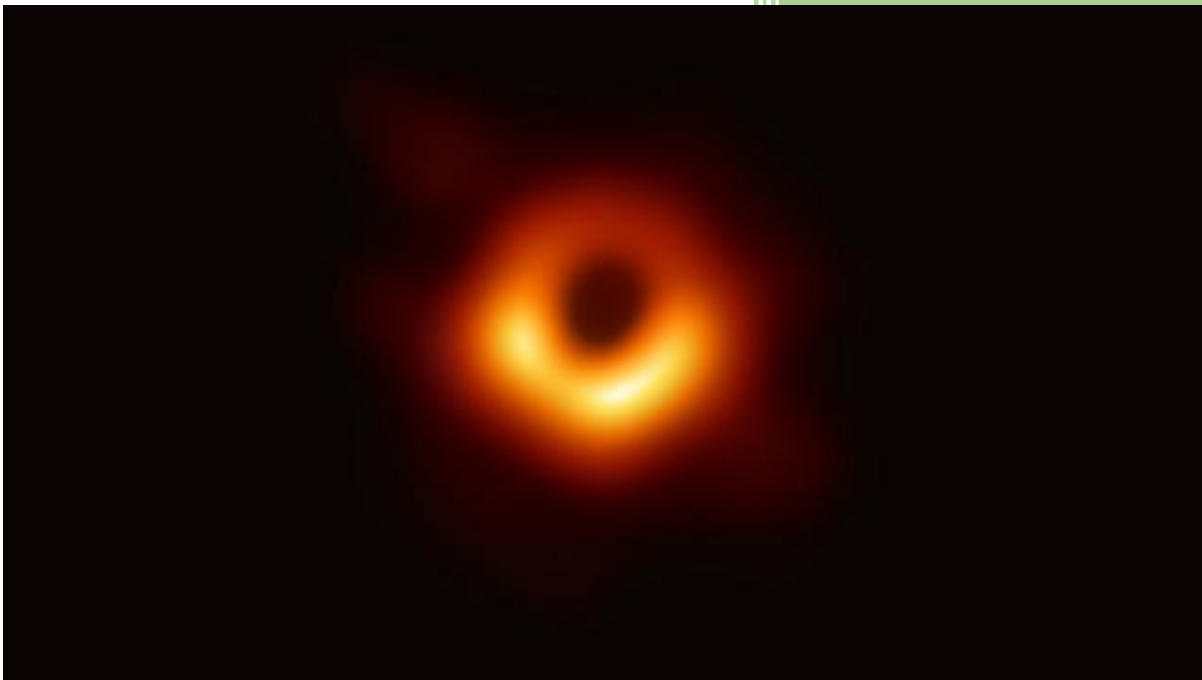


website: www.higgsveld.com

HIGGSVELD EQUIVALENTIETHEORIE (HET)



Henk Lahuis

henk.lahuis@home.nl

2-3-2026

In 1931 bedacht Georges Lemaître dat het heelal ooit begon vanuit een extreem heet, compact punt, dat hij het 'oeratoom' noemde. Een singulariteit zoals beschreven in de algemene relativiteitstheorie van Einstein. Ook zwarte gaten bevatten een singulariteit. Een plaats waar volgens de algemene relativiteitstheorie de gekromde ruimtetijd oneindig wordt en een gebied waar de tijd volgens de speciale relativiteitstheorie achter de waarnemingshorizon stil staat. Een gebied waar de natuurwetten volgens deze theorie niet meer gelden. Dit geeft aan dat Einsteins theorie daar faalt en vervangen moet worden door een meer fundamentele theorie. Maak in dit document kennis met een nieuwe theorie waar natuurwetten in zwarte gaten nog wél gelden. Een aantal momenten in de natuurwetenschap van de afgelopen jaren zijn hierbij van groot belang geweest. De ontdekking van het higgsboson in 2012 door CERN, de allereerste directe waarneming van zwaartekrachtgolven afkomstig van twee botsende zwarte gaten in 2015 door LIGO, de in 2019 en 2022 gemaakte foto's van zwarte gaten door de EHT en de door EHT gemeten veranderende polarisatiepatronen bij M87 gepubliceerd in 2025. We kunnen er niet meer om heen. In het centrum van een zwart gat zit een Quark-Gluonplasma Ster. Maak kennis met de:

Higgsveld equivalentietheorie

Aanleiding

Sinds de jaren '30 van de vorige eeuw zien we dat de algemene relativiteitstheorie (zwaartekracht op basis van een gekromde ruimtetijd) en de kwantumtheorie (op basis van quarks als bouwstenen van protonen en neutronen) het inhoudelijk niet met elkaar eens zijn. Specifiek in het geval van singulariteiten in zwarte gaten of de oerknal. Volgens de algemene relativiteitstheorie moet de massa in een zwart gat gebundeld zijn in een singulariteit, een punt waar alle massa is samengeperst tot een punt van oneindige dichtheid en nul volume. Kwantumtheorie geeft aan dat een singulariteit helemaal niet kán bestaan omdat kwantumeffecten een minimale dichtheid opleggen.

De **algemene relativiteitstheorie** gaat over de zwaartekracht. Einstein verbeterde daarmee de zwaartekrachtswet van Newton. De algemene relativiteitstheorie is een theorie waarin wordt aangenomen dat zowel massa als energie de 'ruimtetijd' doen krommen en dat deze kromming de beweging van vrije deeltjes, waaronder ook het licht, beïnvloedt. De **kwantumtheorie** is een fundamentele tak van de natuurkunde die het gedrag van materie en energie beschrijft op atomaire en subatomaire schaal.

In de theoretische natuurkunde is het een breed gedragen idee dat tijd op fundamenteel niveau mogelijk niet bestaat. Wanneer tijd op fundamenteel niveau niet bestaat, bestaat ruimtetijd ook niet op fundamenteel niveau.

Om een nieuwe theorie te vinden, waarin natuurwetten overal in het heelal gelden, moet dus aangetoond worden dat tijd en dus ook ruimtetijd niet bestaan. Dat betekent dat (gekromde) ruimtetijd niet bestaat er daarvoor dus iets anders moet zijn waarmee de algemene relativiteitstheorie kan blijven functioneren (met uitzondering van extreme situaties als zwarte gaten).

Ik ben niet gespecialiseerd in de algemene relativiteitstheorie of de kwantumtheorie. Ik ben in 2014 gestart om vanuit beide theorieën 'out of the box' te denken. Resultaat is dat ik inderdaad kan aantonen dat er een alternatief voor de ruimtetijd bestaat en nog fundamenteler een alternatief heb kunnen bedenken voor het mislukken van het Michelson en Morley experiment. Dit alternatief toont aan dat zowel lengtecontractie als relatieve tijd niet bestaan.

Dat ik een alternatief heb kunnen bedenken waarbij natuurwetten ook in zwarte gaten gelden, mag dan ook méér dan verbazingwekkend heten. Zeker met grote namen die mij voorgingen als **John Wheeler** (1911 – 2008), bekend van het populariseren van de term 'zwart gat' en **Stephen Hawking** (1942 – 2018), bekend vanwege zijn baanbrekende werk aan zwarte gaten en zijn populaire wetenschapsboek '*A Brief History of Time*'.

Inhoudsopgave

Aanleiding	2
Inleiding	4
Hoofdstuk 1 Higgsveld equivalentietheorie	7
Hoofdstuk 2 Ontwikkeling natuurwetenschap.....	11
Hoofdstuk 3 Tijd in kwantummechanica en speciale relativiteitstheorie	18
Hoofdstuk 4 De ontdekking van het higgsboson in 2012	23
Hoofdstuk 5 Algemene relativiteitstheorie en het Higgsveld	26
Hoofdstuk 6 Speciale relativiteitstheorie en het Higgsveld	30
Hoofdstuk 7 Natuurwetten gelden ook in zwarte gaten.....	35
Hoofdstuk 8 Een oerknal zonder inflatie	40
Hoofdstuk 9 Thermodynamische dissipatie	43
Hoofdstuk 10 Een ruimtelijk vierdimensionaal heelal	46
Bijlage 1 Elektromagnetische straling	48
Bijlage 2 Verklarende woordenlijst	49
Bijlage 3 Het Michelson en Morley experiment uit 1887	60
Bijlage 4 Bewijzen van de speciale relativiteitstheorie.....	64
Bijlage 5 Nieuwe EHT-beelden onthullen onverwachte polarisatieomkeringen bij zwart gat M87	69
Woord van dank	72

Inleiding

Sinds de jaren '60 van de vorige eeuw is er een grootschalige zoektocht gaande naar een theorie die de algemene relativiteitstheorie en de kwantumtheorie verenigt. Dit heeft geleid tot verschillende benaderingen, zoals loop-kwantumzwaartekracht en snaartheorie, ontwikkeld door wetenschappers als Stephen Hawking, Roger Penrose (hij kreeg in 2020 de Nobelprijs voor de natuurkunde), Carlo Rovelli en Lee Smolin.

De **speciale relativiteitstheorie** geeft aan dat tijd 'relatief' kan zijn, oftewel 'rekbaar' is en dat de snelheid van het licht constant is, onafhankelijk van de bewegingstoestand van het uitzendende lichaam. De speciale relativiteitstheorie zegt dat tijddilatatie op de grens van een waarnemingshorizon oneindig is en de tijd daar dus stil komt te staan en dat daarom **de natuurwetten achter de waarnemingshorizon niet meer gelden**.

Met de ontdekking van het higgsboson in 2012 door CERN, de allereerste directe waarneming van zwaartekrachtgolven afkomstig van twee botsende zwarte gaten in 2015 door LIGO, de in 2019 en 2022 gemaakte foto's van zwarte gaten door de EHT en de door EHT gemeten veranderende polarisatiepatronen bij M87 gepubliceerd in 2025, zien we dat de natuurwetten achter de grens van een waarnemingshorizon nog wel degelijk gelden.

Waar tot nu toe geprobeerd wordt de algemene relativiteitstheorie te koppelen aan de kwantumtheorie, zien we bovengenoemde waarnemingen dat de werkelijkheid heel anders in elkaar steekt. We zien dat singulariteiten niet bestaan en dus kwantumtheorie leidend is in het centrum van zwarte gaten. We zien dat fotonen zich ongehinderd door het Higgsveld kunnen bewegen en lengtecontractie en relatieve tijd dan ook achterhaalde begrippen zijn geworden. Daardoor kan er wel degelijk informatie uit het centrum van het zwart gat naar de waarnemingshorizon van dit zwart gat worden verplaatst. De grootschalige zoektocht om de algemene relativiteitstheorie en de kwantumtheorie te verenigen kan dan ook worden beëindigd.

De eerste foto van een zwart gat in het centrum van het sterrenstelsel Messier 87 laat een waarnemingshorizon van dit zwart gat zien met een diameter van circa 18 miljard kilometer (twee keer groter dan de diameter van ons zonnestelsel), waar achter de waarnemingshorizon de tijd volgens de speciale relativiteitstheorie stil staat en waar de massa van circa 6,5 miljard keer die van onze zon volgens de algemene relativiteitstheorie opgesloten zit in een punt van oneindige dichtheid en nul volume.

Probleem is dat er in een gebied met een stilstaande tijd géén informatie vanuit het middelpunt (de singulariteit) richting de waarnemingshorizon doorgegeven kán worden over hoe groot deze waarnemingshorizon moet zijn. Na de eerste foto zou nog sprake kunnen zijn van toeval dat de afmeting van de waarnemingshorizon zo groot is en afgestemd is op de massa in het zwart gat.

De tweede foto gemaakt van het zwart gat in het centrum van ons Melkwegstelsel laat een waarnemingshorizon zien met een diameter van circa 35 miljoen kilometer (50 keer groter dan de diameter van onze zon), waar achter de waarnemingshorizon de tijd volgens de speciale relativiteitstheorie stil staat en waar de massa van ruim 4 miljoen keer die van onze zon volgens de algemene relativiteitstheorie opgesloten zit in een punt van oneindige dichtheid en nul volume. Na deze tweede foto kán er geen sprake meer zijn van toeval dat de afmeting van de waarnemingshorizon correspondeert met de massa in de singulariteit in het midden van het zwart gat.

Het is dan ook onomstotelijk bewezen dat er informatie vanuit het middelpunt (de singulariteit) richting de waarnemingshorizon doorgegeven wordt omtrent hoe groot deze waarnemingshorizon moet zijn, via een gebied waar de tijd volgens de speciale relativiteitstheorie stil staat en dus geen informatie doorgegeven kán worden.

Met de ontdekking van het higgsboson kunnen we het experiment van Michelson en Morley om het bestaan van ether te bewijzen verklaren zonder lengtecontractie of relatieve tijd (speciale relativiteitstheorie) toe te passen. Fotonen (krachtdeeltjes van het elektromagnetisch veld) interageren niet met het Higgsveld (higgsbosonen), waardoor ze massaloos zijn. Daardoor reist het foton ongehinderd door het Higgsveld en behoudt daarmee zijn constante snelheid. De speciale relativiteitstheorie zegt dat tijddilatatie op de grens van een waarnemingshorizon oneindig is en de tijd daar dus stil komt te staan. Zonder speciale relativiteitstheorie (relatieve tijd) zien we dat informatie vanuit het centrum van het zwart gat doorgegeven kan worden aan de waarnemingshorizon door middel van een voortschrijdend heden. **De natuurwetten blijven dan ook gelden achter de waarnemingshorizon van een zwart gat.**

In de wiskunde (en wiskundige modellen) is het begrip oneindig een geaccepteerd begrip. Of het heelal ook fysieke oneindigheden kent is één van de grootste onbeantwoorde vragen in de kosmologie. In de kosmologie lopen we tegen drie alom bekende oneindigheden aan. Het heelal zou oneindigheid groot zijn. De speciale relativiteitstheorie zegt dat tijddilatatie op de grens van een waarnemingshorizon oneindig is (en de tijd daar dus stil kom te staan). De algemene relativiteitstheorie geeft aan dat gekromde ruimtetijd oneindig wordt in een singulariteit (de zwaartekracht wordt daar oneindig).

Met de ontdekking van het higgsboson in 2012 zien we dat het licht in de vorm van fotonen (massaloze deeltjes) in het Higgsveld geen enkele weerstand ondervindt en als natuurconstante (zoals Maxwell aangeeft) dan ook haar eigen snelheid behouden. Deeltjes met massa ondervinden wel degelijk weerstand in het Higgsveld. Het is dan ook fundamenteel onjuist om de snelheid van 'deeltjes zonder massa' met de snelheid van 'deeltjes met massa' bij elkaar op te tellen, zoals in de speciale relativiteitstheorie gebeurd. Begrippen als lengtecontractie en relatieve tijd met bijbehorende relativistische formule behoren dan ook definitief tot het verleden. Een fysieke oneindigheid op de grens van een waarnemingshorizon bestaat dan ook niet.

Wanneer tijd op achter de waarnemingshorizon van een zwart gat niet bestaat, kán ruimtetijd ook niet bestaan, evenals een gekromde ruimtetijd, waar volgens de algemene relativiteitstheorie zwaartekracht uit bestaat. Met de ontdekking van het higgsboson in 2012 zien we dat het Higgsveld wel eens de donkere energie kan zijn, waar al zo lang naar wordt gezocht. Dit Higgsveld is dan ook verantwoordelijk voor het uitdijen van het heelal. Het Higgsveld speelt ook een rol in het vormen van massa (deeltjes met massa). Bij het ontstaan van het heelal heeft het interactieproces tussen higgsbosonen en fermionon (deeltjes met halve spin) deeltjes met massa opgeleverd. Bij het ontstaan van het heelal, maar ook nu nog creëren alle deeltjes met massa gezamenlijk een lokaal gekromd energieveld (een zwaartekrachtsveld) rondom deze massa (met kracht overbrengende deeltjes in de vorm van – nog niet aangetoonde – gravitonen). Dit lokaal gekromd energieveld wordt groter naarmate zich meer massa opeenhoopt. Dit lokaal gekromd energieveld is dus de zwaartekracht die wij in ons dagelijks leven zo sterk ervaren. Een fysieke oneindigheid in de vorm van een singulariteit bestaat dan ook niet.

Sinds het min of meer bij toeval door Arno Penzias en Robert Wilson in 1965 ontdekte kosmische achtergrondstraling weten we dat wij in het middelpunt van het heelal staan. Al in 1935 is het kosmologisch principe door Arthur Milne bedacht. Kenmerk van het kosmologisch principe is dat élk punt in het heelal het middelpunt is van het heelal. Om elk punt in het heelal het middelpunt van het heelal te laten zijn, moet het heelal een ruimtelijk vierdimensionale vorm hebben. Een vierdimensionale vorm wil zeggen dat het heelal zich in een gesloten bolvormige ruimte bevindt. Er bestaat dan ook géén 'buiten het heelal'. Het heelal is dan ook niet oneindig, het heelal is onbegrensd. Een fysiek oneindig heelal bestaat dan ook niet. Waar de wiskunde (en wiskundige modellen) het begrip oneindig kennen, kent het heelal géén oneindigheden.

Hoofdstuk 1 Higgsveld equivalentietheorie

De *Higgsveld equivalentietheorie* breekt met de abstracte ruimtetijd-geometrie van Einstein en keert terug naar een mechanische basis. De kern is dat het heelal niet gevuld is met het Higgsveld (een alom aanwezig energieveld van higgsbosonen), maar dat het fysieke heelal en het Higgsveld logisch equivalent zijn (Higgsveld \equiv heelal).

Vanuit dit principe vallen de puzzelstukken van het uitdijen van het heelal, massa, zwaartekracht, het sneller draaien van de randen van sterrenstelsels en de werking van zwarte gaten op hun plek, zonder dat er singulariteiten of informatieparadoxen ontstaan. In de Higgsveld equivalentietheorie is de natuurkunde niet langer een strijd tussen het 'grote' (algemene relativiteitstheorie) en het 'kleine' (kwantumtheorie). Alles wordt verklaard door de dynamica van veldsterktes en faseovergangen binnen één enkel medium: het Higgsveld.

Onderstaand wordt een samenvatting van de gevolgen van de Higgsveld equivalentietheorie (HET) gegeven.

Het heelal: Het fysieke heelal en het Higgsveld zijn logisch equivalent. De ruimte is geen passieve geometrische achtergrond, maar een fundamenteel medium, het Higgsveld met een intrinsieke afstotende werking. Alle fenomenen in de kosmos zijn manifestaties van de interactie-dynamica binnen dit medium.

Dit wijkt af van de algemene relativiteitstheorie, waarin de ruimte wordt gezien als een flexibel weefsel (metriek stelsel van ruimtetijd), niet als een medium met een 'dichtheid' zoals water of lucht.

Dat de ruimte géén metriek stelsel van ruimtetijd kán zijn, blijkt uit het feit dat tijd niets meer of minder is dan het heden, ook wel te omschrijven als: "alle 'energetische' gebeurtenissen met ieder hun eigen plaats en universeel gelijktijdigheid". In de natuurwetenschap wordt tijd omschreven als een 'opéénvolging van gebeurtenissen'. Een opéénvolging die alleen kan plaatsvinden deels in het verleden en/of deels in de toekomst. Het verleden is het 'heden dat is geweest'. De toekomst is het 'heden dat nog moet komen'. Het verleden bestaat niet meer en de toekomst bestaat nog niet.

De kleinst mogelijke betekenisvolle eenheid van het heden is één trilling van één elementair deeltje. Meer specifiek één gelijktijdige trilling van alle elementaire deeltjes in het heelal. Omdat het heden dan ook niet relativistisch kán zijn, kan de speciale relativiteitstheorie niet kloppen. Het foton bezit geen koppelingsconstante met het Higgsveld, waardoor het zich ongehinderd door het Higgsveld verplaatst. Dit verklaart de constante lichtsnelheid zonder de noodzaak van relativistische tijd-ruimte-transformaties (lengtecontractie en relatieve tijd). Het geeft een nieuwe verklaring voor de uitkomst van het Michelson en Morley experiment.

Lengtecontractie en relatieve tijd behoren met het vinden van het Higgsveld in 2012 dan ook definitief tot het verleden.

Ruimtelijk vierdimensionaal heelal: Het Higgsveld (heelal) is een gesloten systeem; er vindt geen netto energiestroom plaats van of naar het veld. Alle energie blijft behouden binnen de materiële en radiatieve fasen. Om een gesloten systeem te zijn, dient het Higgsveld (heelal) ruimtelijk vierdimensionaal te zijn. Kenmerk van een ruimtelijk vierdimensionaal heelal is dat elk punt in het heelal het middelpunt van het heelal is, wat tevens een verklaring geeft van het kosmologisch principe. Kenmerk van een ruimtelijk vierdimensionaal heelal is ook dat sterrenstelsels niet van ons vandaan vliegen, maar dat alleen de tussenruimte tussen deze sterrenstelsels groter wordt. Sterrenstelsels staan al vanaf de oerknal op dezelfde plek in het heelal.

Massa: Massa ontstaat door de fysieke koppeling (interactie) tussen fermionen en higgsbosonen.

Zwaartekracht: In de *Higgsveld equivalentietheorie* is zwaartekracht geen kromming van de ruimtetijd, maar een gekromd energieveld (veldspanning), dat ontstaat als direct bijproduct van de interactie tussen higgsbosonen en fermionen.

De baan van Mercurius verschuift (precessie) sneller dan de wetten van Newton voorspellen. Einstein toonde in 1915 aan dat de nabijheid van de zon, waar de ruimtetijd sterker gekromd is, zorgt voor een extra 'verschuiving' van de baan, wat de extra 43 boogseconden precies verklaarde. Waar Einstein de geometrie aanpaste, past de Higgsveld equivalentietheorie de interactie-intensiteit aan. De precessie is het bewijs dat de koppeling tussen materie en het Higgsveld niet statisch is, maar reageert op de lokale energiedichtheid van het Higgsveld.

Donkere energie: In de *Higgsveld equivalentietheorie* is het Higgsveld een scalair veld en heeft een fundamenteel intrinsieke afstotende werking. Het Higgsveld is dan ook de lang gezochte donkere energie (verreweg het grootste deel van de totale energie in het heelal), een constante expansiedruk van het Higgsveld. Omdat er geen energie van of naar het veld kan stromen, blijft deze afstotende kracht constant en drijft het de uitdijning van het heelal aan.

Donkere materie: Superclusters zijn de grootste structuren van het heelal, vaak met een doorsnede van meer dan een miljard lichtjaar. Ze bestaan uit groepen van clusters en vormen lange slierten van sterrenstelsels rondom enorme leegtes waar vrijwel geen sterrenstelsels voorkomen. Astronomen schatten dat er ongeveer 10 miljoen superclusters in het waarneembare heelal zijn. De *Higgsveld equivalentietheorie* gaat er vanuit dat het ruimtelijk vierdimensionaal heelal niet volledig 'vlak' is als een pingpongbal, maar dat sprake is van een ruimtelijk vierdimensionaal heelal in de vorm van een golfbal. Een bijna perfecte bol, die wordt gekenmerkt door een oppervlak dat bedekt is met honderden kleine putjes. Vierdimensionaal betekent dat deze kleine putjes zich niet alleen aan de oppervlak bevinden, maar door de hele golfbal heen. Met deze putjes is de ruimte dusdanig vervormd, dat daarmee het sneller draaien van de randen van sterrenstelsels kan worden verklaard. Het zoeken naar donkere materie kan daarmee worden gestopt. Verbindingen tussen deze putjes kunnen een verklaring zijn voor de vorming van clusters van sterrenstelsels en superclusters.

Quark-Gluonplasma Ster: In de *Higgsveld equivalentietheorie* is het centrum van een **zwart gat** geen wiskundige singulariteit (oneindig punt), maar een materiële plasmabol van Quark-Gluonplasma (QGP). Dit is de meest compacte staat van materie. Omdat het centrum van een zwart gat een materiële plasmabol is, gaat informatie nooit verloren. Het ondergaat slechts een faseovergang (vergelijkbaar met ijs dat water wordt) bij het betreden van de QGP-fase, het blijft behouden binnen de materiële structuur van de bol, wat de Hawking-paradox (informatie paradox) elimineert.

In een rekenvoorbeeld van een zwart gat met tien keer de massa van onze zon is de Schwarzschildstraal ongeveer 29,5 km (de diameter is dus 59 km). Wanneer natuurkundigen uitrekenen wat de diameter van deze Quark-Gluonplasma Ster van tien zonmassa's is, blijkt deze ongeveer een diameter van 17 km te hebben. Een Quark-Gluon Plasma Ster (of Quarkster) is dus volgens de algemene relativiteitstheorie wel degelijk een zwart gat.

De Higgsveld equivalentietheorie lost deze informatie paradox op, maar vereist een aanpassing van de algemene relativiteitstheorie die wiskundige singulariteiten voorspelt. Newtons zwaartekracht is de energievriendelijke begrenzing van de algemene relativiteitstheorie. We zien dat de algemene relativiteitstheorie niet blijkt te werken in gevallen van bijna onmetelijke energie, zoals bij zwarte gaten (resultierend in wiskundige singulariteiten). De oplossing ligt hier in de kwantumtheorie. Kwantumtheorie geeft aan dat de Quark-Gluonplasma fysisch de meest compacte staat van materie is. De algemene relativiteitstheorie moet aangepast worden in de zin dat deze theorie niet over gekromde ruimtetijd gaat, maar fysisch daadwerkelijk over een gekromd zwaartekrachtveld, met aan het uiteinde van de theorie de meest compacte staat van materie in de vorm van een QGP-bol.

Het Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory (**LIGO**), is een groot natuurkundig experiment en observatorium ontworpen voor het waarnemen van kosmische zwaartekrachtgolven. Zo heeft LIGO waarneming gedaan van twee botsende zwarte gaten. In het huidige model van de algemene relativiteitstheorie botsen twee 'gaten' (lege ruimtetijd-structuren). In de HET botsen twee fysieke bollen van Quark-Gluonplasma (QGP). Dit leidt tot een heel ander signaal tijdens de zogenaamde 'Ring-down' (het natrillen van het object vlak na de botsing). In de algemene relativiteitstheorie versmelten twee waarnemingshorizonnen simpelweg tot één grotere horizon. Wanneer twee plasmabollen samensmelten, gebeurt er iets fysiek. Er vindt een gigantische vloeistof-dynamische versmelting plaats. Het plasma van beide bollen moet zich herstructureren tot één nieuwe, stabiele bol. Dit gaat gepaard met enorme interne schokgolven.

Nadat de twee zwarte gaten zijn samengesmolten, 'trilt' het nieuwe object na terwijl het zijn definitieve vorm aanneemt. Om een zwart gat in de HET een fysiek oppervlak heeft (de grens van het QGP), zouden zwaartekrachtgolven tegen dat oppervlak kunnen reflecteren. In de HET zou LIGO 'echo's' moeten zien in het signaal: kleine herhalingen van de trilling die ontstaan doordat de veldspanning tussen het plasma en het Higgsveld moet uitdempen. Een leeg gat heeft geen oppervlak en zou deze 'echo's' (volgens de algemene relativiteitstheorie) niet moeten hebben.

LIGO heeft waargenomen dat bij sommige botsingen een deel van de massa wordt omgezet in pure energie (zwaartekrachtgolven). In de HET is dit niet het 'verdwijnen' van ruimte, maar het vrijkomen van de opgeslagen veldspanning. Wanneer de twee bollen versmelten, wordt de interactie tussen de fermionen en het Higgsveld tijdelijk zo extreem dat het verzadigingspunt wordt overschreden. De "overtollige" spanning wordt als een rimpeling (zwaartekrachtsgolf) door het Higgsveld (heelal) naar buiten gestuurd.

Omdat een Quark-Gluonplasma een vloeistof is, gedraagt het zwarte gat zich als een perfecte vloeistof met een extreem lage viscositeit (stroperigheid). **Dit verklaart waarom de trillingen die LIGO meet zo 'zuiver' zijn. Het plasma dempt de trillingen bijna onmiddellijk, precies zoals we zien in de data.** In de HET is de 'Q-factor' (de kwaliteit van de trilling) direct gekoppeld aan de eigenschappen van het QGP, en niet alleen aan de massa.

LIGO heeft daarmee onomstotelijk vastgesteld dat in het hart van zwarte gaten een Quark-Gluon Plasma Ster aanwezig is en geen singulariteit. En daarmee ook dat zwaartekracht géén gekromde ruimtetijd is, maar een gekromd energieveld.

