



HeInterview

In het Franse Cadarache verrijst de internationale kernfusiereactor ITER, de eerste die netto vermogen gaat leveren. Nu de bouw eindelijk daadwerkelijk van start is gegaan, moeten er jonge mensen worden opgeleid om het project de komende decennia te verwezenlijken. Daarom heeft prof.dr. Niek Lopes Cardozo aan de TU Eindhoven een masteropleiding Fusiefysica opgezet. 'Het betekent meedoen aan mooie experimenten overal ter wereld.'

KENGEGEVENS
NAAM Niek Lopes Cardozo
LEEFTIJD 52
TITEL prof.dr.
OPLEIDING Experimentele Natuurkunde, Universiteit Utrecht (1981) Promotie op gebied van kernfusie, FOM-Instituut voor Plasmafysica Rijnhuizen (1985)
FUNCTIE hoogleraar Science and Technology of Nuclear Fusion, TU Eindhoven en vicevoorzitter bestuursraad Fusion for Energy, het Europese Agentschap voor ITER
ONDERSCHIEDING Koninklijke/Shellprijs (2003)



PROF.DR. NIEK LOPES CARDOZO ZIET TOEKOMST IN CENTRALE CADARACHE

HET BOUWEN VAN EEN KERNFUSIEREACTOR IS misschien wel het meest vermetele project dat de mens ter hand heeft genomen: we proberen de zon, de bron van al het leven die voor menige beschaving toch gelijkstaat aan een god, naar de aarde halen. De zon is een ster, een condensaat van kosmische materie. In zijn binnenste heerst een temperatuur van honderden miljoenen graden, wat ons voorstellingsvermogen te boven gaat. In zijn plasma fuseert waterstof tot helium en uiteindelijk vormen zich ook zwaardere elementen, die in een stervensfase de ruimte in worden geslingerd en dan wel eens opnieuw willen condenseren tot planeten, zoals de aarde. En als die elementen zich dan chemisch verbinden zodat daar ten langen leste evoluerend leven uit ontstaat, dan wil het voorlopige eindresultaat, de mens, terug naar het oervuur: Ooit waren wijzelf plasma waarin waterstof fuseerde tot helium, en nu willen we het namaken. Op zich goed te doen want waterstof, we komen er in om. Probleem is hoe. Er blijkt iets voor nodig te zijn dat aanmerkelijk schaarser is dan waterstof: inventiviteit.

Dat is de reden dat prof.dr. Niek Lopes Cardozo onlangs aan de TU Eindhoven is aangesteld als hoogleraar Science and Technology of Nuclear Fusion. Eindhoven is daarmee een van de weinige universiteiten ter wereld met een gespecialiseerde opleiding voor kernfusie. Lopes Cardozo coördineert vanuit Eindhoven het European Fusion Education Network, een initiatief van het FOM-Instituut voor Plasmafysica Rijnhuizen. Hij was daar tot voor kort hoofd van de afdeling Fusiefysica en als zodanig nauw betrokken bij het internationale project voor de bouw van kernfusiereactor ITER. Nu gaat hij dus op zoek naar briljante jongens en meisjes die blootstaan aan allerlei verleidingen zoals Het Grote Geld en Be-roemd Worden.

In een klein kamertje in het gebouw van de Eindhovense natuurkundefaculteit zit de hoogleraar nog temidden van zijn onuitgepakte verhuisdozen. Wat is er zo leuk aan je het hoofd breken over de zon nadoen in een donutvormige ruimte ter

