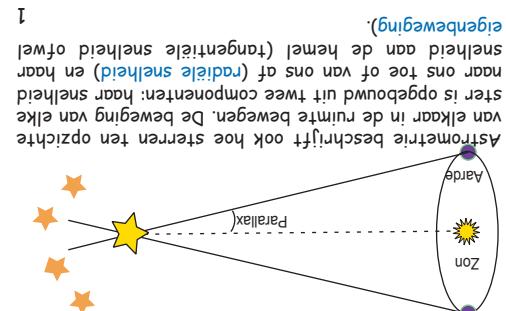




Astrometrie beschrijft ook hoe sterren ten opzichte van elkaar in de ruimte bewegen. De beweging van elke ster is opgebouwd uit twee componenten: haar snelheid naar ons toe of van ons af (**radiale snelheid**) en haar snelheid aan de hemel (tangentiële snelheid ofwel **eigenbeweging**).

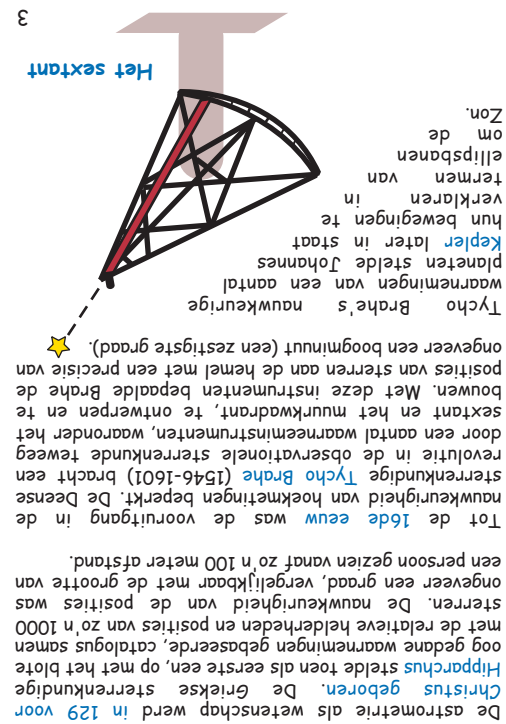
Om de afstand tot een ster te vinden, gebruiken we het concept van **parallax**. Wanneer we een dichtbijstaande ster vanaf de Aarde waarnemen, zien wij haar geprojecteerd tegen ver verwijderde achtergrondsterren. Als we zes maanden later weer naar deze ster kijken, als de Aarde aan de andere kant van haar baan om de Zon is, lijkt het alsof zij is verschoven ten opzichte van de achtergrondsterren. Deze schijnbare (hoek)verplaatsing aan de hemel noemen we **parallax**. Meting van de parallax van een ster geeft, via een simpele geometrische formule, haar afstand, **parallaxen** zijn in het algemeen heel klein, afgezien voor een paar honderd zeer nabije sterren, zodat het meten ervan extreem moeilijk is.

Astrometrie, het doen van nauwkeurige (hoek)metingen aan de hemel en het catalogiseren van de posities van sterren, was de fundamentele taak van de sterrenkunde tot de 19de eeuw. Tegenwoordig is de astrometrie nog altijd een basiselement in sterrenkundig onderzoek. Aangezien de te meten doelen van sterrenkundigen altijd geweest de nauwkeurigheden zijn altijd voortgevoerd uit de ontwikkeling van nieuwe en betere waarnemingsinstrumenten, en hebben aan de basis gestaan van een aantal ommekeer in wetenschappelijk denken.

De radiale snelheid van een ster is eenvoudig te bepalen door haar spectrum waar te nemen. Het bepalen van de eigenbeweging van een ster is echter moeilijker en vereist het nauwkeurig meten van haar beweging aan de hemel ten opzichte van andere sterren, die ook bewegen, over een periode van ten minste een aantal jaren.

Het bepalen van afstanden tot en bewegingen van sterren is van fundamenteel belang voor het bestuderen van het Heelal. De afstand van een ster geeft informatie over haar echte helderheid en grootte, zodat bijvoorbeeld haar leeftijd berekend kan worden. De bewegingen van sterren kunnen niet alleen gebruikt worden om te bepalen waar zij zich miljoenen jaren geleden bevonden, maar ook om hun toekomstige posities te voorspellen.

Astrometrie, het doen van nauwkeurige (hoek)metingen aan de hemel en het catalogiseren van de posities van sterren, was de fundamentele taak van de sterrenkunde tot de 19de eeuw. Tegenwoordig is de astrometrie nog altijd een basiselement in sterrenkundig onderzoek. Aangezien de te meten doelen van sterrenkundigen altijd geweest de nauwkeurigheden zijn altijd voortgevoerd uit de ontwikkeling van nieuwe en betere waarnemingsinstrumenten, en hebben aan de basis gestaan van een aantal ommekeer in wetenschappelijk denken.



De uitvinding van de **telescoop** in 1609 opende een nieuw tijdperk. Voor het nauwkeurig meten van hoeken aan de hemel was een telescoop alleen echter onvoldoende. Het beperkte oplosvermogen van het oog, zo'n 1' (een boogminuut), liet namelijk niet toe kleine(re) hoeken te onderscheiden zonder hulpmiddelen.

