

Transcriptie podcast: Waarom niemand kwantum begrijpt en iedereen er toch iets over moet weten.

CÉLINA BUYLE: Welkom allemaal in onze gezellige studio in Leuven, voor weer een VLAIO podcast. Ik ben Celina, Bedrijfsadviseur voor AI innovatieprojecten bij Team Bedrijfstrajecten en vandaag praat ik met mijn collega Tom Sterken, bedrijfsadviseur voor digitale technologie en techniek. Tom is een imec cleanroom alumnus en helpt bedrijven verder met hun innovatieve hard- en software plannen. Vandaag duiken we in een complex maar razend interessant onderwerp: kwantumtechnologie. Wat is het? Waarom is het belangrijk? En wat moet de Vlaamse ondernemer ermee?

Tom en ikzelf hebben ons de afgelopen tijd trachten in te werken in de wondere wereld van de kwantumtechnologie en we willen jullie graag meenemen in wat wij tot nu toe leerden.”

Goed, Tom laten we beginnen bij het begin van ons avontuur: het boek “Waarom niemand kwantum begrijpt en iedereen er toch iets over moet weten” geschreven door professor Frank Verstraete en Céline Broeckaert. Hoe is dat boek bij jou binnengekomen?

TOM STERKEN: Hey Celina. Tja, net als jij ben ik vol goede moed aan het boek begonnen, in de overtuiging dat ik het op een tweetal weken zou kunnen gelezen, maar euh.. ik had al vrij snel door dat kwantumfysica geen licht verteerbaar onderwerp is, en het heeft dus wat langer geduurd om het volledig door te lezen.

Het boek is geschreven door prof. Frank Verstraete, en hij heeft het daarna samen met Céline Broeckaert herwerkt tot het boek dat nu voor ons ligt. In de krant las ik een interview met het koppel, waarin Frank Verstraete zelf zegt – en ik citeer - “dat al het schone in het boek van Céline komt, en al het onbehapbare door hem werd geschreven”.

En nu begrijp je ook ineens waarom het boek best wel aangenaam leesbaar is, maar ook dat je er tegelijkertijd je aandacht bij moet houden, en tot slot.... misschien moet ik ook leren aanvaarden dat ik niet alles onmiddellijk moet begrijpen.

CÉLINA BUYLE: Welke aspecten van het boek heb jij onthouden?

TOM STERKEN: Het boek neemt je mee naar het begin van de moderne fysica. Het begint bij hoe de kwantumfysica meer dan 100 jaar geleden is ontstaan vanuit de klassieke fysica. Hij beschrijft hoe de gekende theorie niet meer in staat was om de resultaten te verklaren van een aantal experimenten, en hoe vele wetenschappers elk een stukje hebben bijgedragen tot wat we vandaag kwantumtheorie noemen, en in deze theorie hebben we het over fenomenen als superpositie, verstrengeling, qubits en nog veel meer.

CÉLINA BUYLE: Oei Tom, voor we verdergaan, moeten we de luisteraars misschien eerst introduceren tot enkele van deze basisbegrippen?

TOM STERKEN: Ja, goed idee. Laat me eerst het kader schetsen – kwantumtechnologie speelt zich af in de wereld van de kleinste elementen die je je kan inbeelden, die van de atomen, de elektronen, fotonen, en nog kleiner. Op deze kleine dimensie gedraagt alles zich anders dan in de macro-wereld die we kennen – en dat maakt het begrijpen van kwantumfysica extra moeilijk: je kan totaal niet meer vertrouwen op je intuïtie en buikgevoel.

In de kwantumtheorie spreekt men van quantum-states of kwantumtoestanden van een deeltje, wat niet meer of niet minder wil zeggen dan dat deze toestanden het deeltje omschrijven.

Beeld je in dat je in een online vergadering zit met collega's. Dan kan elk van de gesprekspartners zich ofwel op kantoor in Gent bevinden, maar die kan ook vanop kantoor in Leuven werken, vanuit de auto deelnemen of vanop een evenement inbellen. Elkeen bevindt zich dus in een andere toestand en er zijn vele toestanden mogelijk.

