



QuTech: samen bouwen aan een quantumcomputer

Interview met Leo Kouwenhoven

Op 1 januari jongstleden opende in Delft het QuTech-instituut zijn deuren. Dit instituut houdt zich bezig met quantuminformatie en quantumcomputing. De onlangs geridderde Leo Kouwenhoven, die twee jaar geleden nog veel aandacht kreeg omdat zijn team het Marjoranadeeltje vond, is de directeur van het nieuwe instituut. Marieke de Boer

210

De eerste keer dat Leo Kouwenhoven over de mogelijkheid van een quantumcomputer hoorde, was hij nog sceptisch. “Dat was in 1998. Hans Mooij, bij wie ik gepromoveerd ben, kwam destijds terug van een reis naar Santa Barbara waar hij over quantumcomputers had geleerd. Hij wilde er meteen aan gaan

werken. Ik was echter geen *early adopter*. Twee jaar later ben ik op sabbatical gegaan naar Harvard en had wat meer tijd om na te denken. Toen ik terugkwam ben ik zelf ook onderzoek op het gebied van quantumcomputers gaan doen. Sabbaticals kunnen best nuttig zijn. In 2010 heb ik een halfjaar in New York gezeten en toen ben ik in

aanraking gekomen met Majorana’s. Daarvoor wist ik er echt helemaal niets van. Nou ja, ik had er wel iets over gehoord, maar ik dacht dat het onzin was.”

In zijn kantoor in het natuurkundegebouw in Delft, waar Leo Kouwenhoven hoogleraar nanofysica is, vertelt hij over het nieuwe instituut.



Leo Kouwenhoven. Foto: Sam Rentmeester.

Hoe is QuTech ontstaan?

“In 2012 heb ik samen met Carlo Beenakker en Lieven Vandersypen een ERC Synergy Grant gekregen voor een quantumcomputerlab (QC-lab). Bij mij leefde toen het idee ‘Is dit het of kan er meer?’. Ik ben al een jaar of vijf betrokken bij de planning van Microsoft op het gebied van quantum. Met hen heb ik gesprekken en brainstormen die best wel ver gaan; ze zijn zo concreet mogelijk. Als we het gaan doen, hoeveel kost dat dan? Toen de Synergy Grant kwam, zag ik meer mogelijkheden. Als we dit geld nou gebruiken als wetenschappelijk gedeelte voor een groter programma waarbij we ook de technologie kun-



Het QC-lab in Delft. Foto: Sam Rentmeester.

nen ontwikkelen dan hebben we een heel goede basis om mensen bij elektrotechniek, TNO, wiskunde en informatica te interesseren om mee te doen. Het was voor mij zeker duidelijk dat wij het niet alleen kunnen. We hebben de expertise van de andere disciplines nodig.

Daarna hebben we het idee voor een groter iets, wat uiteindelijk QuTech is gaan heten, op een aantal plekken verteld. Denk daarbij aan het College van Bestuur van de TU Delft, Techniekstichting STW en het Ministerie van Economische Zaken. Het viel steeds erg goed, het is volgens mij ook een goed verhaal. Topwetenschap met een nieuwe manier van engineering waarbij nieuwe doorbraken te verwachten zijn. Dat daar later een nieuwe industrie uit zou kunnen ontstaan, is voor sommige mensen ook een pluspunt. En door het enthousiasme van de ontvangers zijn we steeds verder gegaan.”

Hoe staat het er nu voor?

“Momenteel werken we samen met de afdeling Elektrotechniek hier in Delft en met TNO. We zijn op 1 januari jongstleden begonnen en zijn nu bezig om in detail in te vullen welke thema's (roadmaps) we willen bestrijken. Dat verdelen we in projecten waarvoor mensen ook al aan het werk zijn. Maar de nadruk ligt nu vooral op planningen maken. We willen de komende jaren nog mensen aantrekken,

in 2018 moeten we op volle sterkte zijn.”

Wat is het doel van QuTech?

“QuTech is een mission driven instituut, net als bijvoorbeeld Nikhef. Omdat quantum een breed begrip is, hebben we het iets specifieker gemaakt, we moeten superpositie en verstrengeling gebruiken. Onze drie basis roadmaps zijn quantumcomputing, topological quantumcomputing en quantuminternet. Voor quantumcomputing is ons doel om over vijf jaar 50 tot 100 qubits met elkaar te verstrengelen. Bij de tweede roadmap, topological quantumcomputing, maken we gebruik van topologische verschijnselen om het probleem van decoherentie kwijt te raken. Anders kunnen we geen grotere circuits maken. Over vijf jaar willen we die topologische qubits behandelen met een *braiding gate* en ervoor zorgen dat daarbij de beschermingstijd minimaal een seconde is. Quantuminternet, de derde roadmap, codeert alle informatie met verstrengelde fotonparen zodat er niet meer gehackt kan worden. Ons doel voor over vijf jaar is een internetsysteem tussen Delft, Leiden en Den Haag. Die afstanden kun je overbruggen met de huidige technologie. Voor nog grotere afstanden moet er eerst een quantumversterker worden uitgevonden.

