



Door Krijn Soeteman

Nieuwsredacteur

De weg naar kwantuminformatica

Toponderzoek in het vlakke land

Door Krijn Soeteman, 20 maart 2016 06:00 • [36 reacties](#) • [Feedback](#)

Inleiding

Advertentie

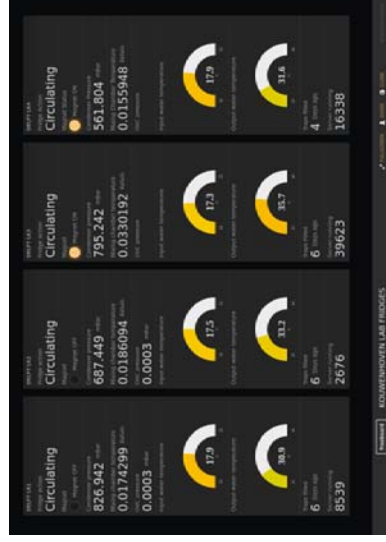
[Facebook](#) [LinkedIn](#) [Twitter](#) [Google+](#)

[Singlepage layout](#)

Decennialang is kwantumcomputing een theoretische discipline geweest, maar sinds enkele jaren zijn we op een niveau waarin we de theorieën daadwerkelijk kunnen toetsen. Voordat kwantumeffecten echter ook kunnen worden toegepast voor wetenschappelijk onderzoek, moet nog veel worden uitgevonden op het gebied van hard- en software. Daarvoor zijn in Nederland twee instituten opgericht: QuTech, eind 2013 in Delft, en QuSoft, eind 2015 in Amsterdam. Tweakers ging bij beide instituten langs.

QuSoft richt zich vooral op software voor kwantumcomputers, zoals het ontwikkelen van nieuwe protocollen, algoritmes en applicaties. We spraken er met directeur Harry Buhrman, tevens hoofd van de researchgroep Algorithms and Complexity van het Centrum Wiskunde & Informatica en hoogleraar aan de Universiteit van Amsterdam. “Misschien wel de grootste uitdaging is het combineren van disciplines, zoals scheikunde, natuurkunde, wiskunde, informatica en biologie, binnen het vakgebied kwantumcomputing”, zegt Buhrman. “Al die disciplines moeten op de een of andere manier kunnen samenwerken.”

In de biologie zou een kwantumcomputer bijvoorbeeld handig kunnen zijn om celprocessen na te bootsen. Omdat kwantuminformatica zoveel disciplines overstijgt, is een centrum opgericht met de naam QuSoft, te vinden op het Science Park in Amsterdam.



Voor het simuleren van de processen is ook hardware nodig. Die hardware moet gekoeld worden tot bijna het absolute nulpunt van $-273,15$ graden Celsius om omgevingsinvloeden te elimineren. Om onderzoek naar de hardware te doen, zoals de ontwikkeling van een kwantumcomputer en het kwantuminternet, is in Nederland onder andere QuTech in het leven geroepen.

Bij QuTech in Delft zaten we aan tafel met Koen Bertels, hoofd van het Computer Engineering Laboratory, en Anouschka Versleijen, programmadirecteur van QuTech. Ook kregen we een rondleiding door het QuTech-lab zelf op de Delftse campus. Dat bracht ons onder andere in een van de twee labs van Ronald Hanson, waar onlangs werd [bewezen](#) dat kwantumteleportatie van informatie zonder loopholes [werkt](#); de natuur staat correlaties toe die niet zonder kwantumverstrengeling kunnen bestaan.

- [Volgende pagina 2. De ontwikkeling van kwantumsoftware](#)

Inhoudsopgave

Een kwantumcomputer is gebaseerd op de wetten van de kwantummechanica. Kwantummechanica zegt onder andere dat deeltjes zich in [superpositie](#) kunnen bevinden, kort gezegd in verschillende staten tegelijk. Een klassieke bit kan 0 of 1 zijn. Met twee bits heb je vier mogelijke toestanden: 00, 01, 10 en 11, en met driehonderd bits heb je al 2^{300} mogelijkheden: meer dan het aantal atomen in het bekende heelal. Het kost enorm veel rekenkracht om daar de juiste mogelijkheid uit te halen. "Met een kwantumcomputer kun je als het ware 2 tot de macht 300 berekeningen tegelijk uitvoeren voor de prijs van één berekening", zegt Buhrman van QuSoft. "Je ziet de uitkomst van maar één berekening. Alle andere berekeningen zijn ineens verdwenen."

