

## Nobelprijs natuurkunde 2020 voor zwarte gaten

Roger Penrose, Reinhard Genzel en Andrea Ghez hebben de Nobelprijs voor de natuurkunde gewonnen. Penrose ontdekte als eerste dat de singulariteiten die zich binnenin zwarte gaten bevinden ook daadwerkelijk kunnen ontstaan. Genzel en Ghez toonden aan dat het centrum van ons eigen Melkwegstelsel zo'n zwart gat moet bevatten.



---

Afbeelding: Een zwart gat. Een artist's impression van een zwart gat. Afbeelding: NASA.

### Singulariteiten

Dat zwarte gaten volgens de relativiteitstheorie van Einstein kunnen bestaan, was al sinds de vroege 20e eeuw bekend. Karl Schwarzschild schreef in 1915 als eerste op hoe een dergelijk allesverslindend object volledig binnen de wetten van Einstein in te passen was, en hoe de ruimtetijd rond zo'n zwart gat gekromd moest zijn. Wat daarmee echter nog niet was

aangetoond, was dat zwarte gaten ook kunnen *ontstaan*. Is het ook mogelijk om een ruimte zonder zwart gat zo te vervormen dat uiteindelijk een ruimte mét zwart gat overblijft?

Dat lag nog niet helemaal voor de hand, want uit Schwarzschild's oplossing bleek dat zwarte gaten in hun midden een *singulariteit* hebben, een plek waar ruimte en tijd volkomen uit elkaar gerukt worden, en waar die ruimtetijd dus als het ware stuk is. Is het mogelijk om te beginnen met het vervormbare, gladde 'rubber' van de ruimtetijd zónder een zwart gat, en daarin – letterlijk – een gat te laten ontstaan?

Of Einsteins vergelijkingen dat proces ook toelieten, was lange tijd onduidelijk. Pas in 1965 wierp Roger Penrose licht op de zaak, toen hij wiskundig aantoonde dat singulariteiten daadwerkelijk gevormd kunnen worden – en, sterker nog, dat ze zelfs onherroepelijk móeten ontstaan als je in een bepaalde ruimte maar voldoende materie probeert te proppen. Het werk van Penrose werd nog op allerlei manieren uitgebreid, waarbij bijvoorbeeld ook Stephen Hawking een belangrijke rol speelde, en leidde tot het besef in de natuurkundegemeenschap dat zwarte gaten daadwerkelijk iets waren waarnaar we in ons eigen heelal konden en moesten zoeken.

## Snelle sterren

Maar ja, hoe vind je een zwart gat? Zwarte gaten zijn zó zwaar en compact dat ze zelfs geen licht kunnen uitstralen – vandaar ook de naam – en dus kun je ze niet makkelijk in een telescoop ontwaren. Het zou na de ontdekkingen van Penrose nog ruim 50 jaar duren voordat we daadwerkelijk een zwart gat konden *zien*: aan [de eerste foto van een zwart gat](#) hebben we vorig jaar uitgebreid aandacht besteed op deze website. Daarnaast kunnen we sinds enkele jaren ook de [zwaartekrachtgolven opvangen](#) die een zwart gaten uitzenden als ze met elkaar of met andere zware objecten botsen. Dat laatste onderzoek was twee jaar geleden al [goed voor een Nobelprijs](#).

De directe waarnemingen van zwarte gaten zijn dus heel recent, maar langs indirecte weg konden natuurkundigen al veel eerder vaststellen dat zwarte gaten daadwerkelijk in ons

heelal voorkomen. De kern van ons eigen Melkwegstelsel is namelijk zo zwaar en klein dat daar wel een zwart gat móét zijn. Dat zwarte gat zelf zie je niet – zelfs de Event Horizon Telescope die de eerste zwartgafoto produceerde heeft daar nog steeds een flinke kluif aan – maar je kunt wel waarnemen wat er in de buurt gebeurt.

Dat was precies wat de onderzoeksgroepen van Reinhard Genzel en Andrea Ghez deden. Ze richtten hun telescopen op het centrum van onze Melkweg, en bestudeerden daar de snelheden van sterren. Die sterren bleken allemaal met gigantische snelheid rond een centraal punt te bewegen – zo snel en in zulke kromme banen dat niet alleen precies bepaald kon worden waar dat punt was, maar ook hoe zwaar het object moest zijn dat voor die aantrekking zorgt. De conclusie was onontkomelijk: daar moest wel een zwart gat staan! Wat Penrose op theoretische gronden had voorspeld, bleek zich daadwerkelijk aan de hemel af te spelen.

## Op naar Stockholm?

Zowel de theoretische als de praktische ontdekking van het bestaan van zwarte gaten is natuurlijk zeer Nobelprijswaardig. En dus ligt het voor de hand dat Penrose, Genzel en Ghez in december naar Stockholm mogen afreizen om de welverdiende prijs uit handen van de Zweedse koning te ontvangen. Hoewel... We bevinden ons natuurlijk in het midden van een pandemie die reizen en het organiseren van bijeenkomsten erg lastig maakt.

Het Nobelcomité heeft dus besloten om de uitreiking van de prijzen, dit jaar op 10 december, als online event te organiseren. Maar niet getreurd: de winnaars zijn ook alvast uitgenodigd voor de eerstvolgende Nobelceremonie, hopelijk in december 2021, waar ze de Zweedse koning – als dat tegen die tijd ook weer kan – alsnog de hand mogen schudden.