**AFSTANDEN EN OUDERDOM in het UNIVERSUM**

[**..\..\..\..\Astronomy\Cosmology\AGEUniverse.doc**](../../../../Astronomy/Cosmology/AGEUniverse.doc)

**Astronomen zijn  erin geslaagd  betrouwbare methodes te  ontwikkelen  bij
de  afstandsbepalingen  tot  de  sterren.**

Inleiding

(Voornaamste inspiratie -bron ;   ( aangevulde  ) en heldere teksten  van

<http://www.rvi.be/VRTForum/thread.jspa?messageID=732949>)

**(1)Wientje**

\*   Als je de afstand tussen 2 hoekpunten van een driehoek kent en je kent ook de grootte van die hoek dan kan je de afstand tot het derde punt berekenen.
Dit wordt oa gebruikt om de afstand van een ver afgelegen punt te berekenen.

Voor de dichtsbijzijnde sterren zou men  **driehoeksmeetkunde** kunnen toepassen  (via de zgn.  [Parallax](http://nl.wikipedia.org/wiki/Parallax)   (1)

Dit heeft  men   tot nu toe uitgeprobeert  op de 100 000 meest nabije sterren ; het resultaat  =  **afstanden  van enkele duizenden lichtjaren.**

Het probleem is dat de**parallax**van zulke sterren zo klein wordt dat die onder het nauwkeurigheid van bestaande  instrumenten zitten

Eris dus  een limiet is aan de afstand waarop driehoeksmeting  werkt , er is geen twijfel over dat driehoeksmeting werkt .... Alleen dat er een beperking is in afstand omdat in dit geval  de basis van de driehoek te smal wordt en men dus idd een probleem heeft met de nauwkeurigheid van de metingen .

Maar
Om verder en nauwkeuriger te meten heb je nu ook  andere methodes.
De meest gebruikte is aan de hand van   [Cepheïde](http://nl.wikipedia.org/wiki/Cephe%C3%AFde)n.
Deze sterren  variëeren in uitgezonden hoeveelheid licht en de periode hiervan is afhankelijk van hun helderheid.

Door de helderheid van de ster die ze in werkelijkheid uitzendt (te berekenen a.d.h.v. de periode) te vergelijken met de helderheid die ze op aarde heeft, kunnen we weer de afstand berekenen.

We kunnen losse Cepheïden zien tot in de meeste nabije sterrenstelsels (miljoenen lichtjaren afstand)

Om nog verder te meten kan je bv. kijken naar **bepaalde types onploffende sterren in sterrenstelsels.**

Deze hebben soms ook een heel karakteristiek verloop waardoor we de absolute (eigen aan de ster) helderheid weten en weer door vergelijking met schijnbare helderheid (vanaf aarde gezien) de afstand kunnen berekenen.
Deze techniek werkt over zowat heel het universum behalve de meest extreme afstanden.

De meest extreme afstanden worden gemeten a.d.h.v.  het  [Dopplereffect](http://nl.wikipedia.org/wiki/Dopplereffect)  (2) e.d. maar dit is allemaal wat moeilijker.

Er bestaan ook nog andere methodes
(bv. statische analyse van sterrenhopen, sterrenstelselclusters)

De driekhoeksmeetkunde  rijkt  dus  niet zo gek ver  maar langs de andere kant heb je  dus heel wat andere methodes die wel voor de nodige gegevens kunnen zorgen.

**(2) Philippe D .**

**"Het universum(= de “aarde”als het heelhal ) is ongeveer 6000 jaar oud "**volgens   **YEC creationisten**

 **antwoord**
1.- \*Lichtsnelheid:/ afgerond:300000km/sec. kan wel door bepaalde fenomenen worden vertraagd. (wat de ouderdom eraan geralaterd dcus nog sterk verlengd )

2.- we  kunnen  de positie bepalen van melkwegstelses op ( bijvoorbeeld ) 450 miljoen lichtjaar afstand(  zie hierboven )

Dus dit licht is minstens 450 miljoen jaar geleden  uitgezonden anders kon het hier nog niet zijn aangekomen en het stelsel als dusdanig waargenomen !

DWZ DAT HET HEELAL MINSTENS 450 MILJOEN JAAR OUD IS
Als je dit niet snapt geeft dit toch te denken  ..

