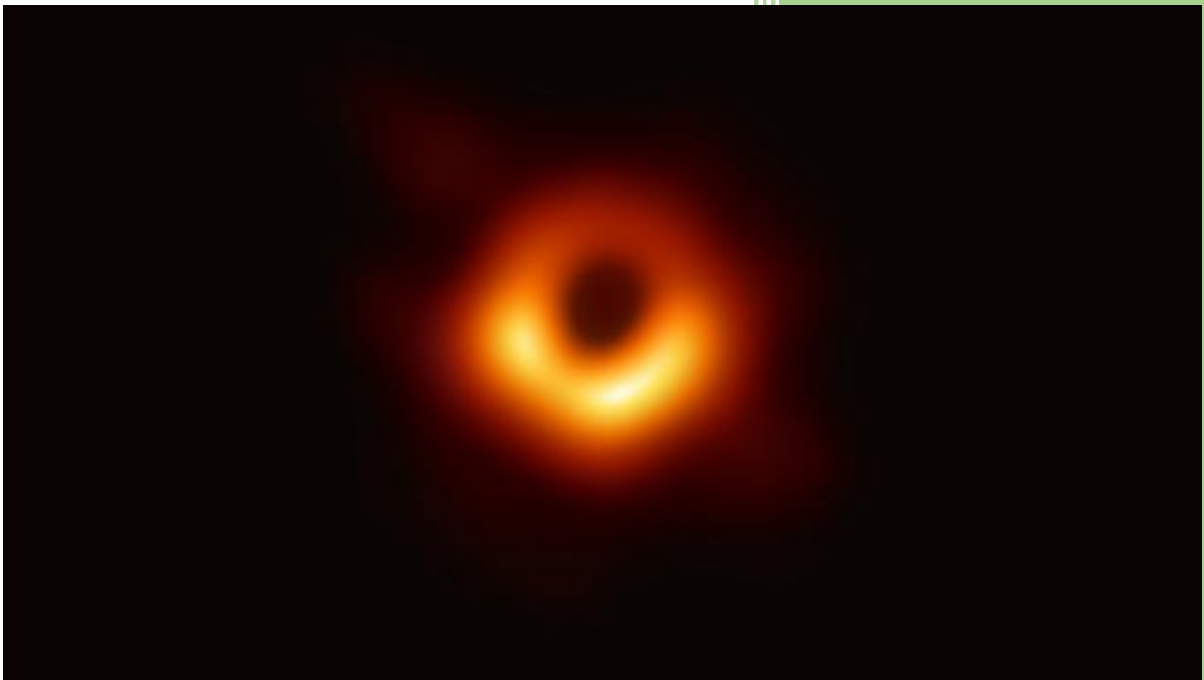


website: [www.higgsveld.com](http://www.higgsveld.com)

# HIGGSVELD EQUIVALENTIETHEORIE (HET)



**Henk Lahuis**

**[henk.lahuis@home.nl](mailto:henk.lahuis@home.nl)**

**22-5-2026**



## Inleiding

Grootste probleem in de natuurwetenschap is dat de *algemene relativiteitstheorie* niet aansluit op de *kwantumtheorie*. Dit speelt met name in het centrum van zwarte gaten. Volgens de theorie van Einstein (dat gaat over zwaartekracht), moet de massa in het centrum van een zwart gat gebundeld zijn in een *singulariteit*, samengeperst tot een punt van oneindige dichtheid aan massa en nul volume. Volgens de kwantumtheorie (dat gaat over het gedrag van materie op het kleinste niveau) kán een singulariteit helemaal niet bestaan, omdat deze theorie een maximale eindige dichtheid aan massa oplegt. Mijn *Higgsveld equivalentietheorie* (HET) verenigt nu de algemene relativiteitstheorie en de kwantumtheorie, door de singulariteit in het zwarte gat te vervangen door *een ster in de vorm van een bol van Quark-gluonplasma*.

Onomstotelijk bewijs dat zich in het centrum van zwarte gaten een Quark-Gluonplasma bevindt (in plaats van een singulariteit) werd in 2015 geleverd door het Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory. 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.

Sinds 2012 weten we dat het heelal gevuld is met het Higgsveld (higgsbosonen). Het Higgsveld verklaart het bestaan van traagheid van massa (een eigenschap van materie om zich te verzetten tegen elke verandering in haar bewegingstoestand) door de toevoeging van dit energieveld aan het Standaardmodel van de Elementaire deeltjes. Simplistisch gezegd zijn higgsbosonen klontjes in het heelal waar andere deeltjes doorheen bewegen. Doordat higgsbosonen aan een ander deeltje 'blijven plakken', krijgen deze deeltjes hun massa (oftewel de interactie tussen higgsbosonen en fermionen). Hoe meer higgsbosonen aan dit deeltje blijven plakken, hoe meer massa dit deeltje heeft.

Het foton bezit géén koppelconstante 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 uit 1887. De speciale relativiteitstheorie behoort met het vinden van het Higgsveld dan ook definitief tot het verleden, hoewel het tweede postulaat van deze theorie wel degelijk juist is. Deze zegt dat het licht zich in de lege ruimte steeds met een bepaalde snelheid voortplant, onafhankelijk van de bewegingstoestand van het uitzendende lichaam. De verklaring hiervoor is dus dat het foton géén koppelconstante bezit met het Higgsveld.

Gevolg van het verlies van de noodzaak om relativistische tijd-ruimte-transformaties (lengtecontractie en relatieve tijd) toe te moeten passen is dat de zwaartekracht géén gekromde ruimtetijd kán zijn, maar dat zwaartekracht een gekromd energieveld is, dat ontstaat als direct bijproduct van de interactie tussen higgsbosonen en fermionen.

In mijn *Higgsveld equivalentietheorie* is het heelal gekromd als een bol (ruimtelijk vierdimensionaal). Als je in een rechte lijn blijft vliegen, kom je uiteindelijk terug op je startpunt. Kenmerk van een ruimtelijk vierdimensionaal heelal is dat élk punt in het heelal het middelpunt van het heelal is. 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. Een reeds breed gedragen idee in de kosmologie.

Mijn *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). Het heelal en het Higgsveld zijn één en hetzelfde. Vandaar de naam *Higgsveld equivalentietheorie*.



Galileo Galilei (1636)

***“E pur si muove”*** (Italiaans voor “en toch beweegt hij”).

Volgens de overlevering is dit de beroemde uitspraak van de Italiaanse astronoom en natuurkundige Galileo Galilei uit 1633. Hij zou dit hebben gemompeld nadat hij door de Inquisitie van de Katholieke Kerk was gedwongen om zijn theorie in te trekken, waarin hij stelde dat de Aarde om de Zon draait. Met de uitspraak gaf hij aan dat de waarheid onveranderd blijft, ongeacht wat de kerk hem dwong te zeggen. Galilei (1564 – 1642) wordt beschouwd als de vader van de moderne astronomie.

## Inhoudsopgave

Inleiding	.....	2
Hoofdstuk 1	Vergelijking huidige natuurkunde met de Higgsveld equivalentietheorie .....	5
Hoofdstuk 2	Bewijzen Higgsveld equivalentietheorie.....	9
Hoofdstuk 3	Nieuwe verklaring uitkomst Michelson en Morley experiment 1887.....	12
Hoofdstuk 4	Het heelal.....	18
Hoofdstuk 5	Zwarte gaten.....	23
Bijlage 1	Tijd .....	25
Bijlage 2	Géén bewijzen van de speciale relativiteitstheorie .....	30
Woord van dank	.....	35

# Hoofdstuk 1      Vergelijking huidige natuurkunde met de Higgsveld equivalentietheorie

De drie postulaten van de Higgsveld equivalentietheorie (HET) zijn:

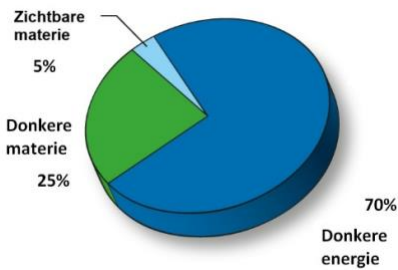
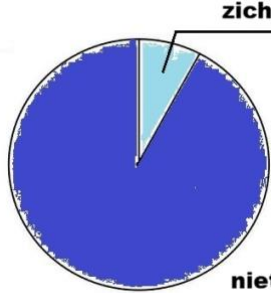
1. Het fysieke heelal en het Higgsveld zijn logisch equivalent. De ruimte is geen passieve geometrische achtergrond, maar een fundamenteel medium met een intrinsieke afstotende werking. Het heelal is niet gevuld met een Higgsveld, maar het Higgsveld is het heelal (vandaar de naam Higgsveld equivalentietheorie).
2. Na de vondst van het higgsboson in 2012 zien we dat het foton géén koppelingsconstante met het Higgsveld bezit, waardoor het zich ongehinderd door het Higgsveld verplaatst. Dit verklaart de constante lichtsnelheid zonder de noodzaak van relativistische tijd-ruimte-transformaties.
3. Een zwart gat is géén wiskundige singulariteit, maar een fysieke sfeer van Quark-Gluonplasma. In een zwart gat zit dus een Quark-Gluonplasma ster. De bij het zwart gat horende waarnemingshorizon wordt gedefinieerd als de kritieke drempel waarbij de lokale veldsterkte van de zwaartekracht de interne veldsterkte van het foton overstijgt, waardoor elektromagnetische emissie onmogelijk wordt.