grootte van een paar huiskamers in de hoop er ooit netto-energie uit te winnen? 'We zijn straks met negen miljard mensen. Die willen allemaal schoon drinkwater, genoeg eten en een redelijke levensstandaard. Dat kan alleen als er voldoende energie is. Als je die niet hebt, kun je met het zorgen voor de andere levensbehoeften niet eens beginnen. En in die enorme energiebehoefte moeten we voorzien op een duurzame wijze. Anders krijg je klimaatverandering, hongersnood, volksverhuizingen en oorlog. Daar krijgen onze kinderen mee te maken als we niets doen aan het energievraagstuk. Daar heb je allemaal geen kristallen bol voor nodig, dat valt gewoon uit te rekenen. Dat is de ene kant van de vergelijking', vertelt Lopes Cardozo. 'De andere kant is dat we er wat aan kunnen doen: zuiniger worden met energie en grondstoffen en kringlopen sluiten waar mogelijk. Dat betekent helemaal niet terug naar de trekschuit. We gaan slimmere technologie gebruiken. Niemand klaagt erover dat zijn lcd-scherm maar een fractie van de energie vergt van de oude beeldbuis. En we moeten dus duurzame energiebronnen hebben. We moeten alle opties exploreren. Maar het is absoluut niet duidelijk of we voldoende hebben aan windturbines, zonnecollectoren en zonnecellen. Daarom moeten we de weinige opties die er zijn allemaal op volle kracht ontwikkelen. Kernfusie is er daar één van.'

'Wat het moeilijk maakt om politici en de samenleving te overtuigen van het belang van kernfusieonderzoek – het kost ons per Nederlander een euro per jaar – is dat het een project van lange adem is', vervolgt Lopes Cardozo. 'Maar als je dat onderzoek niet doet, dan weet je zeker dat je de komende generaties een van de drie of vier opties om het energieprobleem op te lossen ontnemt. Tussen onderzoek en groot-schalige inzet van elke (!) nieuwe energietechnologie liggen tientallen jaren. Het niet doen van de research is daarom immoreel: het sluit deuren en het ontnemt de volgende generatie de mogelijkheid hun problemen op te lossen.'

'Het kost ons in Nederland een euro per persoon per jaar'

'Geen kernfusieonderzoek doen is immoreel'

Research is niet duur, stelt Lopes Cardozo. 'Voor enkele tientjes per persoon per jaar kun je al het energieonderzoek doen dat nodig is. Wij geven veel geld uit aan allerlei zaken, zoals voetbal, opera, pretpark... Ik ook. Hartstikke belangrijk, maar het is echt minder belangrijk dan het doen van onderzoek ten behoeve van de duurzame samenleving.'

Aan het verwezenlijken van een kernfusiereactor werkt de mensheid al met al nu ongeveer vijftig jaar. De ascese van de fusiefysicus schuilt in het feit dat hij of zij waarschijnlijk niet zal meemaken dat die reactor uitontwikkeld en volledig operationeel is. We beklimmen de berg, maar degenen die na ons komen zullen de top bereiken. Werf je daar studenten mee? 'Zo gesteld klinkt het dramatisch, maar het is doodnormaal om je in te spannen voor iets wat de volgende generaties tot nut zal zijn. Daar is een woord voor: beschaving. Wij kunnen vooruitkijken en investeren in de toekomst. Naar school gaan is voor kinderen niet altijd leuk, maar ouders willen het wel. Het is immers belangrijk voor ze, later.'

En een fusiefysicus die meewerkt aan ITER, zit niet alleen in een kantoortje problemen te kraken. 'Behalve de Europese Unie nemen de VS, China, Rusland, Zuid-Korea, India en Japan deel aan het project. Kernfusieonderzoek biedt dus een heel stimulerende internationale omgeving. Dat betekent veel reizen naar al die landen en meedoen aan mooie experimenten overal ter wereld. Het onderzoek is interdisciplinair, erg spannend en uitdagend.'

Voor intelligente mensen die problemen zien als uitdagingen, is dat een opwindende omgeving, stelt hij. Maar een voorwaarde voor succes in die omgeving is een hoogwaardige opleiding waarin de lat flink hoog ligt. 'Veel aspecten van de opleiding Natuurkunde betreffen concepten. Dat is leuk en interessant. Je moet echter ook kunnen differentiëren en integreren en dat vergt gewoon heel veel oefenen.' Dat heeft het werken aan het front van de wetenschap gemeen met kunst en topsport: jezelf trainen, moeite doen zonder garantie daarin de beste en dus beroemd te worden. De glorie is maar aan enkelen voorbehouden, aan de Nobelprijswinnaars en Olympisch kampioenen. 'Maar ook achter het front gebeuren veel boeiende dingen. Daarmee kom je misschien niet in de krant, maar je kunt er wel veel voldoening uit halen. Je hoort bij een selecte groep als je aan ITER meebouwt.'