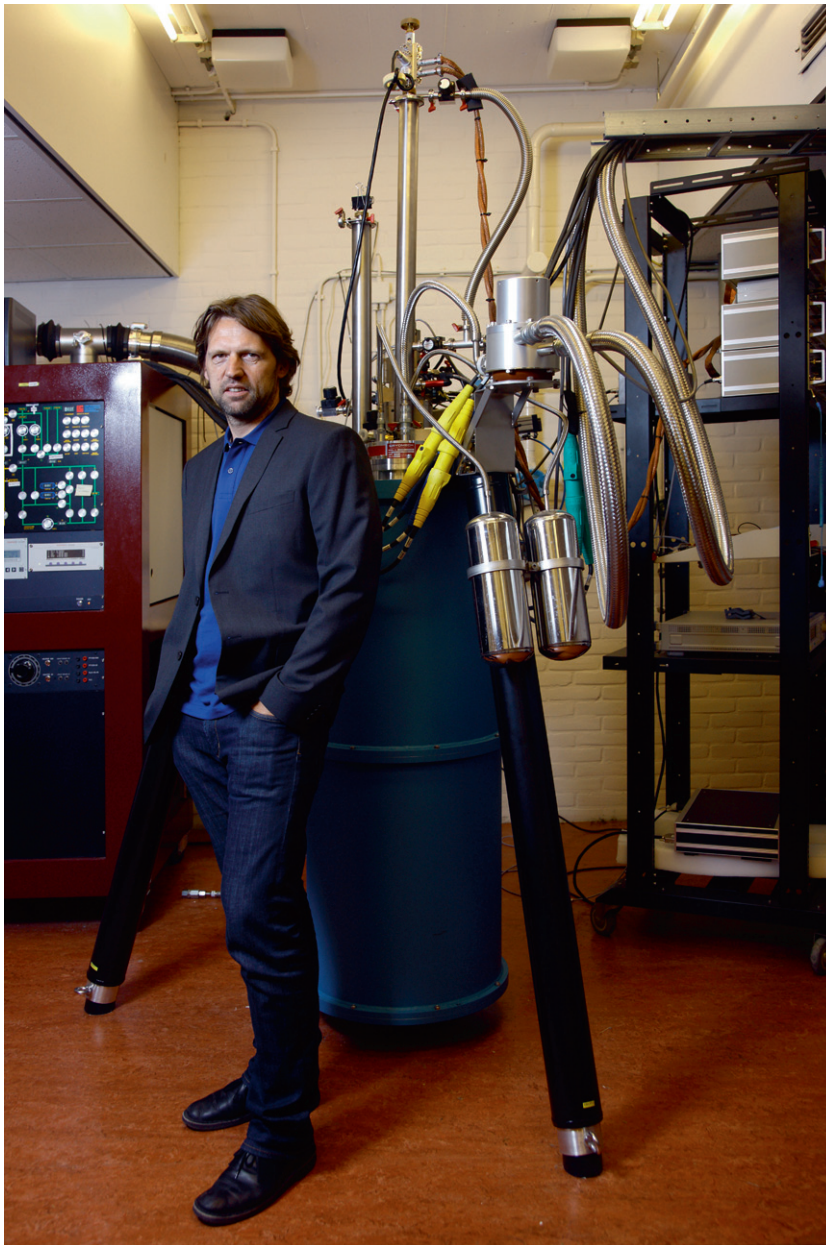
QuTech moet daarnaast ook gaan dienen als een centrum voor een groter ecosysteem. Het QC-lab van de ERC

Synergy is de wetenschappelijke kern, daaromheen komt QuTech met onder andere elektrotechniek en TNO en daarbuiten zit nog een schil met allerlei bedrijven zoals Microsoft en investeringsmaatschappijen. Je moest eens weten hoeveel bedrijven hier al langs zijn geweest. Bijvoorbeeld HP die zijn apparatuur hier kan testen. Bedrijven die mengkoelers maken, Atos en Fox-IT die aan beveiliging doen en het Ministerie van Defensie. Ik ben veel gebeld en gemaild door mensen van Defensie die iets over quantum willen weten.

