

DE JAARGETIJDEN  
TUSSEN WETENSCHAP EN BELEVING

Een filosofische beschouwing

Harm Boukema  
augustus 2012

## INLEIDING

### *1Thema*

Zelfs als Plato gelijk mocht hebben, zelfs als wij mensen ergens anders vandaan komen en eigenlijk ergens anders thuishoren, dan nog valt er niet aan te twifelen dat we ons op aarde bevinden. Want anders zouden we onszelf niet eens als mensen kunnen betitelen. Het oppervlak van de aarde is het oord dat door de mensheid samen met talloze andere levende wezens bevolkt wordt. Die woonplaats heeft allerlei kenmerken. Eén daarvan is de wisseling van de seizoenen.

De invloed van deze jaarlijkse variatie op het weer en alle mogelijke levensprocessen en levensverschijnselen kan met recht indrukwekkend genoemd worden. Want het imago van de jaargetijden, waarmee we van kindsbeen af vertrouwd zijn geraakt, is daardoor hoofdzakelijk bepaald. In eerste instantie denken we aan typische weersomstandigheden en aan de toestand waarin planten en dieren verkeren of aan het gedrag dat ze vertonen. Misschien roept de gedachte aan de winter het beeld op van kale bomen in de sneeuw en van knaagdieren die zich in hun holen hebben teruggetrokken. De lente associëren we wellicht met krokussen en narcissen, met het voorjaarszonnetje, met vogels die hun nest bouwen en lammetjes die dartelen in de wei. De zomer met lommerrijke bossen of met een veld vol rijpende tarwe, omzoomd door klapprozen en korenbloemen, de herfst met paddenstoelen, met eekhoortjes die beukenootjes verzamelen of met de wind die de verkleurde bladeren van de bomen laat dwarrelen.

De beelden die de jaargetijden bij ons oproepen, worden echter niet alleen bevolkt door planten en dieren die in wisselende weersomstandigheden verkeren, maar ook door mensen. Het gaat hier immers niet uitsluitend om een schouwspel dat we kunnen gadeslaan, maar even goed om een proces waarin we zelf betrokken zijn. Ons hele maatschappelijke leven is gemarkeerd door festiviteiten en instituties die op het natuurlijke verloop van het jaar zijn geënt. Vandaar dat we bij de winter net zo goed kunnen denken aan de kerstboom of aan carnaval, bij het voorjaar aan beschilderde paaseieren, bij de zomer aan komkommertijd en aan vakantie met een ijsje of een koel biertje aan het strand, bij het najaar aan de pompoenen van Halloween, aan de scholen die weer begonnen zijn en aan de klok die weer een uur teruggezet moet worden.

Zelfs als je een verstokt stadsmens bent zonder oog voor planten en dieren en niet van zins met al dit maatschappelijk gedoe mee te doen, noch gehinderd door de druk die kinderen of kleinkinderen op het ouderlijk of grootouderlijk geweten kunnen uitoefenen, dan nog valt moeilijk vol te houden dat de tijden van het jaar je geheel koud laten. We worden er hoe dan ook door geraakt. Als we ze niet met dankbaar enthousiasme beleven of met tegenzin, dan wel met een gevoel van gesmoorde trots en onverschilligheid.

Hoe ingrijpend en veelzijdig de invloed van de seizoenswisselingen ook moge zijn, ieder mens beseft, ook al is het maar vagelijk en ook al kost het soms moeite, dat die invloed *als* invloed moet worden begrepen *van* iets dat van andere orde is. Dit besef schemert ook door in het gemopper en het misdeelde saamhorigheidsgevoel waartoe teleurstellende weersomstandigheden aanleiding kunnen geven. Overvloedige regen zien we niet als nietszeggend bijverschijnsel van de zomer en evenmin als haar ware gezicht, maar eerder als slechte prestatie waarachter een beter wezen schuilgaat. We kijken ernaar als fans van ons elftal dat in feite verliest, maar volgens ons, als het mee zou zitten wel degelijk in staat is zichzelf te laten zien.

Ook al dreigen we het soms even te vergeten, we weten niet alleen dat *na* regen zonneshijn komt, maar ook dat *achter* de wolken de zon schijnt. We beseffen dat de zon niet door de wolken heen hoeft te breken om er voor te zorgen dat het licht wordt. Aan dezelfde zon die het op een zwaarbewolkte ochtend af laat weten is het te danken dat het überhaupt ochtend geworden is. Dat beseffen we, maar het kost ons moeite. Vandaar dat we ons kunnen herkennen in- en tevens kunnen lachen om de geniale domheid die door Sancho Panza te berde wordt gebracht wanneer hij 's nachts, bij het licht van de volle maan met zijn meester Don Quichotte op pad is. Hij laat zich dan ontvallen: “De maan, daar heb je nog eens wat aan, want die schijnt in het donker, terwijl de zon eigenlijk alleen maar schijnt als het toch al licht is!”

Als we ons eenmaal gerealiseerd hebben dat de jaargetijden niet tot een meteorologisch, biologisch, psychologisch of maatschappelijk verschijnsel kunnen worden gereduceerd, zou uit dat ontwaakte bewustzijn eventueel een vraag kunnen ontspringen. Het hoeft niet, want het is nogal ongewoon bij iets doodgewoons stil te blijven staan. Iets uitzonderlijks en spectaculairs zoals een zonsverduistering of een vulkaanuitbarsting wekt makkelijker onze nieuwsgierigheid op dan iets normaals en alledaags. Het ligt nu eenmaal meer voor de hand je af te vragen hoe het komt dat de televisie het bij uitzondering niet doet dan hoe het kan dat het verdomde ding het doorgaans wel doet. Toch is er maar weinig voor nodig om de laatstgenoemde vraag wel te stellen: even afstand nemen van alledaagse beslommeringen.

Zo is het ook met de jaargetijden. Zodra we het benul hebben dat ze ontheven zijn aan hun invloeden, weten we direct al waar we de seizoenen zelf moeten zoeken: in de wisselende relatie tussen twee dingen waarmee we al lang vertrouwd waren, namelijk *zon en aarde*. We waren vertrouwd met het kleine stukje aarde waar we op leven en we waren vertrouwd met het ‘zonnetje’ dat af en toe door de wolken breekt en aan een mooie vakantie zou kunnen bijdragen. Nu komen die twee in een ander perspectief te staan. En dan ligt het voor de hand te vragen: *op welke verandering in de relatie tussen onze zon en onze aarde berust de wisseling van de seizoenen?* Dat is de centrale vraag die in dit boek vanuit drie verschillende invalshoeken behandeld zal worden: in dit eerste deel globaal, hetgeen ook betekent dat de globe daarin een essentiële rol zal spelen, vervolgens systematisch, beginnend met het meest elementaire, en tenslotte cultuurkritisch en historisch.

## *2 Een filosofische beschouwing*

Zodra de stap gezet wordt die ik in de vorige paragraaf heb geschetst, lijkt het contact met het leven onvermijdelijk verloren te moeten gaan. Want als je afziet van de invloeden van de seizoenen op het weer en het leven om je te concentreren op de wisselende relatie tussen de aarde en de zon, betreed je het terrein van de wetenschap en wel van een heel speciale wetenschap: de astronomie. En ook al moet je uiteraard leven om astronomie te kunnen bedrijven, daarmee is nog niet gezegd dat die wetenschap zich ook met het leven bezighoudt; hoogstens met eventuele tekenen van buitenaards leven, maar niet met het leven op aarde.

De aannemelijkheid van deze opvatting wordt bevestigd door het feit dat er geen noodzakelijk verband lijkt te bestaan tussen de jaargetijden en het leven. Ze kunnen samengaan, maar het hoeft niet. Als vaststaat dat er op een bepaalde planeet seizoenen zijn, volgt daar nog niet uit dat er ook leven moet zijn. En mocht er in een ver zonnestelsel een planeet ontdekt zijn die geen seizoenen heeft, dan zou het zeer voorbarig zijn daaruit te concluderen dat er dus ook geen leven is. In een wereld zonder jaargetijden valt wellicht best te leven.

Inderdaad, maar een dergelijke wereld zou ongetwijfeld een stuk saaier zijn, minder afwisselend, minder spannend en minder *levendig*. De jaargetijden zijn niet onontbeerlijk

maar wel wezenlijk voor het leven in die zin dat ze het leven, als het er is, *verlevendigen*. Bovendien voelt iedereen direct aan dat zon en aarde onontbeerlijk zijn voor organisch leven. Ongetwijfeld zijn er nog allerlei andere levensnoodzakelijke factoren, maar zonder een zon die licht en warmte geeft en een aarde die iets van dat licht en die warmte ontvangt en die tevens vaste grond biedt, is organisch leven onmogelijk. Ja, nog sterker: één of andere variatie in de relatie tussen zon en aarde lijkt eveneens van levensbelang. Inderdaad, die afwisseling hoeft niet per se seizoenmatig te zijn, maar als dat wel zo is, komt er meer leven in de brouwerij. Anders gezegd: de jaargetijden berusten op een niet onontbeerlijke, maar wel bij het leven passende variatie in de levensnoodzakelijke betrekking tussen levensnoodzakelijke factoren. Ze zijn als het ware de hartslag of de ademhaling van iets levensnoodzakelijks, de levendige vibratie, de spannende inkrimping en uitrekking van het zijden draadje waar het leven aan hangt.

Nu lijkt het misschien, dat ik het leven erbij hoop te betrekken door stiekem van de seizoenen zelf terug te keren naar hun invloed. Dat is echter niet mijn bedoeling. Ik wil benadrukken dat de jaargetijden onverbreeklijk verbonden zijn met een verlevendiging van de aardse *levensruimte* en *levenstijd*. Dat is niet een invloed op levende wezens, maar iets dat tot de wisseling van de jaargetijden zelf behoort. Het is iets wat ze aan eventuele levende wezens te *bieden* hebben.

Om er een idee van te krijgen wat dat inhoudt, zouden we ons een aardse wereld kunnen indenken die zoveel mogelijk op de onze lijkt, maar waaraan desondanks de seizoenen ontbreken. In zo'n wereld zijn verschillende elementen terug te vinden die onmisbaar zijn voor de afwisseling van zomer en winter, maar die wel los daarvan zouden kunnen bestaan:

- 1) een ronde aarde met een Noordpool, een Zuidpool en een evenaar,
- 2) dagelijkse wisseling van dag en nacht die er op verschillende plaatsen op aarde anders uitziet (In Egypte komt de zon een stuk hoger dan in Nederland),
- 3) een jaarlijks terugkerende verandering van de sterrenhemel.

Maar – en dat is het verschil – op één en dezelfde plaats op aarde zouden alle dagen wat de zon betreft precies op dezelfde manier verlopen. Zolang je alleen overdag naar de hemel kijkt, gaat het jaar onmerkbaar voorbij. Bovendien zou bij ons op hetzelfde moment precies hetzelfde gebeuren als op het zuidelijk halfrond. Alleen de breedtegraad, de afstand tot de evenaar telt, voor de rest is alles hetzelfde.

Wat verandert er, zodra we de jaargetijden op het toneel laten verschijnen? *Eenheid en verschil worden beide versterkt!* En dat is precies wat ik met 'verlevendiging' bedoelde. Het jaar krijgt reliëf. Het jaar gaat lijken op een dag, het wordt als een grote dag met een grote ochtend (voorjaar), een grote middag (zomer), een grote avond (herfst) en een grote nacht (winter). En de dagelijkse afwisseling van dag en nacht voegt zich in het grote verband en verliest daardoor haar eentonigheid. In een winters etmaal overheerst de nacht, in een zomers etmaal de dag. Maar deze gelijkenis doet geen afbreuk aan het contrast. In tegendeel. Dankzij de overeenkomst kan er een tegenstelling zijn: de tegenstelling van groot versus klein. Die versterkt het verschil en het verband.

