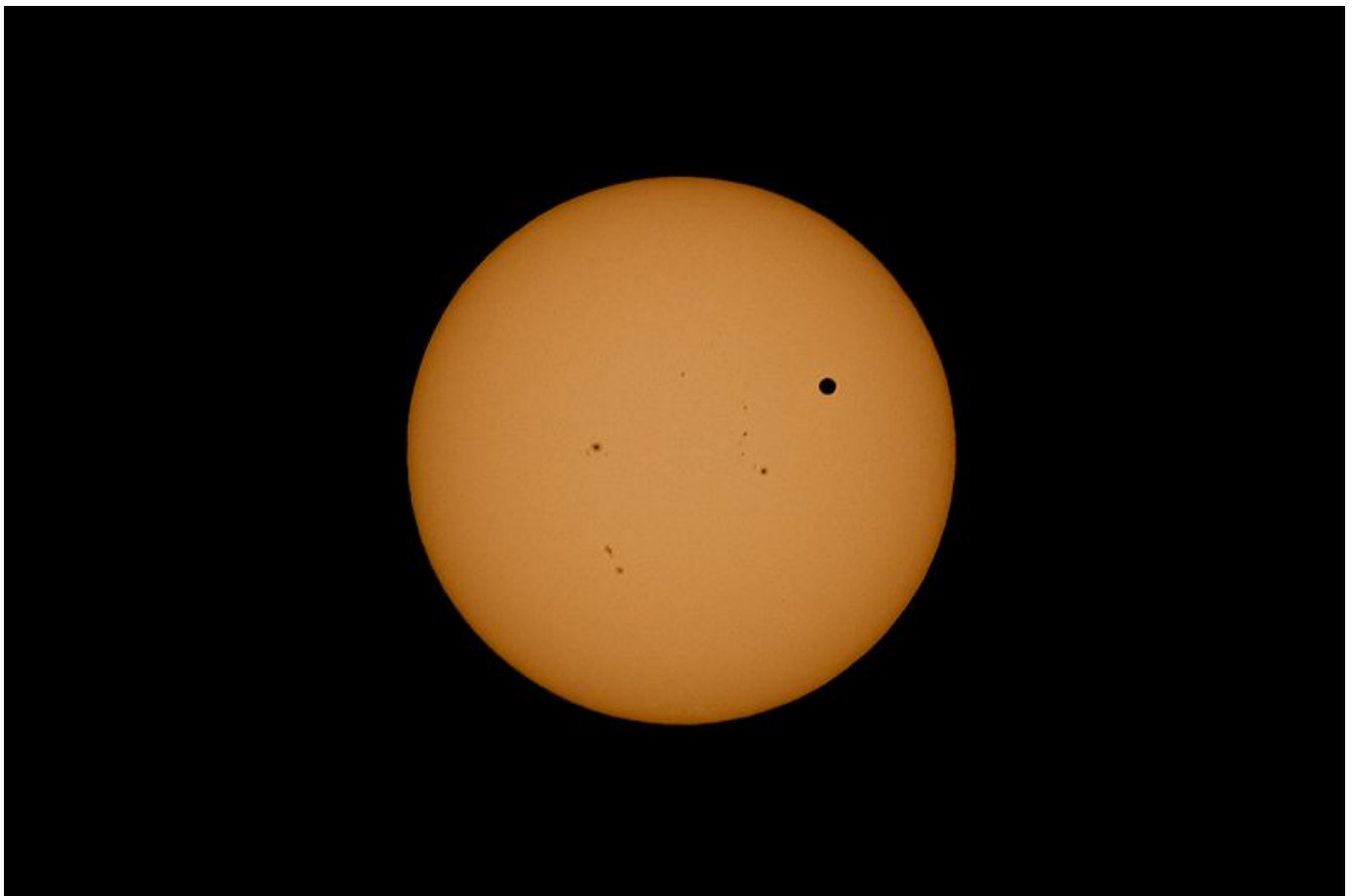


Een meting van de Venusovergang

De planeet Venus was deze week in het nieuws omdat er in de atmosfeer [fosfine-moleculen zijn ontdekt](#) - moleculen die hier op aarde alleen door levende wezens of ingewikkelde fabrieksprocessen worden geproduceerd. Maar Venus houdt ons al veel langer bezig: aan het eind van de achttiende eeuw was de planeet ook groot nieuws, om een heel andere reden.



