

‘Beam me up, data’

Mensen teleporteren zoals in de science-fictionfilm *Star Trek*, is volgens de natuurwetten niet mogelijk. Maar *informatie* teleporteren kan wel degelijk, dankzij de bijzondere wereld van de quantummechanica. Onderzoekers van het Kavli Institute of Nanoscience van de TU Delft zijn er als eersten in geslaagd om informatie in een quantumbit trefzeker te verplaatsen naar een ander qubit 3 meter verderop, zonder dat de informatie door de tussenliggende ruimte reisde: teleportatie. Ze publiceren daarover online in *Science* op donderdag 29 mei.

Quantum-internet

De ontwikkeling is een belangrijke stap op weg naar een quantumnetwerk voor de communicatie tussen toekomstige supersnelle quantumcomputers – een quantum-internet. Quantumcomputers zullen bepaalde rekenproblemen waar supercomputers nu jaren over doen, in een oogwenk oplossen. Het quantum-internet moet een netwerk van quantumcomputers met elkaar verbinden. Daarnaast biedt het quantum-netwerk de mogelijkheid om informatie volledig veilig te versturen. Onopgemerkt afluisteren is in zo’n netwerk fundamenteel onmogelijk.

Einstein

De wetenschappers maken daarbij gebruik van een bijzonder fenomeen: verstrengeling. ‘Verstrengeling is misschien wel het vreemdste en meest intrigerende gevolg van de wetten van de quantummechanica’, stelt onderzoeksleider prof. Ronald Hanson. ‘Als twee deeltjes verstrengeld zijn, smelten hun identiteiten samen: hun gezamenlijke toestand is exact bepaald, maar de identiteit van elk afzonderlijk is verdwenen. De verstrengelde deeltjes gedragen zich als één, ook als ze ver van elkaar verwijderd zijn. In ons geval was dat drie meter, maar dat zou in theorie ook de andere kant van het universum kunnen zijn. Einstein geloofde deze voorspelling niet en noemde dit ‘spooky action at a distance’, maar talloze experimenten hebben laten zien dat de verstrengeling echt is.’

100 %

De groep van Hanson slaagde er als eerste in de wereld in om informatie te teleporteren tussen quantumbits in verschillende computerchips, door de beide quantumbits te verstrengelen. ‘Het bijzondere aan de methode die wij gebruiken, is dat de teleportatie met 100% zekerheid werkt. De informatie komt altijd aan, zagezegd. Daarnaast heeft de methode de potentie om ook met 100% nauwkeurigheid te werken’, zegt Hanson.

Diamant

De onderzoeksgroep van Hanson maakt quantumbits met behulp van elektronen in diamant. ‘We gebruiken diamant, omdat daarin ‘mini-gevangenisjes’ voor elektronen worden gevormd als er een stikstofatoom op de plaats van één van de koolstofatomen zit. Omdat we deze gevangenisjes individueel kunnen bekijken, is het mogelijk om een individueel elektron en zelfs één atoomkern te bestuderen en te controleren. We kunnen de spin (draairichting) van deze deeltjes in een vooraf bepaalde toestand klaarzetten, die spin controleren en vervolgens ook uitlezen. Dit alles doen we in materiaal waarvan chips gemaakt kunnen worden. Dat is belangrijk want velen geloven dat we alleen *chip-based* systemen kunnen opschalen naar een praktische technologie’, licht Hanson toe.

Heilige Graal

Deze zomer is Hanson van plan het experiment te herhalen over een afstand van 1300 meter, met chips die in verschillende gebouwen op de campus van de TU Delft staan. Dat experiment zou het eerste ter wereld kunnen worden dat voldoet aan de criteria van de *loophole-free Bell test*. Zo’n experiment zou het ultieme bewijs van Einstein’s ongelijk over verstrengeling kunnen leveren. Verschillende onderzoeksgroepen, waaronder die van Hanson, jagen om als eerste een *loophole-free Bell test* te realiseren. De test geldt binnen de quantummechanica als Heilige Graal.

.....

Noot voor de redactie:

Voor meer informatie: Prof. Ronald Hanson, R.Hanson@tudelft.nl, 015-278 7188

Foto's en een animatie zijn te vinden op <http://hansonlab.tudelft.nl/teleportation>.
Het materiaal is rechtenvrij te gebruiken voor nieuwsdoeleinden ovv 'Hanson lab@TUDelft'.

Publicatie:

Science, published online May 29 2014

'Unconditional quantum teleportation between distant solid-state quantum bits'

Authors: W. Pfaff¹, B. Hensen¹, H. Bernien¹, S.B. van Dam¹, M.S. Blok¹, T.H. Taminiau¹, M.J. Tiggelman¹, R.N. Schouten¹, M. Markham², D.J. Twitchen², and R. Hanson¹

¹Kavli Institute of Nanoscience Delft, Delft University of Technology, P.O. Box 5046, 2600 GA Delft, The Netherlands

²Element Six, Ltd., Kings Ride Park, Ascot, Berkshire SL5 8BP, United Kingdom

We acknowledge support from the Dutch Organization for Fundamental Research on Matter (FOM), the DARPA QuASAR program, the EU DIAMANT and S3NANO programs, a Marie Curie Intra-European Fellowship and the European Research Council through a Starting Grant.