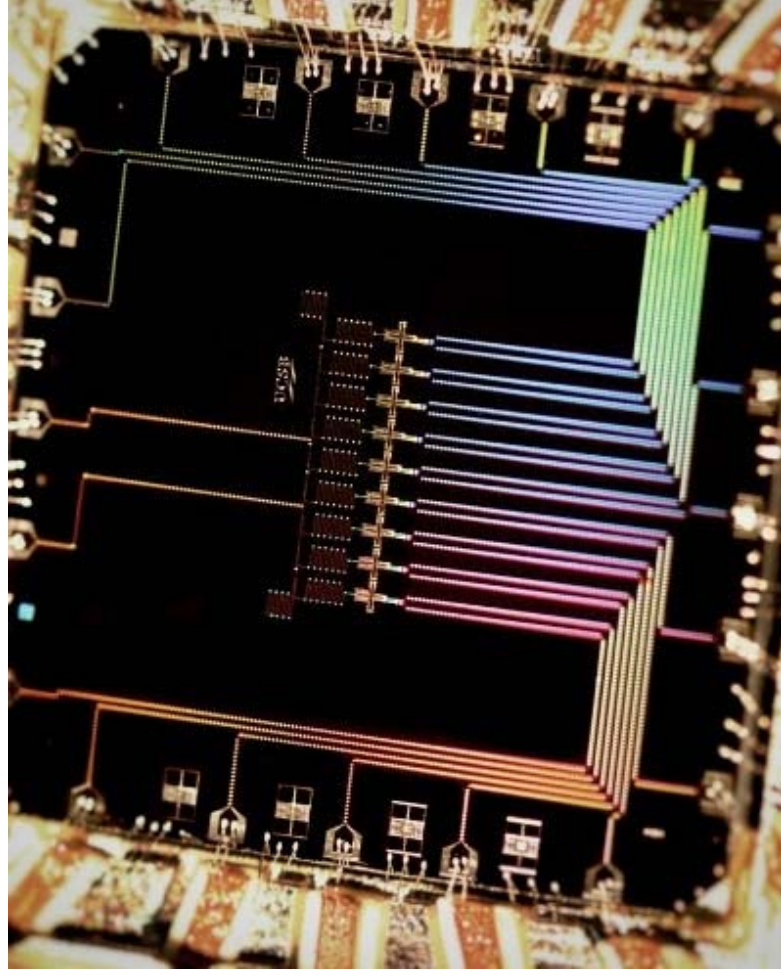
Het ontwikkelen van software voor kwantumcomputers is niet gemakkelijk. Volgens Buhrman is het tegenintuïtief om een kwantumprogramma te ontwerpen, omdat je aan de slag moet met dingen die je niet gewend bent. Het onderzoeksprogramma bij QuSoft onderzoekt verschillende onderdelen van de kwantuminformatica, waaronder qubit-applicaties, hoe kwantumsystemen moeten worden getest en gedebugd, kwantumcryptografie en kwantumarchitectuur.

"Een andere toepassing is het simuleren van de natuur om ons heen. De natuur is per slot van rekening kwantummechanisch, zoals een chemische reactie of fotosynthese in planten. Al die processen moet je kwantummechanisch omschrijven. Op een gewone computer wordt dat al snel veel te bewerkelijk. Je moet al die elektronen, als het ware qubitjes, opschrijven en voor een klassieke computer is dat al snel veel te veel. Bij 300 elektronen is het aantal toestanden zoals we eerder zagen 2^{300} : onmogelijk om dat op een gewone computer te simuleren. We verwachten dat dit op een kwantumcomputer wel kan. Zo kunnen we uitvinden hoe bepaalde chemische reacties lopen of hoe bepaalde materialen eruitzien. Het is overigens helemaal niet duidelijk hoe je zo'n programma in elkaar moet zetten, zeker als je ervan uitgaat dat er in de toekomst heel weinig qubits zullen zijn. Je zult dus met weinig qubits zo'n simulatie moeten doen. Dat is een van de projecten waar in de hele wereld aan gewerkt wordt."

"Dat brengt ons bij een andere interessante poot die we bij QuSoft onder handen nemen, namelijk verificatie van kwantumsystemen. Kort gezegd: hoe weet je dat het antwoord van die kwantumcomputer correct is? Je kunt niet meer controleren wat die computer heeft gedaan. Met een paar qubits is het nog wel na te rekenen met een klassieke computer, maar als het er veertig of vijftig worden, zijn andere methoden nodig om aan verificatie te doen."

Ook iets wat reusachtig interessant is!"

Toch vragen we ons af hoe dat nu werkt. QuSoft heeft zelf geen kwantumcomputer staan om mee te rekenen. Buhrman grijpt terug naar de jaren zestig en hoe toen over het gedrag van computers gedacht werd, gewoon met pen en papier. "Je hebt kwantumcomputers niet nodig om te programmeren, je hebt ze nodig om te kijken of een programma werkt en om de uitkomst te gebruiken."



Supergeleidend circuit met negen qubits. Foto: Julian Kelly, UCSB

In een lab van Google op de UC Santa Barbara [staat](#) een kwantumcomputer met negen qubits van de Martinis Group. Die computer kan gebruikt worden om met kleine algoritmen te bekijken hoe die zich gedragen. Die negen qubits zijn ook nog te simuleren op een gewone computer. Buhrman vindt het wel jammer dat hij niet zelf een kwantumcomputer heeft om mee te spelen, want daar leer je ook van. Hij wijst op een voorbeeld van een programmeertaal met de naam [Liquid](#), die Microsoft onlangs heeft ontwikkeld en waarmee kwantumalgoritmes tot twintig of dertig qubits te testen zijn.

"Uiteindelijk worden die kwantumcomputers weer aangestuurd door klassieke computers. Op het allerhoogste niveau heb je de programmeertaal met daar allemaal operaties tussen die de processen op de chips zelf aansturen in een heel grote ijskast. Dat proces heet *quantum architectures*. Het samenspel tussen de klassieke en de kwantumcomputer is essentieel. Je kunt systemen zo bouwen dat je meteen fouten corrigeert, terwijl de

kwantumcomputer draait. Die correcties gaan direct van de klassieke computer terug naar de kwantumcomputer en die doet dan weer een stapje van de berekening. Sommigen zeggen zelfs dat het grootste deel van de rekentijd van een kwantumcomputer zal opgaan aan foutcorrectie."