Deze postulaten geven aanleiding anders aan te kijken tegen de huidige natuurkunde. Onderstaand zal dan ook een vergelijking worden gemaakt tussen de huidige natuurkunde en de Higgsveld equivalentietheorie in een tweetal kolommen. Links de huidige natuurkunde en rechts de Higgsveld equivalentietheorie.

Huidige natuurkunde	Higgsveld equivalentietheorie
<b>Massa</b> ontstaat door de fysieke koppeling (interactie) tussen fermionen en higgsbosonen.	<b>Massa</b> ontstaat door de fysieke koppeling (interactie) tussen fermionen en higgsbosonen.
Het <b>heelal</b> is een passieve geometrische achtergrond. Het heelal is gevuld met het Higgsveld (een alom aanwezig energieveld van higgsbosonen).	Het <b>heelal</b> is een fundamenteel fysiek medium. Het heelal is niet gevuld met het Higgsveld, het heelal en het Higgsveld zijn logisch equivalent. Het heelal $\equiv$ Higgsveld. Het heelal en het Higgsveld zijn één en hetzelfde!
<b>Tijd</b> is een opéénvolging van gebeurtenissen.	<b>Tijd</b> is een begrip die we als mens hebben bedacht, om de wereld om ons heen te kunnen beschrijven (voorzien van een meetinstrument). Zie bijlage 1.
Verleden, <b>heden</b> en toekomst maken deel uit van de ruimtetijd.	Verleden bestaat niet meer, toekomst moet nog komen. Alleen het <b>heden</b> bestaat, te omschrijven als: " <i>alle 'energetische' gebeurtenissen met ieder hun eigen plaats en universeel gelijktijdigheid</i> ". <i>Kwantumtheorie</i> geeft aan dat de kleinst mogelijke betekenisvolle eenheid van het heden één trilling van één elementair deeltje is. Meer specifiek voor het heelal, één gelijktijdige trilling van alle elementaire deeltjes in het heelal.

Huidige natuurkunde	Higgsveld equivalentietheorie
<b>Tijd</b> is relatief ( <i>speciale relativiteitstheorie</i> )	<b>Tijd</b> kán niet relatief zijn ( <i>kwantumtheorie</i> ).
<b>Ruimte</b> is een flexibel weefsel (metriek stelsel van hoogte, lengte en breedte)	<b>Ruimte</b> is een begrip die we als mens hebben bedacht, om de wereld om ons heen te kunnen beschrijven in de vorm van hoogte, lengte en breedte (voorzien van een meetinstrument).
Het heelal heeft een vlakke geometrie (een <b>vierdimensionale ruimtetijd</b> ). Dit betekent dat evenwijdige lijnen evenwijdig blijven en dat de som van de hoeken van een driehoek 180 graden is.	Het heelal is gekromd als een bol ( <b>ruimtelijk vierdimensionaal</b> ). Als je in een rechte lijn blijft vliegen, kom je uiteindelijk terug op je startpunt.  Kenmerk van een ruimtelijk vierdimensionaal heelal is dat élk punt in het heelal het middelpunt van het heelal is. 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.
Lengtecontractie, relativistische formule en relatieve tijd ( <i>speciale relativiteitstheorie</i> ) verklaren 'mislukking' <b>Michelson en Morley experiment</b>	Het foton bezit géén 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 <b>Michelson en Morley experiment</b> (zie hoofdstuk 3). De <i>speciale relativiteitstheorie</i> behoort met het vinden van het Higgsveld in 2012 dan ook definitief tot het verleden, hoewel het tweede postulaat van deze theorie wel degelijk juist is.

Huidige natuurkunde	Higgsveld equivalentietheorie
<p>Volgens de <i>algemene relativiteitstheorie</i> is <b>zwaartekracht</b> een gekromde ruimtetijd. Massa creëert deze gekromde ruimtetijd.</p>	<p>In de <i>Higgsveld equivalentietheorie</i> is <b>zwaartekracht</b> geen kromming van de ruimtetijd, maar een gekromd energieveld (veldspanning), dat ontstaat als direct bijproduct van de interactie tussen higgsbosonen en fermionen. Massa creëert dit gekromd energieveld (gravitatieveld). Zwaartekracht is een energetisch (gravitationeel) potentiaalverschil met een toenemende veldsterkte van het zwaartekrachtveld richting massa. Zwaartekracht is dus een lokaal gekromd energieveld (gravitatieveld) en heeft dus niets te maken met het ruimtelijk vierdimensionaal gekromd Higgsveld.</p>
<p><b>Donkere materie</b> is nog niet gevonden. Omdat de randen van sterrenstelsels veel sneller draaien dan mogelijk zou zijn op basis van de zichtbare materie alleen, zou zich daar meer dan vijf keer zo veel materie als de zichtbare hoeveelheid materie moeten bevinden, maar dan in de vorm van donkere materie. Deze niet zichtbare materie met bijbehorende zwaartekracht zou verantwoordelijk zijn voor het effect, zichtbaar aan de randen van sterrenstelsels.</p>	<p>Bij de oerknal was het ruimtelijk vierdimensionaal heelal niet volledig 'vlak' (glad als een pingpongbal), maar veroorzaakten kleine temperatuurschommelingen een ruimtelijk vierdimensionaal heelal in de vorm van golfbal (een golfbal voorzien van putjes). Een bol die wordt gekenmerkt door de aanwezigheid van vele miljarden kleine 'putjes' (bij een hypersfeer ook inwendig), die later de basis voor sterrenstelsels vormden. Met deze 'putjes' is de ruimte dusdanig vervormd, dat daarmee het sneller draaien van de randen van sterrenstelsels kan worden verklaard. Het zoeken naar <b>donkere materie</b> kan daarmee worden gestopt.</p>
<p><b>Donkere energie</b> is nog niet gevonden. Het is een hypothetische vorm van energie in het heelal die verantwoordelijk zou zijn voor de versnelling van de uitdijing van het heelal. Donkere energie is overal en gelijkmatig verdeeld in het heelal. Ze gedraagt zich alsof ze een negatieve zwaartekracht uitoefent.</p>	<p>Het Higgsveld is een scalair veld en heeft een fundamenteel intrinsieke afstotende werking (higgsbosonen vertonen een effectieve afstoting op zichzelf, vergelijkbaar met hoe gelijke ladingen elkaar afstoten). Het Higgsveld is dan ook de lang gezochte <b>donkere energie</b> (liever spreken we van niet-zichtbare energie). Aangezien het Higgsveld in zijn huidige 'rusttoestand' (vacuümwaarde) overal in het heelal een constante energie-inhoud heeft, drijft deze intrinsieke afstotende werking de uitdijing van het heelal aan.</p>

Huidige natuurkunde	Higgsveld equivalentietheorie
 <p><b>Zichtbare materie</b> (5% van de energie in het heelal): Dit zijn protonen, neutronen en elektronen, alles wat we kunnen zien (sterren, gas, planeten).</p> <p><b>Donkere materie</b> (25% van de energie in het heelal): Een nog <b>onbekende</b> materie die geen licht uitzendt, maar wel zwaartekracht uitoefent en zorgt voor de structuur van sterrenstelsels.</p> <p><b>Donkere energie</b> (70% van de energie in het heelal): Een nog <b>onbekende</b> vorm van energie die verantwoordelijk is voor de versnelde uitdijning van het heelal.</p>	 <p><b>Zichtbare energie</b> (5% van de energie in het heelal): Dit zijn protonen, neutronen en elektronen, alles wat we kunnen zien (sterren, gas, planeten).</p> <p><b>Niet-zichtbare energie</b> (95% van de energie in het heelal): Dit is voor het overgrote deel de energie van het Higgsveld die verantwoordelijk is voor de versnelde uitdijning van het heelal.</p>

## Hoofdstuk 2 Bewijzen Higgsveld equivalentietheorie

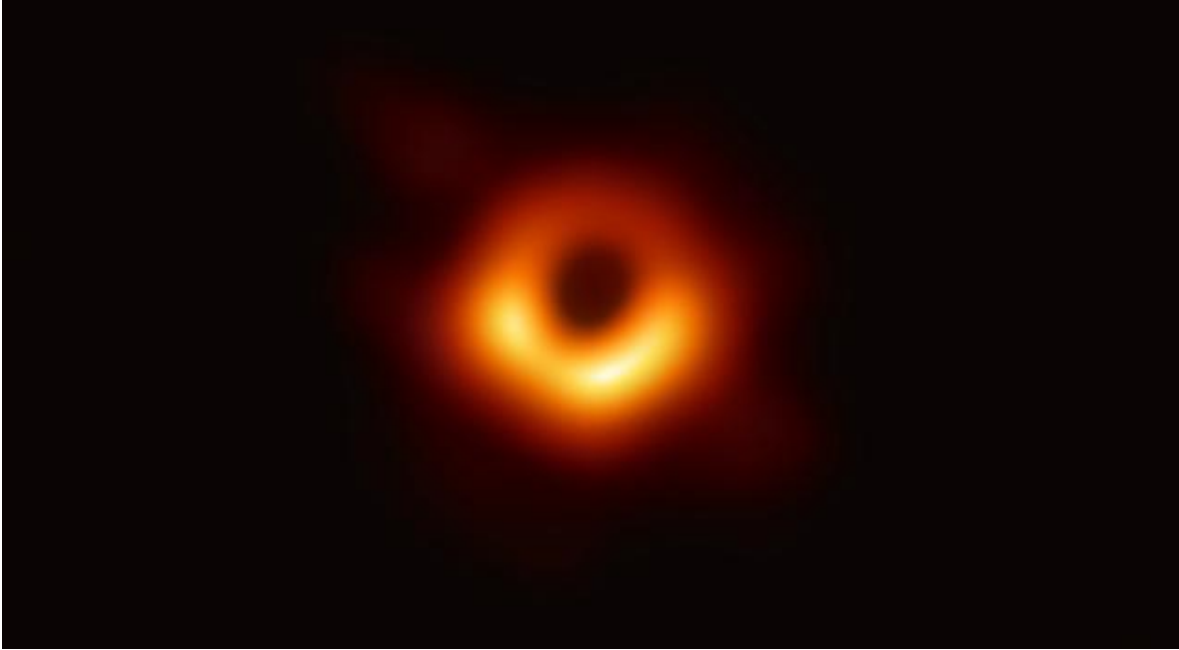
Eén van drie postulaten is dat een zwart gat géén wiskundige singulariteit is, maar een fysieke sfeer van Quark-Gluonplasma. In een zwart gat zit dus een Quark-Gluonplasma ster. De bij het zwart gat horende waarnemingshorizon wordt gedefinieerd als de kritieke drempel waarbij de lokale veldsterkte van de zwaartekracht de interne veldsterkte van het foton overstijgt, waardoor elektromagnetische emissie onmogelijk wordt.

