

HOOFDSTUK 7 HEELAL en TIJD 19 pag.

't Heelal.

Men heeft tot voor kort altijd gedacht dat het heelal zo'n vijftien tot twintig miljard jaar oud is. Het heelal zou toen uit een enorm geconcentreerd energiepunt ontstaan zijn tijdens de "big bang", de oerknal! Volgens de laatste berekeningen is men (ik dacht in 2003) tot een iets andere conclusie gekomen, namelijk dat het heelal zo'n 13,7 miljard jaar oud is. De "grote klap" zou dus 13,7 miljard jaar geleden plaats gevonden hebben. (Onlangs hoorde ik ineens weer 12,8 miljard jaar!)

In 2004 zijn er echter, zoals al eerder genoemd is, ontdekkingen gedaan die te denken geven. Indien de meest veraf gelegen sterrenstelsels zich werkelijk op ruim 13 miljard lichtjaren afstand van onze aarde bevinden (vaststelling van dergelijke afstanden blijft twijfelachtig) wil dit dus zeggen dat wij deze sterrenstelsels in zeer "jeugdige vorm" zien: zoals ze zich relatief kort na de "big bang" gevormd moeten hebben. De waarnemingen bevestigen dit echter niet: het zijn al vrij goed ontwikkelde sterrenstelsels!

Op 10 maart 2004 werd zelfs bekend gemaakt dat er sterrenstelsels zijn ontdekt (met behulp van de in de ruimte zwevende Hubble telescoop) die 400 jaar na het begin van het heelal zouden zijn ontstaan. Hoe men dit zo precies vast kon stellen was mij meteen een raadsel: nog niet zo lang geleden was alleen al de meetonnauwkeurigheid veel groter, in ieder geval vele miljoenen lichtjaren bij dergelijke afstanden. Er was dus iets aan de hand: óf het heelal is veel ouder óf de afstandsmetingen kloppen niet. Later werd de mededeling dan ook gecorrigeerd: het gebied waarin men keek zou eveneens ongeveer 13 miljard lichtjaar van ons af staan en dus 0,7 miljard oud zijn. Die zeer verre sterrenstelsels zijn dus wel betrekkelijk jong, maar ze zijn ook weer niet "een fractie na de big bang" ontstaan, zoals op het nieuws werd verteld. 700 miljoen jaar is toch wel een flinke tijd en geen "fractie". En wat betreft die 400 jaar, foutje van de pers?

In 2005 zag men een enorm sterrenstelsel (1000 maal ons melkwegstelsel) op 9 miljard lichtjaar afstand. Waarom kwam dit in het nieuws? Waarschijnlijk omdat het zo groot was en al zeer ver ontwikkeld.

En..... nog wat later in 2005 kwam er weer een aap uit de mouw! Op de plaats waar dat sterrenstelsel op 13 miljard lichtjaar afstand moest staan vond men.....niets! Verkeerd gekeken? Foutje van het scherm? Dooie pixel? Nep?

Lichtspectrum

Hoe weet men eigenlijk dat die verre sterren of liever sterrenstelsels werkelijk zo ver weg staan, hoe meet men dat? Welnu, het blijkt dat deze heel verre afstandsmetingen vooral worden gedaan door meting van de zogenaamde "roodverschuiving" (redshift) van het sterrenlicht. En, om te weten wat roodverschuiving inhoudt moeten we eerst iets weten over "lichtspectra" en "Dopplereffect"!

We weten (of kunnen bedenken) dat iedere ster of sterrenstelsel (dus ook onze zon) een grote verzameling (elektromagnetische) straling uitzendt. Een heel klein deel daarvan kan door onze ogen waargenomen worden: het zichtbare licht. Dit, voor ons zichtbare licht, bestrijkt het golflengtegebiedje van ongeveer 380 tot 770 Nanometer (1 Nanometer = een miljardste meter).

Om meer te weten te komen van sterrenlicht moet men van dit sterrenlicht een "spectrum" maken en dat bestuderen. We hebben allemaal wel een idee over een spectrum, maar: wat is een spectrum nu precies? Het woord "spectrum" betekent eigenlijk "spook". Men vond een spectrum zeker een spookachtig iets.

Het was Newton die (als eerste?) in 1666 het lichtspectrum ontdekte! Een straal zonlicht die door een spleet in een donkere kamer viel gaf een prachtige band met alle kleuren van de regenboog op de vloer! De regenboog, ja die kennen we wel, ook toen dus. Hij ontstaat als het zonlicht door een regenbui valt, en heeft de bekende kleuren: rood, oranje, geel, groen, blauw, indigo en violet. De regenboog is dus het spectrum van het zonlicht! Newton ontdekte

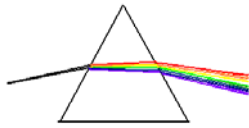


Fig. 7.1 prisma

zo dat men een lichtspectrum kon verkrijgen als men licht (bijvoorbeeld zonlicht) door een nauwe spleet laat vallen en begon toen spectra te bestuderen. Een spectrum verkrijgt je ook wanneer licht door een driehoekig prisma valt. Licht “breekt” (buigt af) als het onder een hoek door glas (of water) valt en het blijkt dat bijvoorbeeld rood licht iets minder breekt dan violet licht.

Daardoor geeft een prisma een goed spectrum omdat het licht dan twee maal breekt! Newton ontdekte zo dat wit zonlicht een mengsel van verschillende (licht)kleuren bleek te zijn. Deze kleuren verschillen in golflengte. Men kent nu ook de waarde van de golflengtes. Zo heeft rood licht een golflengte vanaf ongeveer 770 tot 620 Nanometer en violet licht van 420 tot 380 Nanometer. De andere kleuren liggen daar tussen in.

Terug naar het sterrenlicht. Door het licht van een ster of sterrenstelsel door een nauwe spleet te laten vallen kunnen we ook van sterrenlicht een spectrum verkrijgen. Een zekere Fraunhofer en later ene Balmer ontdekten in deze lichtspectra, bij nauwkeurige bestudering, allerlei lijnen en strepen. En deze zogenaamde “spectraallijnen” (Fraunhofer en Balmerlijnen) blijken ons van alles over de lichtbron te kunnen vertellen!

Valt wit licht door een gas, dan worden bepaalde golflengtes geabsorbeerd, en verschijnen er zwarte lijnen in het spectrum. Er kunnen ook “emissielijnen” verschijnen. Als een gas elektrisch beïnvloed wordt of heel heet is, krijg je juist extra heldere lijnen!

Kort gezegd, deze lijnen worden veroorzaakt doordat atomen, onder bepaalde condities, fotonen (lichtdeeltjes) van een specifieke golflengte zullen absorberen of uitzenden. Niels Bohr (die Deen van het atoommodel) kon ze als eerste verklaren en daarover probeer ik later nog wel iets meer te vertellen!

Lichtspectra van sterren vertonen veel, behoorlijk scherpe, zwarte lijnen en deze lijnen vormen een karakteristiek patroon en geven als het ware een “streepjescode” van zo’n lichtbron. Daar er verschillende soorten sterren zijn, zijn er dus ook verschillende soorten streepjescodes. Maar ook bleek dat ieder element z’n eigen lijnen heeft en daar Waterstof het meest voorkomende element in het heelal is herkennen we altijd direct de “Waterstoflijnen”! Ook Heliumlijnen komen bijna altijd voor en zo kunnen we dus de plaats van de lijnenpatronen in spectra met elkaar vergelijken. De spectraallijnen vertellen ons dus ook welke elementen er in de lichtbron, bijvoorbeeld van een ster, voorkomen.

Fig 7.2 Tek. Spectrum



Als je de beelden van zo’n spectrum met hun Fraunhoferlijntjes bekijkt, ga je haast denken: “Wat heeft ‘God’ dat toch leuk gedaan, iedere ster z’n eigen barcode op een prachtige kleurenband!” Zou die dan toch...? Nou ja, het bestaan van een of andere “hogere macht” heb ik, als “ietsist” nooit bestreden.

Door allerlei proeven met lichtspectra op aarde heeft men een uitgebreide kennis verkregen over de frequentie (of golflengte) van de lijnen voor de verschillende elementen en door bestudering van het zonnenspectrum en de spectra van vele sterlichtspectra, heeft men intussen veel kennis over de samenstelling van sterren en sterstelsels verkregen.

Roodverschuiving

Maar nu het fenomeen “roodverschuiving” of in ’t Engels “redshift”, waarmee men afstanden van verafgelegen stersystemen meet. De “roodverschuiving” houdt in dat bij de bestudering van sterspectra gebleken is dat de lijnenpatronen, niet ten opzichte van elkaar, maar ten opzichte van het kleurspectrum soms meer, soms minder verschoven zijn en dan nog mééstal in één richting namelijk naar rood! Maar het kan ook de andere kant op, dan krijg je dus: blauw (of violet)verschuiving! Deze komt echter veel minder voor. Maar... wat is dan toch het grote belang van deze lijnenverschuiving?

Dopplereffect

Om deze verschuiving te begrijpen moeten we eerst weten wat het zogenaamde “Dopplereffect” inhoudt. Dit effect kennen we allemaal: als we bij een overweg staan en er komt een trein met flinke snelheid langs, horen we duidelijk het geluid van de aankomende trein. Op ’t moment dat de trein voorbij rijdt daalt ineens de toonhoogte van dit geluid. De verklaring hiervoor is dat de geluidsgolven, die de voortrazende trein veroorzaakt, vóór de trein samengedrukt en achter de trein uitgerekt worden. De golflengte van het geluid vóór de trein is dus korter dan de golflengte achter de trein. Dit horen we eerst als een hoog en daarna als een lager geluid, daar korte geluidsgolven hoger klinken dan langere.

