

Black Holes



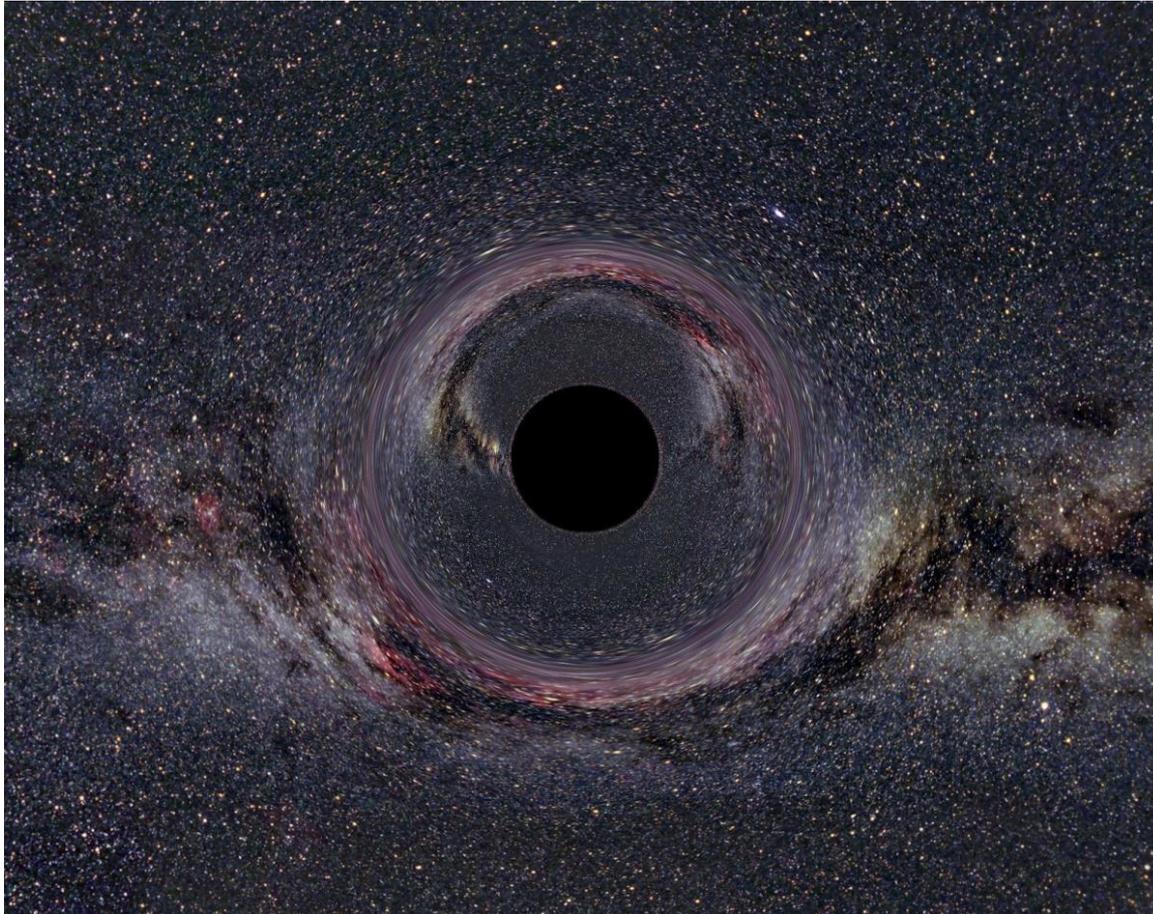
Schwarze Löcher

Verlieren die USA ihre Führung in der
Hochenergieforschung?

Black Holes

Will the US lose their leadership in
high-energy research?