Verbazingwekkend zijn de grote hoeveelheid bewijzen hiervoor sinds 2015.



Illustratie van de botsing van twee zwarte gaten (Bron National Science Foundation)

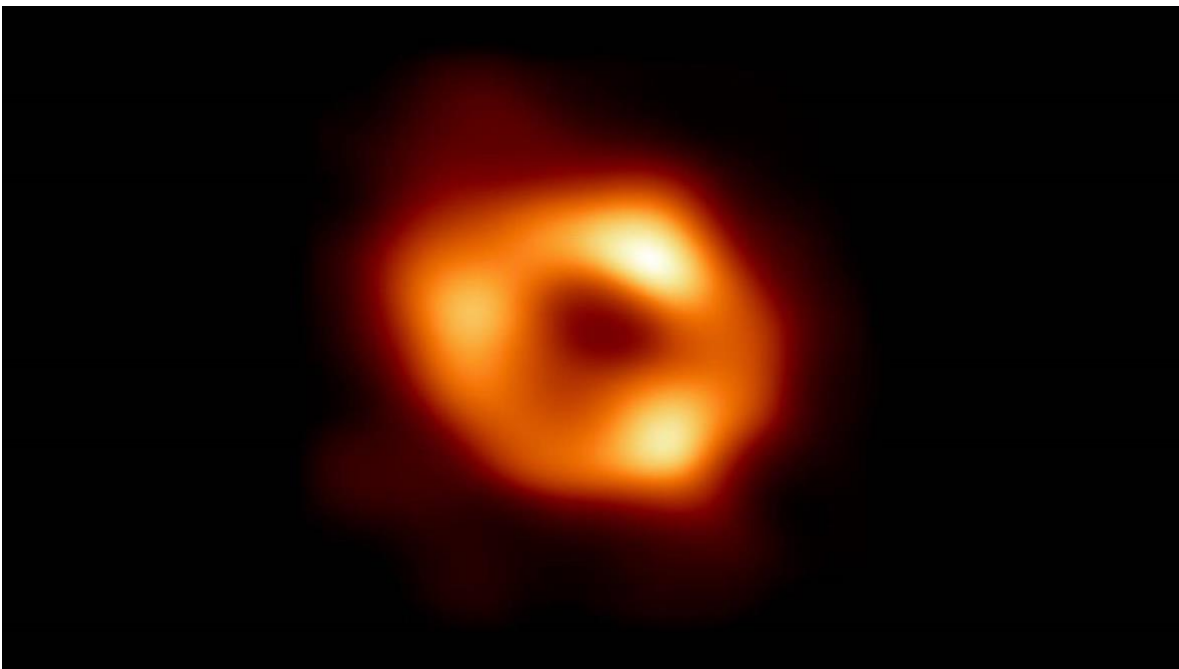
Op 14 september 2015 deed de Laser Interferometer Gravitational-wave Observatory (LIGO) de eerste waarneming van zwaartekrachtsgolven van twee botsende zwarte gaten. De data van LIGO laten zien dat het gedrag van deze botsing past bij twee botsende Quark-Gluonplasma sterren. Omdat een Quark-Gluonplasma een vloeistof is, gedraagt het zwarte gat zich als een perfecte vloeistof met een extreem lage viscositeit (stroperigheid). Het plasma dempt de trillingen bijna onmiddellijk, precies zoals we zien in de data. LIGO heeft daarmee onomstotelijk vastgesteld dat in het hart van een zwart gat een **Quark-Gluonplasma ster** aanwezig is en géén singulariteit. Zwaartekracht is dan ook géén gekromde ruimtetijd, maar een gekromd energieveld (zwaartekrachtsveld).



**Eérste 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**

Eerste foto van een zwart gat van M87 op 55 miljoen lichtjaar, gepubliceerd op 10 april 2019, gemaakt door de Event Horizon Telescope (EHT). Een zwart gat met een massa van 6,5 miljard keer die van onze zon en een diameter van de waarnemingshorizon van 18 miljard kilometer, oftewel twee keer de diameter van ons zonnestelsel.

Belangrijk om te weten dat deze foto dus een object van 55 miljoen jaar oud is en dat de waarnemingshorizon hier twee keer groter is dan ons zonnestelsel!



**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.**

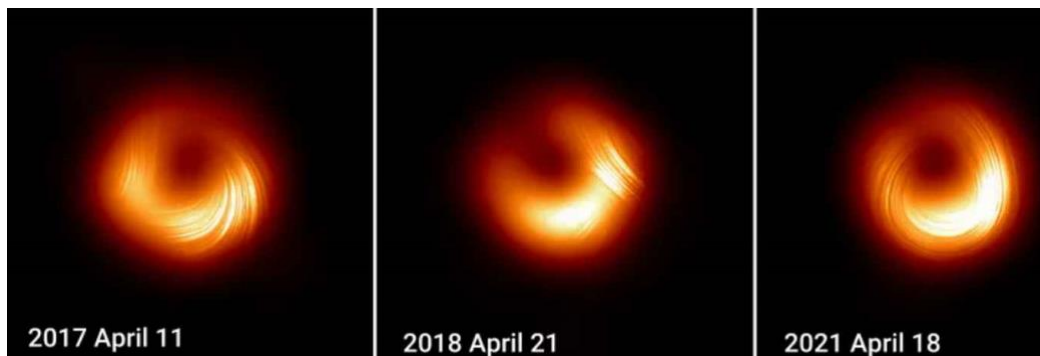
Tweede **foto van een zwart gat** van Sagittarius A\* op 26.000 lichtjaar (in het centrum van onze Melkweg), gemaakt door de EHT, gepubliceerd op **12 mei 2022**. Een zwart gat met een massa van 4 miljoen keer die van onze zon en een diameter van de waarnemingshorizon van 35 miljoen kilometer (50 keer de diameter van onze zon)..

Belangrijk om te weten dat deze foto dus het centrum van onze Melkweg dus een object is van 26.000 jaar oud en dat de waarnemingshorizon hier 50 keer groter is dan onze zon!

Het zwart gat van M87 zou volgens de *algemene relativiteitstheorie* een singulariteit bevatten met een massa van 6,4 miljard maal die van onze zon, achter een waarnemingshorizon twee keer groter dan ons zonnestelsel, waar de natuurwetten volgens de speciale relativiteitstheorie niet meer zouden gelden.

Beide foto's van deze zwarte gaten tonen wel degelijk aan dat er informatie vanuit het centrum afgeven wordt aan bijbehorende waarnemingshorizon. Informatie welke afmeting deze waarnemingshorizon moet hebben via een gebied waar de tijd stil staat en informatie dus niet doorgeven kán worden.

Dat de tijd helemaal niet stil staat achter de waarnemingshorizon, blijkt uit het feit dat we sinds 2012 een andere verklaring voor de uitkomst van het experiment van Michelson en Morley kunnen geven. Beide foto's ondersteunen deze andere verklaring van het Michelson en Morley experiment (zie hoofdstuk 3).