Met lichtgolven gebeurt hetzelfde: het zichtbare licht dat door een (ten opzichte van ons) snel bewegende lichtbron (bijvoorbeeld een ster of sterstelsel) uitgezonden wordt zal, voor de waarnemer, veranderen van golflengte. Beweegt de ster van ons af, dan neemt de golflengte van het licht dat ons bereikt toe, beweegt de ster naar ons toe dan wordt de golflengte dus korter!

Bij de bestudering van spectra van sterrenlicht, is dus gebleken dat het patroon van de spectraallijnen vaak verschoven is ten opzichte van een “normaal” spectrum (van een lichtbron die niet ten opzichte van ons beweegt, bijvoorbeeld de zon). Er zijn twee mogelijkheden: het lijnenpatroon is verschoven in de richting van rood (+/- 770 Nm) of in de richting van blauwviolet (+/- 380 Nm). In het eerste geval, roodverschuiving, kunnen we concluderen dat de lichtbron zich van ons af beweegt. In het tweede geval spreekt men van blauwverschuiving: de lichtbron komt op ons af. Wat er werkelijk gebeurt, (begrijp ik) is het volgende. Bij roodverschuiving zal door de toenemende golflengte een deel van het onzichtbare ultraviolette licht in zichtbaar violet licht veranderen terwijl aan de andere kant van het spectrum een deel van het rode licht tot onzichtbaar infrarood licht wordt. Voor ons lijkt het dan alsof de spectraallijnen richting rood zijn verschoven maar in werkelijkheid is dus het kleurenspectrum zelf verschoven. Aan de rood- of blauwverschuiving zouden we dus kunnen zien of een lichtbron van ons af of naar ons toe beweegt.



Fig. 7.3 Roodverschoven spectraallijnen

De astronoom Hubble besloot deze roodverschuiving (Engels: “redshift”) te bestuderen en trok een belangrijke conclusie: hoe dieper je in het heelal kijkt, hoe groter de roodverschuiving! Hubble concludeerde hier uiteindelijk uit, dat de afstand van de betreffende lichtbron evenredig was met de mate van roodverschuiving: de “wet van Hubble”: $R = k \times D$

Wet van Hubble: $R = k \times D$

Hierin is “**R**” de roodverschuiving in %, “**k**” de constante van Hubble en “**D**” de afstand!

Hoe groter de roodverschuiving is, hoe verder weg en hoe sneller de lichtbron zich van ons afbeweegt. Uit deze waarnemingen van Hubble werd een opzienbarende conclusie getrokken: het heelal dijt uit, het expandeert en wel zeer snel! Als beloning voor deze bevindingen heeft men de eerste ruimtetelescoop, naar deze astronoom vernoemd: de “Hubble telescoop”. Deze telescoop dreigde men onlangs na vele jaren trouwe dienst af te danken, maar ook spreekt men weer over moderniseren want daarmee hebben we veel zaken in ’t heelal ontdekt. In 2007 zal hij waarschijnlijk uitgewerkt zijn, maar ... men gaat hem repareren!

Deze wet van Hubble maakte het eindelijk mogelijk om de afstanden van zeer veraf staande sterren en sterrenstelsels redelijk nauwkeurig te meten. Daarvóór moest men andere methodes gebruiken, zoals “parallax” (hoekmeting vanaf verschillende standpunten), helderheid, vergelijking met andere sterren etc. In de afstandbepaling van verre sterren hebben vooral de “cepheïden” een belangrijke rol gespeeld. Maar... wat zijn nu weer “cepheïden”?

Cepheïden

Dit zijn veranderlijke sterren, meestal dubbelsterren, zeer groot, genoemd naar het sterrenbeeld “Cepheus”. Dit soort sterren verandert met een vast ritme van lichtsterkte. De duur van zo’n periode varieert tussen een aantal dagen en enige maanden. Hoe komt dat? Tja, zulke sterren zouden steeds opzwellen en dan weer inkrimpen en de tijd ertussen blijkt direct afhankelijk van hun lichtsterkte (of omgekeerd). Nu komt het: als je dus van één zo’n ster de afstand weet en ook z’n ritme en z’n lichtsterkte, dan kan je verder weg gelegen sterren, die ook periodiek veranderen, daarmee vergelijken. En dat hebben de astronomen gedaan.

Aan de sterrenhemel bevindt zich dus ergens (aan de Noordhemel) het sterrenbeeld Cepheus, waarin zich, onder andere, de reusachtige (dubbel)ster “delta (δ) cephei” bevindt. Daar Cepheus tot “onze” melkweg behoort, staat dit sterrenbeeld relatief dichtbij. Men kon dus de afstand op de “ouderwetse” manieren (met parallax) bepalen. Genoemde (dubbel)ster: δ cephei, bestaande uit een grote ster en een veel kleinere begeleider, verandert in ruim 5 dagen van licht (“magnitude” 3,8) naar donker (magnitude 4,6).

Even tussendoor: wat is nu weer “magnitude”? Dat is een helderheidschaal voor sterren; die schaal loopt van 1 – 6, waarbij 1 heel helder is en 6 veel minder! Van deze ster “ δ cephei” weet men behoorlijk veel, de afstand: 297 lichtjaar, de diameter: 47 miljoen kilometer, de helderheid (lichtsterkte): 3,8 – 4,6.

In andere melkwegstelsels bevinden zich eveneens van dit soort dubbelsterren. Door nu het licht van dergelijke sterren in andere sterrenstelsels met genoemde “ δ cephei” te vergelijken, kon men nu ook de afstanden van deze, veel verder weg gelegen, sterrenstelsels bepalen. Hubble kon zodoende ook z’n “constante” van Hubble bepalen! In vele stelsels, ook in de relatief dichtbijstaande Andromedanevel, heeft men dergelijke veranderlijke sterren ontdekt en men noemt ze dus “cepheïden” naar hun prototype δ cephei ! De Andromedanevel heeft trouwens blauwverschuiving en komt dus op ons af!

Deze cepheïden hebben onze kennis van het heelal aldus een stuk verder gebracht! En met de wet van Hubble, kon men ineens, door bestudering van het spectrum en de roodverschuiving, de afstand van heel veraf staande sterren of sterrenstelsels, bepalen.

Sterren(stelsels)

We weten het toch: een ster is een hemellichaam dat zelf energie, in de vorm van straling (waaronder licht), uitstraalt. Straling is energie en hoe kortgolfiger de straling, hoe energierijker. Die energie wordt opgewekt bij kernfusieprocessen, die in deze sterren plaats hebben. Het meest bekende voorbeeld van een echte ster is onze eigen zon, welke al zo'n 4,5 miljard jaar oud is en al die tijd enorme hoeveelheden energie uitstraalt. Deze energie wordt opgewekt door een proces waarbij waterstof in een groot aantal stappen omgezet wordt in helium. Bij dit zogenaamde "kernfusie"proces smelten (fuseren) bij zeer hoge temperaturen de kernen van waterstofatomen, via een ingewikkeld proces, samen tot heliumkernen. Hierbij wordt een kleine hoeveelheid materie omgezet in energie, die in de vorm van vooral warmte, licht, ultraviolette, maar ook nog andere, veel kortgolvigere straling wordt uitgezonden, waarbij onze dampkring de gevaarlijkste straling gelukkig grotendeels tegenhoudt. (Was dat niet het geval dan bestonden we niet!)

De zon is dus eigenlijk een waterstofbom die altijd maar (nou ja, nog een paar miljard jaar) doorgaat. Onze zon is één van de miljarden sterren van het sterrenstelsel dat het "melkwegstelsel", "galaxy", ("gala" is nog steeds 't Griekse woord voor melk!) genoemd wordt. Praktisch alle sterren die wij met het blote oog aan de hemel zien, behoren tot dit ene sterrenstelsel. Op zeer heldere nachten zien wij de "melkweg" als een vaag lichtende, melkachtige baan aan de hemel staan. Dit zijn de miljarden sterren waaruit "ons" melkwegstelsel bestaat.

Veel van deze sterren zullen ook wel planeten, manen en andere hemellichamen bij zich hebben en zodoende allerlei andere zonnestelsels vormen! Die planeten kunnen wij niet zien, omdat planeten zelf geen licht uitstralen, maar alleen licht weerkaatsen. Alleen de betrekkelijk dichtbij staande planeten van ons eigen zonnestelsel kunnen we duidelijk zien.

De laatste tijd heeft men wel methodes gevonden om (op indirecte wijze) planeten van andere zonnestelsels (zogenaamde "exoplaneten") te ontdekken, maar veel komt men er (nog) niet over te weten. Als een planeet voor een ster langs schuift, geeft die ster een tijdje iets minder licht en dat blijkt men nu te kunnen meten! Er wordt dan "hoera" geroepen, "we hebben een (exo)planeet ontdekt!" Ook volgen er dan direct speculaties over eventueel leven op zo'n planeet! Wel een beetje zielig, maar ja zo is de mens!

Ik heb indertijd de "mercuriusovergang" langs onze zon bekeken (door een lasbril) en dat was niet al te spectaculair: je zag een héél klein stipje (de planeet Mercurius) langs de zon bewegen! Zo kan men dus ook planeten van andere sterren ontdekken, er wordt een tijdje iets minder licht uitgezonden. Ontdekt men dat een planeet langs een ster, op weet ik hoeveel lichtjaren hier van af, beweegt, ja dan is dat best interessant, maar verwacht er niet te veel van!

