

Wat belooft de LHC in 2016?

Nog net voor het einde van 2015, op 15 december, was er een persconferentie op het CERN in Genève. Er werd door velen vol spanning naar die persconferentie uitgekeken, want de eerste resultaten van de nieuwe metingen van de Large Hadron Collider zouden gepresenteerd worden. Sinds de zomer van 2015 werkt 's werelds grootste deeltjesversneller, waarmee in 2012 al het bestaan van het Higgsdeeltje werd aangetoond, op dubbele kracht. De grote vraag was: wat kunnen we met deze nu twee keer zo scherpe deeltjesbril nog meer zien?

De LHC produceert enorme hoeveelheden data, maar het destilleren van nieuwe ontdekkingen uit die data is beslist niet eenvoudig. Een voorbeeld van de problemen waar men tegenaan loopt: stel dat ik u een dobbelsteen geef. Met die dobbelsteen gooit u 12 maal achter elkaar 6. U zou waarschijnlijk verwachten dat ik u een heel speciale dobbelsteen heb gegeven. De kans om 12 maal achter elkaar 6 te gooien is namelijk kleiner dan 0,0000001% - minder dan één op een miljard.



Afbeelding 1. Dobbelen met deeltjes. De kans om met een dobbelsteen 12 zessen achter elkaar te gooien is bijzonder klein. Toch zal dit, als we maar genoeg mensen het experiment laten doen, uiteindelijk een keer gebeuren. Bij het verwerken van de metingen van de LHC geldt een soortgelijk 'look elsewhere effect'. Foto: [Skitter Photo](#).

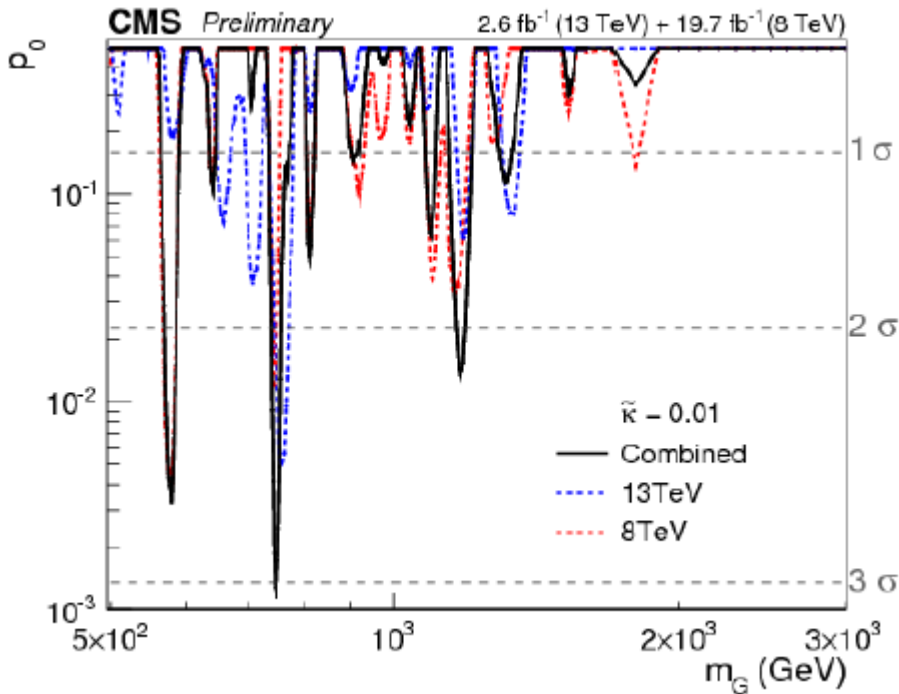
Nu geef ik elk van de zevenmiljard aardbewoners een dobbelsteen, en laat iedereen 12 keer met die dobbelsteen gooien. De kans dat u twaalf zessen gooit is nog altijd minimaal, maar de kans dat *iemand* op aarde twaalf zessen gooit is zeer reeël – groter zelfs dan de kans dat dat niet gebeurt!

Wat heeft dit te maken met de LHC? Er worden in die versneller met enorme energieën deeltjes met elkaar in botsing gebracht. Vervolgens worden de energieën en richtingen van de vervalproducten gemeten. De resultaten worden vergeleken met wat er statistisch

verwacht zou worden vanuit het traditionele deeltjesmodel dat de natuurkunde kent. Komen de resultaten mooi overeen, dan is er niets aan de hand, maar wijken de metingen significant af van de voorspellingen, dan wijst dat op de aanwezigheid van een nog onbekend deeltje in de botsingsprocessen.

De grote vraag is: wanneer is een afwijking precies significant? Stel dat we bij een bepaalde energie meer vervalproducten meten dan voorspeld – zo veel meer dat de kans dat dit door toeval gebeurt kleiner is dan 1%. We zouden wellicht willen concluderen dat het heel waarschijnlijk is dat er dan sprake is van een nieuw deeltje. Maar wat als we nu bij honderd verschillende energieën zo'n meting doen? Net als in het voorbeeld met de dobbelstenen kunnen we dan bijna *verwachten* dat één van die metingen een afwijking heeft waarop de kans maar 1% is. Dit wordt het *look elsewhere effect* genoemd, of met een door Robert Dijkgraaf gebruikte vertaling: het 'kijk-elders-effect'. Als we overal zoeken, vinden we vanzelf ergens iets bijzonders – puur op statistische gronden, niet omdat er daadwerkelijk iets bijzonders aan de hand is.

