

# Kan bewustzijn worden verklaard door kwantumfysica? Mijn onderzoek brengt ons een stap dichterbij het vinden ervan

Gepubliceerd: 19 juli 2021 19.08 uur CEST

Auteur

---



1.

[Cristiane de Morais Smith](#)

Hoogleraar Theoretische Natuurkunde, Universiteit Utrecht

Openbaarmakingsverklaring

---

Cristiane de Morais Smith ontvangt financiering van NWO.

Partners

---

[Bekijk alle partners](#)



Sommige wetenschappers geloven dat bewustzijn wordt gegenereerd door kwantumprocessen, maar de theorie moet nog empirisch worden getest. [vitstudio/Shutterstock](#)

Een van de belangrijkste open vragen in de wetenschap is hoe ons bewustzijn tot stand komt. In de jaren negentig, [lang voordat hij](#) in 2020 de Nobelprijs voor natuurkunde won voor zijn voorspelling van zwarte gaten, werkte natuurkundige Roger Penrose samen met anesthesioloog Stuart Hameroff om een ambitieus antwoord voor te stellen.

[Ze beweerden](#) dat het neuronale systeem van de hersenen een ingewikkeld netwerk vormt en dat het bewustzijn dat hierdoor wordt geproduceerd, moet voldoen aan de regels van de [kwantummechanica](#) - de theorie die bepaalt hoe kleine deeltjes zoals elektronen zich verplaatsen. Dit zou volgens hen de mysterieuze complexiteit van het menselijk bewustzijn kunnen verklaren.

Penrose en Hameroff stuiten op ongeloof. Kwantummechanische wetten blijken meestal alleen van toepassing te zijn bij [zeer lage temperaturen](#) . Kwantumcomputers werken momenteel bijvoorbeeld bij ongeveer  $-272\text{ }^{\circ}\text{C}$  . Bij hogere temperaturen neemt de klassieke mechanica het over. Aangezien ons lichaam op kamertemperatuur werkt, zou je verwachten dat het wordt beheerst door de klassieke natuurwetten. Om deze reden is de kwantumbewustzijnstheorie door veel wetenschappers [ronduit verworpen](#) – hoewel anderen [overtuigde aanhangers](#) zijn .

In plaats van dit debat aan te gaan, besloot ik de krachten te bundelen met collega's uit China, onder leiding van professor Xian-Min Jin aan de Shanghai Jiaotong University, om enkele principes te testen die ten grondslag liggen aan de kwantumtheorie van bewustzijn.

In [ons nieuwe artikel](#) hebben we onderzocht hoe kwantumdeeltjes kunnen bewegen in een complexe structuur zoals de hersenen, maar dan in een laboratoriumomgeving. Als onze bevindingen op een dag kunnen worden vergeleken met gemeten activiteit in de hersenen, kunnen we een stap dichterbij het valideren of verwerpen van de [controversiële theorie](#) van Penrose en Hameroff komen .

## **Hersenen en fractals**

Onze hersenen zijn samengesteld uit cellen die neuronen worden genoemd en waarvan wordt aangenomen dat hun gecombineerde activiteit bewustzijn genereert. Elk neuron bevat [microtubuli](#) , die stoffen naar verschillende delen van de cel transporteren. De Penrose-Hameroff-theorie van kwantumbewustzijn stelt dat microtubuli zijn gestructureerd in een [fractaal patroon](#) waardoor kwantumprocessen kunnen plaatsvinden.

Fractals zijn structuren die noch tweedimensionaal noch driedimensionaal zijn, maar in plaats daarvan een fractionele waarde daartussenin zijn. In de wiskunde komen fractals naar voren als [prachtige patronen](#) die zich oneindig herhalen, waardoor ontstaat wat schijnbaar onmogelijk is: een structuur met een eindige oppervlakte, maar een oneindige omtrek.

