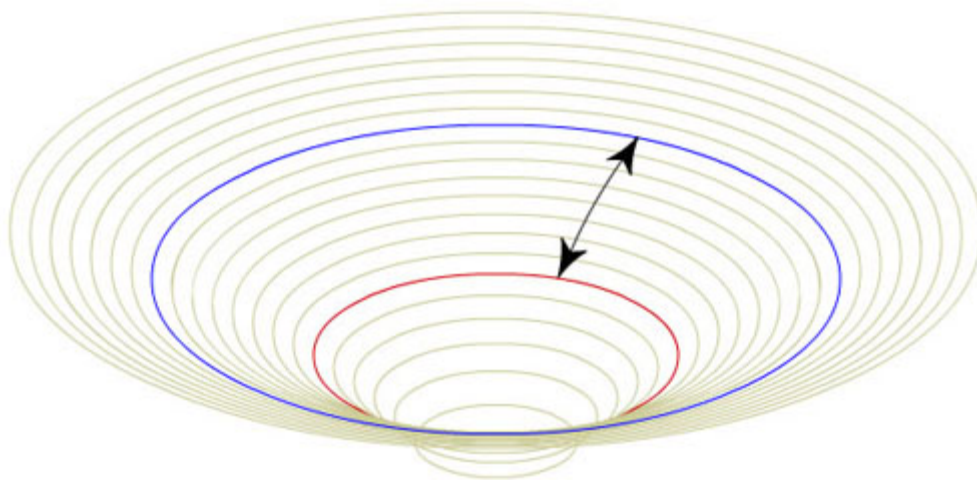


Maßstäbe im Gravitationsfeld

Nach der Allgemeinen Relativitätstheorie verursachen Massen eine Veränderung der Geometrie der Raumzeit (die Raumzeit wird gekrümmt). Davon ist auch der Raum, also die Beziehung von Längen, betroffen.

Eine der Arten, wie sich die veränderte Geometrie des Raumes in der Nähe einer schweren Masse (z. B. einem Stern) offenbart, betrifft die Länge von Körpern (wie Maßstäben): Ein Maßstab, der sich näher beim Stern (also tiefer in seinem Gravitationsfeld) befindet als ein anderer, verhält sich so, als ob er *kleiner* wäre als dieser! Werden Längen in einer Ebene in der Nähe eines Sterns vermessen und verglichen, so könnte man zu dem Schluss kommen, dass es sich gar nicht um eine Ebene handelt, sondern um eine gekrümmte Fläche:



Gravitationstrichter als Veranschaulichung der Raumkrümmung

Quelle: <http://www.ap.univie.ac.at/users/fe/Rel/artMassstaebe/start.html>

Insbesondere nehmen die Umfänge von konzentrischen Kreisen für gegebene Verkleinerungen des Radialabstands (Pfeil) *langsamer* ab als erwartet. Allerdings sollte man sich nicht vorstellen, dass sich diese Fläche *in* etwas Höherdimensionales krümmt – sie krümmt sich lediglich „*in sich*“.

Mathematisch ist der Faktor, der diesen Maßstabseffekt beschreibt, durch den Ausdruck

$$\sqrt{1 - \frac{2GM}{c^2 r}}$$

gegeben, wobei M die Masse des Sterns, G die Gravitationskonstante und c die Lichtgeschwindigkeit ist. Die Variable r, die die „Entfernung“ eines Maßstabs angibt, wird allerdings nicht radial gemessen, sondern durch die Formel $r = u/(2\pi)$ berechnet, wobei u der Umfang des entsprechenden konzentrischen Kreises ist. Rückt ein Maßstab bis auf

$$r = \frac{2GM}{c^2}$$

an den Stern heran, so wird der Effekt unendlich groß! Diese Größe heißt Schwarzschildradius. Ein Stern, der so klein geworden ist, kollabiert und wird zu einem Schwarzen Loch. Der Schwarzschildradius markiert dann seinen „Horizont“, an dem der Gravitationstrichter unendlich steil wird.

Mehr Informationen dazu gibt es auf der Website

<http://www.ap.univie.ac.at/users/fe/Rel/artMassstaebe/start.html>.