om de zon draaien, een baan zonder andere objecten. Tussen de planetoïden draaien soms ook kleine bolletjes om de zon. Deze bolletjes draaien niet in een schone baan en worden dan dwergplaneten genoemd. Ceres is hier een voorbeeld van. Met de steeds beter wordende telescopen ontdekten we rondom Pluto steeds meer andere planetoïden.

# Deel 3 Meer vragen dan antwoorden

Heeft een telescoop in de woestijn last van giraffen? Rosalie, 5 jaar



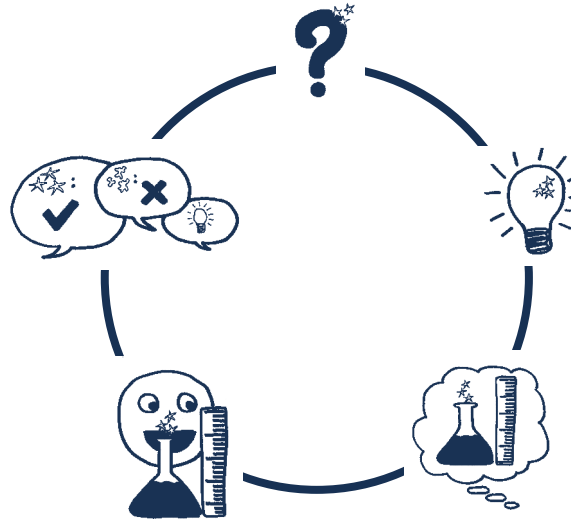


## Over een onderzoekende houding als het antwoord niet voor handen is

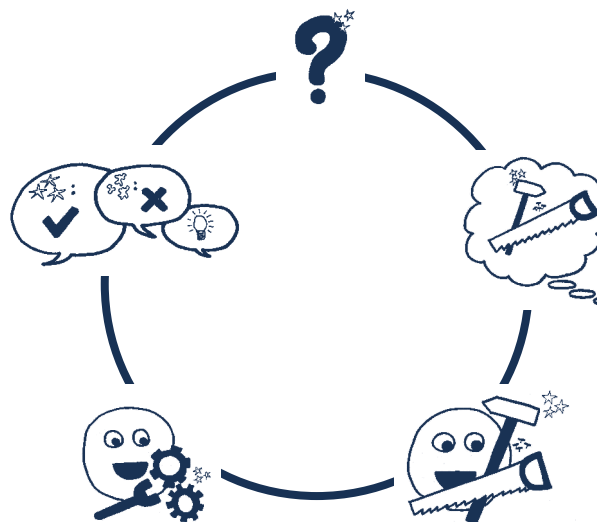
'Kan er hier op mijn hand een oerknal ontstaan?' Floris, 10 jaar  
 'Waarom draait de aarde?' Karlijn, 6 jaar  
 'Kun je skateboarden op de maan?' Pim, 10 jaar  
 'Wat was er voor de oerknal?' Quinten, 7 jaar  
 'Hoeveel sterren zijn er?' Margreet, 6 jaar  
 'Is er leven op andere planeten?' Max, 8 jaar  
 'Heeft een telescoop in de woestijn last van giraffen?'  
 Rosalie, 5 jaar

Kennis is nooit compleet, ook niet in de sterrenkunde. Op het moment dat ik dit boek schreef, was er nog geen antwoord op de volgende vragen: Wat was er voor de oerknal? Wat heeft hem veroorzaakt? Is het heelal oneindig groot? Hoeveel sterren zijn er in onze Melkweg en in het hele heelal? Wat is donkere materie, die structuren in het heelal bij elkaar lijkt te houden, en waar bevindt die zich? Hoe groot is de kans op leven op andere planeten? Blijft het heelal uitdijen of gaan we weer inkrimpen? Wat is de donkere energie, die voor de versnelde uitdijng van dit moment zorgt? Om deze vragen, en soortgelijke vragen in andere vakgebieden, in de toekomst te kunnen beantwoorden, hebben we creatief en innovatief denkende mensen nodig. Daarom is meer aandacht voor wetenschap en techniek binnen ons onderwijs zo belangrijk. Daarbij gaat het niet zozeer om het kunnen reproduceren van allerlei wetenschappelijke en technische feiten, maar vooral om de onderzoekende houding die daarbij hoort. Het leren analyseren, reflecteren en evalueren. Onderzoekend en ontwerpend leren, is dan ook een nieuwe term die steeds vaker gebruikt wordt. Een mooie term, omdat een onderzoekende houding altijd toepasbaar is, niet alleen binnen wetenschap en techniek.

