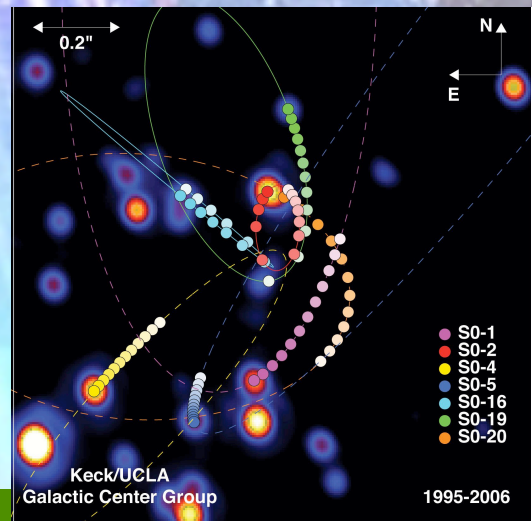


Was sind Schwarze Löcher?

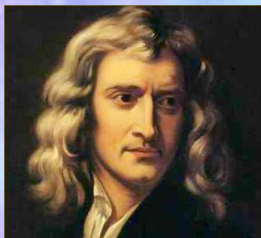
Unvorstellbar massereiche kosmische Staubsauger, so schwer wie Milliarden Sonnen, rotieren in fernen Galaxien mit nahezu Lichtgeschwindigkeit, ohne von der Fliehkraft zerfetzt zu werden, und reißen alle Materie im Umkreis von Millionen von Kilometern an sich. Sogar das Licht wird von diesen "Monstern", Schwarze Löcher genannt, so stark angezogen, dass es, einmal in seine Nähe geraten, nicht mehr entweichen kann; das Objekt wird buchstäblich unsichtbar. Erste Schwarze Löcher wurden beobachtet und auch im Zentrum der Milchstrasse soll es eines geben.



Von der Newtonschen Gravitationstheorie...

Schon die klassische Theorie von Isaac Newton (1643-1727) sagte Schwarze Löcher voraus: gegen Ende des 18. Jahrhunderts berechnete Pierre Simon Laplace, welche Masse

und welchen Radius ein Stern haben müsste, damit seine Fluchtgeschwindigkeit grösser als die Lichtgeschwindigkeit wäre. Die Fluchtgeschwindigkeit ist die Geschwindigkeit, die ein Projektil mindestens haben muss, damit es den Stern verlassen kann. Doch was passiert mit dem Licht, den Photonen, wenn sie von der Sternoberfläche ausgehend den Stern verlassen? Werden sie immer langsamer, um dann wieder zurückzufallen? Aus Experimenten wissen wir, dass das Licht sich wie eine Wasserwelle ausbreitet. Bis 1900 wurde deshalb allgemein angenommen, dass auch die Lichtwellen einen Träger, den so genannten Äther, für ihre Ausbreitung benötigen.

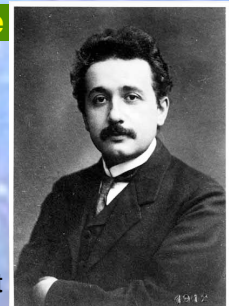


Isaac Newton

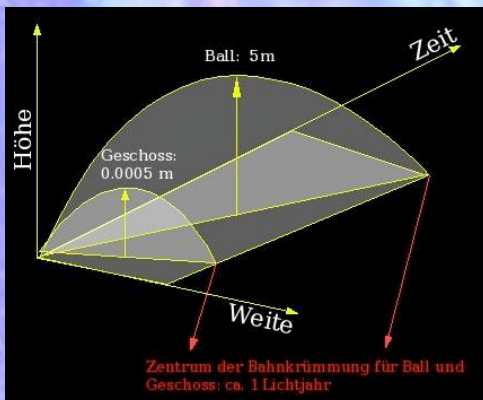
Im Zentrum unserer Galaxie kreisen Sterne um ein unsichtbares Schwarzes Loch, das 4 Millionen mal so schwer wie die Sonne ist.

... zur Einsteinschen Relativitätstheorie

Die Äthertheorie wurde durch ein Experiment des Physikers Michelson (1900) widerlegt, welches demonstrierte, dass sich das Licht unabhängig von der Geschwindigkeit des Beobachters immer mit der gleichen Geschwindigkeit bewegt. Praktisch bedeutet dies zum Beispiel, dass das Licht einer mit nahezu Lichtgeschwindigkeit auf uns zu rasenden Quelle nur mit Lichtgeschwindigkeit bei uns eintrifft, und nicht doppelt so schnell. **Albert Einstein löste dieses scheinbar unlösbare Paradoxon auf geniale Weise**, indem er 1905 die Konstanz der Lichtgeschwindigkeit zum zentralen Ausgangspunkt seiner Speziellen Relativitätstheorie machte und damit unsere Vorstellungen von Raum und Zeit revolutionierte. In dieser Theorie sind kein absoluter Raum und keine absolute Zeit definierbar; die physikalischen Gesetze hängen nur von der gegenseitigen Bewegung der Körper im Raum und nicht von ihrer Bewegung relativ zum Raum ab.



Albert Einstein
1909-1911 Prof.
der Uni Zürich



Gravitation = Raumkrümmung

Die "gekrümmte Raumzeit"

Einstein ging noch weiter, indem er 1916 in seiner Allgemeinen Relativitätstheorie die Geometrie, die Krümmung von Raum und Zeit, noch mit der Verteilung der Materie koppelte und dadurch die Gravitationskraft auf die Geometrie zurückführte. Kräftefreie Körper bewegen sich in dieser 4-dimensionalen Raumzeit auf geradlinigen Bahnen mit konstanter Geschwindigkeit. Durch die Kopplung von Geometrie und Masse krümmt dann aber zum Beispiel die Sonne, wie eine Bleikugel, die auf einer elastischen Fläche liegt, die Raumzeit um sich herum. Diese Krümmung der Raumzeit zeigt sich dann darin, dass die Projektion der geradlinigen Planetenbahnen in unsere gewohnte dreidimensionale Welt, elliptische Bahnen um die Sonne darstellen.