

Waarom het Higgs-deeltje belangrijk is^[1]

Op school of in boeken hebben de meesten onder ons geleerd dat alle materie rondom ons – alles wat we eten, drinken of ademen, alle levende wezen, en de aarde zelf – uit atomen is samengesteld. Er bestaan een honderdtal soorten atomen die men “scheikundige elementen” noemt. Meestal komen atomen samen voor als moleculen zoals de letters zich samenvoegen om woorden te vormen. We nemen deze feiten over de wereld aan als vaststaand, maar op het einde van de 19^e eeuw werden hierover nog verhitte discussies gevoerd. Pas rond 1900 kwam het nieuwe atoombeeld van de wereld tot stand. Toen kon de werkelijke afmeting van atomen langs verschillende beschouwingslijnen afgeleid worden en het elektron, dat kleiner is dan het atoom en in de buitenste rand ervan voorkomt, werd ontdekt.

Maar tot op vandaag blijven bepaalde zones van dit beeld vaag. Honderd jaar oude mysteries blijven onopgelost. De heisa rond het Higgs-boson raakt aan de grondslagen van ons bestaan. Sommige onduidelijke aspecten zullen binnenkort misschien uitgeklaard worden en details vrijgeven die we nu nog niet kunnen ontwaren.

Op school hebben we geleerd dat de *massa* van een atoom hoofdzakelijk wordt bepaald door zijn minuscule kern. De elektronen vormen een brede wolk rond de kern en ze maken nog geen duizendste uit van de atoommassa. Maar wie geen lessen fysica aan de universiteit heeft gevolgd, heeft niet geleerd dat de *grootte* van het atoom – de diameter – afhangt van de massa van het *elektron*. Als men de massa van het elektron kon verminderen zou men zien dat de atomen daardoor groter werden en veel brozer. De vermindering van de massa van een elektron met een factor van pakweg duizend, zou atomen zo broos maken dat ze zelfs zouden uiteenvallen door de vandaag nog overblijvende warmte van de oerknal die ons heelal heeft voortgebracht. De structuur zelf en het voortbestaan van gewone materie blijft blijkbaar een geheimzinnig verhaal: *waarom heeft het elektron in feite massa?*

Al van bij de eerste meting waren de natuurkundigen verwonderd en in verwarring over de massa van het elektron en haar oorsprong. De talrijke ontdekkingen van schijnbaar elementaire deeltjes in de voorbije eeuw hebben deze puzzel nog groter en ingewikkelder gemaakt. Zo werd er eerst ontdekt dat het licht zelf ook is samengesteld uit elementaire deeltjes of fotonen die geen massa bezitten. Nadien werd ontdekt dat de atoomkernen uit quarks bestaan, deeltjes met een massa. Sinds kort hebben we sterke aanduidingen dat de neutrino’s, moeilijk waar te nemen deeltjes die overvloedig door de zon worden uitgestraald, eveneens een massa bezitten, al is ze heel klein. Het elektronenvraagstuk maakt dus deel uit van een groter probleem: waarom bezitten deeltjes zoals elektronen, neutrino’s en quarks een massa terwijl de fotonen er geen hebben?

Midden vorige eeuw kwamen de natuurkundigen er achter hoe de formules op te stellen die het gedrag van de elektronen voorspellen en beschrijven. Al wisten ze niet waar de massa van het elektron vandaan kwam, ze hadden er geen probleem mee om de massa in hun vergelijkingen kunstmatig in te brengen. Ze meenden dat een volledige verklaring van de oorsprong ervan later wel zou komen. Terwijl ze ondertussen meer en meer leerden over de zwakke kernkracht^[2], een van de vier gekende krachten van de natuur, dook er een ernstig probleem op.

De fysici wisten al dat elektrische krachten verbonden zijn aan fotonen, en toen ontdekten ze dat de zwakke kernkracht op net dezelfde manier is verbonden met de W- en de Z-deeltjes. De W- en Z-deeltjes verschillen echter van fotonen want *ze bezitten een massa*. Ze zijn even zwaar als een zinkatoom, meer dan honderdduizend keer zwaarder dan elektronen. De fysici stelden jammer genoeg vast dat de massa’s van de W- en Z-deeltjes niet konden inbrengen in hun vergelijkingen. Als ze dat toch deden, kwamen ze uit op onzinnige voorspellingen. Ze bestudeerden verder hoe de zwakke atoomkracht elektronen,

quarks en neutrino's beïnvloeden en beseften dat de vroegere methode waarbij ze de massa van de elektronen kunstmatig inbrachten, niet meer werkte. Ook daardoor zouden de vergelijkingen fout zitten.

Om uit te leggen hoe de gekende elementaire deeltjes gewoon een massa konden hebben, waren frisse ideeën nodig.