Met het blote oog zien wij dus, behalve "onze" planeten, bijna uitsluitend sterren van ons eigen melkwegstelsel. Bijna, want bijvoorbeeld in het sterrenbeeld Orion is, ergens onder de drie koningen, een heel vaag lichtvlekje te zien: ze zijn al eerder genoemd: de Orionnevels (M42,43) op zo'n 1600 lichtjaar afstand. Dat zijn dus geen sterren maar sterrenstelseltjes in wording!

De dichtstbijzijnde nevel buiten de melkweg is de Andromedanevel, op 2 à 2,5 miljoen lichtjaar afstand. Deze nevel (sterrenstelsel) zou, als enig object buiten de melkweg, met het blote oog zichtbaar zijn, maar dan moet je wel heel goede ogen hebben en weten waar je moet zoeken! Het sterrenstelsel Andromeda ligt bij Casseopeia in de buurt en Casseopeia

staat 's avonds laat vaak recht boven ons hoofd: een grote W! Deze Andromedanevel is vergelijkbaar met ons melkwegstelsel, zeer groot met tientallen miljarden sterren!

Maar... kijken we nu eens met sterke telescopen naar de hemel! We zien dan ineens ontelbaar veel méér sterren, sterrenhopen en gaswolken in allerlei vormen. Men is tot de conclusie gekomen dat er vele tientallen, misschien wel honderden miljarden sterrenstelsels in het heelal voorkomen. Elk stelsel bestaat op zijn beurt weer uit tientallen miljarden sterren, die allen weer begeleid zouden kunnen zijn door planeten, planetoïden, manen, kometen etc., een onvoorstelbaar grote hoeveelheid hemellichamen!

Roodverschuivingsproblemen

Door steeds betere apparatuur, betere telescopen (waaronder de in de ruimte geplaatste Hubble telescoop) worden thans steeds meer en steeds verdere sterrenstelsels ontdekt en men kan dus aan de hand van de roodverschuiving de afstand van deze zeer ververwijderde sterrenstelsels redelijk nauwkeurig bepalen. Maar staan die wel zo ver? Er komen steeds meer vraagtekens!

Enige jaren geleden zag een astronoom (een zekere "Halton Arp") een ver weg staande heldere "ster" met een zeer hoge roodverschuiving! Het ging hier om een zogenaamde "quasar" (een "quasi stellar object"). Bij deze quasar zag hij ook nog andere sterren(stelsels) die er bij leken te horen: ze waren ermee verbonden door lichtsluier, gas? Hij bestudeerde de spectra en mat de roodverschuivingen. Daarbij merkte hij iets vreemds op: de quasar had een zeer grote roodverschuiving die duidde op een afstand van miljarden lichtjaren! De "bijbehorende" stelsels echter niet! Die zouden dus volgens de wet van Hubble veel dichterbij moeten staan, orde van grootte: honderd miljoen lichtjaar.

Wat was er aan de hand? Lag de quasar verder weg, achter de andere sterren? Was het gezichtsbedrog? Klopte de wet van Hubble niet? Hij sprak er met anderen over, er kwamen verklaringen maar geen bevredigende. De verklaring van de andere astronomen was dat het inderdaad gezichtsbedrog moest zijn: het waren sterrenhopen die vanaf onze aarde gezien bij elkaar leken te horen, maar in werkelijkheid enorm ver van (achter) elkaar lagen, vandaar het grote verschil in roodverschuiving. Volgens hen zag de astronoom (Arp dus) deze verschillende stelsels als één cluster, omdat wij met een telescoop nu eenmaal geen diepte kunnen zien! Arp kon dit niet accepteren, volgens hem zag hij één groep sterrenstelsels die door "lichtbruggen" verbonden is met de quasar. En die quasar veroorzaakte, om onbekende redenen, een veel grotere roodverschuiving! Maar ja, als dat zo was, zou de wet van Hubble niet kloppen en zouden er allerlei leuke theorieën omver gaan.

Even tussendoor, wat is eigenlijk een "quasar" precies? Letterlijk betekent het: "quasi stellar radio source", een bron van radiostraling, maar onzichtbaar! Men ontdekte ze eerst met radiotelescopen: de radiostralers. Later ontdekte men ook zichtbare quasars, "quasi stellar objects" genoemd, Het zijn waarschijnlijk zwarte gaten in het centrum van een sterrenhoop, die alle materie uit de buurt naar zich toetrekken, waardoor ze toch een zeer heldere monding hebben. Ze kunnen dus toch stralen: de zogenaamde "Hawking straling".

Om over dit alles meer te weten te komen was meer studie nodig en liefst toestemming om een flinke tijd door een sterke telescoop naar dit fenomeen te loeren. Hij (Arp dus) vroeg telescooptijd aan voor één van de reuzentelescopen, Mount Wilson en Palomar in Chili, om meer waarnemingen te doen. Maar...hij kreeg die tijd niet, werd afgeschilderd als een eigenwijze zeurpiet en werd genegeerd! Nieuws over de verschillen in roodverschuiving werd niet meer gepubliceerd, althans ik las er in de dagbladen nooit wat over. Maar... ik heb toch niet goed gekeken, want in 2002 heeft onze onvolprezen Govert Schilling er toch (in het AD) over geschreven. En inderdaad, daarin viel te lezen dat de gevestigde wetenschap nog steeds

probeert het fenomeen te verdoezelen, hoewel Arp intussen nog veel meer vergelijkbare situaties ontdekt heeft.

Halton Arp is intussen oud, bleef nog een tijd hardnekkig doorgaan met steeds meer van dergelijke situaties te ontdekken, maar wordt nog steeds miskend, zit waarschijnlijk ontgoocheld thuis en is bloemetjes gaan kweken of zoiets. Niet alleen in de politiek, ook in de wetenschap is van alles mis!

Desondanks zijn er intussen nu toch medestanders van Arp, die zijn werk voortzetten. Er zijn zoveel meer voorbeelden gevonden dat men dit alles eenvoudig niet meer kan ontkennen. De roodverschuiving van sommige quasars zou zelfs zo groot zijn dat de snelheid waarmee ze zich van ons af bewegen groter dan de lichtsnelheid moet zijn! Maar...dat kan toch niet? Niets gaat toch sneller dan Het Licht? En.....waarom hebben die quasars toch zo'n enorm veel grotere roodverschuiving dan de rest?

Er kwamen manieren om één en ander te verklaren: de zwaartekracht! Einstein was in 't begin van de 20^{ste} eeuw al tot de conclusie gekomen, dat licht door de zwaartekracht beïnvloed wordt: zwaartekracht "trekt" aan de fotonen (lichtdeeltjes). Je kunt het ook anders zeggen: fotonen volgen de kromming van de ruimte nabij hemellichamen. Lichtstralen, bijvoorbeeld van een ster, die dicht langs onze zon lopen, worden door de zon afgebogen.

Einstein stelde indertijd voor om dit aan te tonen, door tijdens een zonsverduistering deze afbuiging te meten. De afbuiging werd inderdaad geconstateerd: een ster, waarvan men de plaats nauwkeurig wist en die vlakbij de zon had moeten staan, bleek nu op een iets andere plaats te staan, doordat de zon de lichtstralen afboog! Normaal kan men een ster die heel dicht bij de zon staat, door het felle zonlicht niet zien, maar tijdens een zonsverduistering kan men dat wel. Onder andere door deze waarneming werd de geloofwaardigheid van Einsteins theorie sterk bevorderd.

Met die zonsverduisteringen is ook nog iets toevalligs aan de hand. Hoewel de zon zeer veel groter is dan de maan, is hij "toevallig" door z'n veel grotere afstand voor ons (bijna) even groot als de maan en wordt bij een zonsverduistering meestal precies bedekt door de maan. Doordat de afstand iets varieert, zijn ze niet altijd precies even groot, maar veel scheelt het niet. Is dit toeval? Laten we daar maar vanuit gaan! Door dit "toeval" is een zonsverduistering heel interessant voor de wetenschap! In 2005 zag men trouwens zeer duidelijk dat de zon wél groter dan de maan was, doordat de maan toen toevallig wat verder weg stond. Maar meestal bedekt de maan de zon precies bij een totale zonsverduistering en we zien dan een mooie "corona" (stralenkrans) om de zwarte maan.

We gaan verder. Het zou dus kunnen dat een ster (of een quasar of een "zwart gat") zo'n grote massa heeft en zo'n sterk zwaartekrachtveld veroorzaakt, dat deze z'n eigen lichtstraling aantrekt, die daardoor "uitrekt". Van het uitgezonden licht zal dus de golflengte toenemen, een deel van de UV straling zal zichtbaar licht worden, een deel van het rode licht zal onzichtbaar IR licht worden, de spectraallijnen zullen daardoor meer naar 't rood verschuiven (want die rekken niet mee) en de extra roodverschuiving is verklaard. Dit zou dus een verklaring kunnen zijn, maar of dit in het eerder genoemde geval een rol speelde kan ik niet bevestigen.

Er zijn andere verklaringen geopperd: de quasars zouden met enorme snelheid wegvliegen uit de sterrenstelsels, gevolg: veel grotere roodverschuiving. Het licht zou te "oud" zijn, intensiteit verliezen waardoor de lichtgolven langer zouden worden!

Intussen heeft men inderdaad zeer sterk geconcentreerde sterren ontdekt, waarvan de massa zo enorm groot is, dat ze daardoor inderdaad aan hun eigen straling "trekken", de golven uitrekken, zodat zelfs Röntgen- en gammastraling (zeer korte golven) verandert in zichtbaar licht (met een stuk langere golflengte).