**(3) Regel ;  (van Vincent**)

Als een bepaald object op, bijvoorbeeld, een miljoen lichtjaar afstand van de aarde staat, én dit object (ster of cluster of wat dan ook) is hier zichtbaar, dan heeft het licht dat we nu zien er al een miljoen jaar over gedaan om hier te komen.
En dus bestaat het universum  dan al **minstens**een miljoen jaar...

(1)

In de [astronomie](http://nl.wikipedia.org/wiki/Astronomie) gebruikt men het parallax-verschijnsel om afstanden te meten. De mate waarin een ster verschuift als een waarnemer hem observeert vanuit twee tegenover elkaar gelegen punten van de [aardbaan](http://nl.wikipedia.org/wiki/Aardbaan) (dus met bijvoorbeeld zes maanden tussenpoos), wordt dan als een graadmeter gebruikt om de afstand te bepalen. Een [parsec](http://nl.wikipedia.org/wiki/Parsec) is de afstand waarop een voorwerp ligt met een op deze wijze gemeten parallax van 1 [boogseconde](http://nl.wikipedia.org/wiki/Boogseconde).

Parallax (de hoek p) van een [ster](http://nl.wikipedia.org/wiki/Ster) (roze, in het midden) als gevolg van de beweging van de [aarde](http://nl.wikipedia.org/wiki/Aarde_%28planeet%29) om de [zon](http://nl.wikipedia.org/wiki/Zon). De wisselende positie van de ster ten opzichte van veel verder verwijderde achtergrondsterren (zwart) is bovenaan aangegeven

[Parallaxfout](http://nl.wikipedia.org/wiki/Parallaxfout)

<http://en.wikipedia.org/wiki/Parallax>

(2) Sterrenkunde

 Rood- en blauwverschuiving bij een lichtbron die naar rechts beweegt.

 [Roodverschuiving](http://nl.wikipedia.org/wiki/Roodverschuiving) van [absorptielijnen](http://nl.wikipedia.org/wiki/Absorptie) in het [optisch](http://nl.wikipedia.org/wiki/Optisch) [spectrum](http://nl.wikipedia.org/wiki/Spectrum) van een [supercluster](http://nl.wikipedia.org/wiki/Supercluster) van verre [sterrenstelsels](http://nl.wikipedia.org/wiki/Sterrenstelsel) (rechts), vergeleken met de zelfde lijnen in het [zonnespectrum](http://nl.wikipedia.org/wiki/Zon)(links).

In de [astronomie](http://nl.wikipedia.org/wiki/Astronomie) treedt het effect op in de waarneming van [elektromagnetische straling](http://nl.wikipedia.org/wiki/Elektromagnetische_straling), waardoor de [kleur](http://nl.wikipedia.org/wiki/Kleur) of [spectraallijn](http://nl.wikipedia.org/wiki/Spectraallijn) van een uitgezonden signaal verandert ten opzichte van de stationaire situatie. Wanneer een ster zich van de waarnemer af beweegt wordt waargenomen dat de kleur naar het rood verschoven is (zogenoemde[roodverschuiving](http://nl.wikipedia.org/wiki/Roodverschuiving)); omgekeerd, wanneer de ster zich naar de waarnemer toe beweegt wordt een kleur- of spectraalverschuiving naar het blauw toe waargenomen. Als bewegende gassen licht uitstralen of absorberen, wordt hun [spectraallijn](http://nl.wikipedia.org/wiki/Spectraallijn) be챦nvloed door het dopplereffect: de zogenaamde [dopplerverbreding](http://nl.wikipedia.org/w/index.php?title=Dopplerverbreding&action=edit) van de spectraallijn treedt op.

OUDERDOM HEELHAL

[Hoe oud is het heelal?](http://www.kennislink.nl/publicaties/hoe-oud-is-het-heelal) [Govert Schilling](http://www.kennislink.nl/auteurs/govert-schilling)   1 september 2000

  [Archimedes](http://www.kennislink.nl/bronnen/archimedes)

Zeventig jaar geleden ontdekte de Amerikaanse astronoom Edwin Hubble dat de sterrenstelsels in de kosmos van elkaar af bewegen. (= uitdijing = [astrofysica uitdijing big bang big crunch.docx](astrofysica%20%20%20%20uitdijing%20%20%20big%20bang%20%20%20big%20crunch.docx) ) Hoe groter de onderlinge afstand, des te hoger de verwijderingssnelheid.**Maar welke snelheid bij welke afstand hoort, wist Hubble niet**.