Waarnemingshorizon: In de *Higgsveld equivalentietheorie* wordt de waarnemingshorizon (Event Horizon) gedefinieerd als de kritieke drempel waarbij de lokale veldsterkte van de zwaartekracht de interne veldsterkte van het foton overstijgt, waardoor elektromagnetische emissie onmogelijk wordt (licht wordt hier letterlijk 'verstikt' door de enorme omringende veldspanning).

Jets: Wanneer een zwart gat materiaal (gas, sterren) opslokt, wordt niet alles verzwolgen. Materiaal in de draaiende accretieschijf kan worden afgebogen en door sterke magnetische velden in een smalle straal (zogenaamde Jets) de ruimte in worden geblazen.

Foton: In de *Higgsveld equivalentietheorie* bezit het foton geen koppelingsconstante met het Higgsveld, waardoor het zich ongehinderd door het Higgsveld verplaatst. Dit verklaart de constante lichtsnelheid zonder de noodzaak van relativistische tijd-ruimte-transformaties (lengtecontractie en relatieve tijd). Het geeft een nieuwe verklaring voor de uitkomst van het Michelson en Morley experiment. De speciale relativiteitstheorie behoort met het vinden van het Higgsveld in 2012 dan ook definitief tot het verleden.

De oerknal: In de *Higgsveld equivalentietheorie* was de initiële expansie van het universum een grootschalige faseovergang van een gecompriëerde QGP-staat naar een gedifferentieerde veldstructuur, gedreven door de afstotende potentie van het Higgsveld, in combinatie met het ruimtelijk vierdimensionaal heelal, waarbij de thermodynamische dissipatie plaatsvond vanuit elk punt in dit ruimtelijk vierdimensionale heelal als middelpunt van het heelal (Higgsveld).

Antimaterie: Na de oerknal bleef er bijna alleen maar materie over en bijna geen antimaterie. In de *Higgsveld equivalentietheorie* is het Higgsveld een bijzonder veld, omdat het 'asymmetrisch' koppelt. Het ziet het verschil tussen links- en rechtshandige deeltjes, ook wel chiraliteit (handigheid) van een deeltje genoemd. Omdat het Higgsveld een intrinsiek afstotende werking heeft, reageert het niet op dezelfde manier op materie als op antimaterie. Antimaterie, die anders interageert met de veldspanning van het Higgsveld, werd door deze druk effectief 'weggedrukt' of 'geannihileerd', terwijl materie stabiel kon condenseren. Het Higgsveld fungeerde als een kosmische zeef. Alleen de materie die 'paste' bij de specifieke veldsterkte van het Higgsveld bleef over.

Hoofdstuk 2 Ontwikkeling natuurwetenschap

In dit hoofdstuk wordt de ontwikkeling van de natuurwetenschap vanaf 1632 tot 1981 geschetst.

relativiteitsbeginsel 1632

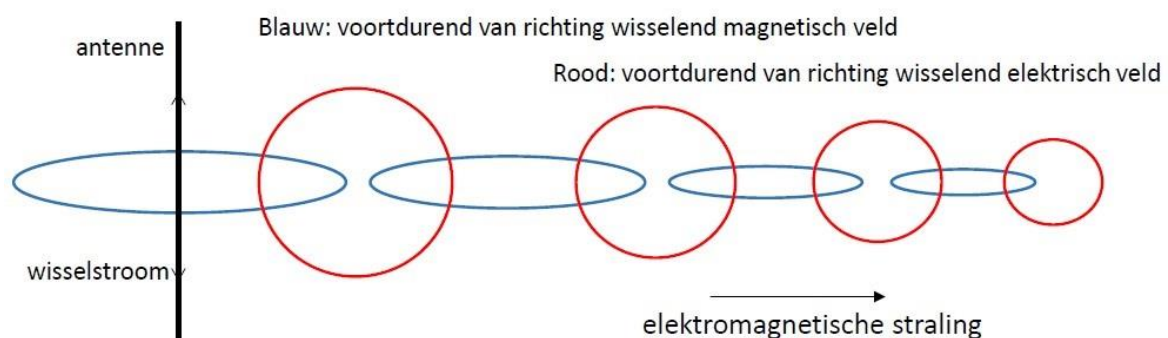
Galileo Galilei (1564 – 1642) schreef in zijn *'Dialogo'* in 1632 dat het onmogelijk is om in het binnenste van een schip vast te stellen of het schip stil ligt of met een constante snelheid beweegt. Dit wordt het relativiteitsbeginsel van Galileo Galilei genoemd en is een belangrijk natuurkundig inzicht. Niemand kan weten of hij stilstaat of met een constante snelheid beweegt.

Universele wet van de zwaartekracht 1687

In zijn baanbrekende boek *'Philosophiae Naturalis Principia Mathematica'* (1687) legde **Isaac Newton** (1643 – 1727) de grondslagen van de klassieke mechanica vast, met daarin zijn beroemde drie bewegingswetten (traagheid, kracht = massa x versnelling, actie = reactie) en de universele wet van de zwaartekracht, waarmee hij de beweging van planeten en getijden kon verklaren. Hij beschreef de principes van behoud van impuls en impulsmoment en gebruikte meetkundige methoden om natuurkundige verschijnselen te analyseren, wat de basis legde voor de moderne fysica.

Theorie elektromagnetisme 1865

Al in 1821 had **Michael Faraday** (1791 – 1867) al op verschillende manieren laten zien dat elektriciteit in magnetisme kan worden omgezet en vice versa (magnetisme in elektriciteit). In 1865 zag **James Clerk Maxwell** (1831 – 1879) dat wat binnen een lichtstraal gebeurde, gewoon een variatie was van dit flip-flopmechanisme zoals Faraday had beschreven. Als een lichtstraal voorwaarts beweegt, dan kun je je voorstellen dat er een klein beetje elektriciteit geproduceerd wordt en als die elektriciteit voorwaarts stroomt, wekt hij een beetje magnetisme op, en als dat magnetisme voorwaarts beweegt, wekt het weer een stroomstoot op enzovoorts (zie onderstaande afbeelding van elektromagnetische straling).



Volgens Maxwells theorie over elektromagnetische uit 1865 bestaat licht dus uit golven ¹⁾. Maxwell berekende wat de snelheid van deze elektromagnetische golven moest zijn. Deze bleek gelijk te zijn aan de snelheid van het licht, wat deed vermoeden dat licht uit elektromagnetische golven bestond. Volgens één van Maxwells vergelijkingen wordt de snelheid van elektromagnetische straling (zie bijlage 1) in vacuüm bepaald door het omgekeerde van de wortel uit vermenigvuldiging van elektrisch permittiviteit van vacuüm (Epsilon nul) en magnetische permeabiliteit van vacuüm (Mu nul). Omdat beide natuurconstanten zijn, is de snelheid van het licht ook een natuurconstante. De snelheid van elektromagnetische straling in vacuüm is daarmee ook een natuurconstante.

$$c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}}$$

Elektrisch permittiviteit is een natuurkundige grootheid die beschrijft hoe een elektrisch veld een medium beïnvloedt en erdoor beïnvloed wordt. Magnetische permeabiliteit geeft aan, in welke mate een materiaal magnetisch polariseert, dus zich richt naar het magneetveld en het zo versterkt. De snelheid van elektromagnetische straling wordt uitgedrukt met de term 'c' van het Latijnse 'celeritas' (snelheid).

In 1886 bevestigde **Heinrich Rudolf Hertz** (1857 – 1894) Maxwells theorie door de experimentele ontdekking dat elektromagnetische golven echt bestaan en dat zichtbaar licht (net als radiostraling en gammastraling) hier onderdeel van uitmaakt. De eenheid van frequentie (Hz) is naar hem vernoemd.

Elektromagnetische straling heeft geen (rust)massa. Elektromagnetische straling heeft een bepaalde hoeveelheid energie $E = h \times f$. In deze formule is E de energie van het foton, h de constante van Planck en f de frequentie. De constante van Planck is een natuurkundige constante die een cruciale rol speelt in de kwantummechanica (zie bijlage 2 verklarende woordenlijst). Het is een fundamentele waarde die de relatie legt tussen de energie en de frequentie van elektromagnetische straling. De constante van Planck heeft een waarde van ongeveer 6.626×10^{-34} J·s (joule seconde). Hoog frequente elektromagnetische straling zoals röntgen- en gammastraling hebben dus veel energie.

Mislukt experiment Michelson en Morley in 1887

In 1887 wilden **Albert Abraham Michelson** (1852 – 1931) en **Edward Williams Morley** (1838 – 1923) ²⁾ experimenteel aantonen dat het heelal gevuld zou zijn met ether (zie bijlage 3). Met behulp van een interferometer wilden zij het bestaan van ether als medium voor lichtgolven aantonen. In dit experiment wordt de snelheid van het licht evenwijdig aan de baan van de aarde vergeleken met de snelheid van het licht loodrecht op die baan. De uitkomst van het experiment wordt beschouwd als het eerste bewijs tegen het bestaan van ether. Wat bleek? De snelheid van het licht bleef gelijk, het heelal kon daarom géén ether bevatten. De wetenschap noemt dit overigens nog steeds het meest beroemde mislukte experiment uit de geschiedenis.

¹ J. Clerk Maxwell, *A Dynamical Theory of the Electromagnetic Field*, Phil. Trans. Roy. Soc., vol. 155, pp. 459 - 512 (1865).

² Michelson, A.A. and Morley, E.W.: Am. J. Sci., 134, 333 (1887).

Verklaring mislukken experiment Michelson en Morley met lengtecontractie 1889

Om het feit te verklaren dat in het experiment van Michelson en Morley de snelheid van het licht steeds hetzelfde bleef, bedacht **George FitzGerald** (1851 – 1901) in 1889 dat objecten fysisch precies zo veel inkrimpen of uitrekken dat het effect van de beweging van een waarnemer wordt gecompenseerd en de lichtsnelheid constant blijft ³⁾ (in het geval van het experiment van Michelson en Morley de afgelegde afstand die het experiment door de ruimte had afgelegd verdisconteerd met de afstand die het licht in het experiment had afgelegd vanuit een richting evenwijdig aan de baan van de aarde en een richting loodrecht op die baan). Hij noemde dit *lengtecontractie*.

Relativistische formule 1892

In 1892 kwam de Nederlander **Hendrik Antoon Lorentz** (1853 – 1928) met zijn beroemde relativistische formule $l = l_0 \sqrt{1 - v^2/c^2}$ waarmee hij deze zogenaamde lengtecontractie kon berekenen ⁴⁾. l vertegenwoordigt de lengte (maar ook de afgelegde weg) van het bewegend object volgens de waarnemer in het stationaire referentiekader, terwijl l_0 de eigen lengte (maar ook de afgelegde weg) van het bewegend object vertegenwoordigt bij snelheid v (die volgens de waarnemer in het bewegend object gelijk blijft aan de lengte bij het vertrek uit het stationaire referentiekader).



La Place de la République Parijs 1905

Speciale relativiteitstheorie 1905

In 1905 beschreef **Albert Einstein** ⁵⁾ (1879 – 1955) zijn speciale relativiteitstheorie in een tweetal postulaten:

1. *Relativiteitsprincipe*: de beschrijvingen van alle verschijnselen, gegeven door twee willekeurige inertiële waarnemers (waarnemers die niet versneld of vertraagd worden) in eenparige relatieve beweging (een beweging waarbij de grootte van de snelheid en de bewegingsrichting over een bepaalde tijd constant blijven), zijn even geldig; de wetten van de natuurkunde zijn voor beiden hetzelfde.
2. Eén van deze wetten is de *absolutheid* van de lichtsnelheid in vacuüm; deze snelheid is dezelfde voor twee willekeurige inertiële waarnemers in eenparige relatieve beweging.

³ FitzGerald, G.F.: *The ether and the earth's atmosphere*, Science deel 13, nr. 328, p. 390, jaar 1889

⁴ Lorentz, H.A.: *La théorie électromagnétique de Maxwell et son application aux corps mouvants*, Archives néerlandaises des Sciences exactes et naturelles, 1892.

⁵ Einstein, A. (1905). Publicatie Nr 4. (Annalen der Physik, 17 pp. 891-921)

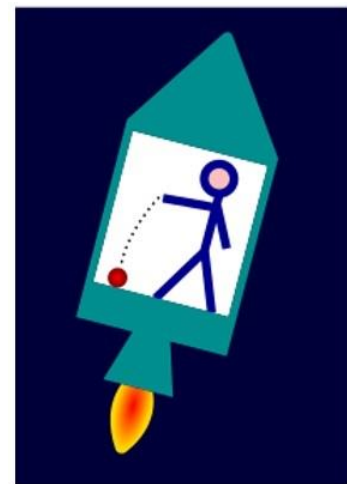
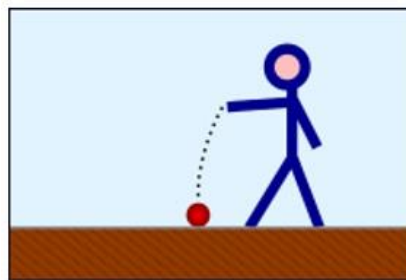
Einstein bedacht dat het niet alleen lengtecontractie was, maar dat ruimte en tijd met elkaar verweven zijn in de eenheid van snelheid (meters per seconde), waarin lengtecontractie en relatieve tijd (tijddilatatie) gezamenlijk uitvoering geven aan het *relativiteitsprincipe* en de *absolute lichtsnelheid*.

Deze relatieve tijd kon worden berekend met het omgekeerde van de relativistische formule voor lengtecontractie met de formule $\Delta t = \Delta t_0 / \sqrt{1 - v^2/c^2}$, waarbij Δt de relatieve tijd is, oftewel de tijd van het bewegend object (b.v. een raket) volgens de waarnemer in het stationaire referentiekader (b.v. de aarde) bij snelheid v van het bewegend object, terwijl Δt_0 de tijd vertegenwoordigt die verstreken is in het stationaire referentiekader (b.v. op aarde).

De speciale relativiteitstheorie geeft aan dat tijd 'relatief' kan zijn, oftewel 'rekbaar' is en dat de snelheid van het licht constant is, onafhankelijk van de bewegingstoestand van het uitzendende lichaam. Gevolg van deze theorie is dat de tijd op de grens van de waarnemingshorizon van een zwart gat 'stil staat' en dat daarom de natuurwetten in een zwart gat niet meer gelden.

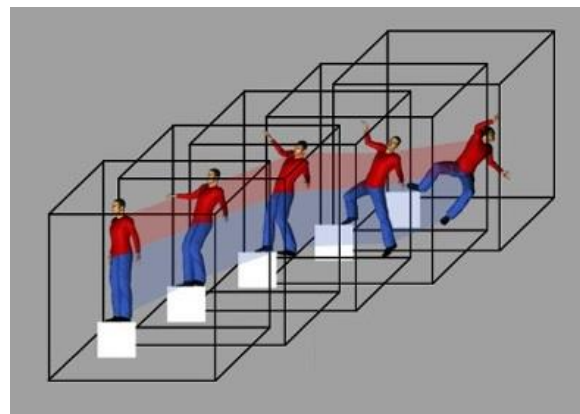
Equivalentieprincipe 1907

In 1907 bedacht Einstein het equivalentieprincipe: wie een bal laat vallen op aarde of in een versnelde raket buiten zwaartekrachtvelden merkt geen verschil. De *zware massa* op aarde gedraagt zich net zo als de *trage massa* in de versnelde raket zonder zwaartekracht.



Ruimtetijd 1908

Aangezien ruimte en tijd volgens de speciale relativiteitstheorie van elkaar afhankelijk zijn introduceerde **Hermann Minkowski** (1864 – 1909) - wiskundige en één van Einsteins leraren - in 1908 het begrip ruimtetijd ⁶, waarbij de drie ruimtedimensies worden gecombineerd met één enkele 'tijddimensie'. Omdat de drie tastbare ruimtedimensies (lengte, hoogte en breedte) die we kennen ook uitgedrukt worden in de eenheid meter, bedacht Minkowski dat de vier vectoren van ruimte en tijd uitwisselbaar zouden zijn in de vierdimensionale ruimtetijd, weergegeven als $(x_0, x_1, x_2, x_3) = (ct, x, y, z)$, waarbij c de lichtsnelheid is en t de tijd. Wanneer we meerdere vectoren van ruimte en tijd achter elkaar plaatsen (zoals de dia's in een film) krijgen we wat de wetenschap een blokuniversum noemt (zie afbeelding).



⁶ Minkowski, H. (1907–1909), "Raum und Zeit", Physikalische Zeitschrift 10: 75–88

Algemene relativiteitstheorie 1915

De algemene relativiteitstheorie gaat over de zwaartekracht. Einstein verbeterde daarmee de zwaartekrachtswet van Newton. In 1915 publiceerde Einstein een aanvulling op zijn speciale relativiteitstheorie, de algemene relativiteitstheorie, waarin ook zwaartekrachtvelden in beschouwing worden genomen. Volgens Einstein kunnen zware objecten de ruimtegeometrie veranderen. In plaats van zwaartekracht te beschouwen als een resultaat van massa die massa aantrekt – zoals Newton deed – opperde Einstein dat de ruimte zich rond voorwerpen van wisselende zwaarte kromt. De algemene relativiteitstheorie is een geometrische theorie (een theorie die zich bezighoudt met het bepalen van afmetingen, vormen, de relatieve positie van figuren en de eigenschappen van de ruimte), waarin wordt aangenomen dat zowel massa als energie de ruimtetijd doen krommen en dat deze kromming de beweging van vrije deeltjes, waaronder ook het licht, beïnvloedt.

Newtons zwaartekrachtwet was gebaseerd op een waarneming van de zwaartekracht (de vallende appel). Einsteins algemene relativiteitstheorie is gebaseerd op het equivalentieprincipe. Einstein kon aantonen dat licht niet alleen door zwaartekracht werd afgebogen, maar ook door de kromming van de ruimtetijd. Dat deze dubbele afbuiging van licht zou moeten plaatsvinden werd spectaculair bewezen in een waarneming van een zonsverduistering in 1919. Ook een zwaartekrachtveld in de vorm van een 'gekromd energieveld' levert ditzelfde resultaat op als een gekromde ruimtetijd.

Nieuwe formulering speciale relativiteitstheorie 1923

Net als de natuurwetenschap de waarnemers uit het begrip tijd heeft gehaald door uit te gaan van tijd als een 'opéenvolging van gebeurtenissen' (zie hoofdstuk 3), heeft Einstein samen met zijn collega's Minkowski, Lorentz en **Hermann Klaus Hugo Weyl** (1885 – 1955) de waarnemers uit de beschrijving van de postulaten van de speciale relativiteitstheorie uit 1905 gehaald en opnieuw beschreven in 1923 ⁷ in twee nieuwe postulaten:

1. ... voor alle coördinatensystemen waarvoor de vergelijkingen van de mechanica geldig zijn, gelden ook dezelfde elektrodynamische en optische wetten.
2. ... het licht in de lege ruimte zich steeds met een bepaalde snelheid voortplant, onafhankelijk van de bewegingstoestand van het uitzendende lichaam.

Kwantummechanica 1925

De ontwikkeling van de kwantummechanica begon rond 1900 als reactie op natuurkundige problemen die niet met de klassieke mechanica verklaard konden worden. In 2025 werd wereldwijd het 100-jarig bestaan van de kwantummechanica als formele theorie gevierd.

Joseph John Thomson (1856 – 1940) ontdekte in 1897 het elektron, een negatief geladen subatomair deeltje, tijdens zijn onderzoek naar kathodestralen met behulp van een vacuümbuis. Hij toonde aan dat deze stralen bestonden uit kleine, negatief geladen "corpuscles" (lichaampjes), die hij later elektronen noemde, en ontving hiervoor de Nobelprijs voor Natuurkunde in 1906.

⁷ Einstein, A, Lorentz H.A., Minkowski, H en Weyl, H: The principle of Relativity, 1923 (Dover)

Na het bedenken van de massa-energiere relatie door Thomson (ontdekker van het elektron) bedacht **Jules Henri Poincaré** (1854 – 1912) in 1900 een meer theoretische afleiding van een massa-energiere relatie. Poincaré had beredeneerd dat als je de wet van behoud van impuls toepast op geladen deeltjes die zich door een magnetisch veld bewegen, je het veld een massa zou moeten geven alsof het een soort vloeistof is waardoor de deeltjes bewegen. Poincaré berekende de verandering in massa (Δm) geassocieerd met de emissie van een bepaalde hoeveelheid energie (ΔE) en kwam daarmee uit op de formule $\Delta E = \Delta mc^2$.

Ook in 1900 introduceerde **Max Planck** (1858 – 1947) het concept van energiequanta, wat door Einstein in 1905 werd gebruikt om het foto-elektrisch effect te verklaren (waarvoor Einstein in 1921 de nobelprijs kreeg), waaruit blijkt dat licht zich ook als een deeltje (foton) kan gedragen. In 1913 publiceerde **Niels Bohr** (1885 – 1962) zijn atoommodel waarin elektronen zich in specifieke, gekwantiseerde banen om de kern bewegen, waarvoor hij in 1922 de nobelprijs kreeg. Tot slot stelde **Louis de Broglie** (1892 – 1987) in 1924 voor dat materie (zoals elektronen) ook golfeigenschappen bezit, de zogenaamde golf-deeltjesdualiteit.

Wolfgang Ernst Pauli (1900 – 1958) beschreef in 1925 zijn uitsluitingsprincipe van Pauli, een fundamentele wet in de kwantummechanica die stelt dat twee identieke fermionen (zoals elektronen) niet tegelijkertijd precies dezelfde kwantumtoestand kunnen innemen. Het principe heeft grote invloed op veel van de karakteristieke eigenschappen van materie. Voor bosonen, zoals het foton en het graviton, geldt het uitsluitingsprincipe niet. Deze vormen in tegenstelling tot fermionen symmetrische kwantumtoestanden en hebben heeltallige spin. Het uitsluitingsprincipe is ook verantwoordelijk voor de stabiliteit van materie op grote schaal. Moleculen kunnen niet willekeurig dicht bij elkaar worden geduwd, doordat de gebonden elektronen in elk molecuul niet dezelfde toestand in een ander molecuul binnen mogen gaan. Zonder het uitsluitingsprincipe zouden we letterlijk 'door de vloer' zakken.

In 1925 ontdekte de **Werner Karl Heisenberg** (1901 – 1976) een manier om kwantummechanica te formuleren in termen van matrices, waarmee feitelijk de moderne kwantummechanica was geboren. Voor die ontdekking ontving hij de nobelprijs voor de natuurkunde in 1932. Heisenberg formuleerde in 1927 zijn zogenaamde onzekerheidsprincipe, die stelt dat positie en impuls van een deeltje niet gelijktijdig exact bepaald kunnen worden.

De theorie werd in 1926 door **Erwin Schrödinger** (1887 – 1961) uitgebreid door de introductie van de golffunctie en de Schrödingervergelijking, die de basisformule vormt voor de het beschrijven van een kwantummechanisch systeem.

Oerknal 1931

In 1931 bedacht de Belgische priester-kosmoloog **Georges Lemaître** (1894 – 1966) dat het heelal ooit begon vanuit een extreem heet, compact punt, dat hij het 'oeratoom' noemde. Een singulariteit zoals beschreven in de algemene relativiteitstheorie van Einstein. Deze kosmologische theorie van Lemaître maakt het aannemelijk dat 13,8 miljard jaar geleden het heelal ontstond uit een enorm heet punt (ca. 10^{28} K). De term 'big bang' (oerknal) werd pas in 1950 gebruikt door Fred Hoyle als een denigrerende aanduiding om zijn afkeer van deze theorie van Lemaître tot uitdrukking te brengen. Het was John Wheeler die het begrip 'zwart gat' populariseerde.

Kosmische inflatiemodel 1981

In 1981 introduceerde **Alan Guth** (geboren 1947) het Kosmische inflatiemodel inflatie ⁸⁾. Dit model stelt dat het heelal in de eerste fractie van een seconde na de oerknal een extreem snelle, exponentiële uitdijning onderging. In dit model, waarbij inflatie plaatsvond tussen ongeveer 10^{-36} en 10^{-32} seconden na de oerknal, dijde het heelal in die fractie van een seconde meer uit dan in de miljarden jaren daarna, waardoor een microscopisch klein gebied uitgroeide tot astronomische proporties. Na de oerknal onderging het heelal een exponentiële uitbreiding (kosmische inflatie). Bij het afkoelen vormden zich eerst kleine structuren zoals protonen en neutronen, later grotere structuren als sterren en sterrenstelsels. Dit proces werd volgens Guth aangedreven door een nog niet bewezen energieveld, het inflatonveld (of "valse vacuüm"), dat een afstotende zwaartekracht uit zou oefenen.

⁸ Guth, A. (1981) *"Inflationary universe: A possible solution to the horizon and flatness problems"*, Physical review, volume 23, nummer 2, 15 januari 1981

Hoofdstuk 3 Tijd in kwantummechanica en speciale relativiteitstheorie

Kwantummechanica beschrijft elementaire deeltjes niet als puntjes, maar als trillingen in onzichtbare kwantumvelden, die door het hele heelal verspreid zijn; een deeltje (zoals een elektron) is dan een specifieke 'golf' in zo'n veld, en deze golven representeren de deeltjes zelf, dus trillingen zijn essentieel voor hun bestaan. Staat een elementair deeltje stil, dan bestaat hij niet meer. De kleinst mogelijke betekenisvolle eenheid van het heden is dan ook één trilling van één elementair deeltje. In lijn met de Franse filosoof **René Descartes** (1596 – 1650), die een groot deel van zijn leven in de Republiek der Zeven Verenigde Nederlanden woonde, die in 1637 zei: "*Cogito, ergo sum*" (ik denk, dus ik ben) kan ik rustig zeggen: "*Tremito, ergo sum*" (ik tril, dus ik besta).

Met andere woorden, het heden bestaat uit één trilling van een elementair deeltje. Meer specifiek één gelijktijdige trilling van alle elementaire deeltjes in het heelal.

Tot 1905 werd het begrip tijd slechts op één manier uitgelegd: alleen het heden bestaat; we kunnen niet terug in de tijd om voorbije tijden te herleven, en de toekomst bestaat nog niet omdat die nog niet begonnen is. Lineair tijdsbesef noemen we dit. In 1905 bedacht Einstein de speciale relativiteitstheorie, een geheel nieuwe theorie om het begrip tijd te verklaren.

Wat als tijd niets meer of minder is dan een waarneming van ons als mens. Bestaat tijd dan nog wel als wij als waarnemers er niet meer zijn? Erger nog, geldt de speciale relativiteitstheorie nog wel als wij als waarnemers er niet meer zijn?

Ondanks hetgeen Einstein in 1905 had bedacht, kan ik niet anders concluderen dan dat tijd niets meer is dan een waarneming van de mens. De tijd is een begrip die we als mens hebben bedacht, om de wereld om ons heen te kunnen beschrijven. We noemen de periode tussen twee zonsopgangen ook wel een dag, of in kleinere eenheden uitgedrukt in de SI-eenheid een seconde.



Zonsopgang Kinderdijk Nederland (bron: www.jodyzweseriinphotography.nl)

Deze door de mensen bedachte tijdmeting is echter géén entiteit. Een entiteit is letterlijk iets dat werkelijk bestaat. De term beklemtoont de hoedanigheid dat het er is. Niet alleen zonder waarnemers is tijd géén entiteit, ook mét waarnemers is tijd géén entiteit.

Met een tijd die géén entiteit is en het heden dat wel een entiteit is, zien we dat álle natuurwetten blijven gelden op en achter de grens van een waarnemingshorizon bij een zwart gat. Hiermee kan een eerste stap richting een beter begrip van zwaartekracht worden gezet.

Om aan te tonen dat het heden wél een entiteit is, dient eerst het begrip 'heden' te worden omschreven.

Onderdeel van een tijd die wij als mensen waarnemen als een verandering van verleden richting de toekomst is het heden. Ook wel te omschrijven als: **“alle ‘energetische’ gebeurtenissen met ieder hun eigen plaats en universeel gelijktijdigheid”** (en zoals boven beschreven is de kleinst mogelijke betekenisvolle eenheid van het heden één trilling van één elementair deeltje). Dit heden is een entiteit, het bestaat echt. Een heden waarvan ook iedereen overtuigd is dat het wel degelijk bestaat.