Hetzelfde geldt voor Noord en Zuid. De tijdelijke opeenvolging van de jaargetijden is onverbreeklijk en wezenlijk verbonden met de gelijktijdige aanwezigheid van tegengestelde seizoenen op tegengestelde halfronden. Een extra verschil dus tussen Noord en Zuid, een verschil waardoor hun saamhorigheid alleen maar versterkt wordt. De polen en de equator krijgen bovendien meer gewicht doordat ze als het ware worden uitgebreid. In een seizoenloze wereld zijn de polen strikt genomen de enige plaatsen op aarde waar aan de dagelijkse afwisseling van dag en nacht afbreuk wordt gedaan. Zodra er seizoenen zijn, wordt in de *poolstreken*, d.w.z. overal binnen de poolcirkels, die afwisseling door een meer of minder langdurige pooldag en poolnacht doorbroken. In een wereld zonder seizoenen komt de

middagzon nergens op aarde in het zenit, behalve op de evenaar. Dankzij de jaargetijden wordt dat privilege uitgebreid tot de *tropen*, d.w.z. tot alle plaatsen op aarde die tussen de keerkringen gelegen zijn. Niet alleen de aardse tijd, maar ook de aardse ruimte verandert dus en wel niet zozeer door een toevoeging van iets vreemds, maar eerder door datgene wat er al was beter uit de verf te laten komen en meer *schwung* en elan te geven, meer spanning.

Betekent dit alles nu dat ik met alle macht wil proberen het contact met het leven in mijn beschouwing te behouden door mij angstvallig tot het aardse perspectief te beperken? Nee, aan het neutrale, externe standpunt dat in gangbare astronomische uiteenzettingen zonder omhaal als het enig zaligmakende wordt gekozen, wil ik graag de aandacht geven die het verdient. Ik heb er geen enkel bezwaar tegen mij af te vragen hoe het elegante samenspel van zon en aarde er uit zou zien als we het vanuit een buitenaardse tribune konden gadeslaan. Maar ik heb wel bezwaar tegen de vanzelfsprekendheid waarmee dat perspectief doorgaans tot het enig zaligmakende wordt verheven. De vraag hoe de wisseling er uit zou zien vanuit één van beide betrokkenen, vanuit de zon of vanuit de aarde, lijkt mij niet minder legitiem. Wisseling van gezichtspunt is verfrissend en past wonderwel bij het verlevendigende karakter van de seizoenen. Verstaan kan niet op gang komen zonder je in een ander standpunt te verplaatsen. Dan pas kan hetzelfde *herkend* worden, wanneer het in verschillende versies of vormen terugkeert.

Wij kunnen ons echter niet moeiteloos in de aarde verplaatsen. Want wij leven immers ergens *op* aarde. Van daaruit kunnen we de verlevendiging van levensruimte en levenstijd die de seizoenen ons te bieden hebben, beleven. We kunnen naar de hemel kijken en zien hoe de richting waarin de zon te zien is in de loop der dagen verandert. We kunnen ons ook verplaatsen in het standpunt van iemand die zich elders op aarde bevindt. Maar als ons gevraagd wordt ons in de aarde te verplaatsen, wordt het een stuk moeilijker. Want de aarde verkeert in een andere ruimte en tijd dan de ruimte en tijd die ze ons te bieden heeft. Ja, nog sterker: ze moet in een andere ruimte en tijd verkeren om ons en andere levende wezens de ons vertrouwde aardse levensruimte en levenstijd überhaupt te *kunnen* bieden.

Betekent dit nu dat ik er ongemerkt van uit wil gaan dat de aarde een levend wezen is, een moeder, een ademende godin? Nee, of het feit dat de aarde leeft meer inhoudt dan dat er leven *op* aarde is, wil ik volledig in het midden laten. Maar ik wil wel een lans breken voor de volgende stelling: *als* de aarde leeft, dan leeft ze op een heel andere manier dan alles wat er *op* haar leeft.

Mogen we hieruit concluderen dat de ruimte en de tijd waarin de aarde, levend of niet, verkeert, ons totaal *vreemd* zijn? Nee, want de ruimte en tijd waarin de aarde verkeert, zijn *tegengesteld aan- en dus één met* de levensruimte en levenstijd die ze ons biedt. Van absolute vreemdheid en ontoegankelijkheid kan geen sprake zijn omdat het gaat om de mogelijksgrond (een aardse metafoor) van de ons vertrouwde, door de jaargetijden en hun elementen gekenmerkte levensruimte en levenstijd. Het keerpunt waardoor de overgang van het aardse naar de aarde gemarkeerd wordt, moet tevens een raakpunt zijn.

## I GLOBALE ORIËNTATIE

### 3 De globe als illustratie

Om dit toe te lichten, zal ik mij hier tot één enkel voorbeeld beperken. Wij leven in en wereld waarin onder en boven gegeven zijn. Een kiezelsteen die op de grond ligt, heeft geen eigen boven- en onderkant. Hij kan niet rechtop of ondersteboven liggen. Maar zoals hij daar ligt, ligt wel één kant onder, de kant die in feite de bovenkant van de aarde ter plaatse raakt. Evenals allerlei levende wezens, gebruiksvoorwerpen zoals fietsen, auto's, tafels en stoelen, alsmede dingen die aan de grond vastzitten, zoals huizen en bergen, hebben wij een eigen onderkant en bovenkant. Als we rechtop staan, rusten we met de onderkant van onze voeten op de plaatselijke bovenkant van de aarde.

Vergelijken we nu de aarde als geheel met zaken die op haar rusten, dan blijkt ze inderdaad nogal vreemd te zijn. Ze is anders dan een kiezelsteen of een voetbal en tevens anders dan wij. Maar toch is ze ons niet volkomen vreemd. Want ze heeft wel degelijk op geheel eigen wijze iets met boven en onder te maken. Voor haar is binnen hetzelfde als beneden en buiten hetzelfde als boven. Onder en boven is het raakpunt dat tevens keerpunt is. Want de aarde heeft wel degelijk onder en boven, maar op een manier die inleefbaar tegengesteld is aan de beleefbare manier waarop aardse zaken boven en onder hebben.

Maar hoe zit het dan met een *globe*? Dat is inderdaad een geval apart: een kunstmatige baby-aarde gemaakt naar het model van haar natuurlijke moeder. Men pleegt globes op een voetstuk te zetten, de Noordpool boven en de aardas scheef, met een helling van  $23,5^\circ$  ten opzichte van de loodlijn die door het midden van haar voetstuk gaat. Of hieruit respect blijkt, wil ik in het midden laten. In ieder geval blijkt er zowel te veel als te weinig afstandelijkheid uit om van liefdevol respect te kunnen spreken. De globe is bedacht vanuit het standpunt van de buitenaardse tribune. Daaruit blijkt de distantie. Tegelijk echter wordt het vlak ten opzichte waarvan de aardas daadwerkelijk scheef staat, het vlak waarin de aarde jaarlijks om de zon draait, *horizontaal* voorgesteld. Daaraan, alsmede aan de onschuldig ogende gewoonte noord versus zuid met boven versus onder te identificeren, heeft de globe zijn voetstuk te danken! We worden uitgenodigd van bovenaf op de aarde, bewegend in een horizontale baan om de zon, neer te kijken. Hieruit blijkt gebrek aan distantie. De kleine aarde wordt geconcipieerd naar het model van dingen op aarde. Dergelijke misleidende suggesties lijken wellicht onvermijdelijk zolang we ons op aarde bevinden. Toch is mijns inziens een andere benadering mogelijk, een benadering die van meer liefdevol contact met de aarde getuigt en van minder antropomorfisme.

We maken de globe los van zijn voetstuk en leggen hem op de grond en wel in een zodanige stand, dat de plaats waar de globe ligt wordt voorgesteld door het punt dat boven ligt. Vervolgens draaien we de globe zodanig om z'n verticale as, dat zijn Noordpool naar het werkelijke noorden wijst en zijn Zuidpool naar het zuiden. Dan is de stand volledig vastgelegd. De baby ligt op haar moeder in exact dezelfde positie als moeder aarde zelf. Dat blijft ze in de loop van de dag, in de loop van het jaar en in de loop van de millennia.

Maar hoe is het in deze opstelling met de as van de kleine aarde gesteld? Is die overbodig geworden? Ja, want het kleintje draait dagelijks met de aarde mee en daardoor draait het vanzelf om z'n eigen asje! Denk je in dat het aardoppervlak glad is en overal bezaaid met globes die overal in de juiste stand liggen. Dan zijn alle kleine aardasjes evenwijdig aan elkaar en evenwijdig aan de grote aardas. Ze staan allemaal in dezelfde stand.

Goed, het is begrijpelijk dat elke globe door de aarde wordt meegenomen in haar grote jaarlijkse baan om de zon. Maar met de dagelijkse draaiing lijkt het anders gesteld te zijn. Een globe die in Ecuador ligt, met Ecuador op de globe boven en de as horizontaal in de richting van Zuid en Noord, wordt dagelijks door de aarde meegevoerd en beschrijft daardoor een enorme cirkel met een omtrek van 40.000 km. Inderdaad, ten opzichte van ons is dat geweldig groot, maar ten opzichte van de afstand van de aarde tot de zon is het een peulenschil. Aardse afstanden zijn verwaarloosbaar tenzij ze iets uitmaken voor de stand. Het horizontale vlak in Nederland heeft een andere stand dan op de Noordkaap. Juist daarom moet een globe in Nederland anders worden neergelegd dan op de Noordkaap. Maar door dat verschil wordt het verschil in horizontale stand gecompenseerd, met als gevolg dat al die globes in dezelfde stand liggen ten opzichte van elkaar, te weten in dezelfde stand als de aarde. Als de aarde dagelijks om haar as draait, verandert daardoor de stand van het horizontale vlak in Nederland of op de Noordkaap ten opzichte van de zon. Door die draaiing verandert onvermijdelijk hun afstand tot de zon, zelfs als het middelpunt van de aarde op gelijke afstand bleef. Maar die variatie in afstand is verwaarloosbaar, ook al is die reëel. *Verplaatsing* doet niet ter zake. Het enige wat telt is de verandering van *stand* ten opzichte van de zon. Vandaar dat het verschil tussen de grote en de kleine aarde in dit opzicht veel kleiner is dan het lijkt. Gezien vanuit de zon maakt het niet uit of de kleine aarde op een grote rust dan wel in haar eentje om haar as zou draaien.

Maar gezien vanuit de aarde maakt het wel degelijk uit. Want de globe rust op aarde, terwijl de aarde nergens op rust. Op school wordt ons aangeleerd met een meewarig en triomfantelijk glimlachje neer te kijken op primitieve volkeren die ooit gedacht hebben dat de aarde plat is en rust op een grote schildpad die op zijn beurt weer op een andere schildpad steunt en zo voort. Maar deze opvatting getuigt in wezen van dezelfde neiging waaraan wij achteloos toegeven als we het gewoon vinden dat een globe op z'n voetstuk hoort te staan.

De moeilijkheid kan pas worden overwonnen door er aandacht aan te schenken. Een globe blijkt inderdaad een geval apart te zijn zodra je beseft dat de aarde niet past in de vorm van de aardse ruimte. Anders dan een kiezelsteen of een voetbal kan een globe wel degelijk verkeerd of ondersteboven worden neergelegd. Maar anders dan een wijnglas of een mens heeft hij geen vaste onderkant die overal op aarde dezelfde is. Mits goed neergelegd hebben alle globes overal dezelfde stand. Juist daarin komen ze met de aarde overeen. Maar ze verschillen van de aarde zelf door naar haar model nagemaakt te zijn en door haar ondersteund te kunnen worden. In feite een kunstig tussenwezen dat tussen ons en de aarde kan bemiddelen.