Afbeelding 1. De Venusovergang van 2012. De grote zwarte stip is de schaduw van de planeet Venus op het zonsoppervlak. (De kleinere vlekjes zijn [zonnevlekken](#).) Foto: [Brian Sims](#).

Tweemaal in de grofweg honderd jaar bevindt de planeet Venus zich precies tussen de aarde en de zon in. Voor een paar uur is de planeet tijdens zo'n overgang als klein zwart stipje te zien voor het oppervlak van de zon. In dit artikel staan de gebeurtenissen rondom de

Venusovergangen van 1761 en 1769 centraal. We zullen zien hoe astronomen met gevaar voor eigen leven naar de verste uithoeken van de wereld reisden om de overgangen vast te leggen en daarmee de grootte van ons zonnestelsel te bepalen.

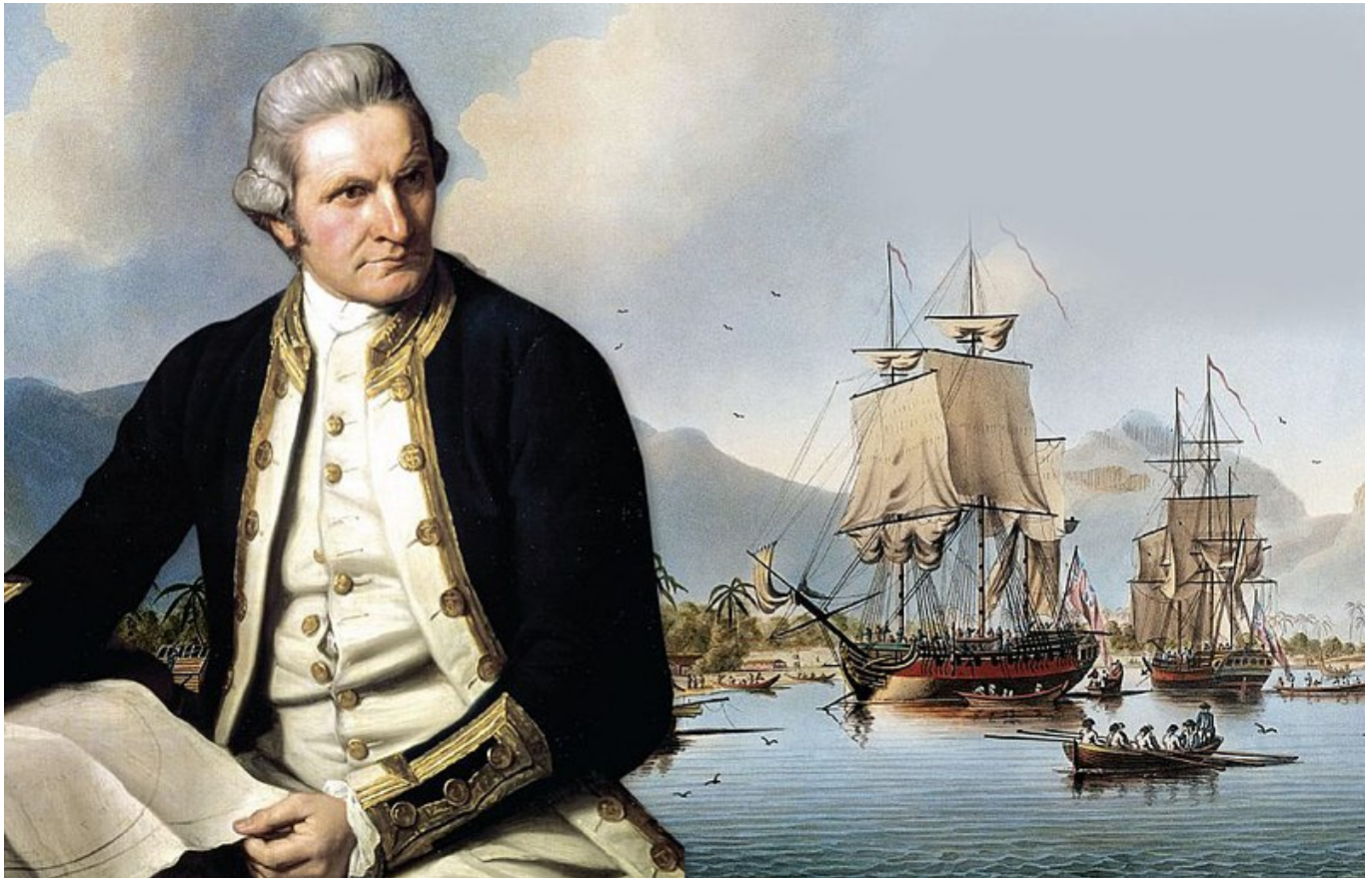
Een nauwkeurige voorspelling

Een *Venusovergang* (in het Engels ook wel *Venus transit* genoemd) is het verschijnsel dat de planeet Venus zich vanaf de aarde gezien voor de zon langs beweegt, waardoor een deel van het zonoppervlak niet meer zichtbaar is. Er gebeurt dus precies hetzelfde als bij een zonsverduistering, maar in dat geval is het de maan die voor de zon schuift. In tegenstelling tot zonsverduisteringen zijn Venusovergangen erg zeldzaam. Doordat de baan van Venus in het zonnestelsel een andere hellingshoek heeft dan die van de aarde, gebeurt het niet vaak dat beide planeten op één lijn liggen met de zon. De overgangen zijn daarom niet heel frequent, maar wel erg regelmatig: we kunnen heel goed voorspellen wanneer ze voorkomen. Johannes Kepler voorspelde al aan het begin van de zeventiende eeuw, met de natuurkundige modellen van die tijd, dat er in 1631 een Venusovergang zou plaatsvinden. De overgangen vinden steeds plaats in paren, met een tussenperiode van acht jaar. Zo'n 260 jaar geleden - om precies te zijn: in 1761 - was er opnieuw een Venusovergang voorspeld.