“Zwarte gaten”

We hebben het al eens gehad over “zwarte gaten”. De Engelse, door spierdystrofie aan een rolstoel gekluisterde geleerde, Stephen Hawking, kwam indertijd (tachtiger jaren) tot de conclusie dat er ineengestorte sterren moesten bestaan, waarvan de materie zo sterk op elkaar gedrukt is, dat de zwaartekracht zo groot wordt dat alles in de buurt en dus ook de eigen straling (waaronder licht) aangetrokken wordt en niet meer kan ontsnappen! De ruimte in de buurt van een dergelijke instortende ster kan soms zo sterk gekromd zijn, dat straling niet meer uitgezonden, maar teruggebogen wordt. Vlak voor de ineenstorting wordt nog wel een zeer sterke flits afgegeven en dat noemt men dan een “supernovae”. Deze supernovae’s zijn al enige malen waargenomen, ook vroeger en er zijn bijvoorbeeld theorieën dat de “ster van Bethlehem” een supernovae was. Een dergelijke ster wordt na deze flits en ineenstorting dus onzichtbaar en wordt dan een “zwart gat” genoemd. Aanvankelijk werd dit als hypothetisch beschouwd maar intussen is wel vast komen te staan dat er inderdaad zwarte gaten bestaan. Ze zijn op zichzelf onzichtbaar, maar o.a. aan het gedrag van hemellichamen in de buurt kunnen zwarte gaten toch indirect ontdekt worden. En als ze zich in het centrum van een sterrenstelsel bevinden “zie” je de krans van materie die door dat zwarte gat wordt aangezogen: de “Hawkingstraling”. Men denkt nu zelfs dat er zich in het centrum van elk sterrenstelsel, ook in onze melkweg dus, een “zwart gat” bevindt. Maar... zwarte gaten blijven hypothetisch, je kan er in geloven of niet!

Expanderend heelal

De laatste tijd (2003 en 2004) worden steeds verder weg staande sterrenstelsels ontdekt. Zo ver dat de in ’t begin van de 21^{ste} eeuw berekende leeftijd van het heelal: 13,7 miljard jaar, toch wel enigszins twijfelachtig begint te worden, ook al door twijfel aan de constantheid van de lichtsnelheid en de wet van Hubble!

Door de bestudering van de roodverschuiving is indertijd geconcludeerd dat, hoe verder men kijkt hoe sneller het heelal expandeert! Men ontdekt steeds verder van ons verwijderde stelsels, die zich met werkelijk enorme snelheid van ons af bewegen, zelfs met snelheden die in de buurt van de halve lichtsnelheid (150 000 km/sec) zouden komen. Dat het heelal expandeert was begin twintigste eeuw in ’t geheel niet bekend, men ging er altijd vanuit dat het heelal een statisch geheel was. In 1905 ontwikkelde Albert Einstein z’n beroemde relativiteitstheorie (de speciale) en later in 1916 de algemene relativiteitstheorie. Einstein noemde zich vooral natuurkundige, maar hij gebruikte de wiskunde om natuurkundige problemen op te lossen. Toen Einstein bezig was met z’n algemene relativiteitstheorie bleek uit één van z’n formules dat het heelal niet statisch was. Daar de wetenschap er toendertijd van uit ging dat het heelal wél statisch was, dacht Albert dat hij mis was en een fout gemaakt had en dat daar iets op gevonden moest worden. Dus voerde hij een extra factor in, die hij de “kosmologische constante” noemde. Door de introductie van deze factor werd het heelal statisch en was iedereen weer tevreden (dacht hij).

Die formule met de “kosmologische constante” wilde ik wel eens zien. Het is Einsteins “algemene veldvergelijking” die gebruik maakt van “tensoren”, waarvan ik helaas (ik moet het toegeven) geen chocola kan maken! In het boekje van de (Nederlandse) natuurkundige Sander Bais: “De natuurwetten” staat deze Einsteinvergelijking vermeld. Oorspronkelijk luidde deze:

$$\mathbf{R}_{\mu\nu} - \frac{1}{2} g_{\mu\nu} \mathbf{R} = 8\pi G_N \mathbf{T}_{\mu\nu}$$

Dit is dus de formule waaruit Einstein concludeerde (hoe?, dat weet ik dus niet), dat het heelal niet statisch kon zijn, zoals men toen algemeen aannam. Einstein voegde toen zijn “kosmologische constante”: “ $\mathbf{g}_{\mu\nu}\Lambda$ ” toe. De formule werd toen.

$$\mathbf{R}_{\mu\nu} - \frac{1}{2} \mathbf{g}_{\mu\nu}\mathbf{R} + \mathbf{g}_{\mu\nu}\Lambda = 8\pi\mathbf{G}_N\mathbf{T}_{\mu\nu}$$

Maar... wat betekenen al deze letters nu? Ik vond de zelfde formule ook nog in iets andere vorm, mét uitleg:

$$“\mathbf{R}_{ab} - \frac{1}{2} \mathbf{R}\mathbf{g}_{ab} + \Lambda\mathbf{g}_{ab} = \mathbf{k}\mathbf{T}_{ab}”$$

Hierin is :

- \mathbf{R}_{ab} : is de zog. “Ricci Tensor”
- \mathbf{R} : is de “scalaire factor” bepaald door de kromming van de ruimte!
- \mathbf{g}_{ab} : is de “fundamentele tensor”, bepaald door de geometrie van de ruimtetijd.
- $\Lambda\mathbf{g}_{ab}$: dit is de “kosmologische constante”, waarin $\mathbf{g} = 1/\sqrt{(1-v^2/c^2)}$
- \mathbf{k} : factor $\mathbf{k} = 8\pi \mathbf{G}$, waarin \mathbf{G} de gravitatieconstante van Newton is.
- \mathbf{T}_{ab} : is de “Spanningsenergie Tensor”
- \mathbf{a} en \mathbf{b} : Deze “indices” corresponderen met de 3 ruimtedimensies en de 4^e (tijd)dimensie en hebben resp. de waardes 0, 1, 2 en 3.

Na veel zoek heb ik deze formule voor “een veld in een ruimte” eindelijk gevonden, maar begrijp er eigenlijk niks van! Het is “tensorwiskunde”. Wat is een tensor? Deze geeft wiskundig een “vector” of een “matrix” aan. Een tensor heeft te maken met een vector die een beweging in drie dimensies aangeeft. De “Ricci Tensor” heeft met de 4 dimensionale ruimtetijd te maken. Hoe uit deze formule blijkt dat het heelal krimpt of expandeert? Geen idee, ik ben geen geleerde, lees er verder maar over in de wiskundeboeken. Maar... wel staat de “Lambda” factor ($\Lambda\mathbf{g}_{ab}$) in de formule en dat zou dan de “kosmologische constante” moeten zijn! Het zou ook kunnen zijn dat met deze kosmologische constante alleen “ Λ ” (“Lambda”) wordt bedoeld. Kan een echte geleerde mij dit eens uitleggen?

Het valt me wel een beetje tegen van mezelf dat ik die formule niet kan bevatten. Ik zou graag zelf zeggen: “het zit zó en zó”, maar... ik ben geen Einstein en ik ben hiervoor dus té ongeleerd (lees dom)!

Eenvoudiger zou men kunnen zeggen: de uitdijing van het heelal is groter, gelijk of kleiner dan de samentrekkende (zwaarte)kracht en daardoor wordt bepaald of het heelal eeuwig uitzet, op den duur krimpt of statisch wordt. Inderdaad blijkt een Russische geleerde Alexandr Friedmann, rond 1920 verder geborduurd te hebben op het werk van Einstein. Hij heeft toen een formule ontwikkeld met een factor \mathbf{K} die de volgende uitwerking heeft.

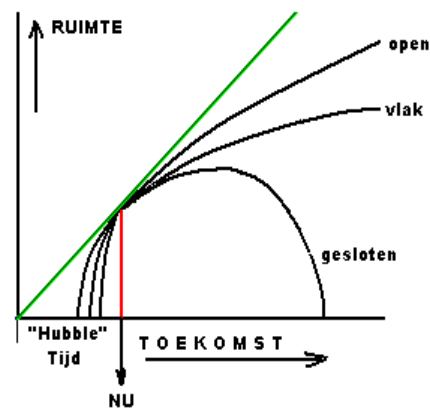
Helemaal duidelijk is het mij niet, maar uit de heelalformule haalde hij de factor “ \mathbf{K} ” met de volgende betekenis. Voor een bepaald sterrenstelsel met straal \mathbf{r}_0 en massa \mathbf{m} , vergeleken met het heelal stelde hij:

$$\mathbf{K} = - 2 \mathbf{E} \cdot \mathbf{R}_0^2 : \mathbf{m} \cdot \mathbf{r}_0^2 ,$$

waarin \mathbf{E} de energie van het heelal is en \mathbf{R}_0 de straal van het heelal. Dan geldt:

- $\mathbf{K} < 0$, open heelal, zal altijd uitdijen!
- $\mathbf{K} = 0$, heelal komt uiteindelijk tot stilstand.
- $\mathbf{K} > 0$, gesloten heelal, krimpt weer in elkaar.

Fig. 7.4 Heelalgrafiek



Toen later uit de roodverschuiving bleek dat het heelal niet statisch is maar juist steeds sneller expandeert, gaf Einstein z'n fout ruiterlijk toe en liet deze factor weg (maakte hem 0). Kan je nagaan dat ook een grote geleerde in de fout kan gaan. Maar... Albert zei zelfs, en dat vind ik heel sterk van hem, dat hij de invoering van de kosmologische constante "de grootste blunder van z'n leven" vond. Volgens mij baalde hij dat hij de ontdekking van een niet statisch heelal niet zélf had gepubliceerd, maar dacht dat hij fout was!

Maar... zo fout was hij toch niet! Omdat in de afgelopen tijd gebleken is dat het heelal toch niet precies volgens de gevonden formules zou expanderen, denkt men toch weer aan een zekere kosmologische constante! En aan het al maar uitdijen van het heelal wordt door sommige geleerden ook getwijfeld.....