Onderzoekscyclus  
 Vraag vanuit verwondering



Ontwerpcyclus  
 Vraag vanuit praktisch probleem



Onderzoek <=> Ontdekkingen

=>

Uitvindingen <=> Ontwerp

Wetenschappers gebruiken vaak een onderzoekscyclus. Vanuit de verwondering onderzoeken ze hoe dingen werken en daarbij doen ze ontdekkingen. Technici en uitvinders gebruiken die ontdekkingen in uitvindingen die ons leven comfortabeler maken of problemen oplossen. Zij passen de ontwerpcyclus toe, ontwikkelen praktische oplossingen en brengen daar telkens verbeteringen in aan. Soms zijn de wetenschapper en de uitvinder dezelfde persoon. Zo verbaasde de Zwitser Georges de Mestral zich over klitten die hij moeilijk uit de vacht van zijn hond kreeg. Hij onderzocht de klitten en ontdekte de kleine haakjes waarmee ze zich vastgrijpen. Hij zag de mogelijkheden van dit systeem en vond de eerste versie van klittenband uit. Inmiddels zijn er al aardig wat problemen opgelost door de toepassing van klittenband. In het ruimtestation ISS zou er veel door de lucht zweven zonder deze uitvinding!

Dit deel van het boek laat je zien hoe je met een onderzoekende houding veel kunt leren. Hoofdstuk 7 laat zien hoe je ontdekkingen kunt doen via de onderzoekscyclus, en hoe belangrijk een meetbare en haalbare onderzoeksvraag daarbij is. Hoofdstuk 8 bespreekt hoe je van probleem naar oplossing komt via de ontwerpcyclus. Techniek is in dit hoofdstuk niet alleen een kwestie van handigheid met gereedschappen en materialen, maar gaat vooral over probleemoplossend leren denken. Nieuwe antwoorden op vragen zijn niet altijd direct geaccepteerd. Soms zijn wetenschappers het nog niet met elkaar eens. Hoofdstuk 9 gaat in op het ontwikkelen van een eigen standpunt, en de kunst van het discussiëren.

Hoofdstuk 7    Onderzoeken  
 Hoofdstuk 8    Ontwerpen  
 Hoofdstuk 9    Zijn we het eens?



Lisse maakt een  
miniplanetarium

'Juf, kan er hier op mijn hand een oerknal ontstaan?' Floris, 10 jaar  
'Mam, waarom merk ik niet dat de aarde draait?' Karlijn, 6 jaar

Ongrijpbare dingen hebben een aantrekkingskracht op kinderen. De verwondering die zij voelen, leidt tot prachtige vragen. Wat doe je als ouder of leerkracht wanneer je zelf het antwoord op een vraag niet weet?

Dit boek daagt je uit om samen op onderzoek uit te gaan. Experimenteer eens met zwaartekracht in de speeltuin, of ontdek hoe je met krentenbollen bakken het uitdijen van de ruimte kunt begrijpen. Kijk hoe wetenschappers nieuwe antwoorden vinden.

### Dit boek

beantwoordt tal van veelgestelde sterrenkundige vragen van kinderen;  
bevat een rijkdom aan proefjes en tips voor thuis en in de klas;  
vertelt hoe je ingewikkelde antwoorden behapbaar kunt maken;  
laat je plezier beleven aan het hebben van (grote) vragen;  
en bovenal: helpt leerkrachten en ouders om kinderen van hun vragen te laten leren, zoals zelfstandig denken, doorzetten, respect hebben voor andere meningen en een wetenschappelijke denkhouding ontwikkelen.

**Karin Heesakkers** (1967) studeerde sterrenkunde in Utrecht en werkte een tiental jaren bij Cap Gemini. Sinds 2000 verzorgt ze vanuit haar eigen bedrijf KleinKracht gastlessen op basisscholen, traint zij leerkrachten om zelf sterrenkundelessen te geven, geeft zij lezingen en workshops en ontwikkelt zij voortdurend nieuwe lesmaterialen.

Met enorme bevoegdheid maakt zij sterrenkunde toegankelijk voor kinderen en de geïnteresseerde volwassenen om hen heen, vanuit de visie dat een eigen mening vormen en een open, nieuwsgierige levenshouding het leven van ieder mens verrijkt.

'Wat een prachtige manier om kinderen nieuwsgierig te maken en te prikkelen tot het stellen van vragen. Onderzoekend leren noem je dat. Mijn leerlingen kijken elke week reikhalzend uit naar hun 'sterrentijd'. Het is zo leuk om je samen te verbazen over de uitgestrektheid en schoonheid van het heelal.'  
*Jolien Bosman, leerkracht hoogbegaafdenonderwijs*



sterrenindeklas.nl

'Karin Heesakkers weet als geen ander hoe je astronomische informatie op een enthousiaste en inspirerende wijze kunt overbrengen op jonge kinderen. Dit overzichtelijke boek is een handreiking naar leerkrachten en ouders die misschien zelf wat drempelvrees voelen bij alles wat met het heelal te maken heeft.'  
*Govert Schilling, wetenschapsjournalist sterrenkunde*