Tijdens de persconferentie op het CERN werden inderdaad enkele bijzondere verschijnselen gemeld. Uit de afwijkingen van de metingen ten opzichte van de theorie lijkt het erop dat er in de vervalprocessen een nieuw deeltje voorkomt dat ongeveer zes maal zo zwaar is als het Higgsdeeltje. Het zou hier kunnen gaan om een tweede Higgsdeeltje, een deeltje dat het bestaan van [supersymmetrie](#) bevestigt, of een totaal ander, onverwacht nieuw deeltje. Het zou echter ook nog altijd goed kunnen gaan om een puur toevallige fluctuatie. De kans dat de 'bobbels' in de grafieken toevallig is ontstaan, is in de orde van 1 procent – niet erg groot, maar juist door het look elsewhere effect is het daarmee nog lang niet zeker dat er daadwerkelijk een nieuw deeltje is gevonden.



Afbeelding 2. De meetresultaten van de LHC (CMS-detector). De pieken in de metingen tonen de verschillen tussen theorie en experiment. De eenheid 'GeV' is een energiemaat; de sterkste piek bij ongeveer 750 GeV zou verklaard kunnen worden door een deeltje met grofweg zes maal de massa van het Higgsdeeltje. Afbeelding: CERN.

De oplossing? Langer zoeken. Gooit één van de vele aardbewoners met een dobbelsteen 100 maal achter elkaar een 6, dan is de kans vrijwel nul dat dit door toevalligheden komt – zelfs als we elke aardbewoner het experiment laten uitvoeren. Iets soortgelijks geldt voor de LHC-metingen: als na nog een jaar meten blijkt dat de voorspellingen nog altijd afwijken van de metingen, op zo'n manier dat de kans daarop één op miljoenen is, kunnen we er veel zekerder van zijn dat het hier daadwerkelijk gaat om een nieuw deeltje. Wat dat betreft zal 2016 voor de deeltjesfysica dus een interessant jaar worden!

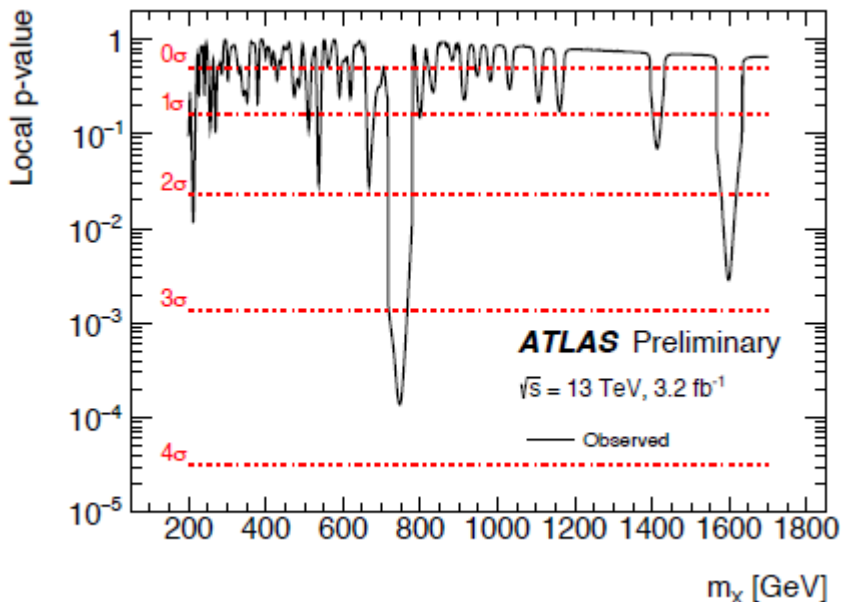
Wilt u meer weten over dit onderwerp?

- In december schreef Robbert Dijkgraaf een [column voor NRC](#) over het kijk-elders-effect.
- Rond dezelfde tijd verscheen een [artikel van Dennis Overbye](#) in de New York Times over

de mogelijke betekenis van de LHC-metingen.

Addendum: In een reactie wees deeltjesfysicus Tristan du Pree, die zelf aan het CMS-experiment werkt, ons er geheel terecht op dat we in afbeelding 2 alleen de resultaten van die CMS-detector weergeven. De 27 kilometer lange ring waarin de deeltjes op het CERN rondtollen bevat echter twee detectoren – CMS en Atlas. (De tweede ook met een grote Nederlandse inbreng, overigens – onder andere van het Nikhef en de UvA in Amsterdam.)

Hieronder ook de resultaten van het Atlas-experiment:



Afbeelding 3. De meetresultaten van de LHC (Atlas-detector). Ook in de data die de Atlas-detector verzamelde is rond 750 GeV een duidelijke piek te zien. Afbeelding: CERN.

Het is daarmee (met dank aan Tristan voor de analogie) dus niet alsof één persoon op aarde een serie zessen gegooid heeft, maar alsof twee personen aan dezelfde tafel dat gedaan hebben. Een van de redenen om in de LHC twee detectoren te bouwen is precies deze geweest: zodat de experimenten elkaars resultaten kunnen controleren en versterken. Het verschijnen van een piek in beide datasets maakt de kans op een statistische fluctuatie

natuurlijk nog kleiner. Niet zo klein dat fysici al van een 'ontdekking' durven spreken, maar zeker groot genoeg om belangstellend uit te kijken naar de volgende resultaten!