Om het eenvoudig te houden beperken we ons even tot twee toestanden – bijvoorbeeld inbellen vanop kantoor in Gent of inbellen van kantoor in Leuven. Een computerspecialist ziet hier onmiddellijk de gelijkenis met een klassieke bit, die soms 0 kan zijn of som 1 – je bent namelijk in Gent... of in Leuven.

CÉLINA BUYLE: Oké, Tom razend interessant maar ook heel complex. Genoeg met al die fysica Tom, we zouden het hebben over de kwantumwereld?

TOM STERKEN: Ja, nog even geduld Celina, we zijn er bijna - we nemen nu de stap van de klassieke fysica naar de quantumwereld – en gaan van de klassieke bit met 0 en 1 naar de kwantumbit of qubit die tegelijk 0 EN 1 is.

Beeld je bijvoorbeeld in dat alle deelnemers in onze fictieve vergadering hun achtergrond verbergen met de VLAIO achtergrond, dan weet je dus niet in welke toestand iemand zich bevindt – is die in Gent of in Leuven?

In de kwantumwereld gebeurt er nu iets heel gek: de collega's zijn tegelijk zowel in Gent als in Leuven aan het werk, en dat tegelijkertijd.

En straffer nog: beeld je in dat dat de kladversie van deze podcast neergeschreven ligt in Gent, maar het tweede boek van Frank Verstraete in Leuven, dan kan die Qubit-collega toch beide delen combineren tot 1 podcast !

Deze merkwaardige toestand noemt men in kwantumtermen 'Superpositie', we zeggen dus dat onze collega in superpositie is.

CÉLINA BUYLE: Oei, dat klinkt niet gezond. Hoe krijgen we deze collega terug uit superpositie?

TOM STERKEN: Dat kunnen we snel oplossen, door te vragen om de achtergrond terug zichtbaar te maken. Hierdoor is het duidelijk waar die zich bevindt. Er is dan een bepaalde kans dat die zich in Gent bevindt, en een kans dat die zich in Leuven bevindt. Maar eens duidelijk is op welk kantoor die aanwezig is, staat dat vast.

In kwantumtermen spreekt men van decoherentie van de superpositie, maar het belangrijkste is dan toch dat we onze collega terug hebben, toch?

CÉLINA BUYLE: Dus heb ik het goed begrepen dat een qubit is zoals een muntstuk, met twee zijden: kop of munt, 0 of 1. De quit is dan een beetje zoals een muntstuk dat je opgooit, zolang het in het lucht blijft, kan het beide zijn. Het is dan kop én munt, pas als het opvangt dan weet je of het 0 of 1 is?

TOM STERKEN: Klopt, Het muntstuk dat in de lucht is en dus tegelijk 0 of 1 is, dat is superpositie. Je bit is dus tegelijk een beetje van 0 en een beetje van 1 en pas als je kijkt hoe de munt geland is zie je of het 0 of 1 is. Superpositie wil dus zeggen dat een qubit meer mogelijkheden heeft dan een klassieke bit. Ga je dus meerdere qubits in superpositie gebruiken dan groeit dat aantal mogelijkheden exponentieel. En net daar zit het crux waarom kwantumcomputers problemen oplossen die klassieke computers veel te veel tijd kosten.

CÉLINA BUYLE: Die combinatie van bits brengt ons dan direct bij ons derde begrip namelijk kwantum verstrengeling. Tom, kan je ons daar terug een heldere uitleg over meegeven?

TOM STERKEN: Ha, ik doe mijn best. Kwantumverstrengeling of entanglement als twee deeltjes dicht bij elkaar in de buurt komen. Hierdoor wordt hun toestand beïnvloedt, en ontstaat er een verbondenheid tussen twee deeltjes. Stel dat beide collega's in onze vergadering besluiten een tasje koffie te halen, dan komen ze elkaar tegen aan de automaat en zijn hun toestanden verbonden. Jij of ik weten nog steeds niet in welk kantoor ze zich bevinden, maar we weten wel dat ze zich in hetzelfde kantoor bevinden.