Dit dilemma kwam geleidelijk op het voorplan eind van de jaren vijftig, begin van de jaren zestig van de vorige eeuw. Een mogelijke oplossing kwam toen al naar voor. Hier verschijnen Peter Higgs en anderen op het toneel: Robert Brout, François Englert, Gerald Guralnik, Carl Hagen en Tom Kibble. Ze stelden wat men nu het “Higgs-mechanisme” noemt, voor. Veronderstel, zo zeiden ze, dat er in de natuur een vandaag onbekend veld bestaat – zoals alle velden een soort substantie die overal aanwezig is in de ruimte – dat *niet gelijk is aan nul*, uniform verdeeld in de totale ruimte en tijd. Als dat veld – vandaag het Higgs-veld genoemd – van het goede type was, dan zou zijn aanwezigheid maken dat de W- en Z-deeltjes massa zouden verwerven. De fysici zouden de massa van het elektron opnieuw in hun vergelijkingen kunnen opnemen. De vraag naar het waarom van de massa van de elektronen schoven ze nog steeds voor zich uit maar ze konden nu vergelijkingen opstellen waarin de massa van het elektron niet gelijk is aan **nul**!

De veronderstelling van het Higgs-mechanisme werd in de daaropvolgende jaren op verschillende manieren getest. Onder meer door uitvoerige studies van de W- en Z-deeltjes weten we vandaag dat het de goede oplossing is voor het raadsel waar de zwakke kernkracht ons voor stelt. Maar we weten er nog helemaal niet het fijne van.

Wat is het Higgs-veld? Hoe moeten we het ons voorstellen? Het is voor ons even onzichtbaar als lucht waarneembaar is voor een kind of water voor een vis. Sterker nog : wanneer we opgroeien worden we bewust van de luchtcirculatie over ons lichaam, we kunnen ze voelen. Maar geen enkel zintuig geeft ons toegang tot het Higgs-veld. Het is niet alleen onwaarneembaar met onze zintuigen, maar bovendien kunnen we het niet rechtstreeks met wetenschappelijke instrumenten detecteren. Hoe kunnen we dan blijven hopen dat het echt bestaat? Hoe kunnen we blijven hopen om er wat dan ook over aan de weet te komen?

De analogie tussen de lucht en het Higgs-veld kunnen we nog uitbreiden: wanneer een van beide wordt verstoord, zal het trillen en golven voortbrengen. Met lucht kunnen gemakkelijk golven worden gemaakt. Het volstaat te roepen of in de handen te klappen. Het oor vangt deze golven gemakkelijk op onder de vorm van geluid. Golven maken in het Higgs-veld is veel lastiger en ze zijn moeilijker waar te nemen. Daarvoor is het gebruik van de reusachtige deeltjesversneller nodig, de Large Hadron Collider of LHC, in het CERN-laboratorium even buiten Genève in Zwitserland. Om die golven waar te nemen zijn wetenschappelijke instrumenten zo groot als een building nodig, ATLAS en CMS genaamd.

Hoe gaat men te werk? Het klappen in de handen veroorzaakt altijd krachtige geluidsgolven. Maar dat is niet zo bij de botsingen van twee krachtige energiegeladen protonen. Die veroorzaken maar 1 keer op 10 miljard *zeer zachte* Higgs-golven. De *kans op succes is dus erg onzeker*. De voortgebrachte golf is de *zachtst mogelijke golf* van het Higgs-veld (technisch gezien gaat het om slechts één enkel “kwantum” van dit soort golf). Deze zachtst mogelijke golf noemt men het “Higgs-deeltje” of het “Higgs-boson”.

In de media noemt men het soms het “Godsdeeltje”. Deze term werd bedacht door een uitgever om een boek beter aan de man te brengen. Deze publicitaire slogan heeft dus niets van doen met wetenschap of godsdienst. Wetenschappers hanteren deze term niet.

Het Higgs-deeltje voortbrengen is nog het relatief gemakkelijkste onderdeel van het proces. De waarneming ervan is het moeilijkst. Een geluidsgolf reist vrij doorheen de kamer naar iemands oor maar het Higgs-deeltje valt sneller uiteen in andere deeltjes dan de tijd nodig om de woorden “Higgs-boson” uit te spreken. In werkelijkheid sneller dan de tijd die het licht nodig heeft om een atoom te doorkruisen. ATLAS en CMS kunnen alleen maar zo nauwgezet mogelijk de brokstukken meten van de ontploffing van het Higgs-deeltje en proberen te reconstrueren of een Higgs-deeltje aan de oorsprong van deze brokken zou kunnen liggen. Een beetje zoals een speurder te werk gaat die van nagelaten sporen gebruik maakt om een misdaad op te helderen.