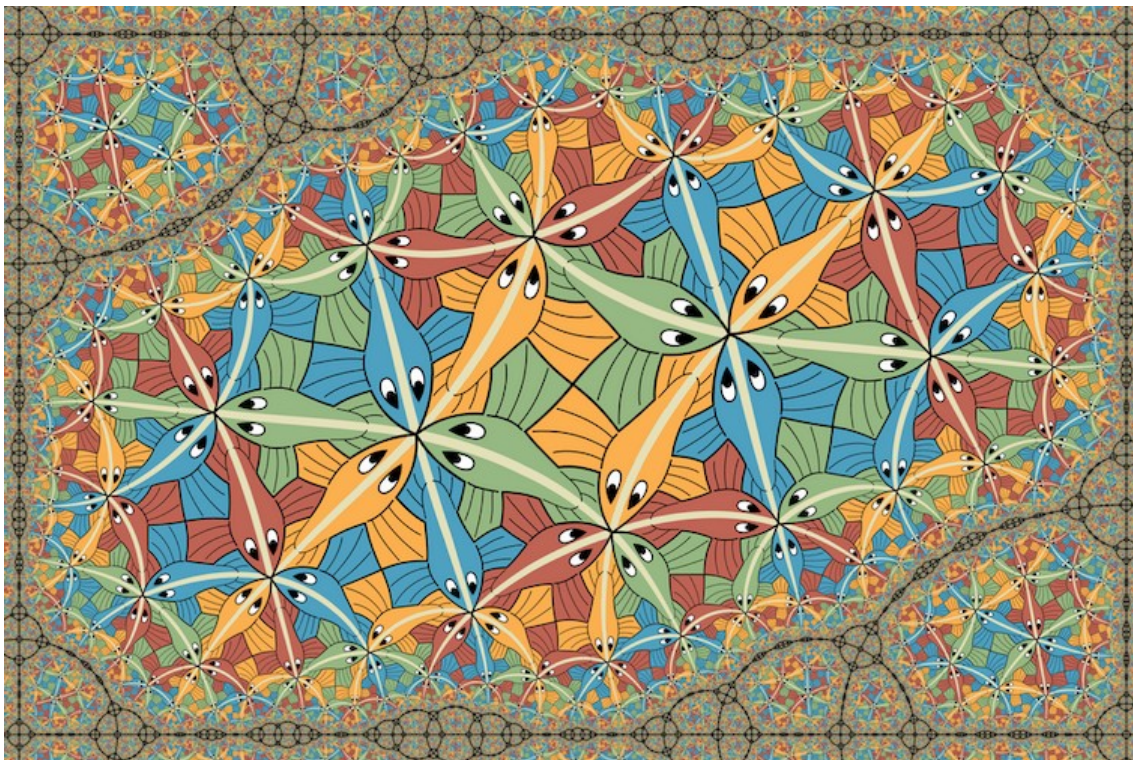
---

**[Lees meer: Explainer: wat zijn fractals?](#)**

---

Dit klinkt misschien onmogelijk om te visualiseren, maar fractals komen eigenlijk vaak voor in de natuur . Als je goed kijkt naar de roosjes van een bloemkool of de takken van een varen , zie je dat ze allebei uit dezelfde basisvorm bestaan die zich keer op keer herhaalt, maar op steeds kleinere schalen. Dat is een belangrijk kenmerk van fractals.

Hetzelfde gebeurt als je in je eigen lichaam kijkt: de structuur van je longen bijvoorbeeld is fractal, net als de bloedvaten in je bloedsomloop. Fractals komen ook voor in de betoverende zich herhalende kunstwerken van MC Escher en Jackson Pollock , en ze worden al tientallen jaren gebruikt in de technologie, zoals bij het ontwerpen van antennes . Dit zijn allemaal voorbeelden van klassieke fractals – fractals die zich houden aan de wetten van de klassieke fysica in plaats van aan de kwantumfysica.