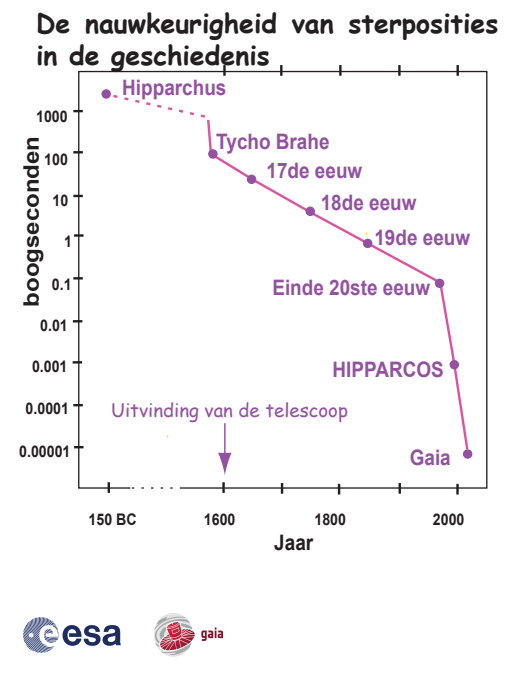
Slechts na gerime tijd, in de 17de eeuw, werd een telescoop combineerd met een verhoogde nauwkeurigheid van hoekmetingen. Dit instrument, de **filaire micrometer**, bevatte twee parallelle draden in het beeld van de telescoop welke van en naar elkaar toe konden bewegen door aan een schroef te draaien. Het aantal draaien van de schroef gaf een maat voor de hoek tussen twee sterren aan de hemel.

In de 18de eeuw bracht de toegenomen kennis van materialen en ervaring met het vervaardigen van instrumenten de astronomische cirkel, een met uiterste precisie gegraveerd hoekmetingsinstrument, tot leven. De nauwkeurigheid van hoekmetingen liep hiermee verder op tot boogseconden (een boogseconde is een zestiende deel van een boogminuut). Deze precisie maakte het James Bradley in 1729 mogelijk stellaire aberratie te meten, hetgeen het eerste directe bewijs was dat de Aarde door de ruimte beweegt. Deze Copernicaanse theorie, die stelde dat de Aarde om de Zon beweegt. De 18de eeuw zag ook de belangrijke ontdekking bevestigde de toen nog omstreden ontdekking van Edmund Halley, namelijk dat sterren niet stil staan maar door de ruimte bewegen.

De kleine Gaia boekjes

DE GESCHIEDENIS VAN DE ASTROMETRIE

Van Hipparchus tot Gaia



gebied van de afstanden van sterren en vormen een tot nog toe onuitputtelijke bron van informatie over sterren en onze Melkweg.

ESA is van plan een opvolger van de succesvolle Hipparcos satelliet te lanceren. Gebruikmakend van de meest geavanceerde technologieën zal deze satelliet **Gaia** in staat zijn een uiterst **precisie drie-dimensionale dynamische kaart van heel onze Melkweg** te maken. Gaia zal de posities, afstanden en snelheden van meer dan 1000 miljoen sterren bepalen met een nauwkeurigheid van zo'n 20 miljoenste boogseconde. Deze hoek komt overeen met de diameter van een menselijke haar gezien vanaf een afstand van 1000 km!

Het grote, ambitieuze doel van Gaia is één van de meest uitdagende en fundamentele vragen van de moderne wetenschap te beantwoorden, namelijk: **wat is de ontstaansgeschiedenis, hedendaagse structuur, en het toekomstig lot van ons sterrenstelsel, de Melkweg?** Naast deze vraag zal Gaia tevens vele belangrijke bijdrages leveren op talloze vakgebieden.

Gaia kan slechts worden verwezenlijkt door toepassing van de meest geavanceerde technologieën ontwikkeld door creatieve ingenieurs. De satelliet zal licht brengen in de duisternis rondom vele vragen waar wetenschappers al eeuwen mee worstelen. Maar dit project is meer dan de droom van talloze generaties sterrenkundigen: Gaia is in feite de ultieme verwezenlijking van onze diepgewortelde nieuwsgierigheid naar de geheimen van het Heelal.

Graveringstechnieken ontwikkelden zich in de 19de eeuw verder. De nauwkeurigheid van hoekmetingen nam als gevolg ook verder toe, tot fracties van boogseconden. Rond 1830 konden zodoende voor het eerst betrouwbare parallaxen van sterren worden gemeten. Deze metingen bevestigden dat sterren op enorm grote maar eindige afstanden staan. Dit gegeven was van fundamenteel belang voor begrip van de sterren zelf en van onze plaats in het Heelal.

In de 20ste eeuw verschoof - mede door de komst van nieuwe technieken zoals **spectroscopie** en **fotografische platen** - de belangstelling voor het meten van de posities van sterren langzaam naar het bepalen van de eigenschappen van sterren. Positionele meetnauwkeurigheden bleven steken op ongeveer een tiende boogseconde, een fundamentele grens die voortkomt uit de vertroebelende werking van de Aardatmosfeer.

De grens aan de meetnauwkeurigheid van de posities van sterren ten gevolge van de atmosfeer van de Aarde werd pas in 1989 doorbroken toen **ESA de Hipparcos satelliet lanceerde**. Vanuit haar baan om de Aarde heeft de satelliet de hele hemel talloze malen afgetast om zodoende de posities, afstanden en bewegingen van zo'n 118218 nabije sterren te bepalen met een nauwkeurigheid die zo'n 100 maal groter is dan wat vanaf de Aarde mogelijk is. De resulterende catalogus, met meetnauwkeurigheden van een duizendste boogseconde, wordt nu door wetenschappers over de hele wereld gebruikt. De metingen van Hipparcos hebben een revolutie teweeg gebracht op het

Bezoek voor meer informatie de Gaia website: <http://sci.esa.int/Gaia>