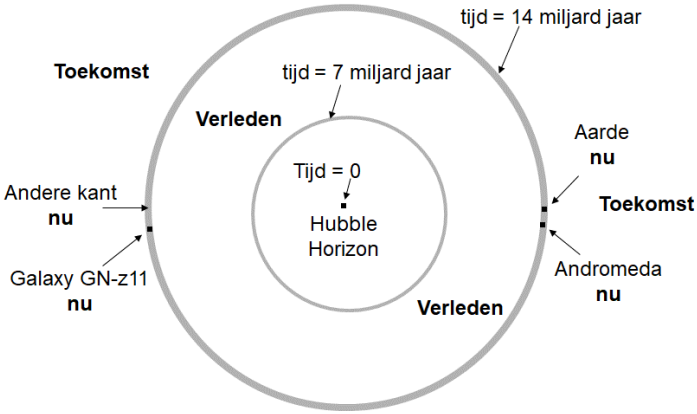
Einsteins ronde Universum in Ruimtetijd

Einsteins ronde model van het universum

In zijn boek "Mijn Theorie" uit 1917, beschreef Einstein een rond universum. Hij wijzigde zijn model in 1931, na het zien van het werk van de astronoom Hubble over de roodverschuiving van verre sterrenstelsels. In dit artikel wordt Einsteins oorspronkelijke model aangepast aan de ruimtetijd van Minkowski, resulterend in een model zonder donkere energie en zonder donkere materie, waarmee Einsteins 4D-model een echt *ruimtetijd* model is geworden.

Denken in ruimtetijd

Minkowski, Einsteins professor, zei het zo mooi in 1908: "Vanaf nu worden de aparte begrippen ruimte en tijd onherroepelijk gereduceerd tot louter schaduwen en alleen ruimtetijd blijft over als deel van de werkelijkheid". Laten we deze formulering toepassen op het model van het universum en dus de uitdijing van het universum volledig in *ruimtetijd* te beschouwen. Laten we het idee van een ruimtelijk universum helemaal loslaten en dan beschouwen we tijd als een echte vierde dimensie. Dan dijt het universum niet alleen in ruimte uit, maar ook in tijd. We komen dan tot een heel eenvoudige conclusie: "De toekomst ligt buiten het huidige universum", zie figuur 1.



Figuur 1: Ruimtetijd model van het universum in tweedimensionale doorsnee

Wat is het nu?

Als vreemde consequentie, ligt het verleden *binnen* het huidige universum. Met andere woorden, we leven op de rand van ruimtetijd. We noemen deze rand het "nu". Echter, "nu" is moeilijk te definiëren! We kunnen "nu" niet meten, zelfs niet op een klok. Klokken blijven maar tikken, er is niet zoiets als "de" tijd. We kunnen iemands uitspraak over de verlopen tijd niet bevestigen, onze meting van tijd gebeurt altijd later. Het probleem voor kosmologen is zelfs nog groter, want ieder sterrenstelsel observeren we niet zoals het nu *is*, maar zoals het *was* miljoenen jaren geleden.

Einsteins ronde Universum in Ruimtetijd

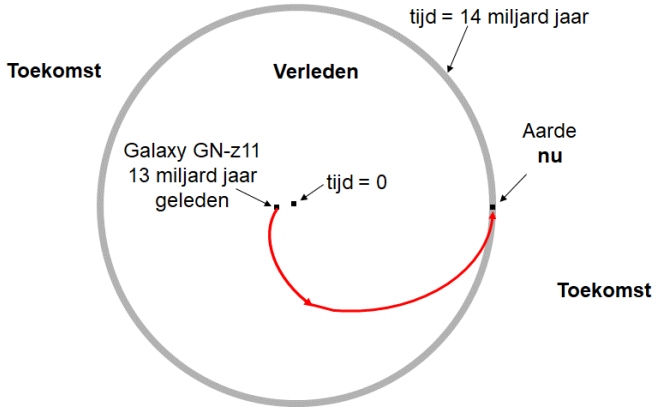
Einsteins voorkwam ineenstorting van zijn oorspronkelijke model door zwaartekracht met behulp van een kosmologische constante als tegendruk, die tegenwoordig “donkere energie” genoemd wordt. In het nieuwe EMRW-model, zoals beschreven in dit artikel, dijt het universum weliswaar ook uit, maar alleen in onze eenheden van nu, zonder enige “donkere energie”, zie de laatste paragraaf.