In werkelijkheid is het nog moeilijker. Het volstaat niet om één Higgs-deeltje te produceren. De brokstukken ervan hebben niet genoeg eigen kenmerken. De botsing van twee protonen brengen dikwijls brokstukken voort die gelijken op wat zou kunnen afkomstig zijn van een Higgs-deeltje. Hoe kunnen we dan hopen te bepalen dat Higgs-deeltjes werden gevormd? De sleutel ligt in het feit dat de Higgs-deeltjes zeldzaam zijn maar de brokken een relatief regelmatige verschijningsvorm hebben terwijl de andere processen meer voorkomen maar willekeuriger zijn. Zoals het oor geleidelijk de zangtoon van een menselijke stem kan onderscheiden op een sterk gestoorde radio, zo lukken de onderzoekers erin de regelmatige klank van het Higgs-veld te herkennen in de willekeurige kakofonie voortgebracht door andere gelijkaardige processen.

Deze opdracht tot een goed einde brengen is uiterst moeilijk en ingewikkeld. Toch is het gelukt door de triomf van de collectieve vindingrijkheid van de mensheid.

Waarom heeft men deze Herculesopdracht ondernomen? Het fundamentele belang van het Higgs-veld is alleen te meten aan onze volledige onwetendheid over zijn oorsprong en kenmerken. We weten zelfs niet of er maar één dergelijk veld bestaat; er zouden er meerdere kunnen zijn. Het kan dat het Higgs-veld een ingewikkeld iets is, zelf voortgekomen uit andere velden. We weten niet waarom het niet gelijk is aan nul. We begrijpen evenmin waarom het zich anders gedraagt met verschillende deeltjes door aan het elektron een sterk verschillende massa te geven dan die van het quarktype dat we “topquark” noemen. De massa is niet alleen belangrijk voor de bepaling van de atoomgrootte maar ook voor veel andere eigenschappen van de natuur. Ons inzicht in het heelal en in onszelf kan niet volledig en afdoend zijn zolang het Higgs-veld een mysterie blijft. De studie van het Higgs-deeltje – de golven van het Higgs-veld – zal ons een eerste diepere blik bieden op de aard van dit veld. Zoals de kennis van de lucht kan worden afgeleid uit de geluidsgolven, de kennis van gesteenten uit de aardbevingen en de kennis van de zee uit de waarneming van de golven op het strand.

Sommigen zullen onvermijdelijk (en te goeder trouw) volgende vraag stellen: Dat alles kan wel inspirerend zijn, maar waarin zit, van uit praktisch oogpunt, het voordeel voor de samenleving? Het antwoord zal u misschien niet bevallen maar u zult het toch moeten aannemen. De geschiedenis toont dat de maatschappelijke voordelen van het onderzoek naar fundamentele vraagstukken dikwijls maar duidelijk worden na tientallen jaren, zelfs een eeuw later. U heeft vandaag ongetwijfeld een computer gebruikt. Maar ik betwijfel of iemand in de omgeving van Thompson de enorme verandering kon voorzien die de samenleving zou ondergaan onder invloed van de elektronica toen hij in 1897 het elektron ontdekte. We kunnen ons niet inbeelden hoe de technologie van de komende eeuw er zal uitzien of de impact op een verre toekomst onderkennen van de kennis die vandaag nog mysterieus is. Investeren in fundamenteel onderzoek heeft altijd iets van een beredeneerde weddenschap. In het slechtste geval zullen we heel waarschijnlijk iets fundamenteels leren over de natuur met talrijke onvoorziene gevolgen. Een dergelijke kennis heeft natuurlijk geen duidelijke, in geld uit te drukken waarde. Ze kent geen prijs (in beide betekenissen van het woord.)

Ik heb mijn uiteenzetting uitermate vereenvoudigd, maar het had ook anders kunnen uitdraaien. Golven van het Higgs-veld hadden ook niet detecteerbaar kunnen geweest zijn, bijvoorbeeld zoals elke poging om golven te veroorzaken in een meer

van asfalt of siroop zouden mislukken omdat ze al uitsterven nog voor ze zich vormen. Maar we weten genoeg over de deeltjes van de natuur om te beseffen dat dit zich enkel had kunnen voordoen als er andere, nog niet ontdekte deeltjes en krachten hadden bestaan. Sommige ervan hadden dan zeker in de Large Hadron Collider kunnen onderzocht worden. Zelfs indien het of de Higgs-deeltjes toch bestonden, zou het moeilijker dan voorzien kunnen geweest zijn om ze te produceren. Of ze hadden onverwacht op een eigen typische manier hebben kunnen desintegreren. In al die gevallen zouden er nog vele jaren kunnen voorbijgegaan zijn voordat dat het Higgs-veld zijn geheimen begon prijs te geven. Om al die reden waren we bereid geduld te oefenen, in de hoop al deze ingewikkelde aspecten niet aan de media te hoeven uitleggen.

