

Das erste Bild eines Schwarzen Lochs

Kann man ein Schwarzes Loch, das per Definition keine Strahlung ausstrahlt, in einem Bild festhalten? Eigentlich nicht. Doch man kann den Schatten abbilden, den es aufgrund seiner enormen Masse erzeugt. Genau dieses Kunststück gelang nun erstmals einer internationalen Kooperation. Die Wissenschaftler synchronisierten dazu acht Radioteleskope auf der ganzen Welt.

Mit seiner allgemeinen Relativitätstheorie hat Albert Einstein vor hundert Jahren unsere Vorstellungen von Raum, Zeit und Gravitation revolutioniert. Eine Konsequenz dieser Theorie ist die Existenz von Schwarzen Löchern. Dabei handelt es sich um massereiche Himmelskörper, welche die Raumzeit in ihrer unmittelbaren Umgebung so stark krümmen, dass nicht einmal Licht entweichen kann. Alles, was sich innerhalb des sogenannten Ereignishorizonts eines Schwarzen Lochs abspielt, entzieht sich somit unserer Beobachtung.

Unglaubliche Masse auf kleinstem Raum

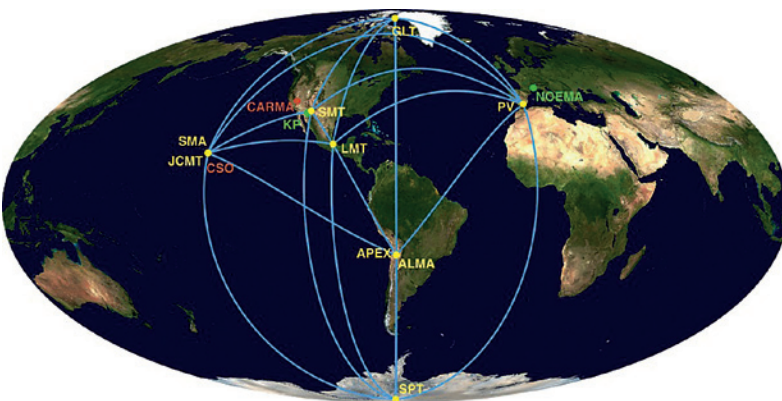
Schwarze Löcher sind extreme Objekte, die eine unglaubliche Masse auf kleinstem Raum vereinigen. Dadurch beeinflussen sie ihre direkte Umgebung: Neben der starken Krümmung der Raumzeit wird auch das umgebende Material so stark aufge-

heizt, dass es zu leuchten anfängt. Die allgemeine Relativitätstheorie sagt nun voraus, dass die aufgeheizte Materie den stark gekrümmten Bereich der Raumzeit ausleuchtet und damit zum Auftreten eines dunklen Schattens führt, den man mit einem entsprechend auflösungsstarken Radioteleskop von der Erde aus direkt beobachten kann.