Hoe ver kunnen we in het verleden kijken?

De lichtsnelheid is extreem hoog: 299.792.458 m/s om precies te zijn. Per definitie. Het relatief nabije sterrenstelsel Andromeda is al zo ver weg dat licht er 2,54 miljoen jaar over doet om op aarde aan te komen. De afstand tot Andromeda noemen we derhalve 2,54 miljoen lichtjaar. Het verst waargenomen sterrenstelsel is GN-z11, bijna aan de andere kant van het universum, ligt op ongeveer 13 miljard lichtjaar afstand. De overkant van het universum ligt op ca. 14 miljard lichtjaar. Omdat de lichtsnelheid beperkt is, kunnen we niet verder kijken dan dat er tijd verstreken is: 14 miljard lichtjaar. De observatiehorizon is dus 14 miljard lichtjaar; kosmologen noemen dat de Hubble Lengte. Wij noemen die afstand in ruimte en tijd consequent: de Hubble Horizon in ruimtetijd, zie figuur 1.

Wat nemen we eigenlijk waar?

Figuur 2 laat ons zien wat we met onze telescopen waarnemen:



Figuur 2: Het traject van het licht van sterrenstelsel GN-z11 in 2D

Het licht van sterrenstelsel GN-z11 gaat als in een spiraal naar ons toe in dit ruimtetijd model (rood in figuur 2). Dat komt omdat het licht over een grootcirkel gaat die steeds groter wordt door de uitdijing van het universum.

Einsteins ronde Universum in Ruimtetijd

Een horizon in ruimtetijd en kosmische inflatie

Ja, een horizon in ruimtetijd. Het universum bestaat uit ruimtetijd. Die horizon zal verderop of morgen precies dezelfde horizon zijn, net zoals een horizon op zee. Je kunt naar een tonnetje aan de horizon varen, maar je kunt de horizon zelf niet bereiken. Als je in staat zou zijn terug in tijd te reizen, dan zou de Hubble Horizon net zo ver weg zijn als die nu is: op ongeveer 14 miljard (licht)jaar.

Met andere woorden, er was geen Big Bang, er is alleen maar een horizon in ruimtetijd, de "Hubble Horizon". De eeuwigheid is terug in dit ruimtetijd model. Geen vragen meer zoals "wat was er dan vóór de Big Bang?".

Meeteenheden zoals de meter, seconde en Joule zijn de basis van natuurkunde. Hoe zou je de lengte van iets kunnen communiceren als je de meeteenheid, bijv. de eenheid meter, er niet bij noemt? De sleutel tot het begrip van de Hubble Horizon ligt in de kortere eenheid seconde en meter van het kosmische verleden. Dit noemen we kosmische inflatie.

Halverwege de uitdijing van het universum waren de eenheden seconde and meter maar half zo groot als dat ze nu zijn. Zie de kleine cirkel in figuur 1. Het plaatst, voor waarnemers van toen, de Hubble Horizon op precies dezelfde 'meetafstand' (de coördinaat ofwel meetwaarde) in ruimte en tijd. Dit is wat Robertson & Walker "meebewegende coördinaten" noemden. Dus in meebewegende coördinaten blijven de meetwaarden (coördinaten) van ruimte en tijd van een sterrenstelsel gelijk, zodat de uitdijing van het universum gecompenseerd wordt. Hoe we kunnen bewijzen dat zo'n horizon en die kosmische inflatie bestaan?

Het bewijs van het ruimtetijd model

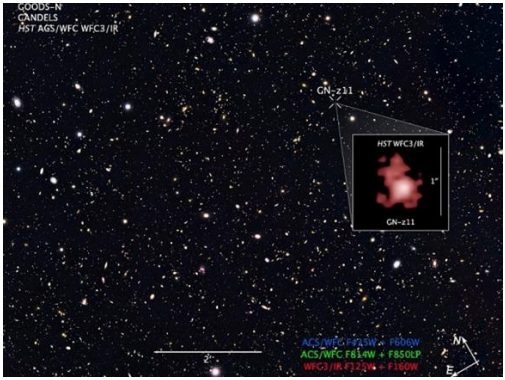
Zowel theoretische principes als waarnemingen van NASA/ESA met de Hubble Space Telescope (HST) bevestigen dit ruimtetijd model. Het theoretische bewijs komt van Einstein, Minkowski en Robertson & Walker. Dit model hebben wij dus het EMRW model genoemd. Want Einstein bedacht de vierdimensionale bol van het universum: een gloom (3-sphere). Minkowski gaf ons het gereedschap om de straal van deze bol ook als tijd te kunnen zien. Energiebehoud (alle energie in het universum blijft bewaard) volgens Noethers theorema is dus energiebehoud in de meebewegende coördinaten van Robertson & Walker.