Theorieproblemen!

Wat is er toch allemaal aan de hand? De kosmologische constante deugt niet, de lichtsnelheid is niet meer heilig en nu dreigt dus ook de roodverschuiving in alle gevestigde theorieën roet te gooien! Sommigen denken zelfs dat de lichtsnelheid vroeger vele malen hoger is geweest en nog steeds daalt.

Vlak na de oerknal was de temperatuur van het heelal zeer hoog. Op dat moment zou **het licht zich met veel hogere snelheid** (volgens sommigen zelfs een factor 10^{10} hoger) dan nu bewegen hebben. De temperatuur in 't heelal is nu gedaald tot zo'n $2,7^{\circ}\text{K}$ (in de vorm van achtergrondstraling) en thans beweegt het licht zich met zo'n 300.000 km/sec., maar dit zou dus niet altijd zo geweest zijn! (2,7 graad Kelvin is ongeveer 270 graad Celsius onder nul)

En... er is nog wat aan de hand: het blijkt, zo heeft men in de laatste tijd ontdekt, dat **de roodverschuiving niet geleidelijk verloopt, maar sprongsgewijs!** Er blijkt een bepaalde "periodiciteit" in de roodverschuiving te zitten, "kwantisering" zo men wil. De roodverschuiving, zo is ontdekt, zou in sprongen van zo'n 72 km/sec verlopen, later werd dit 37,5 (ongeveer de helft) en nu zegt men dat ze in stappen van 2,67 km/sec. verspringt!

Als dit waar is, zou dit betekenen dat de roodverschuiving niet door het Dopplereffect veroorzaakt kán worden, want dan zou de roodverschuiving geleidelijk moeten verschuiven. Deze bevinding zou grote consequenties voor de bestaande theorieën kunnen hebben! Het zou namelijk betekenen dat de enorme afstanden in het heelal veel kleiner moeten zijn. Ook de leeftijd van het heelal klopt dan niet meer, het heelal zou dan veel jonger zijn! Bij dit nieuws veerden de "creationisten" blij op, zou de bijbel dan toch kloppen, is het heelal dan toch slechts enige tienduizenden jaren oud?

Gekwantiseerde roodverschuiving, die niet door het Dopplereffect veroorzaakt wordt, zou betekenen dat de uitdijning van het heelal dus niet (in ieder geval niet zo snel) gebeurt, niet op de manier zoals men tot nu toe gedacht heeft! De theorie van het steeds sneller expanderend heelal is gerelateerd aan de wet van Hubble. Deze zegt dus dat de afstand maar ook de expansiesnelheid evenredig is met de roodverschuiving. Hoe verder men in 't heelal kijkt hoe groter de expansiesnelheid is. De expansie van het heelal heeft, volgens deze laatste inzichten, wel plaats gevonden maar zou intussen tot stilstand gekomen zijn.....als die inzichten kloppen, dat wel!

De gevestigde wetenschap moet niet veel van deze theorieën hebben en houdt het bij het oude: de roodverschuiving door het Dopplereffect en de wet van Hubble dus. Maar...., steeds meer zaken kloppen niet met de oude theorieën. Het wordt er (niet alleen voor mij) intussen niet duidelijker op, als alle theorieën aan twijfel onderhevig zijn. Maar ja, daarvoor zijn het theorieën! Ik zoek verder.....

Grootte van het heelal

We gaan toch nog maar even uit van de oude theorie van een expanderend heelal. Wat mij intrigeert bij de theorie van het expanderende heelal, is de vraag: hoever is het heelal al geëxpandeerd? Als het heelal, zoals in 2003 nog met vrij grote stelligheid gepubliceerd werd, zo'n 13,7 miljard jaar oud is, kunnen we dus nooit verder kijken dan 13,7 miljard lichtjaar. Met zeer sterke telescopen en met de Hubble ruimtetelescoop komen we zoals gezegd al aardig in deze buurt, zo'n 13 miljard lichtjaar. Maar... de sterrenstelsels die we dan zien zijn dus "net" ontstaan, als wij ze (hun licht) eindelijk zien. Ze zijn "intussen" veel verder van ons af geëxpandeerd en daar de expansiesnelheid van ver weg staande stelsels ten opzichte van ons (melkwegstelsel) steeds meer toeneemt, naar mate ze verder weg staan, moeten genoemde stelsels nu zeer veel verder weg staan! Daar men door middel van de roodverschuiving al snelheden meet van $0,5 c$ (halve lichtsnelheid) staan de genoemde stelsels intussen alweer minstens 6 á 7 miljard lichtjaar verder, dus op zo'n 20 miljard lichtjaar afstand. En... wat moet ik met de uitdijingsnelheid van die quasars die boven c zou liggen? Dat zal wel niet kloppen!

Maar ook ...de sterrenstelsels die wij aan de grens van ons zichtbereik zien hoeven natuurlijk helemaal niet de verst wegstaande stelsels te zijn. Er zijn zeer waarschijnlijk vele sterrenstelsels die nog veel verder weg staan, maar die zullen wij nooit zien! Hun licht is nog onderweg en nog lang niet hier! Maar hoe veel verder strekt het heelal zich dan nog uit?

In dit heelal kan zich niets sneller dan de lichtsnelheid bewegen zegt men. Volgens Hubble neemt de expansiesnelheid toe naarmate men verder in het heelal kijkt. Als we stellen dat dit recht evenredig gaat (volgens zijn eigen wet) en dat de uitdijingsnelheid aan onze zichtgrens $0,5c$ bedraagt, dan zouden sterrenstelsels op ongeveer 26 miljard lichtjaar afstand zich met de maximumsnelheid c van ons af bewegen. Is dit dan de heelalgrens? Dat zou kunnen, maar dat hoeft helemaal niet zo te zijn. Vergeet ook niet dat het moment waarop men de sterrenstelsels, die volgens de roodverschuiving deze snelheid $0,5c$ zouden hebben, ongeveer 13 miljard jaar terug ligt. Wat kan er intussen niet allemaal gebeurd zijn? Dat is sowieso het vreemde van alles wat wij aan de sterrenhemel en in 't heelal zien:

Wij zien een beeld dat nooit bestaan heeft en ook nooit zal bestaan!

Alle sterren die wij met het blote oog zien, staan enige tot honderden en nog meer lichtjaren weg en staan intussen dus op een (heel) andere plaats. Kijken we door een telescoop dan wordt het beeld nog veel onwerkelijker: we zien sterren, sterrenstelsels en andere zaken zoals ze er duizenden, miljoenen en miljarden jaren geleden uitzagen en die intussen in ieder geval ergens anders staan, maar ook in veel gevallen niet meer bestaan! Zelfs onze eigen zon zien wij zoals deze er 8 minuten geleden uitzag: zou de zon er ineens mee ophouden dan zouden wij dit pas na 8 minuten bemerken!

En dan is er nog wat. Wij op onze aarde, in ons eigen zonnestelseltje, in ons eigen melkwegstelseltje, zitten natuurlijk niet precies in het centrum van het heelal, we bevinden ons alleen in het centrum van het voor ons zichtbare heelal. Hoe verder we weg kijken hoe sneller alles zich van ons afbeweegt, concludeert men uit de roodverschuiving.

Maar...als het waar is dat de roodverschuiving **niet** door het Dopplereffect veroorzaakt wordt, komen er heel veel zaken, die tot nu bedacht zijn, op losse schroeven te staan. Het wordt (voor mij althans) steeds verwarrender!

De oerknal

Ongeveer 13,7 miljard jaar geleden (uitgaande van de gevestigde theorieën) zou alles begonnen zijn met de oerknal, de “Big Bang”. Volgens de geleerden ontstond toen het heelal, doordat een zeer sterk geconcentreerd “energiepunt”, een soort oeratoom, besloot te exploderen. Deze enorme hoeveelheid energie in de vorm van “fotonen” en “quarks” vormde, al expanderend en afkoelend, elementaire deeltjes: elektronen, quarkcombinaties, protonen enz. en nog later atomen en moleculen: “materie” die zich, al afkoelende, concentreerde tot gaswolken waaruit later sterren, sterrenstelsels en uiteindelijk “zonestelsels” met bijbehorend spul, zoals planeten, manen, planetoïden, kometen en ruimtepuin ontstonden.

Fotonen zijn energiepakketjes, waaruit alle elektromagnetische straling bestaat. Het meest bekend zijn ze (zo zijn ze ook ontdekt) als lichtdeeltjes, maar afhankelijk van hun golflengte bestaan er allerlei fotonen, bijvoorbeeld “gammafotonen”. Quarks zijn de meest elementaire deeltjes die tot nu toe ontdekt zijn. Drie quarks vormen een proton of een neutron, een kerndeeltje dus! Wat wel vreemd is: men heeft nog nooit “losse” quarks vastgesteld. Ook heeft men nog nooit kunnen verklaren waarom dit zo is! Ook elektronen zouden elementaire deeltjes zijn. Maar of dit alles echt zo is.....? Quarks, fotonen en elektronen zouden toch ook weer een inwendige structuur kunnen hebben en niet “elementair” zijn?

