



In een animatiefilmje op <http://www.nrc.nl/quantum>, waaruit deze beelden afkomstig zijn, wordt de natuurkunde achter quantummechanica en spookachtige werking verder uitgelegd.

Spookwerking: Einstein had ongelijk

Fysica Quantummechanische deeltjes communiceren over grote afstanden met elkaar, sneller dan het licht.

Door onze medewerker
Bruno van Wayenburg

DELFT. „Dit is toch best een eenvoudige opstelling”, beweert Bas Hensen. We staan in een kelder in het Technische Natuurkundelaboratorium van de TU Delft, bij een tafel met een doolhof van minstens honderd spiegeltjes, lenzen en andere optische componenten, met hier en daar zwarte kartonnen afschermers ertussen. „Hier meten we elektron A”, zegt Hensen. En 1,3 kilometer verderop, in een identieke opstelling in het Interuniversitair Reactor Instituut (IRI), huist elektron B.

„De essentie van wat we gemeten hebben, is dat die deeltjes *spooky action at a distance* laten zien”, had Hensen collega Ronald Hanson even daarvoor gezegd over het artikel dat ze vandaag met collega's in *Nature* publiceren. Ofwel: deeltje A geeft informatie door aan deeltje B en doet dat binnen 3,7 microseconden, sneller dan een lichtsignaal over de afstand zou doen.

Albert Einstein sprak in 1935, toen dit verschijnsel nog een verbluffende voorspelling van de quantummechanica was, van *spookhafte Fernwirkung*. Hem leek het grote onzin en bewijs dat er nog iets aan de (toen tien jaar oude

theorie moest gebeuren. Nu, tachtig jaar later, is de quantummechanica nog altijd een prima functionerende theorie en hebben de experimenten gesproken. Spookachtige afstandswerking bestaat - al kunnen wij die helaas niet gebruiken om sneller dan het licht te communiceren.

Eerdere proeven hadden ook al laten zien dat de afstandswerking bestaat, maar die proeven waren altijd gebonden aan bepaalde aannamen. Zo kan veel meetapparatuur maar een deel van de elektronen meten - vaak mislukt een meting. Het is een aanname dat die mislukte metingen het experiment niet een heel andere uitkomst gegeven zouden hebben. De Delftenaren hebben dit probleem opgelost met vrijwel 100 procent efficiënte meetapparatuur.

Verder moeten de deeltjes ver van elkaar verwijderd zijn, zodat de spookachtige communicatie aantoonbaar sneller dan licht is. Vandaar de recordafstand van 1,3 kilometer tussen A en B. „We hebben er een glasvezelkabel tussen moeten aanleggen”, zegt Bas Hensen.

In het Delftse experiment zijn de mazen dus allemaal gedicht. „Het is het sluitstuk van een discussie”, zegt Hanson. „Twee en een half jaar geleden hebben we besloten om dit exper-

iment te doen.” Drie andere onderzoeksgroepen, in Wenen, München en Boulder, Colorado, waren er ook mee bezig, dus er was wel wat haast bij. Want: „Als het mislukt, of je bent

Het is wel heel erg vreemd
wat hier gebeurt

nummer vier, voeg je niet zoveel toe.”

Het was Bas Hensen die als promovendus de gok nam - die eerder dit jaar nog verkeerd leek uit te pakken. In januari waren ze een van de twee elektronen kwijt. De elektronen waar alles

om draait, zitten op een vaste plek in een diamantkristal, nauwkeurig uitgepeild met laserlicht, en uitgebreid getest. „Maar nu kwamen we op het lab, zegt Hanson, „en was het elektron nergens te vinden. We snappen het nog steeds niet.”

Net op tijd werd een vervanger gevonden en in juli liepen de metingen: 245 deeltjesparen, 220 uur meten in 18 dagen. In september verscheen een versie van het artikel op de website Arxiv. Zonder peer review, dus geen officiële wetenschappelijk publicatie. „Maar dat was toch ook om alvast een claim te leggen”, zegt Hanson daar nu over. Gevolg was wel dat, toen de pers er via Twitter lucht van kreeg, de onderzoekers niets mochten zeggen om hun *Nature*-publicatie niet in gevaar te brengen.

De quantummechanica en haar eigenaardige logica zijn onderwerp van intensief natuurkundig onderzoek. Eén reden is dat die logica supersnelle quantumcomputers mogelijk maakt. En banken gebruiken nu al quantumcryptografie, waarbij geheime gegevens onafleesbaar verzonden worden dankzij quantummechanica. „Deze specifieke proef toont ook aan dat het veilig is om bepaalde quantumcryptografische sleutels te versturen”, zegt Hanson.

Ook nieuwsgierigheid was een belangrijke drijfveer. „Je bent er de hele tijd mee bezig. Toen alles af was, fietste ik hier over de campus. Dan zie je de afstand, het IRI ligt echt een flink eind verderop, en toen drong het op eens door: het is wel heel erg vreemd wat hier gebeurt.”

BEELD: BRUNO VAN WAYENBURG