

‘Een heel diep mysterie is niet gênant, dat is mooi’

Spinozapremiewinnaar Jan Zaanen over strepen in de quantumvloeistof

Zijn faam dankt Jan Zaanen, winnaar van een Spinozapremie, aan vreemde verschijnselen in supergeleiding: strepen en Cooper-paren. Maar hij is allang met andere dingen bezig. Zoals ‘een zwart gat op de labtafel’.

Door BRUNO VAN WAYENBURG

LEIDEN, 13 JUNI. Prof.dr. Jan Zaanen weet al waar hij de 1,5 miljoen euro van zijn NWO-Spinozapremie aan op gaat maken: twaalf briljante Chinezen. De gisteren bekroonde Leidse theoretisch natuurkundige zag het aan de Amerikaanse Stanford-universiteit, waar veel slimme Chinese onderzoekers komen. “Die stroom wil ik af gaan tappen”, zegt Zaanen. Het geld dat hij krijgt van de Nederlandse onderzoeksfinancier NWO is bedoeld voor de beste Nederlandse wetenschappers en moet binnen vijf jaar besteed worden aan onderzoek. “Mijn contacten in China zijn zeer enthousiast”, zegt de onderzoeker.

Zaanen (1957) dankt de Spinozapremie, en zijn tot in China reikende aantrekkingskracht, voor een groot deel aan een idee dat hij als net gepromoveerde natuurkundige in de jaren tachtig had: ‘stripes’, een soort zebra-strepen van elektrische lading die een rol lijken te spelen bij supergeleiding. Die supergeleiding is het verschijnsel, in 1911 ontdekt door faculteitsgenoot Heike Kamerlingh Onnes, waarbij stoffen als kwik bij afkoeling tot enkele graden boven het absolute nulpunt alle elektrische weerstand verliezen.

In 1986 ontdekten Zwitserse onderzoekers totaal onverwacht dat bepaalde keramische koperoxideverbindingen, normaal bekend als elektrische isolatoren, supergeleiding vertonen bij schijnbaar onmogelijk ‘hoge’ temperaturen. Een natuurkundige *hausse* was geboren: hoge temperatuur-supergeleiding. Al snel was de supergeleidingstemperatuur opgevoerd tot een ‘hete’ 140 graden boven het absolute nulpunt (nog altijd -133 graden Celcius). Supergeleiding bij kamertemperatuur leek binnen handbereik, met verliesloze stroomkabels en su-

perefficiënte zweeftreinen in het ver-schiet. De Nobelprijs voor de Zwitsers volgde ongewoon snel in 1987.

Maar de hoge verwachtingen kwamen niet uit. De spectaculaire temperatuur-stijging stakte en twintig jaar later is er nog altijd geen sluitende theoretische verklaring voor het fenomeen. Een paar zaken lijken wél zeker: cruciaal voor het nieuwe type supergeleiding zijn de laagjes van koperatomen in het kristal. De losse elektronen daarin kunnen paren vormen, ‘Cooper-paren’ geheten, naar de fysicus Leon Niels Cooper. Volgens de quantummechanica kunnen die paren op hun beurt opgaan in één collectief bewegend geheel, een ‘quantumvloeistof’ die ongehinderd door het kristalrooster stroomt. De supergeleiding is daarmee verklaard. Het raadsel blijft waarom en hoe de Cooper-paren ontstaan.

Mogelijk spelen hier Zaanens *stripes* een rol. Naar aanleiding van computersimulaties opperde Zaanen eind jaren tachtig dat de elektronen in de koperlaagjes zich ordenen in *stripes* of ‘strep-ten’, een soort parallelle polonaises van elektronen. Aanvankelijk werd het idee



Jan Zaanen (Foto NWO/Arie Wapenaar)

weinig serieus genomen, maar in 1995 werden in een experiment stilstaande stripes gedetecteerd, waarna de *Stripe Wars* uitbarstten, felle debatten over de Leidse ladingsslierten.

Hoe is de toestand aan het front van de stripe wars?

„Goed. Er zijn steeds sterkere experimentele resultaten die erop wijzen dat dat stripes in hoge temperatuur-supergeleiders razendsnel kronkelend ook een quantumvloeistof vormen, quantum stripes. Ik denk dat nu ongeveer de helft van de vakgenoten om is, en ik hoef nu geen reclame meer voor mijn idee te maken. Ik kan me nu meer gedragen als een soort elder statesman die waarschuwt voor de quantum-stripe-hype.

„Want nog altijd is niet duidelijk wat nu het verband is tussen stripes en Cooper-paren.”

Is het niet een beetje gênant dat zo'n prominent natuurverschijnsel na twintig jaar nog altijd geen echte verklaring heeft?

„Dat is niet gênant, dat is mooi. Hoge temperatuur-supergeleiding is een heel diep mysterie gebleken, dat prachtige ideeën heeft opgeleverd. Ook de oorsprong van het leven is nog altijd onduidelijk.”

Gaat het Spinoza-geld naar de stripes?

„Nauwelijks, mijn interesse voor stripes is eerlijk gezegd wat getaand. Het is nu aan de experimentele natuurkundigen om ze beter te onderzoeken. Ik heb versere ideeën om aan te werken.

„Bijvoorbeeld quantumkriticiteit, een combinatie van quantummechanica en de natuurkundige theorie van faseovergangen [zoals het magnetisch worden van ijzer bij dalende temperatuur, BvW]. Die combinatie leidt tot nieuwe, nog slecht begrepen ‘quantumkritische’ vloeistoffen. En die spelen misschien ook weer een rol in supergeleiders.

„Verder zijn er leuke overeenkomsten met andere vakgebieden, zoals de elementaire deeltjesfysica of de algemene relativiteitstheorie, Einsteins theorie van zwaartekracht en gekromde ruimte, en zwarte gaten. Sommige fenomenen in quantumvloeistoffen lijken gek genoeg precies op de wiskundige vergelijkingen van de algemene relativiteitstheorie. Sommige onderzoekers hebben het al over een modelmatig ‘zwart gat op de labtafel’. Misschien is de ‘donkere materie’, de mysterieuze onzichtbare stof in sterrenstelsels ook quantumvloeistof.”