Twee expedities en de grootste pechvogel

Astronomen waren er op gebrand om deze transit vast te leggen. Om de betrouwbaarheid van de metingen te kunnen garanderen was het noodzakelijk dat er vanaf verschillende plekken waarnemingen werden gedaan. Met een gevoel voor avontuur dat typerend was voor die tijd, trokken wetenschappers om de overgang vast te leggen naar honderden locaties in de wereld, waaronder Siberië, Noord-Amerika, Zuid-Afrika, China, en bepaalde plekken in de Indische en Grote Oceaan. In de achttiende eeuw was dit echter geen gemakkelijke onderneming, des te meer omdat de betreffende locaties tot de meest ontoegankelijke op de aarde behoorden. De metingen aan de Venusovergang van 1761 kunnen worden gezien als een van de eerste grote internationale samenwerkingen binnen de wetenschap, een samenwerking die door allerlei problemen werd geplaagd. Veel van de astronomen werden geplaagd door ziekte of strandden door schipbreuk; ten tijde van de overgang was de zevenjarige oorlog tussen Engeland en Frankrijk op haar hoogtepunt, wat de samenwerking ook niet ten goede kwam.

Een van de bemanningsleden van de Engelse expeditie was Kapitein James Cook, die we nu beter kennen van zijn ontdekkingsreizen. Hij had van de Britse overheid een geheime brief ontvangen - die hij pas mocht openen na de overgang in 1769 - waarin hem werd verzocht om na de waarnemingen gelijk door te gaan op een expeditie om het onbekende zuidelijk continent 'Terra Australis Incognita' te vinden. Dit zou de eerste keer worden dat Australië in kaart werd gebracht.



