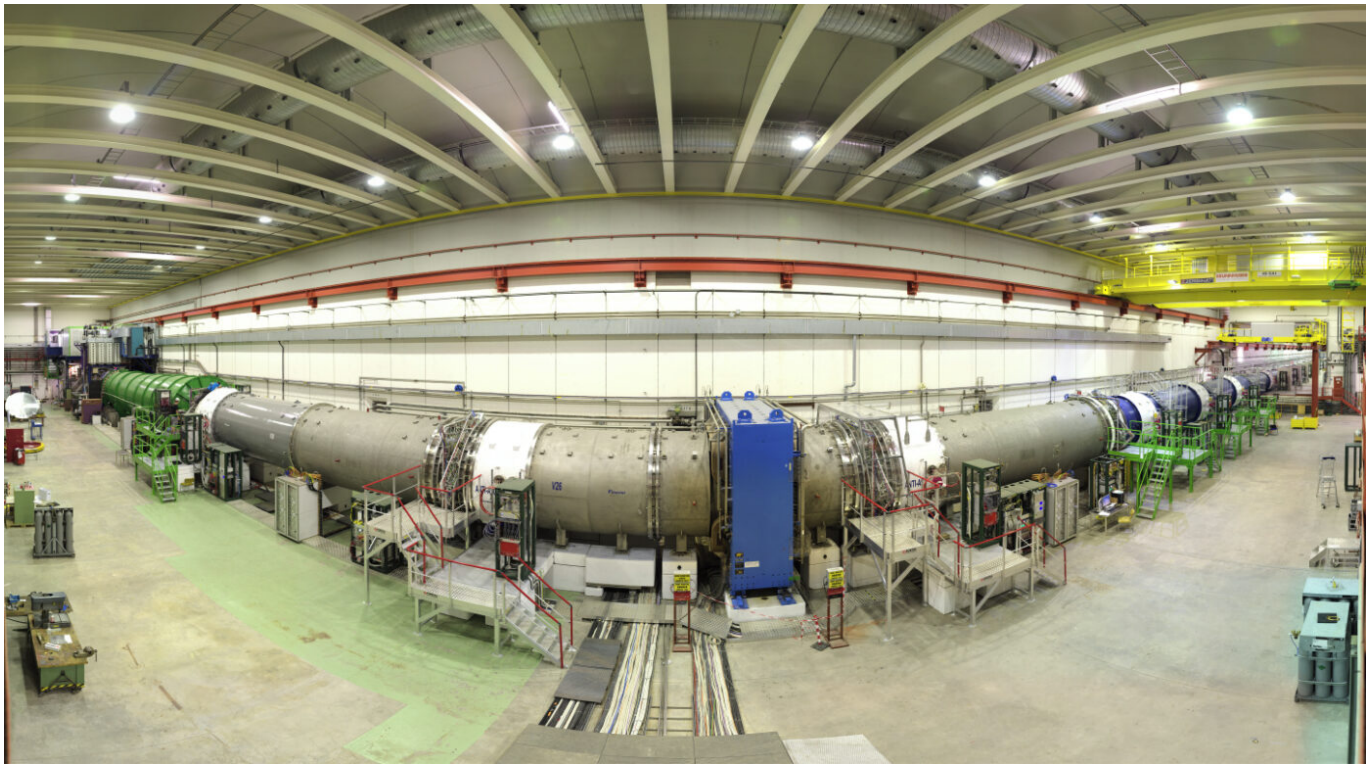
Een doorbraak in de deeltjesfysica

Enkele weken geleden werd bekendgemaakt dat wetenschappers bij CERN een extreem zeldzaam deeltjesverval hebben gemeten. Deze bijzondere observatie kan de deuren openen voor onderzoek naar nieuwe natuurkunde.