#### 4. Terug naar de jaargetijden: tweezijdige globale beschouwing

Door de globe buiten neer te zetten, in de juiste stand en zo veel mogelijk in de volle zon (we lijmen hem vast op een paaltje midden in het open veld), kunnen we het verloop van de jaargetijden gadeslaan en wel vanuit twee verschillende, met elkaar corresponderende perspectieven. Enerzijds kunnen we naar de hemel kijken om te zien hoe de stand van de zon in de loop van de dag en in de loop der dagen verandert. Anderzijds kunnen we naar de globe kijken en controleren hoe die door de zon in twee helften, de beschenen helft en de beschaduwde helft verdeeld wordt.

We stellen ons zelf voor, miljoenen keren verkleind en staande op de top van de globe. Dat verkleinde wezentje kan, net als wij, naar de hemel kijken. Aan de hemel ziet het precies hetzelfde als wij. Ja, nog sterker, ook al is het miljoenen keren kleiner dan wij, toch ziet het de zon niet groter of kleiner dan wij! Want de vraag hoe groot wij de zon zien, kan alleen beantwoord worden, door aan te geven hoeveel van ons gezichtsveld door de zon wordt ingenomen! Het heeft geen zin te beweren dat we de zon even groot zien als een soepbord of

als een euro tenzij we de afstand er bij vermelden. Stel we zien de zon zo groot als een euro op een afstand van 1,2 meter. De *proportie* van afstand en grootte is bepalend voor de hoek. We zien de zon onder een hoek van ongeveer een halve graad en een euro op een afstand van 1,2 meter ook. Voor mijn verkleinde alter ego geldt precies hetzelfde. Verkleining van mijn afmetingen laat de grootte van mijn gezichtsveld onaangetast.

Zolang dat verkleinde wezentje niet over een verkleind globetje beschikt, waarop het zichzelf in verkleinde vorm verbeeldt te staan, ben ik in het voordeel. Ik kan niet alleen, zoals hij, naar de hemel kijken, maar ook nog als buitenaardse toeschouwer de aarde als geheel in verkleinde vorm overzien en wel in haar relatie tot de zon. Maar dat kan natuurlijk alleen overdag als de zon schijnt. 's Nachts is de hele globe in duisternis gehuld. En dat gebeurt met de echte aarde nooit. Die is altijd, op elk moment, het hele jaar door voor de helft door de zon verlicht en voor de helft van de zon afgekeerd. Afgezien van de maan, die af en toe voor een zonsverduistering kan zorgen, is er niets dat de aarde schaduw kan geven behalve de aarde zelf. Maar die kleine mini-aarde bevindt zich 's nachts volledig in de schaduw van haar grote moeder.

Dat dag en nacht over de aarde zelf voortdurend gelijk verdeeld zijn, wil nog niet zeggen, dat ze overall op aarde altijd even lang duren. In een wereld zonder jaargetijden zou dat zo zijn, maar in een wereld met jaargetijden is het niet zo. De jaarlijkse beweging waardoor de tijdelijke equinox twee keer (rond 21 maart en rond 21 september) bereikt en verbroken wordt, doet geen afbreuk aan de permanente ruimtelijke equinox. Ja, die zou daar zelfs geen afbreuk aan *kunnen* doen. Want het feit dat de helft van het aardoppervlak in de zon is en de andere helft van de zon afgekeerd, is alleen te danken aan de *ronde vorm* van de aarde, niet aan haar eventuele *bewegingen*.

Laten we dan nu, aannemende dat er geen wolkje aan de lucht is, naar onze globe gaan kijken op 21 maart om 6 uur 's ochtends. Dan komt de zon exact in het Oosten op. Onze onzichtbaar kleine prins (die natuurlijk veel kleiner is dan de Kleine Prins in verhouding tot *zijn* planeetje) ziet precies hetzelfde. Het zonlicht treft in horizontale richting zowel de plek op aarde waar wij ons bevinden als de top van de globe. De scheidslijn tussen licht en donker loopt precies over dat punt. Valt er nog meer te ontdekken? Ja: die scheidslijn loopt ook nog exact over de Noord- en de Zuidpool. Die valt op dat moment dus samen met een meridiaan die door Nederland heenloopt. Ten oosten van Nederland is het licht, ten westen van Nederland donker. Het centrum van de door de zon verlichte hemisfeer ligt dus exact op de evenaar. Waar? Ergens in de Indische oceaan tussen India en Sumatra. Dat punt is precies een kwart aardomtrek van ons verwijderd: 10.000 km. oftewel 90°. Daar is het dan 12 uur 's middags en de zon staat daar op dat moment in het zenit.

Gaan we drie uur later weer kijken, dan blijkt de situatie veranderd te zijn. De zon staat nu al een stuk boven de horizon en in een andere richting. Niet meer in het Oosten, maar in het Zuidoosten. De scheidslijn tussen licht en donker loopt niet meer door Nederland, maar nog wel over de polen. En het middelpunt van de verlichte hemisfeer ligt nog steeds op de evenaar, maar nu een stuk westelijker: vlakbij bij de Oostkust van Afrika, in de buurt van Zuid-Somalië. Het feit dat de zon nu hoger boven de horizon staat en meer naar het Zuiden correspondeert dus met het feit dat het punt op aarde waar de zon in het zenit staat, dichterbij is gekomen. Wij bevinden ons verder van de rand. De westelijke kant van de scheidslijn tussen licht en schaduw is namelijk een stuk opgeschoven. De meridiaan gevormd door alle plaatsen waar op dat moment de zon opkomt, loopt nu midden door de Atlantische Oceaan.

Drie uur later, op het midden van de dag, staat de zon pal in het Zuiden. In die richting wordt het hoogste punt boven de horizon bereikt. Bij ons staat de zon dan precies even *ver onder het zenit* als het punt waarnaar de noordelijke aardas wijst (de noordelijke hemelpool die 's nachts vlak bij de poolster is te zien) *boven de horizon* staat. Dat is ook begrijpelijk



omdat het punt op aarde waar de zon dan in het zenit staat, precies ten zuiden van ons ligt en wel op een afstand van  $52 \times 111 \text{ km.} = 5772 \text{ km.}$  Het ligt namelijk nog steeds op de evenaar, maar nu vlak bij de Westkust van Afrika. Bij ons staat op die dag de zon dan het hoogst, d.w.z. dichtst bij het zenit omdat de aardse afstand tot het middelpunt van het door de zon verlichte halfmond (het punt waar dan de zon in het zenit staat) minimaal is.

In de loop van de middag zal dat punt verder naar het Westen verschuiven. De oostelijke kant van de scheidingslijn tussen licht en schaduw zien we dan op de globe naderbij komen. Elke plek die op die rand ligt, bevindt zich in de overgang van licht naar duister, van dag naar nacht. Na zes uur heeft die rand het topje van onze globe bereikt. Dan gaat de zon precies in het Westen onder.

Vlak daarvoor kijken we nog even naar de polen van onze globe. Die liggen nog steeds op dezelfde scheidingslijn. Daar heeft de zon de hele dag in de vorm van een horizontale rondgang aan de horizon gestaan. En dat is ook niet verwonderlijk; want reizen we in gedachten naar de Noordpool en leggen we de globe daar neer zoals die daar hoort te liggen, dan moet de Noordpool boven en de evenaar horizontaal. Daar bleef de afstand tot het centrum van de door de zon beschenen hemisfeer steeds dezelfde, namelijk van 90 tot 0 graden noorderbreedte oftewel 10.000 km. Voor de Zuidpool geldt *mutatis mutandis* hetzelfde.

Bleef de toestand het hele jaar door dezelfde als op deze gedenkwaardige dag, dan zouden we ons in een wereld zonder jaargetijden bevinden. De polen zouden strikt genomen de enige plaatsen op aarde zijn waar de dagelijkse wisseling van dag en nacht niet altijd plaatsvindt. Overal elders zou die wisseling het hele jaar door meer of minder sterk merkbaar blijven. En alle punten op de evenaar zouden de enige plaatsen zijn waar de zon ooit, namelijk op het midden van de dag, het zenit bereikt (zie 2).

Maar in feite leven we in een wereld *met* seizoenen. Hoe is dat te merken als we een paar weken later onze Nederlandse globe opnieuw bekijken? Dan zien we dat de zon niet meer exact om 6 uur in het Oosten opkomt, maar vroeger en meer naar het noordoosten. Kijken we op de globe waar op aarde de zon op dat moment in het zenit staat, dan zien we dat het niet meer op de evenaar ligt, maar ten noorden daarvan.

Het zal, hoe dan ook, even ver van ons verwijderd moeten zijn als tijdens de zonsopgang van 21 maart. Want als de zon aan de horizon staat, d.w.z.  $90^\circ$  onder het zenit, dan zou ik, vliegensvlug reizend, 90 booggraden, oftewel 10.000 km. in de richting van de zon moeten reizen om het punt te bereiken waar op dat moment de zon in het zenit staat.

Op die dag komt de middagzon hoger boven de horizon en gaat de zon later onder en verder naar het noordwesten. Op onze globe kunnen we zien dat de Zuidpool de hele dag in de schaduw ligt. Daar is de poolnacht begonnen. De Noordpool ligt de hele dag in de zon. Daar is de pooldag aangebroken die tot 21 september zal duren.

Op de langste dag, rond 21 juni, komt de zon zeer vroeg, ver naar het noordoosten op en gaat laat, ver naar het noordwesten onder. Op het midden van de dag wordt de maximale hoogte bereikt. De zon staat dan  $23,5^\circ$  hoger dan op 21 maart. Op onze globe kunnen we gedurende die lange dag zien dat het midden van de verlichte hemisfeer steeds  $23,5^\circ$  ten noorden van de evenaar ligt, op de zogenaamde Kreeftskring. Overal op die keerkring komt op het midden van de plaatselijke dag de zon in het zenit te staan, even hoog boven de noordelijke als boven de zuidelijke horizon.

Op onze globe kunnen we nu ook zien dat op die dag de scheidingslijn tussen licht en duister de noordelijke poolcirkel, die de hele dag in het licht blijft, raakt. Het raakpunt is het punt waar op dat moment de middernachtzon te zien is, de zon die midden in de nacht ondergaat en op hetzelfde moment weer opkomt. Op het zuidelijk halfmond zien we de poolcirkel, die geheel in het duister blijft, de hele dag door het licht raken. Overal op die zuidelijke poolcirkel is midden op de dag een veelbelovende zonsopgang te zien die onmiddellijk in een zonsondergang overgaat.

Het vervolg van dit verhaal kan makkelijk worden ingevuld. Op 21 september is de situatie weer hetzelfde als op 21 maart. Maar het proces gaat dan de andere kant op. De dagen worden daarna korter. De zon komt later op, maar naar het zuidoosten en gaat vroeger onder, meer naar het zuidwesten. Op 21 december komt de zon op het midden van de dag  $23,5^\circ$  lager dan op 21 september. De afstand tot het zenit is dan maximaal, namelijk  $52^\circ + 23,5^\circ = 73,5^\circ$ . Op onze globe kunnen we zien dat de zon dan ver weg van ons, ergens op de Steenbokskeerkring ten Westen van Afrika in het zenit staat, ruim 4800 km. verder weg dan op het midden van de langste dag.

Uiteraard is dit alles een geleidelijk proces. Het spoor dat de zenitzon op de aarde laat zien bestaat uit twee tegengestelde en om elkaar heen draaiende spiralen, tussen de keerkringen ingeklemd. Op de Noordpool beschrijft de zon aan de hemel de noordelijke helft van die dubbele spiraal. Als je de andere helft wil zien, moet je vliegensvlug op 21 september, als de zuidelijke pooldag begint, naar de Zuidpool verhuizen.

