

STONEHENGE: een verbluffend monument van menselijk kunnen

P.C. van der Kruit

1. Wat is Stonehenge?

In het zuiden van Engeland, niet ver van Salisbury, staat midden in het landschap een merkwaardige groep grote stenen in een opvallend patroon. In Fig. 1 zien we een luchtopname en in Fig. 2 in een serie schetsen hoe het er in de loop der tijd heeft uitgezien. Het centrale deel is het meest opvallend. Op de foto zien we twee delen. Er is een ring van stenen, die rechtop staan en waar enkele stenen dwars bovenop liggen. Dit heet de Sarsen-ring (Sarsen is een soort zandsteen, die zo'n 30 km naar het noorden wordt gevonden). Oorspronkelijk is het een complete ring geweest, bestaande uit 30 verticale stenen met een volledige ring van dwarsstenen er bovenop. De diameter van de ring is ruim 30 meter en de verticale stenen zijn ruwweg 4 meter hoog. Deze hebben aan de bovenkant een uitstulping, die past in uithollingen in de horizontale stenen. Men heeft dit deel gedateerd op omstreeks 2000 v. Chr.

Daarbinnen is een deel, bestaande uit groepen van twee verticale stenen met een dwarssteen erop. Deze zijn duidelijk hoger. Er zijn 5 zulke groepen, neergezet in de vorm van hoefijzer openend in de richting van de rechter onderhoek van de foto. Er zijn er waarschijnlijk ooit 7 zulke "trithilons" geweest, zodat het een ovaal was, maar de bouwers hebben er 2 verwijderd. Deze steen is zogenaamde "blue stone", dat gevonden wordt in Zuid-Wales (zo'n 400 km weg)! Men heeft kunnen reconstrueren, hoe men zulke stenen, rollend op boomstammen, kan hebben vervoerd en hoe ze zouden kunnen zijn opgericht. Dit deel is van omstreeks 1500 v. Chr.

Dit opvallende centrale deel zal ongetwijfeld een rituele plaats zijn geweest en een religieuze functie hebben gehad. Wat dat was en waarom de bouwers er zo'n groot deel van hun werkkraft aan hebben besteed (elke blue stone weegt tot 50 ton) is volkomen onbekend. Maar het zegt wel iets over hoe essentieel het voor deze beschaving moet zijn geweest. Het zal wel te maken hebben gehad met een beleving van verbondenheid met een hogere orde, die leven en dood, zomer en winter, voorspoed en tegenspoed bepaalde.

Minder opvallend is de grote ronde greppel met aan de binnenkant een soort van wal. Deze is ongeveer 100 meter in diameter. Aan de binnenkant zien we op de foto een ring witte vlekken. Dit zijn gaten uitgehakt in het kalksteen, kennelijk om houten palen in te zetten. Deze heten naar de ontdekker John Aubrey (leefde in de zeventiende eeuw) en zijn uitgegraven om ze weer zichtbaar te maken. Er zijn 56 van deze Aubrey gaten en ze stammen uit ongeveer 2900 v. Chr.

Verder zien we bij de linkerkant van de foto een heuvel met een greppel eromheen; daar heeft men ook de positie kunnen vinden waar een steen gestaan moet hebben. Er is ook zo'n heuvel geweest aan de overzijde waar nu het pad loopt. En gaande van het centrum naar de linker benedenhoek en rechter bovenhoek, zien we binnen de Aubrey ring nog twee stenen staan. Deze en de twee op de heuvels heten "station stones". Tenslotte is er een breed pad naar linksonder met in de hoek van de foto de zogenaamde Hielsteen.

2. Opkomen en ondergaan van zon en maan

De zon en de maan komen in grote lijnen gezegd op in het oosten en gaan onder in het westen. Maar we kennen seizoenen. De reden daarvan is, dat de draaias van de aarde (die door de polen gaat) niet recht op het vlak staat, waarin de aarde rond de zon loopt. De hoek ertussen is ongeveer 23,5 graden (de inclinatiehoek). Als het in het noorden zomer is, staat de noordpool aan de kant van de zon; op het zuidelijk halfrond is het dan winter. Als het winter is, komt de zon minder hoog boven de horizon (hoe hoog hangt af van de geografische breedte, dus hoever je van de evenaar bent) en komt op in het zuidoosten en gaat onder in het zuidwesten. In de zomer