CÉLINA BUYLE: Mag ik eens een gooi doen naar een sprekend voorbeeld van kwantumverstrengeling. Mijn mama kwam toen ik jong was ooit eens thuis met een paar sloefen voor mijn papa. Ze zei heel fier dat het het laatste paar was en dat het net zijn maat was (en uiteraard ook dat het een koopje was). Toen mijn papa ze later die avond aandeed bleken het twee linkersloefen te zijn. Op dat moment weet je dat elders ter wereld iemand twee rechtersloefen heeft meegedaan naar huis.

TOM STERKEN: Klopt, de linker en rechtersloef zijn zo met elkaar verbonden dat wat de ene meeneemt naar huis, ook direct effect heeft op een andere. Deze verstrengeling wordt onder meer gebruikt bij het ontwikkelen van ultra-beveiligde kwantumcryptografie. Maar laat ons dat onderwerp misschien houden voor een volgende keer?

CÉLINA BUYLE: Dat is al een hele boterham aan termen: qubits, superpositie, kwantumverstrengeling. Klinkt bijna als tovenarij.

TOM STERKEN: Dat dacht Einstein ook. Hij noemde het 'spooky action at a distance'. Maar het is wetenschappelijk bewezen én bruikbaar.

CÉLINA BUYLE: Goed, Tom, al die magie en fysica is best boeiend, maar waarom hebben we eigenlijk kwantumtechnologie nodig? Of is het vooral een buzzwoord?

TOM STERKEN: Goeie vraag, natuurlijk, moeten onze ondernemers ervan wakker liggen? Sinds de kwantumtheorie zo'n 100 jaar geleden werd uitgewerkt zijn er al veel toepassingen ontstaan waarin kwantumtechnologie een grote rol spelen. Sommige van die toepassingen zijn van groot maatschappelijk belang, zoals bijvoorbeeld het gebruik van MRI-scanners of lasers voor medische toepassingen, en daarvan is het goed dat we deze technologie hebben ontwikkeld. Helaas zijn er ook andere voorbeelden – wie zich de film Oppenheimer herinnert, weet ondertussen dat kwantumwetenschappers aan de bron liggen van de ontwikkeling van de atoombom.

Deze twee voorbeelden zijn een gevolg van wat men de "eerste kwantumrevolutie" noemt. Vandaag spreekt men reeds over de 'tweede kwantumrevolutie', en dat is deze waarin kwantum computing doorbreekt – en ik hoor je al denken:

CÉLINA BUYLE: Hebben we dan nood aan kwantum computing?

TOM STERKEN: Ja, kwantum computing heeft inderdaad een aantal troeven waardoor het een game-changer kan zijn voor het oplossen van bepaalde wiskundige problemen. Een voorbeeld: bij het ontwikkelen van nieuwe medicijnen in de farmaindustrie maakt men gebruik van complexe digitale modellen bij het simuleren van bepaalde moleculen. Kwantum computing kan ook een rol spelen in het doorrekenen van complexe weermodellen, en dus helpen bij het voorspellen van natuurrampen. De huidige digitale computers lopen daar tegen de grenzen van hun kunnen aan, de rekentijd die nodig is om een model door te rekenen dat iets complexer is neemt hier exponentieel toe. Er gaat dus veel tijd verloren, en die snel toenemende rekenkracht gaat helaas ook gepaard met een

exponentieel toenemend energieverbruik. Voor een aantal van deze problemen kunnen kwantum computers ons helpen – deze zijn namelijk in staat om de berekeningen af te ronden in een redelijk aanvaardbare tijd. Maar helaas zijn deze computers vandaag nog in volle ontwikkeling.