Zoals de snaartheorie aangeeft bestaat het allerkleinste (alle massalose deeltjes en deeltjes met massa) uit trillende energiedeeltjes. Massa is dus opgebouwd uit energie. Wanneer gesproken wordt over 'energetische gebeurtenissen' wordt dus ook massa bedoeld.

Fascinerend is dat zowel het heden als het heelal omschreven kunnen worden met dezelfde bovenstaande begripsomschrijving: **“alle ‘energetische’ gebeurtenissen met ieder hun eigen plaats en universeel gelijktijdigheid”**. Ook het heelal is een entiteit, het bestaat echt.

Om hier dieper in te duiken is het goed te kijken naar diverse begrippen die met tijd te maken hebben en nader te onderzoeken of deze begrippen als entiteit zijn aan te merken.

Het **heden** als: **“alle ‘energetische’ gebeurtenissen met ieder hun eigen plaats en universeel gelijktijdigheid”** is dus een entiteit. Vraag is of de begrippen verleden, toekomst, tijd – als aanduiding van een tijdstip, tijd – als aanduiding van het meten van een interval tussen twee tijdstippen en tijd – als opéénvolging van gebeurtenissen nu wel of géén entiteit zijn.

Het **verleden**: **“alle ‘energetische’ gebeurtenissen met ieder hun eigen plaats en universeel gelijktijdigheid zoals dat is geweest”**, oftewel **“het heden zoals dat is geweest”**. Een verleden dat niet meer bestaat en dus ook géén entiteit is.

De **toekomst**: **“alle ‘energetische’ gebeurtenissen met ieder hun eigen plaats en universeel gelijktijdigheid dat nog moet komen”**, oftewel **“het heden dat nog moet komen”**. Omdat de toekomst nog niet bestaat is ook de toekomst géén entiteit.

De **tijd – als aanduiding van een tijdstip** (dat in het verleden, heden of toekomst kan liggen), aangeduid als tijdstip. De tijd als aanduiding van een tijdstip kan géén entiteit zijn omdat het tijdstip in het verleden of de toekomst ligt.

De **tijd – als aanduiding van het meten van een interval tussen twee tijdstippen**, gemeten in de SI-eenheid seconde, betreft het meten van het interval tussen een niet meer bestaande entiteit **“het heden zoals dat is geweest”** en de wel bestaande entiteit heden. Het meten van een interval tussen een niet meer bestaande entiteit en een wel bestaande entiteit kan dan ook géén entiteit zijn.

De **tijd – als opéénvolging van gebeurtenissen**. Op 31 mei 2021 stuurde prof. dr. Henny Lamers van de Universiteit van Utrecht mij de volgende mail: “*In de natuurkunde wordt tijd begrepen en gedefinieerd als een ‘opéénvolging van gebeurtenissen’.*” Wanneer een begripsomschrijving bestaat uit opeenvolgende gebeurtenissen vallen die deels in het verleden en deels in het heden, of deels in het heden en deels in de toekomst, of deels in zowel het verleden, heden als toekomst. Wanneer een deel van een begripsomschrijving niet als entiteit kan worden aangemerkt, kan de volledige begripsomschrijving *opéénvolging van gebeurtenissen*’ ook niet als entiteit worden aangemerkt.

In de speciale relativiteitstheorie, waar **absolute tijd** niet bestaat, wordt uitgegaan van een **eigentijd** en een **relatieve tijd**. Met een tijd die géén entiteit is, zien we dat absolute tijd, eigentijd en relatieve tijd ook géén entiteit zijn.

Ruimtetijd. Albert Einstein ging er in zijn speciale relativiteitstheorie van uit dat ruimte en tijd van elkaar afhankelijk zijn. Door deze theorie mogen ruimte en tijd volgens Minkowski, niet langer als afzonderlijke grootheden worden opgevat. Dit vormt de kern van zijn essay uit 1908 waarin hij op de speciale relativiteitstheorie voortbouwt. Hierin zijn ruimte en tijd aspecten van een verenigd geheel, de ruimtetijd, bestaande uit drie ruimtelijke dimensies en de dimensie tijd. Omdat tijd géén entiteit is, zijn **ruimtetijd** en een **gekromde ruimtetijd** dan ook géén entiteit. Aangezien ruimtetijd géén entiteit is, kan ook het **blokuniversum** (zie hoofdstuk 2) géén entiteit zijn. Wel kan het een beschrijving geven van gebeurtenissen in het verleden in drie dimensies ruimte en één dimensie tijd (een tijd die géén entiteit is).

In de natuurwetenschap is het idee opgevat dat we leven in een vierdimensionaal blok-universum. Verleden, heden en toekomst bestaan daarin naast elkaar. Gebeurtenissen uit het verleden zijn niet verdwenen maar liggen in een ander deel van de ruimtetijd. Iedere waarnemer bevindt zich in zijn eigen ‘nu’-punt. Wat voor de een nu gebeurt, kan volgens de huidige natuurwetenschapper voor een ander al in het verleden of nog in de toekomst liggen. Dat is de basis van het Eternalisme (gelijkwaardig bestaan van verleden, heden en toekomst). Binnen het Eternalisme is vrije wil een illusie als de toekomst toch al vastligt. Gelukkig kunnen we met een tijd die géén entiteit is wél concluderen dat onze vrije wil wel degelijk bestaat.

Aangezien tijd géén entiteit is, zijn ook relatieve tijd en een gekromde ruimtetijd géén entiteit. Dit zijn echter wel de basis ingrediënten waarmee de speciale en algemene relativiteitstheorie zijn opgebouwd. Het huidige beeld van de wereld (en dus ook het gereedschap waarmee we binnen de speciale en algemene relativiteitstheorie werken) kán dus niet kloppen. We zullen dus met een nieuw perspectief naar de relativiteitstheorie en de kwantummechanica moeten kijken om ons beeld van de wereld aan te passen aan een tijd die géén entiteit is.

Hoe zit het met waargenomen 'tijddilatatie'?

Het is wel bewezen dat de tijd van de ene waarnemer anders kan verlopen dan de tijd van een andere waarnemer. Boven op een berg verloopt de (niet bestaande entiteit) atoomtijd sneller dan de (niet bestaande entiteit) 'atoomtijd' onder aan de berg. Hoe dit kan? Dit verschil in atoomtijd ontstaat als gevolg van een gekromd energieveld rondom massa (zie hoofdstuk 5). De snelheid van het bewegen van atomen (bijvoorbeeld cesiumatomen) wordt beïnvloed door de veldsterkte van dit gekromd energieveld rondom massa. Des te sterker dit zwaartekrachtsveld, des te langzamer verloopt de 'atoomtijd'. Bekend is, dat bij vliegtuigen die in tegengestelde richting rond de aarde vlogen een verschil in (een niet bestaande entiteit) tijd is gemeten, ondanks dat beide vliegtuigen op dezelfde hoogte vlogen. Dit 'tijdsverschil' in beide vliegtuigen heeft echter te maken met het feit dat één van beide vliegtuigen langer op vlieghoogte moest vliegen (waar de tijd dus sneller verloopt dan op aarde) omdat deze met de draaiing van de aarde meevloog. Let wel, dit bewezen tijdsverschil heeft niets te maken met 'tijddilatatie'.

Hoe zit het met de richting van tijd?

Zoals we in dit hoofdstuk hebben gezien is 'tijd – als aanduiding van het meten van een interval tussen twee tijdstippen' géén entiteit. Voor de duidelijkheid, de richting van de tijd (bepaald door twee verschillende tijdstippen te nemen) kan dan ook geen entiteit zijn.

In de natuurkunde is tijd vertaald naar een 'opéénvolging van gebeurtenissen', gemeten door de interval tussen twee separate toestanden van 'het heden', uitgedrukt in de eenheid 'seconde'. Door een interval tussen twee separate toestanden van 'het heden' te hanteren, ontstaat een richting van de tijd (een richting van de tijd dat geen entiteit is).

Binnen de natuurwetten wordt er geen richting van tijd aangegeven, de natuurwetten behandelen voorwaarts en achterwaarts in tijd gelijk. Natuurkundige theorieën zijn vervat in wiskundige vergelijkingen. Hierin kan de factor tijd als 'opéénvolging van gebeurtenissen' worden omgekeerd (t door $-t$ vervangen) zonder dat de uitkomst verschilt.

Veel wetenschappers gaan er van uit dat de richting van de tijd als 'opéénvolging van gebeurtenissen' bepaald wordt door een toestand van maximale entropie (maat van wanorde) zoals vereist in de tweede hoofdwet van de thermodynamica. Deze wet zegt dat in een gesloten systeem, zoals het heelal, de entropie alleen maar gelijk kan blijven of kan toenemen.

De verandering van het heden wordt inderdaad beïnvloed door entropie, maar net zo goed door zwaartekracht (denk aan het kopje dat van de tafel op de grond valt).



Samengevat:

Wat de niet bestaande entiteit tijd wél is, is een beschrijving van de ontwikkeling van 'opéénvolging van gebeurtenissen'. Net als dat de mens het begrip tijd heeft bedacht om een beschrijving van de periode tussen twee zonsopgangen te kunnen geven.

Tijd is dus alleen maar een meetlat om de ontwikkeling van het '*heden zoals dat is geweest*', via het '*heden*' naar een '*heden dat nog moet komen*' te kunnen beschrijven.

Deze meetlat is dus in geen enkel opzicht onderdeel van de natuurwetten.

In de natuurkunde wil men tijd graag zien als een meetbare, kwantificeerbare dimensie (een 'grootheid' voor verandering, snelheid, enz.) binnen het universum, terwijl de filosofie zich bezighoudt met de *ervaring* van tijd (verleden, heden, toekomst), de aard van '*nu*', het verstrijken, en de subjectieve betekenis (vergankelijkheid, hoop). Natuurkunde beschrijft *hoe* tijd werkt, filosofie *hoe* we het beleven.

Welk begrip tijd je ook gebruikt (natuurkundig of filosofisch), tijd is géén entiteit.

Net als één van de grootste omwentelingen in de natuurwetenschap van: 'de zon draait om de aarde naar de aarde draait om de zon' zien we opnieuw een grote omwenteling in de natuurwetenschap met betrekking tot tijd. Van een wereldbeeld waarin tijd onderdeel is van natuurwetten, naar een wereldbeeld waarin de natuur géén tijd kent.

Hoofdstuk 4 De ontdekking van het higgsboson in 2012

Op 4 juli 2012 werd bekendgemaakt dat met behulp van de Large Hadron Collider in CERN een deeltje is ontdekt waarvan de massa overeenkomt met die van het higgsboson (populair wetenschappelijk ook wel 'godsdeeltje' genoemd). In de moderne natuurkunde is er geen strikt onderscheid tussen 'deeltje' en 'veld', het zijn verschillende aspecten van dezelfde fundamentele werkelijkheid.

Het higgsboson oftewel Higgsveld (een energieveld) verklaart het bestaan van traagheid van massa door toevoeging van dit energieveld aan het standaardmodel van de deeltjesfysica. Het Higgsveld is nodig om dit standaardmodel kloppend te maken. Het Higgsveld is volgens de huidige natuurwetenschap een alom in het heelal aanwezig energieveld, waar alle deeltjes hun massa aan ontlenen.

Simplistisch gezegd zijn higgsbosonen klontjes in het heelal waar andere deeltjes doorheen bewegen. Doordat higgsbosonen aan een deeltje 'blijven plakken', krijgen deze deeltjes hun massa. Hoe meer higgsbosonen aan dit deeltje blijven plakken, hoe meer massa dit deeltje heeft.

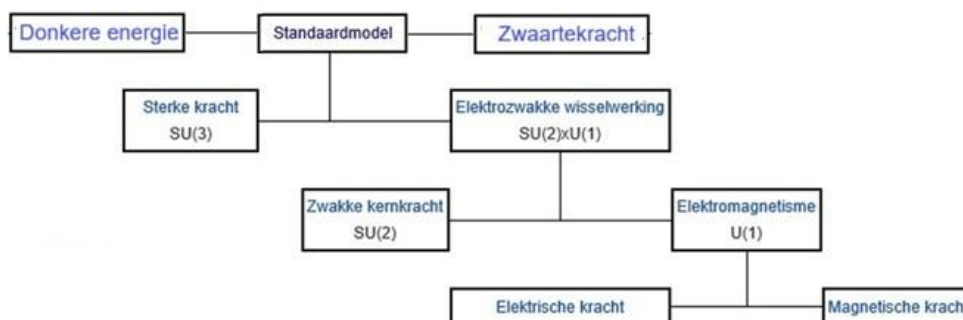
Het mooist werd deze nieuwe realiteit omschreven door prof. dr. Robbert Dijkgraaf (voormalig directeur van het Institute for Advanced Study in Princeton), die zei: "**Het is als een vis die ontdekt dat hij in het water leeft**". Het heelal is dus géén lege ruimte. Het is gevuld met een energieveld.

Het gevonden higgsboson is dus niet alleen te beschrijven als een 'deeltje', het is ook te omschrijven als een 'energieveld'. Een zogenaamd 'scalair veld'. In de klassieke veldentheorie wordt een scalair veld beschreven door een functie die de waarde ervan op elke locatie in de ruimte en tijd weergeeft.

Het Standaardmodel van de Elementaire Deeltjes

In de kwantummechanica worden de deeltjes en de krachten daartussen beschreven door middel van velden. Er zijn een aantal fundamentele krachten (of velden):

- **Sterke kernkracht** $SU(3)$: kracht die quarks samenhoudt in neutronen en protonen, en die neutronen en protonen samenhoudt in de atoomkern. Het uitwisseldeeltje voor deze kracht is het **gluon**.
- **Elektromagnetische kracht** $U(1)$: de kracht die op elektrisch geladen deeltjes inwerkt. Het **foton** is het uitwisseldeeltje voor deze kracht.
- **Zwakke kernkracht** $SU(2)$: verantwoordelijk voor radioactiviteit, een afstotende interactie op korte afstand tussen elektronen, neutrino's en quarks. Wordt geregeld door de **Z-boson** en het **W-boson**.

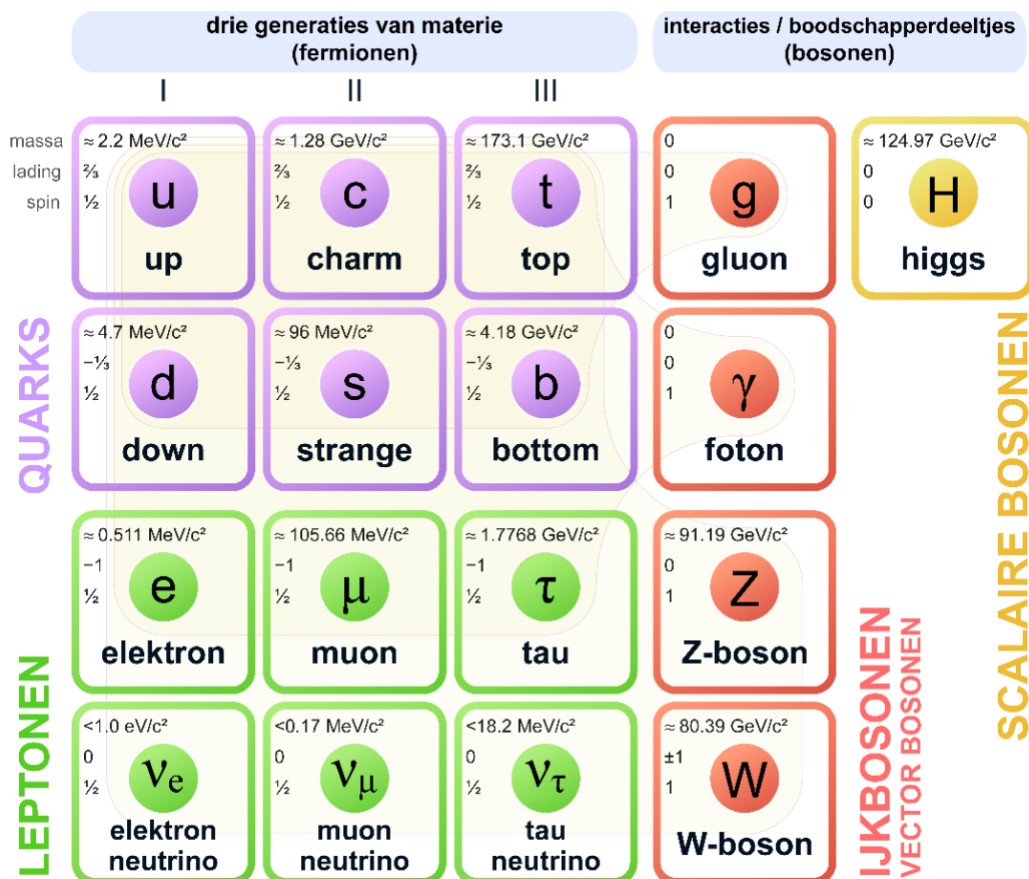


De aanduidingen $SU(3)$, $SU(2)$ en $U(1)$ zijn de wiskundige aanduiding. Meer bepaald zijn het de ijkgroepen van de overeenkomstige kwantumveldentheorie.

Donkere energie en zwaartekracht maken tot nu toe nog géén onderdeel uit van het Standaardmodel van Elementaire deeltjes. Met het vinden van het higgsboson in 2012 zou dit wel eens kunnen veranderen.

- **Donkere energie:** Hoewel het Higgsveld, bestaande uit **higgsbosonen**, vermoedelijk de laagst mogelijke energie vertegenwoordigt die kan voorkomen in een vacuüm, en er daarom geen energie van het veld naar de deeltjes of omgekeerd kan lopen, is het wel degelijk mogelijk dat het Higgsveld zelf een onderling afstotende werking heeft, wat antwoord geeft op de vraag wat donkere energie is. Deze donkere energie (dat 69% van de energie van het heelal betreft) is verantwoordelijk voor het uitdijen van het heelal (het uitdijen van zichzelf dus), zie hoofdstuk 6.
- **Zwaartekracht:** De interactie van higgsbosonen met fermionen creëert de drie generaties van materie (deeltjes met een spin van een $\frac{1}{2}$), zie onderstaande afbeelding. Uitgangspunt is dat deze interactie met materiedeeltjes een lokaal driedimensionaal potentiaalverschil veroorzaakt, een zwaartekrachtveld met zwaartekracht overbrengende deeltjes **gravitonen**. Een energetisch (gravitationeel) potentiaalverschil met een toenemende veldsterkte van het zwaartekrachtveld richting massa. Deze gravitonen zijn vooralsnog niet experimenteel aangetoond. Dit zwaartekrachtveld werkt zowel op korte als op lange afstand op *alle* deeltjes, maar is op het niveau van de microwereld veel en veel zwakker dan de andere velden. Doordat het potentieel van dit veld echter evenredig toeneemt met de toename van massa, wordt hij toch belangrijk op het niveau van wat voor ons gewone, alledaagse objecten zijn. Het is dit zwaartekrachtveld die ervoor zorgt dat er niets zomaar van de aarde afvliegt en dat manen, planeten en sterren in hun baan door de ruimte blijven.

Standaardmodel van de Elementaire Deeltjes



Fermionen, deeltjes met halfvallige spin, zijn de materiedeeltjes waaruit het heelal is opgebouwd. Bosonen, deeltjes met heeltallige spin, bestaan slechts tijdelijk voor het overbrengen van krachten (interacties, wisselwerkingen) tussen de fermionen. De twee typen deeltjes gedragen zich verschillend. Merk op dat fermionen een halfvallige spin hebben en bosonen een heeltallige spin. Spin is geen daadwerkelijke draaiing, maar een kwantummechanische eigenschap die het intrinsieke impulsmoment beschrijft.

Het standaardmodel neemt tijd aan als een fundamentele dimensie. Tijd is echter niet een opzichzelfstaande eigenschap van het heelal. Zonder beweging (trillingen van elementaire deeltjes, zoals de kwantummechanica beschrijft) bestaat het heden niet. Zonder heden had de mens het begrip verleden en toekomst ook niet kunnen bedenken. Tijd met een door de mens bedacht begrip als verleden en toekomst kán dan ook geen opzichzelfstaande eigenschap van het heelal zijn. Tijd is geen entiteit. Maar dat betekent dat ook ruimtetijd géén entiteit kan zijn, laat staan een gekromde ruimtetijd.

De koppeling tussen de twee disciplines kwantummechanica en algemene relativiteitstheorie is absoluut noodzakelijk, aangezien alle verschijnselen in het heelal die aan de hand van de kwantummechanica kunnen worden beschreven onlosmakelijk zijn verbonden met de dingen die aan de hand van de algemene relativiteitstheorie kunnen worden beschreven. De elementaire deeltjes die tegenwoordig als kwantum bekend staan maken juist dankzij hun typische kwantummechanische eigenschappen zeer elementaire processen als het ontstaan van sterren en planeten - zonder welke het heelal zoals we dat kennen onmogelijk zou kunnen bestaan - mogelijk. Een kwantum of quantum is de kleinste, ondeelbare hoeveelheid van een grootheid die bij een interactie betrokken kan zijn.

Hoofdstuk 5 Algemene relativiteitstheorie en het Higgsveld

Als tijd géén entiteit is, kan gekromde ruimtetijd ook géén entiteit zijn. Dit is echter wel het hoofdingrediënt van de algemene relativiteitstheorie.

Als theorieën verkeerd blijken te zijn, is meestal ons interpreterende verhaal het element dat verkeerd blijkt te zijn – niet de structuur. Neem zwaartekracht. Volgens Newton is de zwaartekracht een kracht die massa's vanuit de verte op elkaar uitoefenen. Volgens Einstein is het de lokale kromming van de ruimtetijd. Als de zwaartekracht zwak is en de snelheden laag zijn, wijken Einsteins formules voor die van Newton. Newtons zwaartekracht is de energievriendelijke begrenzing van de algemene relativiteitstheorie. Newton had wel de juiste structuur, maar het verkeerde verhaal. Dit verhaal bleek maar een piepklein stukje te zijn van iets veel groters. Newtons zwaartekracht werkte: die had succes omdat hij zich richtte op een klein stukje structuur van de werkelijkheid. Einstein ontdekte een groter stuk, en we zijn er nog niet.

Het verhaal van Einstein blijkt niet te werken in gevallen van bijna onmetelijke energie, zoals bij zwarte gaten. Ook Einstein had de juiste structuur, maar nog niet het juiste verhaal. Met de ontdekking van het higgsboson in 2012 kan wél het juiste verhaal worden verteld in de vorm van een gekromd energieveld (gravitatieveld). De juiste structuur met het juiste verhaal is een energetisch (gravitationeel) potentiaalverschil met een toenemende veldsterkte van het zwaartekrachtveld in de vorm van een gekromd energieveld richting massa. Het juiste verhaal is ook dat fotonen niet gehinderd worden door het Higgsveld fundamenteel onderdeel zijn van het heelal en derhalve een natuurconstante kunnen zijn zonder afhankelijk te zijn van de bewegingstoestand van het uitzendende lichaam.

Is, met het uitgangspunt dat gekromde ruimtetijd géén entiteit is, de algemene relativiteitstheorie onjuist? Niet in de zin dat de *geometrische* formule voor de zwaartekracht een goede beschrijving geeft van de wijze waarop zwaartekracht zich manifesteert (met uitzondering van zwarte gaten). Wel in de zin dat ze uitgaat van een 'gekromde ruimtetijd', een ruimtetijd dat géén entiteit is. Wanneer zwaartekracht helemaal géén gekromde 'ruimtetijd kán zijn, moet er echter wel een alternatief zijn, dat het huidige begrip gekromde ruimtetijd vervangt. Dit kan wanneer we aansluiting zoeken bij het in 2012 ontdekte Higgsveld.

Sinds 2012 weten we van het bestaan van higgsbosonen en is het Higgsveld volgens de huidige natuurwetenschap een alom in het heelal aanwezig energieveld. Een vierdimensionale ruimtetijd gevuld met een energieveld. We weten ook dat ruimtetijd géén entiteit is. Het kan dan ook niet anders dan dat het vierdimensionale heelal gevuld is met een Higgsveld. Het Higgsveld vervult de rol van vierdimensionaal heelal! Dit kan met volgend gedachtenexperiment worden verduidelijkt. *“De soep in het pannetje. Als je de pan weghaalt (omdat de vierdimensionale ruimtetijd géén entiteit is), houd je alleen de soep over. Oftewel haal je de vierdimensionale ruimtetijd weg, houd je alleen het Higgsveld over. Deze soep moet dan ook wel vierdimensionaal zijn, anders wordt het bij het weghalen van de pad zo'n grote knoeiboel”.*

Conclusie: als tijd in de natuur géén entiteit is, moet het heelal en het Higgsveld wel één en hetzelfde zijn, ze zijn logisch equivalent.

Het higgsboson creëert een veld dat overal in het heelal heerst. Sterker nog: dit Higgsveld \equiv het heelal (het Higgsveld en het heelal zijn logisch equivalent!). Het Higgsveld (of dus het heelal) verschilt wel van andere velden doordat het niet varieert in kracht en geen richting heeft. Het Higgsveld vertegenwoordigd vermoedelijk de laagst mogelijke energie die kan voorkomen in een vacuüm, en daarom kan er geen energie van het veld naar de deeltjes of omgekeerd lopen.

Net als één van de **grootste omwentelingen in de natuurwetenschap** van: ‘de zon draait om de aarde naar de aarde draait om de zon’ zien we opnieuw een grote omwenteling in de natuurwetenschap met betrekking tot het Higgsveld. Van een model dat het heelal gevuld is met het Higgsveld naar een model dat het heelal en het Higgsveld één en hetzelfde zijn; ze zijn logisch equivalent (\equiv).

Hoewel het Higgsveld vermoedelijk de laagst mogelijke energie vertegenwoordigt die kan voorkomen in een vacuüm, en er daarom geen energie van het veld naar de deeltjes of omgekeerd kan lopen, is het wel degelijk mogelijk dat het Higgsveld zelf een onderling afstotende werking heeft, wat antwoord geeft op de vraag wat **donkere energie** is. Deze donkere energie (dat 69% van de energie van het heelal betreft) is verantwoordelijk voor het uitdijen van het heelal (het uitdijen van zichzelf dus).

Hoewel het Higgsveld niet varieert in kracht en geen richting heeft, kan het wel degelijk een voor ons gevoel afwijkende vorm hebben.

Basis van de oerknal ⁹⁾ ligt in het kosmologisch principe. Het begrip kosmologisch principe werd in 1935 door Arthur Milne ¹⁰⁾ (1896 – 1950) geïntroduceerd. Het kosmologisch principe is een belangrijk uitgangspunt van de theorie van de oerknal. Het kosmologisch principe geldt alleen voor het heelal op grote schaal. De omgeving van onze aarde is bijvoorbeeld verre van homogeen of isotroop aangezien er zich op de plaatsen van de planeten hogere massaconcentraties bevinden dan ertussen. Ook is de verdeling van sterrenstelsels niet homogeen of isotroop. Wanneer men echter kijkt naar de kosmische achtergrondstraling, die de structuur van het heelal op grote schaal volgt, valt op dat deze in verregaande mate isotroop en homogeen is.

Het bewijs voor het kosmologisch principe werd in 1965 geleverd door de min of meer bij toeval door Arno Penzias en Robert Wilson ontdekte kosmische achtergrondstraling ¹¹⁾, die aangeeft dat welke kant je ook uitkijkt dezelfde kosmische achtergrondstraling optreedt. Daarmee lijkt het dat wij in het midden van het heelal staan. Kenmerk van het kosmologisch principe is dat elk punt in het heelal het middelpunt is van het heelal. Om elk punt in het heelal het middelpunt van het heelal te laten zijn, moet het heelal een ruimtelijk vierdimensionale vorm hebben (een voor ons gevoel afwijkende vorm). Met een dergelijke vorm is het heelal een gesloten bolvormig heelal. Oftewel er bestaat géén ‘buiten het heelal’.

Dat de structuur van het heelal op grote schaal isotroop en homogeen is, kan alleen verklaard worden als het Higgsveld in het heelal op grote schaal zodanig gekromd is dat je, vanuit willekeurig welk punt in het Higgsveld je vertrekt, je er in rechte lijn altijd weer terugkomt. Dit kan alleen in een ruimtelijk vierdimensionaal gekromd heelal. Met andere woorden: elk punt in het Higgsveld is het middelpunt van het Higgsveld (daarmee is meteen de gelijkmatige verdeling van kosmische achtergrondstraling verklaard). Een ruimtelijk vierdimensionaal gekromd Higgsveld. Eigenlijk is ons heelal dus niets anders dan dit ruimtelijk vierdimensionaal gekromd Higgsveld. Dat wij dit heelal driedimensionaal waarnemen komt alleen omdat dit heelal niet te bevatten groot is en wij mensen niet vierdimensionaal kunnen kijken.