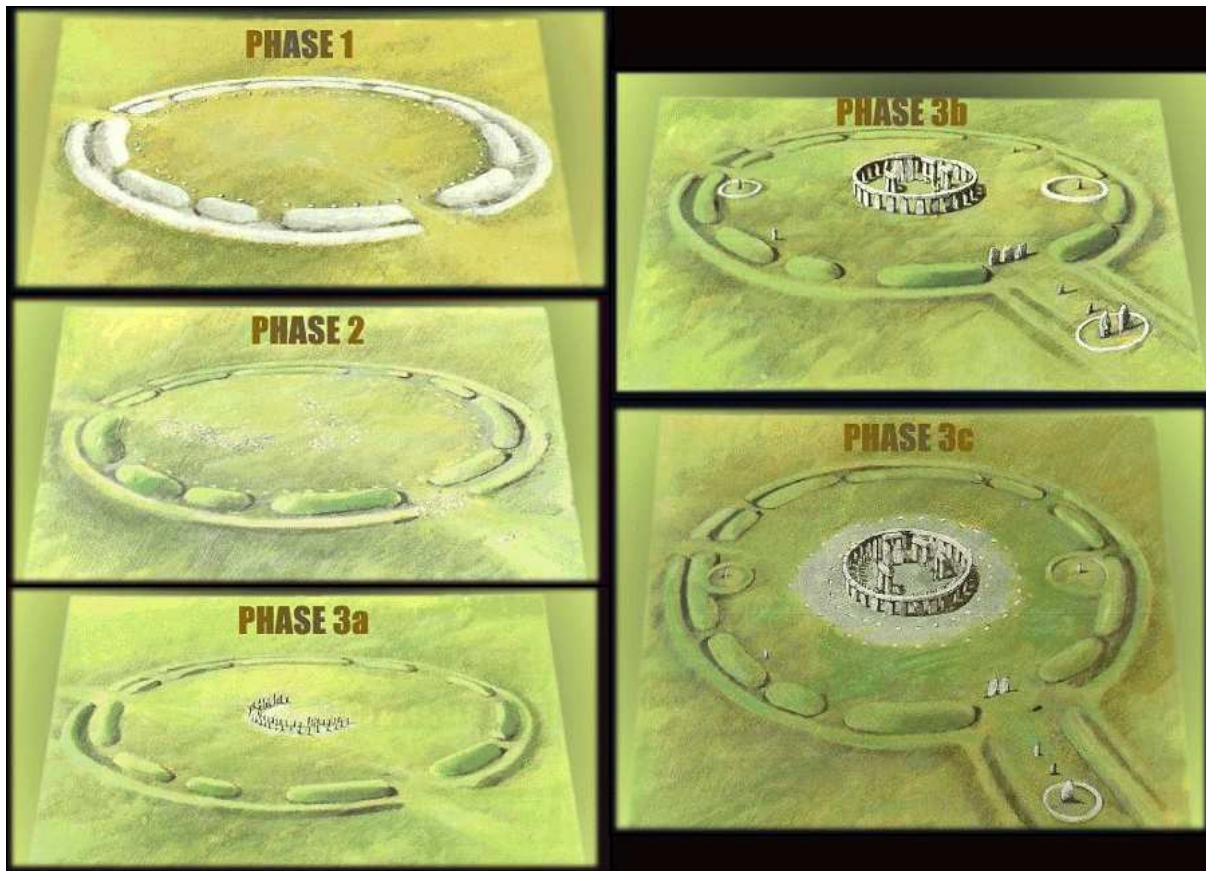
Figuur 1: Een luchtfoto van Stonehenge (<http://witcombe.sbc.edu/earthmysteries/EMStonehenge.html>)

komt de zon op in het noordoosten en gaat onder in het noordwesten. Althans op het noordelijk halfrond; in Zuid-Afrika of Australië moet je zuid vervangen door noord en omgekeerd.

Dus als we in de loop van een jaar kijken waar de zon opkomt, dan is dit bij het begin van de lente op 21 maart precies het oosten, gaat dan langzaam naar het noordoosten tot ongeveer 21 juni, gaat dan weer terug naar het oosten (ca. 23 september) en dan naar het zuidoosten vlak voor Kerstmis. Hoever deze afwijkingen zijn hangt af van waar je bent. Boven de poolcirkel (boven 67,5 graden breedte – dit is 90 graden min die inclinatiehoek van de aarde) komt de zon zelfs helemaal niet op gedurende de winter en op de pool blijft de zon de volle helft van het jaar onder de horizon. Bij Stonehenge (geografische breedte 51,3 graden) komt de zon in de zomer $90 - 51,3 + 23,5 = 62,2$ graden boven de horizon midden op de dag. In de winter is dat $90 - 51,3 - 23,5 = 15,2$ graden.