### *5 De voet in ere hersteld*

Hoe ver zijn we nu gekomen? Om duidelijk te maken dat er een inleefbare tegenstelling en verband bestaat tussen de beleefbare ruime en tijd die de aarde biedt enerzijds en de ruimte en tijd van de aarde zelf anderzijds, heb ik een alternatief, natuurlijk gebruik van de globe aanbevolen. Zodra die in dezelfde stand wordt gezet als de aarde onder ons, hebben we geen kunstmatig voetstuk, geen kunstmatige as en geen kunstmatige lichtbron meer nodig. De kleine aarde draait vanzelf met de grote mee en wordt door de zon op precies dezelfde wijze beschenen als haar grote moeder.

Die aanpak stelde ons in staat twee perspectieven met elkaar te confronteren en met elkaar in verband te brengen: het aardse perspectief van de toeschouwer die naar de hemel kijkt en het perspectief van de aarde die voortdurend voor de helft door de zon beschenen wordt. Het springende punt bleek te zijn, dat de verandering van de baan die de zon dagelijks aan de hemel lijkt te beschrijven, correspondeert met een verandering van de stand van de verlichte hemisfeer ten opzichte van de polen en de evenaar.

Op grond van dit resultaat kunnen we nu ook makkelijk beschrijven hoe de wisseling van de jaargetijden er vanuit de zon uitziet. Vanuit de zon gezien is de aarde altijd vol. De nachtelijke helft van de aarde is permanent aan de achterkant. Maar het middelpunt van de verlichte aardschijf verandert. Het verandert in de loop van de dag. De punten op aarde die het lichtcentrum passeren, liggen op een lijn die nagenoeg evenwijdig is aan de evenaar. Op 21 maart valt die lijn nagenoeg met de evenaar samen. De aardse Noord- en Zuidpool zijn dan gelijktijdig te zien. Beide aan de rand van de schijf. Daarna verdwijnt de Zuidpool uit het zicht en verschuift de Noordpool van de rand in de richting van het centrum. De evenaar wordt naar het zuiden verplaatst. Op de langste dag is de afstand van de Noordpool tot het lichtcentrum of van het lichtcentrum tot de Noordpool minimaal geworden. Daarna begint de omgekeerde beweging, en zo voort.

Maar vooralsnog zijn we niet in staat de kloof te overbruggen die ons scheidt van de buitenaardse tribune van waaruit de zon en de aarde allebei te zien zijn. Dat is het perspectief dat de ontwerper van de standaardglobe voor ogen stond. Wacht tot het donker is, ontruim de kamer en plaats midden op de vloer een brandende lamp. Pak de globe met voet. Schuif de voet linksom in een cirkel om de lamp heen en wel zo, dat de as steeds in dezelfde richting wijst. Draai ondertussen de globe van links naar rechts. Doe je best om de globe gedurende z'n rondgang om de lamp 365 keer linksom om z'n as te laten draaien.

Dit model is buiten proporties. Want als de globe een doorsnee heeft van 24 cm., zou de zon voorgesteld moeten worden door een lichtgevende bol met een diameter van 24 meter. De afstand tot de globe zou bijna 3km. moeten bedragen. Dan zouden we, vanuit de globe die kunstzon even groot zien als we de werkelijke zon vanuit de werkelijke aarde kunnen aanschouwen. En vanuit die lichtgevende bol zou de globe er uiteraard net zo klein uitzien als de echte aarde vanuit de echte zon, namelijk 100 keer zo klein als wij de zon zien.

Maar door deze kritische kanttekening hoeven we ons niet uit het veld te laten slaan. Het punt waar het op aankomt, is namelijk dat we, mits de as van de globe steeds in dezelfde stand word gehouden, langs de baan om de lamp vier keerpunten kunnen onderscheiden. Ik had gezegd: de globe moet linksom draaien. Als dat vastligt, is er, hoe dan ook, één en slechts één punt op de baan waar de noordelijke aardas precies achteruit wijst, in de richting van de rechte lijn die de cirkel daar raakt. Dat punt correspondeert met de positie op 21 maart.

Overall op de baan, het hele jaar door dus, staat de aardas even scheef ten opzichte van het vlak waarin de aarde jaarlijks om de zon draait. Ook dus op 21 maart. Maar dan neigt noch de Noordpool noch de Zuidpool naar de zon. Dat is het punt waar op het noordelijk halfrond de lente begint en op het zuidelijk halfrond de herfst. Beide polen worden hier tegelijk verlicht. Op de Noordpool begint de pooldag, op de Zuidpool eindigt die.

Een kwart slag verder, de globe heeft dan ongeveer 91 keer om haar as gedraaid, wordt het punt bereikt van de noordelijke zomerzonnewende en de zuidelijke winterzonnewende. De noordelijke aardas staat nog steeds even scheef, maar neigt pal naar de zon. En dus is de zuidelijke aardas maximaal van de zon afgekeerd. Uiteraard kunnen de twee polen niet tegelijkertijd allebei naar de zon zijn toegekeerd of van de zon zijn afgekeerd. Ze kunnen echter wel even veel of even weinig naar de zon zijn gekeerd. Dat was het geval op 21 maart. En rond 21 september gebeurt weer hetzelfde: equinox, maar dan zo, dat de noordelijke kant van de aardas niet meer achteruit wijst en de zuidelijke kant vooruit, maar andersom.

Alles wat we eerder in het open veld aan de hand van het zonlicht aan de globe hebben vastgesteld, kan nu zo goed en zo kwaad als het gaat, in de donkere kamer worden teruggevonden. Dat geldt ook voor de hierboven gegeven beschrijving van het proces zoals het er vanuit de zon uitziet. Maar onze waarnemingen van de stand en de hoogte van de zon aan de hemel kunnen we nu niet meer zo makkelijk herkennen. Het begint ons te duizelen, zodra we ons proberen in te denken hoe onze microscopisch kleine dubbelganger de zaak zou zien en beleven. Eén ding is echter duidelijk. De kleine prins wordt niet duizelig zolang hij alleen naar het minieme stukje van de globe kijkt dat hij kan overzien. Voor hem is de situatie nu wezenlijk anders dan voor ons, net andersom zelfs. Want als hij naar de vloer van die donkere kamer kijkt, krijgt hij het te kwaad. Voor hem danst de vloer, terwijl voor ons de vloer vast is en het Nederlandse horizontale vlak op de globe danst.

Inderdaad, dat moeten twee kanten zijn van hetzelfde verhaal. Maar hoe krijgen we de eindjes aan elkaar? Laten we de volgende dag opnieuw naar buiten gaan en wel met dezelfde, van voetstuk voorziene standaardglobe die we in de donkere kamer verschoven hebben. We gaan in de volle zon staan, houden de globe in de door mij aanbevolen stand. De voet hangt nu los en kan draaien. We draaien hem in een zodanige stand, dat zijn schaduw zo dun mogelijk wordt. Dan staat het vlak van de voet in dezelfde stand als het vlak van de ecliptica, het vlak waarin de aarde jaarlijks om de zon draait. Herhalen we deze procedure in de loop van de dag, dan zien we vanzelf, dat het vlak van de ecliptica dagelijks kantelt. We kunnen dus toch nog dankbaar gebruik maken van de voet van de globe. Binnenskamers diende hij als vaste ondersteuning van de dagelijkse draaiing, buiten kan hij overdag dienst doen als draaibaar zonnescherm van de in vaste positie gekomen globe. Hetzelfde vlak dat 's avonds door de vloer wordt voorgesteld, kunnen we nu op de hemel projecteren.

## 6 De ecliptica aan de sterrenhemel

Maar dit alles berust voorlopig alleen maar op blind vertrouwen in de ontwerpers van de standaardglobe. Als we het zelf willen ervaren, moeten we 's nachts naar buiten gaan om de sterrenhemel te bekijken. De globe die daar nog steeds is vastgelijmd op een paaltje in het open veld, kan ons ook dan helpen. We zien dan namelijk dat de hele sterrenhemel draait om de denkbeeldige as die met de as van de globe samenvalt. De Noordpool van de globe wijst naar de poolster, de enige ster die op z'n plaats blijft. De Kleine Beer en de Grote Beer draaien om de poolster heen als wijzers van een klok, maar dan in tegengestelde richting en half zo snel als de kleine wijzer. Zij blijven boven de horizon.

Zetten we in gedachten de punt van een grote passer in de richting van de poolster en tekenen we een cirkel af die de horizon raakt, dan begrenzen we de zogenaamde *circumpolaire* sterren. In Nederland reikt de top van die cirkel net over het zenit heen. Alle sterren binnen deze grens veranderen alleen maar van stand. In elke heldere nacht zijn ze te zien omdat ze noch ondergaan noch opkomen.

Aan de andere kant, in de richting waarin de zuidelijke aardas wijst, kunnen we in gedachten hetzelfde doen. We tekenen een ondergrondse cirkel die aan de bovenkant het zuidelijkste punt van de horizon raakt. Deze cirkel is precies even groot als de eerste. Die grenst het gebied af van de sterren die nooit te zien zijn. We zouden ze *anti-circumpolair* kunnen noemen. Tussen die twee cirkels ligt de band van sterren die soms wel en soms niet te zien zijn. Door de horizon wordt die band schuin in twee gelijke helften verdeeld. De sterren die nu boven de horizon zijn, maken geleidelijk plaats voor nieuwkomers. Die komen op in het Oosten. Let wel: het Oosten, de Oriënt, is door dit ervaringsgegeven gedefinieerd. De verbindingslijn tussen Noord en Zuid verdeelt de horizon in twee gelijke helften, de helft van de nieuwkomers en de helft van de vertrekkers.

Als er überhaupt, zoals dat bij ons het geval is, opkomst en ondergang is, dan is daarbij de *hele* horizon betrokken. Noord en Zuid zijn aan de horizon de keerpunten die tevens raakpunten zijn, raakpunten tussen opkomst en ondergang. Als je je exact op de Noordpool bevindt, staat de poolster in het zenit. Alle sterren zijn daar circumpolair. Vlak boven de horizon bewegen ze horizontaal, van links naar rechts. Omdat er daar van opkomst en ondergang geen sprake is, verdwijnt daar ook het verschil tussen Oost en West. Verplaats je je een paar honderd kilometer naar het Zuiden, dan wordt de cirkel van circumpolaire sterren ietsje kleiner. Er ontstaat een smalle strook van opkomende en ondergaande sterren. De hele horizon verdeelt die smalle strook scheef in twee gelijke helften. Weinig sterren zijn genoeg om de hele horizon met opkomst en ondergang te vullen, mits het maar rakelings gebeurt, bijna horizontaal. Op de evenaar, waar de as van onze globe horizontaal hoort te liggen, zijn de circumpolaire en anti-circumpolaire hemelschijven tot twee punten gereduceerd. Alle sterren komen daar op en gaan onder, maar dan met maximale steilte.

Dit alles lijkt op het eerste gezicht een totaal andere wereld die niets te maken heeft met wat we overdag met betrekking tot de zon hebben vastgesteld. Het is echter van essentieel belang te beseffen dat de dagelijkse baan van de zon weliswaar in de loop van het jaar verandert, maar op één enkele dag nagenoeg dezelfde is als de baan van alle sterren die op dezelfde plaats aan de horizon opkomen. Bij voorbeeld: we waren begonnen naar de zon te kijken op 21 maart. Toen kwam de zon exact in het Oosten op en ging precies 12 uur later exact in het Westen onder. In feite heeft dat niets met de zon te maken, maar alleen en uitsluitend met de richting waarin de zon op dat moment in het jaar te zien is. Dagelijkse opkomst en ondergang is geen privilege van de zon en evenmin van de zon en de maan. Alle sterren en alle planeten komen dagelijks op en gaan dagelijks onder daar waar ze binnen de

grenzen blijven van de band die tussen de circumpolaire en anti-circumpolaire schijf is ingeklemd.