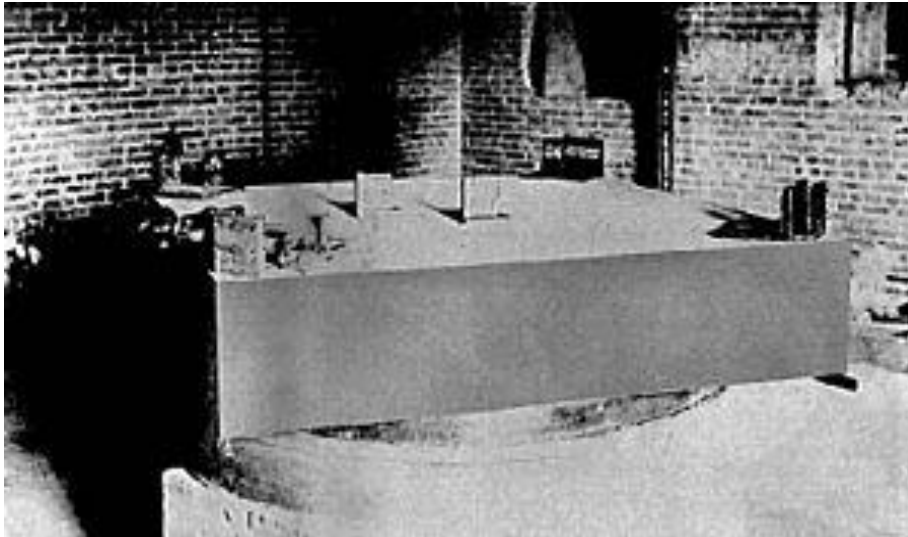
#### **polarisatiepatronen M87 (bron: Radboud Universiteit)**

Uit een publicatie van de Radboud Universiteit van 17 september 2025 blijkt dat de EHT bij waarnemingen over meerdere jaren veranderende polarisatiepatronen gezien heeft bij het zwart gat M87. De geïllustreerde beelden laten een dynamische omgeving met veranderende polarisatiepatronen zien – de richting waarin magnetische golven rondom een zwart gat zich bewegen – in de buurt van het zwart gat M87.

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. Dit duidt op een evoluerende, turbulente omgeving waarin magnetische velden een cruciale rol spelen bij het bepalen hoe materie in het zwarte gat valt. Dit beeld past niet bij een singulariteit zoals beschreven in de *algemene relativiteitstheorie*.

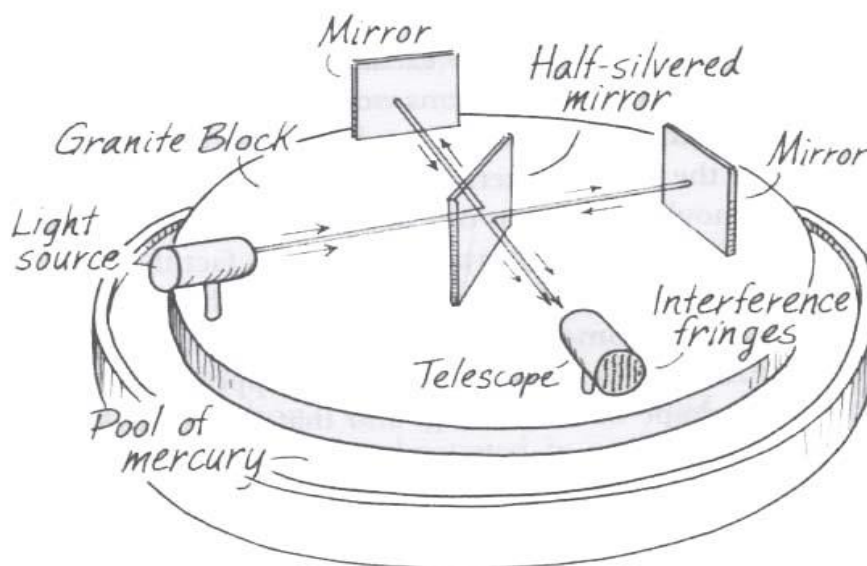
### Hoofdstuk 3 Nieuwe verklaring uitkomst Michelson en Morley experiment 1887

Eind 18<sup>e</sup> eeuw dacht de natuurwetenschap dat het heelal gevuld zou zijn met ether als medium waarin de lichtgolven zich zouden voortbewegen (net als geluidsgolven door de lucht). In 1887 bedachten **Michelson en Morley** een experiment om aan te tonen dat dit medium ether ook daadwerkelijk bestond <sup>1)</sup>.



Hoe dit experiment er in werkelijkheid uitzag, laat deze foto uit 1887 zien.

Met behulp van een interferometer wilden Michelson en Morley het bestaan van ether als medium voor lichtgolven aantonen. Het experiment bestond uit een interferometer, een lichtbron en (halfdoorlatende) spiegels, gemonteerd op een blok graniet dat dreef op een plas kwik. 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.



<sup>1</sup> Michelson, A.A. and Morley, E.W.: Am. J. Sci., 134, 333 (1887).

De interferometer was cruciaal om minimale verschillen in de lichtsnelheid te kunnen meten door een lichtbundel te splitsen en weer samen te voegen. Hoe de opstelling ook werd gedraaid, het apparaat toonde aan dat er geen verschil was in de lichtsnelheid langs twee loodrechte paden. Omdat de snelheid van het licht gelijk bleef, kon het heelal daarom géén ether bevatten.

Omdat het bestaan van ether niet kon worden aangetoond, noemt de wetenschap dit experiment nog steeds **het meest beroemde mislukte experiment uit de geschiedenis**.

De merkwaardige conclusie van het experiment was dat de lichtsnelheid in alle richtingen gelijk was, ondanks het verschil in snelheid van de lichtbron (met de draaiing van de aarde mee of hier haaks op). Meer simplistisch, de snelheid van het licht opgeteld bij de snelheid van de lichtbron was altijd gelijk aan de snelheid van het licht (onafhankelijk van de snelheid van de lichtbron).

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** <sup>2)</sup>.

In **1892** kwam de Nederlandse natuurkundige **Hendrik Antoon Lorentz** met zijn beroemde relativistische formule  $L = L_0 \sqrt{1 - v^2/c^2}$  waarmee hij deze lengtecontractie kon berekenen <sup>3)</sup>.

Voor de liefhebber: 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).

De formule wordt ook wel beschreven als  $L = L_0 / \gamma$ , waarbij  $\gamma$  (*gamma*) de *Lorentzfactor*  $\gamma = 1/\sqrt{1 - v^2/c^2}$  wordt genoemd.

**Albert Einstein** bedacht in **1905** 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*.

Dit idee van Einstein werd de *speciale relativiteitstheorie* <sup>4)</sup> genoemd, omdat tijd volgens deze theorie 'relatief' kan zijn, oftewel 'rekbaar' is en dat de snelheid van het licht constant is, onafhankelijk van de bewegingstoestand van het uitzendende lichaam.

---

<sup>2</sup> **FitzGerald, G.F.:** *The ether and the earth's atmosphere*, Science deel 13, nr. 328, p. 390, jaar 1889

<sup>3</sup> **Lorentz, H.A.:** *La théorie électromagnétique de Maxwell et son application aux corps mouvants*, Archives néerlandaises des Sciences exactes et naturelles, 1892.

<sup>4</sup> **Einstein, A.:** (1905). Publicatie Nr 4. (Annalen der Physik, 17 pp. 891-921)

In 1905 beschreef Einstein 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 *absoluutheid* van de lichtsnelheid in vacuüm; deze snelheid is dezelfde voor twee willekeurige inertiële waarnemers in eenparige relatieve beweging.

Om de speciale relativiteitstheorie te baseren op meetbare, fysische grootheden heeft Einstein samen met zijn collega's Minkowski, Lorentz en Weyl de term 'waarnemers' vervangen door wiskundige inertiaalstelsels en coördinatenstelsels. Dit zou de nadruk weg moeten halen bij menselijke waarneming, die verwarrend zou kunnen zijn. De postulaten uit 1905 werden in 1923<sup>5</sup>) vervangen door 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.

Einstein kon deze relatieve tijd berekenen met het omgekeerde van de relativistische formule voor lengtecontractie met de formule  $\Delta t = \Delta t_0 \sqrt{1 - v^2/c^2}$ .

Voor de liefhebber:  $\Delta t$  is de relatieve tijd, 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  $\Delta t_0$  de tijd vertegenwoordigt die verstreken is in het stationaire referentiekader (b.v. op aarde).

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 kwantumtheorie is er geen strikt onderscheid tussen 'deeltje' of 'veld', het zijn verschillende aspecten van dezelfde fundamentele werkelijkheid. Deeltjes worden gezien als lokale gekwantiseerde 'rimpelingen' van een onderliggend veld.

In plaats van deeltjes als harde, afzonderlijke balletjes te zien, stelt de kwantumtheorie dat het heelal gevuld is met verschillende velden (zoals het Higgsveld, het elektromagnetisch veld, de sterke- en zwakke kernkrachtvelden en het gravitatieveld) en dat een deeltje slechts een energietoestand in dat veld is. Een deeltje is dan ook niets anders dan de kleinste mogelijke trilling in zo'n veld.

Het higgsboson oftewel Higgsveld (een energieveld) verklaart het bestaan van traagheid van massa (een eigenschap van materie om zich te verzetten tegen elke verandering in haar bewegingstoestand) door de toevoeging van dit energieveld aan het Standaardmodel van de Elementaire deeltjes (zie onderstaande afbeelding). Het Higgsveld is volgens de huidige natuurwetenschap dan ook een alom in het heelal aanwezig energieveld, waar alle deeltjes hun massa aan ontlenen.

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.

