

Koninklijk Eise Eisinga Planetarium Franeker

Het oudst
werkende
Planetarium
ter wereld





△ De entree van het Eise Eisinga Planetarium

Koninklijk Eise Eisinga Planetarium

Inhoud

Voorwoord	3
Het einde der tijden?	4
Een wolkammer als redder	5
Het zonnestelsel in de woonkamer	7
Eise Eisinga na de bouw van zijn Planetarium	16
Het Eise Eisinga Planetarium door de eeuwen heen	19
Het zonnestelsel wordt groter!	20
Planeten bij andere sterren?	23
Een beeld van de hemel	25
Alles draait	27
Permanente en wisselende exposities	30

Voorwoord

Jaarlijks verwonderen tienduizenden bezoekers uit binnen- en buitenland zich over het prachtige bewegende model van het zonnestelsel, dat meer dan 220 jaar geleden gebouwd is door Eise Eisinga.

In de woonkamer van Eisinga's grachtenpand in Franeker krijgt iedere bezoeker op deskundige en enthousiaste wijze uitleg over dit unieke instrument.

Telkens weer is men onder de indruk van de enorme precisie en de schoonheid waarmee Eise Eisinga het heeft uitgevoerd.

Dit boekje geeft u de gelegenheid om thuis alles nog eens rustig na te lezen en u nogmaals te verbazen over de enorme prestatie van Eise Eisinga.

Ik wens u veel leesplezier!

Adrie Warmenhoven

Directeur/conservator

Het einde der tijden?

Op 8 mei 1774 vond een bijzondere samenstand van planeten plaats. In de vroege ochtend stonden Mercurius, Venus, Mars, Jupiter en onze maan dicht bij elkaar aan de hemel. Er werd beweerd dat deze hemellichamen op elkaar zouden botsen, waardoor de aarde uit haar baan geslingerd zou worden en in de zon verbranden.

Deze voorspelling werd gedaan door Eelco Alta, predikant uit Bozum. In april 1774 verscheen in de Leeuwarder Courant een stukje over het geschrift van deze 'liefhebber van de waarheid', zoals hij zichzelf noemde. Het geschrift droeg de titel *Philosophische bedenkingen over de conjunctie van de planeten*.

Zijn ideeën zorgden voor veel onrust en angstgevoelens onder de bevolking.

De overheden probeerden in te grijpen door het geschrift te verbieden, maar het kwaad was al geschied.

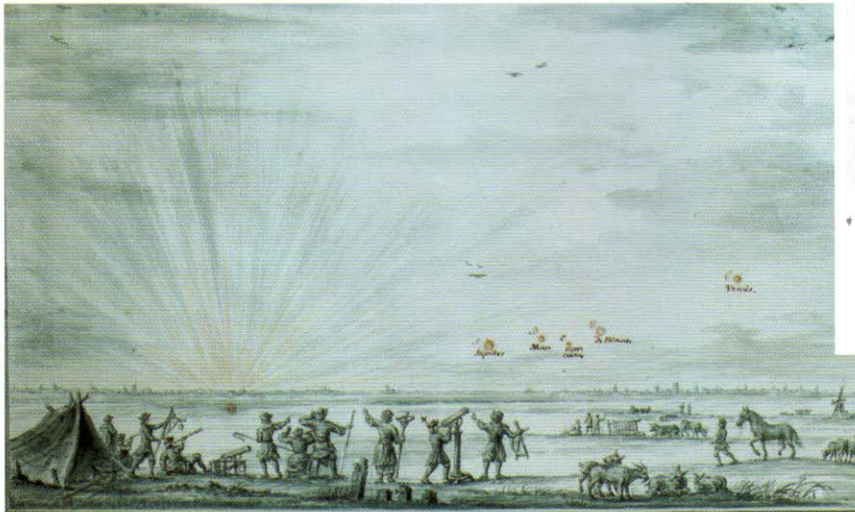
▷ Een bladzijde uit het geschrift van Eelco Alta

▽ De samenstand van 8 mei 1774

VOORBERICHT A A N D E N L E E S E R.

Zoodra ik de eerstemaal in de Courant zag de tyding van de aanstaande Conjunctie der Maan en vier Planeten, op den 8 May zullende geschieden, wierd ik met verwondering 'er over aangedaan; eensdeels, om dat nog nooit in de Schriften der Sterrekundige van de nabyheit van dit of diergelyk evenement geleezen had, die echter het lange te voren zoo wel als nu zouden hebben kunnen uitrekenen; anderdeels, om dat ik dit als iets beschouwde, dat met byzondere en verregaan-

A 2 de



Een wolkammer als redder

Eise Eisinga werd op 21 februari 1744 in Dronrijp geboren. Daar volgde hij ook de lagere school. Zoals zoveel kinderen in die tijd, moest ook hij thuis komen werken, in zijn geval in de wolkammerij van zijn vader. Naast het wolkammen nam hij van zijn vader de interesse voor zaken als sterrenkunde en wiskunde over. Hij was zó leergierig dat hij al op jonge leeftijd wekelijks naar Franeker liep, waar hij met Willem Wijtses, een wol-verter, de wiskundeboeken van Euclides bestudeerde.



△ Een staalkaart van gekleurde wol, door Eise Eisinga vervaardigd

◁ Een tegeltableau van een wolkammerij

Het zonnestelsel in de woonkamer

Om het zonnestelsel een plek in zijn woonkamer te geven, moest Eise Eisinga de werkelijkheid één biljoen (duizend miljard) keer verkleinen.

Dat betekent dat één millimeter aan het plafond gelijk staat aan één miljoen kilometer in werkelijkheid!

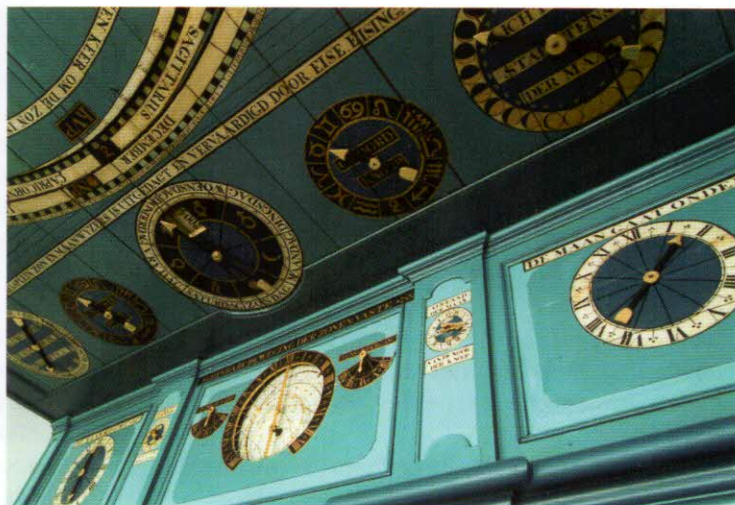
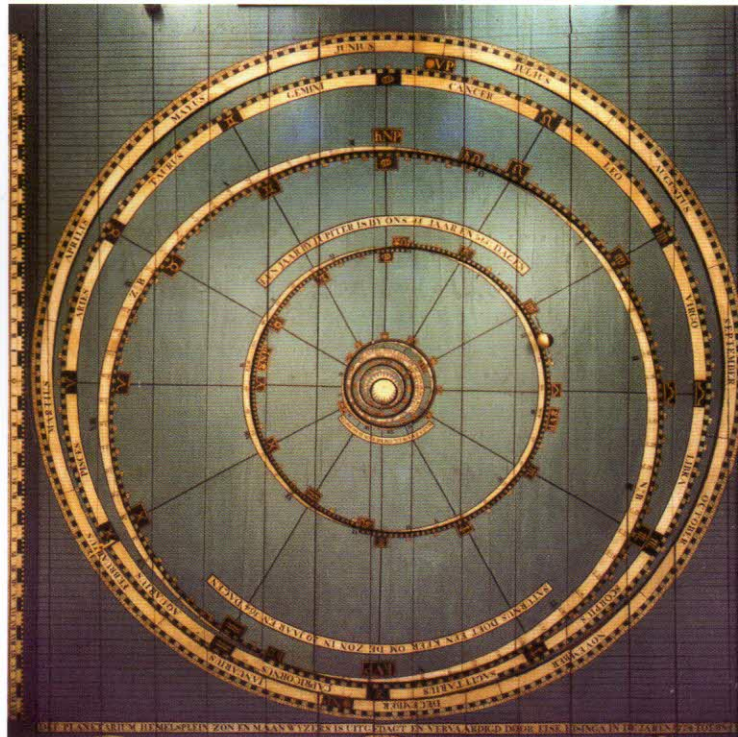
Aan het plafond gaf hij het zonnestelsel weer met de zon in het centrum en de toen bekende planeten daaromheen.

Naast het zonnestelsel zijn allerlei wijzers aangebracht, waarop dagelijks de actuele gegevens over ons zonnestelsel zijn af te lezen.

Op de foto rechtsboven is het centrale deel van het zonnestelsel weergegeven.

In het centrum wordt de zon voorgesteld door een ster. Rond de zon zijn sleuven uitgezaagd, waardoor de planeten bewegen.

De planeten hangen als bollen aan metalen staafjes, die door de sleuven in het plafond steken.



▷ De wijzers boven de bedstee

Op de foto hiernaast zijn de banen van Mercurius, Venus, aarde en Mars te zien. De planeten bewegen in respectievelijk 88, 224, 365 en 687 dagen rond de zon. Vlakbij de aarde staat nóg een klein bolletje: de maan. Net als in werkelijkheid draait deze maan in 29,5 dag om de aarde.

Buiten de baan van Mars bewegen nog de planeten Jupiter (11 jaar en 315 dagen) en Saturnus (29 jaar en 164 dagen) om de zon. De grootste manen van deze planeten zijn ook weergegeven.

