

Door **Margriet van der Heijden**

‘Als u het niet snapt, dan ligt dat aan mij.’ Hoffelijk begint Leo Kouwenhoven zijn lezing voor een afgeladen Paradiso. De gemiddelde leeftijd van het publiek op de vroege zondagmorgen in mei is zo’n vijftig jaar. Al even doodgemoedereerd staat Kouwenhoven een paar maanden later in een warme, stampvolle tent op Lowlands - nu is de gemiddelde leeftijd twintig jaar. „Mijn verhaal gaat over de Majorana, niet marihuana”, sluit hij aan bij zijn gehoor. Leo Kouwenhoven is beroemd. De onverwachte vondst van Majoranadeeltjes, vorig jaar in zijn lab aan de TU Delft, zette hem op de kaart. Zelf hamerde en hamert Kouwenhoven erop dat het definitieve bewijs voor deze merkwaardige deeltjes nog moet worden geleverd.

Er is iets gezien dat ‘look, talks and walks like a Majorana’, zegt hij steeds. Maar intussen was hij in journaals, in praatprogramma’s, op ministeries en werd hij zelfs door Rutte in het Torentje uitgenodigd.

En ja, al die aandacht moet je daarna wel verwerken, zegt hij. In de nazomer zitten we op een stenen bankje op de Delftse campus. Kouwenhoven, een boerenzoon die fysicus werd, draagt als altijd een spijkerbroek en een poloshirt.

„Telkens als er het afgelopen jaar mensen bij ons thuis langskwamen, vroegen ze naar mijn onderzoek. En ik had steeds wel wat nieuws te vertellen. Tot mijn vrouw en kinderen zeiden: ‘We willen niet het hele jaar vijf keer per dag over Majorana’s praten.’ Ze hadden gelijk natuurlijk, maar ik zat met al die nieuwe ervaringen. Bij wie moet je die dan kwijt?”

Nu kijkt hij ironisch. Meende hij die laatste zin of niet? Het is bij Kouwenhoven niet altijd duidelijk. Is hij altijd zo relaxed? Wat denkt hij als hij je peilend aankijkt?

Leidende rol

Terwijl de rest van de wereld zich verbaasde over zijn merkwaardige ‘deeltjes zonder eigenschappen’, volgde Kouwenhoven dit jaar overduidelijk zijn eigen agenda. Hij dacht vooruit. Ver vooruit.

Op de vrij korte termijn moesten nieuwe experimenten worden bedacht en nieuwe technieken worden ontwikkeld om aan te tonen dat die deeltjes die ‘lopen, praten en eruitzien als Majorana’s’ ook werkelijk Majorana’s zijn.

Daarvoor werkt Kouwenhoven samen met onder meer Vincent van Mourik, die vorig jaar de eerste auteur van het *Science*-paper over de vondst was, met de Leidse theoretisch fysicus Carlo Beenakker en diens groep, en met hoogleraar Erik Bakkers die in Eindhoven circuitjes van ragfijne nanodraadjes bouwt.

Door in zulke circuitjes met meerdere Majoranadeeltjes tegelijk te goochele, wil Kouwenhoven’s team straks aan die deeltjes het karakteristieke ‘niet-Abelse’ gedrag ontlokken dat geen enkel ander deeltje vertoont. „Dat zou het sterkste bewijs zijn dat het écht om Majorana-deeltjes gaat. Zoiets laten zien duurt nog twee tot vier jaar”, schat Kouwenhoven.

Maar: er is ook de lange termijn. Majorana’s zouden de ideale informatiedragers kunnen zijn in toekomstige quantumcomputers die, de wetenschap een nieuw tijdperk in zullen voeren.” In zulke superkrachtige computers zouden ze kunnen fungeren als een quantumbit of kortweg ‘qubit’ - een bit dus dat tegelijk 0 én 1 kan zijn. Juist dat dubbelzinnige karakter van qubits voert de informatiedichtheid en rekensnelheid enorm op.

‘Mijn verhaal gaat over Majorana, niet marihuana’

Quantumfysica

De bouw van een quantumcomputer moet een Nederlands icoonproject worden. Dat vindt Leo Kouwenhoven die vorig jaar Majoranadeeltjes ontdekte - mogelijke bouwsteentjes van zo’n computer. Maar hij blijft er koel onder.



Leo Kouwenhoven in het nieuwe QC-lab van de Technische Universiteit Delft dat op 18 december geopend wordt.



Wat we nu doen, komt in de boeken. Het kan de mensheid veranderen. Het doet ertoe.

hetzelfde gebouw nog een tweede lab worden geopend: QuTech. Dit lab zal zich richten op toepassingen van de fundamentele onderzoeksresultaten uit het QC-Lab. Zoals dus die quantumcomputer. Delftse bedrijven en multinationals als Microsoft doen er aan mee. Hoogleraren en studenten van de faculteit Elektrotechniek, Wiskunde en Informatica zullen er hun expertise inzetten om de fundamentele vondsten naar de praktijk te vertalen.