Deze uitbreiding van Escher's Cirkellimiet III toont de fractale, herhalende aard ervan. [Vladimir-Bulatov/Deviantart](#) , [CC BY-NC-SA](#)

Het is gemakkelijk in te zien waarom fractals zijn gebruikt om de complexiteit van het menselijk bewustzijn te verklaren. Omdat ze oneindig ingewikkeld zijn, waardoor complexiteit kan ontstaan uit eenvoudige herhaalde patronen, zouden ze de structuren kunnen zijn die de mysterieuze diepten van onze geest ondersteunen.

Maar als dit het geval is, zou het alleen op kwantumniveau kunnen gebeuren, met kleine deeltjes die in fractale patronen binnen de neuronen van de hersenen bewegen. Daarom wordt het voorstel van Penrose en Hameroff een theorie van 'kwantumbewustzijn' genoemd.

## **Quantum bewustzijn**

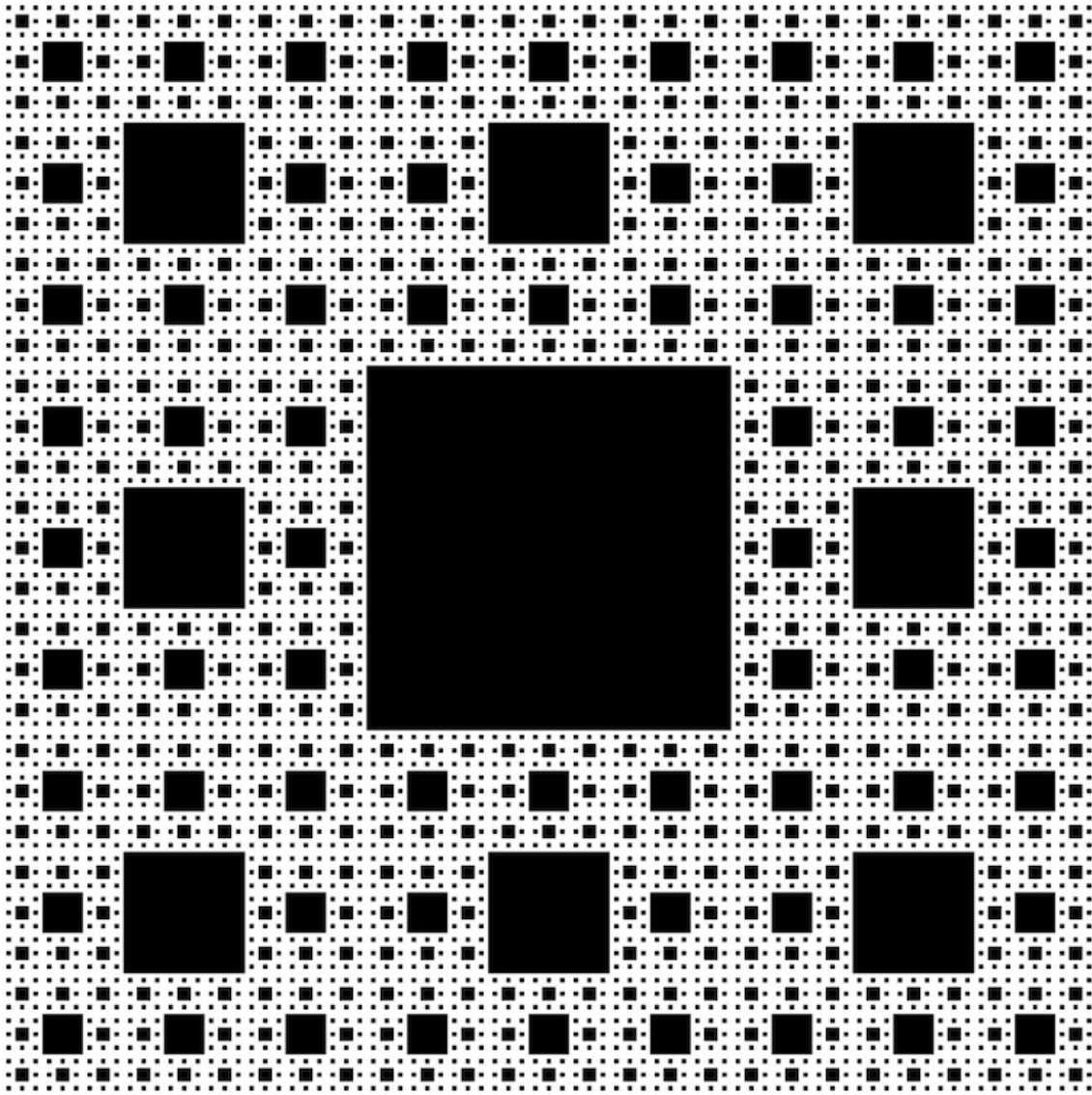
We zijn nog niet in staat om het gedrag van quantumfractals in de hersenen te meten – als ze al bestaan. Maar dankzij geavanceerde technologie kunnen we nu