De planeten Uranus, Neptunus en Pluto zijn pas later ontdekt en dus niet in dit model weergegeven.

De bolletjes zijn voor de helft verguld en voor de helft zwart geschilderd. Hiermee worden de dag- en nachtzijde aangegeven.

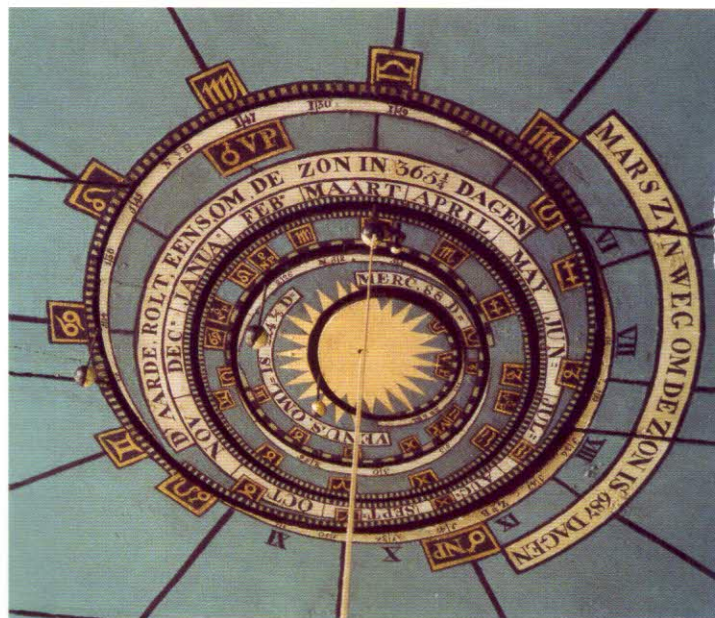
De afstanden van de planeten zijn op schaal, maar de planeetbollen *niet*: de aarde zou in dat geval onzichtbaar klein zijn geworden.

De planeetbanen zijn in werkelijkheid geen cirkels maar ellipsen, met de zon in één van de brandpunten. De afstand van een planeet tot de zon is dus niet constant. De grootste afstand noemen we het verste punt (VP) en de kleinste afstand het naaste punt (NP). Deze punten staan op het plafond ook aangegeven.

De planeetbanen liggen niet in hetzelfde vlak als de baan van de aarde om de zon. Dat vlak noemen we het eclipticavlak. De helling van de planeetbanen ten opzichte van de ecliptica is echter gering: slechts enkele graden.

Een uitzondering hierop vormt Pluto, die een baanhelling van ongeveer zeventien graden heeft.

De banen van de planeten snijden het eclipticavlak in



twee punten, die de 'knopen' worden genoemd. We spreken van een klimmende- en een dalende knoop. Passeert de planeet de klimmende knoop, dan verandert de afstand tot de ecliptica van negatief naar positief. In de dalende knoop gebeurt het tegenovergestelde.

De getallen in de witte cirkels rond de planeetbanen geven de positie van de planeet ten opzichte van de knopen aan en hoe groot de afstand is.

Aan het plafond is dus af te lezen waar we een planeet aan de hemel moeten zoeken en of deze dan boven of onder de ecliptica staat.

Bij elke planeetbaan zijn de tekens van de dierenriem geschilderd. Elk teken is verdeeld in dertig graden.

Hierdoor is het mogelijk om de juiste positie van iedere planeet aan de sterrenhemel af te lezen.

De datumwijzer

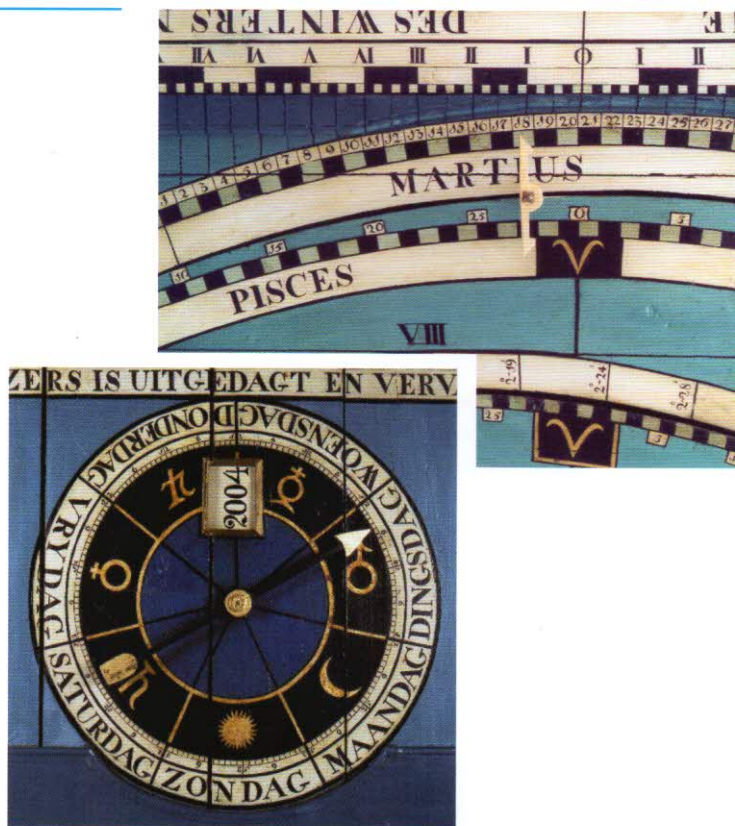
Buiten de baan van Saturnus is nog een zevende sleuf aangebracht. Hierdoor beweegt zich de datumwijzer. Aan de buitenkant geeft de wijzer de juiste datum aan (dag en maand) terwijl de binnenkant de positie van de zon in de dierenriem aangeeft.

Vanaf de datumcirkel lopen evenwijdige lijnen naar de zijplinten aan het plafond, waarop een schaalverdeling is aangebracht. Deze lijnen geven gedurende het gehele jaar de declinatie van de zon aan. De declinatie is de hoogte van de zon aan de hemel, gemeten ten opzichte van de hemelevenaar. Rond 21 juni bereikt de zon zijn hoogste punt aan de hemel, terwijl hij rond 21 december het laagst staat. Rond 21 maart en 21 september staat de zon precies op de hemelevenaar. De foto rechtsboven is genomen op 18 maart. De zon bevond zich toen op 28 graden in het teken Pisces (Vissen) en had een declinatie van één graad zuiderbreedte.

De datumwijzer doorloopt de sleuf in één jaar. In het geval van een schrikkeljaar moet de wijzer één dag worden teruggezet. Hiervoor heeft Eise Eisinga een speciale voorziening gemaakt. Het datumrad wordt ontkoppeld van de centrale aandrijving en één dag teruggezet. In dat geval komt 28 februari tweemaal voor.

Dagwijzer en jaartal

Boven de bedstee bevinden zich vijf wijzerplaten aan het plafond. De middelste geeft de juiste dag van de week aan. Ook het juiste uur (in plaatselijke tijd) is af te lezen. De dagen van de week zijn vernoemd naar de zeven hemellichamen die men destijds kende: zondag (de zon), maandag (de maan), dinsdag (Mardi- Mars), woensdag (Mercredi - Mercurius), donderdag (Jeudi -



Jupiter), vrijdag (Vendredi-Venus) en zaterdag (Saturnus). Ook in de Germaanse goden als Wodan, Donar en Freia kunnen we de namen van de dagen nog aflezen. In deze wijzerplaat is tevens een rechthoekige opening te zien, waarin het juiste jaartal afleesbaar is. Op 31 december rond vier uur 's middags begint het jaartal te verschuiven en om middernacht is het nieuwe jaartal af te lezen.

De plank waarop de jaartallen zijn geschilderd, moet om de 22 jaar van een nieuwe reeks jaartallen worden voorzien.

De gevel van het Planetarium

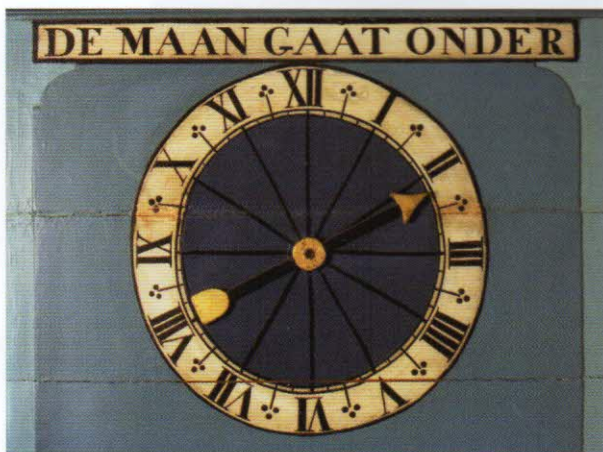
Volgens het jaartal dat op de gevelsteen staat vermeld, is het huis gebouwd in 1768. Het huis zelf is echter ouder; in genoemd jaar is de gevel vervangen. Oorspronkelijk werd het de 'Ooijevaar' genoemd. De gevelsteen verwijst hiernaar.

Tussen de ramen op de eerste verdieping bevindt zich een zonnewijzer, die de plaatselijke zonnetijd aangeeft. Om de huidige tijd te vinden moet men veertig minuten bij deze tijd optellen en als de zomertijd geldt nog een extra uur.

Op het poortje tussen het Planetarium en het belendende pand is de volgende spreuk te lezen:
Voersint eer Ghij begint.



Ongetwijfeld heeft Eisinga deze spreuk in gedachten gehad, voordat hij aan de bouw van zijn planetarium begon. Het heeft hem er echter niet van kunnen weerhouden.