Het observationele bewijs van het EMRW model komt van 1) van de oorspronkelijke meetgegevens van Hubble and Humason, 2) van de snelle stervorming van verre sterrenstelsels zoals gemeten door NASA/ESA en 3) van de verdeling van sterrenstelsels zoals door de Universiteit van Amsterdam (UvA) is gemeten.

Roodverschuiving, kosmische inflatie en snelle stervorming

Hubble en Humason hebben in 1931 het verband tussen afstand en roodverschuiving van sterrenstelsels aangetoond. Roodverschuiving is de mate van verandering van de kleur van wit licht zoals het door sterren wordt uitgezonden naar het rood zoals dit nu wordt gemeten op aarde. Roodverschuiving nul betekent geen verandering, roodverschuiving 1,0 betekent dat wit licht hoofdzakelijk rood wordt.

Roodverschuiving 11,0 betekent dat het uitgezonden witte licht van sterren, hier en nu als infrarood wordt waargenomen. Voor de experts: de energie van het licht neemt met een factor roodverschuiving “z” plus een af: de kosmische inflatie is (z + 1), zie figuur 3:



Figuur 3: Roodverschuiving van GN-z11 met een roodverschuiving van 11

Het hele spectrum van het sterrenstelsel GN-z11 is naar het infrarood geschoven, de uitgezonden lichtdeeltjes hebben nog maar 1/12 van de energie over bij aankomst op aarde. Echter, in 1931 waren meebewegende coördinaten en kosmische inflatie nog onbekende begrippen voor Hubble en Humason. Zij namen eenvoudigweg aan, zo schreef Hubble, dat snelheid de enige oorzaak was van die roodverschuiving (op basis van het hun bekende Doppler effect). Daarom wordt roodverschuiving sindsdien direct aan snelheid gekoppeld; iets wat nu echt niet meer kan: onwetenschappelijk en bovendien strijdig met waarnemingen.

We weten nu dat kosmische inflatie ook een oorzaak van roodverschuiving is, dankzij het werk van Alan Guth cum suis. Kosmische inflatie is niets anders dan het waarnemen van gebeurtenissen in een tijd dat de seconde en meter veel kleiner waren. Het lijkt dan of die gebeurtenissen veel sneller gingen, maar niet als je toen geleefd zou hebben. Kosmische inflatie verklaart de hoge roodverschuiving van verre sterrenstelsels zoals GN-z11 veel beter dan de relativistische snelheden die met donkere energie versneld zouden worden. Met andere woorden, GN-z11 vliegt niet op hoge snelheid van ons af door de uitdijing, maar had, op het moment dat het licht van GN-z11 vertrok, een veel kleinere seconde dan wij nu hebben.

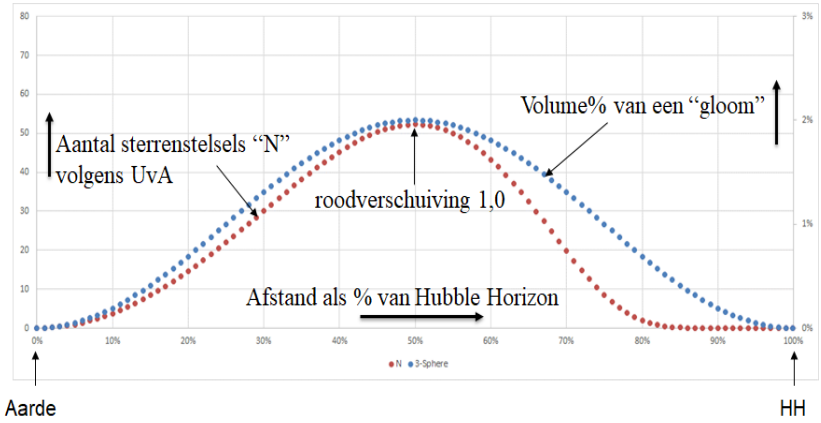
De snellere klok (kleinere seconde in het verleden) wordt door NASA/ESA bevestigd door de waargenomen zeer snelle stervorming op sterrenstelsels rond roodverschuiving negen, en wel tien keer zo snel als stervorming dichtbij plaatst vindt. Dat is nu kosmische inflatie. Ter vergelijking: met snelheid als oorzaak (Doppler effect), zou die waargenomen verre stervorming juist tien keer zo langzaam moeten gaan! Dit is een evidente aanwijzing dat niet snelheid maar de kleinere seconde de hoofdoorzaak van de roodverschuiving moet zijn. De twee oorzaken van roodverschuiving van sterrenstelsels zijn dus: snelheid (op kortere afstanden dominanter) en kosmische inflatie (op grotere afstanden dominanter).