Het is bepaald niet toevallig dat de zon exact in het Oosten opkomt en in het Westen ondergaat wanneer de dag even lang duurt als de nacht. Elke ster die exact in het Oosten opkomt, gaat vanzelf exact in het Westen onder en is dan even lang boven de horizon als eronder. De overgang van altijd naar nooit, van circumpolair naar anti-circumpolair, verloopt geleidelijk. Een ster die vlakbij het Noorden opkomt, is *bijna* altijd *boven* de horizon te zien. Aan de andere kant van de horizon is het net andersom. Een ster die vlak bij het Zuiden opkomt, is *bijna* altijd *onder* de horizon. Een ster die exact tussen Noord en Zuid opkomt, in het Oosten dus, is precies even lang boven als onder de horizon.

Bovendien is er nog een andere overeenkomst. Ook al is er geen enkele ster sterk genoeg om de aarde in een lichte en duistere helft te verdelen, toch verdeelt elke ster op elk moment de aarde in twee hemisferen: de hemisfeer bestaande uit alle plaatsen waar die ster op dat moment op is en de hemisfeer bestaande uit alle plaatsen waar hij niet of niet meer te zien is. Net zoals je kunt vragen waar op aarde nu de zon in het zenit staat, zo kun je ook vragen waar nu die en die ster in het zenit staat. En zoals je kunt vragen waar nu de zon opkomt en waar die nu ondergaat, zo kun je even goed vragen waar op aarde die en die ster opkomt of ondergaat die ik nu daar en daar hoog aan de hemel zie staan. Je kunt het niet alleen vragen, de globe kan er uitsluitsel over geven mits je een zaklampje bij de hand hebt.

De zon speelt een beslissende rol in de specifieke *vorm* die de dagelijkse draaiing aanneemt, de vorm van dag en nacht. Maar voor de dagelijkse draaiing zelf is de zon gewoon één onder velen. Voor de sterren heeft de zon in feite dezelfde betekenis als de wolken voor de zon. Daardoor lijkt er overdag een totaal andere wereld te ontstaan, een wereld zonder sterren. Maar bleven de sterren overdag zichtbaar, dan zouden we kunnen zien hoe de zon dan gewoon meebeweegt met het sterrenbeeld waarin hij zich op dat moment van het jaar bevindt.

In die situatie zouden we aan één etmaal genoeg hebben om alle sterren te zien te krijgen die er bij ons überhaupt te zien zijn, te weten alle sterren die niet gelegen zijn binnen de onder de zuidelijke horizon verborgen blijvende anti-polaire cirkel. Zodra de zon ver genoeg onder is, zien we (als we obstakels en vertroebelingen aan de horizon buiten beschouwing laten) de helft van alle sterren die er überhaupt te zien zijn. Dan gaan in de loop van de nacht aan de westelijke horizon sterren onder, terwijl er aan de oostelijke horizon nieuwkomers verschijnen. Aan de noordelijke kant van de oostelijke horizon verschijnen de kortslapers, aan de zuidelijke kant de langslapers. Maar nog voor zonsopgang, bij de dageraad begint daar waar de zon zal opkomen, de hemel te verbleken totdat er überhaupt geen sterren meer te zien zijn. Zodra de zon op het toneel verschijnt, kunnen we die vooralsnog niet tussen de sterren situeren.

Gelukkig helpt de zon zelf ons dit probleem op te lossen. Want als we een week later weer gaan kijken en nog een week later weer, dan zien we een geleidelijke verandering van de sterrenhemel. Sterrenbeelden die aanvankelijk nog vroeg in de avond, vlak voor hun ondergang, aan de westelijke hemel te zien waren, zijn nu überhaupt niet meer zichtbaar. Kennelijk is de zon ten opzichte van de sterren een klein stukje van West naar Oost opgeschoven. De keerzijde hiervan is, dat 's ochtends vroeg, vlak voor de dageraad, boven de oostelijke horizon nieuwe sterrenbeelden opduiken.

Na verloop van maanden kunnen de eindjes aan elkaar worden geknoopt. We kunnen nu een sterrenglobe maken, waarbij de schijf van anti-circumpolaire sterren uiteraard nog oningevuld moet blijven. Het is voldoende de meest opvallende sterren en sterrenbeelden aan te geven. Aldus ontstaat een aaneensluitend, maar slechts globaal beeld van de wereld die dagelijks om ons heen lijkt te draaien en overdag door de zon aan het zicht onttrokken wordt. We kunnen ook zeggen dat we op die manier een globaal beeld krijgen van de wereld ten

opzichte waarvan de aarde dagelijks draait. Die wereld wordt bevolkt door echte sterren zoals Deneb, Wega, Altair of Aldebaran. Hoe ver die sterren van ons en van elkaar verwijderd zijn, weten we niet. Daarover zegt de sterrenglobe ook niets. Want anders dan een globe die de aarde voorstelt, heeft een sterrenglobe geen schaal. De afstanden geven alleen verschillen in *richting* aan gezien vanuit de aarde.

Gezien vanuit welk punt op aarde? Dat doet er niet toe! Overal op aarde waar de Grote Beer ooit samen met de poolster te zien is, kun je de poolster vinden door de opstaande rand van het “steelpannetje” vijf keer te verlengen. Ja, nog sterker: wanneer in het jaar naar de Grote Beer of naar welk ander sterrenbeeld wordt gekeken, doet er ook niet toe. Ook al is de jaarlijkse baan voor ons en zelfs voor de aarde geweldig groot, te weten ongeveer 24000 keer zo groot als de evenaar, voor de stand van de sterren doet die rondgang nauwelijks ter zake. Astronomen zijn er pas in de negentiende eeuw met veel moeite in geslaagd het minieme effect van die beweging op de stand van de sterren werkelijk vast te stellen. Uit dit alles volgt, dat afstanden er in zekere zin wel degelijk toe doen, namelijk in die zin dat de sterren ten opzichte waarvan wij de zon jaarlijks zien verschuiven, zó ver van ons en de zon verwijderd zijn, dat de afstand van ons tot de zon daarbij in het niet valt.

Onze jaarlijkse beweging om de zon, die we ons met die lamp op de vloer aanschouwelijk hadden gemaakt, heeft dus alleen een merkbaar effect op de stand van de zon en van andere hemellichamen die tot ons zonnestelsel behoren. Noch de maan, noch Venus of Mars, noch de zon kan op een sterrenglobe een vaste plaats krijgen. Maar de *baan* die de zon tegen de achtergrond van de sterren lijkt af te tekenen kan wel op die globe worden gemarkeerd. Het vlak gevormd door de richtingen waarin wij de zon zien, is hetzelfde als het vlak waarin wij jaarlijks om de zon draaien. Op de sterrenglobe kan het als een lijn worden voorgesteld, een grote cirkel die verschillende sterrenbeelden doorsnijdt, te weten de zogenaamde tekens van de dierenriem.

Dit vlak is in feite het lichtvlak, d.w.z. het vlak gevormd door de waaier van richtingen van waaruit de zon de aarde in de loop van het jaar beschijnt. Toch pleegt men dit vlak de *ecliptica* te noemen., d.w.z. het verduisteringsvlak. Waarom? Omdat onze maan zich in dit vlak *moet* bevinden om de zon te *kunnen* verduisteren of door de schaduw van de aarde verduisterd te kunnen worden. Cirkelde de maan in hetzelfde vlak om de aarde als de aarde jaarlijks om de zon, dan zou er elke maand bij nieuwe maan een zonsverduistering en bij volle maan een maansverduistering plaatsvinden. In feite draait de maan om ons heen in een vlak dat ongeveer  $5^\circ$  helt ten opzichte van de ecliptica. Maar die twee passages door de knooppunten (die zelf ook nog weer ronddraaien) hoeven niet met nieuwe en volle maan samen te vallen. Alleen als dat bij uitzondering wel gebeurt, treedt er een verduistering op.

De ecliptica staat op de sterrenglobe als een grote cirkel die  $23,5^\circ$  helt ten opzichte van het vlak dat door de evenaar van onze vaststaande globe op de sterrenhemel wordt geprojecteerd. Dat vlak, de zogenaamde hemelequator, speelt op onze draaibare sterrenglobe dezelfde rol als de evenaar op een gewone globe of de echte evenaar op aarde. Elke ster die op de hemelequator staat, staat op willekeurig welk moment ergens op de aardse equator in het zenit. En elke ster die waar en wanneer dan ook ergens op de evenaar in het zenit staat, staat op de hemelequator.

Als de ecliptica niet helde, als de zon dus in de loop van het jaar langs sterren zou lijken te verhuizen die allemaal op de hemelequator liggen, dan zou de sterrenhemel jaarlijks veranderen, min of meer zoals dat in feite gebeurt, maar er zouden geen jaargetijden zijn. Er zijn echter wel jaargetijden. En dat is te danken aan het feit dat de jaarlijkse verhuizing van de zon ten opzichte van de vaste sterren niet alleen van West naar Oost verloopt, maar ook van Noord naar Zuid en van Zuid naar Noord. Alleen de bewegingscomponent die loodrecht staat op de hemelequator telt voor de seizoenen.

De richting van waaruit de zon gedurende één hele dag de dagelijks draaiende aarde beschijnt, verandert gedurende die dag ten opzichte van het invariante stelsel van dagelijkse draaiing nauwelijks. Dat invariante stelsel wordt gemarkeerd door de richting van de aardas en de stand van de evenaar loodrecht daarop. De stand van de door de zon verlichte hemisfeer ten opzichte daarvan verandert gedurende één dag dus nauwelijks merkbaar. Maar in de loop der dagen wel. Want de richting waarin de aardas helt, draait niet mee met de jaarlijkse rondgang. De stand van de verlichte aardse hemisfeer draait wel mee met de jaarlijkse rondgang. Het gevolg is, dat de belichtingsrichting van de aarde wisselt ten opzichte van het door Noord en Zuid gemarkeerde invariante stelsel van dagelijkse draaiing. Het verschil in richting waarin de zon vanuit de aarde te zien is en de richting waarin de poolster te zien is, is tijdens de noordelijke zomerzonnewende  $23,5^\circ$  kleiner dan een rechte hoek, tijdens de noordelijke winterzonnewende  $23,5^\circ$  groter dan een rechte hoek.

Laten we dan nu van drie verschillende globes tegelijk gebruik maken. We maken onze sterrenglobe zodanig, dat die draaibaar is en z'n as verstelbaar. Bovendien construeren we een soort uurwerk waardoor die aangedreven kan worden met dezelfde hoeksnelheid als de vaste sterren. Die globe zetten we zodra het donker en helder is, in de juiste stand naast onze vaste aardglobe. Beide assen wijzen in dezelfde richting. We draaien de sterrenglobe zodanig, dat de Grote Beer dezelfde stand heeft als op dat moment in werkelijkheid. Dan zetten we het uurwerk aan. Nu kunnen we gedurende de nacht zien hoe het vlak van de ecliptica kantelt. Waar de zon onder de horizon staat, weten we nog niet. Maar bij zonsopgang hebben we houvast. Nu pakken we de standaardglobe teneinde hem op onconventionele wijze te gebruiken. Zoals eerder beschreven, draaien we de voet tot de schaduw daarvan minimaal is. Dan weten we de stand van de ecliptica op dat moment. Tot ons genoegen zien we dat de ecliptica op de sterrenglobe dezelfde stand heeft. Nu hebben we die draaibare voet niet meer nodig. De zon beschijnt nu niet alleen onze vast opgestelde globe, maar ook de sterrenglobe. Het centrum van de door de zon verlichte helft geeft de positie van de zon aan ten opzichte van de vaste sterren die er nog wel zijn, maar ondertussen door de zon aan de hemel onzichtbaar zijn geworden. Nu alles in gang gezet is, kunnen we rustig weggaan en een paar dagen later terugkomen om te zien hoe de zon langs de ecliptica een paar graden is opgeschoven. Volgen we dit alles een jaar lang, dan zien we wat de dagelijkse dans van de dierenriem in concreto te betekenen heeft: dat 's winters, als op het middaguur de zon laag staat 's nachts aan de zuidelijke hemel de ecliptica juist hoog staat en andersom.