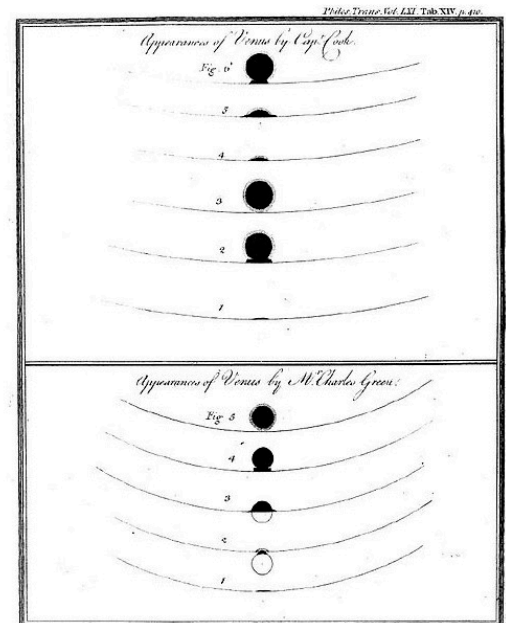
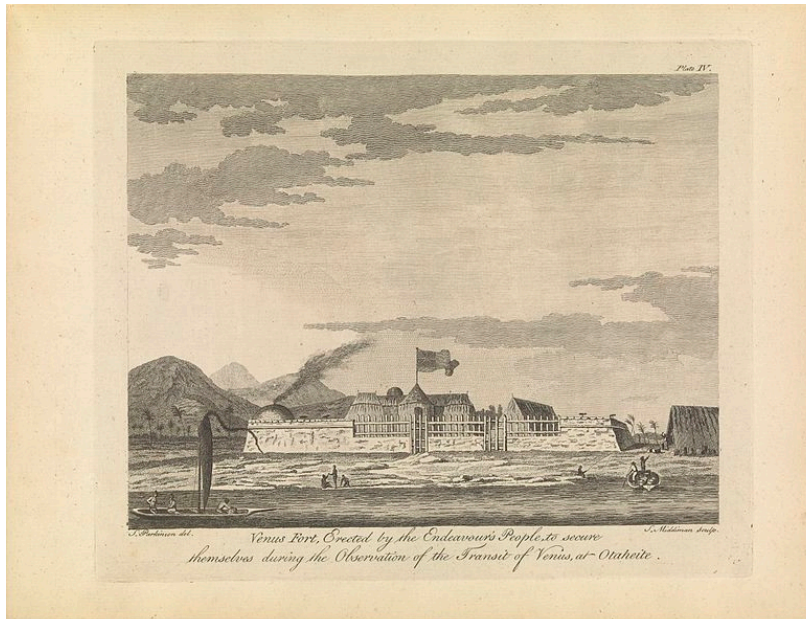
Afbeelding 2. Kapitein James Cook. Afbeelding: [Nahia Blanco Iturbe](#).

Guillaume Le Gentil, die onderdeel was van de Franse expeditie, was zonder meer de grootste pechvogel in de hele onderneming. Hij was door de Franse academie van wetenschappen aangesteld om de transit van 1761 vast te leggen. Na een zeereis van drie maanden kwam hij aan op de Franse kolonie Mauritius. Vanaf daar zou hij doorreizen naar Pondicherry in India waar hij de waarneming zou doen. Bij aankomst kwam hij erachter dat Pondicherry belegerd werd door Engelse oorlogsschepen. Ondanks dat hij de juiste papieren had, werd Le Gentil teruggestuurd en op de terugweg naar Mauritius vond de Venusovergang plaats. Vanaf een schip op open water was geen goede waarneming te doen, dus de Franse astronoom zag zijn kans voorbijgaan.

Le Gentil gaf echter niet zo gemakkelijk op: hij besloot om de volgende overgang – die acht jaar later zou plaatsvinden – op Mauritius af te wachten. Gedurende die tijd zocht hij de perfecte locatie voor de overgang van 1769. Met de oorlog tussen Engeland en Frankrijk achter de rug ging Le Gentil in 1766 aan boord van een Spaans schip op weg naar Manilla in de Filipijnen.

Ondanks de uitgebreide voorbereidingen, werd Le Gentils nieuwe expeditie ook geen succes – er viel hem nog meer pech ten deel. Toen hij drie maanden onderweg was werd Le Gentil er door de Spaanse gouverneur van verdacht een spion te zijn. Hij ontvluchtte daarom Manilla en belande uiteindelijk op Pondicherry, de locatie waar de waarneming in 1761 zou plaatsvinden. De nacht voor de Venusovergang zag alles er nog goed uit, maar op de dag zelf betrok de hemel. Na een periode van negen jaar was Le Gentil dan eindelijk op een plek waar hij moest zijn, maar de Venusovergang was door het wolkendek helaas niet zichtbaar. Na zijn twee gefaalde pogingen om de overgang waar te nemen keerde Le Gentil terug naar Frankrijk. Deze reis – die ook nog werd geteisterd door ziekte en een orkaan – duurde nog eens een jaar. Meer dan een decennium na zijn vertrek uit Frankrijk, kwam Le Gentil eindelijk weer thuis. Daar kwam hij erachter dat een aantal familieleden hem dood hadden verklaard en er vervolgens met zijn bezittingen vandoor waren gegaan.