Dus in de loop van het jaar is er een systematische schommeling waar aan de horizon de zon opkomt. Overigens is het zo, dat de seizoenen niet precies even lang duren, omdat de aarde niet in een cirkelbaan om de zon gaat. Het is een ellips; het verschil is klein, maar genoeg om een duidelijk variërende snelheid te hebben in de baan. Het resulterende verschil in de seizoenen is van de orde van een paar dagen en in de Griekse oudheid had men dat al gemeten. De Stonehenge mensen wisten dit waarschijnlijk ook. Op 5 januari zijn wij het dichtst bij de zon.

De maan draait om de aarde in een baan, die in een vlak ligt, dat zo'n 6 graden (de helling van de maansbaan) afwijkt van dat van de aarde rond de zon. Als het volle maan is in de winter komt de maan midden in de nacht in principe net zo hoog als de zon overdag in de zomer, maar



Figuur 2: De diverse fasen van Stonehenge volgens de meest gangbare reconstructie (<http://freespace.virgin.net/philip.dunn/stonehenge.htm>).

door die helling van de maansbaan kan dat tot 6 graden minder of meer zijn. Overigens, men zegt wel, dat het boven de poolcirkel 's winters de hele dag donker is, maar als het volle maan is, blijft deze 24 uur per dag boven de horizon. Dat komt dus, omdat bij volle maan de maan en de zon ongeveer recht tegenover elkaar staan. Dus als de zon onder de horizon is, moet de maan erboven zijn.

3. Stonehenge als een observatorium van zon en maan

De meest bekende oriëntatie van Stonehenge heeft te maken met het midden van de zomer. Als je in het midden van de Sarsen ring gaat staan, zie je precies tussen twee Sarsen stenen door de Hielsteen. En dat is precies de positie, waar de zon op 21 juni opkomt (zie Fig. 3). De belangrijkste as van het monument (de opening van het hoefijzer en de brede laan naar de Hielsteen) geven dus de richting van de meest noordelijke zonsopkomst aan.

Ook de station stones hebben een dergelijke oriëntatie. De korte zijden van de rechthoek, die ze vormen, wijzen naar dezelfde richting. De lange zijden geven de richtingen aan van de meest noordelijke ondergang van de maan (dit gebeurt dan in de winter) en de meest zuidelijke opkomst van de maan (dat moet in de zomer zijn). De diagonaal tussen de twee stenen zonder heuvel geven de meest zuidelijke opkomst van de maan in de winter aan en de meest noordelijke opkomst van de maan in de zomer.

Echter, deze richtingen blijken bij precieze meting niet precies te zijn; ze zijn een halve tot soms een hele graad fout! Waarom die kleine verschillen? Dit komt, omdat de inclinatie van de aardas en het vlak van de maansbaan in de loop der tijd een beetje heen en weer schommelen als gevolg van de invloed van de zon op de (enigszins afgeplatte) aarde en op de baan van de maan.



Figuur 3: Het opkomen van de zon rechtboven de Hielsteen gezien vanuit het centrum van Stonehenge (<http://www.lundyisleofavalon.co.uk/stonehenge/stnpik04.htm>).

Nu zijn die schommelingen goed bekend en begrepen en we kunnen ze dus voor tijdstippen in het verleden uitrekenen. En wat blijkt dan: tijdens de bouw van Stonehenge waren de richtingen en oriëntaties *exact* gelijk!

Stonehenge was dus een observatorium van de zon en de maan. Natuurlijk niet alleen, want het bouwwerk van Sarsen stenen en de trilithons is daarvoor niet nodig en zal dus wel een religieuze of rituele functie hebben gehad. Het is niet onwaarschijnlijk, dat in deze functie de zon en maan een belangrijke rol speelden en in de belevingswereld van de Stonehenge bouwers te maken moeten hebben gehad met een ordenende rol in het mensenleven. De waarneming van de zon en maan is meer dan het ritme van dag en nacht, zomer en winter en volle tot nieuwe maan. Voor de Stonehenge bouwers moet het zo fundamenteel geweest zijn, dat ze er een uitzonderlijk groot deel van hun energie en potentieel aan menskracht aan besteedden, terwijl voorzien in voedsel toch al moeilijk en tijdrovend genoeg moet zijn geweest.