### *7 Nogmaals de voet in ere hersteld*

Omdat overal op aarde de ecliptica dagelijks draait ten opzichte van de horizon, is er nergens op aarde een plek te vinden waar dat vlak de hele dag door horizontaal blijft. Denken we terug aan de verduisterde kamer met die kunstzon op de vloer (zie 5), dan betekent dit het volgende: zolang de standaardglobe in z'n rondgang om de lamp 365 keer om z'n as wordt gedraaid, is er nergens op die globe een punt te vinden waar het plaatselijke, horizontale vlak steeds samenvalt met het vlak van de vloer waar de voet op staat en waarover die wordt voortgeschoven. Anders gezegd: nergens op aarde kan de standaardglobe met horizontale voet zodanig worden neergezet dat het door de voet *voorgestelde* vlak, te weten het vlak van de ecliptica, *blijvend* met het *werkelijke* plaatselijke horizontale vlak samenvalt.

Desondanks zijn er wel degelijk twee tussenoplossingen te vinden, twee interessante compromissen, waardoor de ideeën die aan het ontwerp van de standaardglobe ten grondslag liggen, zo veel mogelijk in overeenstemming worden gebracht met de door mij in 3 aanbevolen methode.

De eerste oplossing verloopt als volgt. We reizen met de standaardglobe naar een punt op de noordelijke poolcirkel, bij voorbeeld naar Rovaniemi in Finland. Daar zetten we de voet van onze globe horizontaal neer; we draaien zijn Noordpool in de richting van het werkelijke Noorden en we draaien de globe om z'n as totdat Rovaniemi boven ligt. Dan is de natuurlijke, door mij aanbevolen stand bereikt, terwijl de voet horizontaal blijft. Dezelfde procedure kan overal op de noordelijke poolcirkel worden toegepast, maar nergens anders.

Stel dat ik op de langste dag om 12 uur 's middags in Rovaniemi ben aangekomen. Dan staat de zon daar in het Zuiden en wel  $47^\circ$  boven de horizon. Twaalf uur later vindt er exact aan de noordelijke horizon een zonsondergang plaats die onmiddellijk in zonsopgang overgaat. Ik aanschouw de middernachtzon. En op dat moment valt het plaatselijke horizontale vlak samen met het vlak van de ecliptica. Maar zodra de nieuwe dag is aangebroken en de zon weer ietsje boven de horizon is gekomen, is die coïncidentie voorbij.

Stel nu dat ik besloten heb een jaar lang in Rovaniemi te verblijven en dat ik daar ook mijn sterrenglobe in de juiste stand heb opgesteld en het uurwerk daarvan in werking heb gesteld. Aan die sterrenglobe, waarop de ecliptica als een rode lijn is gemarkeerd, kan ik duidelijk zien dat precies een sterrendag later dezelfde coïncidentie opnieuw optreedt. Steeds opnieuw wanneer het punt aan de sterrenhemel waar de zon op 21 Juni stond (in het sterrenbeeld Tweelingen) het Noorden bereikt, staat de ecliptica weer horizontaal.

Maar de zon blijft daar niet staan. Na verloop van een maand is hij naar links opgeschoven, naar het sterrenbeeld Kreeft. De zon staat dan dus niet meer in het Noorden, maar nog wel aan de horizon, meer naar het Westen. Geen middernachtzon meer, maar wel een zonsondergang die misschien een uur voor middernacht plaatsvindt en een uur na middernacht door een uiterst vroege zonsopgang gevolgd wordt.

Hoe is de situatie op 21 september? Dan staat het vlak van de ecliptica horizontaal als de zon (die dan in Weegschaal staat) om 18 uur (plaatselijke zonnetijd) exact in het Westen ondergaat. In de loop van de volgende maanden verschuift de zon verder naar links. Zonsondergang vindt dan vroeger in het Zuidwesten plaats en zonsopgang later in het Zuidoosten. Op 21 december komt de zon pas om 12 uur 's middags op, exact in het Zuiden, om direct daarna weer onder te gaan. Het omgekeerde dus van de middernachtzon.

Als we nog een paar weken wachten, beginnen de dagen merkbaar te lengen. De zon is nu het zuidelijkste dieptepunt van z'n jaarlijkse gang langs de tekens van de Dierenriem voorbij. Hij schuift op van Boogschutter naar Steenbok en komt nu ten Oosten van het Zuiden op om ten Westen van het Zuiden onder te gaan. Het principe blijft echter ongewijzigd: het vlak van de ecliptica komt horizontaal te staan, als de zon aan de horizon staat en het noordelijkste punt van de ecliptica (het punt van de zomerzonnwende) in het Noorden staat en het zuidelijkste punt (het punt van de noordelijke winterzonnwende) in het Zuiden. Na 21 december gebeurt dat dus bij *zonsopgang*. Zo kunnen we verder gaan tot de langste dag is aangebroken. Dan staat de ecliptica opnieuw horizontaal op het moment van de middernachtzon. Daarna gebeurt dat opnieuw bij *zonsondergang*.

Maar waarom zouden we per se aan een vaste standplaats op aarde moeten vasthouden? Reizen zit de mens immers in het bloed. Dit keer charteren we een vliegtuigje. We laten het bekostigen door mensen die dolgraag het vlak van de ecliptica horizontaal willen houden. Alle passagiers wordt aanbevolen een standaardglobe, waterpas en proviand mee te nemen. De reis duurt namelijk een jaar. Op 21 juni vlak voor 12 uur 's nachts vertrekken we iets ten Oosten van Rovaniemi. We vliegen exact in westelijke richting. Precies op het moment waarop de middernachtzon te zien is, zijn we boven de stad. Dan heeft het vliegtuigje de vereiste snelheid bereikt. Het vliegt precies zo snel als elk punt op de poolcirkel dagelijks om de Noordpool heen draait (ca. 600 km per uur). We zorgen er dus voor dat de piloot zich houdt aan de sterrentijd. Hij dient zo snel te vliegen dat het punt aan de sterrenhemel waar de



zon op 21 juni om 12 uur 's nachts stond, exact in noordelijke richting te zien blijft, rechts van het vliegtuigje dus. Na één sterrendag is de voortdurend ondergaande zon ongeveer één graad naar het Westen opgeschoven. Na een kwart jaar staat de zon exact in het Westen, na een half jaar in het Zuiden. Dan gaat de zonsondergang over in zonsopgang. Weer drie maanden later staat de zon exact in het Oosten om vervolgens weer naar het Noorden te verschuiven. Dan landen we.

Tijdens onze reis konden we onze standaardglobe op een horizontaal klaptafeltje neerzetten. Dankbaar maakten we van het waterpas gebruik. Daarbij moest de Noordpool exact naar rechts gericht zijn en blijven. Maar de globe, die we vlak na het opstijgen, toen we de eerste keer over Rovaniemi vlogen, in de juiste stand hadden gezet, moest blijven draaien. Hoe snel? Exact even snel als we vroeger onze sterrenglobe hadden laten draaien. We konden dus van hetzelfde uurwerk gebruik maken. Dat gaf ons de gelegenheid af en toe een dutje te doen.

Gedurende de hele reis stond de globe in dezelfde stand als de aarde onder ons. Steeds opnieuw was het punt op de poolcirkel boven dat correspondeerde met het punt op aarde onder ons. En omdat een sterrendag ca. 5 minuten korter duurt dan een zonnedag, hebben we tijdens onze reis de poolcirkel 366 keer onder ons voorbij zien trekken. Heeft dit onconventionele gebruik van de standaardglobe iets te maken met het normale gebruik dat ik in 5 heb beschreven?

Ja. In die donkere kamer hebben we namelijk iets over het hoofd gezien, te weten dat het hoogste punt van de globe, het punt dat zich recht boven het middelpunt van de voet bevindt, wel degelijk iets voorstelt. We zouden het kunnen markeren door de beugel, waarop al een graadverdeling is aangebracht,  $23,5^\circ$  te verlengen. Het eindpunt van die verlenging zweeft dan recht boven de dagelijks draaiende aarde. En dat is precies het punt waar wij een jaar lang in dat vliegtuigje boven de aarde hebben gevlogen.

Maar wat is er dan zo bijzonder aan dat punt? In die donkere kamer kunnen we het zien. Het is het noordelijke uiteinde van de as waaromheen de scheidslijn tussen licht en duister jaarlijks draait. De lamp staat op de vloer, de globe ook. Het vlak van de vloer stelt dus niet alleen het vlak voor waarin de aarde jaarlijks om de zon draait, maar ook het lichtvlak gevormd door de waaier van lichtbundels die vanuit de zon de aarde treffen.

Om de stand van dit vlak te zien, hoeven we niet naar de vloer te kijken en evenmin naar de verbindingslijn tussen de lamp en de globe. Het is voldoende als we alleen naar de globe kijken om te zien hoe die van verlichting verandert. Trek in gedachten een lijn vanuit het middelpunt van de globe naar het middelpunt van de verlichte helft. Die lijn wijst naar onze kunstzon. Als ik vanuit een vast punt in die kamer een foto maak van de half verlichte globe, een foto waarop de vloer niet te zien is, dan weet ik nog niet genoeg om de stand van de ecliptica te bepalen. Maar als ik in verschillende fasen van de jaarlijkse rondgang zulke foto's maak, kan ik daarop het lichtvlak zien draaien. Het draait om een as waarvan de uiteinden boven de aarde zweven en die loodrecht staat op het vlak van de ecliptica.

In eerste instantie zijn we geneigd te denken dat er maar één plek is waar we de as van de jaarlijkse beweging om de zon kunnen vinden, bij de zon, of zelfs door het middelpunt van de zon heen. In die kamer denken we die as alleen in de lamp te kunnen vinden, niet in de globe. In wezen is de moeilijkheid van precies dezelfde aard als bij de buiten opgestelde globe in relatie tot de as van dagelijkse draaiing. In eerste instantie waren we geneigd te denken dat er maar één aardas te vinden is, de lijn die de Noordpool en de Zuidpool verbindt en door het middelpunt van de aarde loopt. Die as, zo dachten we, is duizenden kilometers verwijderd van onze in Nederland vast opgestelde globe. En dat is ook zo, maar het neemt niet weg dat die globe deel heeft aan de dagelijkse draaiing. Die draait dagelijks om z'n eigen asje en wel precies even snel als moeder aarde zelf, d.w.z. met dezelfde hoeksnelheid (zie 3).

Welnu, met de jaarlijks om de zon draaiende aarde is het net zo gesteld als met de dagelijks om de grote aardas draaiende globe. Het grote is in het kleine. De as van de jaarlijkse beweging om de zon is voortdurend in de aarde, of beter: zwevend boven de aarde, terug te vinden. Voor de vaste sterren maakt het nauwelijks iets uit dat de aarde zo'n 150 miljoen kilometer van de zon verwijderd is. Alle assen van de jaarlijkse draaiing staan loodrecht op het vlak van de ecliptica. Ze wijzen allemaal in dezelfde richting. Aan de noordelijke sterrenhemel moet die richting als één punt zijn terug te vinden. En dat is ook zo. De noordelijke eclipticapool is  $23,5^\circ$  van de poolster verwijderd en ligt in de hals van het sterrenbeeld Draak. Toen we in dat vliegtuigje zaten, stond die eclipticapool voortdurend in het zenit. Ja, nog sterker, we zijn in dat vliegtuigje gaan zitten om ervoor te zorgen dat het vlak van de ecliptica horizontaal bleef en dat dus ook de eclipticapool in het zenit bleef staan. Zodra we weer vaste grond onder de voeten hadden, begon die eclipticapool dagelijks om de poolster heen te draaien. En dat is precies wat ten grondslag ligt aan de dagelijkse dans die we wilden ontspringen.