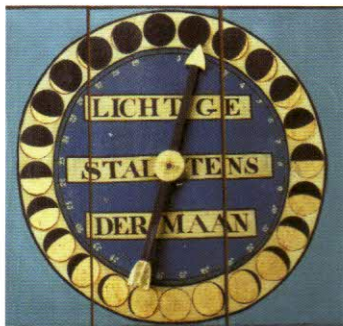
DE MAANWIJZERS

Het Eise Eisinga Planetarium telt in totaal acht wijzerplaten die betrekking hebben op de maan. Ze geven informatie over het tijdstip waarop de maan opkomt en ondergaat, de schijngestalten en het sterrenbeeld waarin de maan zich bevindt. Een aantal wijzers beschrijft zeer nauwkeurig de baan van de maan. Met behulp van deze klokken zijn onder andere zons- en maansverduisteringen af te lezen.

Opkomst en ondergang

Net als de zon komt de maan op in het oosten en gaat zij onder in het westen. De tijden hiervan zijn heel variabel. Gemiddeld verschuiven de wijzers die dit aan-

▷ De schijngestalten van de maan



geven met 48 minuten per etmaal. Het kleinste tijdverschil is elf minuten, maar het kan ook anderhalf uur zijn! Om dit mogelijk te maken heeft Eisinga excentrische tandraderen gemaakt.

De schijngestalten

De maan wordt verlicht door de zon. Doordat de maan in één maand tijd om de aarde draait, zien we steeds een ander deel van de maan verlicht. Dit noemen we de schijngestalten of maanfasen.

Positie in dierenriem

De maan beweegt in een vast gebied aan de hemel, net als de zon en de planeten. In dit gebied staan de sterrenbeelden van de dierenriem. Deze sterrenbeelden vormen een band aan de hemel. Hierin vinden we de zon, maan en planeten altijd terug. Deze klok geeft aan in welk sterrenbeeld de maan zich bevindt.

Verste punt en noorderknoop

De twee kleine klokjes naast de bedstee geven informatie over de baan van de maan.

De maanbaan staat een beetje scheef ten opzichte van de baan van de aarde rond de zon. De ene helft van de maanbaan ligt als het ware 'boven' het aardbaanvlak, de andere helft er 'beneden'.

Tijdens haar omloop rond de aarde snijdt de maan de

aardbaan twee keer. Deze snijpunten worden knopen genoemd. Zo is er een klimmende en een dalende knoop.

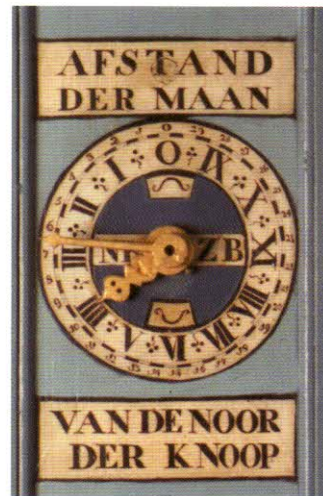
Als de maan zich in een van de knopen bevindt, kan er een zons- of maansverduistering plaatsvinden.

Bij een zonsverduistering schuift de maan, vanaf de aarde gezien, vóór de zon langs waardoor zij de zon afdekt.

Bij een maansverduistering verdwijnt de maan in de schaduw van onze eigen aarde. In beide gevallen staan zon, maan en aarde in een rechte lijn. Bij een zonsverduistering is het altijd nieuwe maan en bij een maansverduistering altijd volle maan.

De klok 'afstand van de maan tot de noorderknoop' geeft dit heel precies aan. De afstand wordt uitgedrukt in hemeltekens en graden. De kleine wijzer geeft de tekens aan, de grote wijzer de graden.

Staan beide wijzers op nul en staat de wijzer van de maanfase op nieuwe maan, dan zal er ergens ter wereld een zonsverduistering plaatsvinden. Bij volle maan vindt er in dat geval een maansverduistering plaats. Geeft het klokje zes uur aan, dan staat de maan in de zuiderknoop. Bij zowel zuider- als noorderknoop kunnen er verduisteringen voorkomen. Omdat de baan van de



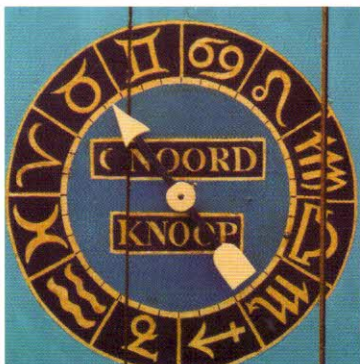
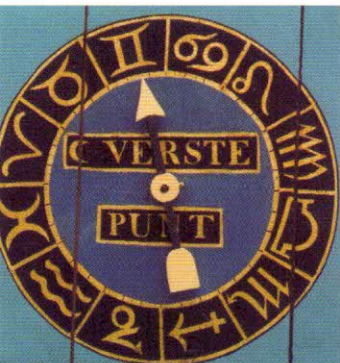
maan om de aarde elliptisch is, is de afstand van de maan tot de aarde niet altijd gelijk. Het punt waar de afstand het grootst is, wordt het verste punt genoemd. Dit punt wordt bereikt als de wijzers van het klokje 'afstand maan tot het verste punt' beide op nul staan. De afstand tussen de maan en de aarde is dan het grootst.

Staat de grote wijzer op nul en de kleine op zes, dan staat de maan in het naaste punt. De maan staat dan het dichtst bij de aarde.

Positie verste punt en noorderknoop

Door het complexe spel van de bewegingen van aarde, maan en zon verschuiven de maanknopen aan de hemel. Ze doorlopen de dierenriem in een periode van achttien jaar en 228 dagen.

Ook het verste punt verschuift aan de hemel, met een periode van acht jaar en 311 dagen.



'De hemel is gestegen of de aarde gedaald'

'De hemel is gestegen of de aarde gedaald...' Dat moet Eise Eisinga eens hebben uitgeroepen op een van de bolwerken van de stad. Eise Eisinga zat daar op een krukje met de studenten van de Franeker Universiteit om zich heen, toen hij even werd weggeroepen. De studenten besloten vervolgens een grap uit te halen. Zij zaagden alle vier de poten van de kruk af. Eise Eisinga viel blijkbaar niet zo snel uit zijn rol, want toen hij terugkwam en weer plaats nam op zijn (ingekorte) zetel, constateerde hij 'dat de hemel is gestegen of de aarde gedaald'.

Boven de bedstee bevindt zich het 'hemelsplein of planisferium'. Op deze sterrenkaart wordt de beweging van de zon en de sterrenhemel weergegeven, gezien vanuit Franeker.

Omdat de aarde in 24 uur om haar as draait, lijkt het alsof de zon en de sterren van oost naar west bewegen. Op deze schijf zie je het juiste tijdstip en de precieze plaats waarop de zon 's ochtends boven de oostelijke horizon opkomt. Vervolgens beweegt de zon door het zuiden en gaat hij in het westen onder. De uren worden aangegeven door rechte lijnen.

Het zonnetje geeft dus de actuele tijd aan (op de foto is het nu half negen)

De rechte stang, die van boven naar beneden loopt, stelt de meridiaan voor. Samen met de zes gebogen lijnen geven zij de belangrijkste kompaspunten aan. Op de schijf wordt steeds de actuele sterrenhemel weergegeven. Ook overdag, terwijl in werkelijkheid dan de zon de sterren overstraalt.

Als de zon in het westen is ondergegaan, kan men op



△ Het 'hemelsplein' boven de bedstee

de schijf de sterrenhemel van de betreffende dag aflezen.

Het juiste tijdstip voor zonsopkomst en -ondergang wordt aangegeven door de twee klokjes naast de schijf. Op de langste dag staat de wijzer van de zonsopkomst boven de vier en die van de zonsondergang boven de acht. Vanaf die dag bewegen de wijzers langzaam weer terug, totdat ze een half jaar later aan de andere kant op hun maximale stand staan: de kortste dag. Terwijl de aarde ronddraait beweegt ze ook rond de zon. Hierdoor lijkt de zon in een jaar langs de hemel te verschuiven. Deze beweging door de dierenriem wordt ook op deze schijf aangegeven. Elke dag zie je de zon een stukje opschuiven ten opzichte van de sterren-

hemel. Ook dit is een schijnbare beweging. Voor alle duidelijkheid heeft Eise Eisinga dit nog vermeld boven de schijf. Omdat hij niet voldoende ruimte had, heeft hij de sterren symbolisch weergegeven!

Alle klokken in het Planetarium geven Franeker Tijd aan. Dit is de lokale zonnetijd zoals men die vroeger aflas van een zonnwijzer.

Tegenwoordig hanteren we de Midden Europese Tijd. Hierdoor moeten er veertig minuten bij de lokale tijd worden opgeteld. In de zomerperiode moet een extra uur worden bijgeteld.

Het raderwerk

Alle planeten, wijzers en klokken worden aangedreven door een uitgebreid stelsel van houten hoepels en schijven, waarop ruim tienduizend handgesmede spijkers zijn aangebracht.

Dit raderwerk wordt bestuurd door een slingerklok met één gewicht. Deze klok regelt alleen de juiste snelheid; de kracht wordt geleverd door acht gewichten. Die zijn verbonden met de belangrijkste assen, zodat er vrijwel geen sprake is van weerstand.