Na de oerknal was de temperatuur van het heelal onvoorstelbaar hoog, miljarden graden, die al expanderende daalde. Nog altijd is er wat van die “warmte” over. Het is al eerder vermeld: in ’t heelal heerst nog steeds een zogenaamde “achtergrondstraling”, in de vorm van microgolven, die overeenkomt met een temperatuur van ongeveer 2,7 K (graad Kelvin). (0 graad Kelvin is het absolute nulpunt, ongeveer 273 graden Celsius onder nul). Deze microgolfstraling is dus een golfbeweging van de enorme hoeveelheid, bij de oerknal ontstane, fotonen die niet aan het “materievormingsproces” hebben meegedaan. Ook heeft men door zeer nauwkeurige metingen met satellieten ontdekt dat de achtergrondstraling niet homogeen is, maar iets (wel zéér weinig) fluctueert. Volgens de geleerden zou hierdoor het heelal, zoals het nu is, zijn ontstaan: niet homogeen maar overwegend leeg met hier en daar, toch wel redelijk gelijkmatig verdeeld, “clusters” van sterrenstelsels, gas of materiewolken.

Volgens populair-wetenschappelijk schrijvende deskundigen, kan men het expanderende heelal zien als een ballon met stippen op het oppervlak: hoe meer de ballon opblaast, hoe verder de stippen uit elkaar komen te liggen. Iedere stip ziet de andere stippen steeds verder weg bewegen. Volgens anderen kan men het uitdijende heelal ook zien als een hoop eindeloos rijzend brooddeeg met krenten erin. Hoe meer het deeg rijst, hoe verder de krenten uit elkaar komen te liggen. De krenten zelf merken het niet, maar bij het steeds verder rijzen van het deeg zal de beweging van de krenten ten opzichte van elkaar ook steeds meer toenemen. Is het rijzende deeg intussen op z’n maximale grootte gekomen en rijst het niet meer verder? Sterker nog, gaat het deeg op een zeker moment weer inzakken?

Pulserend heelal

Als we doordenken over het uitzettende heelal is één van de eerste vragen die we kunnen stellen: gaat deze uitzetting altijd maar door of is ze intussen werkelijk gestopt? Zoals sommigen het nu zien is de expansie niet eeuwig en is intussen afgenomen of al geheel gestopt. Er zijn nu dus drie mogelijkheden: het heelal zal eeuwig expanderen, of het heelal zal uiteindelijk niet meer uitzetten en statisch blijven, of... het zal dan weer gaan krimpen! Dit laatste zou een plausibele verklaring voor een hoop zaken zijn. We komen dan op een zogenaamd “pulserend” heelal, een heelal dat met een bepaalde frequentie uitzet en weer inkrimpt. Het inkrimpen gaat dan zover, dat alle materie (= energie volgens Einstein) weer tot een punt samentrekt en daarna weer uit elkaar spat tot een nieuw heelal! Men dacht indertijd

dat de frequentie ongeveer 40 miljard jaar zou zijn, dat wil zeggen: 20 miljard jaar uitdijen, daarna 20 miljard inkrimpen waarna weer een nieuwe “Big Bang” plaats vindt. Met de laatste bevindingen zou deze frequentie wel eens veel kleiner kunnen zijn!

Eeuwig uitdijend heelal

Enige jaren geleden (2003) hebben de (“gevestigde”) geleerden geconcludeerd (op basis van de gevestigde theorieën) dat het heelal eeuwig zal uitdijen. Hoe ze precies tot deze conclusie zijn gekomen weet ik niet, maar ze waren vrij zeker van hun zaak: door de uitdijning wordt de afstand tussen de stelsels zo groot dat de zwaartekracht de zaak nooit meer bij elkaar kan trekken. De uitdijingsnelheid is zo hoog dat de zwaartekracht te zwak is om deze nog af te remmen. Het lijkt een soort antizwaartekracht, die in de loop van de tijd alleen maar sterker is geworden.

Ook dit heeft grote consequenties voor het heelal en roept (niet alleen bij mij) onmiddellijk nieuwe vragen op. Wat gebeurt er dan verder met het heelal? Waar blijft alles? En....wat was er dan toch vóór de “Big Bang”?

Als het heelal steeds verder zal expanderen, zal de ruimte en afstand tussen sterrenstelsels steeds verder toenemen. Het heelal zal dus steeds groter en dus ook steeds leger worden. Uiteindelijk, maar dan praten we over tientallen miljarden jaren of nog veel later, zal het heelal zo onmetelijk groot zijn, dat per kubieke lichtjaar nog slechts zeer weinig materie voorkomt, uiteindelijk nog maar een paar elementaire deeltjes. Die elementaire deeltjes hebben waarschijnlijk ook het eeuwige leven niet en zouden uiteindelijk vervallen: niks meer over! Zal dit uiteindelijk zo gebeuren? Theoretisch niet omdat de totale hoeveelheid energie in het heelal constant blijft, maar als de ruimte maar groot genoeg wordt, wordt het toch wel een zeer lege boel!

Vóór de oerknal.

De ontdekkingen van de laatste tijd geven echter hoop! Toch geen leeg heelal? Uiteindelijk toch een statisch heelal of...krimpend terug naar de big bang! **En....wat was er toch vóór de “big bang”?** Aangenomen wordt dat alles toch echt begonnen moet zijn met de “Big Bang”, oftewel de “oerknal” zoals de Nederlandse astronomen dit noemen. Maar wat was er dan vóór de oerknal? De al eerder genoemde en door mij hoog gerespecteerde Govert Schilling, een Nederlandse wetenschapsjournalist, heeft er een heel boek aan gewijd: “Wat was er voor de oerknal?” Nou, het komt er, volgens zijn boek, op neer dat deze vraag geen zin heeft omdat met de oerknal alles begonnen is, onder andere de tijd. Vóór de oerknal was er dus geen tijd en geen ruimte (volgens Govert en vele geleerden)!

Deze conclusie is voor mij echter onacceptabel, in ieder geval niet te begrijpen. Als het dus werkelijk zo zou zijn, dat er niets was vóór de oerknal, dan heb ik onmiddellijk een aantal vragen:

- Waar kwam die toendertijd tot een punt samengebalde energie dan vandaan?
- Waarom besloot die energie op juist dat moment, het moment van de oerknal dus, te expanderen? (Uit deze vraag blijkt al dat er daarvoor ook tijd was!)
- Was dat dan een beslissing van “God”? Was dat dan de schepping? Dan was er dus in ieder geval een “God” of een ”hogere macht” vóór de oerknal!

De “kerk” vindt deze oerknal wel wat: er is dan een soort schepping! Dat deze volledig verschilt van de schepping uit de bijbel, daar praten we maar even niet over. En de “God” die deze scheppingsoerknal veroorzaakt zou hebben, ziet die er uit als een mens? “Naar zijn aangezicht”? Een mens, die ontzettend veel tijd later in een uithoekje van het heelal op een onbeduidend planeetje van een even onbeduidend zonnestelseltje ontstond? Een stelseltje bij

één van de miljarden zonnen van “ons” melkwegstel, dat op zijn beurt er weer één is tussen de (misschien wel honderden) miljarden andere sterrenstelsels.

Was de oerknal de schepping en was er daarvoor niets? Ik zie het toch wat anders. Die zeer sterk samengeperste energie moet al aanwezig geweest zijn. “Iets” heeft er toen toe geleid dat dit puntvormige “oeratoom” ging expanderen! Het lijkt me namelijk sterk dat dit energiepunt is ontstaan (“geschapen”?) en geëxplodeerd op hetzelfde moment. Als die energie er al was, dan bestond er dus ook al tijd! Het enige wat je misschien kan zeggen is dat “ónze” tijd toen begon, maar “dé” tijd bestond ook al vóór de oerknal! “*Het is maar goed dat er tijd is*”, zei Einstein eens, “*want anders zou alles tegelijk gebeuren!*”

Er zou ook geen “ruimte” geweest zijn vóór de oerknal! De ruimte zou al expanderend gevormd zijn. Maar wat verstaan we eigenlijk onder ruimte? Volgens mij bedoelt men met “de ruimte”: het gebied waar het “elektromagnetisch veld” aanwezig is, “ons” heelal dus. Maar...daarbuiten is (en was) er toch ook ruimte, oneindige ruimte? Ruimte met niets? Een vacuüm zonder elektromagnetisch veld, zonder nulpuntsveld?

Sommigen noemen dat inderdaad “**Het Niets**”, oké, what’s in a name. Maar, als je het goed bekijkt zou ons heelal dus een expanderende bel “Ruimte” zijn die zich in het “Niets” bevindt en dit “Niets” strekt zich dus oneindig ver uit. In deze “heelalbel” bevindt zich nog weer een andere denkbeeldige “bel” met een straal van 13,7 miljard (of toch veel minder?) lichtjaren: het voor ons waarneembare Heelal! Verder dan deze afstand kunnen we niet kijken, hoe graag we dat zouden willen.

In dit “Niets”, het niets buiten het heelal dus, zouden zich daar nog meer heelallen, of heelalbellen, bevinden? Wie weet, niets is uitgesloten. Al enige jaren wordt er inderdaad over “parallelheelallen” gespeculeerd, die zich “in de vierde dimensie” zouden bevinden. Maar ik weet écht niet wat ik daar van denken moet. Ik kan me de vierde dimensie eigenlijk alleen maar voorstellen als tijd, niet als een vierde afstand in aanvulling op de bekende afmetingen (“dimensions”) zoals lengte, breedte en hoogte ofwel x, y en z! Men praat thans zelfs over 10 en nog meer dimensies (bij de snaartheorie). Wiskundig zou het geen enkel probleem zijn. Helaas, ondanks uitleggingen kan ik me daar echt niets bij voorstellen. (Waarmee ik niet wil zeggen dat er niet meer dimensies kunnen bestaan!)

Zou het heelal toch oneindig groot zijn? Maar dan kan het niet expanderen, toch? Iets kan toch niet groter worden dan oneindig groot? Hoewel... ik herinner me het verhaal over het “Hilberthotel”.

