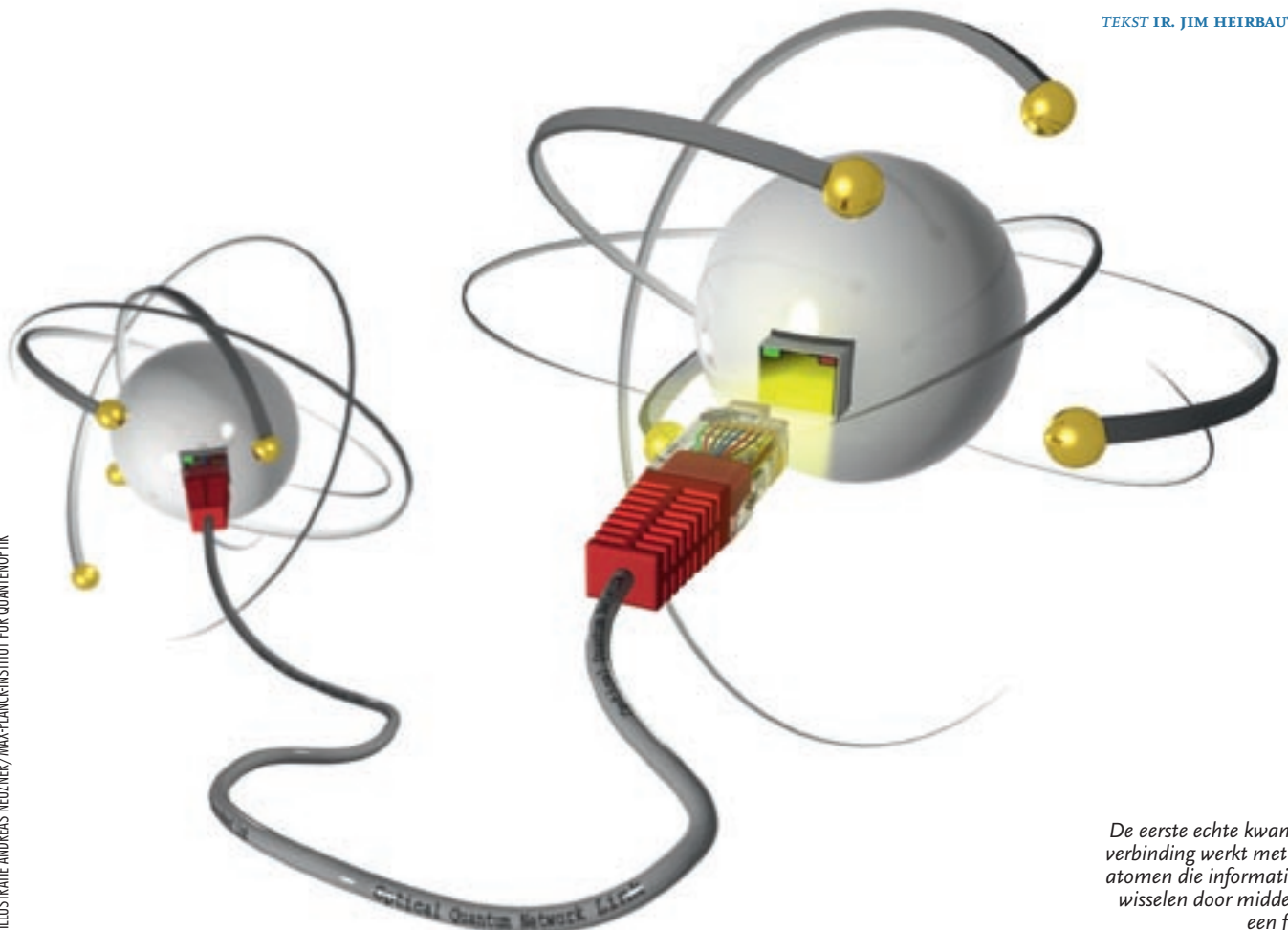




ILLUSTRATIE ANDREAS NEUZNER/MAX-PLANCK-INSTITUUT FÜR QUANTENOPTIK



De eerste echte kwantumverbinding werkt met twee atomen die informatie uitwisselen door middel van een foton.

TWE E ATOMEN OP 60 M AFSTAND VIA LICHTDEELTJE MET ELKAAR VERSTRENGELD

WERKEND KWANTUMNETWERK

Duitse onderzoekers zijn erin geslaagd om het eerste werkende kwantumnetwerk te bouwen, op basis van twee atomen die elkaar op 60 m afstand 'voelen'. Op termijn maakt zo'n netwerk extreem veilige communicatie mogelijk.