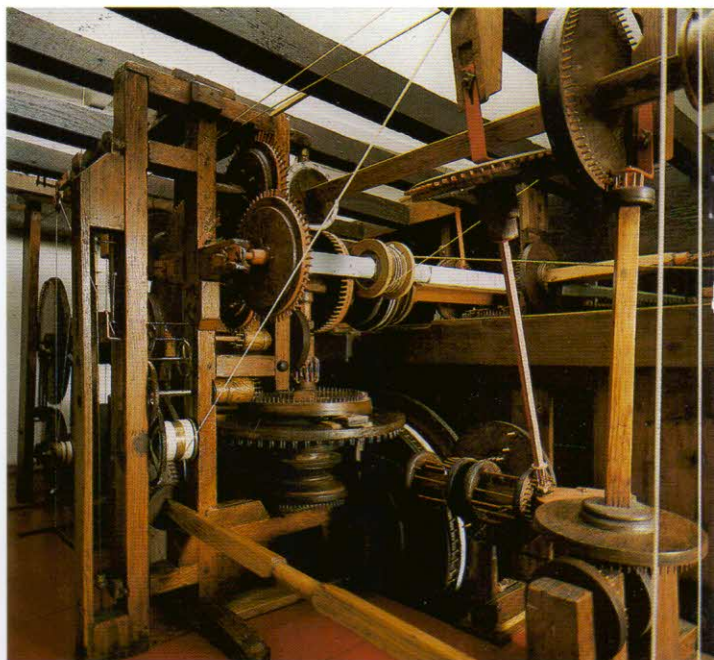
De slinger maakt tachtig schommelingen per minuut (zie kader). In de loop van het jaar moet de slinger iet-

Slinger in de bedstee!?

Eise Eisinga had al zijn rekenwerk voor de planeten en klokken aanvankelijk gebaseerd op een slinger van één meter lengte. Deze slinger zou namelijk precies zestig maal per minuut heen en weer gaan. Toen bijna alles klaar was, werd de klok op de juiste plaats aangebracht, precies boven de bedstee. De slinger bleek echter te lang. Er moest een sleuf in het plafond van de bedstee worden gezaagd om de slinger de ruimte te geven.

Hier had zijn vrouw toch wel moeite mee. De bedstee was haar te lief, zeker nadat haar man ook al de hele woonkamer had verbouwd. Eise moest de slinger met 25 cm inkorten, zodat de slinger precies boven het plafond zou bewegen. Maar een korte slinger gaat sneller dan een lange...

Daardoor moest Eise Eisinga alle tandwielen uit de klok opnieuw berekenen om zijn hele planetarium weer op tijd te laten lopen!



△ De slingerklok met een deel van het raderwerk

wat bijgesteld worden in verband met temperatuurwisselingen.

Vanuit deze ene slingerklok wordt werkelijk alles aangedreven, zowel de planeten als bijvoorbeeld de sterk verschillende tijden van de maanopkomst en -ondergang. Om dit alles te bewerkstelligen heeft Eise Eisinga bijzondere oplossingen bedacht.

Excentrische tandraderen

Verschiede maanwijzers moeten met zeer onregelmatige snelheden ronddraaien. Eisinga heeft deze onregelmatige bewegingen weten te bereiken door excentrische raderen te gebruiken.

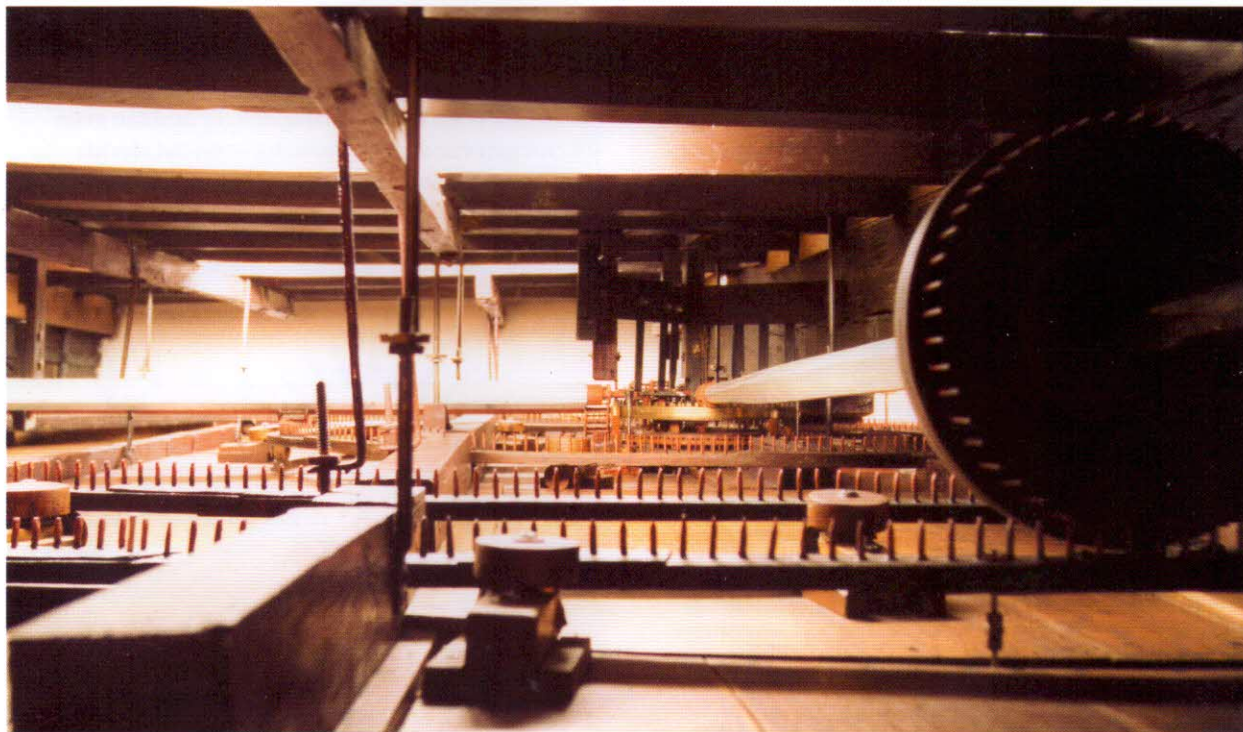
De tanden op deze raderen zijn zodanig geplaatst dat het rad met wisselende snelheden rondgaat.

Zo'n excentrisch rad grijpt in de stiften van een zogenaamd lantarenrondsel (een rondsel met lange stiften); zodat de ingrijping steeds blijft bestaan.

De planeetraderen

De raderen (foto onder) die de planeten en ook de datumwijzer in beweging brengen zijn eikenhouten hoepels, die door houten rollen ondersteund en in de baan gehouden worden. Boven elke sleuf (planeetbaan) in het plafond ligt een hoepel. Het buitenste en

grootste rad brengt de datumwijzer in beweging en gaat dus rond in een jaar. De tweede hoepel is het rad dat de planeet Saturnus in 29 jaar en 164 dagen om de zon voert. Verder zit aan de kant van het datumwijzer-rad nog een pen. Dat is de nieuwjaarsstand, die op 31 december het mechanisme dat het jaartal verwisselt in beweging zet.





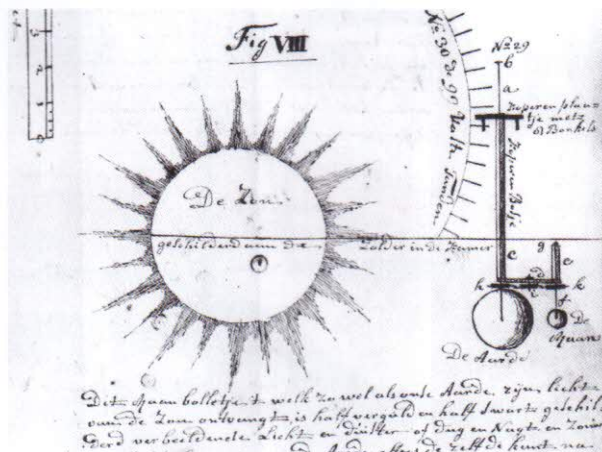
△ Portret van Eise Eisinga, geschilderd door Willem v.d. Kooij in 1827

Eise Eisinga na de bouw van zijn Planetarium

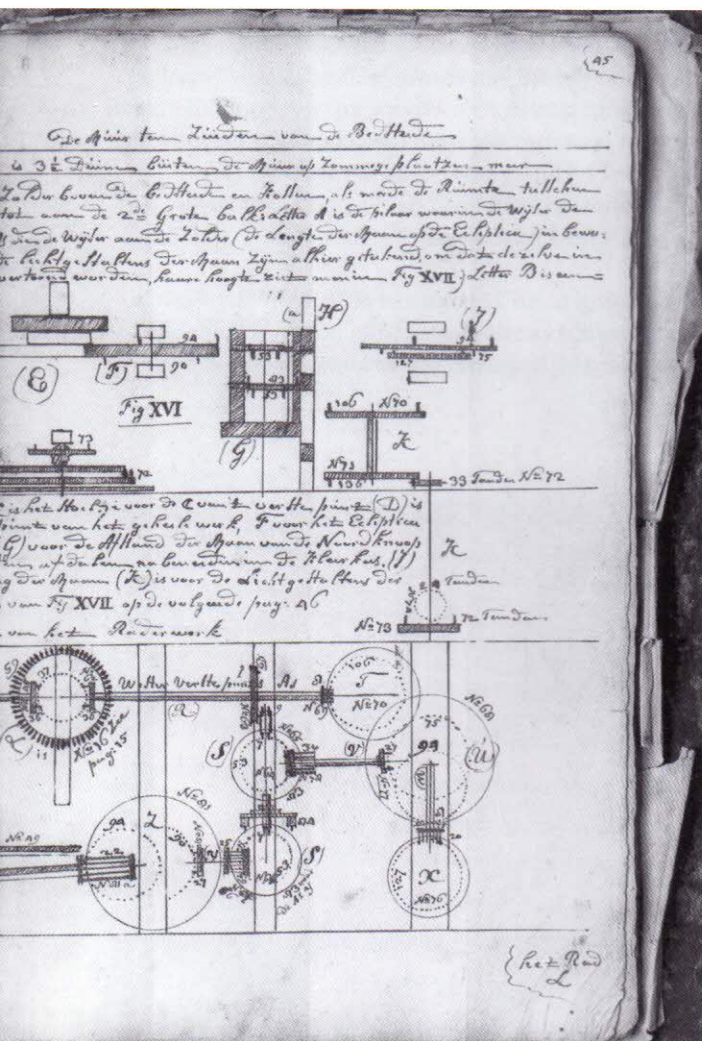
Het feit dat Eisinga zijn woonkamer had omgetoverd tot een bewegend model van het zonnestelsel, drong ook door tot de Franeker Universiteit. Deze universiteit was reeds in 1585 gesticht en daarmee een van de oudste van Nederland.

