

## Neutronensterne

Sterne mit wenigen Sonnenmassen werden am Ende ihrer Lebenszeit zu Roten Riesen, bei denen im Zentrum Helium zu Kohlenstoff und nur noch in der Hülle Wasserstoff zu Helium fusioniert wird. Wegen der Kernfusion in der Hülle dehnen sich diese Sterne auf Hunderte von Millionen km aus. Nach Abstoßen der Hülle verbleibt ein kompakter Stern von maximal 1,4 Sonnenmassen, in dem keine Kernfusion mehr stattfindet: solche Sterne nennt man weiße Zwerge. Sie sind nur noch einige Erdradien groß und haben eine extern hohe Dichte.

# Neutronensterne

Bleibt nach Abstoßen der Hülle eines Roten Riesen ein Stern mit mehr als 1,5 Sonnenmassen zurück (dazu muss der Ausgangssterne mindestens 8 Sonnenmassen besessen haben), beginnt er mit Sauerstoff- und Siliziumbrennen. Am Ende kontrahiert er weiter und wird zu einem Neutronenstern. Dessen Kern besteht aus Neutronen und hat eine Dichte von bis zu  $8 \cdot 10^{17} \text{ g/cm}^3$ . Neutronensterne haben eine Masse zwischen einer und zwei Sonnenmassen und einen Radius zwischen 10 und 12 km.

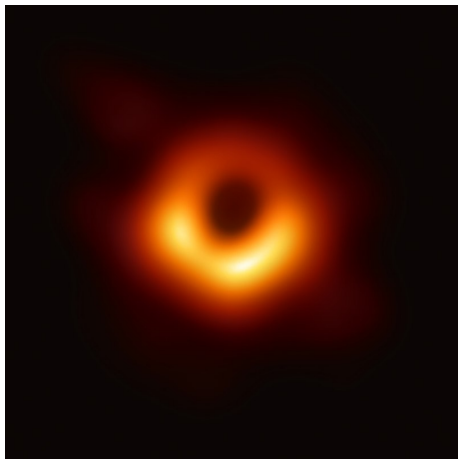
Neutronensterne

# Schwarze Löcher

Bleibt nach dem Abstoßen der Hülle eines Roten Riesen ein Stern mit mehr als 3 Sonnenmassen zurück, dann kann er sich gegen die Gravitation nicht mehr wehren: Der Stern kollabiert zu einem Schwarzen Loch. Dieses krümmt die Raumzeit in seiner Umgebung so stark, dass es aus seinem Innern keinen Weg mehr nach außen gibt: Selbst Licht kann einem schwarzen Loch nicht mehr entkommen.

# Schwarze Löcher

Rekonstruiertes Bild des Schwarzen Lochs im Zentrum von M87:



Bevor der Reststern zu einem schwarzen Loch wird, kommt es zu einer Supernova.

Supernova

# Schwarze Löcher

Massereiche Sterne produzieren in ihrem Innern schwere Elemente, Kohlenstoff, Stickstoff, Sauerstoff, Silizium, Eisen und vieles andere mehr. Ohne Neutrinos würden diese Elemente bei einer Supernova im Kern der Sterne bleiben. Dadurch könnten sich keine Sterne mit erdähnlichen Planeten bilden, und Leben wäre undenkbar. Ohne die Neutrinos gäbe es uns nicht.

Neutrinos