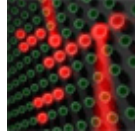
- [Volgende pagina 3. Bouwen aan kwantumhardware](#)

Inhoudsopgave

- 1. [Inleiding](#)
- 2. [De ontwikkeling van kwantumsoftware](#)
- 3. [Bouwen aan kwantumhardware](#)
- 4. [Waar gaat dat allemaal naartoe?](#)
- [Reacties \(36\)](#)

[Facebook](#) [LinkedIn](#) [Twitter](#) [Google+](#)
[Singlepage layout](#)

Lees meer



[Projecten voor quantumcomputersoftware en orgaanchips krijgen miljoenensubsidies 8 mei 2017](#)



[Bouwsteen foutcorrectie voor kwantumcomputer gevonden 5 mei 2016](#)
[Wetenschap Quantum Kwantumcomputer Kwantummechanica Quantummechanica Tudelft UvA](#)

[Nieuwste IT Banen](#)



[Software Engineer](#)



The advertisement banner features a light blue background with a subtle grid pattern. On the left, a small portrait of a man in a blue shirt is visible. The main text reads 'BladeVPS PureSSD' in large, bold, black letters. Below this, it says 'Mailen via onze eigen mailservers' in a smaller black font. A prominent orange button with white text says 'Start nu jouw gratis maand >'. To the right of the button, there are three blue dashed lines and a teal paper airplane icon. In the top right corner of the banner, a blue circular badge with a dotted border contains the text 'Probeer BladeVPS de 1e maand GRATIS'. At the bottom right of the banner, the text 'by transip' is written in a small, lowercase font.



Door Krijn Soeteman

Nieuwsredacteur

De weg naar kwantuminformatica

Toponderzoek in het vlakke land

Door Krijn Soeteman, 20 maart 2016 06:00 • [36 reacties](#) • [Feedback](#)

[Facebook](#) [LinkedIn](#) [Twitter](#) [Google+](#)
[Singlepage layout](#)

Bouwen aan kwantumhardware

Een korte rondleiding door het lab van QuTech op de campus van de TU Delft laat vooral zien dat met wat kunst- en vliegwerk een oud gebouw in te zetten is voor het nieuwste van het nieuwste, al moesten her en der wel wat gaten in de vloer worden geboord.



Die gaten vormen de toegang tot de 'ijskasten' met vloeibaar helium. Hun functie wordt snel duidelijk als we een buis vol met elektronische schakelingen en chips te zien krijgen. Zo'n langgerekt stuk elektronica met aan het eind een kwantumchip is anders onmogelijk in het vloeibare helium te krijgen. Er wordt wat dat betreft letterlijk veel geklust, heel veel geklust.

"Binnen QuTech kunnen qubit-chips zelf gemaakt worden in de cleanrooms", vertelt Versleijen. "De chip wordt dan in een houder geplaatst, zodat we dat kunnen structureren. Dan wordt het geheel in een *fridge* geplaatst, waar het bijna het absolute nulpunt is. Op die lage temperatuur filter je alle omgevingsinvloeden weg en zo kun je de kwantumfenomenen goed isoleren. Dan gebeurt er hopelijk wat we dachten dat er gebeuren zou. Gelukkig kunnen we met de hele set-up hier snel itereren; we kunnen snel onze theorieën omzetten in werkelijkheid."

Al die apparaten zijn er niet voor niets. Bertels: "We werken met individuele atomen die we proberen te verstrengelen. Die superpositie en verstrengeling zijn heel foutgevoelig. Een simpele verstoring kan die toestand beïnvloeden. Dat is het coherentieprobleem. Dat betekent dat als we veel van dergelijke qubits willen gebruiken, zich heel veel fouten kunnen voordoen. Daarom zijn we nu druk bezig met het beschermen van de kwantumtoestand. We noemen dat *fault tolerant quantum computing*. Er zijn verschillende manieren om dat te doen. We proberen het vanuit de fysieke technologie, en we proberen de verstrengeling en superpositie langer in stand te houden, tot microseconden, al zitten we nu nog op nanosecondenniveau."

"Je kunt ook andere technieken gebruiken en daar komen de theoretici in *the picture*. We gaan de qubit-informatie in verschillende qubits coderen. Dat geeft een goede bescherming tegen veel van die fouten, maar vermenigvuldigt wel het aantal qubits dat we nodig hebben om realistische problemen op te lossen. Dan spreken we makkelijk over honderdduizenden qubits, als het geen miljoenen zijn", zegt Bertels.

Daarmee is het verhaal nog lang niet af. Het gros van de qubits zal worden gebruikt voor codering en niet als dataqubit. "Het probleem is dat theoretici werken met logische qubits", zegt Bertels. "Die redeneren dan in een logische qubit, maar je hebt makkelijk tienduizend qubits nodig om één logische qubit voor te stellen. Om dan tot honderd dataqubits te komen, heb je al honderdmaal die tienduizend nodig of welk getal dat ook moge zijn! Dat is het werkelijke aantal fysieke qubits dat je nodig hebt. En als je dan weet dat de *state of the art*, hier en elders, rond het getal tien ligt, dan weet je dat we nog wel een weg te gaan hebben vooraleer we ons doel bereiken."

Als conventionele computerarchitect was de eerste impressie van Bertels van QuTech: "Dit gaat nooit werken." De sleutel is volgens hem dat je op een totaal andere manier nadenkt. "Een normale transistor zal zich elke keer op dezelfde manier gedragen. De kwantumcomputer blijft een niet-

deterministische machine, een statistische machine. Je zult eenzelfde berekening vaker moeten doen. Van die tien keer zit je misschien vier keer verkeerd en zes keer goed. Je zult dus tien runs moeten draaien. Het is een bijzonder abstract verhaal, contra-intuïtief; niemand kan het verklaren, niemand weet waar die kwantumfenomenen vandaan komen en dat is natuurlijk bijzonder fascinerend."

Op dit moment wordt in Delft geëxperimenteerd met vier verschillende technieken om een kwantumcomputer te bouwen of kwantuminternetcommunicatie mogelijk te maken. Die basistechnieken zijn [quantum dots](#), [transmons](#), [Majorana's](#) en [nv-centers](#). Welke wint is nog niet duidelijk, al zijn sommigen iets verder gevorderd, maar het zou Bertels en Verleijen niet verbazen als binnen een paar jaar nog een andere techniek de uiteindelijke winnaar is.



