



De meest efficiënte computer

De computer van de toekomst komt misschien wel uit Groningen. Dankzij, voor zover bekend, de grootste gift ooit aan een Nederlandse universiteit van een oud-student. De alumnus in kwestie wil anoniem blijven en het uiteindelijke totaalbedrag van de schenking is nog niet bekend. Duidelijk is al wel dat in ieder geval onderzoekscentrum CogniGron maar liefst 30 miljoen euro ontving voor onderzoek naar een nieuwe generatie energiezuinige computers. Directeur en hoogleraar **Beatriz Noheda** vertelt over de speurtocht naar extreem efficiënte computers met het menselijk brein als voorbeeld.

Er zit geen toekomst in piezo-elektricititeit. Dat kreeg natuurkundige Beatriz Noheda te horen, toen ze in 2002 haar grote liefde was nagereisd naar Nederland en informeerde naar carrièremogelijkheden bij Philips. De van oorsprong Spaanse had een geweldige baan aan het Brookhaven National Laboratory in New York opgegeven, en hoopte nu in Nederland haar kennis en gedrevenheid te kunnen inzetten. 'Die afwijzing kwam behoorlijk hard aan, want ik had in New York intensief onderzoek gedaan naar deze techniek. Ik geloofde er wél in en zag ook een directe link met de huis-appliances en de medische toepassingen waar Philips op dat moment aan werkte.'

CogniGron

Achteraf kan ze erom lachen. Noheda is tegenwoordig hoogleraar Functionele nanomaterialen aan de RUG én directeur en oprichter van het Groningen Cognitive Systems and Materials Center, CogniGron. Dit multidisciplinaire onderzoekscentrum houdt zich bezig met de ontwikkeling van nieuwe 'slimme' materialen die nodig zijn voor een nieuwe generatie computers die minder energie verbruiken en sneller en gemakkelijker grote hoeveelheden data kunnen verwerken.

'Het plan voor CogniGron ontstond al een tijd geleden, maar belandde bij gebrek aan financiële middelen in een la,' blikt Noheda



Beatriz Noheda (1968) is natuurkundige en promoveerde in 1996 aan de Universidad Autonoma van Madrid, waar zij profesor asociado was tot 2000. Vervolgens werkte zij als onderzoeker aan het Brookhaven National Lab in New York en de VU in Amsterdam. In 2004 werd zij als Rosalind Franklin Fellow aan de RUG aangesteld als adjunct-hoogleraar Functional Nanomaterials en ontving zij een Vidi-beurs van NWO. Sinds 2014 is Noheda full professor aan de RUG en sinds 2018 oprichter/directeur van CogniGron.

terug. 'Tot enkele jaren geleden een anonieme alumnus van de RUG besloot 30 miljoen euro ter beschikking te stellen voor Gronings, toekomstbestendig technisch onderzoek. Toen

hebben we dat planvoorstel weer afgestoft en gepresenteerd. Een zenuwslopende periode, met een geweldige afloop: we kregen een akkoord!'

Inmiddels zijn er zo'n vijftien promovendi betrokken bij CogniGron en maar liefst twaalf nieuw geworven hoogleraren. De ontwikkeling van een onderzoeksprogramma voor PhD-studenten staat momenteel hoog op de CogniGron-agenda. Daarnaast is er een intensieve samenwerking met collega's bij materiaalwetenschap, kunstmatige intelligentie, natuurkunde, wiskunde en informatica.

Big data

'Onze huidige computers zijn uitontwikkeld,' komt Noheda ter zake. 'Ze kunnen niet meer sneller worden en niet kleiner.' En dat terwijl we met z'n allen een steeds grotere datastroom genereren: big data, waarmee zoveel nuttigs gedaan zou kunnen worden.

'Als we alle ziekenhuisdata ter wereld zouden kunnen koppelen, zou dat de ontwikkeling van medicijnen en vaccins enorm kunnen versnellen. En het koppelen van alle seismografische data zou het gemakkelijker maken om aardbevingen nauwkeurig te voorspellen,' illustreert ze. En dan is er nog het Internet of things: zelfrijdende auto's, een 'smart house' vol sensoren, waarin het zonnenscherm communiceert met de thermostaat en de koelkast laat weten dat de melk op is. 'Deze ideeën bestaan in de basis

al tientallen jaren, maar de ontwikkeling ervan staat praktisch stil, doordat het huidige computerontwerp niet geschikt is om zoveel data te verwerken. Ook is er nog geen manier gevonden om de enorme hoeveelheid benodigde sensoren op een duurzame, uitvoerbare manier van energie te voorzien.'