Kouwenhoven zelf kijkt weer strategisch vooruit. „Ik loop vast te denken wie QuTech officieel kan openen”, zegt hij. „Ik denk aan eurocommissaris Neelie Kroes. In Nederland en van het ministerie van Economische Zaken krijgen we nu genoeg steun. Het lijkt me goed om ook contacten in Europa te leggen.”

En zeker, beaamt hij, zijn werk is de laatste jaren veelomvattender geworden dan het begeleiden en aansturen van medewerkers. Spannender ook.

Tien jaar geleden werkte Kouwenhoven nog aan de mesoscopische fysica - aan structuren op de micrometerschaal zoals draaieurtjes die elektronen laten passeren. „Interessant, maar je wist: dit heeft

geen grote gevolgen. Terwijl, wat we nu doen: dat komt in de boeken. Het kan de mensheid veranderen. Het doet ertoe.”

Het maakt zijn leven als onderzoeker behalve spannender óók simpeler. „Het is fijn als je wat te bieden hebt. Je kunt zo veel gemakkelijker samenwerking zoeken.” En hoeveel eenvoudiger is het nu om onderzoekssubsidies te krijgen. Al is het maar omdat „onderzoeksfinancier NWO onze resultaten natuurlijk graag in haar jaarverslag wil zien staan.”

Icoonproject

Denkt hij dan nooit: waar ben ik aan begonnen? Hij vertelt het allemaal zo onderkoeld, alsof het vanzelf spreekt. Maar veel geld stroomt binnen wegens de belofte van een werkende quantumcomputer, zo rond 2025. En zijn onderzoek is pril...

De vraag levert weer een peilende, denkende blik op. „Kijk naar het succes van icoonprojecten uit het verleden. Neem het Manhattanproject bijvoorbeeld, dat tot de atombom op Hiroshima leidde.” Met een ironische blik. „Nu ga je toch niet opschrijven dat ik die bom een succes vindt? Of denk aan het *Man-on-the-Moon*-

project, de ontrafeling van het menselijk genoom, de speurtocht naar het Higgs-deeltje. Mensen kunnen veel meer dan ze denken - als ze zichzelf een doel stellen.”

En als ze durven. „De mensheid gaat een quantumcomputer bouwen, daarvan ben ik overtuigd. En ja, je kunt wachten tot we meer zekerheid hebben over methodes en technieken. Alleen: dan weet je óók zeker, dat anderen erop zullen duiken.”

„Wil je zeker zijn over je eigen leidende rol, dan moet je vroeg beginnen. Nu hebben de quantumonderzoekers in Delft, niet alleen ik, een voorsprong. Er is hier een ‘ecosysteem’ van onderzoekers met inzichten en technieken die anderen niet hebben. Dat kunnen we met relatief kleine investeringen uitbouwen.”

Ofwel: De ontwikkeling van de quantumcomputer kan ook een icoonproject worden - met een Nederlands stempel. Hij kijkt naar de grassprietjes. Denkt. Lacht wat. „Ik bedenkt dit niet allemaal alleen”, zegt hij dan. Als voorbeeld vertelt hij over een gesprek dat hij had met een voormalig directeur van het fameuze Amerikaanse Bell Labs. „Die had heel wat onderzoeksprojecten zien opkomen, en soms onder-

cv Majoranaman

Leo Kouwenhoven (1963) promoveerde in 1992 in Delft op nanostructuren. Tegenwoordig is hij natuurkundehoogleraar en universiteitshoogleraar aan de TU Delft. De vondst daar, vorig jaar, van Majoranadeeltjes, maakte hem beroemd. Zijn vrouw is hoogleraar kennismangement Marleen Huysman en zij hebben twee zoons.

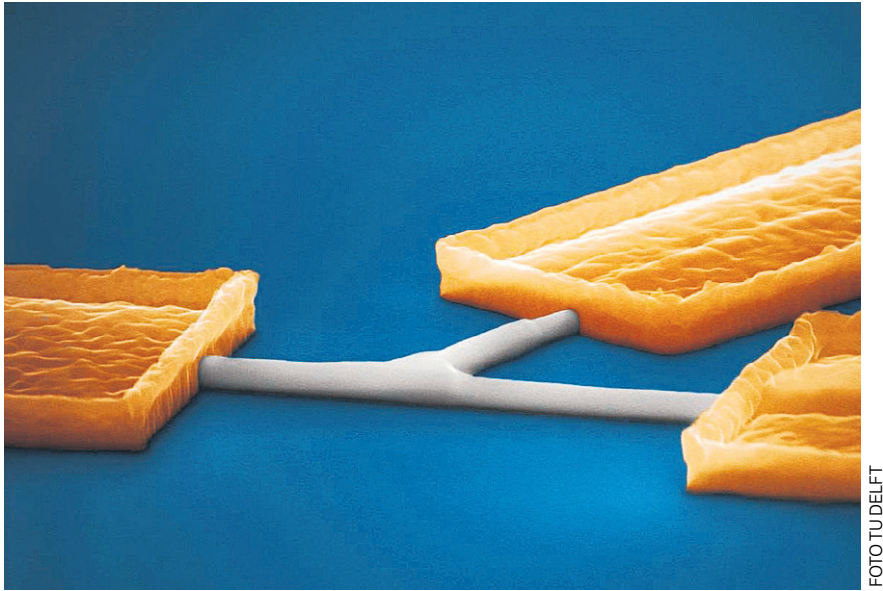
gaan, en dit quantumcomputerproject vond hij echt niet het gekste wat hij ooit gehoord had.” Licht spottend: „Dat vond ik bemoedigend.”