Einsteins ronde Universum in Ruimtetijd

Snelheid is de grootste oorzaak van roodverschuiving van sterrenstelsels dichtbij, zoals Andromeda, terwijl kosmische inflatie dat is voor sterrenstelsels ver weg, zoals GN-z11! In de appendix is de nieuwe *geavanceerde* Hubble wet gegeven als een combinatie van snelheid (Doppler effect) en afstand (kosmische inflatie).

De verdeling van sterrenstelsels

De vorm van het universum als een gloom (3-sphere) wordt ook bevestigd door de verdeling van sterrenstelsels over afstandklassen zoals gemeten door de Universiteit van Amsterdam (UvA).



Figuur 4: Rond universum bewezen door verdeling sterrenstelsels

Als het universum Euclidisch (recht) zou zijn, dan zouden we steeds meer sterrenstelsels moeten zien hoe verder we kijken. Echter, we zien een maximum aan sterrenstelsels rond roodverschuiving van 1,0 om daarna weer minder te worden, zie figuur 4. Dat wordt alleen precies voorspeld door een sferisch universum met een driedimensionale evenaar op roodverschuiving 1,0.
Einstein had toch gelijk in 1917, echter nu met consequente doorvoering van ruimtetijd.

Noethers theorema

Het EMRW model wordt theoretisch gesteund door het *perfecte* kosmologische principe. Dit principe zegt dat het model van het universum overal gelijk (homogeen) en gelijk in alle richtingen (isotroop) moet zijn voor zowel ruimte als tijd. Alleen als het model ook aan het *perfecte* kosmologische principe beantwoord, dan kunnen we ook stellen dat aan Noethers theorema's van energiebehoud en impulsbehoud voldaan wordt! Met andere woorden, alleen het EMRW model kan bovendien claimen dat het model zowel energie- als impuls-behoud garandeert!

Einsteins ronde Universum in Ruimtetijd

Recentelijk is nieuw bewijs van het sferische universum gepresenteerd in “Nature Astronomy” volume 4 (2020). Tevens heeft de Yonsei universiteit in Zuid Korea geconcludeerd dat donkere energie “in error” is (5-1-2020). De bewijzen voor het EMRW model stapelen zich op, een model volgens het perfecte kosmologische principe, zonder raadselachtige donkere energie en in overeenstemming met waarnemingen!

Uitdijing van het universum

Blijft nog de vraag hoe het universum uitdijt in de toekomst. Omdat de eenheid seconde langer en langer wordt, gaat de uitdijing, althans in onze secondes van nu, steeds en langzamer.
Je kan ook zeggen dat de klok vroeger sneller en in de toekomst steeds langzamer gaat tikken, maar nooit stopt. Omdat de kloksnelheid een maat is voor de opeenvolging van alle processen en alle gebeurtenissen, merk je niets van deze vertraging. Toekomstige waarnemers merken dat alleen als zij naar het verleden kijken.

Appendix:

c	lichtsnelheid
H	Hubble constante
c / H	Hubble Lengte, 1 / H Hubble tijd
z	roodverschuiving
v_0	lokale snelheid (Doppler effect op z)
D	afstand (kosmische inflatie effect op z)

$z = v_0 / c + H.D / (c – H.D)$	[ ]	*Geavanceerde* Hubble wet
$D = \{z / (z + 1)\}.c / H$	[m]	Afstandsladder als functie van z ($v_0 = 0$)

Meer informatie?

Het Engelstalige boek “Repairing Robertson&Walker’s Solution” beschrijft het model in meer details.
Ook zijn er artikelen over dit onderwerp te vinden op www.loop-doctor.nl.

Rob Roodenburg,
Frans de Winter,
Oscar van Duijn,
Maarten Palthe

Schiedam,
februari 2020