“Hilbert hotel”

Een Duitse wiskundige, een zekere Hilbert, bedacht ooit een hotel met een oneindig aantal kamers. In dit hotel zijn altijd kamers beschikbaar! Ook als het vol is? Ja, want op een zekere dag kwam er iemand om een kamer vragen, terwijl het hotel vol was. Toch kreeg hij een kamer en wel kamer 1! Hoe ging dat dan? Nou de receptie gaf “gewoon” iedereen opdracht één kamer op te schuiven waardoor kamer 1 vrij kwam. Op een gegeven moment, het hotel was weer vol, kwam er een groot gezelschap, zo’n honderd man, en die wilden ook wel graag een kamer! “Geen probleem” zei de receptie, “jullie krijgen allemaal een kamer!” Hij liet aan alle gasten weten dat ze hun kamer moesten verlaten en honderd plaatsen opschuiven! Dus kamer 1 moest naar kamer 101, 2 naar 102 enzovoort. ’t Was even een gedoe maar hij had weer honderd kamers leeg, ondanks dat het hotel vol was! ’t Gaat nog verder: op zekere dag kwamen er een oneindig aantal bussen, allemaal vol met gasten, die allemaal een kamer wilden. De receptie krabde even achter z’n oren en ineens wist hij het: iedereen die een kamer had kreeg de opdracht z’n kamernummer te verdubbelen en naar dat nummer te verhuizen! Dus, kamer 1 ging naar 2, kamer 2 ging naar 4, 3 naar 6, 4 naar 8, 5 naar 10 enzovoort. Toen dit achter de rug was (het duurde wel even) konden de buspassagiers naar hun kamers! Welke? De kamers met een oneven nummer, want die waren net

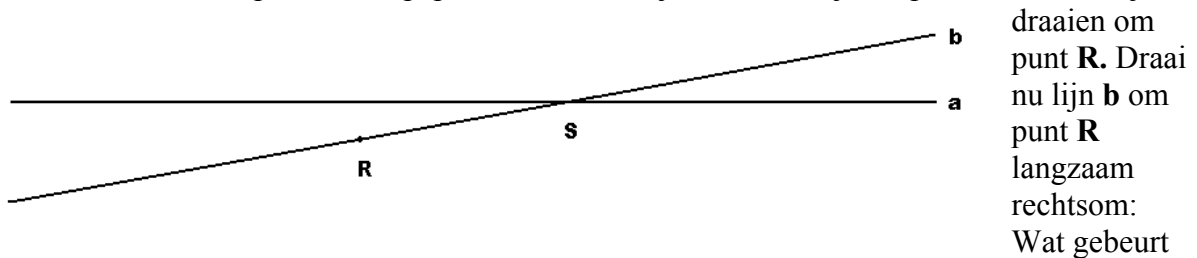
leeggemaakt! En... er zijn oneindig veel oneven nummers (net als er oneindig veel éven nummers zijn). Ik zou dit hotel trouwens niet graag boeken: je bent nooit zeker van je kamer en je moet steeds verhuizen!

Oneindig

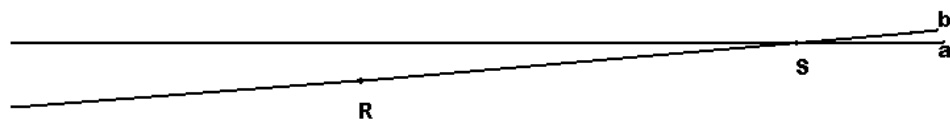
Nu we het er toch over hebben, oneindig is een raar begrip en een van mijn vragen is: “Is er in dit heelal wel een oneindig aantal van iets?” Zijn er oneindig veel sterrenstelsels, oneindig veel sterren, oneindig veel atomen? Neem bijvoorbeeld de aarde, er zijn ongelooflijk veel zandkorrels, ontelbaar veel zelfs, want ik zou niet weten hoe je ze allemaal moest tellen, **maar niet oneindig veel!** En... als het heelal met de oerknal begonnen is, kan het heelal ook niet oneindig groot zijn en zijn er dus ook wél ontelbaar, **maar niet oneindig veel** sterren en sterrenstelsels. Het heelal moet daarom zelfs ook een eindig aantal atomen hebben!

Wat is dat toch, het begrip “oneindig”, hoe moeten we dat zien? Ik heb er wel een ideetje over. Neem bijvoorbeeld twee evenwijdige lijnen, daar werd je op school, bij het vak meetkunde, al vroeg mee geconfronteerd. “Een lijn loopt van oneindig naar oneindig” en “evenwijdige lijnen snijden elkaar in het oneindige”. Dat is misschien vreemd, maar ja, zo leerde je het en als je er over na denkt moet het toch wel waar zijn.

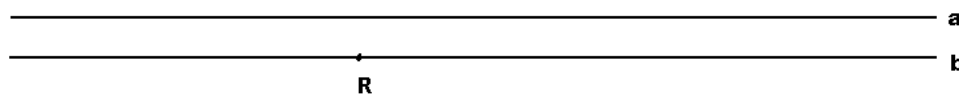
Laten we het volgende eens doen. We tekenen een (stuk) lijn **a** op een stuk papier. Teken hem zo dat hij van links naar rechts loopt. Zouden we de lijn zowel naar links als naar rechts verlengen, dan loopt hij dus van “links oneindig” naar “rechts oneindig!” Maar..... oneindig is toch oneindig? **Min** oneindig is toch gelijk aan **plus** oneindig? Inderdaad, wacht maar even! Trek nu op hetzelfde papier een tweede lijn **b**, die **a** snijdt in punt **S**. Laat nu lijn **b**



er dan? Het snijpunt **S** zal naar rechts bewegen, van het papier af, steeds verder weg.



We draaien verder en verder, totdat lijn **b** evenwijdig is aan lijn **a**! Het snijpunt **S** komt dan dus oneindig ver weg te liggen! Evenwijdige lijnen snijden elkaar in ‘t oneindige!



We draaien langzaam verder! En, wat gebeurt er nu? Al heel snel komt snijpunt **S** van links weer terug het papier op, maar wel van links!

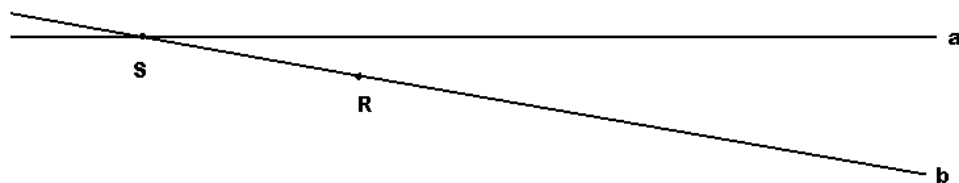


Fig. 7.5 Evenwijdige en snijdende lijnen

Wat betekent dit? Het kan niet anders: op het moment dat de lijnen evenwijdig waren, sneden **a** en **b** elkaar niet alleen in 't "rechts oneindige" maar ook in 't "links oneindige"! Rechts oneindig moet dus hetzelfde zijn als (gelijk aan) links oneindig! En noemen we links negatief en rechts positief, zoals op de x-as van een grafiek, dan is dus:

$$\text{-oneindig} = + \text{oneindig!}$$

Q.E.D, quod erat demonstrandum! Wat te bewijzen was! Of toch niet? Nou ja, het is misschien geen echt bewijs maar het verklaart wel het één en ander.

Er is toch nog wel een probleem met het begrip oneindig:

$$\text{oneindig} + \text{oneindig} = \text{oneindig} \text{ (klopt toch? Meer dan oneindig is er niet!)}$$

Delen we alles nu door oneindig (dat mag toch?), dan krijgen we het volgende:

$$\frac{\text{oneindig}}{\text{oneindig}} + \frac{\text{oneindig}}{\text{oneindig}} = \frac{\text{oneindig}}{\text{oneindig}}$$

Dus $1 + 1 = 1$ (?) of toch niet?

Nee, zó delen door oneindig mag blijkbaar tóch niet, evenmin als delen door 0! Als je oneindig veel appels verdeelt onder honderd man, dan krijgt iedereen oneindig veel appels, trouwens ook als je ze verdeelt onder 1000 man! Maar... honderd appels verdelen onder... "niemand" heeft geen zin. Dan zou "niemand" immers "oneindig" veel appels krijgen, toch? En... hoe verdeel je oneindig veel appels onder oneindig veel mensen? Krijgt iedereen er één? In de wiskunde noemt men dit...zinloos!

Heelal

Terug naar het heelal. We gaan van de oerknal uit, die dus 13,7 miljard lichtjaar geleden plaats vond. (Ik houd maar vast aan die 13,7 hoewel sommigen nu 12,8 miljard zeggen.) Uitgaande van de aarde, bevinden wij ons dus in een denkbeeldige "heelalbel" met een straal van 13,7 lichtjaar: het voor ons waarneembare heelal. Deze heelal"bel" bevindt zich dus in een nog veel grotere "bel"! Als we nu zeer verre sterrenstelsels, aan de rand van de waarneembare bel, ontdekken, zien we ze op de plaats waar ze miljarden jaren geleden stonden. Intussen zijn ze dus zeer waarschijnlijk veel verder weggevlogen. En ook is het heelal sindsdien veel verder uitgedijd, maar helaas, daarvan kunnen wij niets waarnemen, want het licht van stelsels uit dat gebied is nog onderweg! En de werkelijke heelalbel is dus waarschijnlijk ook nog steeds aan het expanderen! Maar..... waarin dan? In het Niets, Nothing, Nada, Niente, Nichts, Nietsjiwo! En dat "Niets".... dát is oneindig, er is oneindig veel niets.....en het heelal expandeert maar verder en verder in dit "Niets"! Zit het zo?