Bovendien, als het met Majorana’s niet lukt, zijn er andere qubit-kandidaten. „Het QC-lab bestaat niet alleen uit mijn groep. De Delftse groepen van Lieven Vandersypen en Leo Di Carlo doen mee, en zij staan aan de voorhoede van het onderzoek naar meer conventionele typen quantumbits. En dan is er nog de groep van Ronald Hanson, expert in quantumteleportatie en -netwerken. Het is een groot team.”

Wall Street Journal

Twee maanden later, op 2 oktober, krijg ik een mail. ‘Volg je het nieuws?’

Vandaag tekent minister Henk Kamp van EZ het innovatiecontract voor de komende jaren. De overheid zal jaarlijks 4 miljoen euro in QuTech steken, deels via innovatie-instelling TNO, en de TU Delft doet daar jaarlijks 5 miljoen bij. Het telt op bij de 15 miljoen euro die de Delftse quantumexperts eerder van de EU kregen en bij de bijdragen die zij van bedrijven en van NWO verwachten. *‘Dutch University to*



Kruispunten van nanodraadjes om Majorana’s in te verschuiven en verwisselen.

QUANTUMCOMPUTER

Tegelijk nul en een

Majoranadeeltjes zijn deeltjes die hun eigen antideeltje zijn. Daardoor zijn het ‘deeltjes zonder eigenschappen’. Zo dragen ze geen elektrische lading: anders zouden ze van elkaar te onderscheiden zijn doordat de lading in het antideeltje tegengesteld was. Om dezelfde reden zijn ze niet magnetisch, en dragen ze geen energie. Gek genoeg dook zo’n deeltje zonder eigenschappen vorig jaar in Delft juist op uit het samenspel van vele elektronen in een ragfijn nanodraadje - die elk afzonderlijk wél elektrische lading dragen en kleine magneetjes zijn.

Om dat te begrijpen, kun je het draadje vergelijken met rails, en de elektronen met wagonnetjes die samen een trein vormen. Alleen: aan het uiteinde ontbreekt één wagonnetje. Daar zit een lege plek, een gat. En omdat het draadje als geheel elektrisch neutraal is, heeft dat gat een positieve lading. Met dat gat is nog iets aan de hand. Schuiven alle wagonnetjes één plek op, dan zit het gat ineens aan de andere kant van de trein. Niet bij de kop, maar bij de staart. Net als wanneer alle mensen

in een rij stoelen (met aan het uiteinde een onbezette plek) één stoel zouden opschuiven.

Volgens de wetten van de quantummechanica zit het op deze schalen dan nóg subtieler: aan beide uiteinden, bij kop én staart, zit een mengeling van de twee mogelijkheden. **Een half gat en een half elektron dus – het Majorana.** Ingewikkeld? Niet als je inzoomt op één uiteinde. Dan leert een simpele optelsom: de lading van zo’n ‘half-om-half deeltje’ is precies nul, het magneetje is nul, en als de materiaaleigenschappen goed gekozen zijn is bovendien sprake van een energieloze evenwichtstoestand. Exact wat Leo Kouwenhovens team vorig jaar in de metingen zag, en wat andere teams later repliceerden – op een wat omstreden manier in Israël, robuuster in het Zweedse Lund.

Toch: echt wetenschappelijk bewijs is er pas als je met meerdere van die deeltjes kunt schuiven. Alleen zo kun je ze het tegendraadse ‘niet-Abelse’ gedrag ontlokken dat Majorana’s eigen is, en dat ze bovendien ge-

schikt maakt als informatie-drager in toekomstige quantumcomputers. Daartoe zijn kruispunten van nanodraadjes nodig. „In feite maak je dan al het bouwsteentje van een quantumcomputer”, zegt Kouwenhoven. Ofwel: een ‘qubit’ die tegelijk ‘0’ (een gat) en ‘1’ (een elektron) kan zijn, en waarin je informatie kunt wegschrijven, en later weer uitlezen. De Leidse groep van Carlo Beenakker rekende onlangs voor dat zo’n qubit twee kruispunten vergt. En dat je er ook het ‘niet-Abelse’ gedrag in kunt waarnemen, waarmee Majorana’s zich van andere deeltjes onderscheiden.

Slaagt het Delftse team erin dat inderdaad aan te tonen, dan kan een Nobelprijs niet uitblijven, zeggen alle experts. Komt daarna ook die quantumcomputer er, dan zal de wetenschap een nieuw gebied betreden, zeggen zij verder. Dan kan eindelijk gerekend worden aan ingewikkelde biologische systemen, aan complexe quantummechanica en kunnen databases in een vloek en een zucht worden doorzocht.