Black Holes

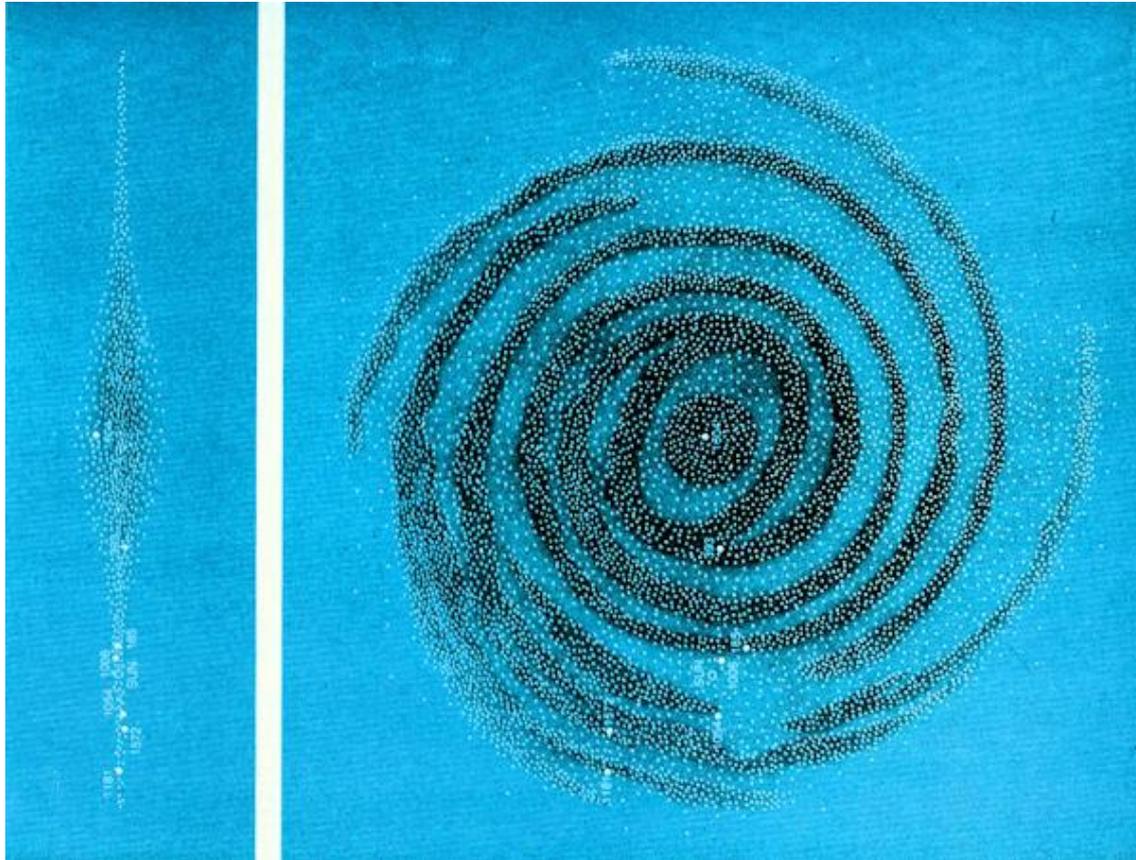


Simuliertes
Schwarzes Loch
von
10 Sonnenmassen
aus 600 km
Abstand vor dem
Hintergrund der
Milchstraße.

Die Erde befindet
sich in einer
Entfernung von
10000 Lichtjahren

10^{17} vs 10^3 km

Black Holes



Die Milchstraße: \varnothing 100 000 Lichtjahre = 10^{18} km

Black Holes

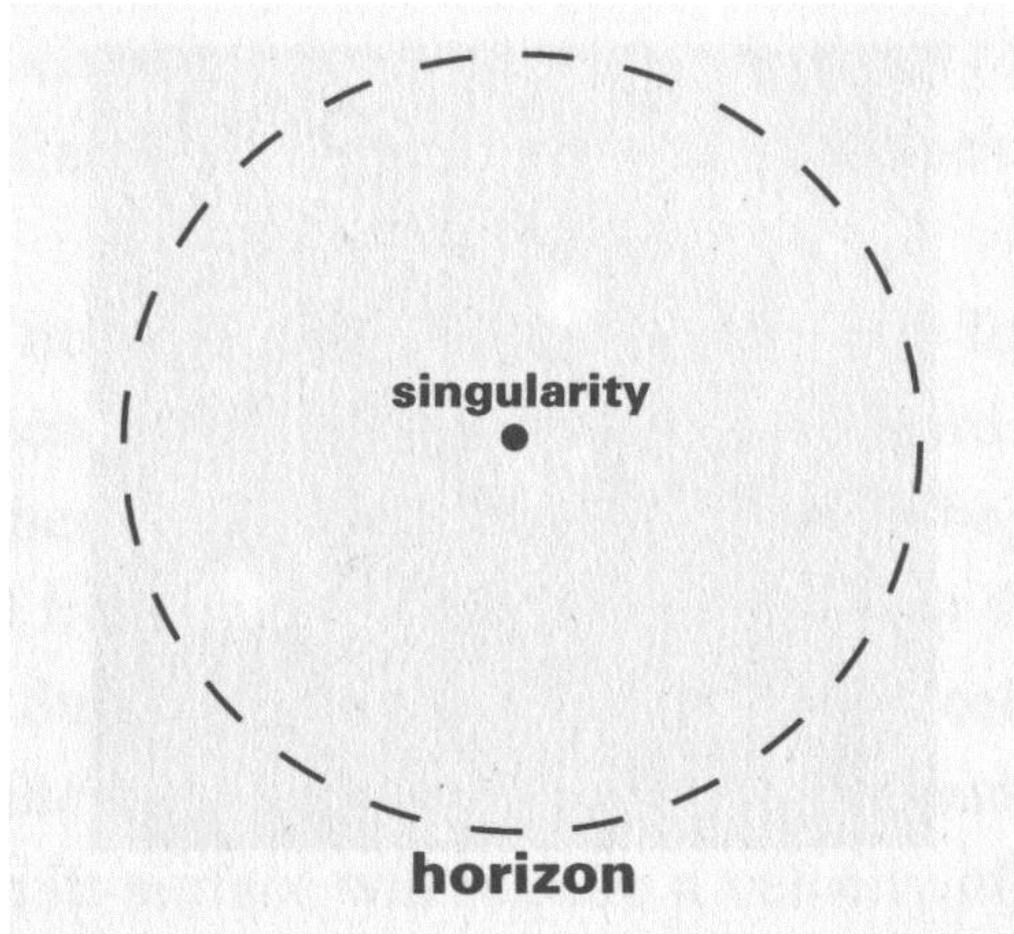


Reverend John Michell postulierte 1783 astronomische Objekte, bei denen die Schwerkraft so groß ist, dass kein Licht entweichen kann und sie somit dunkel sind

John Wheeler prägte 1967 die Bezeichnung schwarzes Loch und erklärte deren Existenz mit der allgemeinen Relativitätstheorie Einsteins