De belangrijkste toepassing van kwantummechanica is waarschijnlijk het beveiligen van gevoelige informatie, bijvoorbeeld bij grote banktransacties. Dat gaat nu nog als volgt: stel dat een persoon, Albert, een bepaald bericht naar een zekere Boris wil sturen, maar dat het cruciaal is dat het niet in verkeerde handen valt. Dan maakt Albert zijn bericht binair en husselt die lange reeks enen en nullen door elkaar met een geheime sleutel. Heeft Boris die sleutel ook, dan voert hij de omgekeerde operatie uit om het bericht te ontcijferen.

De vraag is hierbij hoe Albert de sleutel bij Boris krijgt zonder dat criminelen kunnen meeluisteren. Het antwoord hierop komt uit de kwantumwereld. Het verzenden van de sleutel in de vorm van microscopische deeltjes, zoals fotonen, maakt het onmogelijk om te luistervinken. Een van de belangrijkste eigenschappen van een kwantumtoestand is namelijk dat elke meting die eraan wordt gedaan, meteen een verstoring betekent. Met andere woorden: Albert en Boris hebben het direct door als iemand hun sleutel probeert te bemachtigen.

In het beschreven voorbeeld dient de kwantummechanica nog slechts om de sleutel door te sturen. Bij elk knooppunt gaat de informatie weer over in klassieke vorm, die nog steeds gevoelig is voor kwaadwillende hackers. Daarom dromen natuurkundigen al jaren van

netwerken die volledig kwantummechanisch werken – en dat is wat onderzoekers van het Max-Planck-Instituut für Quantenoptik nu voor elkaar hebben gekregen. Onder leiding van dr. Stephan Ritter bouwden ze een eenvoudig netwerk, bestaande uit twee knooppunten die zich in verschillende labruimtes bevinden. Ze slaagden erin om kwantuminformatie ongewijzigd van het ene naar het andere knooppunt te krijgen.

De knooppunten A en B bestaan uit identieke trilholtjes met daarin een enkel rubidiumatoom. Door atoom A te stimuleren met een laser komt uit de trilholte een foton, een elementair lichtdeeltje, vrij. Dat reist door een 60 m lange glasvezelkabel naar atoom B, dat het foton absorbeert. 'Het bijzondere is dat we de kwantumtoestand van atoom A hebben overgebracht op het foton, dat het vervolgens weer doorgaf aan atoom B', vertelt Ritter. De onderzoekers hebben een klein beetje informatie overgedragen tussen de twee atomen met een onderlinge afstand van 60 m. 'Die verbondenheid noemen we *entanglement*, verstrengeling. Wat dat precies betekent, is erg lastig in woorden te vatten, maar het komt erop neer dat ze op afstand met elkaar zijn verbonden, ze delen informatie.' Net als andere concepten in de kwantummechanica is dat nauwelijks te vatten – zelfs de geniale Albert Einstein had problemen om het echt te snappen en noemde het verschijnsel van verstrengeling 'spooky action at a distance'.

De staat van verstrengeling tussen de atomen bleek in de proeven 100 μ s te bestaan. Dat klinkt kort, maar staat in de kwantumwereld gelijk aan een eeuwigheid. Vreemd genoeg duurde hij nog voort ruim nadat het foton was geabsorbeerd. Een netwerk met meerdere atomen die verstrengeld zijn, kan volgens de onderzoekers de basis vormen voor het volledig kwantummechanisch uitwisselen van informatie.

VERKLEINEN

Met hun werkende mininetwerk hebben de Duitsers een belangrijke stap gezet. In principe is het uit te breiden door knooppunten toe te voegen, maar daarbij moeten ze wel een groot aantal praktische punten oplossen. Het belangrijkste is wellicht het verkleinen van de vereiste componenten, want om één enkel knooppunt te laten werken heeft Ritter nu nog een hele laboratoriumruimte vol lasers, optische elementen en andere apparatuur nodig.

Het onderzoek naar dit soort kwantumtechnieken is het verst gevorderd voor het beveiligen van digitale informatie. Maar het Duitse netwerk maakt waarschijnlijk meer mogelijk. 'Kwantumnetwerken kunnen gaan dienen om te rekenen aan problemen die te complex zijn voor gewone computers, zoals het gericht ontwikkelen van nieuwe materialen', aldus Ritter.

tinyurl.com/quantumnet