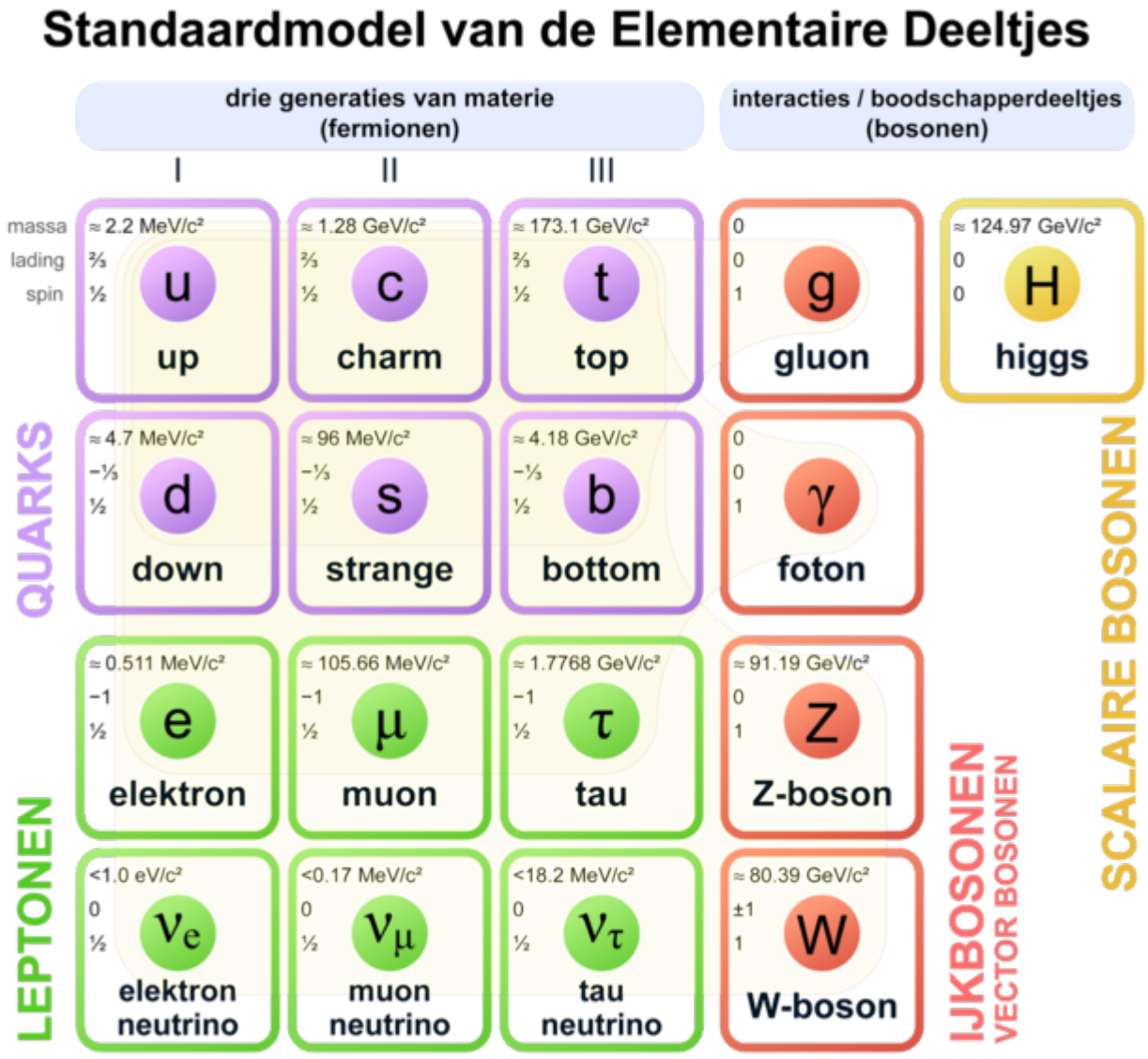
Afbeelding 1. Het NA62-experiment bij CERN. Afbeelding: CERN.

‘Véél zeldzamer dan een muntje dat op z’n kant landt,’ zo werd in de Volkskrant (helaas achter een paywall) de kans op de gebeurtenis omschreven. Het gemeten verval van een kaon (later meer hierover) vindt slechts 13 op de honderd miljard keer dat het kaon vervalt plaats, en is daarmee het zeldzaamste verval dat ooit door mensen is geobserveerd. Het verval is bovendien een zogenaamd ‘gouden kanaal’, wat betekent dat het een zeer goede plek is om op zoek te gaan naar natuurkunde die verder gaat dan het standaardmodel.