Die einfachste Form ist das ungeladene, nichtrotierende SL. Es wird beschrieben durch den Ereignishorizont mit dem Schwarzschild-Radius der proportional zur Masse des SL ist

Black Holes



Black Holes



Reverend John Michell postulierte 1783 astronomische Objekte, bei denen die Schwerkraft so groß ist, dass kein Licht entweichen kann und sie somit dunkel sind

John Wheeler prägte 1967 die Bezeichnung schwarzes Loch und erklärte deren Existenz mit der allgemeinen Relativitätstheorie Einsteins

Die einfachste Form ist das ungeladene, nichtrotierende SL. Es wird beschrieben durch den Ereignishorizont mit dem Schwarzschild-Radius der proportional zur Masse des SL ist

SL können nur indirekt aus Sternbewegungen nachgewiesen werden

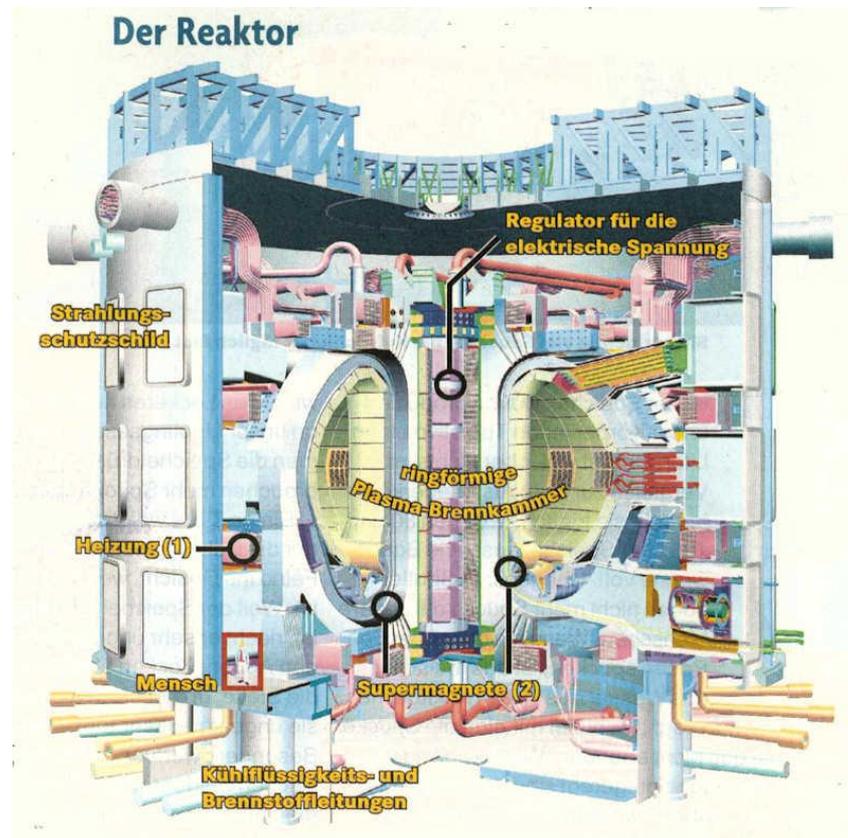
Black Holes



Wird die Sonne zu einem schwarzes Loch?

Die Sonne befindet sich im Wasserstoff-Helium-Zyklus noch etwa 10 Millionen Jahre

Black Holes



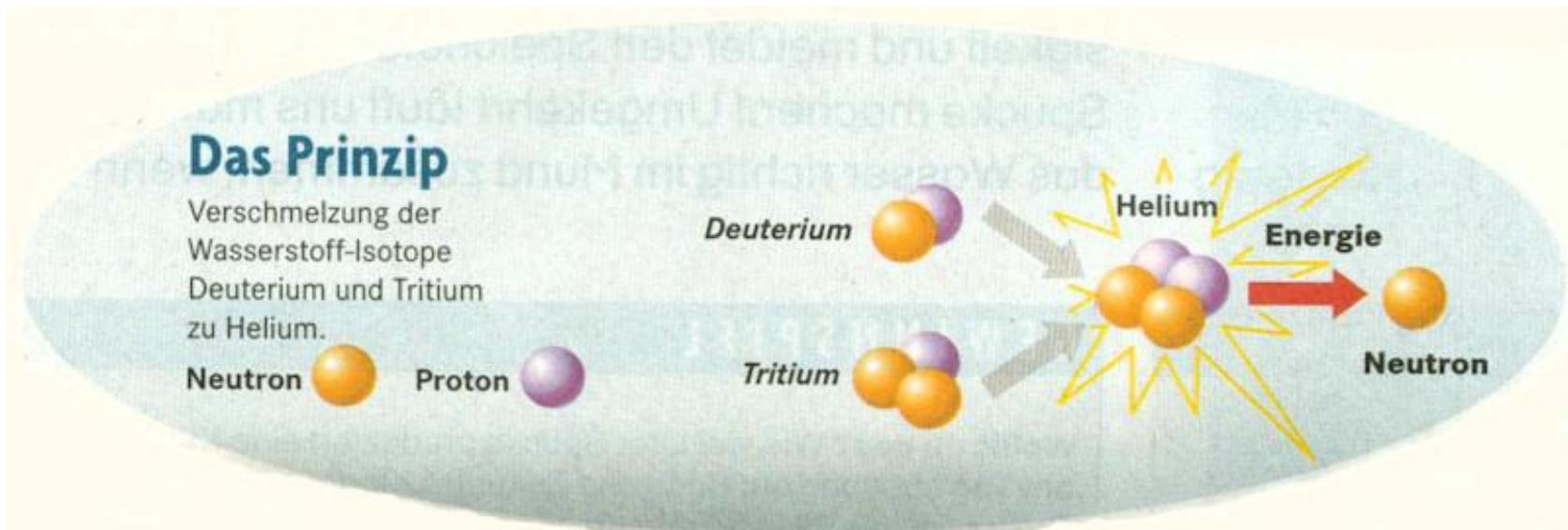
ITER (Caderache, FR): $5,3 \cdot 10^9$ nun 10^{10} €

