



STEPHEN HAWKING.

'Mensen zijn misschien personages in een computerspel van aliens.'

'Een van de vele moeilijkheden was de paradox van het zwarte gat', doceert Sevrin. 'De befaamde Britse fysicus Stephen Hawking kaartte hem in de jaren zeventig aan. De relativiteitstheorie impliceert het bestaan van zwarte gaten, want als de thermonucleaire reacties in het hart van een ster stilvallen, klapt ze onder druk van haar eigen zwaartekracht in elkaar. Als de zon zou krimpen tot een diameter van minder dan drie kilometer wordt ze een zwart gat. Men veronderstelt dat in de melkweg een slapend zwart gat met een massa van 2,7 miljoen zonnen huist, wat nog altijd klein is naar galactische normen. Een essentieel element uit de kwantummechanica is dat er nooit iets verloren gaat. Als je een boek verbrandt, kan de kwantummechanica alle informatie die erin stond uit de rook halen. Voor zwarte gaten gold dat echter niet. Daarin bleek informatie verloren te gaan. Dat clashte zwaar met de kwantummechanica.'

EEN TUINSLANG IN EEN DIMENSIE

Hawking zocht zelf naar een oplossing voor deze paradox. Hij paste kwantummechanica toe op zwarte gaten. Zelfs in een vacuüm gebeuren 'dingen': kwantumfluctuaties waarbij deeltjes en antideeltjes eventjes samen verschijnen, maar bijna op hetzelfde moment weer verdwijnen. 'Een vacuüm is in feite heel levend', stelt Sevrin. 'Het feit dat wij bestaan, is een gevolg van kleine fluctuaties. Die komen overal voor, dus ook in de buurt van een zwart gat. Hawking toonde aan dat zulke fluctuaties daar in bepaalde omstandigheden kunnen uitmonden in straling. Maar deze Hawking-radiatie van een zwart gat is zo zwak dat ze niet kan worden waargenomen.'

Daarmee was de paradox niet weggevoerd. Er zit geen informatie in de Hawking-radiatie, dus was er nog altijd een conflict met de kwantummechanica. Het duurde tot de jaren tachtig voor er iets fundamenteel nieuws kwam: de snarentheorie (naar het Engelse *strings*), waarin deeltjes niet langer als punten in de ruimte, maar als trillende miniatuursnaren worden voorgesteld. De afmetingen van zo'n snaar verhouden zich tot een atoomkern als de kern zelf tot ons zonnestelsel — het is dus niet te verwonderen dat we geen snaren zien.

De theorie vloeide voort uit onderzoek naar de interacties tussen elementaire deeltjes, waarbij het principe van de causaliteit zich had opgedrongen. Een interactie werd in onze vierdimensionale ▶

Het heelal is een hologram

'Branen' zijn een verfijning van de snarentheorie die zwaartekracht en kwantummechanica met elkaar moet verzoenen. Ze schetsen een nieuw beeld van het ontstaan van het heelal.

'Een groot deel van de twintigste eeuw worstelden fysici met een frustrerend probleem', vertelt hoogleraar in de natuurkunde Alexander Sevrin van de Vrije Universiteit Brussel. 'De mooiste twee ontdekkingen in onze tak van de wetenschap konden niet met elkaar worden verzoend. Dat was verontrustend. De algemene relativiteits-

theorie met daarin de klassieke zwaartekracht bleek op geen enkele manier in overeenstemming te brengen met de zo succesvolle kwantummechanica.' Of met andere woorden: de fysica op grote schaal botste met de fysica van het allerkleinste. Het heelal leek gestuurd door andere wetten dan die welke de interacties tussen elementaire deeltjes bepalen.