GRENSVERLEGGEND

Lopes Cardozo is zelf natuurkundige, maar de mensen die hij gaat opleiden tot fusiefysicus zijn multidisciplinair. Het vakgebied bevat veel elementen van Natuurkunde, maar ook van Werktuigbouw en Elektrotechniek. Behalve multidisciplinair is het grensverleggend en concreet: de bouw van 's wereld eerste netto energieleverende kernfusiereactor. Het laat zich een beetje vergelijken met de doelstelling die president Kennedy in 1960 stelde om een Amerikaan als eerste mens op de maan te zetten voordat het decennium voorbij zou zijn. Het gevolg was destijds dat veel jongeren een wetenschappelijke of technische opleiding gingen volgen om bij NASA te kunnen werken. 'Een student moet Fusiefysica primair gaan doen omdat hij of zij het leuk en interessant vindt. Maar natuurlijk is kernfusie een schone en veilige energiebron. Als het er eenmaal is, dan is het voor iedereen, overal en voor altijd. Er is eigenlijk maar één nadeel: het is heel moeilijk.'

Even college: wat is er moeilijk aan? 'Ten eerste, brandstof verhitten tot paar honderd miljoen graden. Daarnaast moet die brandstof stabiel worden opgesloten in een magnetisch veld. Op de derde plaats komt het leren beheersen van turbulentie. Door het toevoegen van zo'n enorme hoeveelheid energie dreigt de brandstof turbulent te worden en dat wil je niet. Verder wil het plasma dat aan de buitenkant nog steeds een temperatuur heeft van tienduizend graden, reageren met de wand van het reactorvat. Het beheersen van die plasma-wandinteractie is noodzakelijk. Ten vijfde moeten de materialen waarmee we de reactor bouwen, bestand zijn tegen een geweldig neutronenbombardement. Op de zesde plaats moeten we die neutronenflux leren gebruiken om lithium om te zetten in tri-



'Het is doodnormaal je in te spannen voor iets wat de volgende generaties tot nut zal zijn'

tium, nieuwe brandstof. Het zevende en laatste probleem is het beheersen van de totale complexiteit van het project.'

Voor Lopes Cordozo is het geen vraag of ITER het gaat doen. 'De vraag is of de reactor zijn specificaties gaat halen. Daarvoor moet hij naar de randen van zijn kunnen en naarmate je dichterbij die grenzen komt, wordt het belangrijker om *advanced control tools* te hebben. Op dat gebied heeft de TU Eindhoven een sterke positie, waarmee we studenten een uniek palet van competenties kunnen aanbieden. Vergelijk het opzoeken van die grenzen met bergbeklimmen: het is betrekkelijk eenvoudig om in het basiskamp op 6 km te komen, maar de top is 8 km hoog en de omstandigheden worden progressief moeilijker.'

'ITER is niet het eindstation van de ontwikkeling van kernfusie. Met ITER leggen we een leertraject af dat het uiteindelijke ontwerp van een kernfusiecentrale wat betreft de hoeveelheid systemen en geometrie eenvoudiger zal maken. We testen nu voor dezelfde taak meerdere systemen, maar alleen het beste houden we. We gaan dus ook veel complexiteit weer weggooien. De uitontwikkelde machine zal veel eenvoudiger zijn dan ITER.' Er is nog een troef achter de hand. 'Je kunt de goede eigenschappen van fusie en splijting combineren. Bij fusie komen veel neutronen vrij, die zijn te gebruiken om brandstof voor splijtingsreactoren te genereren en tevens om de levensduur van het radioactief afval van die reactoren sterk te verminderen. Dit is vooralsnog een theoretisch concept, maar in bijvoorbeeld China wordt er heel serieus naar gekeken. Deze toepassing levert een rationele route naar commerciële fusie-energie.' ●

'Kernfusie heeft eigenlijk maar één nadeel: het is moeilijk'