International Thermonuclear Experimental Reactor

Black Holes

In der Sonne reicht unter dem hohen Druck der Gravitation zur Kernfusion eine Temperatur von 15,6 Millionen $^{\circ}\text{C}$

Im ITER pressen Magnetfelder das Plasma zusammen, doch selbst bei mehreren 100 Millionen $^{\circ}\text{C}$ kommt es zu keinem Proton-Proton Zyklus. Verschmelzung von D und T:



Black Holes



Wird die Sonne zu einem schwarzes Loch?

Die Sonne befindet sich im Wasserstoff-Helium-Zyklus noch etwa 10 Millionen Jahre

Anschließend wird daraus durch Abkühlung der Hülle ein Roter Riese mit einer Energieerzeugung durch den Helium-Kohlenstoff/Sauerstoff Zyklus für wenige Millionen Jahre

Der Kern schrumpft durch Gravitation zum Weißen Zwerg. Ein Berg passt in einen Fingerhut !

Am Ende bleibt ein ausgebrannter dunkler Sternenrest

Black Holes

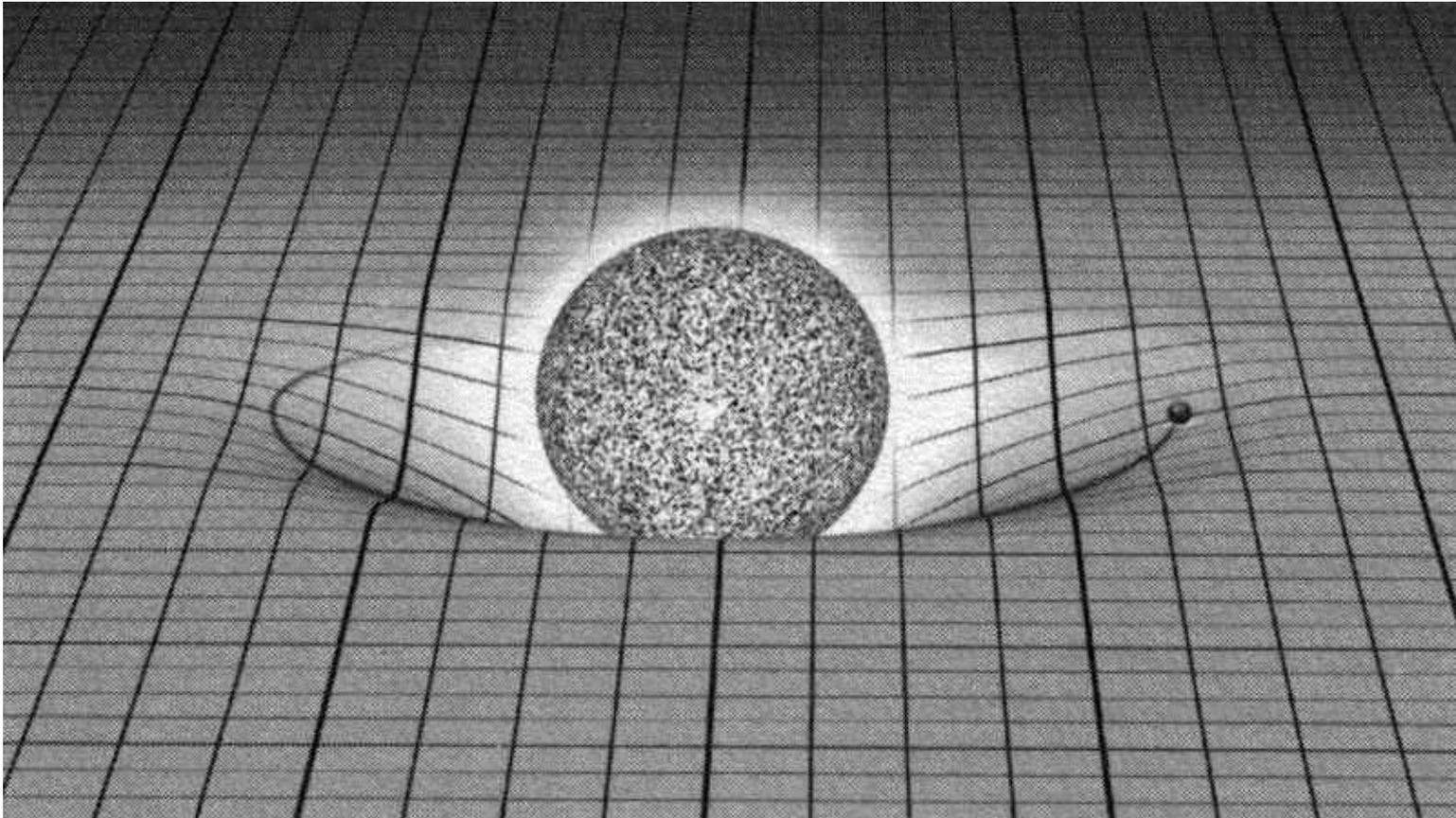


Bei Objekten einer Größe von $> 1,4$ und < 8 Sonnenmassen
Kompression durch Schwerkraft: Neutronenstern/Quarkstern?