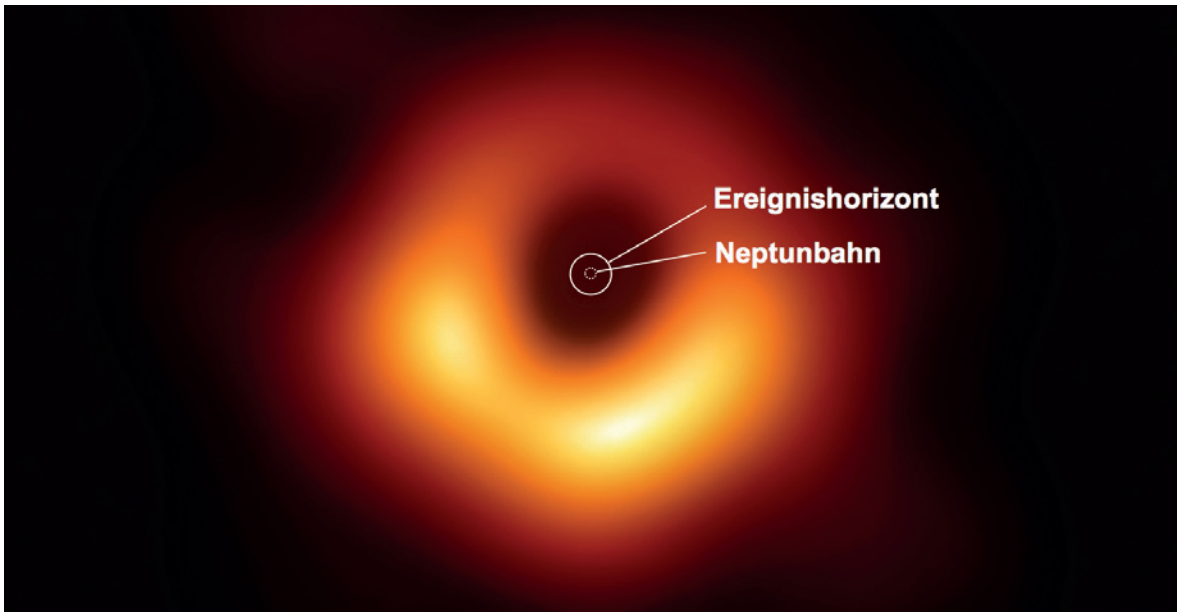
Gewaltige Herausforderung

Theoretische Berechnungen zeigen allerdings, dass man den Schatten des Ereignishorizonts auch bei einem supermassiven Schwarzen Loch nur direkt erkennen kann, wenn man weit auseinanderliegende Radioteleskope auf verschiedenen Kontinenten miteinander zu einem grossen Beobachtungsinstrument verknüpft (s. dazu Artikel S. 6). Mit dem sogenannten Event Horizon Telescope (EHT) gelang einer internationalen Kooperation nun genau dieses Kunststück: Die über 200 beteiligten Forscher verbanden acht bodengebundene Radioteleskope auf Hawaii, in der chilenischen Atacamawüste, in der Antarktis, in Mexiko, Arizona und Südspanien so miteinander, dass ein Teleskop fast so gross wie die Erde entstand.

Die acht Radioteleskope mussten während der Messungen mit Hilfe von sehr präzisen Uhren genau synchronisiert werden, damit die Messsignale am Ende zu einem einzigen Bild zusammengefügt werden konnten. Anschliessend mussten die Wissenschaftler über zwei Jahre hinweg gewaltige Datenmengen verarbeiten und danach die Ergeb-



Dank dem Zusammenschluss von Radioteleskopen auf der ganzen Welt gelang es, ein astronomisches Beobachtungsgerät zu schaffen, das fast so gross ist wie die Erde.



Zwei Jahre harte Arbeit waren nötig, um dieses Bild zu erzeugen. Es zeigt den Schatten, der sich rund um das supermassive Schwarze Loch in unserer Nachbargalaxie Messier 87 bildet. Mit seinen 6,5 Milliarden Sonnenmassen handelt es sich um ein besonders massereiches Objekt. Zur Illustration ist im Bild auch der berechnete Ereignishorizont eingezeichnet sowie – als Grössenvergleich – die Umlaufbahn des Planeten Neptun.

nisse mit Tausenden von Modellsimulationen vergleichen, um die Übereinstimmung mit den Voraussagen der Relativitätstheorie zu prüfen.

Am 10. April war es dann soweit: An einer Presskonferenz, die gleichzeitig an sechs Standorten durchgeführt wurde, präsentierten die Wissenschaftler mit grossem Stolz zum ersten Mal überhaupt einen klaren Blick auf ein supermassives Schwarzes Loch, das sich im Zentrum der 55 Millionen Lichtjahre entfernten Nachbargalaxie Messier 87

befindet. Besonders erfreut sind die Forscher, dass es ihnen gelungen ist, komplexe astronomische Beobachtungen und theoretische Interpretationen schneller als erwartet zum erhofften Erfolg zu bringen. Dabei zeigte sich, dass die Beobachtungen sehr gut mit den theoretischen Voraussagen übereinstimmen.

Eigentlich hatten die Forscher zunächst ein anderes supermassives Schwarzes Loch im Visier, nämlich Sagittarius A* im Zentrum unserer Milchstrasse. Allerdings ist dieses Objekt für die direkte Beobachtung schwerer zugänglich, denn es ist in einem dichten Nebel aus geladenen Teilchen verborgen, was zu einem Flimmern der Radiostrahlung und damit zu unscharfen Bildern führt. Doch die Wissenschaftler sind zuversichtlich, dass sie es in absehbarer Zeit schaffen werden, auch dieses Objekt ins rechte Bild zu rücken.

Felix Würsten

Weitere Informationen unter <https://eventhorizontelescope.org>



Zum Event Horizon Telescope gehört auch das Atacama Large Millimeter/submillimeter Array (ALMA), das derzeit grösste Radioteleskop der Welt in der chilenischen Atacama-Wüste, mit seinen 66 hochempfindlichen Antennen.