Superefficiënt brein

'In de huidige generatie computers wordt elke bit informatie van transistor naar transistor gestuurd, stapje voor stapje. Dat is behoorlijk inefficiënt,' legt Noheda uit. 'Computers zijn bovendien gelijktijdig in de weer met twee afzonderlijke taken: calculatie en opslag. Twee systemen die los van elkaar werken, data beweegt van het ene systeem naar het andere. Dat vraagt heel veel energie: onze huidige computers verbruiken tezamen ongeveer tien procent van alle energie ter wereld.'

Inspiratie voor de nieuwe generatie computers vindt Noheda in de werking van het menselijk brein. 'Ons brein wordt constant gebombardeerd met data, impulsen die in razend tempo worden geclassificeerd en geprioriteerd,' vertelt ze. 'Als jij deze kamer binnenloopt, zie je mij direct zitten. Een computer moet daarvoor eerst de hele ruimte scannen. Wij kunnen zo goed focussen doordat onze hersencellen duizenden onderlinge verbindingen hebben en daardoor parallelle netwerkjes vormen. Opslag en verwerking van informatie vinden tegelijkertijd plaats: superefficiënt.'

Bijzondere eigenschappen

De computer van de toekomst zal op datzelfde principe gestoeld zijn, voorspelt Noheda. Eén systeem voor zowel computergeheugen als informatieverwerking. 'Om de functie en de samenhang van neuronen te kunnen nabootsen zijn nieuwe systemen en materialen nodig. Bij Zernike Institute for Advanced Materials (ZIAM) van de RUG doen verschillende onderzoeksgroepen studie naar materialen die hier misschien geschikt voor zijn. En in samenwerking met collega's van het Bernoulli Instituut zullen we moeten leren hoe we deze materialen in een computer kunnen integreren.' Geen gemakkelijke zoektocht, onderstreept ze, want nog afgezien van de vele bijzondere eigenschappen die de materialen moeten hebben, moeten ze ook duurzaam beschikbaar zijn.

Vier meter hoge microscoop

Inmiddels is CogniGron volop op stoom. 'We weten al veel meer over materialen en de manipulatie daarvan. Hoe kleiner het materiaal is, hoe lastiger het is om het iets te laten



'Computers verbruiken ongeveer tien procent van alle energie ter wereld'

doen, om het te beheersen. Een grote hulp is onze transmissie-elektronenmicroscoop, die we in 2020 hebben aangeschaft. Daarvan zijn er maar een stuk of tien op de wereld. Met deze vier meter hoge microscoop kunnen we materialen op atoomniveau bestuderen. Met een elektronenbundel, in plaats van licht, maakt deze microscoop een afbeelding van een monster. Het monster beïnvloedt de baan van de elektronen in de bundel. De veranderingen in die baan worden vervolgens vertaald naar een structuur.'

Piëzo-elektriciteit

In de zoektocht naar energiezuinige computersystemen (sensoren) heeft piëzo-elektriciteit volop de aandacht van CogniGron. Juist ja, die techniek die voor Philips jaren gele-

den al had afgedaan. 'Piëzo-elektriciteit is een superzuinige eigenschap van sommige materialen, waarbij elektriciteit ontstaat door trillingen,' vertelt Noheda. 'De techniek wordt al jarenlang succesvol toegepast in onder andere echoscopie, airbags en inktjetprinters. Groot nadeel is alleen dat het voor piëzo zo geschikte materiaal PZT voor een groot deel uit lood bestaat. Omdat lood schadelijk is voor onze gezondheid en het milieu, zijn we nu op zoek naar een nieuw materiaal dat net zo gevoelig is.'

Proeftuin

De trillingen die zorgen voor piëzo-elektriciteit kunnen door allerlei mechanismen in gang worden gezet. Denk aan harde geluiden, het gewicht van passerende auto's of van lopende mensen. 'Om dat laatste te onderzoeken hebben we vorig jaar in Zuidhorn een piëzo-elektrische proeftuin geïnstalleerd. Voetgangers lopen daar van of naar het treinstation over tegels die onder invloed van druk een elektrische spanning produceren. Behalve energie opwekken, kunnen de piëzo-tegels ook als sensor werken. Bijzonder interessant, ook voor de ontwikkeling van duurzame, future proof computers!'