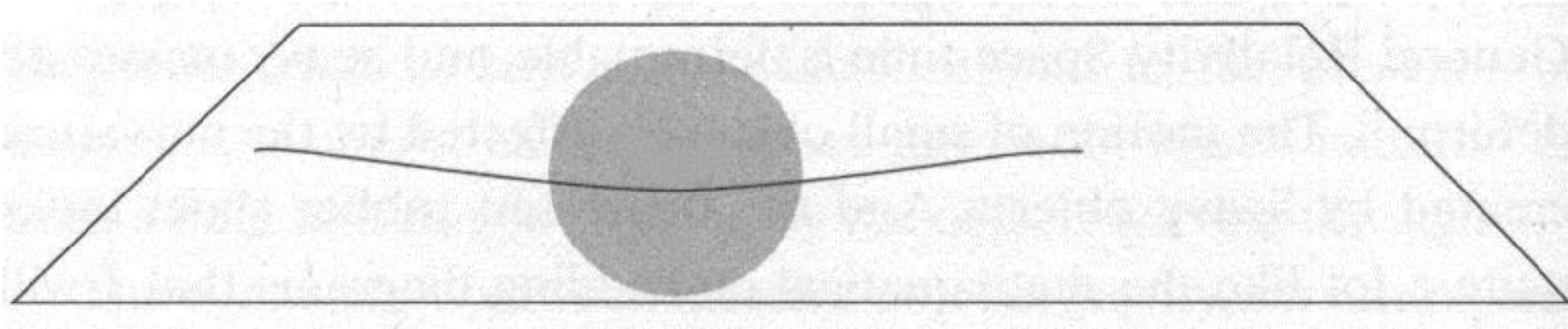
Objekte mit > 8 Sonnenmassen kollabieren weiter zum schwarzen Loch