---

<sup>5</sup> Einstein, A, Lorentz H.A., Minkowski, H en Weyl, H: The principle of Relativity, 1923 (Dover)

# Standaardmodel van de Elementaire Deeltjes

			drie generaties van materie (fermionen)			interacties / boodschapperdeeltjes (bosonen)	
			I	II	III		
massa			$\approx 2.2 \text{ MeV}/c^2$	$\approx 1.28 \text{ GeV}/c^2$	$\approx 173.1 \text{ GeV}/c^2$	0	$\approx 124.97 \text{ GeV}/c^2$
lading			$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	0	0
spin			$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1	0
			<b>u</b> up	<b>c</b> charm	<b>t</b> top	<b>g</b> gluon	<b>H</b> higgs
	<b>QUARKS</b>		$\approx 4.7 \text{ MeV}/c^2$	$\approx 96 \text{ MeV}/c^2$	$\approx 4.18 \text{ GeV}/c^2$	0	
			$-\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{3}$	0	
			$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1	
			<b>d</b> down	<b>s</b> strange	<b>b</b> bottom	<b><math>\gamma</math></b> foton	
			$\approx 0.511 \text{ MeV}/c^2$	$\approx 105.66 \text{ MeV}/c^2$	$\approx 1.7768 \text{ GeV}/c^2$	$\approx 91.19 \text{ GeV}/c^2$	
			-1	-1	-1	0	
			$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1	
			<b>e</b> elektron	<b><math>\mu</math></b> muon	<b><math>\tau</math></b> tau	<b>Z</b> Z-boson	
	<b>LEPTONEN</b>		$< 1.0 \text{ eV}/c^2$	$< 0.17 \text{ MeV}/c^2$	$< 18.2 \text{ MeV}/c^2$	$\approx 80.39 \text{ GeV}/c^2$	
			0	0	0	$\pm 1$	
			$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1	
			<b><math>\nu_e</math></b> elektron neutrino	<b><math>\nu_\mu</math></b> muon neutrino	<b><math>\nu_\tau</math></b> tau neutrino	<b>W</b> W-boson	
							<b>IJKBOSONEN</b> VECTOR BOSONEN
							<b>SCALAIRE BOSONEN</b>

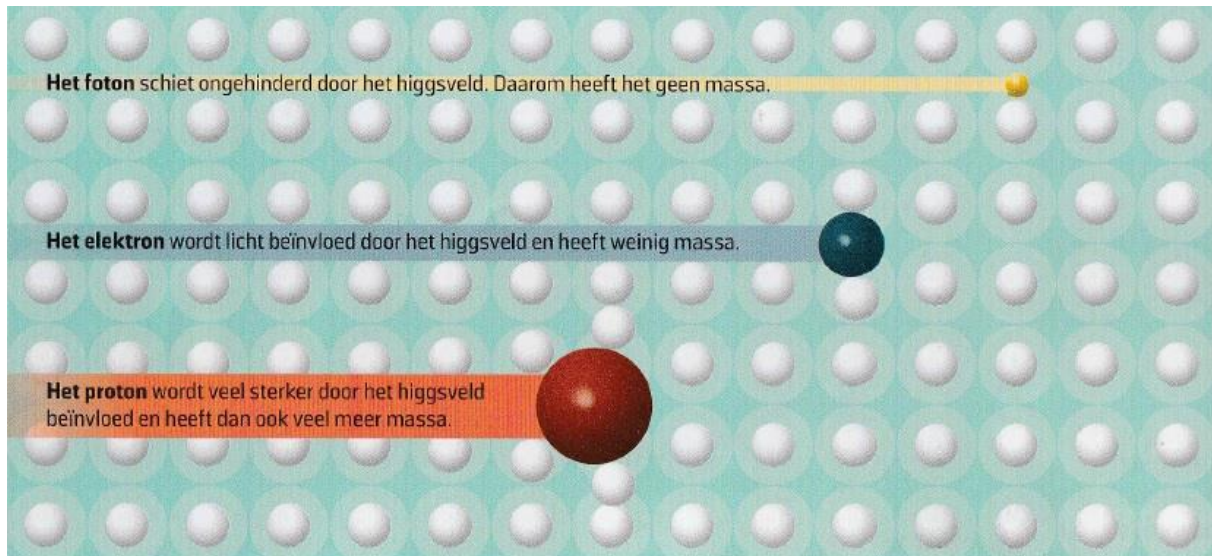
**Quarks** zijn de fundamentele bouwstenen en vormen samen subatomaire deeltjes zoals protonen en neutronen. **Leptonen** zijn fundamentele deeltjes die niet kunnen worden opgedeeld in kleinere stukjes, zoals elektronen (elektronen draaien in atomen om de kern en zorgen voor chemische reacties en elektriciteit). **Bosonen** zijn subatomaire deeltjes die krachten en energie overdragen. **Gluonen** zijn het uitwisseldeeltje bij de sterke kernkracht, **fotonen** zijn het uitwisseldeeltje voor elektromagnetische kracht, **Z-bosonen** en **W-bosonen** zijn het uitwisseldeeltje bij de zwakke kernkracht, verantwoordelijk voor radioactiviteit, een afstotende interactie op korte afstand tussen elektronen, neutrino's en quarks.

**Fermionen**, deeltjes met halfvullige spin, zijn de materiedeeltjes waaruit het heelal is opgebouwd. Bosonen, deeltjes met heeltvullige 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 halfvullige spin hebben, vectorbosonen een heeltvullige spin en het scalaire higgsboson een spin nul. Spin is geen daadwerkelijke draaiing, maar een kwantummechanische eigenschap die het intrinsieke impulsmoment beschrijft. Ook zien we dat fotonen massaloos zijn (massa nul).

Higgsbosonen zijn scalaire bosonen. Oftewel het Higgsveld is een scalair veld. Een scalair veld wordt beschreven door een functie die de waarde ervan op elke locatie in de ruimte en tijd weergeeft. Kortom het Higgsveld is een alom in het heelal aanwezig energieveld.

Belangrijke les uit het standaardmodel is dat de massaloze fotonen geen koppelconstante met het Higgsveld hebben en zich 'ongehinderd' door het Higgsveld kunnen bewegen.

Om te illustreren hoe het komt dat fotonen geen massa hebben (en zich dus ongehinderd door het Higgsveld kunnen bewegen) en dat bijvoorbeeld elektronen weinig massa en protonen veel massa hebben, heeft het tijdschrift WETENSCHAP IN BEELD SPECIAL onderstaande illustratie opgesteld.



#### Illustratie WETENSCHAP IN BEELD SPECIAL 1/2025

Gevolg is dat massaloze deeltjes zich anders gedragen dan deeltjes met massa. Dat dit ook intuïtief klopt, laat volgend gedachtenexperiment zien.

*“Neem een astronaut van het International Space Station die een ruimtewandeling maakt. De astronaut laat per ongeluk 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.

Dit betekent ook dat het fundamenteel onjuist is om de snelheid van massa te vergelijken met de snelheid van massaloze deeltjes. Eigenlijk had de onderzoeksvraag van Michelson en Morley in 1887 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).

In plaats van te spreken van het meest beroemde mislukte experiment uit de geschiedenis moeten we constateren dat het experiment (hoewel onbedoeld) inderdaad aantoonde dat het licht in de lege ruimte zich steeds met een bepaalde snelheid voortplant, onafhankelijk van de bewegingstoestand van het uitzendende lichaam (het tweede postulaat van de speciale relativiteitstheorie zoals beschreven in 1923), **zonder de noodzaak van relativistische tijd-ruimte-transformaties (lengtecontractie en relatieve tijd)**. Wat mij betreft ontvingen Michelson en Morley hiervoor alsnog (postuum) een Nobelprijs voor de Natuurkunde (net zoals Penzias en Wilson voor hun toevallige ontdekking van de kosmische achtergrondstraling in 1978 hiervoor een Nobelprijs voor de Natuurkunde hebben gekregen).

**Keiharde conclusie is dan ook dat zowel lengtecontractie als tijddilatatie definitief tot het verleden behoren.**

Volgens Maxwells theorie over elektromagnetische uit 1865 bestaat licht uit golven <sup>6</sup>. Volgens één van Maxwells vergelijkingen wordt de snelheid van elektromagnetische straling 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).

Als we nu de twee postulaten uit 1923 zouden moeten herschrijven, dan wordt dit:

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

Feit blijft dat natuurkundigen aan blijven geven dat er zoveel bewijzen voor relatieve tijd zijn, dat de speciale relativiteitstheorie van Einstein wel moet kloppen. Hiervoor verwijs ik naar bijlage 2.

---

<sup>6</sup> J. Clerk Maxwell, *A Dynamical Theory of the Electromagnetic Field*, Phil. Trans. Roy. Soc., vol. 155, pp. 459 - 512 (1865).

## Hoofdstuk 4    Het heelal

Uitgangspunt van de Higgsveld equivalentietheorie is dat het fysieke heelal en het Higgsveld logisch equivalent zijn. De ruimte is geen passieve geometrische achtergrond, maar een fundamenteel medium met een intrinsieke afstotende werking. Het heelal is niet gevuld met een Higgsveld, maar het Higgsveld is het heelal (vandaar de naam Higgsveld equivalentietheorie).

Dat het heelal onvoorstelbaar groot is blijkt uit het feit dat we afstanden in het heelal meten in lichtjaren en dat het oudste licht dat ons bereikt (de kosmische achtergrondstraling) bijna 13,4 miljard jaar oud is. Een lichtjaar is de afstand die het licht aflegt in één jaar tijd (met ongeveer 300.000 kilometer per seconde), oftewel ruim 9 biljoen kilometer (9.460.730.472.581 kilometer).