- [Volgende pagina 4. Waar gaat dat allemaal naartoe?](#)

Inhoudsopgave

- [1. Inleiding](#)
- [2. De ontwikkeling van kwantumsoftware](#)
- [3. Bouwen aan kwantumhardware](#)
- [4. Waar gaat dat allemaal naartoe?](#)
- [Reacties \(36\)](#)



The advertisement banner features a light blue background with a subtle grid pattern. On the left, a small portrait of Krijn Soeteman is visible. The main text is centered and reads 'BladeVPS PureSSD' in large, bold, black letters. Below this, it says 'Mailen via onze eigen mailservers' in a smaller font. A prominent orange button with white text says 'Start nu jouw gratis maand' followed by a right-pointing chevron. In the top right corner of the banner, there is a blue circular badge with white text that says 'Probeer BladeVPS de 1e maand GRATIS'. To the right of the badge, the text 'by transip' is written in a blue, lowercase font.



Door Krijn Soeteman

Nieuwsredacteur

De weg naar kwantuminformatica

Toponderzoek in het vlakke land

Door Krijn Soeteman, 20 maart 2016 06:00 • [36 reacties](#) • [Feedback](#)

[Facebook](#) [LinkedIn](#) [Twitter](#) [Google+](#)
[Singlepage layout](#)

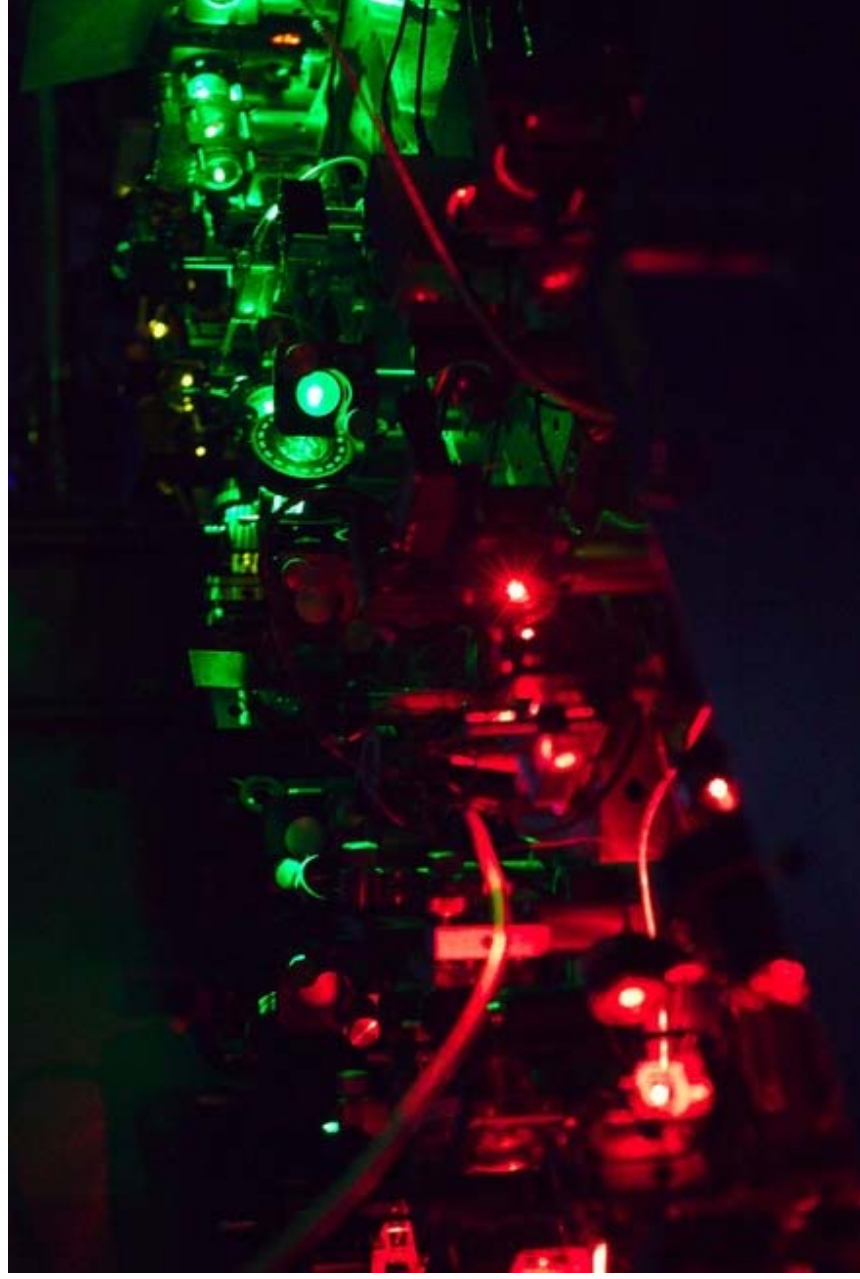
Waar gaat dat allemaal naartoe?

Wanneer hebben we die kwantumcomputer en wat hebben we er dan aan? Die vragen zijn niet zo makkelijk te beantwoorden. Een mogelijke toepassing is bijvoorbeeld veilige communicatie, maar ook het kraken van codes. Misschien duurt het nog wel twintig jaar voordat het kraken van codes ook echt praktisch mogelijk is met een kwantumcomputer, maar dat erover nagedacht moet worden staat buiten kijf, zegt Buhrman. "Stel dat we de kwantumcomputer ontwikkeld hebben zonder dat we goed hebben nagedacht over wat je er nu precies mee kunt doen. En stel dat we er dan pas

achtergekomen waren dat je er goed codes mee kunt kraken, dat zou een regelrechte ramp zijn geweest. Al onze beveiliging is in één klap stuk. Nu hebben we al nagedacht over hoe we moeten omgaan met cryptografie."

