

# Ideeënmachine zoekt naar **nieuwe natuurkunde**

Nu het higgsdeeltje gevonden is, is de vraag of er nog meer is relevanter dan ooit. Bij Nikhef speurt de theoriegroep naar natuurkunde voorbij het standaardmodel. Hoe zelfs kleine correcties de frontlinie van de fysica fundamenteel kunnen verschuiven.

Door George van Hal

**D**e theoriegroep heeft één overkoepelend thema', zegt groepsleider Eric Laenen. 'We zoeken naar manieren om het standaardmodel te falsificeren.' Dat standaardmodel is de ultieme samenvatting van onze huidige natuurkundige kennis over elementaire deeltjes. Het vangt al die deeltjes en hun onderlinge interacties in één enkel wiskundig raamwerk.

Toch zijn fysici ervan overtuigd dat er meer moet zijn dan het standaardmodel. Zo bevat het model naast deeltjes waaruit de materie is opgebouwd – quarks en elektronen, bijvoorbeeld – ook zogeheten 'krachtdragende' deeltjes: deeltjes die als boodschappers dienen om krachten over te dragen. Het bekendste voorbeeld van zo'n deeltje is het foton, als drager van de elektromagnetische kracht.

Tot nu toe werkt dat model uitstekend, maar de zwaartekracht, een van de vier fundamentele krachten, past met geen mogelijkheid in het systeem. Alleen dat al is een

stevige aanwijzing dat er meer moet zijn. Op jacht naar wat dat 'meer' dan is, richten fysici van de theoriegroep zich in eerste instantie op het zo nauwkeurig mogelijk in kaart brengen van de wetten van het standaardmodel. 'We willen de hogere-ordecorrecties op de achterliggende quantumchromodynamica in kaart brengen', zegt Laenen.

Met dergelijke correcties kun je van lastig uit te rekenen vergelijkingen steeds dichter tegen de echte uitkomst aanschuren. Dat is geen gemakkelijke opgave, want elk stapje nauwkeuriger maakt de berekening direct enorm veel complexer.

Dat kun je bijvoorbeeld zien aan de hoeveelheid Feynmandiagrammen die je nodig hebt om een berekening in te vangen. Zo'n Feynmandiagram is een schematische weergave van de interacties tussen verschillende deeltjes. 'Bij hogere ordes heb je er meer en meer van nodig. In de laagste orde is het er maar eentje, maar als je naar een derde-ordecorrectie gaat kijken, heb je er soms al honderdduizend nodig.'

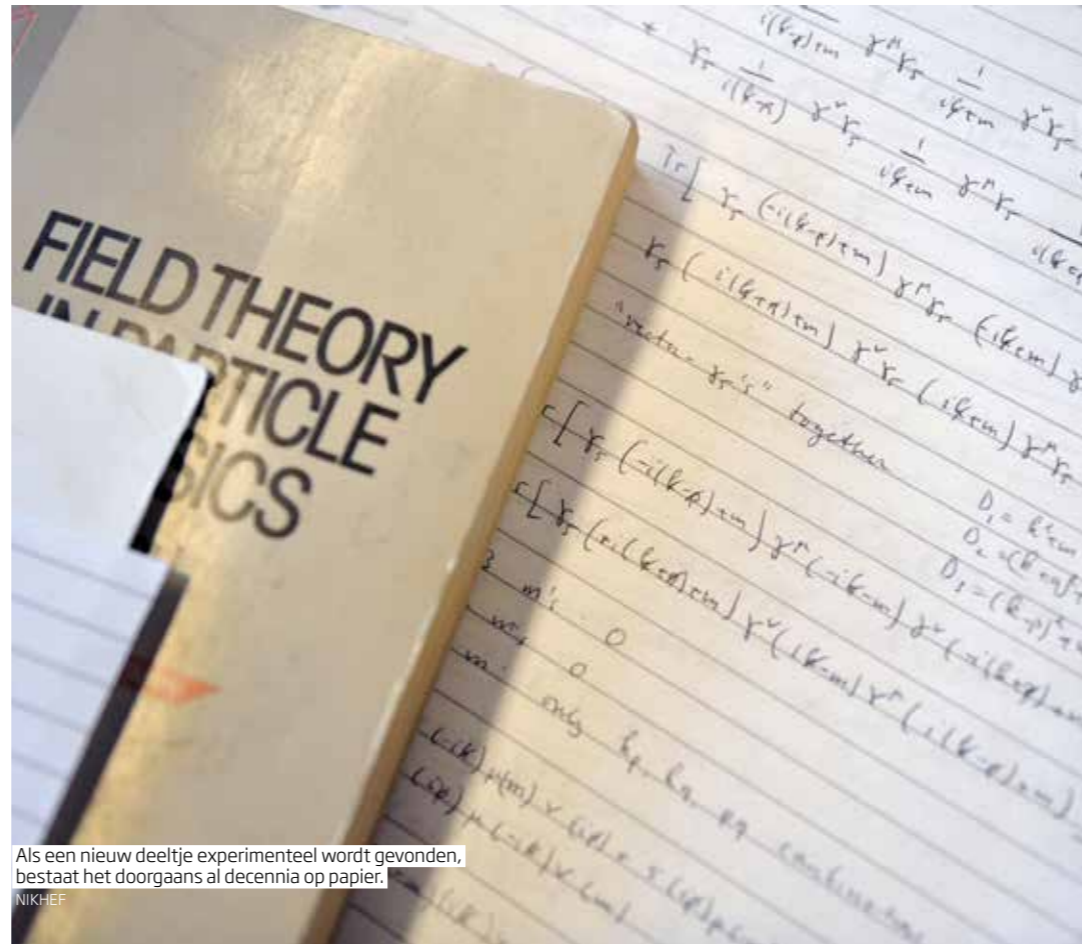
Het lastige van het werk aan dit soort hogere-ordecorrecties is volgens Laenen dat je het alleen kunt doen door listige nieuwe methodes te ontwikkelen. 'Veel

van de berekeningen kunnen simpelweg niet met de huidige technieken. Daarvoor moeten we nieuwe wiskunde ontwikkelen, maar ook nieuwe computermethodes.'