Zo staat de maan op 1 lichtseconde van ons af. De zon op 8,5 lichtminuten en de dichtstbijzijnde ster Proxima Centauri op ruim 4 lichtjaar. Het licht wat ons nu bereikt van Proxima Centauri is dus ruim 4 jaar geleden al vertrokken. De Melkweg (het sterrenstelsel waarin wij wonen) heeft een doorsnede van ongeveer 120.000 lichtjaar. Het centrum van onze Melkweg (Sagittarius A\*) ligt op 26.000 lichtjaar afstand. Naast onze Melkweg ligt het sterrenstelsel genaamd Andromedanevel op 2,5 miljoen lichtjaar. Het licht wat ons nu bereikt van de Andromedanevel is dus net zo oud als de eerste stenen werktuigen van de mens.

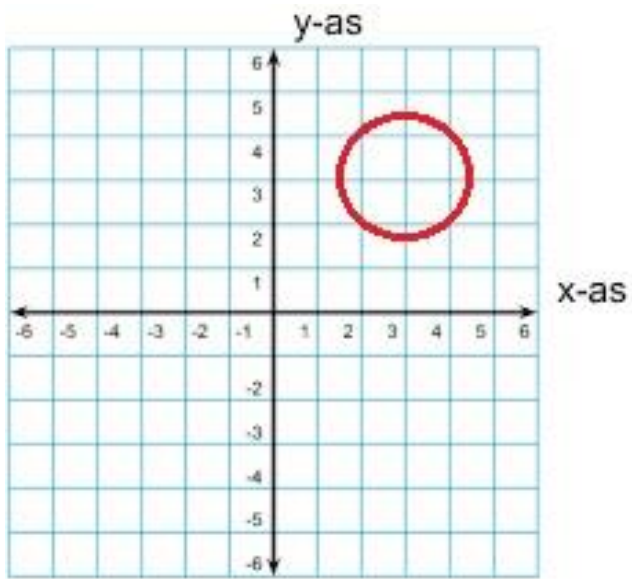
Dat het heelal ook onvoorstelbaar groot is blijkt ook uit het feit dat onze Melkweg ongeveer 200 miljard sterren bevat en onze Melkweg één van de ongeveer 2.000 miljard sterrenstelsels in het heelal is. Er zijn letterlijk meer sterren in het heelal dan zandkorrels op aarde.

De huidige wetenschap gaat er van uit dat het heelal een vlakke geometrie heeft (een vierdimensionale ruimtetijd). De Higgsveld equivalentietheorie gaat het heelal gekromd is als een bol (ruimtelijk vierdimensionaal). Als je in een rechte lijn blijft vliegen, kom je uiteindelijk terug op je startpunt.

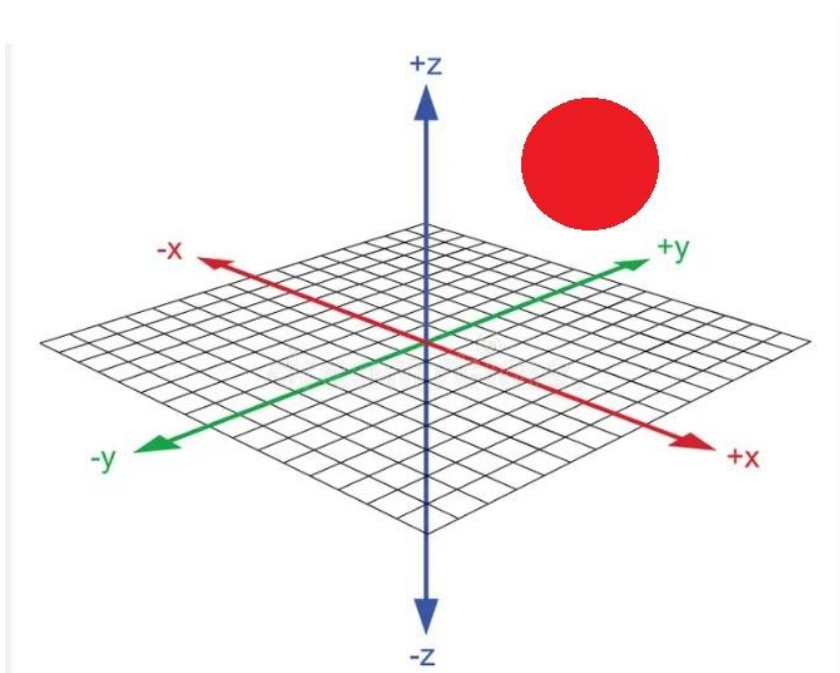
Kenmerk van een ruimtelijk vierdimensionaal heelal is dat élk punt in het heelal het middelpunt van het heelal is. Kenmerk van een ruimtelijk vierdimensionaal heelal is ook, dat sterrenstelsels niet van ons vandaan vliegen, maar dat alleen de tussenruimte tussen deze sterrenstelsels groter wordt. De huidige wetenschap gaat hier overigens ook van uit. Sterrenstelsels staan al vanaf de oerknal op dezelfde plek in het heelal.

Grote vraag is hoe we ons een ruimtelijk vierdimensionaal heelal moeten voorstellen. Daarvoor moeten we gebruik maken van een beetje meetkunde en heel veel voorstellingsvermogen.

Om te laten zien dat het heelal écht ruimtelijk vierdimensionaal is, eerst een stukje meetkunde.



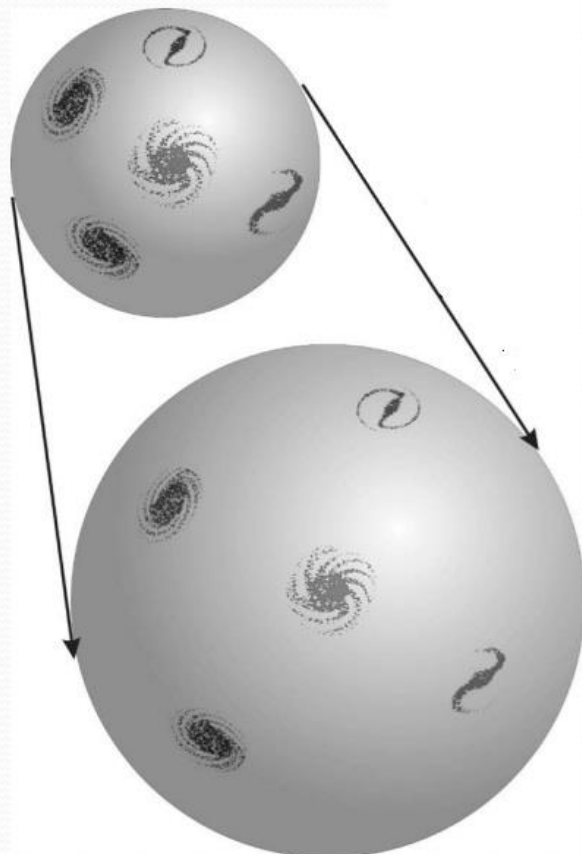
Een **gesloten cirkel** in een tweedimensionale wereld.



Een **gesloten ballon** (dus hol van binnen) in een driedimensionale wereld.

Vervolgens zetten we ons voorstellingsvermogen aan het werk. We tekenen ons heelal tweedimensionaal op het oppervlak van de driedimensionaal gesloten ballon en blazen deze ballon op. In welk sterrenstelsel je ook woont, overal verwijderen andere sterrenstelsels zich ten opzichte van jouw sterrenstelsel en denk je dat je in het midden van het heelal woont. Dit is het breed gedragen **kosmologisch principe**. Het begrip kosmologisch principe werd in 1935 door Arthur Milne <sup>7)</sup> geïntroduceerd. Het kosmologisch principe is bewezen met de in 1965 gevonden kosmische achtergrondstraling <sup>8)</sup>. Kenmerk van het kosmologisch principe is dat élk punt in het heelal het middelpunt is van het heelal. In dit geval is élk punt in het tweedimensionaal getekend heelal het middelpunt van het heelal. Dat de bewoners van dit tweedimensionaal heelal dit heelal ook tweedimensionaal waarnemen, komt omdat het licht alleen de vorm van de gesloten ballon (hol van binnen) volgt.

## De ballon-analogie (in twee dimensies!)



Om het **kosmologisch principe** ook in het echte heelal te behouden (niet tweedimensionaal, maar driedimensionaal zoals wij het heelal waarnemen), moet deze niet tweedimensionaal getekend worden op de oppervlak van een driedimensionaal gesloten ballon, maar moet het heelal driedimensionaal getekend worden op de oppervlak van een ruimtelijk vierdimensionaal **gesloten hypersfeer** (een vierdimensionale variant van een driedimensionaal gesloten ballon).