**Afstand, leeftijd en uitdijingssnelheid hebben in de kosmologie alles met elkaar te maken**. Door de uitdijing van het heelal bewegen ver verwijderde sterrenstelsels van ons af. Hoe groter de afstand, des te hoger is die vluchtsnelheid. Als je van een groot aantal stelsels de vluchtsnelheid en de afstand kent, kun je uitrekenen wanneer de oerknal plaatsvond. Anders gezegd: je kent de leeftijd van het heelal. De verhouding tussen vluchtsnelheid en afstand wordt de Hubbleconstante genoemd.

 De Hubble telescoop *Bron: NASA* [NASA website over het Hubble project](http://hubble.nasa.gov/)

Roodverschuiving De verwijderingssnelheid van een sterrenstelsel laat zich vrij gemakkelijk meten: hoe sneller een stelsel van de aarde af beweegt, des te groter is de roodverschuiving die in het licht van dat stelsel wordt gemeten. Maar om te weten met welke afstand een bepaalde vluchtsnelheid overeenkomt, moeten ook de **afstanden tot ver verwijderde sterrenstelsels** nauwkeurig worden opgemeten en dat is veel moeilijker. Hiervoor maken sterrenkundigen gebruik van een methode die gebaseerd is op de helderheden van zogeheten **cepheïden,** een bepaald soort veranderlijke sterren in ons eigen Melkwegstelsel. Die helderheden moeten dan natuurlijk wel goed geijkt zijn.

Scherpe blik De scherpe blik van de Hubble Space Telescope ziet cepheïden in ver verwijderde sterrenstelsels op tientallen miljoenen lichtjaren afstand. Door de helderheid van deze sterren op de Hubble-foto’s te vergelijken met die van ons eigen Melkwegstelsel kan dan vervolgens de afstand worden berekend.

Op basis van gedetailleerde waarnemingen aan achttien ver verwijderde sterrenstelsels komen Wendy Freedman van het Carnegie-instituut in Washington en haar collega’s tot de conclusie dat de zogeheten Hubbleconstante zeventig kilometer per seconde per megaparsec bedraagt. In gewone mensentaal: een sterrenstelsel op een afstand van één megaparsec (3,3 miljoen lichtjaar) heeft een verwijderingssnelheid van zeventig kilometer per seconde; een stelsel op twee megaparsec afstand (6,6 miljoen lichtjaar) vliegt van ons weg met 140 kilometer per seconde.

Leeftijd ***‘Vroeger bedroeg de onzekerheid in de Hubbleconstante een factor twee’***, aldus Robert Kirshner van de Harvard-universiteit.***‘Nu nog maar 10 procent. Het is alsof je eerst niet zeker wist of je één of twee voeten had en nu alleen nog twijfelt over één teen.’***Omdat de Hubble-constante een maat is voor de snelheid waarmee het heelal uitdijt, kan nu in principe ook de leeftijd van het heelal nauwkeurig worden berekend. Uit deze waarde voor de Hubbleconstante volgt een **leeftijd voor het heelal van ongeveer 12 miljard jaar**, aldus het team van **Freedman**.(  OPGELET !!!! **het artikel dateert uit 2000 )**

**Duimstok** Maar voor het gemak lieten ze daarbij de metingen van de Europese Hipparcos-satelliet buiten beschouwing. Terwijl Hipparcos juist de kosmische afstandsschaal nauwkeurig heeft geijkt. Hipparcos heeft voor het eerst nauwkeurig de afstand tot een aantal cepheïden van ons Melkwegstelsel bepaald. De ‘duimstok’ werd geijkt. Ze bleken tien procent verder weg te staan dan altijd werd aangenomen. Dat betekent dat verre sterrenstelsels ook tien procent verder weg staan. Een grotere afstand betekent een lagere Hubbleconstante en een hogere leeftijd voor het heelal.

