

Kwantumcommunicatie is altijd nonlokaal

Onderzoekers van CWI, de Universiteit van Gdansk, de Technische Universiteit Gdansk, Adam Mickiewicz University en de Universiteit van Cambridge hebben bewezen dat kwantumcommunicatie altijd non-lokaal is. Ze laten zien dat het altijd mogelijk is om nonlokaliteit te vinden in gevallen waar kwantumcommunicatie efficiënter is dan klassieke communicatie.

Het is al lang bekend dat de kwantummechanica tegenintuïtieve verschijnselen voorspelt, zoals onmiddellijke interactie op afstand tussen ver van elkaar verwijderde verstrengelde deeltjes. Dit teleportatie-effect, dat door Albert Einstein 'spooky action at a distance' werd genoemd, werd lang gezien als bewijs dat de kwantummechanica nog niet helemaal klopte.

In 1964 toonde de natuurkundige J.S. Bell echter aan dat geen enkele theorie die alleen van lokale effecten uitgaat alle voorspellingen van de kwantummechanica kan reproduceren. Met andere woorden: het is onmogelijk om klassieke verklaringen voor kwantumcorrelaties te vinden. Dit bewijs voor het bestaan van nonlokaliteit werd bekend als de Bell-ongelijkheid.

Buitennissig

Lange tijd werden kwantumcorrelaties als buitenissigheden gezien die alleen inte-

ressant waren voor filosofisch ingestelde natuurkundigen, en niet bruikbaar in de praktijk. Dit is de laatste jaren behoorlijk veranderd. Kwantumcorrelaties bleken erg nuttig in informatieverwerking. Bij verschillende communicatieprotocollen bleek het gebruik van kwantumeffecten te zorgen voor een sterke verlaging van de communicatiecomplexiteit: het minimum aantal stappen dat nodig is om met twee partijen een bepaalde taak te volbrengen. In zulke gevallen is er een zogeheten kwantumvoordeel in de communicatiecomplexiteit.

Het vermoeden bestond al enige tijd dat alle voordelen in kwantumcommunicatie uiteindelijk gebaseerd zijn op overtredingen van de Bell-ongelijkheid, en dus het gevolg van nonlokaliteit. Tot nu toe waren overtredingen van de Bell-ongelijkheid alleen aangetoond voor een beperkt aantal kwantumprotocollen. In een artikel in het tijdschrift PNAS laten de onderzoekers nu een universele methode zien die een overtreding van de Bell-ongelijkheid afleidt in elke situatie met een (groot genoeg) kwantumcommunicatievoordeel. Dit resultaat is een belangrijke stap in de kwantumcommunicatie en verdiept het begrip van het verband tussen nonlokaliteit en kwantumcommunicatieprotocollen.

