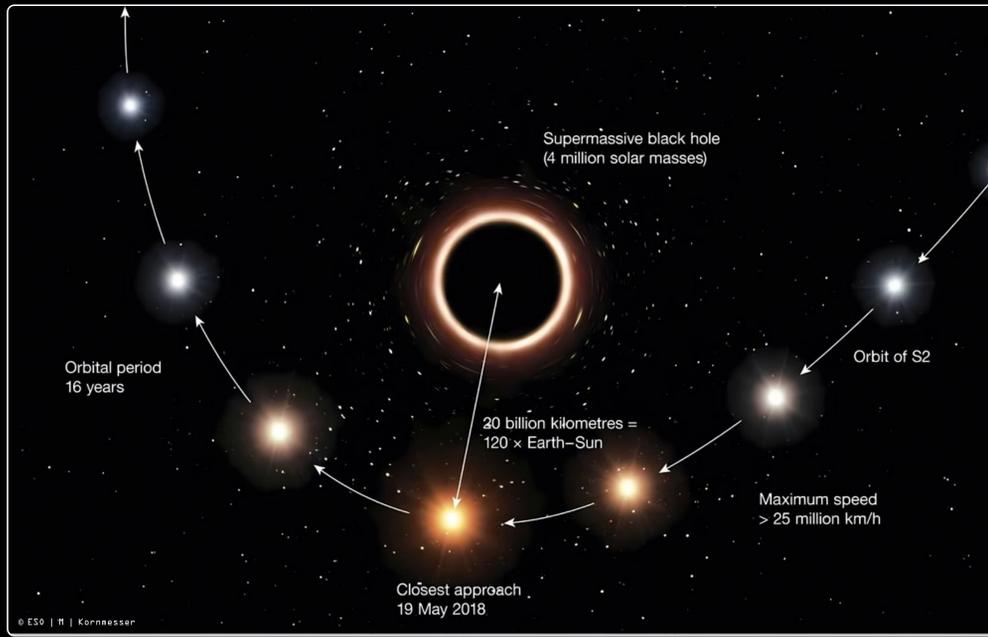


SCHWARZE LÖCHER

Schwarze Löcher sind die extremsten Objekte unseres an Extremen durchaus nicht armen Universums. Alles, was sich innerhalb des sogenannten »Ereignishorizonts« rund um ein Schwarzes Loch befindet, bleibt wegen dessen schwindelerregender Gravitationskraft für immer gefangen. Selbst Licht kann einem Schwarzen Loch nicht entweichen. Schwarze Löcher können entstehen, wenn massereiche Sterne ihren Brennstoff aufgebraucht ha-

ben (siehe auch Stele [Sterne]) – sie kollabieren, und im Zentrum bildet sich ein Schwarzes Loch. Noch spektakulärer sind die »supermassereichen« Schwarzen Löcher, die im Zentrum der meisten Galaxien zu finden sind – einschließlich unserer eigenen Milchstraße. Sie können Millionen oder sogar Milliarden Male massereicher sein als unsere Sonne!



Bewegung des Sterns S2 im Zentrum der Milchstraße

WIE KÖNNEN SCHWARZE LÖCHER »SICHTBAR« GEMACHT WERDEN?

Die Gravitationskraft eines supermassereichen Schwarzen Lochs wirkt sich auf die Bewegung von Sternen und Gas innerhalb der Galaxie aus (siehe oberes Bild). Und genau über diese Bewegungen ist ein solches Objekt auch von zwei Wissenschaftlerteams zweifelsfrei nachgewiesen worden. Die Forschenden um den Deutschen Reinhard Genzel und die US-Amerikanerin Andrea Ghez maßen die Geschwindigkeit von Sternen in der Nähe des Schwarzen Lochs im Zentrum unserer Milchstraße – mit bisher unerreichter Genauigkeit. Der Befund war eindeutig. Für die hohen Geschwindigkeiten und die über mehrere Jahre lang beobachtete Annäherung der Sterne an das Zentrum gab es nur eine Erklärung: eine riesige Masse, die auf einen äußerst kleinen Bereich konzentriert sein muss. Das war exakt der Befund für ein Schwarzes Loch. Dieser wissenschaftliche Durchbruch wurde mit dem Nobelpreis für Physik 2020 ausgezeichnet. Supermas-

sereiche Schwarze Löcher – obwohl ihrer Natur nach nicht sichtbar – können aber auch regelrecht »abgebildet« werden, und zwar durch die Beobachtung ihres Schattens. Die heiße Scheibe aus Materie, die ein solches Schwarzes Loch umgibt, leuchtet nämlich hell. Vor diesem strahlenden Hintergrund erscheint ein Schwarzes Loch, als würde es einen Schatten werfen. Eine der bemerkenswertesten astronomischen Aufnahmen, die jemals gemacht wurden, zeigt den Schatten eines Schwarzen Lochs mit 6,5 Milliarden Sonnenmassen (siehe unteres Bild). Es befindet sich im Zentrum von Messier 87, einer elliptischen Galaxie, die etwa 55 Millionen Lichtjahre von der Erde entfernt ist. Für diese Messung wurden Radioteleskope auf der ganzen Welt miteinander verbunden, so dass sie mit der Genauigkeit eines Teleskops von der Größe unseres gesamten Planeten funktionierten.

Schatten des Schwarzen Lochs
© EHT Collaboration



SCHWARZE LÖCHER

SCHWARZE LÖCHER ALS KOSMISCHE TEILCHENBESCHLEUNIGER

Während ein supermassereiches Schwarzes Loch unerbittlich Gas, Staub und ganze Sterne verschlingt, wird ein Teil der Energie, die in diesem Höllenfeuer freigesetzt wird, in Form von hochenergetischen Materieströmen ausgespien. Dabei werden auch geladene Teilchen beschleunigt, und bei deren gegenseitigen Stößen entstehen Neutrinos. Tatsächlich wurden im letzten Jahr hochenergetische Neutrinos aus dem Zentrum der Galaxie Messier 77 nachgewiesen: ein Beweis, dass supermassereiche Schwarze Löcher auch als gigantische Teilchenbeschleuniger fungieren.



© DESY | Science Communication Lab

Herz der Finsternis: Blick auf die Akkretionsscheibe um das supermassereiche Schwarze Loch mit einem energiereichen Materiestrom, der nach oben von der Scheibe wegschießt. Die extreme Masse des Schwarzen Lochs krümmt die Raumzeit derart, dass ein Bild der abgewandten Seite über und unter dem Schwarzen Loch sichtbar wird.



© DESY | Science Communication Lab

Kommt ein Stern einem supermassiven Schwarzen Loch zu nahe, wird er durch Gezeitenkräfte zerrissen. Rund die Hälfte der Trümmer des zerrissenen Sterns wurden gleich wieder ins All zurückgeschleudert, während der Rest eine hell strahlende Akkretionsscheibe um das zentrale supermassereiche Schwarze Loch gebildet hat. Ein kräftiger, zentraler Antrieb in der Nähe der Akkretionsscheibe schleudert dabei schnelle subatomare Teilchen ins All.



ESO | Paris Lodron
Graz | Graz | Graz

PROWI
Potsdam

GEFÖRDERT VOM



Eine Initiative des Bundesministeriums
für Bildung und Forschung

Wissenschaftsjahr 2023

unser
UNIVERSUM