

46 WANNEER VERVANGT DE KWANTUMCOMPUTER DE KLASSIEKE COMPUTER?

Uitvindingen als de transistor, de laser en supergeleidende materialen kwamen rechtstreeks voort uit onderzoek naar kwantummechanica in de eerste helft van de 20^{ste} eeuw. Ook in de 21^{ste} eeuw zullen antwoorden op kwantummechanische vragen leiden tot baanbrekende toepassingen, zoals ultrasnelle kwantumcomputers en ultrasensitieve kwantumsensoren.

De kwantumtheorie beschrijft alles wat zich op de schaal van atomen of nog kleiner afspeelt. In de kwantumwereld gedragen materiedeeltjes, zoals elektronen, zich soms ook als golven. Andersom kunnen lichtgolven zich soms ook als deeltjes, *fotonen*, gedragen. Dit bijzondere 'kwantumgedrag' vindt op tal van manieren verrassende toepassingen, vooral in de elektronica.

In de klassieke wereld van digitale informatie kan een 'bit' – de meest basale informatie-eenheid – slechts één van twee waarden aannemen: op zeker moment is een bit óf een 0 óf een 1. In de kwantummechanica daarentegen kan een 'kwantumbit' zich ook in een 'superpositie' bevinden, waarin hij én 0 én 1 is. Een ander bijzonder element van de kwantumwereld is 'verstrengeling'. Waar bij klassieke bits de waarde van het ene bit geen invloed heeft op de waarde van het andere, kan de waarde van het ene kwantumbit wél de waarde van het andere beïnvloeden.

Dankzij kwantumverschijnselen als superposities en verstrengeling moet het mogelijk worden kwantumcomputers te bouwen die sommige rekenproblemen revolutionair veel sneller kunnen oplossen dan elke denkbare klassieke computer. Hoewel elke nieuwe generatie klassieke computers sneller is dan de vorige, is het eindpunt van die ontwikkeling wel in zicht. Een kwantumcomputer zou zich tot een gewone computer verhouden als een gewone computer tot een telraam. Kwantumcomputers zouden bijvoorbeeld kunnen worden toegepast bij het veilig versleutelen van gevoelige informatie.

Springplankje

Naast de kwantumcomputer biedt de kwantummechanica nog andere mogelijkheden om te ontsnappen aan de natuurlijke snelheidslimiet van klassieke, hedendaagse computerchips. Zo is het theoretisch mogelijk de digitale informatie niet op te slaan als elektrische lading, zoals nu gebeurt, maar vast te leggen in de draairichting, de *spin*, van

elektronen. Daardoor hoeft de chip minder warmte af te voeren, en kan hij kleiner en sneller worden.

In 2004 ontdekten Andre Geim en Konstantin Novoselov, beiden jaren werkzaam in Nederland, een methode om *grafeen* te maken, een materiaal dat is opgebouwd uit één enkele laag koolstofatomen. In 2010 ontvingen ze er een Nobelprijs Natuurkunde voor. Tot de grote vragen van de kwantumtechnologie behoort of grafeen in de elektronica silicium kan opvolgen als materiaal waaruit chips worden gemaakt.

Het jaar 2010 zag de primeur van een met het blote oog zichtbaar voorwerp – een miniatuur ‘springplankje’ – dat in een kwantumtoestand werd gebracht. Het plankje kon tegelijkertijd wel én niet trillen. In de toekomst zou het bijvoorbeeld gebruikt kunnen worden als ultragevoelige kwantumsensor.

Kwantumtechnologie bergt grote beloften in zich, maar commerciële toepassingen vormen nog een grote uitdaging. Onder invloed van de omgeving kunnen kwantumtoestanden zoals verstrengeling en superpositie namelijk gemakkelijk verloren gaan. Naar een goede bescherming van de kwantumtoestand wordt dan ook naarstig gezocht.