⁹⁾ **Lemaitre, G.** (1931) *“The Beginning of the World from the Point of View of Quantum Theory*, “Nature” 127, n. 3210, pp. 706

¹⁰⁾ **Milne, E.A.** (1935). *Relativity, gravitation and world-structure*, Oxford: Clarendon Press.

¹¹⁾ **Penzias, A.A.; Wilson, R.W.** (1965). *“A Measurement of Excess Antenna Temperature at 4080 Mc/s”*. *Astrophysical Journal*.

We kunnen dus met een aan zekerheid grenzende waarschijnlijkheid stellen dat het Higgsveld de zolang gezochte donkere energie is en dat het heelal een vierdimensionale vorm heeft.

Op de vraag wat ruimte is, geven natuurkundigen het antwoord dat ruimte een fundamentele, driedimensionale structuur is, die posities en richtingen bevat, waar objecten zich in bevinden en die gemeten kan worden in meters. Op de vraag wat die structuur dan is, hebben natuurkundigen vervolgens geen antwoord.

Wij weten inmiddels dat het Higgsveld deze structuur betreft in de vorm waarin een kubieke meter een lengte, een hoogte en een breedte heeft van één meter. Zoals we hebben gezien is het Higgsveld echter vierdimensionaal. Dit verschil zit in het gegeven dat het heelal zo groot is, dat wij in het dagelijks leven deze structuur driedimensionaal waarnemen.

Zoals in hoofdstuk 4 beschreven is een zwart gat niets meer of minder dan elke andere ster in het heelal.

Een neutronenster is het resultaat van een combinatie van een supernova-explosie en een zwaartekracht implosie van een zware ster, waardoor de dichtheid van de sterkeren voorbij het witte-dwergstadium wordt gebracht, tot aan het niveau van atoomkernen. Tot een verdere ineenstorting in een neutronenster komt het niet doordat de neutronen voldoende tegendruk geven. Dit wordt beschreven in het uitsluitingsprincipe van Pauli. Zoals in een witte dwerg elektronen verdere ineenstorting voorkomen, gebeurt dat nu met neutronen.

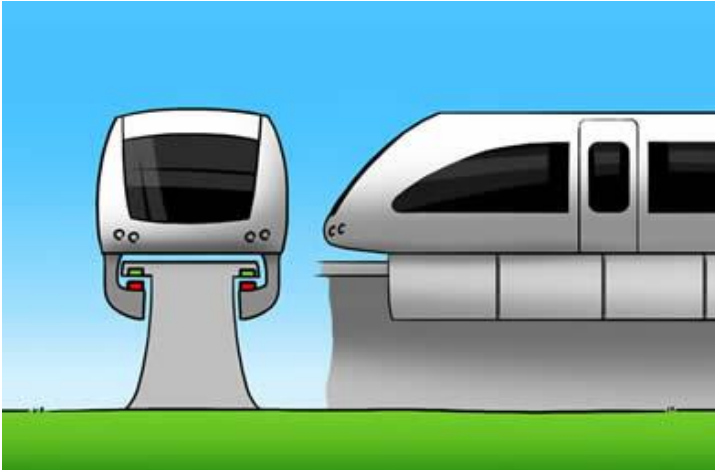
Als tijd géén entiteit is, kan een gekromde ruimtetijd ook géén entiteit zijn. Reeds in hoofdstuk 3 hebben we onomstotelijk bewezen dat ruimtetijd niet bestaat. Dit is echter wel het hoofdingrediënt van de algemene relativiteitstheorie. Met het in 2012 ontdekte higgsboson (Higgsveld) weten we dat de interactie tussen higgsbosonen en fermionen (deeltjes met halve spin) deeltjes met massa opleveren, die door alle deeltjes met massa gezamenlijk een zwaartekrachtveld (energieveld) oplevert rondom deze massa. Deze interactie moet dus wel een lokaal gekromd energieveld opleveren in de vorm van een zwaartekrachtveld (met kracht overbrengende deeltjes in de vorm van – nog niet aangetoonde – gravitonen).

Volgens de huidige natuurwetenschap zijn zowel het heelal als de zwaartekracht opgebouwd uit ruimtetijd. Het idee zou kunnen ontstaan dat ook zwaartekracht is opgebouwd uit Higgsbosonen (het Higgsveld). Dit is echter niet juist. Omdat het Higgsveld vermoedelijk de laagst mogelijke energie vertegenwoordigt die kan voorkomen in een vacuüm, kan er geen energie van het veld naar een ander veld (zoals het zwaartekrachtveld) lopen. Zwaartekracht kan dan ook niets anders zijn dan een energetisch (gravitationeel) potentiaalverschil met een toenemende veldsterkte van het zwaartekrachtveld richting massa.

Zwaartekracht is dan ook een energetisch (gravitationeel) potentiaalverschil met een toenemende veldsterkte van het zwaartekrachtveld richting massa.

Net als één van de **grootste omwentelingen in de natuurwetenschap** van: ‘de zon draait om de aarde naar de aarde draait om de zon’ zien we opnieuw een grote omwenteling in de natuurwetenschap met betrekking tot zwaartekracht. Van een model dat zwaartekracht een lokaal gekromde ruimtetijd is naar een model dat zwaartekracht een lokaal gekromd gravitatieveld is.

Het zweven van een zweeftrein (zie onderstaande afbeelding) ontstaat door een wisselend magneetveld onder de trein te creëren. Daardoor ontstaan magnetische inductiestromen in het metalen voorwerp die een tegengesteld magneetveld opwekken. De twee magneetvelden stoten elkaar af, waardoor het voorwerp gaat zweven. Het tillen van massa gaat hier in tegen een gekromde ruimtetijd (zwaartekracht) volgens de algemene relativiteitstheorie, oftewel er wordt een elektromagnetisch veld gecreëerd die groter is dan de effecten van gekromde ruimtetijd. Het kan echter niet anders dan dat hier een elektromagnetisch veld wordt gecreëerd dat op zeker moment sterker is dan de sterkte van het lokaal gekromd gravitatieveld (en geen gekromde ruimtetijd).



Hoofdstuk 6 Speciale relativiteitstheorie en het Higgsveld

Als tijd géén entiteit is, kan relatieve tijd ook géén entiteit zijn. Dit is echter wel het hoofdingrediënt van de speciale relativiteitstheorie.

Voor de speciale relativiteitstheorie van Einstein (1905) gaan we terug naar 1865 toen James Clerk Maxwell zijn theorie van elektromagnetisme had bedacht.

Volgens deze theorie bestaat licht uit elektromagnetische golven. Maxwell kon met één van zijn vergelijkingen de snelheid van deze elektromagnetische straling berekenen op circa 300.000 kilometer per seconde. De snelheid van elektromagnetische straling wordt uitgedrukt met de term 'c' van het Latijnse 'celeritas' (snelheid).

Eind 18^e eeuw dacht de natuurwetenschap dat het heelal gevuld zou zijn met ether als medium waar deze lichtgolven zich in zouden voortbewegen. In 1887 bedachten Michelson en Morley een experiment om aan te tonen dat dit medium ether ook daadwerkelijk bestond.

Aangezien de aarde door die ether beweegt, zou de lichtsnelheid van lichtgolven ten opzichte van de ether dus verschillend moeten zijn naargelang deze lichtgolven met de draaiing van de aarde meeliepen of juist er tegenin. Wat bleek? De snelheid van het licht bleef gelijk, het heelal kon daarom géén ether bevatten.

De wetenschap noemt dit overigens nog steeds het meest beroemde mislukte experiment uit de geschiedenis.

Om het feit te verklaren dat in het experiment van Michelson en Morley de snelheid van het licht steeds hetzelfde bleef, bedacht George FitzGerald in 1889 dat objecten fysisch precies zo veel inkrimpen of uitrekken dat het effect van de beweging van een waarnemer wordt gecompenseerd en de lichtsnelheid constant blijft. Hij noemde dit lengtecontractie.

In 1892 kwam de Nederlander Hendrik Antoon Lorentz met zijn beroemde relativistische formule $l = l_0 \sqrt{1 - v^2/c^2}$ waarmee hij deze zogenaamde lengtecontractie kon berekenen, waarbij l de lengtecontractie is, l_0 de oorspronkelijke lengte, v de snelheid van het bewegend object en c de snelheid van het licht (elektromagnetische straling).

In 1905 bedacht Einstein dat het niet alleen lengtecontractie was, maar dat ruimte en tijd met elkaar verweven zijn in de eenheid van snelheid (meters per seconde). De relatieve tijd kon worden berekend met het omgekeerde van de relativistische formule voor lengtecontractie met de formule $\Delta t = \Delta t_0 / \sqrt{1 - v^2/c^2}$, waarbij Δt de relatieve tijd is, oftewel de tijd van het bewegend object (b.v. een raket) volgens de waarnemer in het stationaire referentiekader (b.v. de aarde) bij snelheid v van het bewegend object, terwijl Δt_0 de tijd vertegenwoordigt die verstreken is in het stationaire referentiekader (b.v. op aarde).

Lengtecontractie en relatieve tijd komen onlosmakelijk bij elkaar bij het beschrijven van de snelheid v .

$$v \frac{\text{lengtecontractie}}{\text{relatieve tijd}} = v \frac{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = v \frac{m}{s}$$

Blijf ik met nog een klein probleem zitten. Natuurkundigen geven aan dat er zoveel bewijzen zijn voor relatieve tijd dat de speciale relativiteitstheorie van Einstein wel moet kloppen.

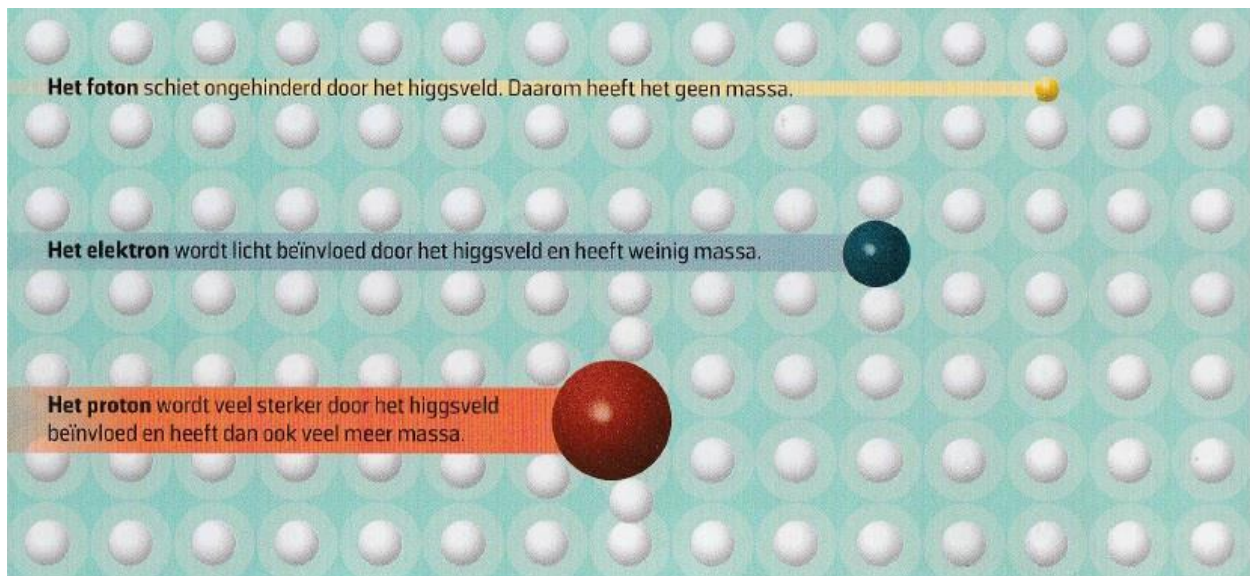
Ik kan hier een uitgebreid welles/nietes verhaal van maken, maar feit blijft dat als je lengtecontractie in een experiment opneemt, je automatisch relatieve tijd zult vinden.

In bijlage 4 worden deze bewijzen nader onder de loep genomen.

Is er ook een andere verklaring voor het zogenaamd mislukken van het experiment van Michelson en Morley te bedenken?

Sinds de ontdekking van het Higgsveld in 2012 wel.

Daarvoor kijken we eerst naar waarom fotonen zich ongehinderd door het Higgsveld bewegen.



Illustratie WETENSCHAP IN BEELD SPECIAL 1/2025

Het tijdschrift WETENSCHAP IN BEELD SPECIAL 1/2025 beschrijft dat het Higgsdeeltje (zie standaardmodel in hoofdstuk 4) een veld creëert dat overal in het heelal heerst (of eigenlijk het heelal vormt). In bovenstaande illustratie wordt getracht weer te geven waarom een foton geen massa heeft, elektronen een klein beetje massa hebben en protonen nog meer massa hebben.

Omdat fotonen niet gehinderd worden door de higgsbosonen is het ook volkomen logisch dat elektromagnetische straling een natuurconstante is, zoals Maxwell al aangaf. Aangezien elektromagnetische straling een natuurconstante is binnen het Higgsveld, is ze ook niet afhankelijk van de bewegingstoestand van deeltjes met massa (oftewel ook niet afhankelijk van de bewegingstoestand van het uitzendende lichaam).

Het foton bezit dus geen koppelingsconstante met het Higgsveld, waardoor het zich ongehinderd door het Higgsveld verplaatst. Dit verklaart de constante lichtsnelheid zonder de noodzaak van relativistische tijd-ruimte-transformaties (lengtecontractie en relatieve tijd). Het geeft een nieuwe verklaring voor de uitkomst van het Michelson en Morley experiment. De speciale relativiteitstheorie behoort met het vinden van het Higgsveld dan ook definitief tot het verleden.

Dat fotonen geen koppelconstante met het Higgsveld hebben, heeft vermoedelijk te maken met het feit dat fotonen een heeltallige spin hebben, deeltjes met massa een half-tallige spin hebben en higgsbosonen geen spin hebben (zie standaardmodel elementaire deeltjes). Dit betekent ook dat het fundamenteel onjuist is om de snelheid van massa te vergelijken met de snelheid van massaloze deeltjes.

Dat dit ook intuïtief klopt, laat onderstaand gedachtenexperiment zien:

“Neem een astronaut van het International Space Station die een ruimtewandeling maakt. De astronaut laat per ongelijk zijn hamer los. Deze blijft met een snelheid van 28.000 km/h naast hem hangen. Wanneer deze ruimtevaarder een lichtbundel vanaf het ISS verstuurd (bijvoorbeeld haaks op zijn baan om de aarde) beweegt de foton zich niet mee met het ISS in zijn baan om de aarde”.

Waar dit verschil in zit? De hamer heeft een naar verhouding zelfde hoeveelheid kinetische energie als het ISS. Een foton behoudt zijn eigenschap onafhankelijk van de bewegingstoestand van het uitzendende lichaam als gevolg van het ongehinderd kunnen bewegen door het Higgsveld.

Het experiment van Michelson en Morley hoeft dus helemaal niet verklaard te worden met het in 1889 introduceren van lengtecontractie door FitzGerald, laat staan met het in 1905 introduceren van relatieve tijd door Einstein.

Eigenlijk had de onderzoeksvraag van Michelson en Morley moeten zijn:

“Heeft een veranderende bewegingstoestand van deeltjes met massa (het uitzendende lichaam) invloed op de bewegingstoestand van deeltjes zonder massa (fotonen)?”

Wat blijkt? De bewegingstoestand van deeltjes zonder massa (fotonen) blijft onveranderd bij het wijzigen van de bewegingstoestand van deeltjes met massa (het uitzendende lichaam). Experiment geslaagd.

Met wat we nu weten zouden we deze twee postulaten van de speciale relativiteitstheorie herschrijven als:

- 1. Alle natuurwetten zijn overal geldig.**
- 2. De snelheid van elektromagnetische straling in het Higgsveld is een natuurconstante.**

Het fundamenteel niet bij elkaar op mogen tellen van de snelheid van deeltjes met massa en deeltjes zonder massa heeft echter verstrekkende gevolgen.

Ten eerste heeft dit verstrekkende gevolgen voor zwarte gaten. De waarnemingshorizon geldt daarmee alleen voor deeltjes zonder massa (fotonen).

Ten tweede zouden we in principe met deeltjes met massa sneller kunnen gaan dan de snelheid van deeltjes zonder massa (sneller dan het licht).

Ten eerste de waarnemingshorizon van een zwart gat. We zien dat zwaartekracht een ietwat bijzondere werking heeft op een foton. Zwaartekracht remt de snelheid van een foton op géén enkele wijze af. Was dit wel het geval geweest, was het nu aardig donker geweest in het heelal.

Wat deze zwaartekracht wél doet, is het licht afbuigen. De algemene relativiteitstheorie gaat er van uit dat deze afbuiging ontstaat door een kromming van de ruimtetijd. We weten dat ruimtetijd niet bestaat en dat deze afbuiging dus door iets anders moet plaatsvinden. Dit moet wel een gekromd energieveld zijn.

De afbuiging van een foton (en ook weer terug buigen na het passeren van de zon door deze foton) loopt mee met de vorm van het gekromd energieveld (zwaartekracht lens). Hoe zit dit dan bij de waarnemingshorizon van een zwart gat?

We weten dat singulariteiten niet bestaan en dat de natuurwetten achter de waarnemingshorizon nog steeds gelden. Maar dat betekent ook dat de kromming op de waarnemingshorizon (oftewel de zwaartekrachtsversnelling) niet de maximale kromming van het energieveld (zwaartekrachtsveld) kán zijn.

Nu hangt de waarde van de zwaartekrachtsversnelling af van de werkelijke waarde van de massa van het specifieke zwart gat. Zo is de zwaartekrachtsversnelling op de waarnemingshorizon van het superzwaar zwart gat Sagittarius A* in het centrum van onze Melkweg ongeveer $3,54$ miljoen m/s^2 (op aarde is dit $9,81 \text{ m/s}^2$), oftewel 3.540 km/s^2 of ongeveer 361.000 g (op aarde dus 1 g).

De ontsnappingsnelheid op de waarnemingshorizon van een zwart gat is wel 300.000 km/s (of nauwkeuriger $299.792.458 \text{ m/s}$), oftewel de lichtsnelheid (niet de versnelling). Voor elektromagnetische straling (deeltjes zonder massa met een 100% kinetische energie) is dit de maximale snelheid.

Voor deeltjes met massa is de zwaartekrachtsversnelling binnen de waarnemingshorizon van Sagittarius A* zwart groter dan 3.540 km/s^2 . Theoretisch zou het dan ook mogelijk zijn met een raket uit de waarnemingshorizon van Sagittarius A* te ontsnappen met een zwaartekrachtsversnelling groter dan 3.540 km/s^2 (oftewel een ontsnappingsnelheid groter dan 300.000 km/s).

Ten tweede de vraag of we sneller kunnen gaan dan de snelheid van het licht. Om deeltjes met massa sneller te laten bewegen is het nodig om meer energie toe te voegen. Deze toegevoegde energie wordt omgezet in kinetische energie (bewegingsenergie). Blijven we energie toevoegen zouden we vanzelf sneller gaan dan deeltjes zonder massa. Of dit ook echt zo is, weten we echter niet.

We hebben geen flauw idee waar de toegevoegde energie in gaat zitten als we het toevoegen aan deeltjes met massa. Gevoelsmatig gaan we er van uit dat geen energie wordt toegevoegd aan protonen en neutronen. Was dit wel het geval zou de stof veranderen in een ander element. Wat overigens niet bij voorbaat uitgesloten hoeft te worden, maar zou dit pas gebeuren bij zéér hoge snelheid (mogelijk zelfs bij een snelheid sneller dan het licht).

Kinetische energie kan niets te maken hebben met het Higgsveld, omdat het Higgsveld vermoedelijk de laagst mogelijke energie vertegenwoordigt die kan voorkomen in een vacuüm, en er daarom geen energie van het veld naar de deeltjes of omgekeerd kan lopen.

Blijft eigenlijk alleen over dat het omzetten van toegevoegde energie in kinetische energie een trillingsenergie is (beweging). Wanneer we kijken naar een foton, kan gesteld worden dat deze een maximale trillingsenergie bevat (de wetenschap stelt ook dat fotonen 100% kinetische energie hebben). Dit doet vermoeden dat we ook bij deeltjes met massa tegen een grens oplopen bij het verhogen van de trillingsenergie.

Experimenten in CERN doen vermoedend dat we bij het toevoegen van energie niet evenredig de snelheid van deeltjes met massa doen verhogen. Dit zou de indruk kunnen wekken dat de snelheid van het licht inderdaad de maximale snelheid is.

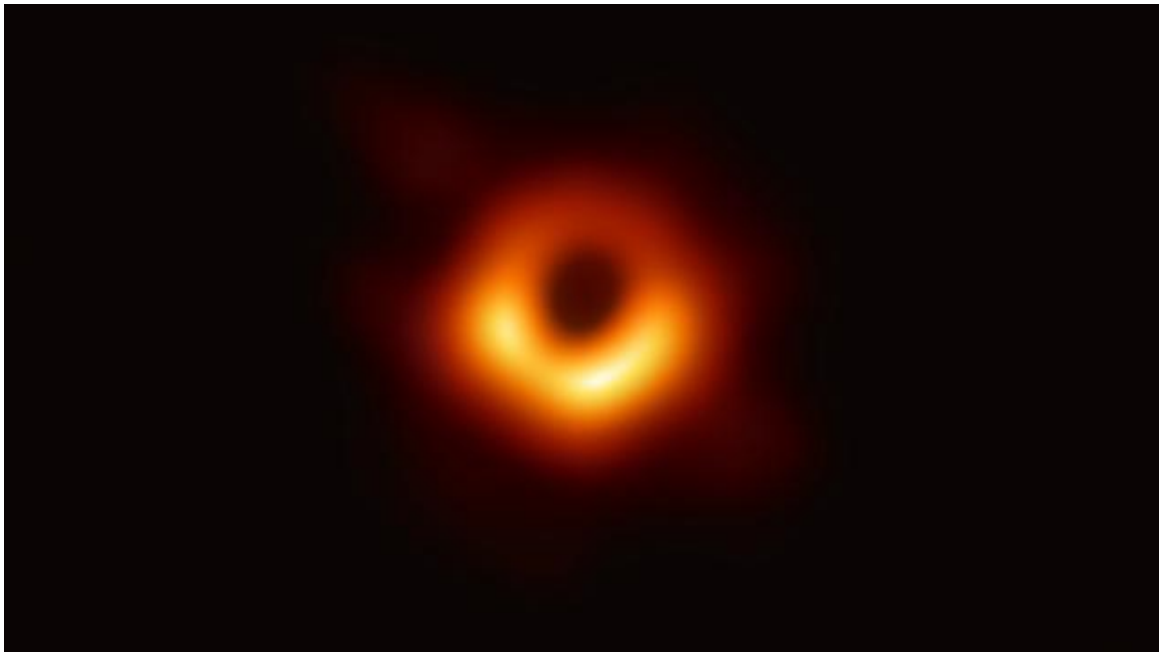
Samengevat: we weten het (nog) niet.

Hoofdstuk 7 Natuurwetten gelden ook in zwarte gaten

Een zwart gat is een gebied in het heelal met een extreem sterk zwaartekrachtsveld. Licht heeft een snelheid van 300.000 kilometer per seconde – zoals we nu aannemen de hoogst mogelijke snelheid in de natuur. Bij een zwart gat is zelfs die enorme snelheid onvoldoende om uit de greep van de zwaartekracht los te komen. Er kan dus geen licht uit een zwart gat ontsnappen.

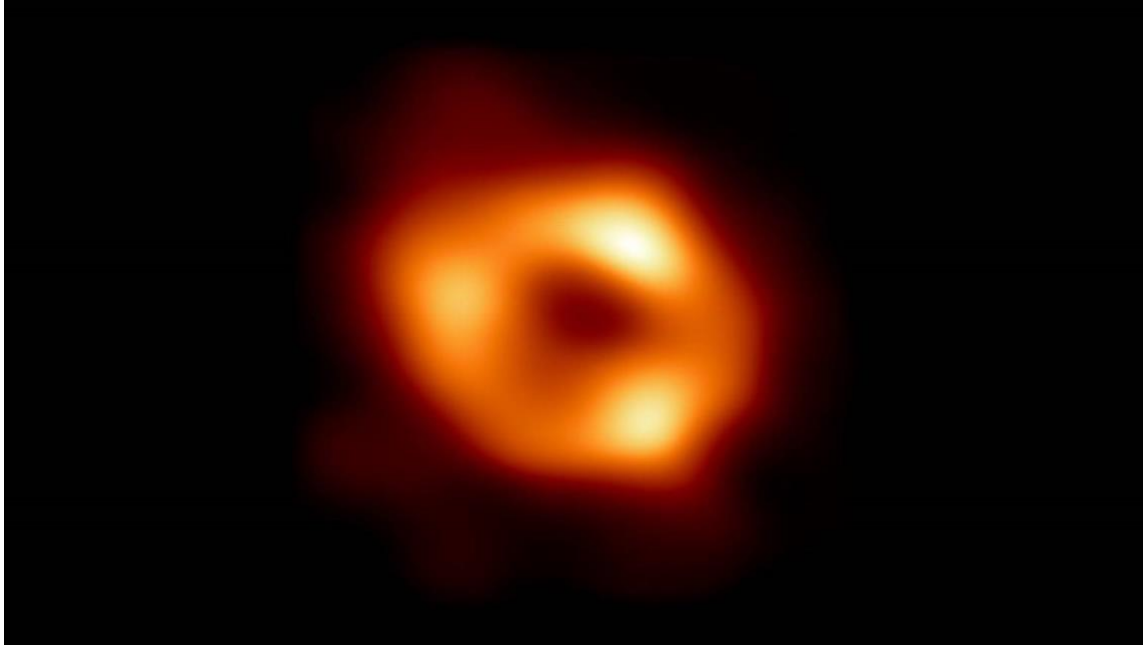
Zwarte gaten zijn dus per definitie onzichtbaar. Maar de invloed die ze op hun omgeving uitoefenen, is wél waarneembaar. Wanneer er gas naar binnen wordt gezogen, wordt dat door het sterke zwaartekrachtsveld enorm versneld en verhit. Nog voordat het gas voorgoed in het zwarte gat verdwijnt, zendt het daardoor energierijke röntgenstraling uit. Die kan geregistreerd worden door telescopen als de Event Horizon Telescope. Ook uit de beweging van naburige sterren en gaswolken is het bestaan van een zwart gat soms af te leiden.

Laat de natuur haar gang gaan, dan ontstaan zwarte gaten vanzelf. Er zijn twee soorten zwarte gaten. De 'stellaire' zwarte gaten zijn een paar keer zo zwaar als de zon, maar niet groter dan een paar kilometer. Ze ontstaan wanneer een zware ster aan het eind van zijn leven explodeert als supernova. De kern van de ster stort dan ineen tot een zwart gat. **Superzware zwarte gaten** zijn veel groter, en zijn een paar miljoen of zelfs een paar miljard keer zo zwaar als de zon. Ze houden zich schuil in het centrum van de meeste sterrenstelsels. De wetenschap gaat er vanuit dat ze een onvermijdelijk bijproduct van het ontstaan van sterrenstelsels zijn.



Eerste foto van een zwart gat gemaakt met behulp van de Event Horizon Telescope, het superzwaar zwart gat in het centrum van het sterrenstelsel Messier 87 (M87), gepubliceerd op 10 april 2019

Messier 87 is een enorm elliptisch sterrenstelsel, op 55 miljoen lichtjaar afstand, met een superzwaar zwart gat (M87) in het centrum, dat 6,5 miljard keer de massa van de zon heeft en een waarnemingshorizon heeft met een diameter van circa 18 miljard kilometer, oftewel 2 keer de diameter van ons zonnestelsel (buitenbaan Neptunus). Dit zwarte gat is wereldberoemd geworden door de eerste directe foto ervan, genomen door de Event Horizon Telescope op 10 april 2019.