Eén van de hoogleraren, professor van Swinden, kon zijn nieuwsgierigheid niet bedwingen en bracht een bezoek aan Eisinga. Tot zijn grote verbazing zag hij wat Eisinga gepresteerd had. Hij was zo onder de indruk, dat hij besloot een boek te schrijven over Eisinga en zijn Planetarium. Hierdoor kreeg Eisinga als het ware wetenschappelijke erkenning en dat leidde ertoe dat ook andere wetenschappers het Planetarium kwamen bezoeken. Eisinga werd ook gevraagd om enkele gastcolleges te verzorgen, een hele eer voor iemand met alleen een lagere schoolopleiding! Nadat in 1781 het Planetarium klaar was, maakte Eise Eisinga een nauwkeurige beschrijving met tekeningen over de werking, zodat zijn kinderen het Planetarium na zijn dood in stand konden houden. In Friesland was ondertussen onrust ontstaan. De

zogenaamde patriotten verzetten zich tegen de Stadhouder. In 1787 werd het verzet gebroken door het Stadhoudelijk gezag. Vele patriotten vluchtten om zich in veiligheid te stellen. Daar Eise Eisinga lid was geworden van de Vroedschap van Franeker, werd hij bij dit conflict betrokken. Hij moest zijn vrouw en kinderen achterlaten en vluchtte naar Gronau in Duitsland. Hier ontwikkelde hij plannen voor de bouw van een tweede planetarium, dat geplaatst zou moeten worden in een ruimte met een koepelvormig dak. Er bestaan geen tekeningen van zijn plannen, hij heeft het slechts beschreven in een aantal brieven. Door tijdgebrek en



△ Toelichting op de beweging van de maan rond de aarde



△ Een bladzijde uit het instructieboek van Eise Eisinga

De kinderen van Eise Eisinga

Met zijn eerste vrouw heeft Eise drie kinderen gekregen.

In april 1773 werd Trijntje geboren; helaas overleed zij in dezelfde maand. Op 29 mei 1774 werd Jelte geboren en pas tien jaar later Jacobus. Blijkbaar had Eise tijdens zijn bouw aan het Planetarium geen tijd om voor nageslacht te zorgen!

Ook met zijn tweede vrouw kreeg Eise drie kinderen. Op 14 oktober 1793 werd Eelke geboren, die in 1795 overleed. In 1796 en 1798 werden twee dochters geboren, Hitje en Minke.

Met name zijn oudste zoon Jelte had veel aanleg voor wis- en sterrenkunde. Het heeft Eise dan ook zeer veel verdriet gedaan dat Jelte in 1809 op 34-jarige leeftijd overleed.

Zijn beide zoons hebben alleen dochters voortgebracht, zodat de naam Eisinga via de directe lijn is uitgestorven.

het ontbreken van voldoende geldelijke steun is het niet gerealiseerd. Het plan is uiteindelijk in de vergetelheid geraakt.

Tijdens zijn verblijf in Duitsland stierf op 24 juli 1788, tot zijn grote verdriet, zijn vrouw.

Begin 1790 vestigde hij zich in Visvliet, net over de Friese grens in Groningen. Hij hoopte dat de politieke onrust wat gezakt was, maar toen zijn verblijfplaats bekend was geworden, werd hij opgepakt op last van het Hof van Friesland. Na enige verhoren werd hij voor vijf jaar verbannen uit de provincie Friesland. Hij ging weer in Visvliet wonen en hertrouwde daar, op 27 mei 1792, met Trijntje Eelkes Sikkema.

De omwenteling van 1795 maakte een einde aan zijn ballingschap. Hij keerde naar Franeker terug, waar bleek dat zijn huis aan andere mensen was verhuurd. Pas in 1796 kon hij zijn eigen woning weer betrekken. Hij hervatte zijn vroegere werkzaamheden als wolkammer en stelde zijn Planetarium weer in werking. In februari 1816 werd Eisinga benoemd tot 'Broeder der Orde van de Nederlandse Leeuw'. Koning Willem I, die Eisinga deze onderscheiding had toegekend, bezocht het Planetarium samen met Prins Frederik der Nederlanden op 30 juni 1818. In 1825 besloot Koning Willem I het Planetarium voor

het Rijk aan te kopen voor de som van tienduizend gulden (voor die tijd een enorm bedrag) met de bepaling dat Eisinga daarin vrije woning en tweehonderd gulden per jaar voor toezicht werd toegekend. Als tegenprestatie moest hij uitleg geven aan 'het volk'. Op 25 februari 1859 heeft het Rijk het Planetarium aan de gemeente Franeker geschonken.

In de morgen van 27 augustus 1828 stierf Eise Eisinga op de leeftijd van 84 jaar en 6 maanden. Volgens zijn wens werd hij begraven op het kerkhof te Dronrijp.

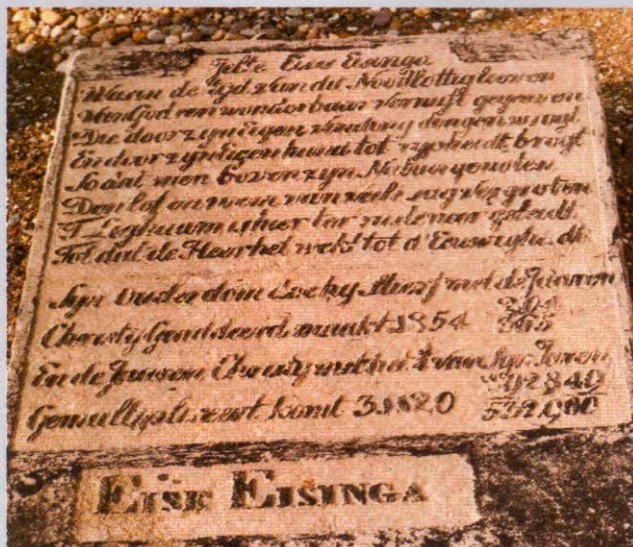
Jelte Eises Eisinga

Was in de tijd van dit Noodlottig leven
Van God een wonderbaar vernuft gegeven
Die door zijn Eigen vinding dingen wrogt
En door zijn Eigen hand tot rijpheid brogt
Sodat men boven zijn Natuurgeloten
Den lof en roem van veele sag vergroten
'T lighaam is hier ter ruste neergeleidt
Tot dat de Heer het wekt tot d' Eeuwigheid

Sijn Ouderdom doe hij Stierf met de Jaaren
Christy Geaddeerd maakt 1854 $\frac{204}{365}$

En de Jaaren Christy met $\frac{1}{4}$ van Sijn Jaren
Gemultipliceert komt 31120 $\frac{292849}{532900}$

Eise Eisinga
(Oplossing staat onderaan pag. 31)



△ Grafsteen in Dronrijp met rekenkundig raadsel over Eise zijn vader

Het Eise Eisinga Planetarium door de eeuwen heen

Na het overlijden van Eise Eisinga in 1828 werd het beheer van het Planetarium overgenomen door zijn jongste zoon Jacobus. Dertig jaar lang heeft die het Planetarium onder zijn hoede gehad. Ook na zijn dood bleef het Planetarium in familiebeheer; zijn dochter Sjoukje werd de eerste conservatrice. Haar werk werd overgenomen door haar zuster Jeltje, die getrouwd was met Jacob Fogteloo. Na het overlijden van het echtpaar Fogteloo werd in 1910 hun dochter Hiltje door de gemeenteraad van Franeker als conservatrice aangesteld. Zij heeft dit werk gedaan tot april 1922. Met haar vertrek kwam tevens een einde aan het beheer door de familie.

In de twee decennia die volgden zijn achtereenvolgens de heer Glazema, het echtpaar van der Valk en de Franeker uurwerkmaker Wielinga verantwoordelijk geweest voor de instandhouding van het Planetarium. De laatste is op 14 juli 1941 opgevolgd door Harke Terpstra, een begrip in Franeker en wijde omgeving. Niet in het minst omdat hij conservator is geweest tot 1983: ruim 42 jaar!

Hij is opgevolgd door Henk Nieuwenhuis. Onder zijn leiding is het Planetarium in 1990 met de vroegere werkplaats uitgebreid. In 1997 heeft het Planetarium, met Hans Noordmans als projectleider, een grote restauratie ondergaan. Hiermee is het Planetarium weer in een staat gebracht waarin het nog vele jaren dienst kan doen.

De huidige directeur/conservator Adrie Warmenhoven is sinds 2001 in dienst.

Sinds 1 januari 2002 is het Planetarium een stichting.



△ De Planetariumkamer met directeur/conservator Adrie Warmenhoven

Het zonnestelsel wordt groter!

Eise Eisinga gaf met zijn model de stand van zaken weer van de achttiende eeuw.

Twee maanden nadat Eisinga zijn model klaar had, werd een nieuwe planeet ontdekt, Uranus. In één klap werd het zonnestelsel twee keer zo groot. Later werden ook de planeten Neptunus en Pluto ontdekt.

Zou Eisinga deze planeten ook een plaatsje hebben willen geven in zijn model, dan had de woonkamer 25 keer zo groot moeten zijn.

En bij Pluto is het niet gebleven. Voorbij de baan van Pluto is de laatste jaren een nieuw soort objecten ontdekt: de Kuipergordelobjecten of ijsdwergen. Dit zijn samenklontering van ijs en gesteente, waarvan de grootste afmetingen van enkele honderden kilometers hebben.