Men komt dan uit op een Hubbleconstante van ruim 60 en een **leeftijd van zo’n 14 miljard jaar.** Maar daarmee is de kous nog lang niet af. Waarnemingen aan **supernova-explosies** in verre sterrenstelsels doen vermoeden dat de **uitdijing van het heelal tegenwoordig sneller verloopt dan vroeger**en als dat zo is, moet de oerknal langer geleden hebben plaatsgevonden, misschien wel**16 miljard jaar.**

En dan is er nog **de mysterieuze ster waarvan de leeftijd bepaald is op niet minder dan 17 miljard jaar.**Die waarde is gebaseerd op metingen aan **de hoeveelheid thorium in de ster – een radioactief element.**

**Hoe minder thorium een ster bevat, des te ouder moet hij zijn. Eén ster van 17 miljard jaar oud is voldoende om aan te tonen dat het heelal minstens diezelfde leeftijd moet hebben. Aan de andere kant liggen al dit soort metingen aan de grens van wat technisch mogelijk is. Overal liggen systematische fouten op de loer.**

De onenigheid zal best nog een poosje blijven bestaan.Dat betekent dat de astronomen misschien iets nieuws op het spoor zijn.

***Dit artikel is eerder verschenen in nummer 5 uit de jaargang
2000****van het blad Archimedes.*

[Stokoud licht](http://www.kennislink.nl/publicaties/stokoud-licht) [Govert Schilling](http://www.kennislink.nl/auteurs/govert-schilling)   1 november 2002

 [Archimedes](http://www.kennislink.nl/bronnen/archimedes)

In zijn kleine kamertje in het Oortgebouw van de Leidse Sterrenwacht legt promovendus Venemans (24) het voor de zoveelste keer uit.**‘De publiciteit rond zo’n ontdekking kost meer tijd dan ik had verwacht,’** geeft hij toe.

 Er moest een Engels en een Nederlands persbericht komen over de ontdekking van de allerverste cluster, en het valt beslist niet mee om een breed publiek bij te praten over radiostelsels, roodverschuiving en Lyman-alfastraling. ‘***Gelukkig heb ik een paar keer kunnen oefenen op mijn ouders en mijn vriendin.’***

**De cluster die Venemans en zijn collega’s hebben ontdekt, staat zo ver weg dat het licht ruim dertien miljard jaar nodig heeft gehad om de aarde te bereiken. De cluster bestond dus al toen het heelal nog maar tien procent van de huidige leeftijd had. De oerknal waarmee het heelal zo’n vijftien miljard jaar geleden ontstond, was echter heel gelijkmatig. Het is dan ook moeilijk te verklaren hoe er in het uitdijende heelal zo snel al grote samenballingen van materie ontstonden.**

Radiotelescoop Hoe kom je verre clusters op het spoor? Ze zijn betrekkelijk zeldzaam, dus het heeft geen zin om je telescoop op een willekeurige plaats aan de hemel te richten en een lang belichte foto te maken. Je vindt zeer waarschijnlijk niets. Radiostelsels bieden uitkomst, zo lieten onderzoeksleiders George Miley en Huub Röttgering enkele jaren geleden al zien. Radiostelsels zijn grote sterrenstelsels met een kolossaal zwart gat in de kern. Ze spuwen twee straalstromen van heet gas de ruimte in, die enorm veel radiostraling uitzenden. Met een radiotelescoop zoals die in Westerbork zijn ze tot op vele miljarden lichtjaren afstand gemakkelijk te zien.

Maar een ver radiostelsel is nog geen verre cluster. Anders gezegd: het feit dat er in de vroege jeugd van het heelal al sterrenstelsels bestonden, wil nog niet zeggen dat die stelsels zich ook al begonnen te groeperen. Met andere woorden dat de grote-schaalstructuur van het heelal toen al in de maak was. Om te weten of zo’n radiostelsel deel uitmaakt van een cluster, moet je in de omgeving op zoek gaan naar andere sterrenstelsels. En die zijn veel moeilijker te vinden: ze zenden geen radiostraling uit, en op die enorme afstand is het zichtbare licht van een sterrenstelsels zelfs met de grootste telescopen ter wereld nauwelijks waarneembaar.