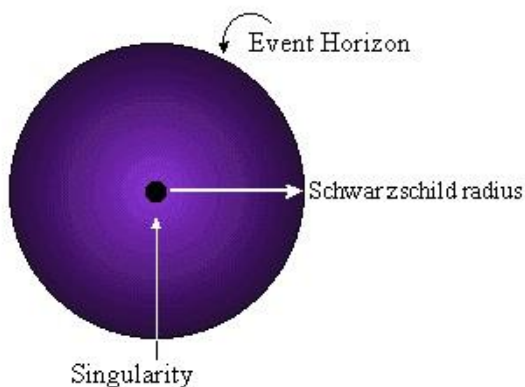
Twééde foto van een zwart gat gemaakt met behulp van de Event Horizon Telescope, het superzwaar zwart gat in het centrum van onze Melkweg Sagittarius A*, gepubliceerd op 12 mei 2022.

Sagittarius A* is het superzware zwarte gat in het centrum van onze Melkweg op ongeveer 26.000 lichtjaar, dat ruim 4 miljoen zonsmassa's heeft en een waarnemingshorizon heeft met een diameter van ongeveer 35 miljoen kilometer, wat 50 keer groter is dan de diameter van onze zon. Sagittarius A* is het tweede zwart gat waar ooit een foto van gemaakt is (door de Event Horizon Telescope op 12 mei 2022).

Er zijn vele triljoenen zwarte gaten (een triljoen is een 1 met achttien nullen). Vrijwel elk groot sterrenstelsel – inclusief ons eigen Melkwegstelsel – heeft een superzwaar zwart gat in zijn kern. Dat betekent dat er tientallen miljarden superzware zwarte gaten in het heelal zijn.

Stellare zwarte gaten zijn nog veel talrijker, gezien het aantal supernova-explosies. In het Melkwegstelsel komen er naar schatting al honderd miljoen voor, aldus berekeningen van de Amsterdamse hoogleraar Ed van den Heuvel. Het dichtstbijzijnde stellare zwarte gat is misschien maar vijftien lichtjaar van ons zonnestelsel vandaan. Ter vergelijking, de dichtstbijzijnde ster Proxima Centauri staat op een afstand van ongeveer 4,24 lichtjaar.

Wat er in het binnenste van een zwart gat zit weten we niet (informatie vanuit de eenrichtings-waarnemingshorizon krijgen we niet). Volgens de algemene relativiteitstheorie van Einstein moet zich in het binnenste van een zwart gat een 'singulariteit' bevinden.



De **Schwarzschildstraal** markeert de **waarnemingshorizon**, het punt waar de snelheid van het licht niet groot genoeg is om aan de zwaartekracht van het zwart gat te kunnen ontsnappen. Hoewel de zwaartekracht ter plaatse van de waarnemingshorizon hier extreem sterk is en er sprake is van een oneindige tijdsdilatactie voor een waarnemer van ver weg, is de kromming van de ruimtetijd op de waarnemingshorizon zelf eindig en goed gedefinieerd op dit punt. De oneindige kromming van de ruimtetijd vindt alleen plaats in de **singulariteit** in het centrum van het zwart gat. Dit is een punt waar alle massa is samengeperst tot een oneindig klein volume met een oneindige dichtheid.

De speciale relativiteitstheorie geeft aan dat er op de grens van een waarnemingshorizon sprake is van een oneindige tijdsdilatactie en dat de tijd op en achter de waarnemingshorizon dus stil staat. De algemene relativiteitstheorie geeft aan dat de kromming van de ruimtetijd (zwaartekracht) oneindig wordt in de singulariteit in het centrum van een zwart gat.

We zien dat het zwart gat M87 een waarnemingshorizon heeft met een diameter van circa 18 miljard kilometer (oftewel twee keer de diameter van ons zonnestelsel) en daar sprake is van een oneindige tijdsdilatactie. De massa is samengeperst tot een punt met oneindig klein volume en oneindige dichtheid (waar de ruimtetijd zelf oneindig wordt). In een gebied met een diameter van twee keer ons zonnestelsel zou de tijd stil staan. Het is dan ook niet zo'n vreemde gedachte dat het in de theoretische natuurkunde een breed gedragen idee is dat tijd op fundamenteel niveau mogelijk niet bestaat. Maar deze gedachte betekent ook dat ruimtetijd op fundamenteel niveau mogelijk niet bestaat.

Ondanks dat de speciale relativiteitstheorie aangeeft dat de tijd volgens de waarnemer in het stationaire referentiekader op de grens van een waarnemingshorizon stil staat, gaat de algemene relativiteitstheorie ervan uit dat de ruimtetijd pas in het centrum van een zwart gat in het oneindige uitloopt en dat de massa oneindig wordt samengeperst in een singulariteit. Concreet zou de massa van het zwart gat in het centrum van M87 zich dus in punt van oneindig klein volume met een oneindig grote dichtheid moeten bevinden.

Een singulariteit met een massa van 6,4 miljard maal die onze zon, achter een waarnemingshorizon twee keer groter dan ons zonnestelsel, waar de natuurwetten volgens de speciale relativiteitstheorie niet meer zouden gelden. En dat alleen omdat we het mislukte experiment van Michelson en Morley hebben verklaard met lengtecontractie en relatieve tijd met een bijbehorende relativistische formule!

Wanneer we het experiment van Michelson en Morley kunnen verklaren met een constante lichtsnelheid binnen het Higgsveld en we zwaartekracht moeten zien als een gekromd energieveld, is het heel goed mogelijk dat er in een zwart gat géén singulariteit bevindt, maar wel degelijk een extreem samengeperste ster zit, een **quarkster**.

Wanneer een zwaartekrachtveld dusdanig groot wordt dat ook een neutronenster in elkaar klapt, ontstaat een quarkster. Een quarkster is een ster die bestaat uit quarks. Doordat het zwaartekrachtveld zo groot is, wordt de tegendruk die veroorzaakt wordt door het uitsluitingsprincipe van Pauli onvoldoende en kunnen neutronen niet meer afzonderlijk bestaan zoals in een neutronenster.

Op 10 april 2019 is de eerste foto van het zwart gat in het centrum van het sterrenstelsel M87 gepubliceerd. Deze eerste foto van het zwart gat M87 laat een waarnemingshorizon zien met een diameter van circa 18 miljard kilometer (twee keer groter dan de diameter van ons zonnestelsel), waar achter de waarnemingshorizon de tijd volgens de speciale relativiteitstheorie stil staat en waar de massa van circa 6,5 miljard keer die van onze zon opgesloten zit in een punt van oneindige dichtheid en nul volume.

Probleem is dat er in een gebied met een stilstaande tijd géén informatie vanuit het middelpunt (de singulariteit) richting de waarnemingshorizon kán, om door te geven hoe groot deze waarnemingshorizon moet zijn. Na de eerste foto zou nog sprake kunnen zijn van toeval dat de afmeting van de waarnemingshorizon zo groot is en afgestemd is op de massa in het zwart gat.

Op 12 mei 2022 is van het zwart gat in het centrum van ons melkwegstelsel een tweede foto gepubliceerd. Deze tweede foto van het zwart gat Sagittarius A* laat een waarnemingshorizon zien met een diameter van circa 35 miljoen kilometer (50 keer groter dan de diameter van onze zon), waar achter de waarnemingshorizon de tijd volgens de speciale relativiteitstheorie stil staat en waar de massa van ruim 4 miljoen keer die van onze zon opgesloten zit in een punt van oneindige dichtheid en nul volume. Na deze tweede foto kán er geen sprake meer zijn van toeval dat de afmeting van de waarnemingshorizon correspondeert met de massa in de singulariteit in het midden van het zwart gat.

Het is dan ook onomstotelijk bewezen dat er informatie vanuit het middelpunt (de singulariteit) richting de waarnemingshorizon doorgegeven wordt omtrent hoe groot deze waarnemingshorizon moet zijn, via een gebied waar de tijd volgens de speciale relativiteitstheorie stil staat en dus geen informatie doorgegeven kán worden.

Daarmee is onomstotelijk bewezen dat Einsteins speciale relativiteitstheorie daar faalt en vervangen moet worden door een andere oplossing van het experiment van Michelson en Morley (een andere oplossing die we al in hoofdstuk 6 hebben gezien).

Met de foto's van de twee zwarte gaten in het centrum van het sterrenstelsel M87 en in het centrum van ons eigen melkwegstelsel is een direct bewijs geleverd dat singulariteiten niet bestaan.

Daarmee is duidelijk dat zwarte gaten geen singulariteit bevatten en ruimtetijd niet bestaat en dat natuurwetten dus ook in zwarte gaten gelden.

Een zwart gat is dan ook niets anders dan elke andere ster met een dusdanige hoeveelheid aan massa, dat op de grens van haar waarnemingshorizon de veldsterkte van het zwaartekrachtsveld dusdanig groot is dat elektromagnetische straling hier niet meer uit kan ontsnappen

De speciale relativiteitstheorie gaat ervan uit dat de snelheid van deeltjes zonder massa (fotonen) onafhankelijk is van de snelheid van het uitzendende lichaam (deeltjes met massa). Dit uitgangspunt is juist. Om dit echter te kunnen verklaren worden in de speciale relativiteitstheorie de snelheden van deeltjes met massa en de deeltjes zonder massa bij elkaar opgeteld met als uitkomst dat met behulp van een relativistische formule de gezamenlijke snelheid nooit groter is dan de snelheid van deeltjes zonder massa. Het uitgangspunt van de speciale relativiteitstheorie om de snelheid van massa te vergelijken met de snelheid van massaloze deeltjes is echter fundamenteel onjuist.

Dat de snelheid van deeltjes zonder massa onafhankelijk is van de snelheid van het uitzendende lichaam komt omdat fotonen niet gehinderd worden door de higgsbosonen. Daarom is het ook volkomen logisch dat elektromagnetische straling een natuurconstante is, zoals Maxwell al aangaf. Aangezien elektromagnetische straling een natuurconstante is binnen het Higgsveld, is ze ook niet afhankelijk van de bewegingstoestand van deeltjes met massa (oftewel ook niet afhankelijk van de bewegingstoestand van het uitzendende lichaam).

Dit heeft met name gevolgen bij zwart gaten.

Wanneer een zwaartekrachtsveld dusdanig groot wordt dat ook een neutronenster in elkaar klapt, ontstaat een quarkster. Een quarkster is een ster die bestaat uit quarks. Doordat het zwaartekrachtsveld zo groot is, wordt dat de tegendruk die veroorzaakt wordt door het uitsluitingsprincipe van Pauli onvoldoende en kunnen neutronen niet meer afzonderlijk bestaan zoals in een neutronenster. In het binnenste van een zwart gat bevindt zich een dergelijke quarkster.

In de Higgsveld equivalentietheorie is het centrum van een zwart gat geen wiskundige singulariteit (oneindig punt), maar een materiële plasmabol van Quark-Gluonplasma (QGP). Dit is volgens de kwantumtheorie de meest compacte staat van materie. Omdat het centrum van een zwart gat een materiële plasmabol is, gaat informatie nooit verloren. Het ondergaat slechts een faseovergang (vergelijkbaar met ijs dat water wordt) bij het betreden van de QGP-fase, het blijft behouden binnen de materiële structuur van de bol, wat de informatie paradox elimineert.

De algemene relativiteitstheorie blijkt niet te werken in gevallen van bijna onmetelijke energie, zoals bij zwarte gaten. Door niet te vervallen in een wiskundige oneindigheid (singulariteit), maar de algemene relativiteitstheorie af te ronden met een materiële plasmabol van Quark-Gluonplasma (QGP) zien we dat de algemene relativiteitstheorie wel de juiste structuur weergeeft, maar nog niet het juiste verhaal verteld. Het juiste verhaal is een gekromd energieveld (zwaartekrachtsveld) in plaats van een gekromde ruimtetijd.

LIGO deed op 14 september 2015 de allereerste directe waarneming van zwaartekrachtgolven, afkomstig van twee botsende zwarte gaten. Omdat een Quark-Gluonplasma een vloeistof is, gedraagt het zwarte gat zich als een perfecte vloeistof met een extreem lage viscositeit (stroperigheid). Dit verklaart waarom de trillingen die LIGO meet zo 'zuiver' zijn. Het plasma dempt de trillingen bijna onmiddellijk, precies zoals we zien in de data. LIGO heeft daarmee onomstotelijk vastgesteld dat in het hart van zwarte gaten een Quark-Gluonplasma Ster aanwezig is en geen singulariteit. En daarmee ook dat zwaartekracht géén gekromde ruimtetijd is, maar een gekromd energieveld.

Uit publicatie van de Radboud Universiteit van 17 september 2025 blijkt dat waarnemingen van de **Event Horizon Telescope** over meerdere jaren veranderende polarisatiepatronen laten zien bij het superzwaar zwart gat M87 (zie bijlage 5). Veranderende polarisatiepatronen passen totaal niet bij een singulariteit. Opnieuw onomstotelijk bewijs dat zich in het binnenste van een zwart gat een Quark-Gluonplasma Ster bevindt.

Hoofdstuk 8 Een oerknal zonder inflatie

De huidige natuurwetenschap heeft een goed beeld van de wijze waarop de oerknal heeft plaatsgevonden en hoe het heelal zich heeft kunnen ontwikkelen. Klein probleem is dat aan het eind we blijven zitten met delen van het heelal waar de natuurwetten niet gelden (zwarte gaten). Om dit probleem op te lossen moeten we opnieuw kijken naar de wijze waarop de oerknal heeft plaatsgevonden.

Huidige natuurwetenschappers geven aan dat de oerknal ongeveer 13,8 miljard jaar geleden begon vanuit een oneindig heet en oneindig dicht punt. Onmiddellijk na het begin, in een periode van exponentiele expansie (inflatie), werd ruimte en tijd gecreëerd. Beter bekend als het inflatiemodel, het in 1981 door de Amerikaanse natuurkundige Alan Guth geïntroduceerd model, die stelt dat het heelal in de eerste fractie van een seconde na de oerknal een extreem snelle, exponentiële uitdijning onderging. In dit model, waarbij inflatie plaatsvond tussen ongeveer 10^{-36} en 10^{-32} seconden na de oerknal, dijde het heelal in die fractie van een seconde meer uit dan in de miljarden jaren daarna, waardoor een microscopisch klein gebied uitgroeide tot astronomische proporties. Dit proces werd volgens Guth aangedreven door **een nog niet bewezen energieveld, het inflatonveld (of "valse vacuüm")**, dat een afstotende zwaartekracht uit zou oefenen.

Na (of al tijdens) de oerknal was het heelal gevuld met een heet plasma van elementaire deeltjes, zoals quarks en gluonen (een Quark-Gluon Plasma). Tussen ongeveer 10^{-16} en 10^{-4} seconden ontstonden elektronen als elementaire deeltjes (leptonen). In deze extreem hete fase werden elektronen en hun antideeltjes (positronen) voortdurend gevormd en vernietigd. Binnen een seconde combineerden de quarks zich tot protonen en neutronen, de bouwstenen van atomen. Na ongeveer 1 seconde was het heelal zover afgekoeld dat de meeste positronen en elektronen elkaar annihilieerden, waarbij een klein overschot aan elektronen overbleef waarmee de huidige materie in het universum is gevormd. Hoewel de elektronen zelf al bestonden, duurde het tot ongeveer 380.000 jaar na de oerknal voordat ze werden 'gevangen' door atoomkernen. Tijdens dit proces, bekend als recombinitie, vormden ze voor het eerst stabiele, neutrale atomen (zoals waterstof en helium). Hierdoor werd het heelal 'doorschijnend' en kwam kosmische microgolfachtergrondstraling (CMB) vrij.

Zwaartekracht trok dichtere gebieden van het vroege heelal samen, waardoor ongeveer 300 miljoen jaar na de oerknal het gas heet genoeg werd om te fuseren en de eerste sterren ontstonden, gevolgd door de vorming van sterrenstelsels, bouwstenen van het heelal dat we nu kennen. Deze eerste sterren bestonden voornamelijk uit waterstof en helium, met vrijwel geen zwaardere elementen. Met de kosmische dageraad trok ook de kosmische mist op, waardoor alle licht uiteindelijk ongehinderd kon reizen. Deze vroege sterren waren enorm groot en leefden kortstondig. Ze waren de 'bouwstenen' voor de eerste sterrenstelsels en produceerden de eerste zwaardere elementen toen ze explodeerden.

Natuurkundigen hebben echter nog geen antwoord op de vraag 'waarom het kosmologisch principe' en de vraag waarom alle sterrenstelsels nog steeds op dezelfde plaats staan als bij de oerknal en alleen de tussenruimte groeit (waar natuurkundigen wel van overtuigd zijn dat dat zo is).

13,7997 miljard jaar na de oerknal (oftewel 300.000 jaar geleden) ontstond de eerste mens op aarde. In 1687 bedacht Newton het idee van zwaartekracht. 228 jaar later bedacht Einstein dat zwaartekracht een gekromde ruimtetijd moest zijn en voorspelde hij het bestaan van zwarte gaten. De term 'zwart gat' werd pas in 1967 door John Wheeler bedacht, die het concept verder uitwerkte, samen met Stephen Hawking. Het bestaan van deze zwarte gaten, net als bij de oerknal samengebond in een singulariteit, werd in 2019 aangetoond met de eerste foto van het zwarte gat in het sterrenstelsel Messier 87.

Met de ontdekking van het higgsboson in 2012 ontstaat de mogelijkheid een nieuw perspectief op de oerknal te ontwikkelen, maar ook een nieuw perspectief op wat zwaartekracht is. Waar natuurkundigen zich met betrekking tot de rol van het Higgsveld beperken tot het perspectief dat de interactie tussen higgsbosonen en fermionen deeltjes met massa opleveren, is de rol van het Higgsveld in werkelijkheid vele malen groter.

Natuurkundigen geven aan dat het heelal gevuld is met dit Higgsveld. Het heelal is echter niet gevuld met het Higgsveld, het heelal wordt juist gevormd door het Higgsveld. Het Higgsveld en het heelal zijn logisch equivalent, oftewel $\text{Higgsveld} \equiv \text{heelal}$.

Natuurkundigen geven aan dat het Higgsveld een scalair veld is en vermoedelijk de laagst mogelijke energie vertegenwoordigt die kan voorkomen in een vacuüm, waardoor er geen energie van het veld naar de deeltjes of omgekeerd kan lopen. Wat natuurkundigen laten liggen is het feit dat een scalair veld wel degelijk een onderling afstotende werking kan hebben (een scalair veld wordt beschreven door een functie die de waarde ervan op elke locatie in de ruimte en tijd weergeeft). Dat betekent dat het Higgsveld met een aan zekerheid grenzende waarschijnlijkheid de lang gezochte donkere energie is.

Natuurkundigen gaan er vanuit dat het Higgsveld onderdeel is van de ruimtetijd, dat sinds de algemene relativiteitstheorie, in gevallen van gekromde ruimtetijd, zwaartekracht oplevert. Als tijd niet bestaat, kan ruimtetijd niet bestaan en kan zwaartekracht ook niet bestaan.

Met bovenstaande in gedachten kan een nieuw perspectief op de oerknal worden beschreven.

Waar in het inflatiemodel van Alan Guth de oerknal begon vanuit een oneindig heet en oneindig dicht punt, begon de oerknal in werkelijkheid vanuit een Quark-Gluon Plasma met een temperatuur van zo'n 4.000 miljard graden Celsius vanuit een 'bol' met een zekere afmeting, waarin zich alle energie van het heelal bevond. Of deze 'bol' door een voorgaande Big Crunch is gevormd of niet, weten we niet, maar de mogelijkheid bestaat.

Iets gaf aanleiding tot de oerknal. De meest simpele verklaring is dat dit het gevolg is van een Big Crunch, waarin het heelal onder invloed van zwaartekracht weer samenklapt tot één extreem heet, dicht punt, gevolgd door een Big Bounce (in een 'repeterende' cyclus).

In deze overgang tussen Big Crunch en Big Bounce moest er vermoedelijk zoveel energie afgevoerd worden, dat deze niet vanuit slechts één punt kon plaatsvinden, maar dat de afvoer van energie (thermodynamische dissipatie) op een véél efficiëntere en véél grotere wijze kon plaatsvinden, door dit vanuit véél meer (alle) punten te laten plaatsvinden. Dus géén explosie vanuit één punt, maar gelijktijdig vanuit alle punten in bovengenoemde Quark-Gluon Plasma 'bol'.

Hoewel wij mensen ons dit niet kunnen verbeelden, kan dit alleen door deze Quark-Gluon Plasma 'bol' ruimtelijk vierdimensionaal te laten exploderen. Een ruimtelijk vierdimensionale 'bol' waarbij elk punt in deze 'bol' het middelpunt van deze 'bol' vormt en de **explosie vanuit elk middelpunt in deze 'bol' plaatsvindt in samenhang met een onderling afstotende werking van het Higgsveld**. Mogelijk dat deze 'bol' al vanuit een voorgaande Big Crunch ruimtelijk vierdimensionaal was, maar dat terzijde.

Dit model lost ook de vraag op waarom alle sterrenstelsels nog steeds op dezelfde plaats staan als bij de oerknal (en alleen de tussenruimte groeit) en geeft een verklaring voor het kosmologisch principe. Ook in dit model is het heelal 'vlak' en nemen we dit ook als dusdanig (drie dimensionaal) waar omdat het heelal zo ontzettend groot is. Net als een grote driedimensionaal opgeblazen ballen voor tweedimensionale Flatlanders als 'vlak' ervaren wordt.

Het kosmologisch principe stelt dat het heelal (Higgsveld) wanneer je op een voldoende grote schaal kijkt (groter dan 300 miljoen lichtjaar) overal hetzelfde is (isotroop en homogeen). Dit houdt in dat het heelal (Higgsveld) géén middelpunt, maar ook géén buitenrand heeft. Eigenlijk beschrijft het kosmologisch principe al een ruimtelijk vierdimensionaal heelal, een heelal waarin er géén 'buiten het heelal' bestaat. Het kosmologisch principe vormt de basis voor de Friedmann-vergelijkingen, die worden gebruikt om de expansie van het heelal te beschrijven binnen de algemene relativiteitstheorie. Bewijs voor dit principe komt van de kosmische microgolfachtergrondstraling (CMB), die vanuit alle richtingen met bijna exact dezelfde temperatuur de aarde bereikt.

Omdat een gekromde ruimtetijd (dat als zwaartekracht fungeert volgens de algemene relativiteitstheorie) niet bestaat, zou de gedachte kunnen ontstaan dat zwaartekracht een gekromd Higgsveld is. Dat is echter niet juist. Omdat het Higgsveld vermoedelijk de laagst mogelijke energie vertegenwoordigt die kan voorkomen in een vacuüm, kan er geen energie van het veld naar een ander veld (zoals het zwaartekrachtsveld) lopen. We weten dat met het in 2012 ontdekte higgsboson (Higgsveld) de interactie tussen higgsbosonen en fermionen (deeltjes met halve spin) deeltjes met massa opleveren. We weten dat het Higgsveld zelf niets te maken heeft met zwaartekracht. Het kan dan ook niet anders dan dat met het ontstaan van massa (tijdens bovengenoemde interactie) alle deeltjes met massa gezamenlijk een energieveld creëren dat we zwaartekrachtsveld noemen. Een lokaal gekromd energieveld in de vorm van een zwaartekrachtsveld met zwaartekracht overbrengende deeltjes in de vorm van – nog niet aangetoonde – gravitonen. Zwaartekracht kan dan ook niets anders zijn dan een energetisch (gravitationeel) potentiaalverschil met een toenemende veldsterkte van het zwaartekrachtsveld richting massa.

De cirkel is rond, waarbij we meer vraagstukken van huidige natuurkundigen kunnen beantwoorden dan met de huidige theorieën en we zelfs een nieuwe zwaartekrachtstheorie hebben gevonden. Blijft de vraag waar al die energie vandaan komt die met de oerknal is verspreid.

Hoofdstuk 9 Thermodynamische dissipatie

In dit hoofdstuk zien we dat thermodynamische dissipatie (de afvoer van warmte/energie) vermoedelijk verantwoordelijk is geweest voor het ontstaan van het heelal, de ontwikkeling van elementaire deeltjes en natuurkrachten en van het leven zelf.

Ontwikkeling heelal

In 2011 heeft een Australisch observatorium onderzoek gedaan naar de roodverschuiving van 200.000 sterrenstelsels tot een afstand van 6 miljard lichtjaar. Hiermee kon van deze stelsels nauwkeurig afstand en snelheid werden bepaald. Deze gegevens bevestigen de geobserveerde versnelde expansie sinds 5 miljard jaar geleden, aldus de sterrenwacht Corona Borealis, zie het boek 'In Einsteins achtertuin' van Amanda Geffer¹². Hoe verder weg het sterrenstelsel, des te sneller lijkt hij van ons vandaan te vliegen.

Ver weg gelegen sterrenstelsels bewegen zich niet met steeds grotere snelheid van ons vandaan. Het is alleen de tussenruimte die groeit, waardoor het lijkt of deze ver weg gelegen sterrenstelsel met steeds grotere snelheid zich van ons vandaan bewegen. Feitelijk blijven (op astronomisch grote schaal bezien) alle sterrenstelsels al sinds de oerknal op dezelfde plaats in het heelal staan. Ook astronomen hebben de overtuiging dat deze roodverschuiving een gevolg is van het uitdijen van het heelal.

De huidige natuurwetenschap gaat er vanuit dat de natuur bij de oerknal haar energie vanuit één punt los heeft gelaten (het middelpunt van de oerknal), zoiets als bij een explosie die vanuit één punt plaatsvindt. Wanneer we zien dat het heelal ruimtelijk vierdimensionaal is en dus elk punt in dit ruimtelijk vierdimensionaal heelal het middelpunt van het heelal is, zien we dat bij de oerknal de afvoer van energie (thermodynamische dissipatie) op een véél efficiëntere en véél grotere wijze kon plaatsvinden, doordat dit vanuit véél meer punten kon plaatsvinden.

Vermoedelijk is het dan ook zo dat het heelal bij de oerknal ruimtelijk vierdimensionaal geworden is doordat de afvoer van energie véél te groot was om dit slechts vanuit één punt los kunnen te laten en de natuur dan ook niets anders kon doen dan ruimtelijk vierdimensionaal te worden. Bijkomend effect van de oerknal is ook dat heelal géén buitenkant kent. Er bestaat dan ook geen 'buiten het heelal'.

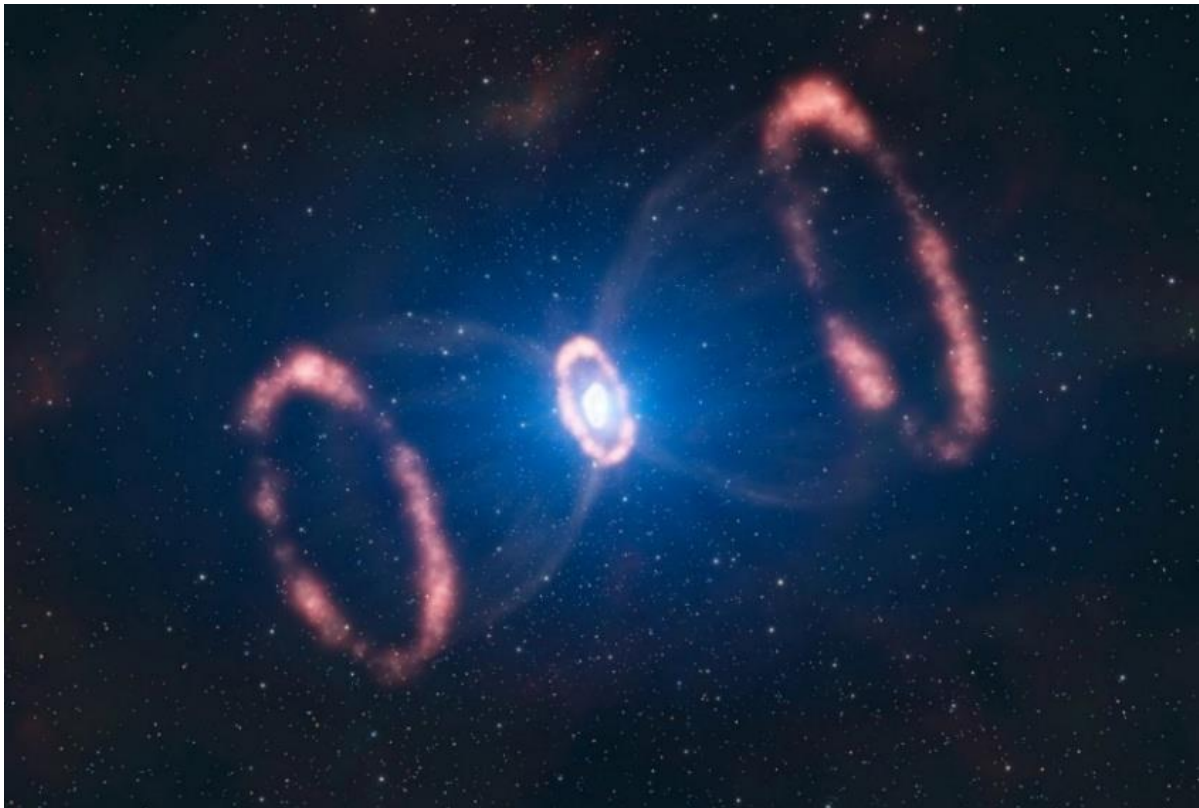
Doordat het heelal zo 'onmetelijk' groot is, lijkt het heelal driedimensionaal te zijn. Door de vierdimensionale oerknal staat ook elk punt in het heelal nog steeds op hetzelfde punt van het heelal als tijdens de oerknal (waar de natuurwetenschap al wél van uitgaat). Daarmee is een plausible verklaring voor de in 1965 gevonden kosmische achtergrondstraling gevonden.