Het standaardmodel

Het standaardmodel van de elementaire deeltjes is een theorie die de kleinste deeltjes in ons universum en hun onderlinge krachten beschrijft. Het model omvat zeventien fundamentele

deeltjes. Twaalf hiervan (‘fermionen’) zijn de deeltjes die materie vormen. Ze zijn verdeeld in twee categorieën: zes quarks en zes leptonen. Voor elk van deze deeltjes bestaat ook een antideeltje (dat we voor het gemak niet als een apart deeltje tellen) met tegenovergestelde lading. De overige vijf (‘bosonen’) zijn verantwoordelijk voor de interacties tussen deze fermionen. Het model is zeer succesvol gebleken in het voorspellen van de uitkomsten van experimenten, en met de observatie van het Higgsdeeltje in 2012 is het bestaan van alle zeventien deeltjes van het model aangetoond.



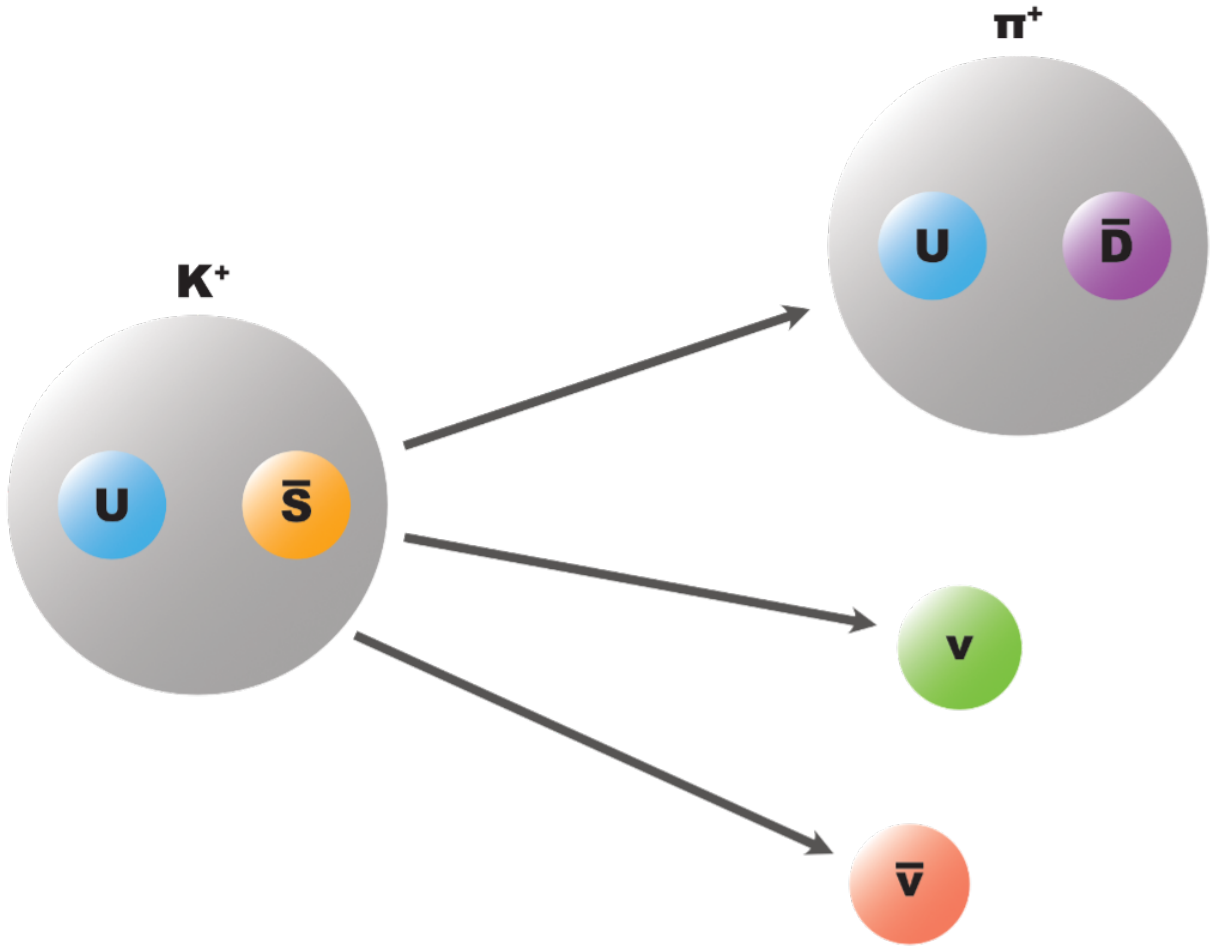
Afbeelding 2. Het standaardmodel. Afbeelding: Wikimedia Commons.