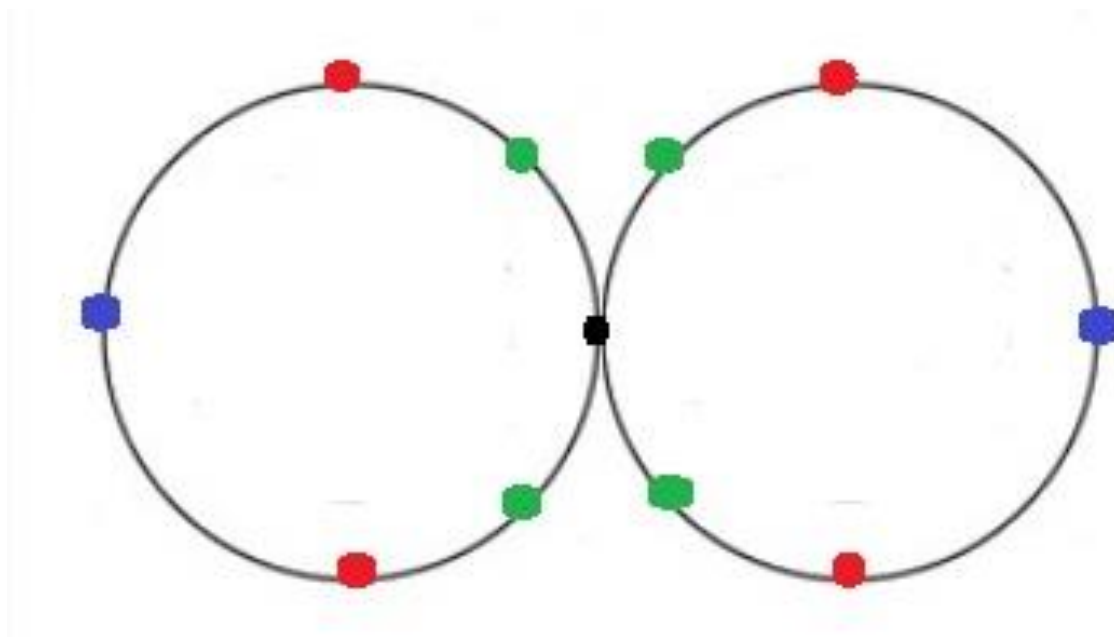
Het heelal is dan ook écht ruimtelijk vierdimensionaal. Dat de bewoners van dit heelal het driedimensionaal waarnemen, komt omdat het licht alleen de vorm van de gesloten hypersfeer volgt.

<sup>7</sup> Milne, E.A. (1935). *Relativity, gravitation and world-structure*, Oxford: Clarendon Press.

<sup>8</sup> Penzias, A.A.; Wilson, R.W. (1965). "A Measurement of Excess Antenna Temperature at 4080 Mc/s". *Astrophysical Journal*.

Wanneer we daadwerkelijk berekeningen willen uitvoeren aan dit ruimtelijk vierdimensionaal heelal moeten we een model bouwen waar een supercomputer mee aan de slag kan.

Hiervoor nemen we 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). Leuk om te weten is dat de lage quadrupool laat zien dat het heelal bijna exact de grootte heeft van ons waarneembaar heelal. De lage quadrupool is het gebrek aan temperatuurschommelingen in de kosmische achtergrondstraling bij een schaal van meer dan  $60^\circ$ .



Het gehele heelal wordt vormgegeven door de acht in alle mogelijke richtingen te draaien. dus niet alleen  $360^\circ$  links en rechts, maar ook  $360^\circ$  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 maken we dit heelal ruimtelijk vierdimensionaal, waarbij elk melkwegstelsel in het midden van het heelal staat. Dit vergt dat elk melkwegstelsel gelijktijdig op de zwarte stip van zijn eigen 'acht' staat. 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'.

Er zijn op dit moment een tweetal theorieën gangbaar over de oorsprong en het ontstaan van ons heelal. De oerknal en het kosmisch inflatiemodel.

In 1931 bedacht de Belgische priester-kosmoloog Georges Lemaître <sup>9)</sup> ligt 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.

Net als het uitgangspunt van de Higgsveld equivalentietheorie dat een zwart gat géén singulariteit bevat, kan het ook niet anders dan dat de oerknal niet ontstaan is vanuit een singulariteit, maar ontstaan moet zijn vanuit een fysieke sfeer van Quark-Gluonplasma.

In 1981 introduceerde Alan Guth het Kosmische inflatiemodel inflatie <sup>10)</sup>. 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.

In de Higgsveld equivalentietheorie heeft het Higgsveld een intrinsieke afstotende werking én vond de oerknal niet vanuit één middelpunt plaats, maar vond de oerknal letterlijk vanuit elk punt in het heelal plaats. Of daarmee een gedragen alternatief voor het Kosmische inflatiemodel ontstaat is zaak van nadere beschouwing.

---

<sup>9)</sup> **Lemaitre, G.** (1931) *"The Beginning of the World from the Point of View of Quantum Theory"*, "Nature" 127, n. 3210, pp. 706

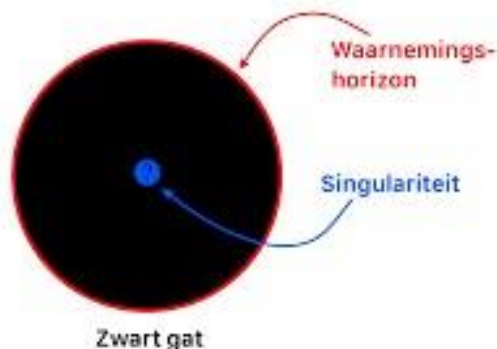
<sup>10)</sup> **Guth, A.** (1981) *"Inflationary universe: A possible solution to the horizon and flatness problems"*, Physical review, volume 23, nummer 2, 15 januari 1981

## Hoofdstuk 5 Zwarte gaten

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 dat zwaartekracht geen kromming van de ruimtetijd is, maar een gekromd energieveld (veldspanning), dat ontstaat als direct bijproduct van de interactie tussen higgsbosonen en fermionen. Massa creëert dit gekromd energieveld (gravitatieveld). Zwaartekracht is een energetisch (gravitationeel) potentiaalverschil met een toenemende veldsterkte van het zwaartekrachtveld 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.

Eén van de meest bizarre verschijnselen in het heelal is een **zwart gat**. Een plek in de ruimte waar de zwaartekracht zo extreem sterk is dat zelfs het licht er niet uit kan ontsnappen. Het zwart gat is dan ook letterlijk niet meer te zien, vandaar de naam zwart gat. Wetenschappers nemen deze zwarte gaten waar, door te kijken naar de sterren en gassen die eromheen draaien.



De waarnemingshorizon van een zwart gat is de grens, waar de snelheid van het licht niet groot genoeg is, om aan de zwaartekracht van het zwart gat te kunnen ontsnappen (de buitenkant van het zwart gat). Omdat op de grens van de waarnemingshorizon de ontsnappingssnelheid gelijk is aan de snelheid van het licht staat volgens de speciale relativiteitstheorie de tijd daar stil en gelden de natuurwetten in het binnenste van een zwart gat niet meer. Volgens de algemene relativiteitstheorie is de massa van een zwart gat samengeperst in een singulariteit in het centrum van het zwart gat. Een punt van oneindige dichtheid aan massa en nul volume. Overigens was het John Wheeler die het begrip 'zwart gat' populariseerde.

In de Higgsveld equivalentietheorie is een zwart gat géén wiskundige singulariteit, maar een fysieke sfeer van Quark-Gluonplasma. In een zwart gat zit dus een Quark-Gluonplasma ster. De bij het zwart gat horende waarnemingshorizon wordt gedefinieerd als de kritieke drempel waarbij de lokale veldsterkte van de zwaartekracht de interne veldsterkte van het foton overstijgt, waardoor elektromagnetische emissie onmogelijk wordt.

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 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. **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.

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 mogelijk zo'n 2.000 miljard superzware zwarte gaten in het heelal zijn. Stellaire zwarte gaten zijn nog véél talrijker, gezien het aantal supernova-explosies. In ons Melkwegstelsel komen er naar schatting al honderd miljoen voor, aldus berekeningen van de Amsterdamse hoogleraar Ed van den Heuvel. Het dichtstbijzijnde stellaire zwarte gat is misschien maar vijftien lichtjaar van ons zonnestelsel vandaan.

## Bijlage 1 Tijd

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.jodyzweserijnphotography.nl](http://www.jodyzweserijnphotography.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.

Naast dat het heelal en het Higgsveld één en hetzelfde zijn, is het ook fascinerend om te zien 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.

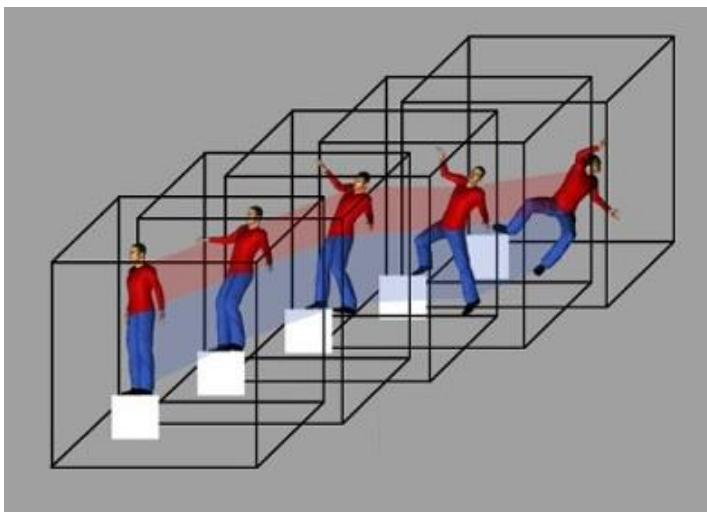
De **tijd – als aanduiding van het meten van een interval tussen twee tijdstippen**, gemeten in de SI-eenheid seconde, betreft het meten van het interval tussen een niet meer bestaande entiteit "het heden zoals dat is geweest" en de wel bestaande entiteit heden. Het meten van een interval tussen een 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 <sup>11)</sup>, 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.

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 onderstaande afbeelding). Aangezien ruimtetijd géén entiteit is, kan ook het blokuniversum 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 echter het idee opgevat dat we leven in een vierdimensionaal blokuniversum. Verleden, heden en toekomst zouden daarin naast elkaar bestaan. 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 natuurwetenschap 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 nog bestaat.