Met het blote oog zijn deze 'nieuwe' hemellichamen niet zichtbaar. Er moeten instrumenten worden gebruikt om ze in beeld te krijgen.

Uranus

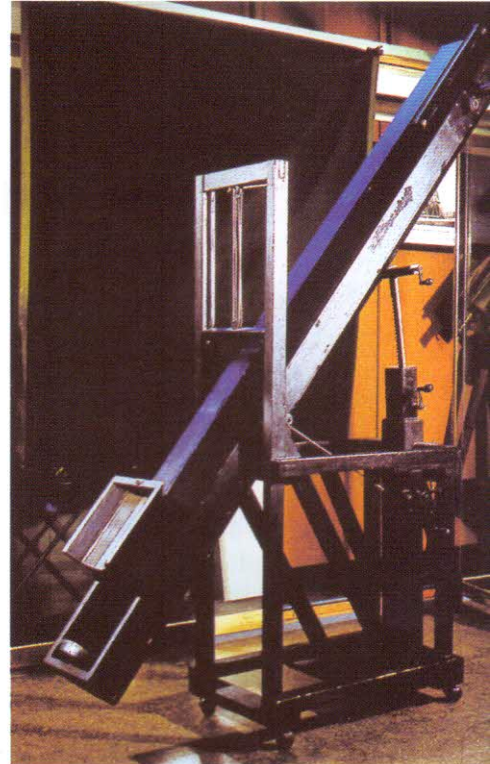
Op 13 maart 1781 ontdekte de Engelsman William Herschel met een zelfgemaakte telescoop Uranus.

In eerste instantie dacht hij een komeet ontdekt te hebben, maar na een aantal dagen observeren merkte hij op dat de kenmerkende staart ontbrak. Het móést wel een planeet zijn.

John Flamsteed had dit object reeds in 1690 als een ster in zijn catalogus vermeld, Tauri 34. Hij wist dus niet dat het om een nieuwe planeet ging.

De planeet werd Uranus genoemd, naar de vader van de Romeinse god Saturnus.

▷ Telescoop waarmee William Herschel Uranus heeft ontdekt



Na zijn bijzondere ontdekking werd William Herschel tot hofastronoom benoemd.

Neptunus

Na de ontdekking van Uranus werd al snel duidelijk dat er zich voorbij de baan van Uranus nóg een planeet moest bevinden. Dit werd afgeleid uit storingen in de baan van Uranus. Die moesten wel veroorzaakt worden door een verder weg gelegen planeet.

Door middel van berekeningen probeerden verschillende astronomen de positie van de nieuwe planeet te bepalen.

De Engelse wiskundige John Adams wierp zich na zijn studie op het probleem. Hij berekende de positie van de nieuwe planeet, maar kon de astronomen niet overtuigen. Zij geloofden niet dat je een planeet al rekenend

kon ontdekken. Maar als iemand de moeite had genomen om een telescoop op de berekende plaats te richten, zou de planeet wel degelijk ontdekt zijn!

Ondertussen was in Frankrijk ook een astronoom, Le Verrier, aan het rekenen geslagen. Negen maanden na Adams gaf hij de berekende positie door aan de geleerden van de Academie van Wetenschappen in Parijs, maar ook die waren weinig enthousiast.

In Engeland was men ondertussen wakker geschud door al deze berichten, maar door de bewolking was waarnemen niet mogelijk.

Gelukkig voor hem had Verrier ook een brief gestuurd aan de Duitse sterrenkundige Johann Galle in Berlijn.

Op 23 september 1846 slaagde deze er binnen een uur in om Neptunus aan de hemel op te sporen!

Pluto

Voor de ontdekking van Pluto moest echt monnikenwerk worden verricht.

Clyde Tombaugh kwam als hulpje werken op de Lowell Sterrenwacht in Flagstaff, Verenigde Staten. Hij kreeg als taak het vastleggen van de sterrenhemel op fotografische platen. Van elk deel van de sterrenhemel werd een afbeelding gemaakt, steeds met enkele dagen ertussen. Vervolgens mocht hij, hoewel hij geen astronoom was, de platen zelf bestuderen. Met behulp van



◁ Clyde Tombaugh
achter de blink-
comparator

een speciaal apparaat, de blinkcomparator, werden de platen onderling vergeleken. Sterren staan stil, terwijl planeten er tussendoor bewegen. Door heel nauwkeurig de positie van de vele lichtpuntjes te vergelijken kun je een bewegend object op het spoor komen.

Tombaugh heeft op deze manier meer dan zeven miljoen sterren bekeken!

Na vele maanden hard werken vond hij op 18 februari 1930 uiteindelijk Pluto. (In 1978 bleek Pluto ook nog een maan te hebben: Charon.)

Na de vondst van Pluto ging de jacht verder. Zou er ook nog een tiende planeet kunnen zijn? Het lijkt er niet op. Wel zijn er de afgelopen jaren enkele honderden ijsdweren ontdekt, waarvan sommige ongeveer net zo groot zijn als de Plutomaan Charon. Het lijkt er steeds

Een handig ezelsbruggetje om de volgorde van de planeten te onthouden:

Mijn vader at meestal jonge spruitjes uit Nieuwe-
Pekela

meer op dat ook Pluto en Charon tot deze familie van ijsdweren behoren.

Niet alleen is er geen tiende planeet gevonden, de negende is eigenlijk zelfs gedegradeerd!

▽ De ontdekking van Pluto



Planeten bij andere sterren?

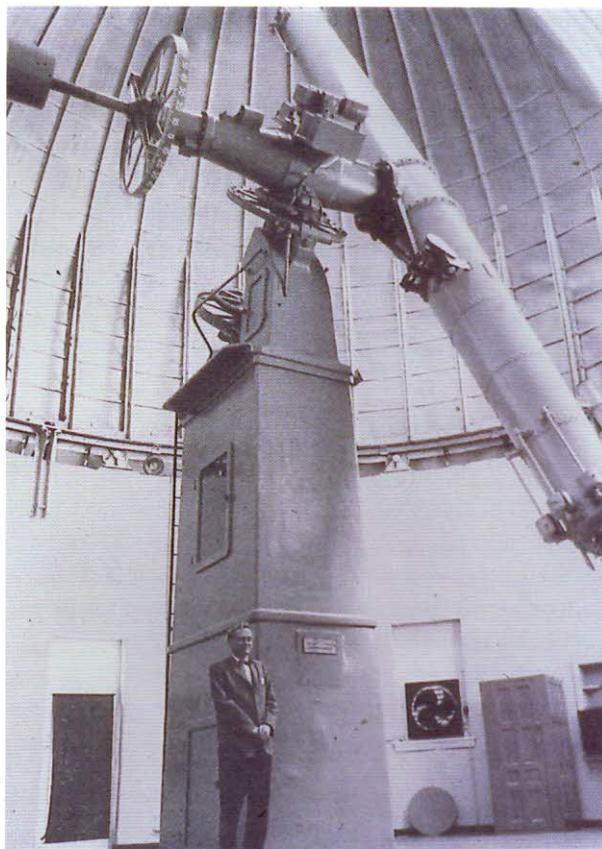
Ons zonnestelsel is een kleurrijke verzameling van hemellichamen. Is dit zonnestelsel uniek of zijn er bij andere sterren ook planeten ontstaan? Is het een normaal proces dat bij de geboorte van een ster ook planeten gevormd worden? En lijken deze planeten dan op onze eigen aarde?

Dit soort vragen prikkelt de nieuwsgierigheid van de mens. Sterrenkundigen proberen het antwoord te vinden.

Pas de laatste jaren maakt de techniek het mogelijk om op onderzoek uit te gaan. Het grootste probleem vormen de enorme afstanden waarop sterren staan. Die afstanden zijn dermate groot dat zelfs met de grootste telescopen een ster altijd een klein lichtpuntje blijft. Planeten zijn heel veel kleiner dan sterren én ze geven zelf geen licht. Ze bevinden zich zo dicht bij hun ster dat ze volstrekt overstraald worden. Er zijn speciale technieken voor nodig om een planeet dan toch in beeld te krijgen. Alleen via indirecte waarneming kan het bestaan van zo'n planeet worden aangetoond.

Aan het gedrag van de hoofdstel kun je afleiden of er wellicht planeten omheen draaien.

De Nederlander Peter van de Kamp was een pionier op dit gebied. Een groot deel van zijn carrière besteedde hij aan het waarnemen van de Ster van Barnard. Uit een heel kleine schommelbeweging van die ster leidde hij af dat deze door planeten werd begeleid. Zou hij de eerste exoplaneten (planeten bij een andere ster) ontdekt hebben? Er werd steeds meer aan zijn waarnemingen getwijfeld, omdat andere sterrenkundigen de

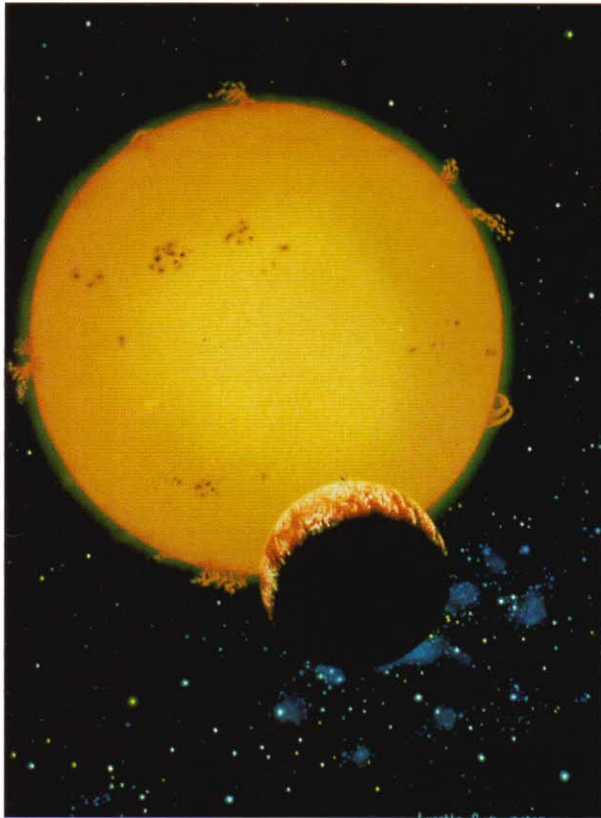


△ Peter van de Kamp bij zijn telescoop

beschreven afwijkingen niet aantreffen. Waarschijnlijk was de schommelbeweging van de Ster van Barnard te wijten aan een onnauwkeurigheid van zijn telescoop. Eigenlijk heeft Van de Kamp jarenlang de beweging van zijn eigen telescoop onderzocht!

