



Over elegante deeltjes en nanometers

Hij heeft wel een antwoord op de vraag wat het kleinste deeltje is. Carlo Beenakker, hoogleraar Theoretische natuurkunde aan de Universiteit Leiden: 'Dat is een puntdeeltje. Zo'n deeltje is altijd nul. Elektronen zijn puntdeeltjes; ze zijn zo klein dat je ze niet kapot kunt slaan.' Maar: Beenakker geeft leiding aan de Nanophysics groep. En de nanowetenschap gaat, zo zegt hij, niet over het kleinste deeltje. 'Die gaat over de kleinst mogelijke schakelingen.'

P

iepklein zijn ze, nanometers: niet groter dan een miljoenste millimeter, honderdduizend keer dunner dan een haar. Fabrikanten troeven elkaar af met de kleinste nanometerchip; IBM heeft het record in handen met een chip niet groter dan 5 nanometer. Waarom moet het zo vreselijk klein? Hoe kleiner de schakelingen zijn, hoe meer er op een chip kunnen, hoe sneller die chip kan rekenen, hoe krachtiger ze wordt, en hoe meer bijvoorbeeld je smartphone kan. En dat willen we graag. Maar we stuiten een keer op een grens, legt Beenakker uit: 'Ga dat maar eens solderen, zulke dunne draadjes. Dat is lastig. Er mag geen kortsluiting ontstaan, de draadjes mogen niet kapotgaan, alles moet blijven werken...' Er is ook nog een ander probleem: 'Al die draadjes produceren warmte. Hoe meer je ze op elkaar propt, hoe warmer het wordt, en hoe moeilijker het wordt om die warm-

te af te voeren. Het urgentste probleem met computers is niet dat ze niet snel genoeg zijn, maar dat ze enorm veel energie verbruiken. Vijf procent van het energieverbruik in Nederland gaat op aan het koelen van computers in grote datacentra van grote bedrijven.'

Een oplossing voor dit probleem: de quantumcomputer. Die maakt geen gebruik van gewone elektrische velden die warmte produceren, maar van quantummechanica, de natuurkundige theorie die de microscopische wereld van atomen en elektronen beschrijft. Terwijl een gewone computer werkt met nullen en enen, kan een quantumcomputer veel efficiënter werken: met kleine deeltjes die tegelijk nul en een zijn. 'Dat is lastig te begrijpen omdat het tegen-intuïtief is,' zegt Beenakker, 'maar we snappen er voldoende van om het te kunnen toepassen. We kunnen er sommen mee maken, dingen uitrekenen, voorspellen.'

Dankzij die 'dubbele gedaanten' kan een quantumcomputer in relatief korte tijd heel ingewikkelde rekenproblemen oplossen op een manier die minder energie verbruikt. Zo kan ze de huidige computer op snelheid en duurzaamheid verslaan, hopen wetenschappers. Zo'n computer kan dus onvoorstelbaar grote hoeveelheden big data verwerken - of niet? 'Dat is niet de meest voor de hand liggende toepassing,' zegt Beenakker. 'Data behoren tot de gewone wereld, dat zijn wij. De quantumwereld is de wereld van de elektronen. Enzymen en DNA, dat is de quantumwereld, daar vinden chemische reacties plaats.'

Quantumtechnologie zou het mogelijk moeten maken om voor mensen personalised medicine te ontwikkelen, zegt hij: 'Vliegtuigen kunnen we helemaal op de computer ontwerpen, daar hebben we geen windtunnel meer voor nodig. Het zou mooi zijn als dat met medicijnen ook mogelijk wordt. Want dan kun je, omdat het zo snel kan, op een kosteneffectieve manier medicijnen maken die veel beter op het individu zijn toegesneden dan de huidige.'

Over 50 jaar

Die zogeheten quantumchemie is nog toekomstmuziek, relateert hij, maar op termijn ziet hij geweldige mogelijkheden. 'We hopen dat we nu iets in gang zetten dat over vijftig jaar effect heeft. Dat is eerder ook gelukt. Als je vroeger een nare infectieziekte had, ging je eraan dood. Nu niet meer, dankzij antibiotica. Pest, polio, tbc - ze komen niet meer voor, of we overlijden er niet meer aan.' Zo kunnen we over vijftig jaar ook een lijstje ziektes van nu afstre-

pen, hoopt hij. 'Die hebben we dan uitgerekend, dat is dan klaar.'

Aan de quantumcomputer wordt nu gebouwd; in Delft, niet in Leiden. Dat is prima zo, zegt hij: 'Ik ben niet degene die eraan sleutelt. Ik heb geen lab, maar ik heb wel een grote groep, en die zit de helft van de tijd in Delft.' Beenakker werkt dan ook nauw samen met Delfts natuurkundige Leo Kouwenhoven, maar heeft geen behoefte om naar Delft te verkassen. 'Leiden heeft een Instituut theoretische natuurkunde, Delft niet. Ik werk hier in een intellectuele omgeving die ik prettig vind: ik heb veel collega's die allemaal verschillende dingen doen en die allemaal in elkaar zijn geïnteresseerd. Een verdieping hierboven zit het Lorentzcentrum, waar wetenschappers van over de hele wereld workshops volgen, dat vind ik ook leuk. Dat is er in Delft allemaal niet.'

Elegant deeltje

Hij is zijn 'hele wakende leven' bezig met zijn vak. Altijd, overall, en hij pepert zijn studenten in dat het ook niet anders kán. We weten in de natuurkunde heel veel, zegt hij, maar er zijn nog altijd heel mooie, eenvoudige dingen waar niemand ooit op is gestuit. Neem nou het majorana-deeltje. 'Ik wou dat ik het had bedacht, ik zat er bovenop, maar iemand anders was me net voor. Een heel elegant deeltje. Het representeert en symboliseert op allerlei manieren de nul, het totale niets. Een niets-zijn dat toch weer heel gevuld is, en zwanger van mogelijkheden. De wiskundige theorie erachter is van een enorme schoonheid en eenvoud. Je hebt maar heel weinig nodig om het te snappen, ik kan het mijn derdejaars studenten uitleggen, en toch is het pas kortgeleden ontdekt.' Alle ontdekkingen in mijn vakgebied die de moeite waard zijn, gaan zo, zegt hij. 'Die zijn schitterend, die zijn ongelooflijk mooi, en als je ze eenmaal ziet, zijn ze ook volkomen evident. Als je boft, heb je in je loopbaan een handjevol van dat soort momenten. Daar doe je het voor.' 

CV Carlo Beenakker
Beenakker (1960) is de zoon van twee natuurkundigen. Hij studeerde in 1982 cum laude af aan de Universiteit Leiden, waar hij in 1984 promoveerde. Sinds 1991 is hij hoogleraar Theoretische natuurkunde aan de Universiteit Leiden. Beenakker won vele prijzen, waaronder de prestigieuze Spinoza-premie van NWO (1999) en de AKZO Nobel Science Award (2006). Hij sleepte in 2009 en 2012 twee ERC Grants binnen, grote Europese onderzoeksubsidies. Beenakker begeleidde tot nu toe meer dan dertig promovendi en is een veelgevraagd spreker op internationale conferenties, lid van talloze wetenschapsadviesraden, editor van verschillende tijdschriften.