Het is dus niet zo dat de kosmische inflatie van Alan Guth het heelal explosief laat groeien vanuit één punt na de oerknal. De oerknal laat het energieveld vanaf het begin vanuit elk middelpunt explosief groeien (elk punt in het vierdimensionaal energieveld is het centrum van het heelal). Elk sterrenstelsel blijft dus al vanaf de oerknal (in grote lijnen) op het zelfde punt staan (staat dus stil). Het zijn dus niet de sterrenstelsels die van ons vandaan 'vliegen'. Het is de tussenruimte tussen deze sterrenstelsels die steeds groter wordt.

¹² Geffer, A.: "In Einsteins Achtertuin", Maven Publishing, 2014.

Thermodynamische dissipatie van héél veel energie is dus vermoedelijk verantwoordelijk voor het ontstaan van een vierdimensionaal Higgsveld of heelal, tijdens de oerknal.

Om te kunnen verklaren waarom de oerknal aan het kosmologisch principe voldoet kunnen we de vormgeving van de oerknal vergelijken met de vormgeving van een supernova. Een foto van de oerknal hebben we niet. We zien alleen de kosmische achtergrondstraling als bewijs van haar gebeurtenis. We hebben natuurlijk wel foto's van supernova's. Eén van deze explosies was de 24 februari 1987 in de Grote Magelhaense Wolk waargenomen supernova SN 1987 A.



Artist-impression van de restanten van de supernova SN 1987 A

Op deze afbeelding is duidelijk te zien dat een supernova niet isotroop en homogeen is. Waarom is het heelal (Higgsveld) wel isotroop en homogeen (en voldoet daarmee aan het kosmologisch principe) en is een supernova dat niet (zie bovenstaande artist impression)?

Waar het om draait, is de vraag of er vóór de oerknal een oneindig heelal was of dat er echt totaal 'niets' was.

Het verschil in vorm tussen oerknal en supernova kan maar één verklaring hebben. Een supernova explodeert in een bestaande ruimte. Bij de oerknal had de concentratie van Quark-Gluon plasma géén bestaande ruimte om in te exploderen. Buiten de concentratie van Quark-Gluon plasma bestond er geen ruimte. Er was géén totaal lege ruimte die zich tot in het oneindige uitstreckte, er was buiten de Quark-Gluon plasma 'echt helemaal niets'.

Zou de oerknal zich in een bestaand oneindig heelal hebben ontwikkeld is er géén enkele aanleiding te veronderstellen dat hij zich anders ontwikkeld zou hebben dan een supernova (een explosie vanuit één punt). Alleen is de oerknal natuurlijk wel veel groter. Toch voldoet het vierdimensionaal heelal als gevolg van de oerknal aan het kosmologisch principe.

Wanneer er echt helemaal niets was buiten de concentratie van Quark-Gluon plasma, betekent het, dat deze zich in een gekromde toestand moest bevinden om zich in een 'echt helemaal niets' te kunnen bevinden; een 'iets in het niets'.

Een onbegrensd vierdimensionaal heelal (het heeft géén rand) dat voldoet aan het kosmologisch principe kan alleen bestaan als de oerknal in een gekromde toestand heeft plaatsgevonden. Gekromd betekent dat 'elk' punt in het heelal als middelpunt van het heelal uitdijt. Vanuit welk punt je ook vertrekt in het heelal, je komt er op den duur altijd weer vanuit tegenovergestelde richting terug (als je als waarnemer de tijd zou hebben). Doordat het vierdimensionaal heelal zich ontwikkelde vanuit 'elk' punt in het heelal als middelpunt van het heelal, lijkt het alleen maar zo dat de sterren met een grotere snelheid dan het licht zich van elkaar verwijderen, in werkelijkheid is het alleen maar de tussenruimte die groeit. Overigens gaat ook de huidige wetenschap al uit van deze gedachte. Fundamenteel gaat het er om dat een 'iets' gekromd moet zijn om in het 'niets' te kunnen bestaan.

De neiging van de wetenschap om alles in wiskundige formules te vatten heeft ertoe geleid dat wij denken dat de natuur begrippen als 'oneindig' en 'niets' kent. Niets bestaat niet en kan dus ook géén entiteit zijn. Om zelfstandig te kunnen bestaan is een vierdimensionaal heelal onbegrensd en moet de oerknal wel vanuit elk punt in het heelal als middelpunt hebben plaatsgevonden.

Het kosmologisch principe geeft aan dat we niet uniek zijn in onze waarneming dat we in het midden van het vierdimensionaal heelal leven. Het ruimtelijk vierdimensionaal Higgsveld (of heelal) geeft aan dat de afvoer van hitte op een veel spectaculairdere wijze heeft plaatsgevonden vanuit élk punt als middelpunt van het heelal in plaats van een oerknal vanuit één middelpunt in combinatie met de afstotende werking van het Higgsveld.

Ontwikkeling elementaire deeltjes en natuurkrachten

Naast dat thermodynamische dissipatie verantwoordelijk is voor het ontstaan van een vierdimensionaal heelal en lokale zwaartekrachtvelden, kunnen we er van uit gaan dat thermodynamische dissipatie ook verantwoordelijk is geweest voor het ontstaan van nog eens zeven extra gekromde energievelden in de vorm van specifieke Calabi-Yau-krommingen, zoals beschreven in de Membraam-theorie van Ed Witten. De vergelijkingen van de M-theorie (de Membraam-theorie met de vijf achterliggende string-theorieën) bepalen de verschillende vormen die deze extra gekromde energievelden kunnen aannemen, beter bekend als Calabi-Yau-krommingen. Er zijn voorbeelden van specifieke Calabi-Yau-krommingen gevonden die aanleiding geven tot trilling patronen die in grote lijnen overeenstemmen met de drie families van elementaire deeltjes en hun massa's en de vier natuurkrachten met bijbehorende krachtdeeltjes en massa's. Daarmee is een verklaring van de eigenschappen van de bekende materie- en krachtdeeltjes verkregen. In de eerste momenten van het heelal zouden deze eigenschappen, die vandaag de dag alleen wiskundig toegankelijk zijn, ook werkelijk tot uiting zijn gekomen.

Ontwikkeling evolutie

In 2013 publiceerde Jeremy England zijn 'Thermodynamische dissipatietheorie voor de oorsprong van het leven'¹³. Deze theorie gaat er van uit dat in de natuur willekeurige groepen moleculen zichzelf kunnen organiseren om de warmte van de omgeving efficiënter te absorberen en af te voeren. De natuur zou in staat zijn moleculen dusdanig te rangschikken dat ze energie efficiënter verspreiden. Dit zou het mechanisme zijn die de evolutie aanstuurt.

¹³ England, J.L. (2013), "Statistical physics of self-replication", The Journal of Chemical Physics 139, 121923
<https://doi.org/10.1063/1.4818538>

Hoofdstuk 10 Een ruimtelijk vierdimensionaal heelal

Om enig idee te krijgen hoe een ruimtelijk vierdimensionaal heelal er uit ziet, zal ik in dit hoofdstuk daartoe een poging wagen.

Het was **Aleksandr Friedmann** (1888 – 1925) die een eerste poging deed om te laten zien hoe een driedimensionaal gekromd heelal er uit zou kunnen zien. Hij nam een ballon in gedachten met daarop verspreid op het oppervlakte van de ballon allerlei melkwegstelsels, zie onderstaande afbeelding. Hij tekende ons driedimensionale gekromd heelal als een tweedimensionale wereld, zoals Flatland van Edwin A. Abbott, op de oppervlakte van de ballon en gaf aan dat de kromming van het heelal was als de kromming van de ballon.

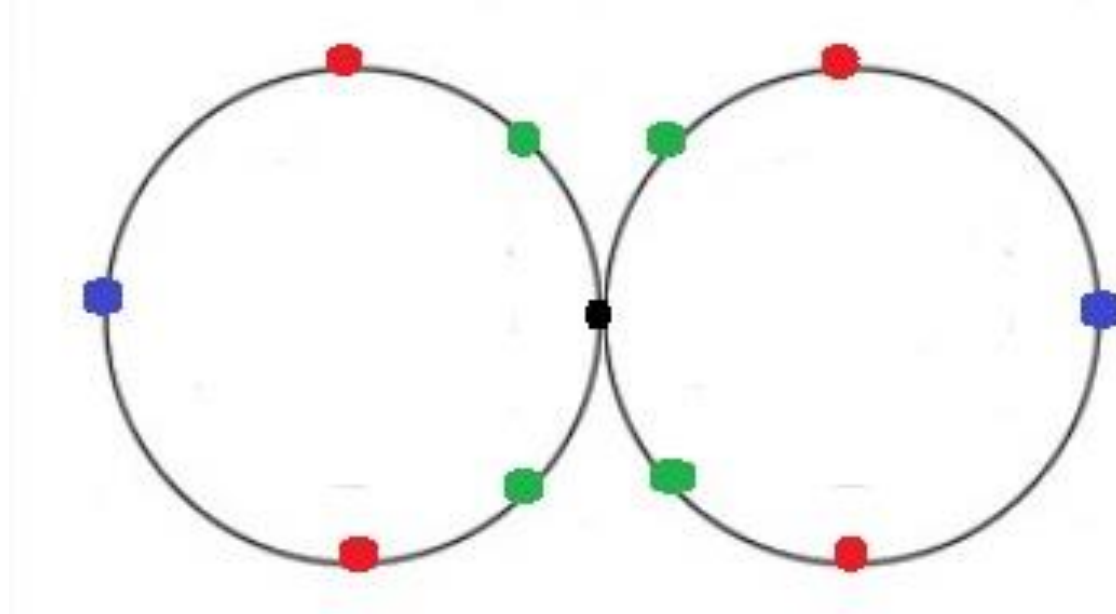
Gevolg was dat we ons vanaf dat moment konden voorstellen dat elk punt van het heelal als middelpunt van het heelal gezien kan worden. Door een lijn van ons melkwegstelsel over de ballon te trekken komen we op zeker moment weer terug in ons melkwegstelsel. Door vanuit ons melkwegstelsel niet één lijn te trekken, maar in alle richtingen lijnen te trekken, komen we langs alle sterrenstelsels in het heelal (onthoudt dat Friedmann dit voor een tweedimensionaal heelal deed). Het uitdijen of inkrimpen van dit heelal vindt plaats door het 'opblazen' of 'lucht uitlaten' van de ballon. Een op zich perfect model, helaas niet geschikt om een werkelijk ruimtelijk vierdimensionaal heelal te beschrijven.



Het model van het heelal van Aleksandr Friedmann

Om een werkelijk ruimtelijk vierdimensionaal heelal voor te stellen moeten we een gedachtenexperiment doen.

Neem in gedachten twee cirkels die samen een 'acht' vormen. Waar de twee cirkels elkaar raken is ons melkwegstelsel gesitueerd op de zwarte stip. Dit is het punt waar ons melkwegstelsel zich bevond op het moment van de oerknal, maar ook op het moment waar het zich nu nog steeds bevindt (13,8 miljard jaar later). Bovendien laat de lage quadrupool zien dat het heelal bijna exact de grootte heeft van ons waarneembaar heelal.



Het gehele heelal wordt vormgegeven door de acht in alle mogelijke richtingen te draaien. dus niet alleen 360° links en rechts, maar ook 360° naar boven en beneden, enz.). Hiermee bouwen we een 'figuur' op met alle aanwezige sterrenstelsels. Denkbeeldig ontstaat dan een bol, gevuld met alle sterrenstelsels in het heelal, waarbij ons melkwegstelsel (zwarte stip) in het midden staat en alle blauwe stippen de meest ver weg gelegen sterrenstelsels vertegenwoordigen. Deze sterrenstelsels vertegenwoordigen, net als alle andere sterrenstelsels, de sterrenstelsels vanaf het vroegste heelal. Het licht van de vroegste blauwe sterrenstelsel reist langs de lijn van de 'acht' richting ons melkwegstelsel en deed daar ruim 13 miljard jaar over.

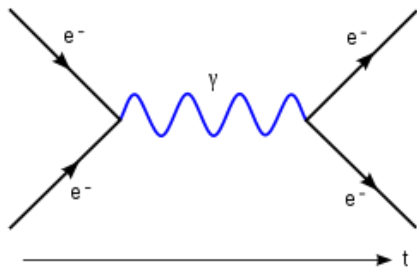
Nu gaan we in gedachten dit heelal ruimtelijk vierdimensionaal maken, waarbij elk melkwegstelsel in het midden van het heelal staat. We moeten ons voorstellen dat elk melkwegstelsel gelijktijdig op de zwarte stip van zijn eigen 'acht' staat. Dat kan alleen als het heelal werkelijk ruimtelijk vierdimensionaal gekromd is. Elke sterrenstelsel lijkt ten opzichte van andere sterrenstelsels zich dus te verplaatsen naar de zwarte stip via de lijnen van de cirkels. De cirkels behouden daarbij hun omvang (ze worden niet groter of kleiner), waardoor vanuit elk punt in het heelal het heelal 13,8 miljard lichtjaar groot lijkt. Het uitdijen of inkrimpen van dit heelal vindt plaats door het 'vergroten' of 'verkleinen' van de 'acht'.

Om nog enigszins voor te kunnen stellen hoe een werkelijk ruimtelijk vierdimensionaal heelal er uit ziet, is op de website www.higgsveld.com een bewegend tesseract te zien. Een tesseract is een vierdimensionale hyperkubus, opgebouwd met vier dimensies, alle hoeken tussen de lijnstukken zijn daarbij ten opzichte van elkaar altijd recht. Een leuke uitdaging om dit model in een kwantumcomputer vorm te geven.

Dat we ons heelal slechts 'driedimensionaal' zien, heeft te maken met het feit dat er heelal zo enorm groot is.

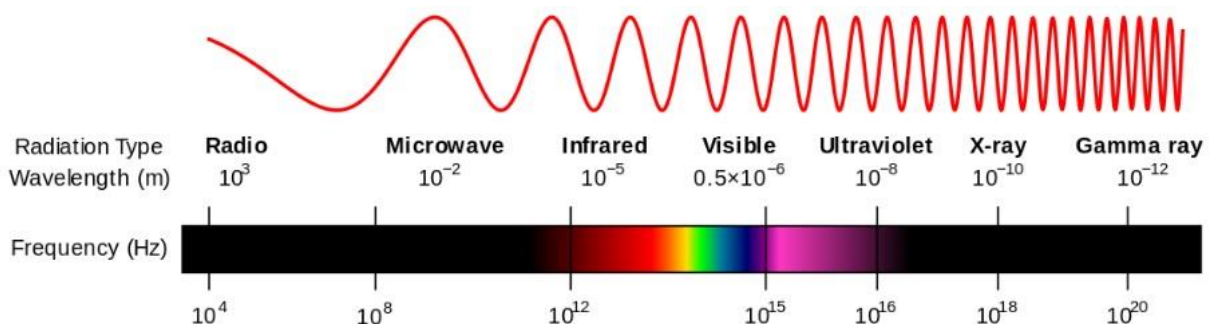
Bijlage 1 Elektromagnetische straling

Fotonen zijn een verschijningsvorm van elektromagnetische straling. Alle elektromagnetische golven (dus ook licht) bestaan uit fotonen en hebben in vacuüm een snelheid van 299.792.458 m/s (bijna 300.000 kilometer per seconde). Fotonen ontstaan uit de uitwisseling van twee elektronen (zie onderstaande afbeelding). Het foton is een ijkboson dat de elektromagnetische kracht draagt. Ijkbosonen worden beschreven door massaloze velden. Met het begrip veld beschrijft de natuurkunde een situatie waarin op de een of andere manier energie in de ruimte aanwezig is.



Afhankelijk van de gebruikte meetopstelling zal straling (een vorm van energie) zich voordoen als golven of als een stroom van massaloze deeltjes, de fotonen. De drie variabelen die elektromagnetische straling beschrijven, zijn de sterkte (ofwel amplitude), de kleur (ofwel frequentie of golflengte) en de polarisatie, ofwel de trillingsrichting, die altijd loodrecht op de voortplantingsrichting staat.

Het elektromagnetisch spectrum (zie onderstaande afbeelding) is de verzamelnaam voor alle mogelijke frequenties van de elektromagnetische straling. Het hele gebied van elektromagnetische straling loopt van de zeer lange (laag frequente) radiogolven, via infraroodstraling, zichtbaar licht, ultraviolette straling tot en met de zeer kortgolvlige (hoog frequente) röntgen- en gammastraling. Extremely Low Frequency (ELF) of radiogolven hebben een golflengte van 10.000 tot 100.000 km. Straling met de hoogste frequentie is kosmische straling afkomstig van de Zon (zonnwind), sterren (laag energetisch), supernova's en zwarte gaten (hoog energetisch) met golflengtes kleiner dan 0,01 picometer ($\text{pm} = 10^{-12}$ meter).



Het zichtbare spectrum is het gedeelte van het elektromagnetisch spectrum dat gezien kan worden door het menselijk oog. Het zichtbare spectrum heeft een golflengte tussen de 400 tot 750 nanometer ($\text{nm} = 10^{-9}$ meter). Dat komt neer op een frequentie van circa 400 tot 750 Terra Herz (THz). Elektromagnetische straling binnen dit spectrum wordt ook wel zichtbaar licht genoemd. In bovenstaande afbeelding weergegeven tussen de $0,40 \times 10^{-6}$ en de $0,75 \times 10^{-6}$. Rood licht heeft een golflengte van circa 685 nm. Blauw licht heeft met een golflengte van circa 485 nm een kortere golflengte dan rood licht.

<p>algemene relativiteitstheorie</p>	<p>De algemene relativiteitstheorie die in 1915 door Einstein werd gepubliceerd vervangt en verbetert de zwaartekrachtwet van Newton. De algemene relativiteitstheorie is een geometrische theorie (een theorie die zich bezighoudt met het bepalen van afmetingen, vormen, de relatieve positie van figuren en de eigenschappen van de ruimte), waarin wordt aangenomen dat zowel massa als energie de ruimtetijd doen krommen en dat deze kromming de beweging van vrije deeltjes, waaronder ook het licht, beïnvloedt. Omdat ruimtetijd géén entiteit is, kan het niet anders of ruimtetijd moet worden vervangen door 'zwaartekrachtveld'. Dit zwaartekrachtveld wordt veroorzaakt doordat higgsbosonen een interactie aangaan met fermionen en daarmee de drie generaties van materie creëert. Deze interactie met materiedeeltjes veroorzaakt een zwaartekrachtveld met zwaartekracht overbrengende deeltjes gravitonen. Een energetisch (gravitationeel) potentiaalverschil met een toenemende veldsterkte van het zwaartekrachtveld richting massa. De geometrische formule van de algemene relativiteitstheorie beschrijft op bijna perfecte wijze dit zwaartekrachtveld (met uitzondering van zwarte gaten en de oerknal).</p>
<p>Big Bounce</p>	<p>De Big Bounce is een kosmologisch model dat stelt dat het universum geen begin had met een eenmalige oerknal, maar een oneindige cyclus doorloopt van samentrekking (Big Crunch) en oerknal.</p>
<p>Big Crunch</p>	<p>De Big Crunch is een kosmologische theorie die stelt dat de huidige uitdijning van het heelal ooit zal stoppen door zwaartekracht. Het heelal trekt samen en stort ineen tot een extreem heet, dicht punt, wat mogelijk leidt tot een nieuwe oerknal.</p>
<p>donkere energie</p>	<p>Kosmologen gaan er vanuit dat het heelal bestaat uit 69% donkere energie, 26% donkere 'materie' en slechts 5% zichtbare 'materie'. In de <i>Higgsveld equivalentietheorie</i> is het Higgsveld een scalair veld en heeft het een fundamenteel intrinsieke afstotende werking. Het Higgsveld is dan ook de lang gezochte donkere energie (verreweg het grootste deel van de totale energie in het heelal), een constante expansiedruk van het Higgsveld. Omdat er geen energie van of naar het veld kan stromen, blijft deze afstotende kracht constant en drijft het de uitdijning van het heelal aan.</p>

elektromagnetische straling	<p>Het hele gebied van elektromagnetische golven (straling) loopt van de zeer lange (laag frequente) radiogolven, via infraroodstraling, zichtbaar licht, ultraviolette straling tot en met de zeer kortgolfige (hoog frequente) röntgen- en gammastraling. Alle soorten elektromagnetische straling (en dus ook zichtbaar licht) hebben in het vacuüm een snelheid van 299.792.458 m/s (bijna 300.000 kilometer per seconde). Volgens één van Maxwells vergelijkingen wordt de snelheid van lichtgolven in vacuüm bepaald door het omgekeerde van de wortel uit vermenigvuldiging van elektrisch permittiviteit van vacuüm (Epsilon nul) en magnetische permeabiliteit van vacuüm (Mu nul). Omdat beide natuurconstanten zijn, is de snelheid van het licht ook een natuurconstante. Elektromagnetische straling in vacuüm is daarmee ook een natuurconstante. Elektrisch permittiviteit is een natuurkundige grootheid die beschrijft hoe een elektrisch veld een medium beïnvloedt en erdoor beïnvloed wordt. Magnetische permeabiliteit geeft aan, in welke mate een materiaal magnetisch polariseert, dus zich richt naar het magneetveld en het zo versterkt. Met de ontdekking van het Higgsveld in 2012 zien we vervolgens dat elektromagnetische een natuurconstante is binnen het Higgsveld.</p>
elektron	<p>Het elektron is een negatief geladen elementair deeltje met spin $\frac{1}{2}$ (het heeft dus massa), dat gebonden kan zijn (bijvoorbeeld in een atoom) of zich vrij in de ruimte kan bevinden. Bewegende vrije elektronen creëren elektrische en magnetische velden die zich door de vrije ruimte kunnen uitbreiden. Het elektron heeft net als een foton (massaloos deeltje) ook golfeigenschappen en is onderhevig aan dezelfde dualiteit van golven en deeltjes als fotonen.</p>
entiteit	<p>Een entiteit is iets wat een bestaan heeft. De term beklemtoont van ditgene de hoedanigheid dat het er <i>is</i>.</p>
entropie	<p>Entropie is een belangrijk begrip in de thermodynamica (onderdeel van de natuurkunde dat de interacties bestudeert tussen grote verzamelingen van deeltjes op een macroscopisch niveau). Het is op het fundamenteelste niveau een <i>maat voor de wanorde</i> in een systeem, of liever de waarschijnlijkheid, als het aantal mogelijke moleculaire configuraties van een macroscopische toestand (in termen van macroscopische grootheden druk, temperatuur, etc.) gedeeld door het totale aantal mogelijke moleculaire configuraties. Een toestand waarin macroscopische grootheden als druk en temperatuur ongelijk verdeeld zijn over een volume heeft in het algemeen veel minder realisatiemogelijkheden dan één met een gelijkmatige verdeling. De ongelijke verdeling van macroscopische grootheden in een geïsoleerd systeem (dat wil zeggen met een vast volume, zonder dat er energie in of uit kan) neigt dus op statistische gronden tot afvlakken van die ongelijkmatigheden.</p>

equivalentieprincipe	In 1907 bedacht Einstein het equivalentieprincipe: wie een bal laat vallen op aarde of in een versnelde raket buiten zwaartekrachtsvelden merkt geen verschil. De <i>zware massa</i> op aarde gedraagt zich net zo als de <i>trage massa</i> in de versnelde raket zonder zwaartekracht.
ether	Een medium waarvan men tot 1887 veronderstelde dat elektromagnetische golven erin voortplantten.
evolutie	De evolutietheorie uit 1859 van Charles Darwin is de theorie voor de evolutie van het leven op aarde. Het beschrijft hoe een soort kan evolueren: erfelijke genen van een dier worden overgedragen op de jongen van dat dier; als een dier een bepaalde eigenschap heeft waardoor dat beter kan overleven dan een andere soort, heeft dat dier meer kans om jongen te baren en dus ook die goede eigenschap door te geven aan die jongen.
foton	Fotonen (massalose lichtdeeltjes) zijn een verschijningsvorm van elektromagnetische straling. Afhankelijk van de gebruikte meetopstelling zal straling (een vorm van energie) zich voordoen als golven of als een stroom van massalose deeltjes, de fotonen.
heelal	Higgsbosonen creëren een veld dat overal in het heelal aanwezig is. Sterker nog: dit Higgsveld \equiv het heelal (het Higgsveld en het heelal zijn logisch equivalent!). Het heelal is een vierdimensionaal Higgsveld met lokale zwaartekrachtsvelden (een energetisch (gravitationeel) potentiaalverschil met een toenemende veldsterkte van het zwaartekrachtsveld richting massa), gevuld met alle 'energetische' gebeurtenissen met ieder hun eigen plaats en universeel gelijktijdigheid (kortweg 'het huidige heelal'), in de vorm van elementaire deeltjes (in Calabi-Yau-krommingen passende, trillende energiedeeltjes) en overige natuurkrachten (elektromagnetische kracht, sterke kernkracht en zwakke kernkracht) met bijbehorende energievelden, alsmede het vermogen van willekeurige groepen moleculen om zichzelf dusdanig te rangschikken dat ze energie efficiënter verspreiden (ook wel 'leven' genoemd), aangestuurd door thermodynamische dissipatie.
higgsboson	De dragers van het Higgsveld noemt men higgsbosonen. Op 4 juli 2012 werd bekendgemaakt dat met behulp van de Large Hadron Collider een deeltje is ontdekt waarvan de massa overeenkomt met die van het higgsboson.