Eind maart 2003 werd bekend dat er beslist geen grote planeten rond de Ster van Barnard draaien.

Vlak nadat Van de Kamp in 1995 overleed, werd de eerste echte exoplaneet ontdekt door de Zwitserse sterren-



△ Impressie van een exoplaneet

kundige Michel Mayor. Inmiddels zijn er meer dan honderd bekend.

Door de enorme afstanden is het vrijwel onmogelijk om een exoplaneet direct waar te nemen. Het kan dus alleen via indirecte waarneming.

Een van de waarneemmethoden bestaat uit het meten van de helderheid van een ster.

Als een planeet voor deze ster langs beweegt, wordt een klein stukje van die ster bedekt. De ster geeft dan gedurende korte tijd een beetje minder licht. Dat valt niemand op, maar met zeer nauwkeurige apparatuur is dat wel vast te stellen.

Een tweede methode is gebaseerd op de onderlinge aantrekkingskracht van hemellichamen. Onze zon houdt de planeten in hun baan. Maar de planeten zelf 'trekken' ook aan de zon. Hierdoor maakt de zon een kleine schommelbeweging.

Als verre sterren planeten hebben, maken deze sterren dus ook een schommelbeweging.

Met zeer nauwkeurige apparatuur is deze beweging meetbaar.

Met deze moderne technieken worden steeds meer exoplaneten gevonden.

Maar dat wil nog niet zeggen dat deze planeten op de aarde lijken en dat er leven op voorkomt. Het is heel goed mogelijk dat onze aarde toch uniek is!

Een beeld van de hemel

Sterren staan in willekeurige groepjes aan de hemel. Met enige fantasie zijn hier figuren in te herkennen: de sterrenbeelden. Naast bekende sterrenbeelden als de Grote Beer en Orion staan er nog tientallen andere beelden aan de hemel.

Tegenwoordig is de hemel ingedeeld in 88 sterrenbeelden. Deze beelden hebben een lange geschiedenis. In vroegere tijden had men geen last van licht- en

▽ De sterrenbeelden van het noordelijk halfrond, Andreas Cellarius 1660



De tekens van de dierenriem

21 jan - 21 feb	Waterman
21 feb - 21 mrt	Vissen
21 mrt - 21 apr	Ram
21 apr - 21 mei	Stier
21 mei - 21 jun	Tweelingen
21 jun - 21 jul	Kreeft
21 jul - 21 aug	Leeuw
21 aug - 21 sep	Maagd
21 sep - 21 okt	Weegschaal
21 okt - 21 nov	Schorpioen
21 nov - 21 dec	Boogschutter
21 dec - 21 jan	Steenbok

Globaal ligt de overgang van het ene sterrenbeeld naar het andere rond de 21e van elke maand. Door onregelmatigheden in de schijnbare beweging van de zon, kan de werkelijke overgang ervoor of erna plaatsvinden.

luchtvervuiling, zodat men onbelemmerd kon genieten van een prachtige sterrenhemel. Duizenden sterren schitterden aan de hemel. Tegenwoordig kunnen wij vanuit Nederland hooguit nog een paar honderd sterren zien; alleen de helderste stralen fel genoeg om, ondanks de storende stadsverlichting, zichtbaar te zijn. Onze voorouders waren vertrouwd met de verschijnselen aan de hemel. Zij herkenden de regelmaat van de bewegingen van zon, maan en sterren.

De dagelijkse gang van de zon, van oost naar west, werd gebruikt als klok. 's Nachts namen de sterren deze functie over.

Op deze manier raakte men vertrouwd met de sterren-



△ Het geocentrisch wereldbeeld volgens Ptolemeus

hemel. Om praktische redenen kregen sterren namen. In groepjes van sterren herkende men figuren en voorwerpen. Zo ontstonden de sterrenbeelden. De mythologie speelde daar een belangrijke rol bij. De sterrenbeelden die wij tegenwoordig kennen gaan terug tot de volkeren in het Tweestromenland, het gebied rond Iran en Irak. De Soemeriërs en Babyloniërs waren nauwkeurige waarnemers. De hemellichamen werden gezien als Goden, en dus was het belangrijk om hun posities en bewegingen in de gaten te houden. Zij merkten op dat de zon, maan en planeten altijd door een vast gebied aan de hemel bewogen. De maan doorliep dit gebied in een maand, terwijl onze zon voor een complete omloop een jaar nodig had. Deze regelmaat diende als basis voor de eerste kalenders. De sterrenbeelden in dat gebied, de sterrenbeelden van de dierenriem, kregen hierdoor een speciale betekenis. De

namen van deze sterrenbeelden zijn dus al heel oud. De dierenriem ontleent zijn naam aan het feit dat de meeste figuren dieren voorstellen.

De Griek Ptolemeus stelde op basis van deze twaalf sterrenbeelden een catalogus op, de Almagest, waarin hij in totaal 48 sterrenbeelden opnam. Deze beelden zijn grotendeels gebaseerd op de Griekse mythologie. Bij de ontdekkingsreizen in de vijftiende en zestiende eeuw werd deze lijst flink uitgebreid. Tijdens de tochten van de Nederlanders Keizer en De Houtman werden niet alleen nieuwe landen en volkeren ontdekt, maar werd ook het toen nog onbekende zuidelijk halfrond van de sterrenhemel in kaart gebracht. Hier komen sterrenbeelden vandaan als 'de Pauw' en 'de Paradijsvogel', maar ook het sterrenbeeld 'Indiaan'. De laatste toevoegingen zijn afkomstig uit de periode van de industriële ontwikkeling.

Zo is aan elk sterrenbeeld zijn ontstaansgeschiedenis af te lezen.

Een opmerkelijk moment in de hemelcartografie was de poging van de Duitser Schiller om de complete sterrenhemel te kerstenen. Hij wilde al die heidense beelden vervangen door figuren uit het Oude en Nieuwe Testament. Zijn ideeën zijn echter niet overgenomen. Hoewel hij prachtige sterrenkaarten heeft vervaardigd, is het maar goed dat de rijke geschiedenis van de sterrenbeelden hierdoor niet verdwenen is.

Alles draait

De nachtelijke sterrenhemel

Als het 's avonds donker wordt, komen langzaam maar zeker de sterren te voorschijn. Eerst de heldere sterren en even later ook de wat zwakkere.

Vanuit dichtbevolkte gebieden zijn ten gevolge van lichtvervuiling slechts weinig sterren zichtbaar. De zwakste sterren zijn alleen zichtbaar vanaf een donkere plek. Onder optimale omstandigheden zijn een paar duizend sterren te zien.

Vanaf zo'n donkere plek is ook de melkweg zichtbaar, een zwakke band van licht aan de hemel.

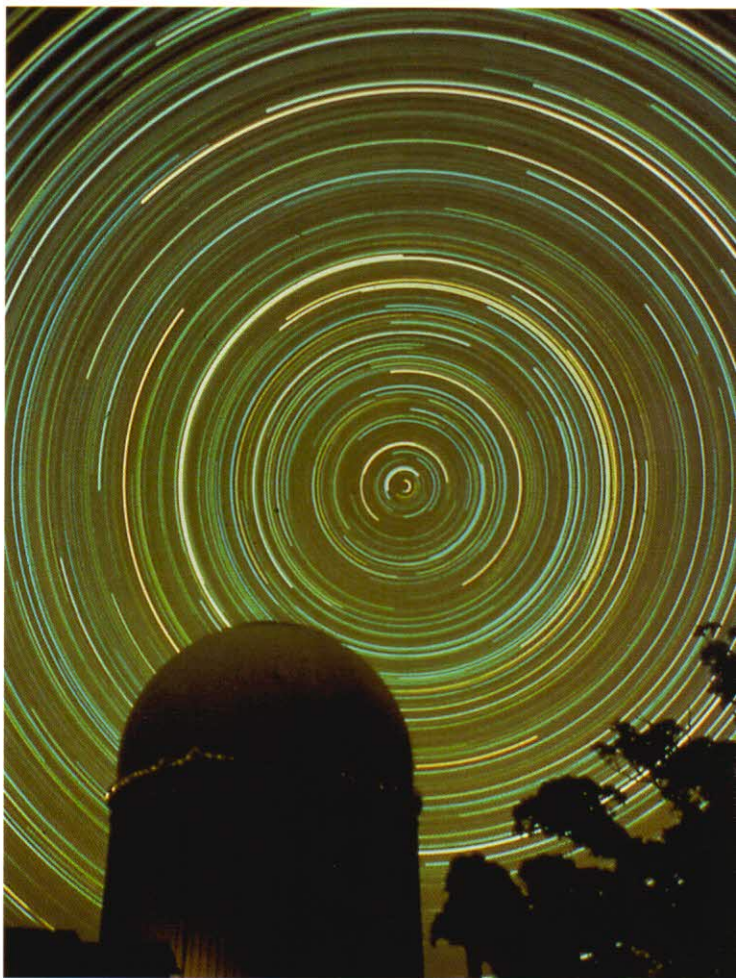
De melkweg bestaat uit 100-200 miljard sterren, die een grote, platte schijf vormen. Zo'n structuur wordt een sterrenstelsel genoemd. Onze zon is één van die sterren en bevindt zich in de buitenwijken van het Melkwegstelsel.

