

Belangrijke begrippen gebruikt in de discussie over de zoektocht naar het Higgs-boson

Achtergrond (Background)

Wanneer wetenschappers op zoek zijn naar *nieuwe* fysica, vergelijken ze wat ze in het experiment observeren met wat de huidige theorieën voorspellen dat ze zouden moeten observeren: de achtergrond (de *oude* fysica). Als een experiment meer gevallen ziet van een bepaald type event (zie 'Excess') dan ze verwachtten te zien van de achtergrond, kan dit bewijs zijn van nieuwe fysica.

Betrouwbaarheidsniveau (Confidence Level (CL))

Het betrouwbaarheidsniveau is een statistisch maatstaf van het percentage van meetresultaten dat volgens verwachting binnen een gespecificeerde range liggen. Een betrouwbaarheidsniveau van 95% betekent bijvoorbeeld dat het resultaat van de meting in 5% van de gevallen toch niet de juiste waarde aangeeft.

Vervalskanaal

De meeste massieve deeltjes zoals het Higgs-boson zijn onstabiel en vervallen na enige tijd naar andere deeltjes. Net zoals een snoepautomaat dezelfde hoeveelheid wisselgeld kan teruggeven met verschillende combinaties van munten, kan een deeltje ook vervallen in verschillende combinaties van deeltjes. Deze sets van secundaire deeltjes worden vervalskanalen genoemd. Als het Standaardmodel Higgs-boson bestaat, kan het vervallen in verschillende kanalen, zoals bijvoorbeeld twee fotonen, twee W-bosonen of twee Z-bosonen. Natuurkundigen hebben berekend hoe vaak een Standaardmodel Higgs-boson zou vervallen naar deze verschillende kanalen afhankelijk van zijn massa. Zij zoeken naar excessen van events in die vervalkanalen, die op de aanwezigheid van een Higgs-boson kunnen wijzen.

Event (Event)

Een event is een harde botsing van twee protonen in de LHC. Omdat energie gelijkstaat aan massa, kunnen hoogenergetische botsingen deeltjes creëren die zwaarder zijn dan die betrokken waren bij de botsingen zelf (protonen, in het geval van de LHC). Deze zware deeltjes vervallen daarna snel in lichtere, stabiele deeltjes (zie vervalskanaal). Natuurkundigen bestuderen de vervalproducten van botsingen om te bepalen welke zwaardere deeltjes er bij de harde botsing zelf gecreëerd werden.

Excess (Excess)

Wanneer wetenschappers meer van een bepaald type event observeren dan ze verwachtten noemen ze dat een excess. Wetenschappers berekenen daarna de statistieke significantie (zie 'standaarddeviatie / sigma') van de excessen om te bepalen hoe zeker ze zijn dat deze het resultaat zijn van nieuwe fysica en niet gewoonweg van willekeurige fluctuaties van de achtergrond.

Uitsluiting (Exclusion)

Als een zoektocht naar een nieuw deeltje laat zien dat het statistisch gezien onwaarschijnlijk is dat het bepaalde karakteristieken bezit (bijvoorbeeld een bepaalde massa), dan kunnen die karakteristieken worden uitgesloten. Dit versmalt daarna de zoekparameters waarbinnen het deeltje nog gezocht hoeft te worden. Het bepalen van zulke uitsluitingen is belangrijk in de zoektocht naar onontdekte deeltjes.

'Look-elsewhere effect (LEE)'

Als natuurkundigen meer van een bepaald type event zien dan ze verwacht hadden, moeten ze ook het 'look-elsewhere effect' in overweging nemen in het bepalen van de statistische significantie van dit excess aan events. Om het 'look-elsewhere effect' voor een bepaalde observatie te berekenen, houden wetenschappers rekening met de waarschijnlijkheid van het zien van iets vergelijkbaars op welke plek dan ook in de massarange die bekeken wordt. De kans dat een excess van events op één punt van een plot veroorzaakt wordt door een toevallige statistische

fluctuatie van de achtergrond, is lager dan de kans dat een toevallige statistische fluctuatie leidt tot een excess van events op welke plek dan ook in een plot. Om een idee te geven van dit effect de volgende situatie. Als iemand 4 keer achter elkaar een 6 gooit met een dobbelsteen is dat erg onwaarschijnlijk (kans van 8 op de 10.000). Echter, als alle 5000 toehoorders bij een persconferentie over Higgs boson resultaten van de LHC hetzelfde zouden doen zou het ineens helemaal niet zo gek zijn dat *iemand* 4 keer een 6 gooit. Het 'onwaarschijnlijke' is dan ineens 'redelijk verwacht' geworden. Hiermee moet, en kan ook, rekening worden gehouden in de interpretatie van de waarschijnlijkheid op een bepaald resultaat. Zolang andere aspecten gelijk zijn, kan ervan uitgegaan worden dat hoe kleiner de range die onderzocht wordt, hoe kleiner het 'look-elsewhere effect' is.

Standaarddeviatie / sigma (Standard deviation / sigma)

Een standaarddeviatie is een maatstaf voor de spreiding/onzekerheid die men verwacht op een bepaalde uitkomst. Een uitkomst kan dan uitgedrukt worden in 'hoeveel keer de verwachte onzekerheid' de meting afwijkt van de verwachting van de hypothese. Natuurkundigen drukken standaarddeviaties uit in eenheden genaamd 'sigma'. Hoe hoger het aantal sigma, hoe meer onverenigbaar de data zijn met de hypothese. Als een meting zo onverenigbaar is met een hypothese die zegt dat het experiment alleen achtergrond zal vinden (zie 'Achtergrond'), dan kan dit een ontdekking betekenen. Het is over het algemeen zo dat hoe onverwachter en belangrijker een ontdekking is, hoe hoger het aantal sigma moet zijn om natuurkundigen volledig te overtuigen. Bij ontdekkingen in de deeltjesfysica wordt normaal gesproken 5 sigma als drempelwaarde aangehouden voordat er over een ontdekking gesproken wordt.

Standaardmodel (Standard Model)

Het Standaardmodel is een theorie die het geheel van ons huidige begrip van het gedrag van fundamentele deeltjes belichaamt. Het omvat de elementaire deeltjes zelf en de krachten die op de deeltjes werken.

Bron: Backgrounder - Important Terms in Higgs Research (CERN). Bewerkt door Nikhef.