Higgsveld	Het Brout-Englert-Higgsveld (BEH-veld of kortweg Higgsveld) verklaart het bestaan van traagheid met de toevoeging van een extra energieveld aan het standaardmodel. Het Higgsveld bestaat om het standaardmodel van de deeltjesfysica kloppend te maken. Het Higgsveld is een alom aanwezig energieveld, waar alle deeltjes hun massa aan ontlenen. Het Higgsdeeltje creëert een veld dat overal in het heelal heerst. Sterker nog: dit Higgsveld \equiv het heelal (het Higgsveld en het heelal zijn logisch equivalent!). Het Higgsveld (of dus het heelal) verschilt wel van andere velden doordat het niet varieert in kracht en geen richting heeft. Het Higgsveld vertegenwoordigd de laagst mogelijke energie die kan voorkomen in een vacuüm, en daarom kan er geen energie van het veld naar de deeltjes of omgekeerd lopen.
isotroop	Isotroop betekent dat het heelal er voor een waarnemer in elke richting hetzelfde uitziet. De isotropie van het heelal is te zien in de kosmische achtergrondstraling die in alle richtingen dezelfde temperatuur oplevert met slechts zeer minieme afwijkingen.
homogeen	Homogeen betekent dat het heelal er voor alle waarnemers hetzelfde uitziet, ongeacht waar ze zich bevinden. Dit wil zeggen dat elk groot gebied in het heelal gemiddeld dezelfde eigenschappen heeft, zoals bv. materiedichtheid en uitdijingssnelheid.
kinetische energie	Kinetische energie of bewegingsenergie is een vorm van energie, eigen aan een bewegend lichaam, vanwege de traagheid van massa. De standaardopvatting is dat fotonen een rustmassa hebben ($m=0$) en dat al hun energie kinetisch is.
Klassieke mechanica	Vanaf het begin van de 20 ^e eeuw bleek de klassieke mechanica niet meer toereikend te zijn om alle waarnemingen te verklaren. Fundamentele uitbreiding bleek nodig met de relativiteitstheorie en de kwantummechanica. De klassieke mechanica geldt volgens de speciale relativiteitstheorie alleen wanneer er sprake is van snelheden die klein zijn ten opzichte van de lichtsnelheid, wanneer de zwaartekracht niet abnormaal sterk is en wanneer het gedrag van de materie op atomaire schaal is te verwaarlozen.
kosmische achtergrondstraling	Overgebleven straling van de oerknal, samengesteld uit fotonen waarvan de frequentie door het uitdijen van het heelal is uitgerekt tot het microgolfgebied, met een frequentie die overeenkomt met de frequentie van een tot 2,7 kelvin verwarmde lege ruimte.

kosmische inflatie	Het in 1981 door Alan Guth beschreven idee waarin het heelal in een korte periode na de oerknal een exponentiële uitbreiding onderging. Gedurende het minuscule 'tijdsinterval' van 10^{-35} seconde zou het heelal tussen de 10^{30} en 10^{100} keer zo groot zijn geworden.
kosmologie	Kosmologie is de wetenschap die de globale structuur en de evolutie van het heelal bestudeert.
kosmologisch principe	Het in 1935 door Arthur Milne beschreven kosmologisch principe is de aanname in de kosmologie dat het heelal op grote schaal isotroop en homogeen is, oftewel de aanname dat het heelal uniek en uniform is en dat natuurkundige wetten overal hetzelfde zijn.
kwantummechanica	Kwantummechanica is een tak van de natuurkunde die het gedrag van materie en energie op de allerkleinste schaal, namelijk op atomaire en subatomaire niveaus, beschrijft en voorspelt. Het verklaart eigenschappen en interacties van deeltjes zoals elektronen en fotonen, en introduceert concepten als «kwanta» (kleinste ondeelbare eenheden van energie) en de «superpositie» (een deeltje dat zich tegelijkertijd in meerdere toestanden bevindt).
Lage quadrupool	Het gebrek aan temperatuurschommelingen in de kosmische achtergrondstraling bij een schaal van meer dan 60° .
lengtecontractie	In 1889 bedacht FitzGerald het fenomeen lengtecontractie om het ogenschijnlijk mislukken van het experiment om het bestaan van ether te bewijzen te verklaren. Lengtecontractie gaat er van uit dat wanneer twee objecten ten opzichte van elkaar in beweging zijn, ze elkaar qua lengte korter waarnemen dan ze bij stilstand zouden doen. Dit fenomeen zou waarneembaar zijn bij zeer hoge snelheden, die de lichtsnelheid benaderen. Het wordt lengtecontractie of lorentzcontractie genoemd en zou een eigenschap van de lorentztransformatie zijn. Omdat de tijd géén entiteit is weten we dat lengtecontractie ook géén entiteit is.
licht	Elektromagnetische straling met een golflengte tussen de 400 en 750 nanometer. De drie variabelen die licht (bestaande uit fotonen) beschrijven, zijn de lichtsterkte (ofwel amplitude), de kleur (ofwel frequentie of golflengte) en de polarisatie, ofwel de trillingsrichting, die altijd loodrecht op de voortplantingsrichting staat. Het foton is hiermee feitelijk een informatiedrager van gebeurtenissen uit het verleden.

<p>lichtjaar</p>	<p>Een lichtjaar is de afstand die het licht in één jaar aflegt. Afgerond is dit 9,5 biljoen kilometer (9.500.000.000.000 km). De dichtstbijzijnde ster Proxima Centauri staat op een afstand van 4,3 lichtjaar. Het licht heeft dus meer dan vier jaar nodig om van die ster naar de aarde te komen. De meest nabij gelegen sterrenstelsel naast onze melkwegstelsel is de Andromedanevel op 2,2 miljoen lichtjaar afstand. Het licht dat we van dat sterrenstelsel ontvangen, vertrok dus 2,2 miljoen jaar geleden. Sterrenkundigen werken vaak met een andere afstandsmaat, namelijk parsec (afgekort 'pc'). Eén parsec is gelijk aan 3,26 lichtjaar. Proxima Centauri staat dus op 1,32 parsec. De Andromedanevel staat op 0,675 Mpc (Megaparsec, de voorvoegsel mega betekent miljoen).</p>
<p>lichtsnelheid</p>	<p>De lichtsnelheid in vacuüm bedraagt 299.792.458 m/s (bijna 300.000 kilometer per seconde). De snelheid van elektromagnetische straling wordt uitgedrukt met de term 'c' van het Latijnse 'celeritas'. Zie ook de 'c' in de beroemde formule $E=mc^2$.</p>
<p>lorentztransformatie</p>	<p>Omdat de tijd géén entiteit is, weten we dat lengtecontractie ook géén entiteit is en dat lorentztransformatie als beschrijving van een transformatie van een niet bestaande lengtecontractie onjuist is. De formule voor de lorentztransformatie, genoemd naar zijn ontdekker, de Nederlandse natuurkundige Hendrik Antoon Lorentz, vormt de basis van de speciale relativiteitstheorie. Deze theorie werd geponeerd om de tegenstrijdigheden tussen de theorieën van elektromagnetisme en klassieke mechanica uit de wereld te helpen. Concreet, als een voorwerp dat een lengte L_0 bij stilstand heeft beweegt met een snelheid v ten opzichte van een waarnemer, lijkt dat voorwerp dan slechts een lengte L te hebben, met $L=L_0\sqrt{1-v^2/c^2} = L_0/\gamma$ met γ de Lorentzfactor.</p>
<p>neutronenster</p>	<p>Een neutronenster is een ineengestorte kern van een reuzenster, die voor de implosie een totale massa had van tussen de 10 en 29 zonmassa's. Een neutronenster zelf heeft een massa tussen de 1,4 en 3 zonmassa's. De maximale geobserveerde massa voor een neutronenster heeft een zonmassa van 2,01. Over het algemeen zijn compacte sterren met minder dan 1,39 zonmassa (de Chandrasekharlimiet) witte dwergen, terwijl compacte sterren met een massa tussen de 1,4 en 3 zonmassa's (de Oppenheimer-Volkofflimiet) neutronensterren zouden moeten zijn.</p>

<p>oerknal</p>	<p>Al in 1931 bedacht Georges Lemaître een kosmologische theorie die op basis van de algemene relativiteitstheorie aannemelijk maakt dat 13,8 miljard jaar geleden het heelal ontstond uit een enorm heet punt (ca. 10^{28} K). De term 'big bang' (oerknal) werd pas in 1950 gebruikt door Fred Hoyle (1915 – 2001) als een denigrerende aanduiding om zijn afkeer van deze theorie van Lemaître tot uitdrukking te brengen. Na de oerknal onderging het heelal een exponentiële uitbreiding (kosmische inflatie). Bij het afkoelen vormden zich eerst kleine structuren zoals protonen en neutronen, later grotere structuren als sterren en sterrenstelsels.</p>
<p>quark</p>	<p>Quarks zijn de elementaire deeltjes (een deeltje dat niet te splitsen is in andere deeltjes). Er bestaan zes soorten, ook wel smaken genoemd, quarks. <i>Up</i> en <i>down</i> (<i>op</i> en <i>neer</i>) voor alledaagse normale materie (ook wel hadronische materie genaamd). <i>Charm</i> en <i>strange</i> (<i>tover</i> en <i>vreemd</i>) zitten in deeltjes en fotonen met een hoge energie die ons vanuit het heelal bereiken. <i>Top</i> en <i>bottom</i> (<i>top</i> en <i>bodem</i>) komen alleen voor onder extreme omstandigheden, zoals in deeltjesversnellers en bij de oerknal. Zij hebben veel meer energie (zijn zwaarder) dan de <i>up</i> en <i>down</i>. Voor elke quark bestaat er ook als antideeltje een antiquark, met tegengestelde lading.</p>
<p>Quark-Gluon plasma</p>	<p>In de twintigste eeuw bleek dat de atoomkern is opgebouwd uit kleinere deeltjes: de positief geladen protonen en de elektrisch neutrale neutronen. Deze worden in de kern bijeen gehouden door de sterke kracht, ook wel kernkracht genoemd. Protonen en neutronen bleken op hun beurt uit deeltjes te bestaan, die we quarks noemen, en die eveneens onderhevig zijn aan de sterke kernkracht. Elk proton en neutron bevat steeds drie quarks. Daarnaast bevatten protonen en neutronen 'lijmdeeltjes' die de quarks bij elkaar houden. Deze zogeheten gluonen (glue = lijm) zijn op te vatten als de dragerdeeltjes van de sterke kernkracht. Bovendien maken ze een aanzienlijk deel van de massa van de protonen en neutronen uit. Bij extreem hoge temperaturen en dichtheid ontstaat een Quark-Gluon plasma. De wetenschap vermoedt dat deze Quark-Gluon plasma voorkwam in de eerste 20 tot 30 microseconden na de oerknal.</p>
<p>quarkster</p>	<p>Wanneer een zwaartekrachtsveld dusdanig groot wordt dat ook een neutronenster in elkaar klapt, ontstaat een quarkster. Een quarkster is een ster die bestaat uit quarks. Doordat het zwaartekrachtsveld zo groot wordt dat de tegendruk die veroorzaakt wordt door het uitsluitingsprincipe van Pauli onvoldoende is en neutronen niet meer afzonderlijk kunnen bestaan zoals in een neutronenster.</p>

Relatieve tijd	Einstein bedacht in zijn speciale relativiteitstheorie dat tijd niet absoluut was, maar relatief zou zijn. In zijn speciale relativiteitstheorie verloopt de tijd voor twee verschillende waarnemers anders en is daarom 'relatief'. Omdat de tijd géén entiteit is weten we ook dat relatieve tijd géén entiteit is.
relativistische formule	Omdat de tijd géén entiteit is weten we dat relatieve tijd ook geen entiteit is en dat relativistische formules als beschrijving van een transformatie van relatieve tijd als niet bestaande entiteit onjuist zijn. Met relativistische formules wordt de klassieke mechanica omgezet naar formules die overeenkomstig de relativiteitstheorie passen bij snelheden die richting de snelheid van het licht gaan.
ruimtetijd	Omdat de tijd géén entiteit is weten we ook dat ruimtetijd géén entiteit is. ruimtetijd (in 1908 door Minkowski bedacht) wordt in natuurkundige theorieën beschreven als drie ruimtedimensies (lengte, hoogte en breedte) gecombineerd met één enkele 'tijddimensie' tot één vierdimensionale ruimtetijd.
Schwarzschildstraal	De Schwarzschildstraal (genoemd naar Karl Schwarzschild, die het effect in 1916 bedacht) is de grensstraal van een rond object (meestal een zwart gat) vanaf waar de ontsnappingssnelheid gelijk staat aan de snelheid van het licht. Deze grens is een waarnemingshorizon, aangezien de buitenstaander geen informatie meer zou kunnen verwerven over wat er zich afspeelt binnen deze grens. Is de Schwarzschildstraal groter dan (of gelijk aan) de straal van het object, dan spreken we van een zwart gat. De Schwarzschildstraal, genoemd naar Karl Schwarzschild (1873 – 1916) die het effect in 1916 bedacht, is de grensstraal van een rond object vanaf waar elektromagnetische straling (zoals licht) niet meer kan ontsnappen. Deze grens is een waarnemingshorizon (Event Horizon), aangezien de buitenstaander geen informatie meer zou kunnen verwerven over wat er zich afspeelt achter deze grens. De Schwarzschildstraal (Schwarzschild radius) is recht evenredig aan de massa van het object. Hemellichamen hebben een Schwarzschildstraal die vele malen kleiner is dan de straal van het object: zo is de Schwarzschildstraal van de zon 3 km en de Schwarzschildstraal van de aarde 9 mm. Bij zwarte gaten bevindt zich alle massa binnen de Schwarzschildstraal.
singulariteit	Een plaats waar volgens de algemene relativiteitstheorie de ruimtetijd kromming oneindig wordt en de wetten van de algemene relativiteitstheorie, samen met alle begrippen van ruimte en tijd, hun betekenis verliezen. De afmetingen van waargenomen zwarte gaten bewijzen dat een zwart gat geen singulariteit bevat en dat singulariteiten niet bestaan.

<p>snaartheorie</p>	<p>Een theorie die stelt dat alle verschillende soorten elementaire deeltjes gebaseerd zijn op eendimensionale trillende energiedraden, maar die niet noodzakelijk gebruik maakt van supersymmetrie (waarbij de wetten onveranderd blijven wanneer deeltjes met een heeltallige spin – krachtdeeltjes – worden verwisseld met deeltjes met een halfallige spin – materiedeeltjes). Wordt soms ook wel gebruikt als verkorte schrijfwijze voor supersnaartheorie (die wel uitgaat van supersymmetrie), de theorie waarbij de elementaire bestanddelen eendimensionale lussen zijn (gesloten snaren) of losse stukken (open snaren) van trillende energie, en die de algemene relativiteitstheorie en de kwantummechanica samenvoegt.</p>
<p>speciale relativiteitstheorie</p>	<p>In 1905 bedacht Einstein in zijn speciale relativiteitstheorie dat ruimte en tijd van elkaar afhankelijk zijn. De speciale relativiteitstheorie toont aan dat de tijd van een bewegend kader dat op de waarnemingshorizon van een zwart gat met de snelheid van het licht gaat dan ook stil staat volgens de waarnemer in het stationaire referentiekader, terwijl de eigentijd van een bewegend kader dat op de waarnemingshorizon van een zwart gat met de snelheid van het licht gaat gelijk blijft. Een snelheid van het licht die je volgens de speciale relativiteitstheorie dan ook nooit zult bereiken. Omdat de tijd géén entiteit is weten we dat de tijd nooit stil komt te staan.</p>
<p>sterrenstelsel</p>	<p>Een sterrenstelsel is een grote verzameling van miljarden sterren die door de eigen zwaartekracht bij elkaar gehouden wordt in een bolvormige cluster. Met vermoed dat er in elk centrum van een sterrenstelsel zich een groot zwart gat bevindt. Ons eigen sterrenstelsel (met 100 miljard sterren, waarvan één onze zon) wordt ook wel melkwegstelsel genoemd en heeft een doorsnee van circa 120.000 lichtjaar (het licht doet er dus 120.000 jaar over om van de ene naar de andere kant te komen. In het heelal bevinden zich minstens 2 biljard sterrenstelsels (2.000.000.000.000). Het totale heelal kent dus zeker $2 \cdot 10^{23}$ sterren. De vraag of wij alleen zijn of als enige in het middelpunt van het heelal staan kan dus met een gerust hart met nee worden beantwoord.</p>

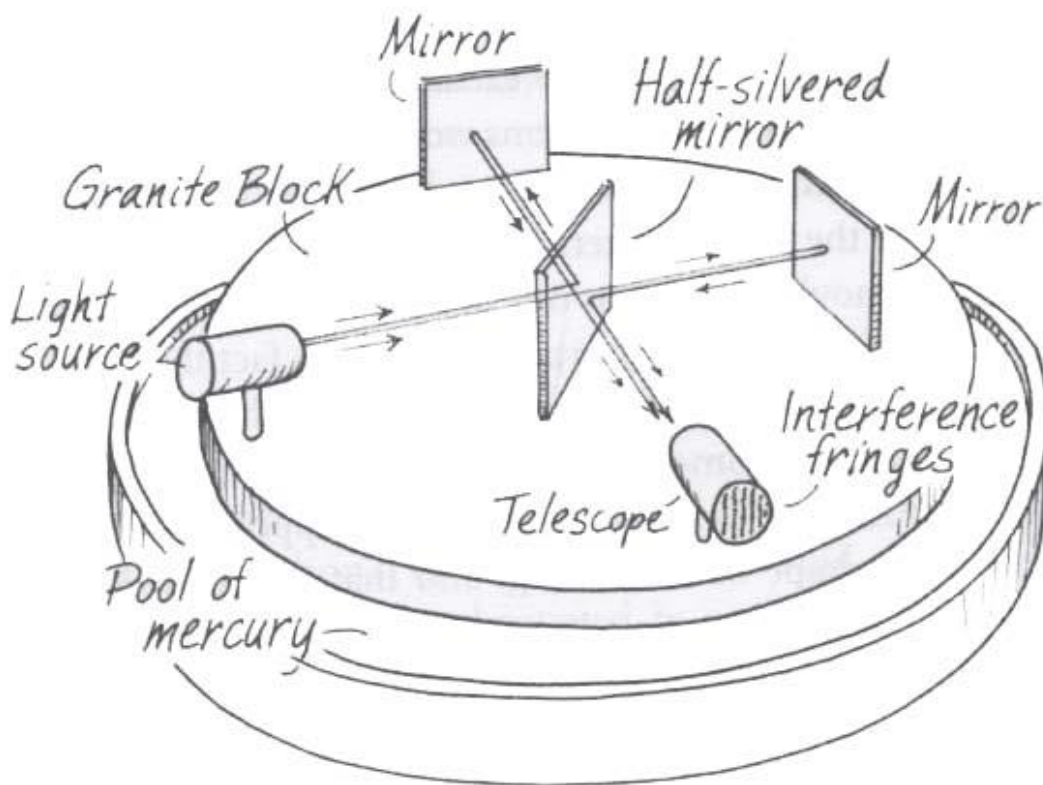
<p>Supernova SN 1987 A</p>	<p>Op 24 februari 1987 werd de helderste supernova in de recente geschiedenis waargenomen, gelegen aan de rand van de Tarantula-nevel in de Grote Magelhaense Wolk. Een sterrenstelsel met een diameter van 14.000 lichtjaar en een satellietstelsel van onze melkwegstelsel. Het was ook de eerste supernova waarvan bekend was welke ster tot ontploffing kwam. Een in 1970 door de Roemeens-Amerikaanse astronoom Nicholas Sanduleak in kaart gebrachte ster, bekend als GSC 09162-00821. De ster wordt ook wel Sanduleak's ster genoemd. Een blauwwitte superreus met een middellijn 40 maal die van onze zon, op een afstand van zo'n 168.000 lichtjaar. Dus in feite explodeerde de ster zo'n 168.000 jaar geleden, nog voordat Homo Sapiens zijn opwachting maakte op aarde. De afbeelding in hoofdstuk 9 is een artist-impression gebaseerd op waarnemingen van laag frequente radiogolven van ALMA, de grootste radiotelescoop ter wereld, zichtbaar licht door de Hubble Space Telescope en hoog frequente röntgenstraling van NASA's Chandra X-ray Observatory. Deze waarnemingen onthulden voor het eerst een beeld van de verspreiding van het verdreven materiaal. In het midden bevindt zich de centrale, uitdijende puinwolk, het overblijfsel van de gewelddadige sterontploffing. De oorsprong van de twee merkwaardige ringen is nog altijd een mysterie.</p>
<p>thermodynamische dissipatietheorie</p>	<p>De theorie die er van uitgaat dat de natuur haar warmte/energie op efficiënt mogelijke wijze afvoert (thermodynamische dissipatie).</p>
<p>tijd</p>	<p>Het interval tussen een niet meer bestaande entiteit uit het verleden ('het huidig heelal' zoals dat is geweest) en 'het huidig heelal'. Het meten van het interval (in de vorm van een '<i>seconde</i>') tussen een toestand van 'het huidig heelal' zoals dat is geweest (dat niet meer bestaat) en 'het huidig heelal' is dan ook géén entiteit. De kosmos kent dan ook géén tijd. Tijd is dan ook een begrip dat wij als mens hebben bedacht om de wereld om ons heen te kunnen beschrijven.</p>
<p>vector</p>	<p>Een vector is in de wiskunde een element van een vectorruimte en daarmee een weinig specifiek begrip. Vectorruimten zijn echter generalisaties van onze waarneembare driedimensionale ruimte, waarin punten voorgesteld worden door hun drie coördinaten x, y en z. Zulke punten, opgevat als pijlen van de oorsprong tot het punt (x,y,z) waren de eerste die vector genoemd werden. Zo'n pijl stelt in de meetkunde en de natuurkunde een grootte voor die zowel grootte als richting heeft, zoals verplaatsing, snelheid, versnelling, kracht en dergelijke. Alleen de nulvector heeft geen richting.</p>

zwart gat	Een gebied van de astronomische ruimte waar de zwaartekracht zo sterk is dat zelfs licht er niet uit kan ontsnappen, ook wel waarnemingshorizon genoemd. De waarneming van het zwart gat in Messier 87 doet vermoeden dat zich in het binnenste van de schaduw van dit zwart gat een quarkster bevindt. Met de waarneming van twee botsende zwarte gaten heeft LIGO dit in 2015 kunnen bevestigen. Zwaartekracht is dan ook géén gekromde ruimtetijd, maar een gekromd energieveld.
------------------	---

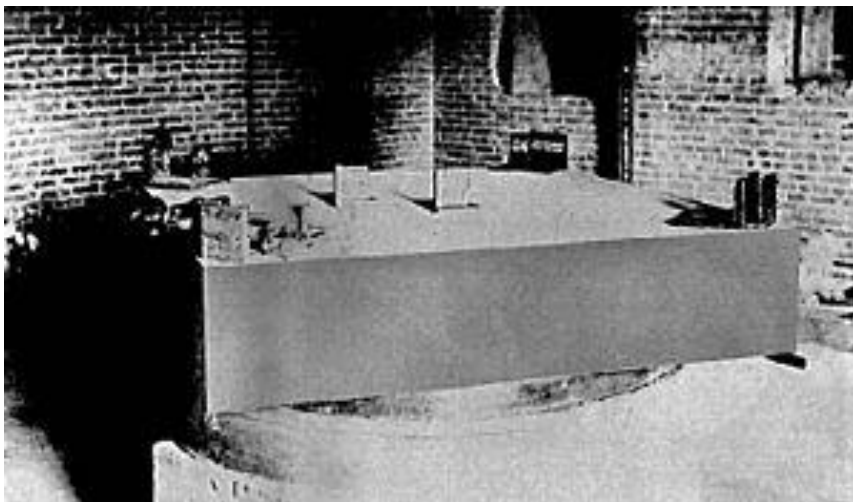
Bijlage 3

Het Michelson en Morley experiment uit 1887

Ether was het medium waarvan men tot 1887 veronderstelde dat elektromagnetische golven erin voortplantten. Om het bestaan van ether te bewijzen hebben Michelson en Morley in 1887 een experiment ontwikkeld. Met behulp van een interferometer wilden zij het bestaan van ether als medium voor lichtgolven aantonen. Aangezien de aarde door die ether beweegt, zou de lichtsnelheid van lichtgolven ten opzichte van de ether dus verschillend moeten zijn naargelang de aarde met de ether mee of er tegenin draaide. Wat bleek? De snelheid van het licht bleef gelijk, het heelal kon daarom géén ether bevatten. De wetenschap noemt dit overigens nog steeds het meest beroemde mislukte experiment uit de geschiedenis.



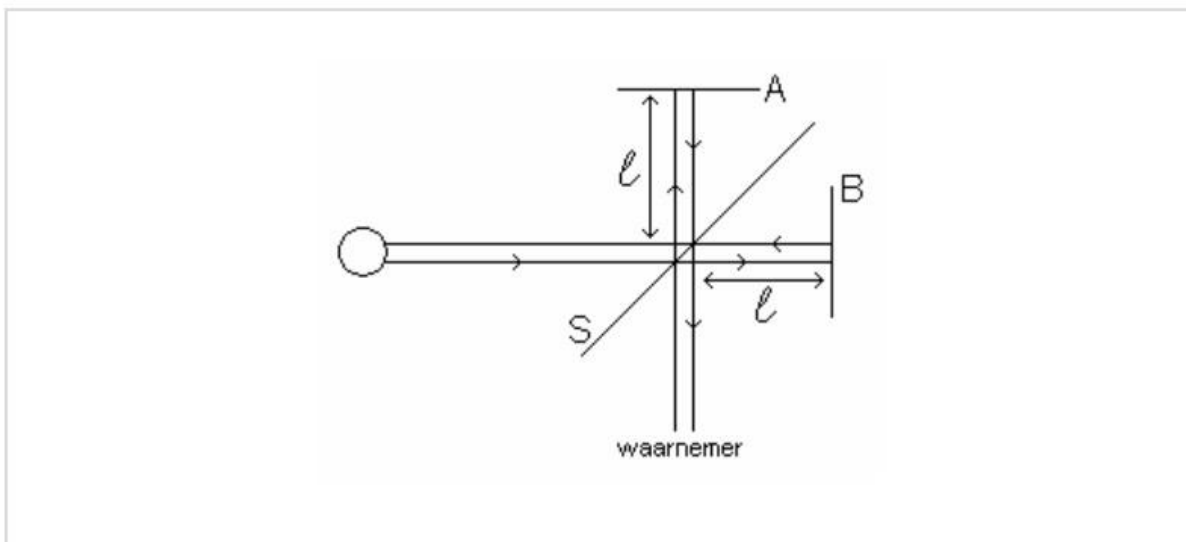
Hoe deze opstelling er in werkelijkheid uit ziet, zien we op onderstaande foto uit 1887.



Wat bleek? De snelheid van het licht bleef gelijk, het heelal kon daarom géén ether bevatten. De wetenschap noemt dit overigens nog steeds het meest beroemde mislukte experiment uit de geschiedenis.

Om het feit te verklaren dat in het experiment van Michelson en Morley de snelheid van het licht steeds hetzelfde bleef, bedacht George FitzGerald in 1889 dat objecten fysisch precies zo veel inkrimpen of uitrekken dat het effect van de beweging van een waarnemer wordt gecompenseerd en de lichtsnelheid constant blijft (in het geval van het experiment van Michelson en Morley de afgelegde afstand die het experiment door de ruimte had afgelegd verdisconteerd met de afstand die het licht in het experiment had afgelegd vanuit diverse richtingen). Hij noemde dit lengtecontractie.

In 1892 kwam de Nederlander Hendrik Antoon Lorentz met zijn beroemde relativistische formule $\gamma = \sqrt{1 - v^2/c^2}$ waarmee hij deze zogenaamde lengtecontractie kon berekenen. Door het experiment in een schematische opstelling te vertalen kon Lorentz tot deze formule komen.



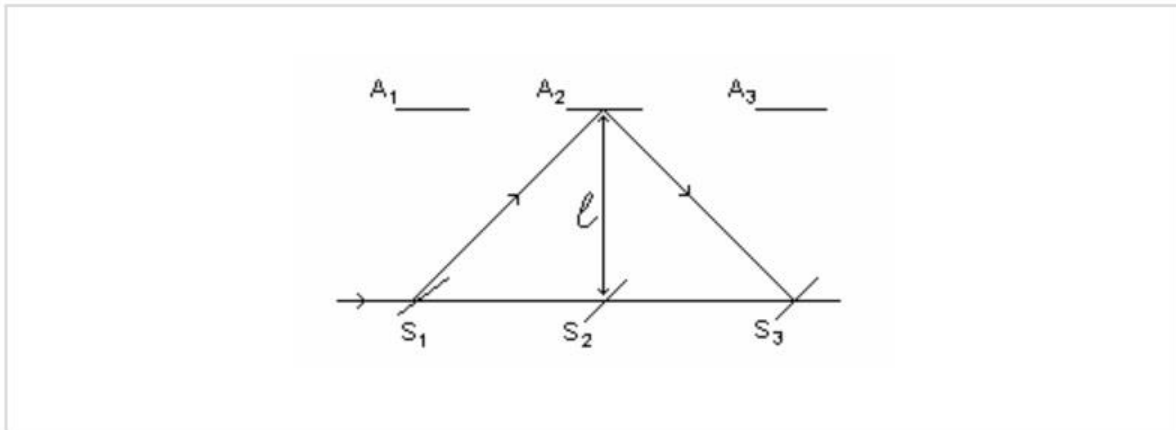
De bol links stelt een lichtbron voor die licht uitzendt op een half verzilverde spiegel S. Deze heeft de eigenschap dat hij ook licht doorlaat en niet alles afkaatst. Het licht dat door deze spiegel S komt, gaat naar spiegel B en kaatst weer terug. De lengte van dit stuk is l . Het licht dat door spiegel S weerkaatst wordt, gaat naar spiegel A over eenzelfde afstand l , waar het weer terugkaatst en samen met het licht uit spiegel B naar de waarnemer gaat. Als deze constructie stilstaat, $v = 0$, moet het licht natuurlijk even snel aankomen. De afstand is namelijk hetzelfde. Maar het toestel wordt in constante beweging gebracht over SB (over een denkbeeldige x-as) met snelheid v . Het licht van S naar B krijgt te maken met etherwind en vertraagt met $c - v$. Op de terugweg heeft het dus de etherwind mee, en dan wordt de snelheid $c + v$.