Vergeleken met die van Le Gentil had de expeditie van Kapitein Cook meer succes. Op Tahiti had hij samen met de astronoom Charles Green een waarnemingslocatie opgezet: Fort Venus. Cook publiceerde zijn bevindingen over de transit in 1769 vanuit Fort Venus. Door deze te combineren met de waarnemingen van vier andere locaties konden belangrijke eigenschappen van ons zonnestelsel worden berekend.



Afbeelding 3. Het waarnemen van de Venusovergang. Links: Fort Venus op Tahiti. Dit is de plek waar James Cook zijn observaties van de Venusovergang heeft gedaan. Rechts: Tekeningen van de Venusovergang door [James Cook en Charles Green](#). Afbeelding links: [Wellcome Collection](#).

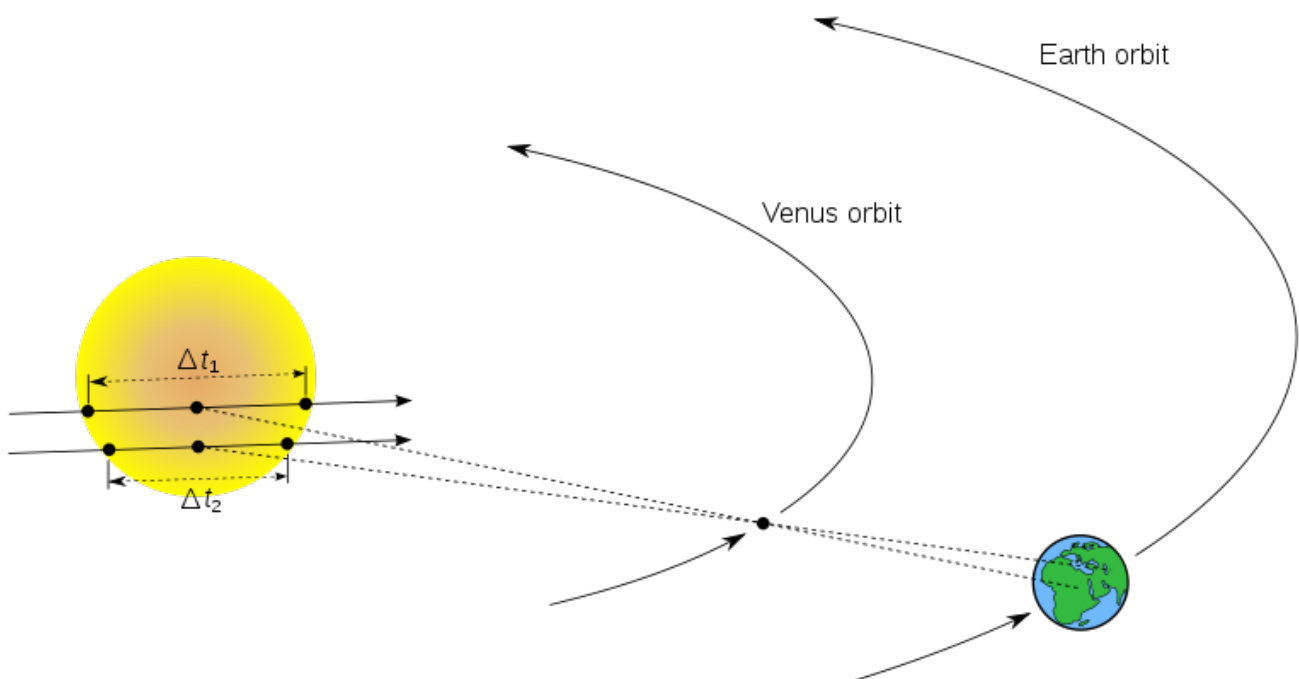
De grootte van ons zonnestelsel

Waarom was het zo belangrijk voor de wetenschap om deze astronomische gebeurtenis vast te leggen? Het zou ons in staat stellen om de afmetingen van ons zonnestelsel te berekenen! Om dit in meer detail uit te leggen, moeten we nog iets verder de geschiedenis in duiken.