We willen ook wat aan educatie doen; de QuTech Academy. Het wordt een online educatiesysteem analoog aan de Khan Academy. En we willen Europa in. We gaan kijken of we internationaal met partners in een groter verband hieraan kunnen werken. QuTech is namelijk niet groot genoeg om het allemaal zelf te kunnen doen.”

Wat krijgen de bedrijven in ruil voor hun investering?

“Microsoft wil eigenaar worden van quantumtechnologie. Sommige kleine bedrijven maken gebruik van de fabricagefaciliteiten die wij hebben. En met Leiden Cryogenics willen we samen nieuwe mengkoelmachines ontwikkelen. Nieuwe klanten kunnen dan in Delft komen kijken. Heel wat van hun verkopen gaan via Delft. Er zijn voor alle bedrijven wel win-win-situaties te verzinnen.”



Leo Kouwenhoven. Foto: Sam Rentmeester.

Zijn er wereldwijd nog andere groepen die ook een quantumcomputer bouwen?

“Jazeker. In Noord-Amerika is IBM daar behoorlijk serieus mee bezig. Ze maken ook hardware, ze hebben dezelfde aanpak als wat wij voor de quantumcomputer doen. Dus dat is direct vergelijkbaar met ons werk. Dan zijn er bedrijven als Lockheed, Google en NASA. Dat zijn supergrote bedrijven die willen kijken of ze met een quantumcomputer hun problemen kunnen oplossen. Bij Lockheed bijvoorbeeld gaat het om het simuleren van nieuwe vliegtuigen en bij Google om het verwerken van big data. In Canada bij Waterloo zijn door de oprichters van BlackBerry drie instituten gebouwd. Daar willen ze een soort Brainport Eindhoven of Silicon Valley-regio maken maar dan voor quantum.

In Europa wordt er in Engeland en in Zwitserland aan gewerkt. Verder heeft China een quantumsatelliet en in Rusland zijn er verschillende labs gebouwd. Daar lopen ze nog ver achter maar ze hebben er wel een hoop geld tegenaan gegooit. En dan hebben we natuurlijk nog de NSA.”

Ik kan me voorstellen dat er minder dan bij ander onderzoek wordt samengewerkt omdat er bedrijven bij betrokken zijn?

“Iedereen realiseert zich nog steeds dat het nu nog heel veel wetenschap is. Het heeft nog weinig zin om veel te patenteren, want dat geeft geen winst. Tot nu toe is iedereen nog heel open, maar dat gaat een keer veranderen. Microsoft vindt het prima als er gepubliceerd wordt. Je mag ook details publiceren, als zij maar het recept in

huis hebben. Ook als je een publicatie schrijft met veel details, dan zit daar nog lang niet voldoende informatie in om het ook daadwerkelijk na te doen.”

Wanneer kunnen we de eerste quantumcomputer verwachten?

“In 2025 hebben we een slechte versie, in 2030 is er een versie die dingen kan die klassieke computers echt niet meer kunnen.”

Wat kunnen we met een quantumcomputer? In de media werd bij de opening van QuTech vooral benadrukt dat een quantumcomputer kan berekenen welke medicijnen een mens nodig heeft. Aan welke toepassingen denken jullie?

“De grootste uitdaging is een algoritme te verzinnen dat we nog niet kennen, waarmee je dingen kunt doen die we nu nog niet kunnen. Dat is echt voor de softwaremensen, dus ook voor Microsoft. Zij hebben het probleem in drieën gesplitst: de meer klassieke technologie, een algoritme en het derde zijn wij. Bij toepassingen kun je bijvoorbeeld denken aan cryptografie, maar voor ons is het belangrijkste het berekenen van chemische reacties en materialen. En om dat populair te maken wordt het medicijnvoorbeeld gebruikt. De meeste mensen weten niet dat het lichaam een grote chemische fabriek is. Ze zijn stomverbaasd als ze horen dat er atoomkernen in je lichaam zitten.”

Wat wil je de komende jaren zelf nog onderzoeken?

“Ik wil graag Majoranadeeltjes in echte quantumcircuits zien te krijgen en dan kijken hoe ze zich gedragen.”

Vol trots laat Leo Kouwenhoven aan het einde van het interview het QC-lab zien. Beneden in het natuurkundegebouw van de TU Delft staat de apparatuur waarmee het onderzoek verricht wordt. Grote cryostaten zorgen ervoor dat qubits bij extreem lage temperaturen getest kunnen worden. Kabels gaan door gaten in het plafond en verbinden de apparatuur beneden met de computers boven die de analyses uitvoeren. Over een jaar of twee zal QuTech bij de renovatie van het gebouw een eigen vleugel krijgen. De nieuwe vleugel grenst aan het TNO-gebouw, dus je kunt zo door lopen. Ook elektrotechniek is op 50 meter afstand.