### *8 Nogmaals in het vliegtuigje*

Toen we in dat vliegtuigje zaten, konden we de sterren helaas niet zien. Hoewel er geen wokje aan de lucht was, werden ze aan ons zicht onttrokken door de zon die voortdurend aan de horizon bleef staan. Stel dat het vliegtuigje van plexiglas was geweest en dat we de sterren gelijktijdig met de zon hadden kunnen zien, dan zouden we hebben kunnen vaststellen dat ze allemaal stil bleven staan. Recht boven ons hadden we de eclipticapool kunnen zien. De noordelijke helft van de tekens van de dierenriem hadden we boven de horizon uit zien steken.

Natuurlijk hadden we ook de poolster kunnen herkennen die daar  $23,5^\circ$  onder het zenit staat. Op grond van onze alledaagse aardse ervaring hadden we ons nog goed kunnen herinneren dat er met die ster iets bijzonders aan de hand is. Die staat namelijk vaster ten opzichte van de plaatselijke horizon dan alle overige sterren. Maar nu, in dat vliegtuigje, zou daar, als we de sterren konden zien, niets meer van te merken zijn. Alle sterren staan vast ten opzichte van onze dagelijkse, tegen de dagelijkse draaiing in draaiende horizon. Maar ten opzichte van de onder ons draaiende aarde staat alleen de poolster stil. En de stand van de aarde onder ons is precies af te lezen aan de door het uurwerkje aangedreven globe die met horizontale voet vast voor ons staat opgesteld. De as van die globe wijst exact naar de poolster.

Als we voor het gemak de maan en de planeten buiten beschouwing laten, is de zon het enige hemellichaam dat beweegt ten opzichte van de horizon die vanuit het vliegtuigje te zien is. De zon, zo hadden we al vastgesteld, beweegt langzaam langs de horizon naar links, ongeveer één graad per sterrendag. Tijdens de vliegende start midden in de nacht van 21 juni stond de zon pal rechts van ons, in het Noorden. De grens die op aarde dag en nacht scheidt, lag toen precies in dezelfde richting waarin we vlogen: van Oost naar West. Links van ons was het nacht, rechts van ons dag. Na drie maanden vliegen stond de zon pal voor ons. De grens tussen licht en duister liep toen loodrecht op onze vliegrichting, van Noord naar Zuid. Die liep toen dus ook over de Noordpool. Dat was het moment van equinox. Ook op de Noordpool, waar de zon in feite maar één keer per jaar ondergaat, vond toen zonsondergang plaats. Vóór ons was het toen dag, achter ons nacht. Weer drie maanden later stond de zon in het Zuiden. De scheidslijn tussen licht en duister liep toen, net als aan het begin van onze reis, van Oost naar West. Maar dag en nacht waren verwisseld. Links van ons was het dag, rechts van ons nacht. Op de Noordpool was toen het midden van de poolnacht bereikt.

Het is denk ik niet nodig dit verhaal in extenso te vervolgen. Iedereen kan het zelf afmaken. Ik wil echter nog wel even de aandacht vestigen op een detail dat we misschien over het hoofd hebben gezien. Als we aannemen dat de zon voortdurend onbelemmerd door het plexiglas heen onze globe kon beschijnen, dan was die in de gelegenheid duidelijk te tonen hoe de scheidslijn tussen licht en duisternis jaarlijks ten opzichte van de polen en de equator verandert. Deze aanvullende informatie sluit natuurlijk precies aan bij wat er buiten het vliegtuigje te zien zou zijn. Elk moment konden we slechts een klein stukje van de aarde overzien. Dankzij de meedraaiende globe konden we dat kleine stukje in een groter geheel inpassen. De ervaring van de werkelijke hemel boven ons en de werkelijke aarde onder ons, voegt zich in een omvattender totaalbeeld.

Van welke aard is het proces dat we aldus voor ogen krijgen? Het *stelsel* van de jaarlijks wisselende verdeling van licht en donker verandert in de loop van het jaar van stand ten opzichte van het *stelsel* dat door de dagelijkse draaiing van de aarde gemarkeerd wordt. Met “stelsel” bedoel ik in dit verband niet een geheel van willekeurig gekozen coördinaten, maar de door de draaiing in het leven geroepen *bewegingsruimte*, de invariante vorm van beweging. Een globe heeft een as die kan piepen en gesmeerd kan worden. Die as is gegeven, ook als de globe stilstaat. De as van de echte aarde kan noch piepen noch gesmeerd worden. Die as is er alleen zolang de aarde er omheen draait. Als de aarde niet dagelijks draaide, zou het contrast tussen Noord en Zuid en tussen Oost en West verdwijnen. De aarde zou geen polen hebben, noch een evenaar die het noordelijk van het zuidelijk halfrond scheidt en verbindt.

Met de jaarlijkse draaiing is het net zo gesteld. Ook die constitueert een bewegingsruimte, een lichtruimte in dit geval, met polen en een “equator”, te weten eclipticapolen die boven de aarde zweven en het vlak van de ecliptica. Dat vliegtuigje zweefde een jaar lang boven het noordelijke punt waar de scheidslijn tussen licht en donker omheen draait. De afstand tot de noordelijke pool van dagelijkse draaiing bleef ongewijzigd. Maar de stand veranderde. Hoe? Dat kunnen we op twee manieren omschrijven. Enerzijds zoals ik het hierboven gedaan heb, d.w.z. zo dat de vaste stand van het vliegtuigje, met de neus naar het Westen, als referentiepunt wordt gekozen. Ook al beweegt het vliegtuigje ten opzichte van het aardoppervlak, toch blijven Noord, Zuid, Oost en West ongewijzigd.

De andere manier om de beweging voor ogen te krijgen is als volgt. Stel dat we in het vliegtuigje een soort draaibare bureaustoel omteren die automatisch met de stand van de zon meedraait en wel zo, dat we, gezeten in die stoel, de zon steeds rechts van ons blijven zien. Het horizontale tafelblad waarop onze globe staat, zit niet aan de stoel vast, maar hangt aan het plafond van het vliegtuig. Aan het begin van de reis zien we de zon rechts van ons, in het Noorden. We zitten in de normale stand, met ons gezicht vooruit, naar het Westen. Na drie maanden is onze stoel echter een kwart slag naar links gedraaid. De zon staat in het Westen en onze stoel is naar het Zuiden gekeerd.

Gaan we zo door en kijken we ondertussen steeds afwisselend naar buiten en naar onze globe, dan zien we hoe de Noordpool ten opzichte van de richting waarin wij vanuit onze draaibare stoel kijken – en dat is tevens de scheidslijn tussen licht en donker – draait en wel precies om het punt heen waar wij ons bevinden. De pool van de dagelijkse draaiing draait in een cirkel die even groot is als de poolcirkel om de zwevende pool van de lichtruimte.

Als we in die donkere kamer wat beter hadden gekeken, zouden we dit alles al veel eerder hebben kunnen vaststellen. Hoe dan ook, het essentiële punt is, dat de polen en de as van de dagelijkse draaiing en de polen en de as van de jaarlijkse draaiing om elkaar heen draaien. Het ritme van deze draaiing van draaiingstelsels om elkaar heen, is bepalend voor het ritme van de seizoenen. Dit is mijns inziens de kwintessens van de jaargetijden, de voorwaarde die *noodzakelijk* en *voldoende* is voor hun bestaan.

## 9 Jaargetijden en precessie

De beweging die ik zojuist omschreven heb, zal ik voor het gemak als de *precessie van de jaargetijden* betitelen. Onder “precessie” pleegt men te verstaan: de draaiing van een draaiingsas om een andere as die daar scheef op staat. De as van een snel draaiende, scheef staande bromtol beschrijft een kegel door langzaam om de verticale as heen te draaien.

Wanneer men in de astronomie over de “precessie van de aardas” spreekt, denkt men doorgaans aan iets anders dan wat ik de precessie van de jaargetijden heb genoemd. Dat laatste is namelijk een *jaarlijkse* beweging van de aardas om de as van de ecliptica en wel *ten opzichte van de scheidingslijn tussen licht en duister*. Deze jaarlijkse beweging kan daarom ook geocentrisch worden omschreven als jaarlijkse draaiing van de as van de ecliptica met verlichte hemisfeer om de aardas.

Waarom denken de astronomen als ze over de precessiebeweging spreken? Over een draaiing van de aardas om de as van de ecliptica *ten opzichte van de vaste sterren*. Deze beweging is veel trager. Eén rondgang duurt namelijk ongeveer 26.000 jaar. Reeds in de oudheid was het effect van deze beweging bekend en wel als de zogenaamde “verschuiving van het lentepunt”. Destijds, circa 2000 jaar geleden, lag dat snijpunt tussen ecliptica en hemelequator in het sterrenbeeld Ram. De noordelijke zomerzonnwende vond toen plaats wanneer de zon Kreeft had bereikt. Vandaar dat men de noordelijke keerkring destijds “Kreeftskeerkring” heeft genoemd. Dat doen wij nog steeds, hoewel de astronomen weten dat die nu eigenlijk “Tweelingskeerkring” zou moeten heten.

Zien we de ecliptica als een lijn die door de tekens van de Dierenriem heenloopt, dan houdt deze trage precessie in, dat de vier punten die de loop van de jaargetijden markeren, langzaam verschuiven en wel tegengesteld aan de richting waarin ze jaarlijks door de zon worden doorlopen: niet van West naar Oost, maar van Oost naar West. Ze komen de zon dus a.h.w. tegemoet: in één mensenleven (72 jaar) één graad. Het gevolg is, dat de duur van het zonnejaar op twee manieren kan worden bepaald: enerzijds door te kijken wanneer dezelfde ster weer is bereikt, anderzijds door te kijken wanneer bij voorbeeld het zuidelijkste punt (het punt van de winterzonnwende voor bewoners van het noordelijk halfrond) weer is bereikt. De laatstgenoemde methode is uiteraard de meest natuurlijke. Dan wordt de duur van het jaar door de wisseling van de jaargetijden bepaald. Dat is het zogenaamde “tropische jaar” dat ongeveer 5 minuten korter duurt dan het sterrenjaar.

Deze precessie betreft niet alleen de verdeling van Noord en Zuid op de Dierenriem, maar ook de stand van de hemelpolen. Na een paar honderd jaar zal de ster in de Kleine Beer die wij nu poolster noemen niet langer die rol vervullen. Ook de andere hemelpool, die nu in het Zuiderkruis staat, verschuift aan de hemel.

De polen van de dagelijkse draaiing draaien langzaam om de eclipticapolen heen, hetgeen tot een aanzienlijke verandering aanleiding geeft van de sterren die vanuit één bepaald punt op aarde te zien zijn. Blijf 26000 jaar op de Noordpool staan en je zult uiteindelijk alle tekens van de Dierenriem te zien krijgen, terwijl je in één poolnacht slechts de helft kunt aanschouwen, de helft die nu ten Noorden van de hemelequator gelegen is.

In de volgende twee delen zal vanuit een heel andere invalshoek uitgebreid aandacht worden besteed aan het karakter van deze beweging. Hier wil ik alleen toelichten hoe de stelling waar ik de vorige paragraaf mee besloten heb, opgevat moet worden. In feite heb ik daar gezegd, dat de jaarlijkse precessie noodzakelijk en voldoende is voor de seizoenen. Daaruit lijkt te volgen dat volgens mij de trage precessie, de enige precessie waaraan astronomen doorgaans denken, volstrekt onwezenlijk is voor de seizoenen. Maar dat is juist niet mijn bedoeling. Het punt waar het mij om gaat, is eerder dat de trage precessie weliswaar

niet nodig is voor het bestaan van de jaargetijden, maar wel *meer dan voldoende!* Anders gezegd: de 26000 jarige precessie ten opzichte van de vaste sterren kan er alleen zijn als er seizoenen zijn. Die verhoudt zich tot de seizoenen zoals de seizoenen zich tot jaar en dag verhouden: als *bekrachtiging* (zie 2).