Vershil in tijd?

Wij gaan nu berekenen hoeveel het verschil in tijd is. De tijd, aangegeven met t_1 , om van spiegel S naar B te gaan en terug te komen is...

$$t_1 = \frac{l}{c-v} + \frac{l}{c+v} = \frac{2l/c}{1-v^2/c^2}$$

Nu gaan we kijken wat de tijd is om van A naar S te komen en terug. Hier zal de tijd langer zijn, omdat de spiegels verplaatsen en het licht dus schuin gaat. Dit ziet er ongeveer zo uit:



...waarin S_1 , S_2 en S_3 de spiegel S voorstelt in beweging, hetzelfde geldt voor A . De afstand van S_1 tot S_2 is de simpelweg de helft van S_1 tot S_3 en dus $0,5vt_2$, waarin t_2 de tijd, waarin het licht de afstand A tot S aflegt. Deze gaan we nu berekenen met de stelling van Pythagoras:

$$(S_1A_2)^2 = (S_2A_2)^2 + (S_1S_2)^2 = l^2 + \frac{1}{4}v^2t_2^2$$

Hier dus de wortel van en dat maal 2 (het licht moet ook nog terug), maakt...

$$2\sqrt{\left(l^2 + \frac{1}{4}v^2t_2^2\right)}$$

Omdat we nu de afstand hebben en ook de snelheid (c), kunnen we t_2 berekenen, namelijk...

$$t_2 = \frac{2\sqrt{\left(l^2 + \frac{1}{4}v^2t_2^2\right)}}{c} = \frac{2l/c}{\sqrt{\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)}}$$

Als we t_2 vergelijken met t_1 , vinden we...

$$t_2 = t_1\sqrt{\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)}$$

t_2 is dus alleen t_1 , wanneer $v=0$.

De conclusie was dat etherwind niet werd gevonden!

Toch komt uit iedere meting $t_2 = t_1$! Men kon dus geen beweging ten opzichte van de ether vaststellen. Nadat George F. FitzGerald al tot het concept van lengtecontractie was gekomen kon de Nederlander Hendrik Antoon Lorentz deze berekenen dus met de formule:

$$\sqrt{\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)} = \gamma$$

waarbij gamma de tijddilatatie is (ten opzichte van het stationaire referentiekader), v de snelheid van het object en c de lichtsnelheid.

Bijlage 4

Bewijzen van de speciale relativiteitstheorie

In zijn mail van 5 maart 2017 gaf de heer Verlinde van de Universiteit van Amsterdam aan dat een natuurkundige theorie gebaseerd is op logische redeneringen en berekeningen, en moet bovendien ook nog overeenkomen met de waarnemingen. De algemene relativiteitstheorie en speciale relativiteitstheorie zitten logisch en mathematisch zeer goed in elkaar en zijn in zeer veel situaties ook getest. Dit laatste geldt met name voor de speciale relativiteitstheorie, waar zoveel bewijs voor is en waarvoor de logische en mathematische onderbouwing zo gedegen (en eenvoudig) is dat hier zeker niet aan getwijfeld kan worden.

Zoals uit dit document blijkt, twijfel ik totaal niet aan de algemene relativiteitstheorie. Ik denk alleen dat gekromde ruimtetijd vervangen moet worden door een gekromd energieveld. Met betrekking tot de speciale relativiteitstheorie ben ik het niet eens met de heer Verlinde.

Wanneer we onderstaand naar de lichtklok van Einstein kijken, is dit geenszins bewijs van deze theorie. Ook wiskundige bewijzen komen in een ander daglicht te staan wanneer we zien dat op het moment dat je lengtecontractie in een experiment opneemt, je automatisch relatieve tijd zult vinden als gevolg van de verhouding tussen lengtecontractie en relatieve tijd. Tot slot wordt de werking van het GPS-systeem dusdanig continue gecorrigeerd, dat GPS ook prima kan werken zonder de effecten van de speciale relativiteitstheorie.

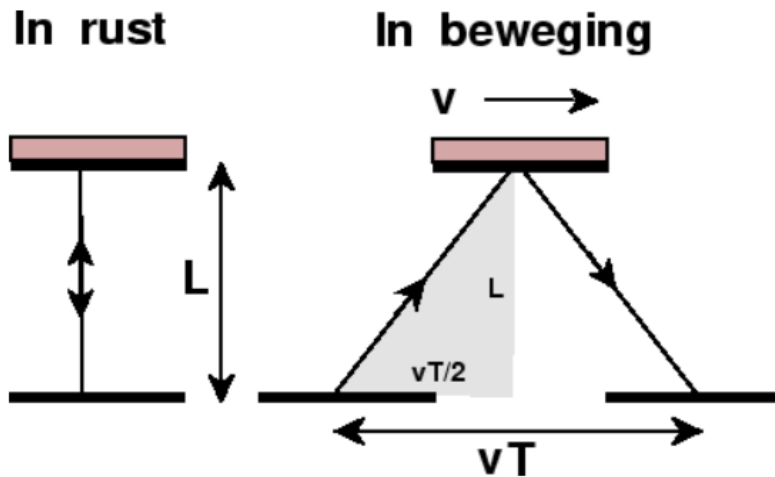
Onderstaand wordt dieper ingegaan op bovengenoemde bewijzen van de speciale relativiteitstheorie.

Gedachte-experiment met een lichtklok als bewijs van de speciale relativiteitstheorie.

Einstein onderbouwde zijn speciale relativiteitstheorie met zijn gedachte-experiment van een 'lichtklok'. Hierin maakte hij het begrip 'tijddilatatie' duidelijk. Het idee van een lichtklok is dat er een foton met snelheid c (de lichtsnelheid) heen en weer gekaatst wordt tussen twee spiegels met een afstand L ertussen (zie onderstaand figuur), en iedere weerkaatsing is een 'tik' van de klok.

Hoe de lichtklok werkt:

- **De lichtklok:** Stel je een klok voor met twee spiegels, waarbij een lichtpuls op en neer kaatst. Elke 'tik' is een volledige heen-en-weer reis van het licht (zie onderstaande afbeelding).
- **Stilstaande klok:** Voor een stilstaande waarnemer legt het licht een eenvoudige verticale afstand af (heen-en-weer), de situatie 'In rust' in onderstaande afbeelding.
- **Bewegende klok (gedachte-experiment):** als deze bewegende klok voorbij een stilstaande waarnemer gaat, moet de lichtpuls voor de stilstaande waarnemer een diagonaal pad afleggen om de spiegels te bereiken, omdat de spiegels meebewegen, de situatie 'In beweging' in onderstaande afbeelding; dit diagonale pad is **langer** dan het rechte verticale pad van de stilstaande klok.
- **De constante snelheid (c):** Het cruciale punt is dat de lichtsnelheid altijd c is. De snelheid van het licht verandert niet, zelfs niet in een bewegend referentiekader.
- **De logische conclusie (lineaire relatie):** Aangezien $Tijd = Afstand / Snelheid$, en de snelheid (c) constant blijft, maar de **afstand** toeneemt voor de bewegende klok, **moet de waargenomen tijd (de 'tik' van de bewegende klok) toenemen (de klok loopt langzamer).**



Waarom de lichtklok lineair is:

Tijddilatatie in Einsteins lichtklok is lineair omdat het een direct gevolg is van de fundamenteel constante lichtsnelheid (c) voor alle waarnemers, ongeacht hun beweging. Als een lichtstraal een langere weg moet afleggen (omdat de klok beweegt), en de lichtsnelheid niet kan veranderen, dan **moet de tijd zelf langzamer verlopen** voor die bewegende klok, zodat de vergelijking $Tijd = Afstand / Snelheid$ altijd klopt, wat resulteert in een directe, proportionele (lineaire) vertraging.

Waarom is de relatie tussen de verstreken tijd voor een stilstaande en een bewegende klok dan niet lineair (zoals de formule voor tijddilatatie aangeeft):

In de lichtklok van Einstein is de relatie tussen de verstreken tijd voor een stilstaande en een bewegende klok echter **niet-lineair** als je naar de snelheid kijkt, maar de afleiding ervan berust op de **lineaire geometrie** van de afgelegde weg. De niet-lineaire toename van tijdsvertraging (tijddilatatie) bij de lichtklok van Einstein komt door de meetkundige relatie tussen de snelheid van het object en de constante lichtsnelheid.

De belangrijkste redenen voor dit verloop zijn:

1. De Stelling van Pythagoras

In het model van de lichtklok legt een lichtstraal een schuine weg af voor een bewegende klok. De drie componenten van deze beweging vormen een rechthoekige driehoek:

- De **verticale zijde** is de afstand tussen de spiegels ($c \cdot \Delta t_0$).
Hier wordt de tijd van de stilstaande klok (deeltjes met massa) vermenigvuldigd met de snelheid van het licht (deeltjes zonder massa) om de lengte van de verticale hoogte van de klok te krijgen.
- De **horizontale zijde** is de verplaatsing van de klok zelf ($v \cdot \Delta t$).
Hier wordt de tijd van de bewegende klok (deeltjes met massa) vermenigvuldigd met de eigen snelheid van de klok (deeltjes met massa).
- De **schuine zijde** is de totale afstand die het licht aflegt ($c \cdot \Delta t$).
Hier wordt de tijd van de bewegende klok (deeltjes met massa) vermenigvuldigd met de snelheid van het licht (deeltjes zonder massa) om de lengte van de schuine zijde te krijgen die het licht aflegt verticale hoogte in de tijd van de bewegende klok (deeltjes met massa).

Volgens Pythagoras geldt: $(c \cdot \Delta t_0)^2 + (v \cdot \Delta t)^2 = (c \cdot \Delta t)^2$. Omdat de variabelen in het **kwadraat** staan, is de relatie tussen snelheid (v) en tijd (Δt) direct niet-lineair.

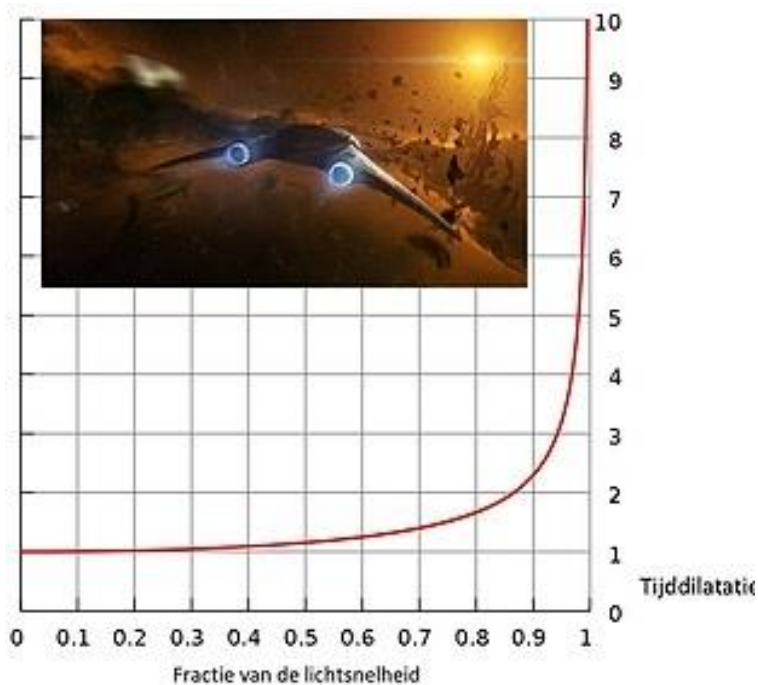
2. De Lorentzfactor (γ)

Wanneer je de bovenstaande vergelijking oplost voor de tijd, ontstaat de Lorentzfactor:

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

3. De lichtsnelheid als absolute grens

De tijdsvertraging neemt niet-lineair toe omdat de lichtsnelheid (c) een onoverbrugbare grens is. Als de toename lineair zou zijn, zou de tijd simpelweg blijven vertragen in een rechte lijn. In de realiteit moet de tijd echter "oneindig veel" vertragen om te voorkomen dat een object met massa ooit de snelheid van het licht bereikt of overschrijdt (zie onderstaand schema over tijddilatatie).



Bron: Wikimedia/Alexander Preuss

De formule van de Lorentzfactor leert dat wanneer de snelheid v gelijk is aan de snelheid van het licht (c) je deelt door nul. Delen door nul is binnen de standaard rekenkunde ongedefinieerd. Er kan binnen de standaard rekenkundige geen zinnige betekenis worden gegeven aan het resultaat van delen door nul. Het is in de wiskunde wel mogelijk om in bepaalde gevallen een zinnige betekenis te geven aan het delen door nul door deze berekening als limiet of grenswaarde te zien. Het krijgt dan de betekenis 'oneindig'.

Uit bovenstaande blijkt dat bij het bereiken van de lichtsnelheid de rode lijn uit bovenstaand tabel in rechte lijn omhoog loopt naar het oneindige. Wiskundig kan het probleem rondom het delen door nul worden vermeden door beide zijden van de formule te vermenigvuldigen met $\sqrt{1-v^2/c^2}$. Dan wordt $\Delta t_0 = 0 \Delta t$. Zoals gezegd vertegenwoordigt Δt de tijd van het bewegend object (raket) en Δt_0 de tijd vertegenwoordigt die verstreken is aarde. In de raket komt de tijd dus stil te staan bij het bereiken van de lichtsnelheid.

Zoals uit hoofdstuk 6 blijkt is het fundamenteel onjuist om de snelheid van deeltjes met massa (v) en de snelheid deeltjes zonder massa (c) met elkaar in relatie te brengen.

Conclusie: een relatieve tijd kán en mág dan ook niet verklaard worden aan de hand van een gedachte-experiment met een lichtklok.

Wiskundige bewijzen van speciale relativiteitstheorie

Wiskundige bewijzen van de speciale relativiteitstheorie worden vaak met behulp van muonen 'aangetoond'. Ruimte en tijd zijn met in relatie tot snelheid (v) met elkaar verweven in de breuk m/s . Een breuk bestaat uit een teller en noemer. Bij het bepalen van een relativistische snelheid worden teller en noemer met dezelfde relativistische formule vermenigvuldigd: de formule van Lorentz $\sqrt{1-v^2/c^2}$. Feit blijft dat op het moment dat je lengtecontractie in een experiment opneemt, je automatisch relatieve tijd zult vinden als gevolg van de verhouding tussen lengtecontractie en relatieve tijd:

$$v \frac{\text{lengtecontractie}}{\text{relatieve tijd}} = v \frac{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = v \frac{m}{s}$$

Werking Global Positioning System (GPS) zou onmogelijk zijn zonder relatieve tijd

Gps-satellieten draaien in circulaire banen rond de aarde op 20.200 km hoogte. In het GPS-systeem worden van de signalen van (minimaal) drie satellieten de positie van de satellieten en tijdsverschil verrekend in het GPS-systeem. Tevens wordt daarbij rekening gehouden met de draaiing van de aarde (het bepalen van het noorden is daarbij van belang), maar ook met de snelheid van het GPS-systeem zelf (in verband met het tijdsverschil tussen ontvangst van deze minimaal drie signalen). Deze satellieten zenden signalen uit waarop tijdstip van uitzending en positie-informatie van de satelliet is gecodeerd. De positie die door een GPS-ontvanger wordt berekend, vereist de huidige tijd, de positie van de satelliet en de gemeten vertraging van het ontvangen signaal. De positienauwkeurigheid is voornamelijk afhankelijk van de positie van de satelliet en de signaalvertraging.

Satellieten hebben aan boord meerdere atoomklokken die de tijd meten met een nauwkeurigheid van nanoseconden. Vanwege de zwakkere zwaartekracht op vlieghoogte tikken de klokken sneller dan op aarde (45 microseconden per dag – algemene relativiteitstheorie). Vanwege de hoge snelheid van de satelliet tikken de klokken juist langzamer dan op aarde (7 microseconden per dag – speciale relativiteitstheorie). Deze effecten worden bij deze atoomklokken zowel vóór de lancering als tijdens de missie constant aangepast en gecorrigeerd.

Voor de lancering worden atoomklokken nauwkeurig getest en 'teruggezet' (vertraging toegevoegd van 38 microseconden per dag) zodat ze, eenmaal in de baan van de satelliet, synchroon lopen met de tijd op aarde. Tijdens de missie zenden satellieten hun tijdsignalen naar de grond. Wanneer we deze relativiteitsverschillen niet meenemen zou dit in het slechtste geval een onzekerheid van 10 meter per dag opleveren.

Hoewel de klokken aan boord van een satelliet autonoom zijn, worden ze *voortdurend* gecontroleerd en gesynchroniseerd door grondstations om een ongewenste afwijking in een waarde of frequentie door externe factoren te minimaliseren om nauwkeurig gesynchroniseerd te blijven met de referentieklokken op aarde.

Door deze voortdurende synchronisatie is het alleen toepassen van de algemene relativiteitstheorie of ook het al of niet toepassen van de effecten van de speciale relativiteitstheorie niet relevant.

GPS werkt dus ook prima zonder de effecten van de speciale relativiteitstheorie.

Bijlage 5 Nieuwe EHT-beelden onthullen onverwachte polarisatieomkeringen bij zwart gat M87

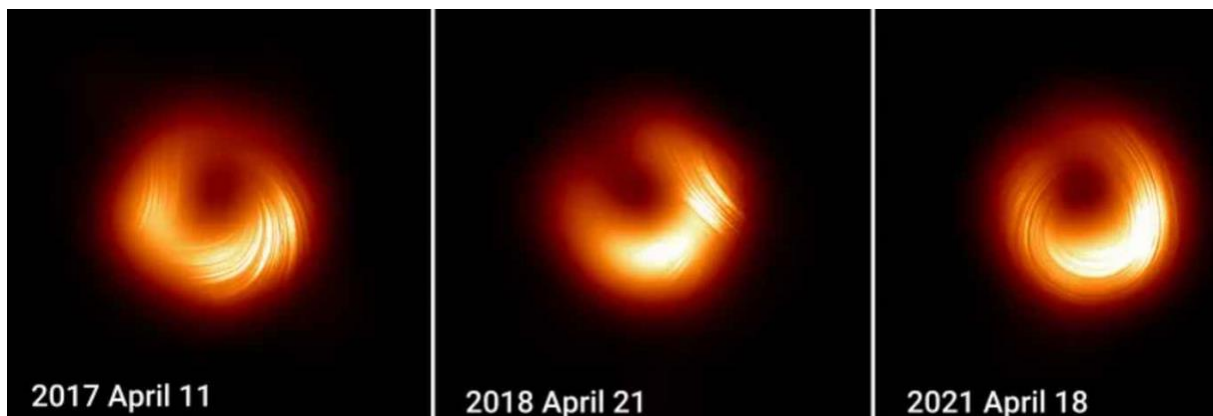
Wetenschappelijk artikel

Horizon-scale variability of from 2017--2021 EHT observations. *Astronomy and Astrophysics*. <https://doi.org/10.1051/0004-6361/202555855>

Bron: Radboud Universiteit

17 september 2025

De Event Horizon Telescope heeft bij waarnemingen over meerdere jaren veranderende polarisatiepatronen gezien bij een superzwaar zwart gat. Ook kon de telescoop de richting van een smalle straal deeltjes die met de snelheid van het licht uit de rand van het gat schiet, beter bestuderen.



De Event Horizon Telescope (EHT)-samenwerking heeft nieuwe, gedetailleerde beelden onthuld van het superzware zwarte gat in het centrum van sterrenstelsel M87. De beelden laten een dynamische omgeving met veranderende polarisatiepatronen – de richting waarin magnetische golven rondom een zwart gat zich bewegen – in de buurt van het zwarte gat zien. Bovendien hebben de onderzoekers de eerste tekenen gevonden van de basis van de straal deeltjes die uit de rand van het gat schiet. Ze zagen dat die straal in verbinding staat met de ring rond het zwarte gat. Deze nieuwe waarnemingen, die vandaag zijn gepubliceerd in *Astronomy & Astrophysics*, bieden inzicht in hoe materie en energie zich gedragen in de extreme omgevingen rond zwarte gaten.

Magnetische velden

M87 ligt op ongeveer 55 miljoen lichtjaar van de aarde en bevat een superzwaar zwart gat dat meer dan zes miljard keer zo zwaar is als de zon. De EHT, een wereldwijd netwerk van radiotelescopen dat samen een observatorium ter grootte van de aarde vormt, legde in 2019 voor het eerst het iconische beeld van de schaduw van het zwarte gat van M87 vast, en voegde daar in 2021 polarisatie aan toe. Door observaties uit 2017, 2018 en 2021 te vergelijken, hebben wetenschappers nu een volgende stap gezet in het begrijpen van hoe magnetische velden in de buurt van het zwarte gat in de loop van de tijd veranderen.

Niet statisch

‘Opmerkelijk is dat de ringgrootte door de jaren heen consistent is gebleven – wat Einsteins theorie bevestigt – , terwijl het polarisatiepatroon verandert’, zegt Paul Tiede, astronoom bij Harvard & Smithsonian. ‘Dit vertelt ons dat het gemagnetiseerde plasma dat rond het zwarte gat wervelt niet statisch is; het is dynamisch en complex, waardoor onze theoretische modellen tot het uiterste worden gedreven.’

Michael Janssen van de Radboud Universiteit voegt toe: ‘Jaar na jaar verbeteren we de EHT met extra telescopen en verbeterde instrumenten, nieuwe ideeën voor wetenschappelijk onderzoek en nieuwe algoritmen om meer uit de gegevens te halen. Voor deze studie hebben al deze factoren bijgedragen aan nieuwe wetenschappelijke resultaten en nieuwe vragen, die ons nog vele jaren bezig zullen houden.’

Omdraaien

Tussen 2017 en 2021 keerde het polarisatiepatroon om: in 2017 leken de magnetische velden in één richting te draaien, in 2018 stabiliseerden ze zich en in 2021 keerden ze om en draaiden ze in de tegenovergestelde richting. De effecten van hoe deze polarisatie in de loop van de tijd verandert, duiden op een evoluerende, turbulente omgeving waarin magnetische velden een cruciale rol spelen bij het bepalen hoe materie in het zwarte gat valt en hoe energie naar buiten wordt geslingerd. ‘Het feit dat het polarisatiepatroon tussen 2017 en 2021 van richting veranderde, was totaal onverwacht’, legt Tiede uit. ‘Het daagt onze modellen uit en laat zien dat er nog veel is in de buurt van de waarnemingshorizon dat we niet begrijpen.’

Sera Markoff van de Universiteit van Amsterdam voegt daaraan toe: ‘Door werk van Nederlandse wetenschappers zagen we tegelijk met de draaiing van de polarisatie een gammaflits. We weten dat magnetische velden een grote rol spelen bij de versnelling van deeltjes die kunnen leiden tot zo’n flits, dus het is mogelijk dat de draaiing verbonden is met deze flits.’

Nieuwe telescopen

Cruciaal was dat bij de EHT-waarnemingen van 2021 twee nieuwe telescopen werden gebruikt – Kitt Peak in Arizona en NOEMA in Frankrijk – die de gevoeligheid en beeldhelderheid verbeterden. Hierdoor konden wetenschappers voor het eerst met de EHT de richting van de straal die uit M87 schiet beter bepalen.

‘De verbeterde kalibratie heeft geleid tot een opmerkelijke verbetering van de datakwaliteit en de prestaties, met nieuwe korte basislijnen – tussen NOEMA en de IRAM 30m-telescopen, en tussen Kitt Peak en SMT – die de eerste beperkingen op de zwakke emissie aan de basis van de straal opleverden’, zegt Sebastiano D. von Fellenberg, postdoctoraal onderzoeker aan het Max Planck Instituut voor Radioastronomie (MPIfR). ‘Deze verbetering in gevoeligheid verbetert ook ons vermogen om subtiele polarisatiesignalen te detecteren.’

Evolutie sterrenstelsels

Stralen die, zoals die uit M87, uit zwarte gaten schieten, spelen een cruciale rol in de evolutie van sterrenstelsels: ze reguleren stervorming en verspreiden energie op grote schaal. De krachtige straal van M87 biedt een uniek laboratorium om te bestuderen hoe deze kosmische verschijnselen ontstaan. Deze nieuwe detectie biedt een essentieel stukje van de puzzel.

*De EHT is een internationaal samenwerkingsverband dat afbeeldingen van zwarte gaten maakt. Sterrenkundigen koppelen telescopen over de hele wereld en maken zo als het ware een grote virtuele telescoop ter grootte van de aarde. In 2019 publiceerde de Event Horizon Telescope de **eerste foto van een zwart gat**. Bij het project zijn astronomen betrokken van de Radboud Universiteit, de Universiteit van Amsterdam, de Universiteit Leiden, de NOVA-technische submm-groep van de Rijksuniversiteit Groningen en JIVE.*

*Voor dit onderzoek hebben Nederlandse wetenschappers essentiële bijdragen geleverd. Vanuit de Radboud Universiteit heeft **Michael Janssen** het team samen met **Paul Tiede** (Harvard Smithsonian) geleid. **Monika Moscibrodzka** (Radboud Universiteit) heeft in 2021 de eerste analyse van de polarisatiedata uit 2017 geleid. **Sera Markoff** (Universiteit van Amsterdam) is mede-coördinator van de groep die naar de straling van de bron op andere golflengtes kijkt, wat belangrijk is voor de interpretatie van de nieuwe resultaten.*

De metingen van NEOMA en bijdragen vanuit Nederland aan de waarnemingen werd eerder mogelijk gemaakt door bijdragen van Radboud en de ERC. De volgende stap in het onderzoek naar zwarte gaten is de uitbreiding van de EHT met de Africa Millimeter Telescope in Namibië, die dankzij subsidies van ERC, NWO en een garantie van de Radboud Universiteit de komende jaren gebouwd gaat worden. Deze telescoop zal een cruciale schakel vormen tussen telescopen in Europa, Zuid- en Latijns-Amerika en op de Zuidpool, waarna in de toekomst kleurenfilms van zwarte gaten kunnen worden gemaakt.

Woord van dank

Graag wil ik een woord van dank uitbrengen aan Dr. Frank J. van Steenwijk (docent bij de Faculteit Wiskunde en Natuurwetenschappen aan de Rijksuniversiteit Groningen) voor het mogen volgen van zijn hoorcolleges over de speciale relativiteitstheorie. Zijn hoorcolleges hebben mij laten inzien dat de redenering die tot lengtecontractie en tijddilatatie leiden niet juist zijn.

Ook wil ik prof. dr. Erik Verlinde, prof. dr. Henny Lamers, prof. dr. Dennis Dieks en prof. dr. Gerard 't Hooft bedanken voor hun inbreng. In zijn mail van 5 maart 2017 wist de heer Verlinde van de Universiteit van Amsterdam mij er van te overtuigen dat wat Einstein bedacht heeft begin vorige eeuw uitstekend past in de denkbeelden van die tijd, de tijd waarin we nog niet wisten van het bestaan van het Higgsveld. Via een tweetal mails op 31 mei 2021 en 7 juni 2021 hebben de heren Lamers en Dieks (beide van de Universiteit van Utrecht) mij op het spoor gezet dat tijd géén entiteit is. Tot slot kreeg ik op 8 oktober 2022 een mail van de heer 't Hooft van de Universiteit van Utrecht (hij kreeg in 1999 de Nobelprijs voor de natuurkunde) waarin hij mij op het spoor van het Higgsveld heeft gezet.

Ik ben mijn broer Bert Lahuis dankbaar, die mij aanmoedigde door te gaan met mijn zoektocht, alsmede mijn dochter Miranda Lahuis, die mijn website heeft gebouwd en mij als afgestudeerd filosoof op filosofisch vlak richting heeft gegeven samen met haar vriend Peter Jan Weessies.

Henk Lahuis



Dit werk valt onder een [Creative Commons Naamsvermelding-GelijkDelen 4.0 Internationaal-licentie](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/). Alle informatie in dit document mag worden gedeeld, gekopieerd, verspreid en aangepast, zolang de oorspronkelijke maker Henk Lahuis op de juiste manier wordt erkend.