De vier eenheden van de Very Large Telescope staan op de berg Paranal in Chili. De 4 8.2 m telescopen worden hebben elk een beschermend gebouwtje. Bron: University of South Dakota

Roodverschuiving De Very Large Telescope (VLT) kan ze echter wél zien. Op de lang belichte VLT-foto’s zijn rondom de verre radiostelsels vele honderden minuscule lichtvlekjes zichtbaar. Sommige daarvan maken misschien deel uit van een verre cluster, waarvan het zware radiostelsel de ‘kern’ vormt. De vraag is: hoe vind je die? Op dezelfde foto’s staan namelijk ook talloze zwakke sterrenstelseltjes op veel kleinere afstanden.

Sterrenkundigen kunnen de afstand van een sterrenstelsel bepalen door de roodverschuiving te meten. Het licht van een ver verwijderd stelsel reist miljarden jaren lang door het uitdijende heelal, en daardoor worden de lichtgolven uitgerekt. Ze komen dus met een langere (rodere) golflengte op aarde aan dan waarmee ze werden uitgezonden. Hoe groter die roodverschuiving is, des te groter is de reistijd van het licht, en des te verder staat het waargenomen object.

Volgens Venemans heeft het echter geen zin om van alle lichtvlekjes op de VLT-foto’s de roodverschuiving te meten. Dat is een zeer tijdrovende klus, en de overgrote meerderheid van de objecten zijn waarschijnlijk toch voorgrondstelsels. Liever zou je een truc toepassen waarmee je meteen de sterrenstelsels eruit pikt die op dezelfde afstand staan als het radiostelsel.

Cluster-in-wording Die truc is er, en deze is door Venemans en zijn collega-promovendus Jaron Kurk met succes toegepast op vier verre radiostelsels. In alle vier de gevallen ontdekten de astronomen dat het radiostelsel deel uitmaakt van een grote cluster-in-wording. Vermoedelijk bevinden álle verre radiostelsels zich in het centrum van zo’n cluster.

De truc zit ’m in het feit dat heet waterstofgas ultraviolette straling uitzendt met een golflengte van 121,6 nanometer – de zogeheten Lyman-alfastraling. Omdat vrijwel elk sterrenstelsel waterstofgas bevat, dat verhit wordt door pasgeboren sterren, wordt er enorm veel Lyman-alfastraling in het heelal geproduceerd.

Op weg naar de aarde raakt die ultraviolette Lyman-alfastraling natuurlijk ook roodverschoven. De golflengte waarmee de straling op aarde aankomt, is afhankelijk van de afstand van het stelsel waarin de straling is geproduceerd. Dus als je op zoek bent naar sterrenstelsels op een bepaalde afstand, moet je op zoek naar Lyman-alfastraling met een heel specifieke roodverschuiving.

Er werden waarnemingen verricht aan het radiostelsel TN J1338-1942 in het sterrenbeeld Maagd. Het staat op ruim dertien miljard lichtjaar afstand – zo ver weg dat sterrenkundigen het stelsel zien zoals het eruit zag toen het heelal tien keer zo jong en ruim vijf keer zo klein was als nu. Door de uitdijing van het heelal komt het licht van het stelsel – en van naburige stelsels op dezelfde afstand – op aarde aan met een golflengte die 5,1 keer zo groot is als waarmee het werd uitgezonden.

Dat betekent dat de Lyman-alfastraling niet wordt waargenomen op een golflengte van 121,6 nanometer, in het ultraviolet, maar op een golflengte van 620,2 nanometer, in het rode deel van het spectrum. ‘Bij een Amerikaans bedrijf hebben we een speciaal roodfilter laten maken dat alleen straling van deze golflengte doorlaat,’ vertelt Venemans. ‘Op die manier pikken we de sterrenstelsels die even ver weg staan als het radiostelsel er zo uit: die zijn op deze golflengte opvallend helder.’

Voor de zekerheid is van alle ‘verdachte’ stelsels vervolgens de roodverschuiving nauwkeurig gemeten, zodat er geen twijfel over bestaat dat ze op dezelfde afstand staan als het radiostelsel. Dat spectroscopisch onderzoek is alleen mogelijk dankzij de enorme gevoeligheid van de Very Large Telescope.

Volgens de Leidse astronomen is de ‘sterrenstelseldichtheid’ in de cluster ongeveer tien keer zo groot als in de rest van het heelal. Toch vormen de omcirkelde lichtvlekjes op de VLT-foto nog maar het topje van de ijsberg, aldus Venemans. ‘Lyman-alfastraling wordt weliswaar veel geproduceerd, maar het wordt ook gemakkelijk geabsorbeerd. Sterrenstelsels met veel stof of met veel koel waterstofgas zie je niet op deze golflengte.’ Het werkelijke aantal stelsels in de cluster is dus nog aanzienlijk groter.