4. Zons- en maansverduisteringen

Wat ik tot nu toe gezegd heb staat redelijk goed vast. Maar er zijn aanwijzingen, alhoewel geen bewijzen, dat Stonehenge gebruikt kan zijn geweest als een voorspeller van zons- en maansverduisteringen. Een volledige maansverduistering en een gedeeltelijke zonsverduistering hebben de meesten van ons wel eens gezien en dat is een bijzonder schouwspel. In juni 1999 heb ik in Bulgarije de totale zonsverduistering gezien en dat was een zeer ingrijpende, zelfs emotionele ervaring. Voor de Stonehenge mensen moet het een zeer bedreigende ervaring zijn geweest. Ik zal eerst in het kort iets over verduisteringen uitleggen.

Verduisteringen treden op als de zon, aarde en maan op een rechte lijn staan en dus de maan in de schaduw van de aarde kan komen (maansverduistering) of vanaf de aarde de maan voor de zon staat. Soms is de maan niet helemaal in de schaduw van de aarde en dan spreken we van een gedeeltelijke maansverduistering. Maar je kunt de verduistering (totaal of gedeeltelijk)

altijd zien vanaf de aarde als de maan maar boven de horizon is (de halve aarde dus). Daarom zien wij op een bepaalde plek vaker een maansverduistering dan een zonsverduistering. Bij een zonsverduistering trekt de maan vanaf de aarde gezien voor de zon langs en bedekt geheel of gedeeltelijk de zon. De schaduw van de maan die over de aarde trekt, is maar een aantal kilometer breed en een *totale* zonsverduistering zie je dus zelden. Maar een gedeeltelijke vrij regelmatig.

Een maansverduistering treedt uiteraard altijd op bij volle maan en een zonsverduistering bij nieuwe maan. De reden, dat er niet elke maand een zons- en een maansverduistering is, is dat de baan van de maan een hoek maakt met het baanvlak van de aarde. Bijvoorbeeld gaat meestal bij volle maan de schaduw van de aarde boven of onder de maan langs. Alleen als de maan in zijn baan het vlak van de aardbaan kruist en het tegelijk nieuwe of volle maan is, treedt een verduistering op. Dus gaat het om de snijlijn van de vlakken van de maanbaan en de aardbaan. Ook die heeft een richting en correspondeert dus met twee tegenoverstaande posities aan de hemel, die men de knopen noemt. Dus als de zon, maan en knopen aan de hemel samenvallen of tegenover elkaar staan treedt een verduistering op. Overigens hoeft dat niet zo precies te zijn; voor een gedeeltelijke maansverduistering is dat zo'n 10 graden en voor een zonsverduistering 15 graden, maar minder is nodig voor een totale verduistering. Men kan uitrekenen, dat elk jaar op aarde minimaal twee verduisteringen plaats vinden en maximaal zeven (gedeeltelijk en totale zons- en maansverduisteringen samen). Iets minder dan de helft daarvan is vanaf een bepaalde plaats ook zichtbaar.

Nu gaat de zon in een jaar (365,25 dagen) een keer rond de hemel; dat wil zeggen ten opzichte van de achterliggende sterrenhemel, alhoewel je die niet ziet als de zon op is. De maan gaat in 27,32 dagen rond de aarde en haalt dus de zon aan de hemel ongeveer eens per maand in. Maar het probleem is, dat die knopen, die zo belangrijk zijn voor het voorkomen van een verduistering, ook over de hemel rondlopen. Dat komt, omdat de storing van de zon op de baan van de maan zodanig is, dat het vlak langzaam schommelt (terwijl de helling ongeveer hetzelfde blijft). De knopen lopen daardoor eens in 18,61 jaar de hemel rond (in tegenovergestelde richting aan de zon en maan).