Anti-zwaartekracht?

Kort geleden kwam men, zoals gezegd, met de overtuigende mening, dat, op basis van de laatste bevindingen, het heelal eeuwig zou uitdijen. Uitdijen totdat alles zo verspreid is dat er eigenlijk niets meer over zal zijn! Is dit aannemelijk? Moeilijk voor mij!

Het zou toch veel leuker zijn als de theorie van het "pulserende heelal" zou kloppen. Zou het heelal, zoals sommigen denken, op een gegeven moment ("a un momento dado", zou

Cruyf zeggen) gaan samentrekken en uiteindelijk weer in een zeer sterk geconcentreerd energiepunt eindigen, dan is het allemaal wat gemakkelijker te bevatten! Dit energiepunt zal dan opnieuw zo sterk geconcentreerd zijn, dat het zich niet kan handhaven en het spettert dus maar weer uit elkaar en alles begint weer opnieuw! De laatste (“onze”) oerknal zou dus het gevolg kunnen zijn van een eerdere heelalsamentrekking. Dit pulseren, zou zowel in de toekomst als in ’t verleden eeuwig door kunnen gaan. Hoewel, dit is toch ook nog wel moeilijk voor te stellen: “Hoe kan iets altijd hebben plaatsgevonden en altijd doorgaan? Was er geen begin, is er geen eind?” Toch vind ik dat wel wat aannemelijker dan een heelal dat uitdijt tot.....niets, tot de warmtedood!

Helaas, behalve wat dissidenten, denken de meeste geleerden dat de oerknal ’t begin van alles was, de kerk ziet het als “schepping” en vragen wat er daarvóór was heeft geen zin, punt uit! Nou, het spijt me, maar ik geloof daar niets van: natúúrlijk was er wat vóór de oerknal, waar komt anders al die energie vandaan? En, iets moet toch die explosie ingeleid hebben? God? Het spijt me voor de gelovigen, maar ik zie het anders en “geloof” het niet. Vóór de oerknal móet er welhaast zeker een ander heelal geweest zijn, dat na een aanvankelijke expansie op een gegeven moment toch is gaan samentrekken. Samentrekken gebeurt overal in ’t heelal: sterren trekken soms zo sterk samen dat één kubieke centimeter van hun materie meerdere tonnen weegt!

Er zijn dus twee belangrijke bewegingen in ons heelal van cruciaal belang:

- -De expansiebeweging (“antizwaartekracht?”) die óns heelal steeds verder en sneller doet uitdijen.
- -De samentrekkende beweging (“zwaartekracht”) die uiteindelijk iedere ster ineens doet instorten en de expansie van het heelal zou kunnen stoppen en veranderen in een statisch of samentrekkend heelal.

Wie is de sterkste? En... zou het zo gegaan zijn? Een vroeger heelal is eerst uitgedijd, later inéén gekrompen, om uiteindelijk als zeer sterk geconcentreerd energiepunt te eindigen, waaruit dan weer ons heelal voortgekomen is. Deze mogelijkheid (ik denk puur gevoelsmatig dat dit de meest waarschijnlijke is) wordt door de laatste bevindingen al aardig ondersteund.

Antimaterie

Iets dat er ook mee te maken zou kunnen hebben is een ander vreemd fenomeen: de “antimaterie”. In ons heelal bevindt zich materie en misschien ook antimaterie, maar dan wel zeer veel materie en zeer weinig antimaterie. Antimateriedeeltjes hebben een “lading” tegenovergesteld aan die van de “normale” materie. Komt een gewoon materiedeeltje een antimateriedeeltje tegen dan ontstaat er een explosietje en blijft er niets over. Men noemt dit “annihilatie”. Wel komt er dan energie vrij, heel veel zelfs, in de vorm van fotonen (stralingsdeeltjes van het elektromagnetische veld). En... als je de massa van deze eerdere deeltjes weet, kan je de vrijgekomen energie berekenen met de Einsteinformule: $E = m c^2$!

Volgens sommigen komen er in ’t heelal behalve normale sterrenstelsels zelfs ook hele stelsels van antimaterie voor. Zou zo’n stelsel ooit in aanraking komen met de “normale” materie dan zou er dus een gigantische explosie ontstaan, waarbij zeer veel energie vrijkomt, maar verder niets meer overblijft. Men zou ook aan een parallel heelal (in Het Niets) van antimaterie kunnen denken. Dit alles is natuurlijk pure speculatie, bewijs hiervoor heeft men nog nooit gevonden! Maar men weet wél dat antimaterie bestaat!

Andere deskundigen veronderstellen dat bij de oerknal iets meer materie dan antimaterie is ontstaan, maar het meest waarschijnlijke is (ik kan het daarmee eens zijn) dat er ongeveer evenveel materie als antimaterie is gevormd. Maar... daar materie en antimaterie elkaar opheffen, zou er dan dus niets overgebleven zijn, ware het niet dat antimaterie niet precies gelijk is aan “normale” materie. Niet alleen de lading is tegengesteld, er is nog een

ander verschil, namelijk in “symmetrie”, waardoor totale “annihilatie” niet altijd plaats hoeft te vinden. Het zou dus kunnen zijn dat er door deze annihilatie een gigantische hoop energie (in de vorm van fotonen) vrijgekomen is maar dat er toch nog wat “normale” materie (“onze” materie dus) overbleef. Vandaar zeker dat het heelal zo leeg is!

Nog een probleem. De wetenschap is volgens berekeningen ook nog 90 % (of nog meer) materie “kwijt” die er wel in één of andere vorm moet zijn! Materie is een vorm van energie. Er moet dus zeer veel energie (o.a. in de vorm van “achtergrondstraling”) in het heelal zijn. En dan hebben we ook nog de “ZPE”, de “zeropointsenergy” of nulpuntsenergie, die volgens sommigen deze zoekgeraakte 90 % verklaart.

Uiteindelijk zijn er dus maar zeer weinig of geen antimateriedeeltje overgebleven. Misschien komt er ergens nog steeds antimaterie voor in het heelal, maar losse antimateriedeeltjes “in ‘t wild” worden, voorzover ik begrijp, hier nooit aangetroffen. De reden is natuurlijk dat, zelfs indien deze deeltjes vóórkomen of gevormd worden, ze maar heel kort leven en al zeer snel “geannihileerd” worden. Er zouden ook steeds materie / antimateriepaartjes (“mesonen”) gevormd worden, maar deze “virtuele” deeltjes hebben slechts een zeer korte levensduur.

Men weet intussen toch wel veel van de vorming van antimateriedeeltjes af: men kan in deeltjesversnellers (bijv. die van CERN in Genève) zelfs antimateriedeeltjes “fabriceren” en opslaan! Dan Brown, bekende Amerikaanse auteur, heeft er snel een spannend boek over geschreven. Zou het kunnen zijn dat een vorig heelal een andere verhouding van antimaterie en materie had? En wat zou daar precies de consequentie van geweest zijn? Ik kan dit als eenvoudig mens niet precies overzien, maar je zou kunnen denken aan een heelal met minder energie en meer materie. Een dergelijk heelal zou daardoor dus een korter leven hebben gehad en zich inderdaad veel sneller hebben kunnen samentrekken.

De oerknal moet in ieder geval uit samengebalde energie zijn ontstaan. En... of de geleerden het mis hebben, of dat elk heelal zich vroeger of later zal samentrekken of niet: ik (maar wie ben ik?) weiger te geloven dat er voor de oerknal niets was! Waar kwam die energie dan vandaan? Niets + niets = iets?

Tijd

Hoewel vele geleerden beweren dat de tijd bij de oerknal begon, vind ik dat, zoals eerder gezegd, een absurde bewering. Tijd is er altijd geweest en zal er altijd zijn. Tijd “verstrikt” ook niet. Tijd is niet iets wat begint of ophoudt, tijd is er gewoon en gaat altijd door, in één richting, vooruit! Oké, tijd is niet absoluut, ze gaat soms snel, soms langzaam voorbij, dat verschijnsel kennen we allemaal. Eigenlijk is tijd niet meetbaar, tijd is zeer “relatief”. Maar we hebben de tijd meetbaar gemaakt door hem te koppelen aan de beweging van hemellichamen en natuurprocessen en ja, die blijken ook niet absoluut te zijn!

We kunnen terug kijken in de tijd, heel ver zelfs, kijk maar naar de sterrenhemel, loer eens door een telescoop. Maar ..., we kunnen nooit terug gaan in de tijd. Denk maar aan die idiote verzinsels over reizen in de tijd, zoals het verhaal over een man die terugreist in de tijd en z'n moeder vermoordt, vóór hij geboren werd. Hij kan dus nooit hebben bestaan maar bestaat toch. Of die film over de aapmens. Eén reist net op tijd terug in de tijd om een voorvader te redden, waardoor later een heel aapvolk en hijzelf kan ontstaan! Best leuk om er een boek of film over te maken, maar geen realiteit.

Hoewel.....er zou op elementair-deeltjesniveau volgens de “kwantumtheorie” wel zogenaamde “non-lokaliteit” bestaan, wat inhoudt dat deeltjes terug in de tijd kunnen reizen. Zou er dan toch wat van waar zijn? Over die “kwantumtheorie” moet ik het trouwens nog hebben, want één van de grote problemen van de “theorie over alles” is, dat de relativiteits- en de kwantumtheorie nogal eens met elkaar botsen. Dat zou onder andere komen doordat de

relativiteitstheorie zich vooral bemoeit met het zeer grote: heelal, sterren en zo, terwijl de kwantumtheorie het zeer kleine behandelt: atoomdeeltjes, elektronen, bosonen en dergelijke! Jongens, waar ben ik toch allemaal aan begonnen!