Voor het komende jaar staan nog twee andere verre radiostelsels op het programma. Een daarvan heeft een nog grotere roodverschuiving dan TN J1338-1942. De verwachting is dan ook dat er binnen afzienbare tijd een nieuwe ‘verste cluster’ zal worden gevonden.

Dit artikel is eerder verschenen in nummer 6 uit de jaargang
2002 van het blad Archimedes.

**Afstanden meten tot**[**sterren**](http://www.astro.uu.nl/~strous/AA/nl/antwoorden/sterren.html#sterren) De afstand tot nabije [sterren](http://www.astro.uu.nl/~strous/cgi-bin/glossary.cgi?l=nl&o=sterren) kan het meest nauwkeurig bepaald worden aan de hand van hun [parallax](http://www.astro.uu.nl/~strous/cgi-bin/glossary.cgi?l=nl&o=parallax). Parallax is het effect dat een voorwerp iets ten opzichte van de achtergrond lijkt te verschuiven als je het vanaf een iets andere plek bekijkt. Als je bijvoorbeeld je vinger voor je gezicht houdt en dan eerst met alleen je linker oog kijkt en daarna alleen met je rechter oog (zonder de vinger te bewegen), dan lijkt het net alsof je vinger ten opzichte van de achtergrond een stukje verschoven is. Die verschuiving wordt groter als je vinger dichterbij is of als de afstand tussen de waarneemplekken (in dit geval je ogen) groter wordt.

Als je de afstand tot hele verre dingen met behulp van de parallax wilt bepalen dan is het dus zaak om een zo groot mogelijke afstand te hebben tussen de waarneemplekken. De grootste afstand die wij op [Aarde](http://www.astro.uu.nl/~strous/AA/nl/antwoorden/planeten.html#Aarde) kunnen bereiken is de diameter van de aardbaan rond de [Zon](http://www.astro.uu.nl/~strous/cgi-bin/glossary.cgi?l=nl&o=Zon), die ongeveer 300 miljoen kilometer bedraagt. Als wij dus de afstand tot een nabije [ster](http://www.astro.uu.nl/~strous/AA/nl/antwoorden/sterren.html#ster) willen weten, dan nemen wij het hele [jaar](http://www.astro.uu.nl/~strous/AA/nl/antwoorden/tijd.html#jaar) door regelmatig foto's van die [ster](http://www.astro.uu.nl/~strous/cgi-bin/glossary.cgi?l=nl&o=ster) en zijn omgeving, en dan kijken wij na een [jaar](http://www.astro.uu.nl/~strous/AA/nl/antwoorden/kalenders.html#jaar) (of langer) of we zien dat de ster in de foto's verschuift ten opzichte van alle andere sterren in de foto.

Als de ster voldoende dichtbij is, dan zal er zo'n verschuiving zijn. Die verschuiving bestaat dan voor een deel uit echte beweging van die ster en voor een deel uit een heen-en-weerbeweging vanwege de parallax en de baan van de [Aarde](http://www.astro.uu.nl/~strous/cgi-bin/glossary.cgi?l=nl&o=Aarde) rond de [Zon](http://www.astro.uu.nl/~strous/AA/nl/antwoorden/zonpositie.html#zon). De eigen beweging van de ster is bijna altijd langs een rechte lijn, dus die kunnen we scheiden van de heen-en-weerbeweging vanwege de parallax. De grootte van de heen-en-weerbeweging aan de hemel is net zo groot als de diameter van de aardbaan als die op dezelfde afstand stond als de ster.

De sterren blijken op zulke grote afstanden te staan dat de parallax gemeten wordt in [boogseconden](http://www.astro.uu.nl/~strous/cgi-bin/glossary.cgi?l=nl&o=boogseconden) of in kleine delen van een [boogseconde](http://www.astro.uu.nl/~strous/cgi-bin/glossary.cgi?l=nl&o=boogseconde). Een boogseconde is het 3600ste deel van een [graad](http://www.astro.uu.nl/~strous/cgi-bin/glossary.cgi?l=nl&o=graad). Ter vergelijking: een stok van 1 meter lang loodrecht op de kijkrichting bedekt aan de hemel 1 boogseconde als hij op 206 km afstand staat, en de [Maan](http://www.astro.uu.nl/~strous/cgi-bin/glossary.cgi?l=nl&o=Maan) heeft aan de hemel een diameter van ongeveer 1800 boogseconden.