Black Holes

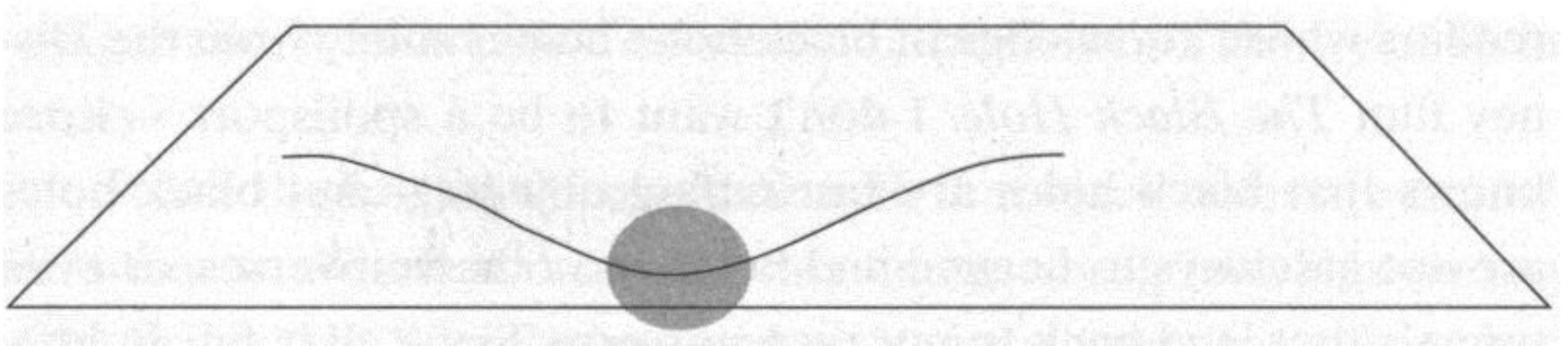
Gekrümmter Raum durch die Sonnenmasse



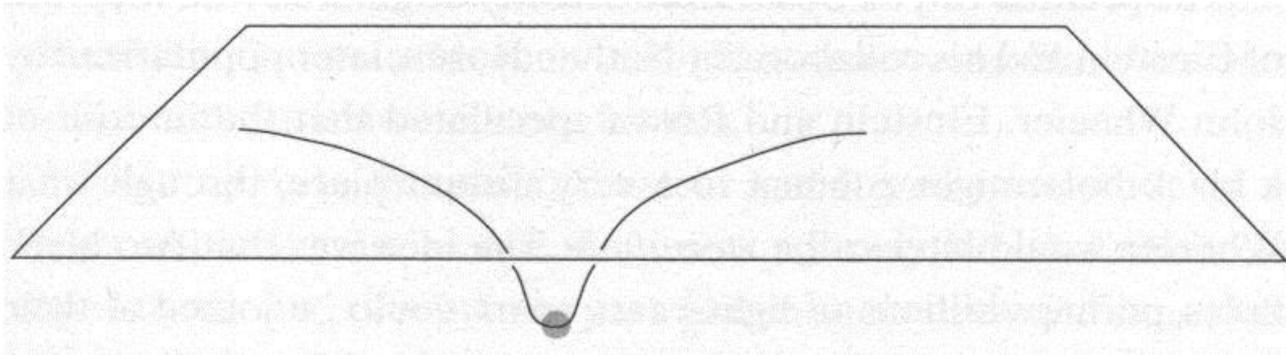
Black Holes



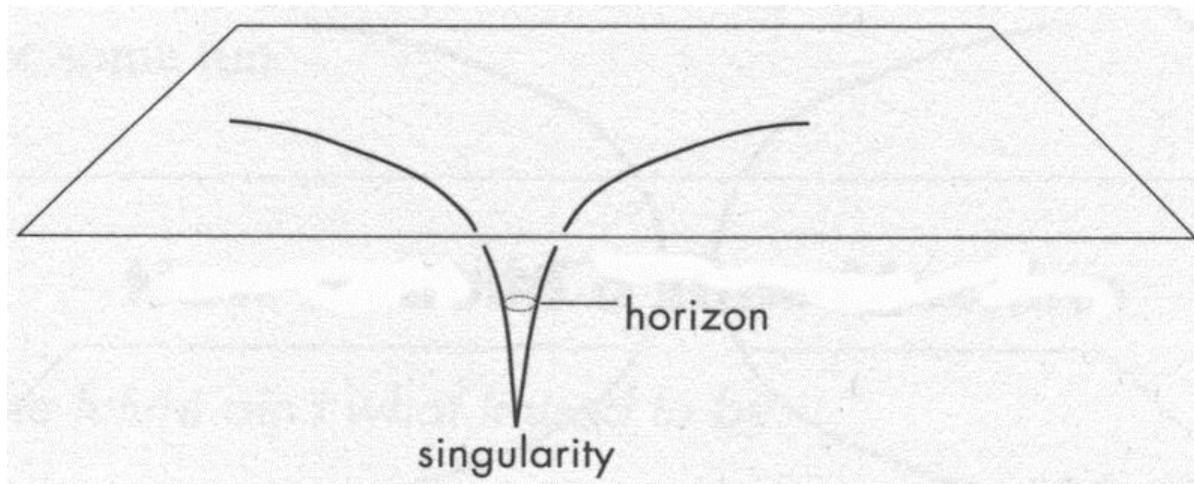
Übergang eines großen Objektes zum weißen Zwerg:



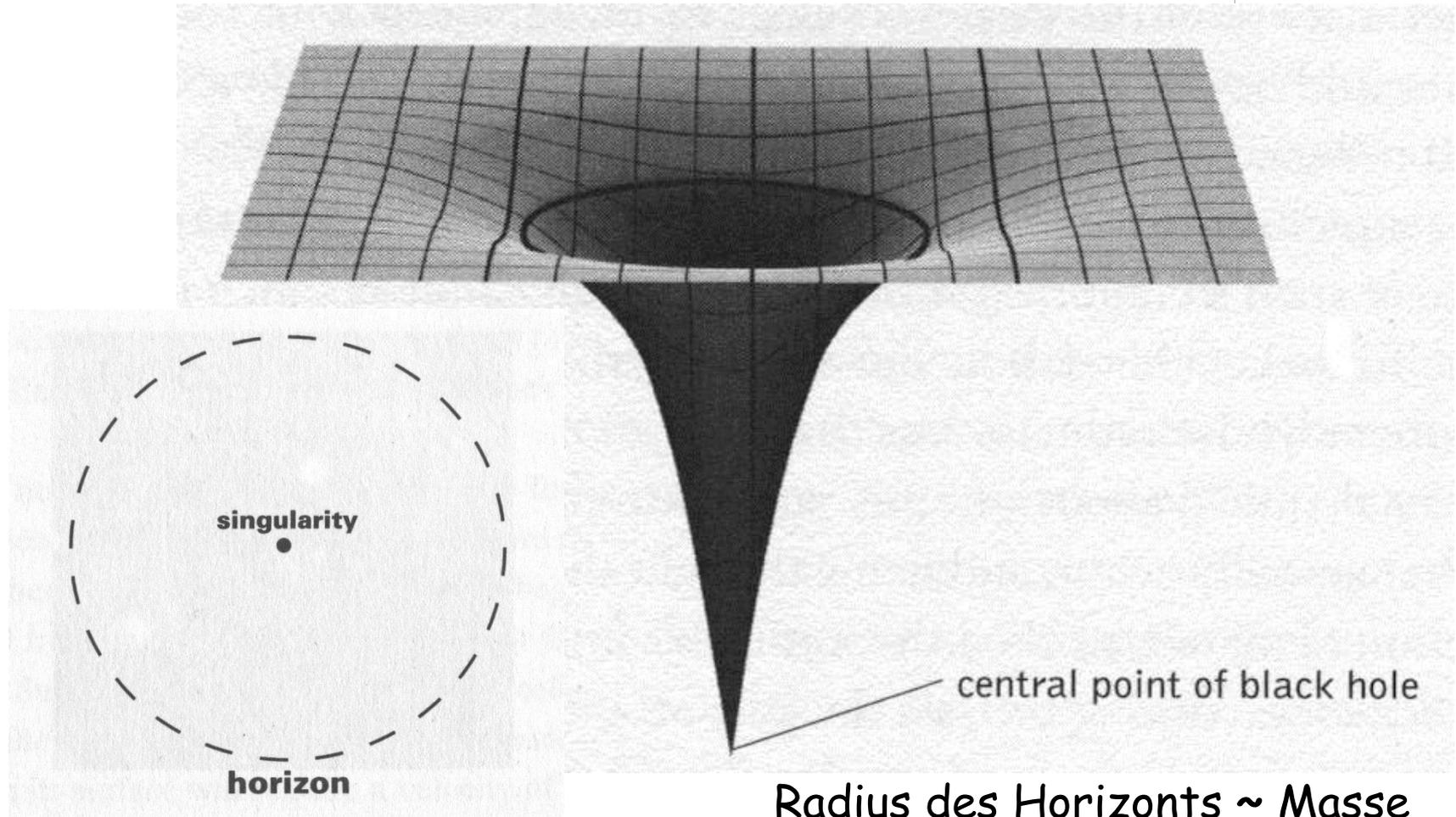
Black Holes



Vom Neutronenstern zum schwarzen Loch



Black Holes



Black Holes

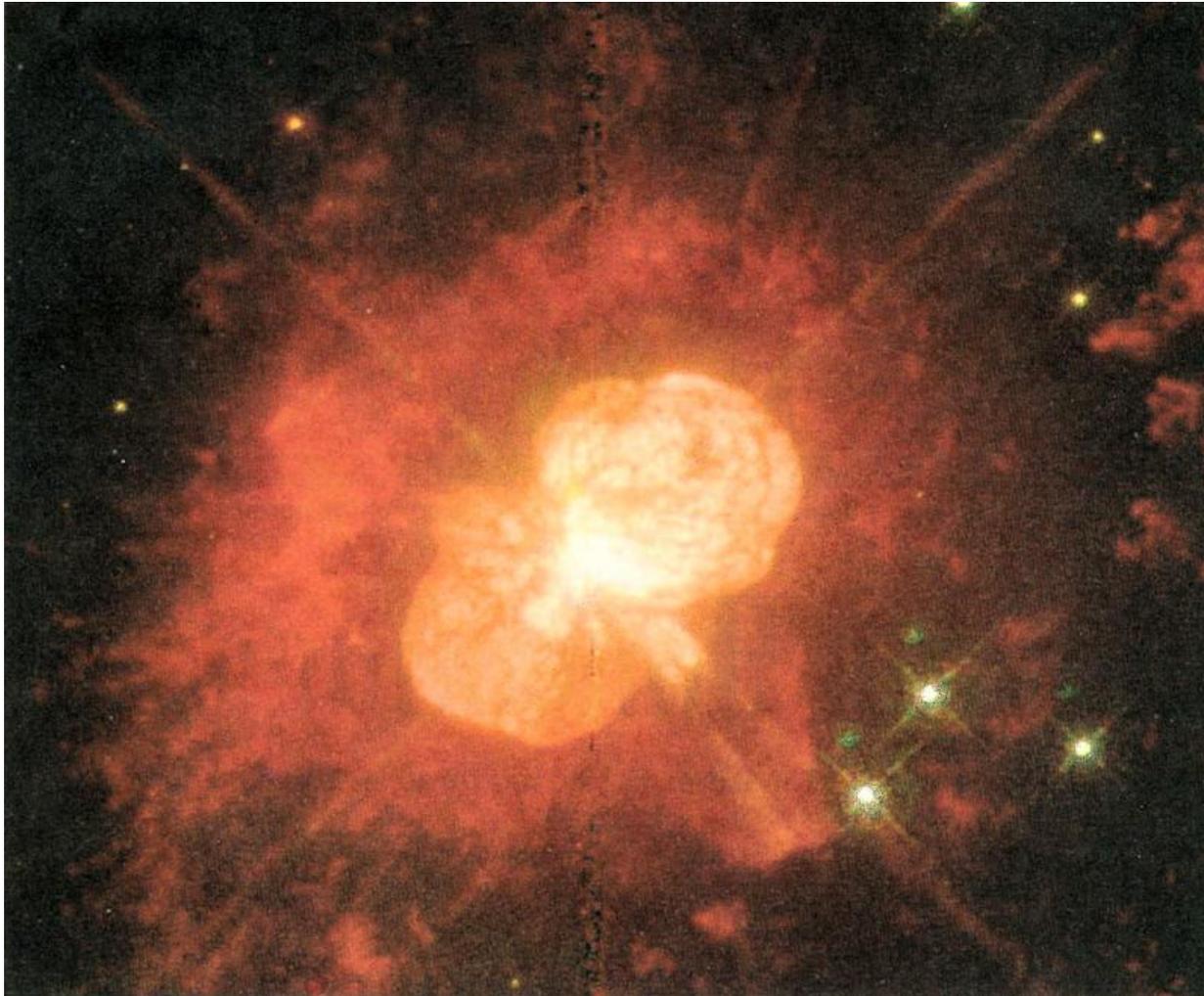


Bei Objekten einer Größe von $> 1,4$ und < 8 Sonnenmassen
Kompression durch Schwerkraft: Neutronenstern/Quarkstern?

Objekte mit > 8 Sonnenmassen kollabieren weiter zum schwarzen Loch

Bei noch größeren Objekten kommt es zur Implosion, zu einer
Supernova

Black Holes



Eta Carinae

Entfernung:
8000 LJ

100 fache
Sonnenmasse

Durch den
höheren
Druck läuft
die
Kernfusion
schneller ab

Black Holes



Bei Objekten einer Größe von $> 1,4$ und < 8 Sonnenmassen
Kompression durch Schwerkraft: Neutronenstern/Quarkstern?