Wellicht wordt in Delft ook de basis voor het kwantuminternet gelegd. Julia Cramer nam ons nog even mee naar een van de twee [labs](#) van Ronald Hanson waar de Bell-test succesvol werd [uitgevoerd](#) in een project van promovendus Bas Hensen. "We zijn hier bezig met het internet van de toekomst in het lab van Ronald Hanson. Het is hier gelukt om twee kwantumdeeltjes in twee diamanten met elkaar te verstrengelen en vervolgens hebben we een belangrijke test van de kwantummechanica gedaan, een Bell-test, waarbij voor het eerst is aangetoond dat er geen achterdeurtjes in de theorieën van kwantumverstrengeling zitten", zegt Julia Cramer in een van de twee voor die test gebruikte labs.

Intussen staan we in het pikkedonker, afgezien van wat groene en rode laserstralen die via allerlei spiegeltjes een kwantumdeeltje in diamant controleren om het te verstrengelen met een ander, 1,3 kilometer verderop.



Laseropstelling bij QuTech

Dit experiment is het allereerste experiment dat deze test zonder die achterdeurtjes kon doen. Na de publicatie in het wetenschappelijke tijdschrift Nature werden vlak na Delft soortgelijke experimenten gedaan in Wenen in Oostenrijk en Boulder in de VS.

“Toen ik voor het eerst een kwantumexperiment deed aan het eind van mijn bachelor, was ik verkocht. Het bleek helemaal niet zo ingewikkeld te zijn, al is de kwantummechanica wel heel tegenintuïtief. Wat je met abstracte formules beschrijft, kun je meten in het lab. De formules zijn eigenlijk niet zo ingewikkeld. Het is gewoon heel gaaf!”

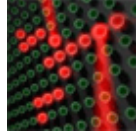
Tja, daar kan niemand wat tegen inbrengen natuurlijk. Hoe het ook zij, het onderzoeksveld dat aan het begin van de twintigste eeuw vorm kreeg met behulp van Bohr en Einstein wordt misschien ooit wel net zo normaal op school als de Newtoniaanse natuurkunde die we nu onderwezen krijgen.

Inhoudsopgave

- 1. [Inleiding](#)
- 2. [De ontwikkeling van kwantumsoftware](#)
- 3. [Bouwen aan kwantumhardware](#)
- 4. [Waar gaat dat allemaal naartoe?](#)
- [Reacties \(36\)](#)

[Facebook](#) [LinkedIn](#) [Twitter](#) [Google+](#)
[Singlepage layout](#)

Lees meer



[Projecten voor quantumcomputersoftware en orgaanchips krijgen miljoenensubsidies 8 mei 2017](#)



[Bouwsteen foutcorrectie voor kwantumcomputer gevonden 5 mei 2016](#)

[Wetenschap Quantum Kwantumcomputer Kwantummechanica Quantummechanica Tudelft UvA](#)

[Nieuwste IT Banen](#)



[Software Engineer](#)

[Vlastuin Group B.V., Kesteren](#)

•

[senior databasebeheerder SQL](#)

[Politie, Rotterdam](#)



•

[Systeemontwikkelaar](#)

[Nederlandse Zorgautoriteit, Utrecht](#)

[Meer vacatures](#)

[Moderatie-faq](#) • [Wijzig weergave](#)

Reacties (36)

Reactiefilter: [-136036+124+22+300](#)[Ongemodereerd](#)[1](#)

[1](#) [2](#) [Volgende](#)



+2 [Squee](#)

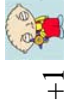
[20 maart 2016 10:19](#)

Ik vond vooral het punt van verificatie erg interessant; want hoe weet je inderdaad werkelijk dat, ten eerste, je quantum chip doet wat hij hoort te doen, en ten tweede, je quantum software? Dit zal werkelijk echte [Heisenbugs](#) gaan bevatten lijkt mij! 😞 Design verification van huidige computer chips is al een heel erg moeilijke taak omdat ze zo enorm groot zijn met enorm veel transistors, maar hoe pak je dat aan bij een quantum component wat geen "vast" gedrag heeft? Wat me dan ook een beetje steekt was de zin:

Van die tien keer zit je misschien vier keer verkeerd en zes keer goed. Je zult dus tien runs moeten draaien.

Hoe bepaal je hoeveel runs draaien je voldoende zekerheid geeft dat je je antwoord weet, als je niet op een andere manier (traditionele rekenmethoden) kan bepalen wat de karakteristieken van je antwoord ongeveer moeten zijn? Uit deze opmerking krijg ik bijna het idee dat het een soort hele dure random number generator is en dat je in feite Monte Carlo simulaties doet 😊 (het zal natuurlijk wel een stuk ingewikkelder liggen...)

Om nog even terug te komen op die verificatie; Voor de mensen die meer willen weten over hoe huidige chips worden geverifieerd, gedebugged en dergelijke kan ik [dit praatje van een AMD engineer](#) erg aanraden. Uit eigen ervaring kan ik beamen dat het een erg goed overzicht geeft van de verschillende uitdagingen en mogelijkheden voor huidige chips.



+1 [CAPSLOCK2000](#)

[@Squee](#) • [20 maart 2016 12:18](#)

Hoe bepaal je hoeveel runs draaien je voldoende zekerheid geeft dat je je antwoord weet, als je niet op een andere manier (traditionele rekenmethoden) kan bepalen wat de karakteristieken van je antwoord ongeveer moeten zijn? Uit deze opmerking krijg ik bijna het idee dat het een soort hele dure random number generator is en dat je in feite Monte Carlo simulaties doet 😊 (het zal natuurlijk wel een stuk ingewikkelder liggen...)