Per definitie heet de afstand waarop een ster een parallax heeft van 1 boogseconde de "[parsec](http://www.astro.uu.nl/~strous/cgi-bin/glossary.cgi?l=nl&o=parsec)". (Hiervoor wordt als parallax niet de volle [breedte](http://www.astro.uu.nl/~strous/cgi-bin/glossary.cgi?l=nl&o=breedte) van de heen-en-weerbeweging genomen, maar de helft daarvan -- dus de grootste afwijking vanaf het gemiddelde.) Een parsec is gelijk aan ongeveer 3,26 [lichtjaren](http://www.astro.uu.nl/~strous/AA/nl/antwoorden/licht.html#lichtjaren).

De dichtstbijzijnde ster (Proxima [Centauri](http://www.astro.uu.nl/~strous/cgi-bin/glossary.cgi?l=nl&o=Centauri)) heeft een parallax van 0,772 boogseconden, dus die staat op een afstand van 1/0,772 = 1,29 parsec ofwel 1,29\*3,26 = 4,2[lichtjaren](http://www.astro.uu.nl/~strous/cgi-bin/glossary.cgi?l=nl&o=lichtjaren).

Pas rond 1830 lukte het voor het eerst om met behulp van de parallax de afstand tot een klein aantal nabije sterren te bepalen. Het bleef moeizaam werk tot de lancering van de Hipparcos-[satelliet](http://www.astro.uu.nl/~strous/AA/nl/antwoorden/manen.html#satelliet) in 1989. Die [satelliet](http://www.astro.uu.nl/~strous/cgi-bin/glossary.cgi?l=nl&o=satelliet) kon veel kleinere parallaxen bepalen dan voorheen, tot ongeveer 0,001 boogseconde aan toe. Daarmee kon je tot ongeveer 500 parsec of 1500 lichtjaren ver weg afstanden bepalen (maar natuurlijk steeds minder nauwkeurig naarmate de sterren verder weg staan). Hiermee hebben we nu afstanden tot enkele tienduizenden sterren direct gemeten. Zie <http://www.rssd.esa.int/Hipparcos/> (Engels).

De toekomstige Gaia-satelliet, waarvan nu voorzien is dat hij in 2011 zal worden gelanceerd, moet nog veel nauwkeuriger gaan meten dan Hipparcos, en zal daarmee van ongeveer een miljard sterren de afstand kunnen meten. Zie <http://gaia.esa.int/science-e/www/area/index.cfm?fareaid=26> (Engels).

Voor sterren die zo ver weg staan dat we hun afstand (nog) niet met behulp van parallax kunnen meten moeten we andere methoden gebruiken, zoals de "standaardkaarsmethode". Een kaars ziet er helderder uit als hij dichterbij staat en zwakker als hij verder weg staat. Als je weet dat twee kaarsen verder identiek zijn (dus ze voldoen aan dezelfde standaard), dan zal de kaars die zwakker lijkt verder weg moeten staan dan de kaars die helderder lijkt. Deze algemene methode kun je ook voor sterren gebruiken, als je kunt schatten hoeveel [licht](http://www.astro.uu.nl/~strous/AA/nl/antwoorden/licht.html#licht) de ster echt uitzendt. En dat kun je schatten als je goed kijkt hoe het licht van de ster over alle kleuren (en [spectraallijnen](http://www.astro.uu.nl/~strous/cgi-bin/glossary.cgi?l=nl&o=spectraallijnen)) verdeeld is, want dat is anders voor een reuzenster dan voor een dwergster, en anders voor een hete ster dan voor een koele ster.

Stel bijvoorbeeld dat je de afstand tot een hele verre ster wilt weten. Als je aan de hand van de lichtverdeling een identieke andere ster kunt vinden die aan de hemel veel helderder lijkt, dan kun je uit de verhouding van hun helderheden aan de hemel de verhouding van hun afstanden uitrekenen. En als je van de heldere ster al weet hoe ver die staat (bijvoorbeeld omdat Hipparcos dat met behulp van de parallax heeft kunnen doen), dan kun je met die verhouding de afstand van de hele verre ster uitrekenen.