Ik wil dus juist een lans breken voor de opvatting dat de trage precessie niet alleen een kleine versnelling van de wisseling van de jaargetijden tot gevolg heeft, maar ook inniger met het *wezen* van de jaargetijden samenhangt dan doorgaans wordt aangenomen. Het is gangbaar om in de zoektocht naar het “wezen” van iets genoeg te nemen met wat noodzakelijk en voldoende is. En dat wil ik juist niet doen. Wat ik in de vorige paragraaf als kwintessens heb gepresenteerd, is dus volgens mij niet het laatste woord. Daarom wil ik er later nog op terugkomen.

Voorlopig kan de zaak als volgt worden toegelicht. In de gangbare opvatting wordt aan de beweging die ik als “jaarlijkse precessie” betiteld heb, helemaal geen aandacht besteed. Men ziet die eenvoudigweg over het hoofd. Hoe komt dat? Volgens mij omdat men niet bereid is serieus stil te staan bij de vraag wat het betekent dat *de aarde in de zon* is. Men kan zich de wisselende relatie van de aarde tot de zon alleen voorstellen door als buitenstaander naar allebei te kijken.

Zodra de jaarlijkse precessie over het hoofd is gezien, zal als antwoord op de vraag wat noodzakelijk en voldoende is voor de jaargetijden iets *anders* moeten worden aangevoerd. Wat? De *scheve as*. Onze standaardglobe met hellende as toont ons ondubbelzinnig, zo lijkt het, dat de aarde een planeet is met seizoenen. Maar volgens mij is die scheve as weliswaar noodzakelijk voor de jaargetijden, maar niet voldoende.

Laten we, om dit aan te tonen, beginnen met het punt waarover we het eens zijn. Stond de as van de dagelijkse draaiing loodrecht op het vlak waarin de aarde om de zon draait, dan zouden we dat vliegtuigje helemaal niet nodig hebben gehad. De globe had een verticale as gehad en we hadden ons al die moeite kunnen besparen door in gedachten naar de Noordpool te gaan. Daar zou de globe met verticale as en Noordpool boven goed staan. Daar zou het horizontale vlak permanent met het vlak van de ecliptica samenvallen. Kortom: we zouden te doen hebben met de meermaals besproken situatie waarin er wel een jaar is en ook een zonedag, maar geen wisseling van jaargetijden (zie 2).

De as van de dagelijkse draaiing moet dus verschillen van de as van de jaarlijkse omwenteling. Laten we ons aan de feiten houden en aannemen dat de hellingshoek  $23,5^\circ$  bedraagt. Is dat voldoende voor de wisseling van de jaargetijden? Laten we, om het punt van discussie zo lang mogelijk uit te stellen, eerst een andere vraag beantwoorden, namelijk waarvoor die scheve as in ieder geval wèl voldoende is. Die is voldoende, zo luidt mijn antwoord, voor een verschijnsel dat we in het voorafgaande al herhaaldelijk in verschillende gedaanten zijn tegengekomen, namelijk de *dagelijkse dans van de ecliptica ten opzichte van de horizon*.

We hadden in die kamer met lamp op de vloer (zie 5) al geconstateerd dat, gezien vanuit het standpunt van onze microscopische dubbelganger, de vloer dagelijks moet dansen. Daarna zagen we buiten hetzelfde toen we de globe in de juiste stand stil hielden en de voet met de zon meedraaiden om de schaduw zo dun mogelijk te laten blijven. Toen we later (6) die draaiende sterrenglobe erbij hadden gehaald, waarop de ecliptica als scheve grote cirkel was gemarkeerd, zagen we het opnieuw. In de loop van een etmaal komen de tekens van de dierenriem afwisselend ten Noorden en het Zuiden van de hemelequator te staan. In de winter, wanneer overdag de wintertekens, die dan door de zon onzichtbaar zijn geworden, laag aan de zuidelijke horizon staan, zijn 's nachts de zomertekens zoals Tweeling, Kreeft en Leeuw hoog aan de zuidelijke sterrenhemel te zien. In de zomer is het net andersom.

Dit verschijnsel is onder astronomen natuurlijk goed bekend. Maar men pleegt het niet als een vorm van precessie te zien of te benoemen. Waarschijnlijk vindt men het te geocentrisch om serieus genomen te worden. Ik zie echter geen enkel bezwaar om het als derde vorm van precessie te beschouwen. Het is een *dagelijkse precessie*, een dagelijkse draaiing van de as van de ecliptica (de as van de jaarlijkse draaiing) om de as van de dagelijkse draaiing en wel ten opzichte van de horizon.

Als gezien vanuit de buitenaardse tribune de aardas helt en de evenaar dus scheef staat ten opzichte van het vlak waarin de aarde dagelijks om de zon draait, dan moet, gezien vanuit de aarde, aan de hemel de ecliptica scheef staan ten opzichte van de hemelequator. Dat is voldoende voor die dagelijkse dans van de Dierenriem ten opzichte van de horizon. En dat is ook precies de dans die we met het vliegtuigje zijn ontsprongen.

Het is zeker dat de jaargetijden niet kunnen bestaan zonder die dagelijkse precessie. Daarover zijn mijn denkbeeldige opponent en ik het met elkaar eens. Onze onenigheid begint, zodra de vraag gesteld wordt of die dagelijkse precessie *voldoende* is voor het bestaan van de jaargetijden. Volgens mij niet. Want stel dat de aardas ten opzichte van de vaste sterren een precessie uitvoerde om de as van de ecliptica en wel in precies één jaar en tevens in een richting tegengesteld aan de richting waarin de feitelijke 26000-jarige precessie plaatsvindt. Dan zouden de polen van de aarde stil staan ten opzichte van de scheidslijn tussen licht en duister.

Voor het gemak beperk ik mij tot één mogelijk scenario, te weten de situatie waarin beide polen precies op die scheidslijn liggen en blijven liggen. Dan is er permanente equinox. In zoverre is er een sprekende gelijkenis met de wereld die er zou zijn als de aardas niet scheef stond. Maar er is desondanks een fundamenteel verschil. Die fictieve jaarlijkse precessie ten opzichte van de vaste sterren is namelijk niet in staat de dagelijkse precessie van de ecliptica ten opzichte van de horizon ongedaan te maken.

Laten we proberen de situatie voor ogen te krijgen zoals die er vanuit Nederland uit zou zien. We gebruiken een sterrenglobe, maar dan één zonder vaste as. Buiten hebben we een uurwerk opgesteld. De as daarvan wijst exact naar de noordelijke hemelpool. Die as heeft twee zuignappen waartussen de sterrenglobe op verschillende manieren ingeklemd kan worden. Op de globe staat een rode lijn die de ecliptica weergeeft. Die lijn ligt vast en loopt langs alle sterren die de zon in een jaar passeert. De richting waarin de as van het uurwerk wijst, ligt vast ten opzichte van de aarde, maar niet ten opzichte van de “vaste” sterren en dus ook niet ten opzichte van de globe. Elke dag moet de globe ongeveer één graad opschuiven ten opzichte van de zuignapjes en wel langs een cirkel bestaande uit de punten die  $23,5^\circ$  van de eclipticapool in de hals van de Draak verwijderd zijn. Stel dat we elke dag opnieuw met een groene viltstift de stand van de hemelequator op de globe aftekenen. Al deze groene cirkels hellen ten opzichte van de rode onder een hoek van  $23,5^\circ$ . Elke dag opnieuw staat de zon in één van de punten waar de voor die dag geldende groene cirkel de rode snijdt. Het contrast tussen rood en groen blijft gehandhaafd. Elke dag danst de rode lijn. De zon volgt jaarlijks de rode lijn en volgt nooit en te nimmer één van de groene lijnen. En toch is de zon voortdurend op het snijpunt tussen rood en groen. We hebben dus te doen met dagelijkse precessie zonder jaarlijkse precessie ten opzichte van de grens tussen dag en nacht.

Hieruit blijkt: de scheve as, of – wat op hetzelfde neerkomt – de dagelijkse precessie van de ecliptica ten opzichte van de horizon is weliswaar noodzakelijk voor de jaargetijden, maar niet voldoende. Er moet nog iets bij, namelijk dat die scheve aardas *niet jaarlijks meedraait* met de jaarlijkse beweging om de zon. Dat is negatief geformuleerd. De positieve keerzijde is precies wat ik aan het eind van de vorige paragraaf als noodzakelijk en voldoende kwintessens naar voren heb gebracht. Dan en slechts dan wanneer de scheve aardas een

precessie uitvoert ten opzichte van de scheidslijn tussen licht en duister, hebben we met jaargetijden te doen. Het ritme van de jaargetijden is bepaald door het ritme van *die* precessie.

De aardas moet standhouden tegen de jaarlijkse draaiing in. Dat kan op drie wezenlijk verschillende manieren: hetzij door in een lager tempo mee te draaien, hetzij door star in één en dezelfde richting te blijven wijzen, hetzij door meer of minder snel tegen de jaarlijkse draaiing in te gaan. In het eerste geval is er een precessie ten opzichte van de vaste sterren en wel zodanig, dat het tropische jaar langer duurt dan het sterrenjaar. In het tweede geval is er geen precessie ten opzichte van de vaste sterren. Het tropische jaar duurt even lang als het siderische jaar. De werkelijke situatie resorteert onder het derde geval: precessie waardoor het tropische jaar, ook al is het maar weinig, korter duurt dan het sterrenjaar. Eén van deze drie elkaar uitsluitende mogelijkheden moet gerealiseerd zijn, wil er van jaargetijden sprake zijn. Maar geen van de drie kan als onontbeerlijk gelden. Ze zijn alle drie voldoende. En *dus*, zo lijkt het, zouden de seizoenen *net zo goed* zonder precessie van de aardas ten opzichte van de vaste sterren kunnen bestaan.

De gecursiveerde woorden geven het punt aan waarover ik struikel. Wetende dat ik het gevaar loop van antropomorfisme beschuldigd te worden, neig ik er toch toe die drie alternatieven niet als gelijkwaardig te beschouwen. Het eerste staat in het teken van een te slap verzet, het tweede in het teken van onverschilligheid. Het derde alternatief toont een subtiele, nauwelijks merkbare bevestiging waardoor de beperktheid van de jaarlijkse rondgang zowel overstegen wordt als intact wordt gelaten. De jaargetijden komen beter uit de verf en worden tegelijk in een ruimer kosmisch perspectief geplaatst.

In ieder geval heb ik in deze beschouwing geprobeerd het verband met het in paragraaf 2 geschetste filosofische uitgangspunt zichtbaar te maken door twee kwesties aan de orde te stellen: 1) Hoe wezenlijk is precessie voor de jaargetijden? 2) Wat betekent “wezenlijk” eigenlijk in dit verband?

Ad 1) Precessie is, hoe men ook maar over de betekenis van het woord “wezenlijk” dekt, inniger met het wezen van de jaargetijden verbonden dan gewoonlijk wordt aangenomen. Er moeten namelijk, hoe dan ook, drie vormen van precessie worden onderscheiden: a) de dagelijkse die noodzakelijk is voor de jaargetijden, maar niet voldoende b) de jaarlijkse die noodzakelijk is en voldoende (de “kwintessens”) en c) de 26000-jarige die niet noodzakelijk is voor de jaargetijden.

Ad 2) Zodra punt 1) is vastgesteld, kan moeilijk worden ontkend dat c) om zo te zeggen *in het verlengde* ligt van a) en b). Dan rijst volgens mij de vraag of de gangbare gevolgtrekking “niet noodzakelijk dus onwezenlijk” eigenlijk wel verantwoord is.