Maar we hebben ons dus geen zorgen hoeven maken.

De ontdekking van het Higgs-deeltje is een keerpunt, een triomf voor wie het Higgs-mechanisme heeft voorgesteld en voor de operatoren van de ATLAS- en CMS-meettoestellen in de Large Hadron Collider. De ontdekking legt het raadsel van de massa van de gekende deeltjes nog niet bloot maar ze vormt een eerste aanzet tot de oplossing ervan. De toenemende energieniveaus en de botsingen in de komende jaren in de LHC, ATLAS en CMS zullen de uitvoerige en systematische studie van het Higgs-deeltje voortzetten. Wat we daaruit leren zal ons mogelijk helpen bij het oplossen van de mysteries over de massa-verschaffende oceaan waarin we rondzwemmen. En zal ons ook voortstuwen doorheen onze heroïsche reis die meer dan een eeuw geleden begon en misschien nog tientallen jaren of eeuwen verder zal reiken dan onze huidige horizon.

Matt Strassler (strassler at physics.rutgers.edu) is professor aan de Rutgers Universiteit in New Jersey in de Verenigde Staten van Amerika. Hij onderhoudt een uitstekende website waarop de fysica van de elementaire deeltjes op toegankelijke wijze wordt behandeld. Zie: <http://profmattstrassler.com/>.

[1] Dit artikel verscheen op 2 juli 2012 en werd lichtjes aangepast op 4 juli na de CERN-aankondiging over het Higgs-deeltje. [<http://profmattstrassler.com/articles-and-posts/the-higgs-particle/why-the-higgs-particle-matters/>].

[2] Zie de tabel met de elementaire deeltjes in het artikel van Jean Pestieau en Dominique Meeùs.

[FR](#) || [EN](#)

- [Home](#)
- [Marxistische Studies](#)
- [Marxistische Universiteit](#)
- [Agenda](#)
- [Nieuwsbrief](#)
- [Contact](#)



Zoeken

- [in nr. 1-99 van *Marxistische Studies*](#)
- [in de overige inhoud](#)

Nieuwsbrief

Onze Nieuwsbrief houdt U regelmatig op de hoogte van al onze activiteiten, publicaties en promoties. [U kan hier inschrijven](#).

Abonneren

U kan zich [hier abonneren](#) op *Marxistische Studies* of losse nummers bestellen.

Nieuw

Marxistische Studies 109



Dossier

Nieuwe Belgische regering: een ontspoord veiligheidsbeleid en militaire avonturen

Kapitalisme versus klimaat, Naomi Kleins nieuwste boek

Daniel Zamora over Michel Foucault

[Meer lezen](#) - [Dit nummer kopen](#)

Marxistische Studies 108



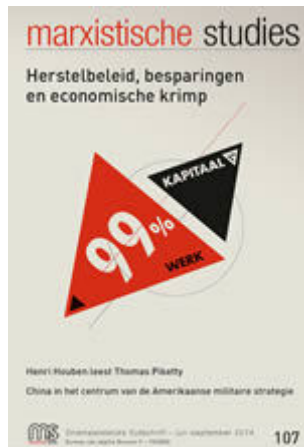
Pensioen en loon onder vuur
Weerwerk tegen rechts beleid

Het Rusland van Poetin - noch duivel noch heiland

Het productiemodel van Audi, versie Vorst

[Meer lezen](#) - [Dit nummer kopen](#)

Marxistische Studies 107



Herstelbeleid, besparingen en economische krimp

Henri Houben leest Thomas Piketty

China in het centrum van de Amerikaanse militaire strategie

[Meer lezen](#) - [Dit nummer kopen](#)

Marxistische Studies 106



Dossier

1914-1918: De Grote Klassenoorlog

Jean-Marie Chauvier over Oekraïne

Griekenland: Syriza en de sociaaldemocratische weg

[Meer lezen](#) - [Dit nummer kopen](#)

Marxistische Studies 105



Dossier: Dit Europa is niet het onze

Het recht op wonen, een andere kijk

Tewerkstelling en werkloosheid in Brussel

Innovatie in Vlaanderen: in dienst van competitiviteit

[Meer lezen](#) - [Dit nummer kopen](#)

Marxistische Studies 104



Dossier: Zin en onzin van het economisch regionalisme

Syrië: opstand of interventie?

Afrika en de groeiende agressiviteit van het Westen

Fire Gym: 30 jaar sport voor het volk

[Meer lezen](#) - [Dit nummer kopen](#)

Marxistische Studies 103