kwantumfractals in het laboratorium meten. In recent onderzoek met een scanning tunneling microscope (STM) hebben mijn collega's in Utrecht en ik elektronen zorgvuldig in een fractalpatroon gerangschikt, waardoor een quantumfractal is ontstaan.

Toen we vervolgens de golffunctie van de elektronen maten, die hun kwantumtoestand beschrijft, ontdekten we dat ook zij leefden in de fractale dimensie die werd gedictieerd door het fysieke patroon dat we hadden gemaakt. In dit geval was het patroon dat we op kwantumschaal gebruikten de Sierpiński-driehoek, een vorm die ergens tussen eendimensionaal en tweedimensionaal in ligt.

Dit was een opwindende bevinding, maar STM-technieken kunnen niet onderzoeken hoe kwantumdeeltjes bewegen - wat ons meer zou vertellen over hoe kwantumprocessen in de hersenen kunnen plaatsvinden. Dus in ons laatste onderzoek gingen mijn collega's van de Shanghai Jiaotong University en ik nog een stap verder. Met behulp van ultramoderne fotonica-experimenten konden we de kwantumbeweging die binnen fractals plaatsvindt in ongekend detail onthullen.

We hebben dit bereikt door fotonen (lichtdeeltjes) te injecteren in een kunstmatige chip die nauwgezet is ontworpen tot een kleine Sierpiński-driehoek. We injecteerden fotonen aan het uiteinde van de driehoek en keken hoe ze zich door de fractale structuur verspreidden in een proces dat kwantumtransport wordt genoemd. Vervolgens herhaalden we dit experiment op twee verschillende fractale structuren, beide in de vorm van vierkanten in plaats van driehoeken. En in elk van deze structuren hebben we honderden experimenten uitgevoerd.



We hebben ook experimenten uitgevoerd op een vierkante fractal, het Sierpiński-tapijt. [Johannes Rossel/wikimedia](#)

Onze waarnemingen van deze experimenten laten zien dat kwantumfractals zich eigenlijk op een andere manier gedragen dan klassieke fractals. We ontdekten met name dat de verspreiding van licht over een fractal wordt beheerst door andere wetten in het kwantumgeval dan in het klassieke geval.

Deze nieuwe kennis van kwantumfractals zou de basis kunnen vormen voor wetenschappers om de theorie van kwantumbewustzijn experimenteel te testen. Als kwantummetingen op een dag uit het menselijk brein worden gehaald, kunnen ze worden vergeleken met onze resultaten om definitief te beslissen of bewustzijn een klassiek of een kwantumfenomeen is.

Ons werk kan ook diepgaande implicaties hebben op alle wetenschappelijke gebieden. Door kwantumtransport in onze kunstmatig ontworpen fractale structuren te onderzoeken, hebben we misschien de eerste kleine stappen gezet naar de eenwording van natuurkunde, wiskunde en biologie, die ons begrip van de wereld om ons heen en de wereld die in ons hoofd bestaat enorm zou kunnen verrijken.