Toch kan het standaardmodel niet voor alles in het universum een verklaring geven. Wat is bijvoorbeeld donkere materie? Waarom zien we alleen materie en geen antimaterie om ons

heen? En hoe beschrijven we zwaartekracht op kleine schaal? Om deze redenen wordt er actief onderzoek gedaan naar theorieën die voorbij het standaardmodel gaan. Het recent geobserveerde kaonverval kan hier een belangrijke rol in gaan spelen.

Kaonverval

In het NA62-experiment bij CERN worden zeldzame vervallen van kaonen bestudeerd. Kaonen zijn geladen deeltjes die bestaan uit twee quarks: een strange-quark (of -antiquark) en een top- of down-antiquark (of juist -quark). De kaonen worden geproduceerd door een grote hoeveelheid protonen met hoge energie op een doelwit van beryllium af te schieten. Het resultaat hiervan is een straal van ongeveer een miljard deeltjes per seconde, waarvan zo'n 6 procent kaonen zijn. Erg lang blijven deze kaonen niet in leven: binnen één miljoenste van een seconde na het ontstaan, vervallen de kaonen alweer. In de geproduceerde deeltjesstraal vindt dus continu verval van kaonen plaats. Verreweg het grootste deel van deze kaonen vervalt in een muon en een neutrino, maar in ongeveer 13 op de honderd miljard gevallen vervalt een kaon in een pion (een deeltje dat zelf weer uit een quark en antiquark bestaat) en een neutrino-antineutrinopaar.



Afbeelding 3. Het geobserveerde kaonverval. Een kaon (K+) vervalt in een pion (π+), een neutrino (ν) en een antineutrino (aangegeven met het streepje boven de ν). Afbeelding: Sarah Jansen.

Al enkele jaren worden er bij het NA62-experiment aanwijzingen gevonden van dit zeldzame kaonverval, maar voor het eerst is nu de gouden standaard van ‘5 sigma’ gehaald. Dit betekent dat de kans dat deze meting gedaan zou worden als het verval níét zou bestaan, kleiner is dan 0,00006 procent.

Nieuwe natuurkunde?

Een belangrijke motivatie voor onderzoek naar het zeldzame kaonverval is dat het een uitgelezen plek is om eventuele afwijkingen van het standaardmodel waar te nemen. Op basis van het standaardmodel kan namelijk een heel nauwkeurige voorspelling worden gedaan van het aantal kaonen dat op de nu waargenomen manier vervalt. Afwijkingen van deze strakke voorspelling kunnen een belangrijke aanwijzing zijn voor nieuwe natuurkunde.

Wat blijkt: het aandeel van kaonen dat op deze zeldzame manier vervalt in het experiment, is ongeveer anderhalf keer hoger dan wat op basis van het standaardmodel wordt verwacht. Dit zou veroorzaakt kunnen worden door nog onbekende zware deeltjes die de kans op het verval verhogen. Toch moeten we nog niet te hard van stapel lopen: de afwijking van het standaardmodel is te klein – rond de 2 sigma, in plaats van de 5 sigma die nodig is – om met redelijke zekerheid te kunnen zeggen dat het hier niet om ruis of een andere fout in de metingen gaat. Voorlopig gaat men bij het NA62-experiment verder met data verzamelen om meer inzicht te krijgen in dit interessante vervalproces. We houden het met spanning in de gaten!