Leven op een membraan

Snaartheorie is volgens veel theoretisch natuurkundigen de meest veelbelovende theorie voor een beschrijving van zwaartekracht op schalen waar quantummechanische effecten belangrijk zijn. Het model is de belangrijkste kandidaat voor een *theorie van alles*: een theorie die de vier fundamentele krachten (de sterke en zwakke kernkracht, de elektromagnetische kracht en de zwaartekracht) samenbrengt in een quantummechanische constructie.

Afbeelding 1. Leven we op een membraan? Ons heelal zou een ‘zeepbel’ in een hogerdimensionale wereld kunnen zijn. Foto: photo_steff.

Een consistente snaartheorie gaat echter gepaard met een vast aantal ruimte- en tijddimensies: tien, welgeteld. Aangezien wij als mensheid tot op heden maar drie ruimtedimensies en één tijddimensie hebben weten te observeren leidt dit tot een raadsel. Bestaat er een versie van snaartheorie die consistent is met onze waarnemingen van in

totaal 4 dimensies?

Eén mogelijke manier om de “extra” verborgen dimensies te verklaren is ontstaan uit het idee dat deze dimensies klein opgerold zijn. Zo klein opgerold dat ze met huidige observaties niet te zien zijn. De manier van het oprollen van die extra dimensies kan vervolgens de natuurwetten van de niet opgerolde dimensies beïnvloeden. Toch is deze verklaring op zichzelf nog niet bevredigend. Het is namelijk tot op heden niet gelukt de extra dimensies op zo’n manier hypothetisch ‘op te rollen’ dat de overgebleven dimensies een positieve vacuümenergie hebben – oftewel: dat zelfs lege ruimte een klein beetje (positieve) energie heeft – iets wat wel geobserveerd is met behulp van telescopen. Zo’n positieve vacuümenergie leidt tot een oneindig uitdijend heelal, ook wel een de Sitter-universum genoemd, naar de Nederlandse natuurkundige, wiskundige en astronoom Willem de Sitter. Het oprollen van de extra dimensies heeft tot nu toe alleen tot zogenaamde anti-de Sitteroplossingen geleid; dit zijn universa met een negatieve vacuümenergie die na een periode van uitdijing weer in elkaar storten.

In 1999 kwamen natuurkundigen Lisa Randall en Raman Sundrum echter met een elegante oplossing voor het probleem. Hun idee is dat ons vierdimensionale universum slechts een *membraan* is een een hoger-dimensionale ruimte. Denk aan hoe een douchegordijn een driedimensionaal membraan is (met twee ruimtedimensies en één tijdsdimensie) in onze vierdimensionale badkamers. Het douchegordijn beweegt en heeft interactie met de natuurwetten zoals wij die kennen in onze welbekende vier dimensies. Voor een mier op het douchegordijn, die geen weet heeft van de vierde dimensie, leidt dit tot “nieuwe” natuurwetten in zijn driedimensionale wereld van het douchegordijn. Zodoende zouden fenomenen die wij tot op heden niet kunnen verklaren ook gevolgen kunnen zijn van de hoger-dimensionale natuurwetten die voor ons onzichtbaar zijn.

In de jaren sinds het ontstaan van dit nieuwe idee is er veel onderzoek gedaan naar de vormen die de *braneworlds*, zoals deze membraanoplossingen ook wel worden genoemd, zouden kunnen aannemen, en naar de wisselwerking tussen de natuurwetten op het membraan en die in de hoger-dimensionale ruimte. En wat blijkt: als we van de tien dimensies uit de snaartheorie er vijf oprollen, wat leidt tot een vijfdimensionaal anti-de Sitteruniversum, dan kan er daarin weer een vierdimensionaal de Sitter membraan ontstaan

als een soort ‘bel’die opgeblazen wordt, en waarvan het oppervlak dan “ons” universum is. Bovendien kan de manier waarop zo’n belontstaat een verklaring gevenvoor de oerknal en de periode van versnelde uitdijing direct daarna, ook wel inflatie genoemd. In de vijfdimensionale ruimte gebeurt er niets vreemds, maar door de “bewegingen van het douchegordijn” zien we in vier dimensies een oerknal gebeuren.

Een andere implicatie die de braneworldtheorie heeft is de mogelijkheid dat ermeerdere universa of braneworlds bestaan in één hoger-dimensionale ruimte. Stel je een hele rij van douchegordijnen voor die achter elkaar hangen. Mogelijk kunnen andere braneworlds zich zelfs microscopisch dicht bij ons universum bevinden in eenvoor ons onzichtbare vijfde dimensie, maar in de praktijk toch oneindig ver weg zijn. Om zo’n ander universum te observeren moeten we kijken in een richting waarvan we ons niet bewust zijn.

De vraag hoe we er vanuit ons veilige vierdimensionale universum ooit achter kunnen komen of we op een membraan in een hoger-dimensionale ruimte leven is er vooralsnog een zonder bevredigend antwoord. Het staat echter buiten kijf dat de braneworldtheorie een elegante theoretische oplossing vormt die een de Sitter-universum inbedt in de snaartheorie. Daarnaast roept de theorie een groot aantal interessante vragen op waarvan de antwoorden (hopelijk) leiden naar een beter begrip van ons universum en de natuurwetten daarin.