

Der Schwarzschildradius

Schwarze Löcher sind kugelförmige Gebiete im Weltall, die eine sehr große Anziehungskraft haben. Sie sind Objekte, die keine Oberfläche haben wie ein Stern oder ein Planet. Dennoch kann man einen Rand dieser kugelförmigen Gebiete sehen.

Innerhalb dieses Randes gibt es einen noch kleineren Radius, ab dem aus dem Schwarzen Loch nichts mehr hinaus gelangen kann. Nicht einmal Licht. Alles, was diese Grenze überquert und hineingelangt, ist verschwunden. Daher auch die treffende Bezeichnung „Schwarzes Loch“. Dieser Abstand, ab dem dem Schwarzen Loch nichts mehr entweichen kann, heißt Schwarzschildradius r_s (benannt nach dem Wissenschaftler Karl Schwarzschild).

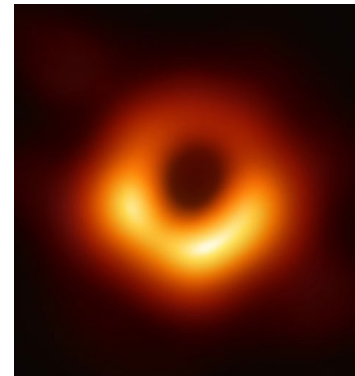


Abb. 1: Erstes Bild eines Schwarzen Lochs - das supermassereiche Schwarze Loch im Zentrum der Galaxie Messier 87. (10. April 2019)
<https://www.eso.org/public/images/eso1907a/>

- a) Wie groß wäre der Schwarzschildradius r_s deiner Kugel, wenn du ein Schwarzes Loch (mit deiner Masse) wärst?

Im folgenden Artikel sind einige Informationen gegeben, die dir weiterhelfen.

Kleine und große Schwarze Löcher im Weltraum

Im Zentrum unserer Galaxie, der Milchstraße, sitzt ein gigantisches Schwarzes Loch. Astronomen bezeichnen es als supermassereich, oder auch supermassiv, da seine Masse 4,3 Millionen Sonnenmassen beträgt, also 4,3 Millionenmal der Masse unserer Sonne ($2 \cdot 10^{30}$ kg) entspricht. Sein Radius r_s beträgt 12,9 Millionen km. Unter all den supermassereichen Schwarzen Löchern – von denen man annimmt, dass sich im Zentrum jeder Galaxie eines befindet – ist es aber eher ein kleiner, „leichter“ Vertreter. Gängige Massen dieser Schwarzen Löcher liegen im Bereich vom Millionen- bis Milliardenfache der Sonnenmasse.

Die kleineren Geschwister sind die sogenannten stellaren Schwarzen Löcher. Sie besitzen für gewöhnlich 5 bis 15 Sonnenmassen. Sie entstehen, wenn ein massereicher Stern das Ende seines Lebenszyklus erreicht und in einer gleißend

hellen Explosion seine Hüllen abwirft. Der zurückbleibende Kern kollabiert zu einem Schwarzen Loch. In unserer Milchstraße gibt es nach Hochrechnungen mehr als 10000 stellare Schwarze Löcher.

1972 wurde Cygnus X-1 entdeckt. Es war der erste Kandidat für ein tatsächlich existierendes Schwarzes Loch. Es besitzt 15 Sonnenmassen und hat einen Radius r_s von 45 km. Das Schwarze Loch XTE J1118+480, das uns räumlich am nächsten ist, liegt 6200 Lichtjahre entfernt. Mit seinen 7 Sonnenmassen hat es einen Radius r_s von 21 km. Es gibt aber unbestätigte Kandidaten, die uns noch näher sind. Das kleinste beobachtete Schwarze Loch überraschte die Forscher im Jahr 2019 sehr, da es mit 3,3 Sonnenmassen und einem Radius r_s von 9,9 km die untere Grenze herabsetzte und nun wohl eine neue Klasse, die „massearmen Schwarzen Löcher“, eröffnet werden muss.

- b) Welchen Schwarzschildradius r_s hätte unsere Erde (unsere Sonne, ein anderer Planet aus unserem Sonnensystem, ...), wenn sie ein Schwarzes Loch wäre? Schau ihre Masse in einem Tafelwerk oder im Internet nach.