Objekte mit > 8 Sonnenmassen kollabieren weiter zum schwarzen Loch

Bei noch größeren Objekten kommt es zur Implosion, zu einer
Supernova

Entstehen schwarze Löcher an Hochenergiebeschleunigern?

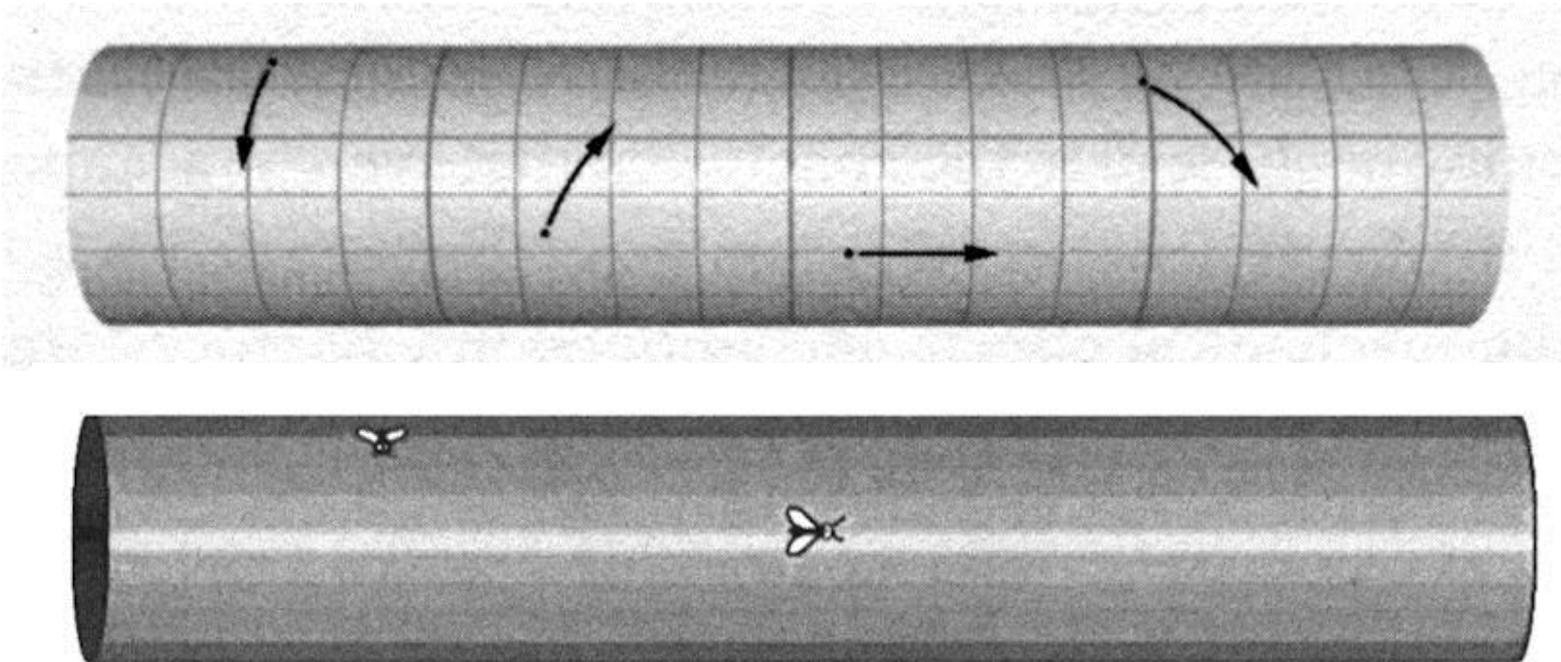
Black Holes



Roger Penrose postulierte schwarze Minilöcher im Rahmen der erweiterten Stringtheorie unter der Annahme zusätzlicher Raumdimensionen

Black Holes

Stringtheorien mit zusätzlichen Raumdimensionen (10 oder 11)



Black Holes



Roger Penrose postulierte schwarze Minilöcher im Rahmen der erweiterten Stringtheorie unter der Annahme zusätzlicher Raumdimensionen

Die Radien dieser Extradimensionen liegen bei 10^{-35} m, der Plancklänge. In diesem Bereich spielen Quantenmechanik und allgemeine Relativitätstheorie zusammen

In einigen Stringtheorien wird postuliert, dass die Gravitation bei kleinen Abständen um Größenordnungen stärker wird und damit SL bei der Energie des LHC (14 TeV) möglich werden

Schwarze Löcher verlieren Energie durch die Hawking Strahlung. Lebenszeit eines SL ist $\sim \text{Masse}^3$. Minilöcher verschwinden in 10^{-27} s

Black Holes



Zahl der amerikanischen Physiknobelpreisträger auf dem Gebiet der Hochenergiephysik seit 1945: 24

Europa: 12

Rest der Welt: 7

Vor dem zweiten Weltkrieg gab es vornehmlich Nobelpreise für Experimentalphysik. Nach '45 bildete sich ein klarer Trend zur Theoretischen Physik aus, der sich fortsetzen wird, denn ...

mit dem LHC ist die Hochenergieforschung an ihre (finanziellen oder technischen) Grenzen gestoßen

Black Holes



The End