Sterren zijn allemaal zonnen, net als onze eigen zon, die licht en warmte geven. Zij staan echter zeer ver weg, waardoor we ze slechts als kleine lichtpuntjes zien.

De beweging van de sterren

De sterrenhemel staat niet stil, maar lijkt van het oosten naar het westen te bewegen. Deze schijnbare beweging wordt veroorzaakt door de rotatie van de aarde. In vierentwintig uur draait de aarde één keer om haar as. Door deze draaiing verandert de aanblik van de sterrenhemel in de loop van de nacht.

In het oosten komen steeds nieuwe sterren op, terwijl in het westen sterren achter de horizon verdwijnen. De Poolster beweegt nauwelijks, omdat hij vrijwel in het verlengde van de draaiingsas van de aarde staat.



△ De draaiing van de sterrenhemel rond de Poolster

De hoogte van de Poolster boven de horizon (gemeten in booggraden) is gelijk aan de noorderbreedte van de waarnemingsplaats. Op de noordpool (90 graden noorderbreedte) staat de Poolster op 90 graden hoogte, dus recht boven je hoofd. In Nederland (52 graden noorderbreedte) staat de Poolster op een hoogte van 52 graden boven de noordelijke horizon.

Omdat de aarde niet alleen om haar as draait, maar in één jaar ook rond de zon beweegt, zien we in de loop van het jaar ook een ander deel van de sterrenhemel. Zo zien we in de zomer een andere sterrenhemel dan in de winter.

De dagelijkse en jaarlijkse beweging van de zon

Aan het einde van de nacht, als in het oosten de zon opkomt, lijken de sterren te verdwijnen.

De sterren worden overstraald door het felle licht van de zon.

Ook de zon beweegt van oost naar west als gevolg van de rotatie van de aarde. Daarnaast beschrijft de zon gedurende een jaar een baan langs de hemel. Dit is een weerspiegeling van de omloop van de aarde rond de zon. Deze baan wordt de zonsbaan of ecliptica genoemd.

Door de schuine stand van de aardas staat de zon niet steeds op dezelfde hoogte aan de hemel.

In de winter komt de zon laat op in het zuidoosten, maakt een kleine, lage boog aan de hemel en gaat weer vroeg onder in het zuidwesten.

In de zomer komt de zon vroeg op in het noordoosten, bereikt midden op de dag een grote hoogte boven de zuidelijke horizon en gaat laat onder in het noordwesten.

De beweging van de maan en de schijngestalten

Net als de sterren en de zon lijkt ook de maan in de loop van een etmaal van oost naar west te bewegen als gevolg van de rotatie van de aarde.

Maar daarnaast vertoont de maan ook een echte beweging. De maan draait in vier weken één keer rond de aarde. Hierdoor schuift de maan elke dag een stukje op ten opzichte van de sterren, in oostelijke richting. Daarbij doorloopt de maan haar schijngestalten: Nieuwe Maan, Eerste Kwartier, Volle Maan en Laatste Kwartier.

De beweging van de planeten

Ook de planeten bewegen van oost naar west onder invloed van de draaiing van de aarde.

Daarnaast hebben de planeten ook een ingewikkelde eigen beweging.

Net als de aarde draaien ook de andere planeten rond de zon. De planeten die het dichtst bij de zon staan hebben hier veel minder tijd voor nodig dan de verre planeten.

Mercurius heeft 88 dagen nodig voor een omloop, terwijl Pluto er bijna 250 jaar over doet.

Deze verschillen in omlooptijd zijn goed terug te zien aan de sterrenhemel. Een planeet als Venus verplaatst zich zichtbaar binnen een paar dagen, bij een planeet als Jupiter is dit vrijwel niet te zien.

Enkele gegevens van de planeten

Planeet	Afstand tot zon (km)	Omlooptijd	Middellijn (km)	Massa (aarde = 1)	Aantal manen
Mercurius	57.900.000	88 dagen	4.880	0,055	0
Venus	108.200.000	224,7 dagen	12.103	0,815	0
aarde	149.597.900	365,256 dagen	12.756	1	1
Mars	227.940.000	1,88 jaar	6.794	0,107	2
Jupiter	778.340.000	11,86 jaar	142.984	317,828	61
Saturnus	1.427.000.000	29,46 jaar	120.536	95,161	31
Uranus	2.869.600.000	84,02 jaar	51.118	14,536	24
Neptunus	4.496.700.000	164,8 jaar	49.528	17,148	11

Permanente en wisselende exposities

In het Eise Eisinga Planetarium is een prachtige collectie oude astronomische instrumenten te zien. Naast vele telescopen en kleine planetaria staan er tientallen zonnewijzers en astronomische hoekmeetinstrumenten opgesteld. Hieronder bevinden zich instrumenten als astrolabia, winkelkruizen, jacobstaven en sextanten. Deze instrumenten werden gebruikt voor tijdmeting en plaatsbepaling. Daarnaast omvat de expositie globes, oude astronomische kaarten, handschriften en boeken van Eise Eisinga en andere Friese autodidacten uit de achttiende en negentiende eeuw, zoals Arjen Roelofs, Wytze Foppes en Sieds Johannes Rienks.

Speciale aandacht verdienen de telescopen vervaardigd door Jan Pieters van der Bildt en zijn familie. Jan Pieters maakte zulke perfecte telescopen dat deze over de hele wereld gebruikt werden. In het Planetarium zijn er een aantal opgesteld.

Ook het astronomisch uurwerk van C.J. van der Meulen is het bekijken waard. Deze deurwaarder uit Sneek maakte van 1834 tot 1842 een soort sterrenkundig kabinet, waar de bewegingen van zon, maan en sterren op af zijn te lezen.

Een ander uniek instrument is het Planetarium van Wildrik B. Botjes. Deze uurwerkmaker uit Nieuwe Pekela maakte in het begin van de negentiende eeuw een prachtig instrument in de vorm van een achthoekige doos. Het geeft onder andere de beweging van de sterrenhemel aan, opkomst en ondergang van de zon



en maan, en de beweging van de planeten tot en met Uranus.

Natuurlijk worden moderne sterrenkunde en ruimteonderzoek niet vergeten. Hier wordt ruimschoots aandacht aan besteed, onder andere door regelmatig wisselende exposities.

Colofon

Druk: Telenga drukkerij bv, Franeker
Vormgeving: Pam van Vliet, Harlingen
Tekst: Adrie Warmenhoven, directeur/
conservator Eise Eisinga Planetarium
Foto's: Foto Hommema, Franeker

Met dank aan: Hans Noordmans, Sneek
Henk Nieuwenhuis, Franeker
Harke Terpstra †

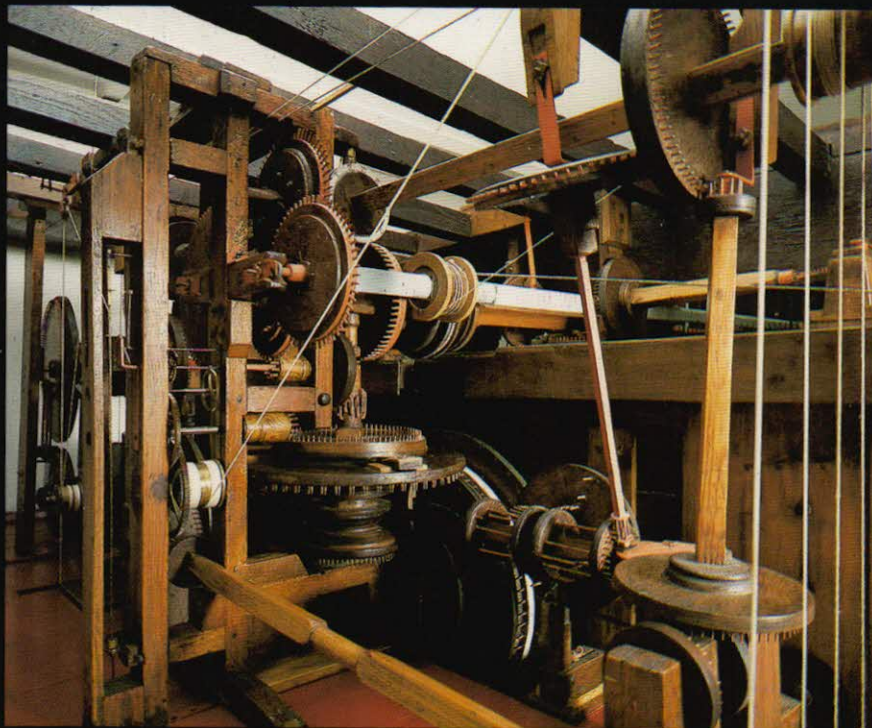
Oplossing van het grafsteenraadsel:

Jelte Eises Eisinga is overleden op 24 oktober 1784; hij bereikte een leeftijd van 69 jaar en 272 dagen en hij is geboren op 25 januari 1715.

Een uitgave van het Eise Eisinga Planetarium
Eise Eisingastraat 3
8801 KE Franeker
0517-393070
info@planetarium-friesland.nl
www.planetarium-friesland.nl



Koninklijk Eise Eisinga
Planetarium



EISINGA
PLANETARIUM



Horloge Atelier Christiaan van der Klaauw



PLANETARIUM 2000

Horloge Atelier Christiaan van der Klaauw
Burgemeester Falkenaweg 97 8442 LB Heerenveen
Tel. / Fax: +31 (0)513 624 906 www.klaauwatches.nl

Koninklijk Eise Eisinga Planetarium

Eise Eisingastraat 3

8801 KE Franeker

(0517) 393070