In 1619 had de Duitse astronoom Johannes Kepler – bekend van de [wetten van Kepler](#) – al uitgerekend wat de verhouding was tussen de verschillende afstanden van de planeten tot de zon. Hij kon niet berekenen wat de precieze afstand van elke planeet afzonderlijk was, maar wist bijvoorbeeld wel dat de afstand van de planeet Mars tot de zon anderhalf keer zo groot was als de afstand van de aarde tot de zon. De afstand van de aarde tot de zon heeft een naam: één astronomische eenheid, afgekort met AU naar het Engelse ‘Astronomical Unit’. Dan is de afstand tussen Mars en de Zon dus 1,5 AU en de afstand tussen Venus en de zon bijvoorbeeld 0,72 AU. (Venus staat dichterbij de zon dan wij, en Mars verder weg). Omdat niemand echter wist hoe lang één astronomische eenheid precies was, was de absolute afstand tussen de planeten op dat moment niet bekend.

Edmond Halley, een andere bekende astronoom, stelde in 1716 voor om de afstand van de

aarde tot de zon – de astronomische eenheid dus – te berekenen door gebruik te maken van een Venusovergang. Het principe dat Halley gebruikte staat in de astronomie bekend als *parallax*: het verschijnsel dat een object in de verte iets verschoven lijkt, als je het vanaf twee verschillende plekken bekijkt. Stel je voor dat twee astronomen zich op verschillende plekken op de aarde bevinden, zeg op de Noord- en de Zuidpool, en kijken naar een Venusovergang. Beide personen zien iets anders: de persoon op de Zuidpool ziet het pad van de planeet iets hoger liggen op de zonoppervlak dan zijn collega op de Noordpool. Omdat we het oppervlak van de zon als een schijf zien is er daarmee ook een lengte verschil tussen de twee paden over het zonsoppervlak. Uit het afstandsverschil tussen de waargenomen paden én de afstand tussen de twee locaties waar de waarnemingen zijn gedaan, kan vervolgens met de nodige meetkunde de afstand tussen de aarde en de zon berekend worden. Met behulp van de verhoudingen die Kepler had gevonden waren vervolgens alle andere afstanden ook te berekenen. Daarmee waren de plek van de aarde en de andere planeten in ons zonnestelsel bekend.



Afbeelding 4. Een schematische weergave van het begrip parallax. Door vanaf verschillende plekken op aarde naar de planeet Venus te kijken, is de schaduw van de planeet op het zonoppervlak – hier een klein zwarte stipje – iets verschoven. Dit zorgt ervoor dat de Venusovergang voor de ene waarnemer iets langer duurt dan voor de andere. Dit tijdsverschil kan vervolgens weer gebruikt worden om de parallaxhoek te berekenen, en daarmee de afstand tussen de planeten en de zon. Afbeelding: Vermeer, Duckysmokton, Ilia.

Concluderend: we hebben gezien hoe we uit een astronomische gebeurtenis, namelijk een overgang van Venus langs de zon, de grootte van ons zonnestelsel kunnen afleiden. We zagen hoe astronomen in de achttiende eeuw met grote moeite – en soms zelfs tevergeefs – hebben geprobeerd de overgang vast te leggen, met een bijzondere vermelding voor de ongelukkige Guillaume Le Gentil. Uit de metingen van 1769 volgde dat de astronomische eenheid, als we die niet afronden, gelijk was aan 150.838.824 kilometer. Tegenwoordig kunnen we uit andere astronomische waarnemingen – namelijk via radar-data – een nauwkeurigere schatting maken van de afstand aarde-zon: die varieert natuurlijk een beetje, maar is gemiddeld gelijk aan zo'n 149.597.000 kilometer. Dit is maar een verschil van zo'n 0,8 procent! Je zou dit niets meer dan een wonder kunnen noemen gezien de omstandigheden waaronder de astronomen in de achttiende eeuw hun metingen moesten doen.

De volgende Venusovergang vindt pas plaats in de tweeëntwintigste eeuw, om precies te zijn op 11 december 2117 om 23:58 (UTC). De kans is erg klein dat wij er dan bij zijn, dus voor nu zullen we het moeten doen met de verhalen over de Venusovergangen van vroeger.