Het verschil tussen QM en MS is dat je bij MS niet weet of je ooit de goede oplossing kiest. Met heel veel pech kies je altijd het verkeerde pad en kom je nooit bij de oplossing. QM zou dat wel moeten lukken. De efficiëntie van MS* hangt erg af van hoeveel impliciete kennis van het spel je er in stopt. De verkeerde kennis kan enorm in de weg zitten doordat bepaalde zeldzame situaties helemaal verkeerd worden beoordeeld. QM zou geen moeite moeten hebben met "lokale maxima" en ook onwaarschijnlijke oplossingen vinden.

* In principe heeft MS geen kennis nodig, maar om een efficiënt Go-AI te maken (willekeurig voorbeeld 😊) moet je MS aanvullen met wat kennis van het spel.

[Reactie gewijzigd door CAPSLOCK2000 op 20 maart 2016 12:20]

+1 [Mitsuko](#)

[@Squee](#) • [20 maart 2016 12:40](#)

Wat ik (min of meer als leek) verwacht is dat je op termijn een equivalent van "debug builds" zal krijgen: quantum computers met veel meer error correctie dan theoretisch nodig, zodat je relatief zeker weet dat de antwoorden kloppen. En het equivalent van "opt builds", quantumcomputers met het minimum aan errorcorrectie die veel sneller werken. Dan kan je de antwoorden in je "opt builds" met verschillende "test cases" vergelijken met die van je "debug builds", om zo meer zekerheid te krijgen dat ze gewoon werken als verwacht.

Maar goed, dan moeten we wel eerst boven de 10 qubits uitkomen.

+1 [JRvP](#)

[20 maart 2016 07:10](#)

Ik ben erg benieuwd waar dit naar toe gaat, één ding is echter zeker, en dat is dat dit mijn verstand ver te boven gaat.

Desalnietemin toch bedankt voor een erg interessant artikel.

JR

+1 [StalieN](#)[@JRvP](#) • [20 maart 2016 08:44](#)

Ik dacht precies hetzelfde 😊 Wat zou ik dit graag snappen, want het is zo'n ongelofelijk interessant terrein.

Wie kan mij bijvoorbeeld uitleggen hoe het kan dat 1 qubit meerdere posities tegelijk in kan nemen? En vooral; hoe kun je die positie sturen?

En dan tenslotte; is één qubit uiteindelijk dan niet gewoon een schaalbaarheidsoptimalisatie t.o.v. 2^{300} transistors? M.a.w; met 2^{300} transistors (en genoeg) koeling, kun je ook een qubit vervangen?

[Reactie gewijzigd door StalieN op 20 maart 2016 08:48]

+2 [Senui](#)[@StalieN](#) • [20 maart 2016 09:43](#)

Ik zal proberen je eerste vraag te beantwoorden, want volgens mij zit het zo:

In de wereld van de kwantummechanica (nanometer schaal) hebben deeltjes geen vaste positie totdat ze geobserveerd worden. Voorbeeldje: neem een elektron (subatomair deeltje). Volgens de kwantummechanica zou je nooit kunnen bepalen waar een elektron zich bevindt **totdat** je er naar 'kijkt' (in de werkelijkheid: een meting doet). Vóór de meting bevindt het elektron zich in een superpositie toestand: het kan zich overal in het universum bevinden (oneindig veel posities) en de kans van elke positie wordt bepaald door [een bepaalde vergelijking](#). Om precies te zijn: het absolute kwadraat van die vergelijking. Zodra je een meting doet geeft het elektron zich over en neemt één van die oneindig veel posities aan (a.k.a. 'Collapse of the wave function').

Een qubit is een systeem dat luistert naar de wetten van de kwantummechanica; oftewel het kan zich in superpositie kan bevinden. Het reden waarom een kwantumcomputer potentieel zo krachtig kan zijn in berekeningen is omdat er gebruik kan worden gemaakt van die oneindig veel posities die een qubit in kan nemen. Het geweldige is dat het een qubit **geen** extra energie kost om al die posities in te nemen en alle corresponderende uitkomsten te evalueren. In tegendeel: zo werkt schijnbaar natuur!

Edit: typo

[Reactie gewijzigd door Senui op 20 maart 2016 11:30]

+1 [daan9999](#)[@Senui](#) • [20 maart 2016 10:03](#)

als je een superpositie probeert te lezen dan vervalt hij in een 1 of een 0.... dus ze gebruiken daar speciale gates voor en trucjes voor om ze toch te

kunnen lezen.....

dit filmpje legt het vrij duidelijk uit:

<https://www.youtube.com/watch?v=F8U1d2Hqark>



+1 [daft_dutch](#)

[@daan9999](#) • 20 maart 2016 10:21

ik dacht eerst iets anders maar google kwam hier mee erg 144

<https://blog.t-mobile.nl/...-en-singulariteit-deel-3/>

+1 [BobJung](#)

[@daan9999](#) • 20 maart 2016 10:46

Leuk filmpje en maakt ea een stuk duidelijker. Dat eerste stuk heb ik echt in den treuren meegemaakt. Benieuwd of ik ooit een ding in mijn handen krijg waar Qubits in zitten. Misschien eerst maar eens zorgen dat we materialen hebben die dit op kamer temperatuur kunnen. Zoals in het stuk gezegd is, we hebben hier alle disciplines nodig om verder te komen, uitdaging ten top 😊.