---

<sup>11</sup> Minkowski, H. (1907–1909), "Raum und Zeit", Physikalische Zeitschrift 10: 75–88

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; de *Higgsveld equivalentietheorie*.

### ***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. 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 verrat 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 heelal, 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 in de *Higgsveld equivalentietheorie* 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.

## Bijlage 2

## Géén 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 volgens de heer Verlinde zeker niet aan getwijfeld kan worden.

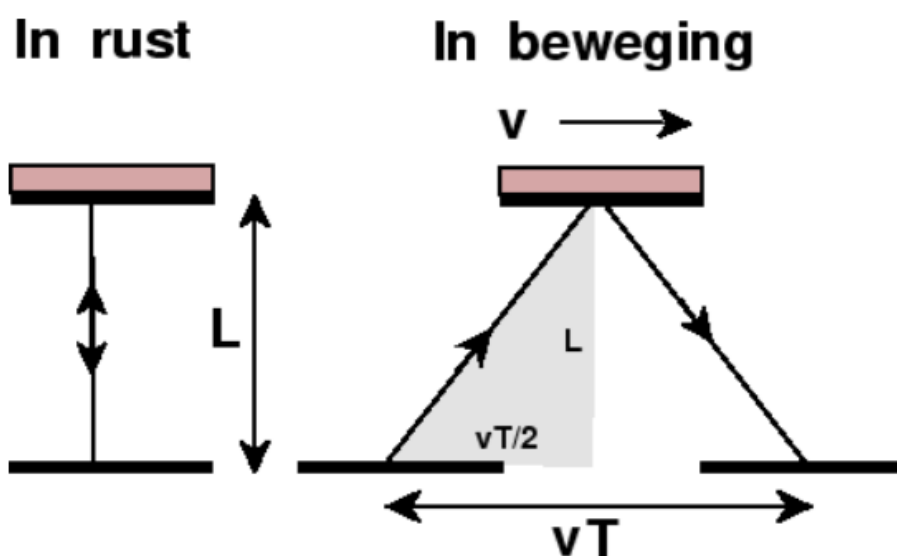
Zoals uit dit document blijkt, hoeft niet getwijfeld te worden aan de *algemene relativiteitstheorie* (alleen ruimtetijd moet vervangen worden door een energieveld). We zien ook dat de uitkomst van het Michelson en Morley experiment verklaard kan worden zonder de noodzaak van relativistische tijd-ruimte-transformaties (lengtecontractie en relatieve tijd).

Wanneer we onderstaand naar de lichtklok van Einstein kijken, is dit geenszins bewijs van de *speciale relativiteitstheorie*. 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 geëkaatst 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 gaat. Elke 'tik' is een volledige heen-en-weer reis van het licht (zie bovenstaande afbeelding).
- **Stilstaande klok:** Voor een stilstaande waarnemer legt het licht een eenvoudige verticale afstand af (heen-en-weer), de situatie 'In rust' in bovenstaande 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 bovenstaande 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  $\text{Tijd} = \text{Afstand} / \text{Snelheid}$ , 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  $\text{Tijd} = \text{Afstand} / \text{Snelheid}$  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):

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.

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:

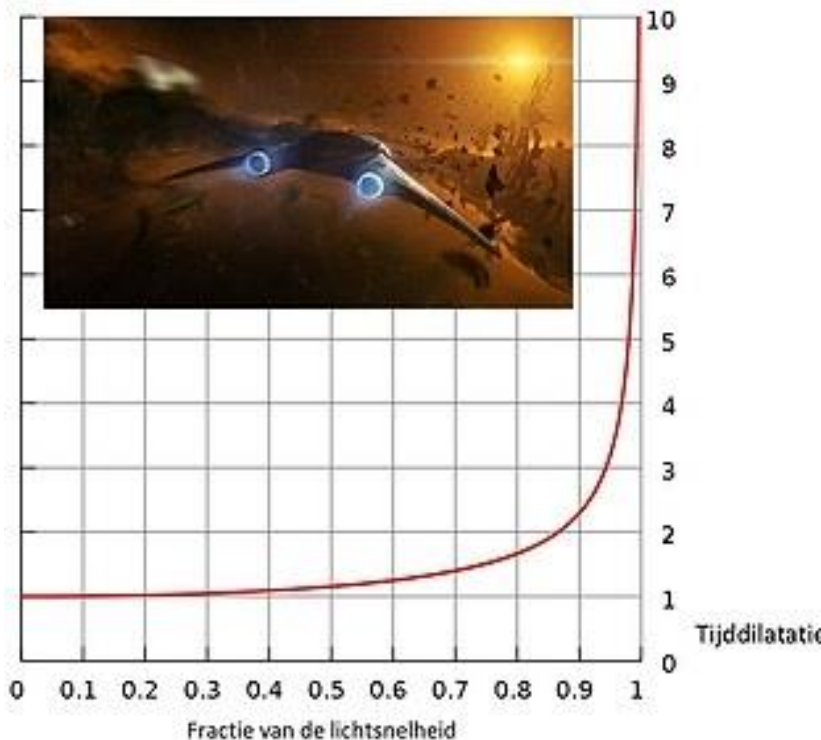
- De **verticale zijde** is de afstand tussen de spiegels ( $c \cdot \Delta t_0$ ). Hier wordt de tijd van de stilstaande klok (deeltjes met massa) vermenigvuldigd met de snelheid van het licht (deeltjes zonder massa) om de lengte van de verticale hoogte van de klok te krijgen.
- De **horizontale zijde** 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 ( $\Delta t$ ) direct niet-lineair.

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

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

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 relatieve tijd wordt 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  $\Delta t$  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  $\Delta t_0$  de tijd vertegenwoordigt die verstreken is in het stationaire referentiekader (b.v. op aarde).

Voorbeeld berekening van tijddilatatie (rode lijn).

- $v = 0,4 c$       tijddilatatie = 1,09
- $v = 0,96 c$       tijddilatatie = 3,57
- $v = 0,99 c$       tijddilatatie = 7,09
- $v = 0,99999 c$       tijddilatatie = 223,61

Voor de waarnemer op aarde lijkt het erop dat wanneer er een uur tijd op aarde verstrikt (**3.600 seconden**) er volgens de waarnemer op aarde in de raket die met **0,4 c** vliegt er **3.302 seconden** in de raket zijn verlopen. Let wel: de astronaut denkt nog steeds dat er 3.600 seconden zijn verlopen (een uur) in zijn raket.

Voor de waarnemer op aarde lijkt het erop dat wanneer er een uur tijd op aarde verstrikt (3.600 seconden) er volgens de waarnemer op aarde in de raket die met **0,99999 c** vliegt er **16 seconden** in de raket zijn verlopen. Let wel: de astronaut denkt nog steeds dat er 3.600 seconden zijn verlopen (een uur) in zijn raket.

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 zinvolle 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  $\Delta t$  de tijd van het bewegend object (raket) en  $\Delta t_0$  de tijd vertegenwoordigt die verstreken is aarde. In de raket komt de tijd dus stil te staan bij het bereiken van de lichtsnelheid.

### **Gedachte-experiment lichtklok houdt géén rekening met het klassieke relativiteitsprincipe**

In het boek "*Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo*" ("*Dialogue Concerning the Two Chief World Systems*") vergeleek Galileo Galilei in 1632 het geocentrische wereldbeeld (de aarde in het middelpunt van het universum) van Ptolemaeus (87-150) met het heliocentrisch wereldbeeld (de zon in het centrum) van Copernicus (1473-1543). Hierin <sup>12)</sup> beschreef hij zijn principe van relativiteit als volgt (**het klassieke relativiteitsprincipe**):

*"Sluit jezelf op . . . in de hoofdkajuit benedendeks van een groot schip. . . . Neem een grote kom met water en met enkele vissen erin. . . . Als het schip stilligt . . . zwemmen de vissen zonder voorkeur in alle richtingen. Nadat je dit . . . nauwkeurig . . . hebt bestudeerd . . . laat dan het schip voortgaan met een willekeurige snelheid, zolang de beweging maar éénparig is. . . . Je zult geen verschil merken . . . noch zou je kunnen zeggen . . . of het schip beweegt of stilligt".*

Het klassieke relativiteitsprincipe van Galilei laat zien dat je onmogelijk kunt weten wie er beweegt en wie er stil staat. In het gedachtenexperiment van Einstein zien we dat géén rekening is gehouden met dit klassieke relativiteitsprincipe van Galilei. Voor de waarnemer bij de 'stilstaande klok' lijkt het dat de 'bewegende klok' van hem vandaan beweegt en de tijd van de 'bewegende klok' langzamer verloopt. Voor de waarnemer bij de 'bewegende klok' lijkt het alsof hij stil staat en dat de 'stilstaande klok' van hem vandaan beweegt en de tijd van de 'stilstaande klok' langzamer verloopt.

Zoals beschreven in hoofdstuk 3 wilde Einstein samen met collega's Minkowski, Lorentz en Weyl de *speciale relativiteitstheorie* baseren op meetbare, fysische grootheden door de term 'waarnemers' te vervangen door wiskundige inertiaalstelsels en coördinatenstelsels. Dit zou de nadruk weg moeten halen bij menselijke waarneming, die verwarrend zou kunnen zijn!

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

---

<sup>12</sup> Galileo Galilei: *Dialogue Concerning the Two Chief World Systems* (University of California Press, 1962), p. 186

## 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.

## 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 partner Emma 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.