Parallax van sterren werd al lang bedacht voor men hem ook echt kon meten. Die parallax werd gebruikt in de 16e [eeuw](http://www.astro.uu.nl/~strous/AA/nl/antwoorden/kalenders.html#eeuw) als argument in het gevecht tussen het [geocentrische wereldbeeld](http://www.astro.uu.nl/~strous/AA/nl/antwoorden/heelal.html#geocentrische wereldbeeld) (waarin de [Zon](http://www.astro.uu.nl/~strous/AA/nl/antwoorden/zon.html#zon) rond de stilstaande Aarde draait) en het [heliocentrische wereldbeeld](http://www.astro.uu.nl/~strous/cgi-bin/glossary.cgi?l=nl&o=heliocentrische%20wereldbeeld) (waarin de Aarde rond de stilstaande [Zon](http://www.astro.uu.nl/~strous/cgi-bin/glossary.cgi?l=nl&o=zon) draait). Dat er tot dan toe niemand in geslaagd was om de parallax van een ster te meten was het eenvoudigst te verklaren, zo ging het argument, als je aannam dat het [geocentrische wereldbeeld](http://www.astro.uu.nl/~strous/cgi-bin/glossary.cgi?l=nl&o=geocentrische%20wereldbeeld) klopt, want dan verwacht je helemaal geen parallax, omdat de Aarde dan altijd op dezelfde plek blijft staan. De aanhangers van dit idee konden zich niet voorstellen dat de sterren zo verschrikkelijk ver weg staan dat ze geen toen-meetbare parallax vertonen zelfs als de Aarde wel rond de Zon draait.

|  |
| --- |
|  |
|  |
| **http://www.esa.int/images/heic0602a_L,0.jpg****Sterren staan dichterbij dan gedacht** 01 oktober 2007 |
|  |
|  |
|  |
| **De Nederlander Floor van Leeuwen heeft de gegevens van satelliet Hipparcos opnieuw bestudeerd. Door zijn werk is de afstand naar de sterren nu nog nauwkeuriger bepaald.**, De Hipparcos-catalogus uit 1997 is de meest nauwkeurige stercatalogus die we kennen. Van meer dan 100.000 sterren is de positie met een hoge nauwkeurigheidsgraad in kaart gebracht.**Niet nauwkeurig** Maar de gegevens van [de in 1989 gelanceerde satelliet Hipparcos](http://nl.wikipedia.org/wiki/Hipparcos) zijn niet geheel nauwkeurig, zo concludeerde Nederlander Floor van Leeuwen, een aan de universiteit Cambridge verbonden astronoom.[*De felste en dichtsbijzijnde sterren*](http://antwrp.gsfc.nasa.gov/apod/image/9904/solarneighborhood_recons_big.gif)http://antwrp.gsfc.nasa.gov/apod/image/9904/solarneighborhood_recons_big.gifIn de catalogus bleken dat sommige afstanden veel korter waren dan er door anderen waargenomen was. Volgens Van Leeuwen kwamen de afwijking doordat de Hipparcos-satelliet licht ging schommelen door temperatuurverschillen in de ruimte.**Tien jaar onderzoek**Bij zijn analyse van de oude gegevens hield Van Leeuwen rekening met de verstorende effecten. Het totale onderzoek kostte hem uiteindelijk tien jaar.De afstand naar de sterren wordt onder andere gemeten om dit af te zetten tegen de hoeveelheid licht die een ster voorbrengt. Met die twee gegevens kan de omvang van de ster berekend worden. |

[Meer over dit nieuws bij ESA](http://www.esa.int/esaSC/SEMZIR6H07F_index_0.html)
[Meer over Floor van Leeuwen](http://www.rssd.esa.int/index.php?project=GAIA&page=Gaia_people&person=34&ordering=alphabetical)

|  |
| --- |
|  |

 [..\..\ANTI-CREATO\anti astronomy\Nep cosmology uit de weet.docx](../../ANTI-CREATO/anti%20astronomy/Nep%20cosmology%20%20%20uit%20de%20weet.docx)