En net al bij de eerste kwantumrevolutie zal ook de tweede kwantumrevolutie een keerzijde met zich meebrengen, namelijk deze van de encryptie van data. De beveiliging van onze gegevens die vandaag op internet gebruikt wordt, is gebaseerd op het feit dat het kraken van een encryptiesleutel ook een exponentieel stijgende tijd vergt naarmate die sleutel langer wordt. Met een kwantumcomputer zou het dus mogelijk zijn om deze sleutels te kraken binnen een reële termijn, waardoor hackers met minder eerbare bedoelingen een nog grotere bedreiging kunnen vormen.

Om op je vraag terug te komen – de tweede kwantumrevolutie zal zeker zijn meerwaarde hebben voor de samenleving, en hoewel de meesten onder ons zullen nooit rechtstreeks met een kwantumcomputer in contact komen zal de impact van kwantumcomputing wel voelbaar zijn op onze manier van leven.

CÉLINA BUYLE: Als de nood zo hoog is en kwantum zo sterk, waarom gebruiken we dan nog niet allemaal een kwantumcomputer?

TOM STERKEN: Er zijn enorme technische uitdagingen. Zo moeten qubits extreem goed geïsoleerd zijn van hun omgeving. Anders verliezen ze hun kwantumstaat – wat we daarnet decoherentie genoemd hebben.

CÉLINA BUYLE: Dus de technologie werkt... maar is superfragiel en onstabiel om een werkende kwantumcomputer te hebben?

TOM STERKEN: Juist. Zelfs kleine trillingen of warmte kunnen de berekening verstoren. Er wordt wereldwijd aan gewerkt, maar het is een marathon. Onlangs zaten we nog samen op een congres waar werd verteld dat iedere 10 jaar wel iemand zegt dat we de kwantumcomputer in 10 jaar zullen hebben. Het duurt dus even maar we zien wel grote stappen die gemaakt worden.

CÉLINA BUYLE: Om af te sluiten, de vraag die ons het meeste bezighoudt en ook aangeeft waarom wij hier mee naar kijken. De Vlaamse ondernemer is volop aan het om AI te omarmen en in te zetten waar relevant voor hen, moeten diezelfde Vlaamse ondernemers al wakker liggen van kwantum of wat moeten ze met kwantum aanvangen?"

TOM STERKEN: Het lijkt me vandaag voldoende om de ontwikkelingen op te volgen van een afstand. De meeste resultaten ga je de komende tijd zien in niches zoals farma of cybersecurity. En dat laatste is net waar het voor de Vlaamse ondernemer het snelst belangrijk gaat worden namelijk een kwantumveilige IT infrastructuur bouwen. Men gaat ervan uit dat hackers vandaag informatie stelen om later te ontcijferen eens kwantum er is. Gelukkig zijn er specialisten die vandaag reeds werken aan post-quantum cybersecurity-oplossingen.

CÉLINA BUYLE: Dus vooral inlezen en als het gaat over die kwantumveilige infrastructuur bouwen misschien eerder op middellange termijn een partner zoeken?

TOM STERKEN: Precies. Kennis opdoen is waar het nu over gaat.

CÉLINA BUYLE: En waar kan je nu het beste kennis opdoen?

TOM STERKEN: Recent verscheen er een speciale editie van het tijdschrift EOS over kwantum, dat als prima opstapje kan dienen naar andere informatie. Verder vind je op YouTube vele kanalen waar

stukjes van quantumtheorie behapbaar worden uitgelegd, wat voor mij een ideale combinatie bleek met het boek van Frank Verstraete en Celine Brouckaert.

Tot slot, voor de ondernemers die ermee aan de slag willen, is er ook de Quantum Circle, een vereniging van geïnteresseerden, belanghebbenden en ondernemingen in het Vlaamse landschap, dus zeker de moeite waard om hun nieuwsbrief te volgen.

CÉLINA BUYLE: Dank je wel voor dit fascinerend gesprek! We hopen dat jullie als luisteraars nu beter begrijpen wat kwantum betekent, wat de beloftes zijn en hoe je je als ondernemer kan voorbereiden.