+1 [Garma](#)

[@Senui](#) • 20 maart 2016 20:26

dit verhaal lees/hoor je inderdaad overal. Wat je nergens leest is het antwoord op de vraag van de vorige poster. Namelijk: Hoe kan dit? Wat gebeurd er fysiek? Je legt alleen het fenomeen uit + wat wetenschappers waarnemen wat er gebeurd, maar niet hoe het werkt.

Met andere woorden, er zijn tientallen filmpjes en beschrijvingen te vinden van de goochelaarstruc, maar nergens de uitleg hoe de truc werkt.



+1 [The Reeferman](#)

[@Garma](#) • 21 maart 2016 01:35

Dat komt omdat mensen deze truc van de natuur nog maar kort kunnen waarnemen en we nog geen flauw idee hebben hoe het mogelijk is. Maar we zijn vastbesloten het te onderzoeken en te kijken of we er toepassingen voor kunnen bedenken en hoe het werkt hoopt men ook achter te komen.

+1 [55563](#)

[@StalieN](#) • 20 maart 2016 11:43

Het is ongeveer hetzelfde wat met elementaire deeltjes gebeurt. Zo bestaat er de hypothese dat er in het universum maar [1 elektron](#) aanwezig is (superpositie) dat zich op allerlei verschillende manieren manifesteert.

Ik raad je aan om de college's van Robbert Dijkgraaf te bekijken als onderdeel van DWDD University. Ben je daar doorheen, kijk dan een [gastcollege](#) van Robbert op het Gresham College. Dan wordt het al iets pittiger maar dat is nog te volgen. Kijk dan [The Evolution Of Time](#) tot het punt dat je het echt allemaal niet meer begrijpt. Begin dan helemaal opnieuw en zo kom je al iets dichter bij het punt dat je quantummechanica en relativiteitstheorie enigszins begrijpt.

+1 [Davey400](#)
[@StalieN](#) • 20 maart 2016 19:04

M.a.w; met 2³⁰⁰ transistors (en genoeg) koeling, kun je ook een qubit vervangen?

Het nadeel van een dergelijke opstelling is dat je alle mogelijkheden één voor één moet proberen; zelfs met miljarden pogingen per seconde gaat dat erg lang duren. (I.t.t. de quantum-computer)

+1  [btorf](#)

[@JRvP](#) • 20 maart 2016 08:37

Ik snap er de ballen ook niet van. Nadeel daarvan is dat het allemaal moeilijk te valt te toetsen op geloofwaardigheid. Er zijn al bedrijven die beweren een quantum-computer te hebben staan, maar voor zover ik weet zijn we alleen nog maar in staat een aantal fundamentele handelingen uit te voeren in een enorme peperdure wetenschappelijke opstelling die daarvoor het absolute nulpunt benadert.

Daarnaast hoor ik regelmatig dingen die volgens mij 'indianenverhalen' zijn zoals dat een quantumcomputer de (korte termijn) toekomst kan voorspellen en daar bij zijn berekeningen gebruik van maakt, of dat er praktisch onbrekbare sleutels mee gevonden kunnen worden. Ik denk dat we enigzins moeten uitkijken. Een computersysteem dat niemand begrijpt maar iedereen gelooft kan misbruikt worden en zijn eigen leven gaan leiden.

+1  [Berrick](#)

[20 maart 2016 08:35](#)

De openingsalinea vermeldt dat quantummechanica pas sinds enkele jaren praktische toepassingen heeft. Ik neem aan dat hier quantumcomputing/quantuminformatica bedoeld wordt?

Auteur +1  [letatcest](#)

[@Berrick](#) • 20 maart 2016 08:49

Gewijzigd. Tnx. 😊

+1 [Nitramuse](#)

[20 maart 2016 09:12](#)

Dus je kan volgens het artikel veilig communicatie "maken" en tevens ook codes kraken...

Maw, if it is all high-tech, none of it is.

Maar dan nog, dat is zo'n beetje het enige wat ik daadwerkelijk doorheb. De rest snap ik nog niet. Misschien wordt dit wel gemeengoed zoals we nu de huidige processoren kennen. Dan zit iedereen met een holografische tablet met een quantumSoC. QSoC(tm). Ik loop vast naar het patentenbureau....

+1  [bweg](#)

[@Nitramuse](#) • 20 maart 2016 10:46

Misschien wordt dit wel gemeengoed zoals we nu de huidige processoren kennen.

Onwaarschijnlijk, want veel programma's gaan niet sneller op een quantumcomputer. En het lijkt me sterk dat een quantumcomputer op traditionele berekeningen sterker wordt dan een 'ouderwetse' CPU. Je zou er dus hooguit een quantum-coprocessor bij krijgen, zoals nu een videokaart ook voor een aantal specifieke rekentaken wordt gebruikt.

+1 [IJssiej](#)

[20 maart 2016 09:25](#)

Grappig al die reacties van mensen die het niet (helemaal) snappen, waaronder ikzelf ook overigens. Meestal boksen tweakers tegen elkaar op qua kennis hier 😊

Desalniettemin een gaaf onderwerp, ben benieuwd wat de toekomst zal brengen.



+1 [CAPSLOCK2000](#)

[@IJssiej](#) • 20 maart 2016 12:08

Iemand schreef ooit: "Als je denkt dat je quantummechanica begrijpt, dan begrijp je het niet."



0 [sokolum01](#)

[@IJssiej](#) • 20 maart 2016 09:50

Kan in straks op een Quantum PC aan de slag met MS Word?

0 [goarilla](#)

[@IJssiej](#) • 20 maart 2016 13:07

Nog een memorabele quote: "My suspicion is not only that the Universe is queerer than we suppose, but queerer than we can suppose."

+1 [ludicosman](#)

[20 maart 2016 21:54](#)

Tot vandaag had ik geen idee hoe het werkte, maar dankzij de video die daan999 linkte en deze: [Let's build a quantum computer](#) begin ik te begrijpen waar het over gaat.