Nu kun je inzien, dat als je een cirkel maakt en de zon, maan en knopen rond laat gaan, je verduisteringen kunt voorspellen door te kijken wanneer ze ongeveer op één lijn staan. Je moet alleen weten van die knopen; en hoe konden de Stonehenge bouwers dat? Wel, diezelfde periode van 18,61 jaar zie je in de opkomst van de maan. Elk jaar zal b.v. de meest noordelijke maansopkomst te meten zijn, maar alleen om de 18,61 jaar bereikt die de meest noordelijk positie, die mogelijk is, en de Stonehenge bouwers moeten dat gezien hebben. Dat een verduistering optrad als de zon en maan op één lijn staan zullen ze snel ontdekt hebben, maar uit omstandigheden van verduisteringen zullen ze hebben kunnen afleiden, dat er een derde, onzichtbaar iets was, dat ook op diezelfde lijn moest staan als de zon en maan en dat dat in 18,61 jaar de hemel rondgaat.

5. Stonehenge als voorspeller van verduisteringen

Men heeft zich lang het hoofd gebroken over waar die Aubrey gaten voor waren, waarom het er 56 waren en waarom zo'n grote cirkel. Alles is in overeenstemming te brengen met de gedachte, dat het gebruikt werd als een voorspeller van verduisteringen. Dat zou dan als volgt gewerkt hebben. Neem een steen, die de zon voorstelt en laat die rond gaan door hem elke 13 dagen twee gaten te verplaatsen. Neem een tweede steen voor de maan en verplaats die twee gaten per dag. En een derde steen voor de knopen, die elk jaar drie gaten de andere kant opgaat. Als die stenen ongeveer op een rij staan, krijg je een verduistering. Staan de zon en maan *tegenover* elkaar een maansverduistering en staan ze *bij elkaar* een zonsverduistering. Een grote nauwkeurigheid is geen noodzaak. Wel is het zo, dat ruim de helft van die verduisteringen niet zichtbaar zijn. Maar het gaat nooit mis: elke verduistering wordt voorspeld. Je zou het nu

nog zo kunnen doen.

Laten we nog even in detail kijken naar dat recept van het verplaatsen van die stenen. De zon gaat volgens de steen rond in 364 dagen; 1,25 dagen te weinig, maar men nam de zon permanent waar en bijvoorbeeld aan de hand van de opkomst tijdens de midzomer konden ze het altijd bijstellen. Voor de maan is de omloop van de steen 28 dagen; ruim een halve dag te lang, maar door te kijken wanneer het volle maan was (of de kwartieren als de maan 90 graden van de zon moet staan) konden ze ook dat corrigeren. De knopen gaan in het recept rond in 18,67 jaar, dus bijna goed en dat hoeft je maar zeer af en toe te corrigeren. En dat konden ze ook, omdat ze kennelijk gedetailleerde waarnemingen deden van de opkomst van de maan.

Als je de getallen bekijkt, zie je ook, dat 56 het meest voor de hand liggend getal is om een dergelijk recept te maken. Ook zie je, waarom het een cirkel moest zijn met een relatief grote diameter, namelijk om de gelijke richtingen goed genoeg te kunnen beoordelen.

6. Slotwoord

Voor mij is het imponerend, dat deze mensen zo lang geleden zulk een bouwwerk konden bouwen. Maar ook, dat ze het zo precies konden oriënteren ten opzichte van de banen aan de hemel van de zon en maan (je hoeft voor dit alles helemaal niet te weten, dat eigenlijk de aarde om de zon gaat). Dat ze het gebruikten voor nauwkeurige waarneming van zon en maan geeft aan met welk ontzag zij deze lichamen beschouwden en geloofden in een verband tussen hun leven en verschijnselen aan de hemel. Maar wat je verstand te boven gaat, is dat ze kennelijk in hun verering en aanbidding de moeite namen en de toewijding hadden om regelmaat te vinden in die verschijnselen, waardoor ze verduisteringen van zon en maan konden voorspellen.

Het zal ook wel te maken hebben gehad met vrees. Ondanks mijn kennis van de astronomie overviel mij in 1999 bij het zien van het weer tevoorschijn komen van de zon na de totale zonsverduistering een enorm gevoel van opluchting. In vele opzichten kunnen we ons verwant voelen met de bouwers van Stonehenge.

Literatuur

Fred Hoyle – On Stonehenge (1977).

David Souden – Stonehenge revealed (1997).

J.D. North – Stonehenge: A new interpretation of prehistoric man and the cosmos (1997).

Christopher Chippindale – Stonehenge Complete (1994).

De officiële Website van Stonehenge is <http://www.stonehenge.co.uk/Stonehenge/stone.htm>.