Een daarvan, het computerprogramma FORM, ontwikkelde Jos Vermaseren bij Nikhef. 'Dat programma wordt nu over de hele wereld gebruikt', zegt Laenen. Een van de toepassingen was een berekening van de magnetische eigenschappen van het elektron. 'Die eigenschappen kennen we nu tot 12 cijfers achter de komma. Dat is ongekend. Het is de nauwkeurigst beschreven eigenschap van de natuur die we kennen.'

Om nieuwe natuurkunde te ontdekken, richten fysici hun pijlen nu vooral op higgs: het deeltje dat andere deeltjes hun massa geeft. De vondst van dat deeltje was volgens Laenen niet alleen bijzonder omdat het zo lastig was om te doen. Het higgsdeeltje is ook bijzonder omdat het het eerste deeltje is zonder spin, de quantummechanische versie van het klassieke hoekmoment.

'Met het higgsdeeltje hebben we eigenlijk een stukje van het vacuüm gevonden', zegt Laenen. Waar mensen jarenlang dachten dat de lege ruimte echt leeg was, blijkt



Als een nieuw deeltje experimenteel wordt gevonden, bestaat het doorgaans al decennia op papier.

NIKHEF



Om de uitkomsten van vergelijkingen dichter bij de werkelijkheid te laten komen, is nieuwe wiskunde nodig. NIKHEF

Toch hoeft de volgende stap in de fysica niet te komen uit het nauwkeurige boekhoudwerk van door het standaardmodel voorgestelde deeltjesinteracties. Daarom bestudeert Robert Fleischer wat er gebeurt bij het LHCb-experiment, dat probeert te verklaren waarom er zoveel meer materie in het universum is dan antimaterie.

'Het leuke is dat hij zelfs samen met de LHCb-groep publiceert', zegt Laenen. Het is een teken dat theorie en experiment steeds nauwer naar elkaar toegroeien, iets dat past bij de taak die Laenen aan zijn groep toeschrijft. 'We zijn niet alleen een ideeënmachine, maar verbinden ook de verschillende universiteiten met dit instituut. En we vormen een brug tussen theorie en experiment. We zijn daarom ook een vraagbaak voor experimentele fysici die met een theoretisch probleem zitten.'

Theoriegroepleden Piet Mulders en Juan Rojo zijn bezig met de structuur van het proton te doorgronden, een structuur die zijn sporen zou kunnen nalaten in de deeltjesbotsingen in de Large Hadron Collider, de deeltjesversneller van Cern. Nog weer anderen kijken juist voorbij de fysica die op dit moment in Geneve gebeurt. Zo onderzoekt Jan-Willem van Holten de theorie achter botsende zwarte gaten en zwaartekrachtsgolven, een belangrijke onderbouw van de resultaten van zwaartekrachtsgolfdetectoren LIGO en Virgo. Bernard de Wit onderzoekt de theoretische fundamenten van zwarte gaten en hun generalisaties. En Bert Schellekens bekijkt waar het standaardmodel vandaan

komt. 'Hij kijkt naar de lage-energielimit van de snaartheorie', zegt Laenen. Daaruit komt soms het standaardmodel naar voren en soms een andere theorie die daar sterk op lijkt. Door de snaartheorie en het standaardmodel bij elkaar te brengen, slaat hij bovendien een brug tussen de kosmologie en de deeltjesfysica.

Marieke Postma bestudeert een zo mogelijk nog grootschaliger idee. De vraag of het higgsboson niet toevallig hetzelfde is als theoretisch deeltje dat ook geen spin zou moeten hebben: het inflaton. Dat inflaton is als het bestaat verantwoordelijk voor de inflatie, de versnelde uitdijning van het universum dat volgens de meeste theoretici kort na het ontstaan van de oerknal plaats moet hebben gevonden.

Tot slot ontbreekt ook een van de grootste mysteriën uit de moderne fysica niet in het portfolio van de theoriegroep. Kalliopi Petraki bestudeert namelijk de mysterieuze donkere materie. 'Zij bekijkt of die deeltjes niet ook bepaalde interacties met elkaar hebben', zegt Laenen. Bewijs voor zulke interacties zou kunnen opduiken in de manier waarop sterrenstelsels clusteren.

'We zijn als theoriegroep de afgelopen jaren enorm gegroeid', zegt Laenen. Dat is niet voor niets. Met het recente experimentele succes van de vondst van het higgsdeeltje, is de blik weer stevig op de horizon gericht. 'We hebben nu ruim veertig personen in deze groep zitten die op zoek zijn naar die nieuwe fysica', zegt Laenen. Aan hen is de schone taak om de fysica van de toekomst vandaag alvast op papier te zetten. ■