+1 [rdgd](#)

[21 maart 2016 12:46](#)

Het idee dat iets niet en alles tegelijk is, is voor mij heel bijzonder. Gekeken is het afschrijven van fouten een vreemde manier van werken; 10 runs 7 fouten?? dat klinkt als gokken en dus een andere manier van denken. Hoe weet je dan wat fout is... die gedachte gang doet me sterk denken aan programmeren in neurale netwerken.

Leuk stuk :-)

0 [woutersamaey](#)

[20 maart 2016 07:53](#)

De computer met melding van gratis antivirussoftware op, vind ik best grappig 😊



+1 [blorf](#)

[@woutersamaey](#) • 20 maart 2016 08:58

Zal het nog helpen bij XP?

Dat toetsenbord met speciale ruimte voor papiertjes is wel gaaf. 😊

[Reactie gewijzigd door blorf op 20 maart 2016 09:00]

0 [hakariki](#)

[20 maart 2016 09:58](#)

Zowel naar Amsterdam en Delft gaan en dan met 2 A4-tjes terugkomen. Ik vind dit een bijzonder mager artikel. Dit was alles wat er uit beide bezoeken is gekomen?

Admin-edit: _____

Spelfouten en/of ander commentaar m.b.t. nieuwsposts en reviews horen thuis in

[Geachte Redactie.](#)

[Reactie gewijzigd door Dirk op 20 maart 2016 12:49]

0 [axg](#)

[@hakariki](#) • 20 maart 2016 10:18

Kun je dit toelichten? Had jij meer verwacht, of weet jij toevallig dat zich daar veel meer afspeelt dan hier wordt voorgesteld?

+1 [hakariki](#)

[@axg](#) • 20 maart 2016 10:34

Dit artikel gaat nauwelijks over de specifieke zaken in Amsterdam en Delft. De meeste ruimte wordt gebruikt om quantuminformatica te beschrijven op zeer algemeen niveau. En dat is al vaker in (uitgebreidere) artikelen beschreven op Tweakers.

Waarom wordt er niet dieper ingegaan op de specifieke uitdagingen van QuTech en QuSoft? Dit onderwerp gaat over hoog complexe zaken en zoals wordt aangegeven in de titel "Toponderzoek in het vlakke land". Wat maakt dit toponderzoek bij QuTech en QuSoft?

Het artikel is van het niveau "ja, quantuminformatica is best moeilijk ja". Ik schrijf mijn frustratie van mij af omdat dit valt in de trend van Tweakers om steeds meer de grootste gemene deler te bevredigen. Het niveau daalt al jaren en dit is een symptoom daarvan.

Dit artikel had ook geschreven kunnen worden zonder de trips naar de labs. Als ik de tijd had vrijgemaakt om iets te vertellen over mijn vakgebied en dit artikel zou het resultaat zijn dan zou ik dat een verspilling van mijn tijd hebben gevonden.

edit: spelfout

[Reactie gewijzigd door hakariki op 20 maart 2016 10:54]

0 [axg](#)

[@hakariki](#) • [20 maart 2016 12:12](#)

Top! Thanks voor de uitleg, en kan me er helemaal in vinden!

0 [PjgV](#)

[@hakariki](#) • [20 maart 2016 12:37](#)

Ik ben het met je eens, omdat ik zelf bij de rondleiding op 4 maart ben geweest (met dank aan NewScientist die dit had georganiseerd). Mij viel vooral op dat er - na het bewijzen van de verstrengeling (zoek maar even op Ronald Hanson) - er heel praktisch is gekeken welke onderwerpen er nu verder uitgespit moeten worden (dus vooral toegepaste fysica), dat Delft hier erg ver mee is (er gebeurt baanbrekend werk) en ook eerst allerlei dingen zelf moet maken (bijv. chips) om tests te kunnen doen. Dat was het boeiende van de rondleiding. Misschien dat Krijn dit nog een extra verhaal waard vindt?... :-)

[Reactie gewijzigd door PjgV op 20 maart 2016 12:39]

0 [iceblink](#)

[@hakariki](#) • [20 maart 2016 13:56](#)

Misschien dat de journalist die het schreef onvoldoende "boven de stof staat" om er een diepgaand artikel over te schrijven?

Zo niet, dan zou ik ook groot voorstander zijn van een oppervlakkig artikel voor de massa met daarin een linkje naar een meer diepgaand artikel voor mensen die er meer over willen weten.

0 [polthemol](#)

[@iceblink](#) • [20 maart 2016 20:53](#)

als je kijkt naar hoe relatief min reacties er hier zijn en veel vooral gaan over "he? hoe zit dat precies dan?", denk ik dat het onderwerp gewoon te moeilijk is om voor de volle diepgang te gaan in een artikel (enmisschien zelfs dat de schrijver zelf op een bepaald niveau gewoon moest afhaken, wat nog vrij logisch zou zijn ook. Quantummechanica gebeuren zijn geen grapjes meer 😊)

0 [ArtGod](#)

[20 maart 2016 11:51](#)

Het enige waardevolle feit wat ik las was dat als je een bepaald aantal qubits een berekening laat doen dat je dit niet meer kan controleren, omdat de normale computers dit niet meer kunnen narekenen. Maar net als in de wiskunde kan je met een iteratief bewijs volstaan, vermoed ik.

De praktische toepassingen worden ook nauwelijks benoemd, behalve cryptografie. Zo kunnen veel nauwkeuiger weersvoorspellingen worden gedaan. Wellicht dat men VR-simulaties kan maken die niet van echt te onderscheiden zijn.

[Reactie gewijzigd door ArtGod op 20 maart 2016 12:14]