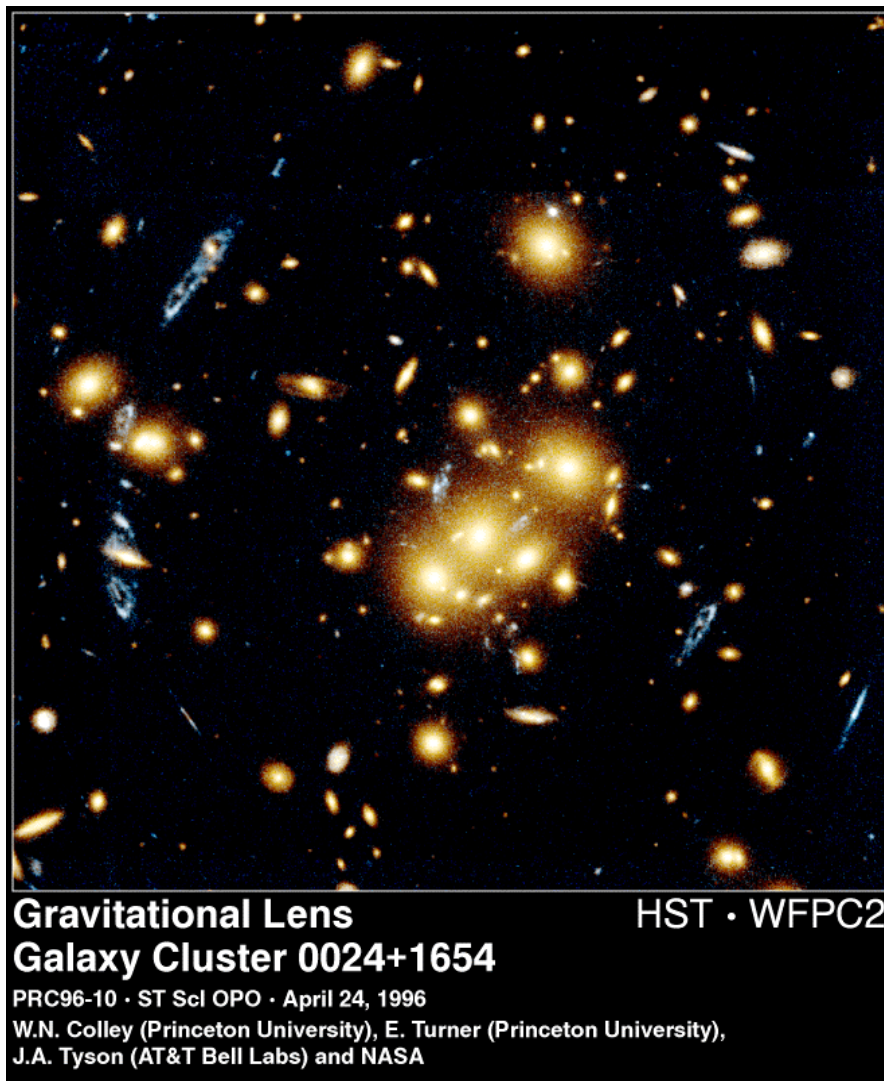


Lichtablenkung und Gravitationslinsen

Das Hubble Space Telescope hat faszinierende Aufnahmen des Universums zur Erde gesandt.



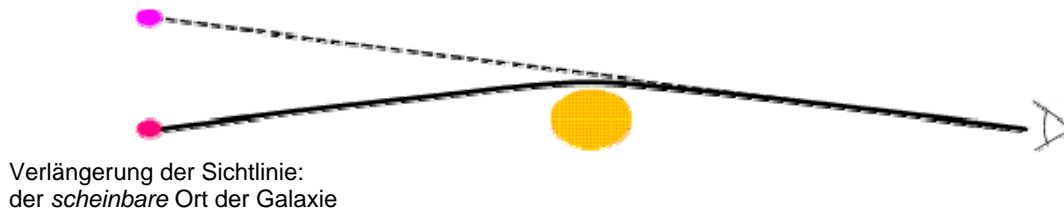
Nähere Informationen hierzu auf der Seite <http://hubblesite.org/newscenter/newsdesk/archive/releases/1996/10/>

Die ringförmig angeordneten silbernen Objekte in der obigen Aufnahme sind Abbilder einer *einzig*en Galaxie, deren Licht von einem Galaxienhaufen abgelenkt wird, der als Ansammlung heller Flecken in der Mitte des Bildes deutlich sichtbar ist.

Wie es die Allgemeine Relativitätstheorie voraussagt, werden Lichtstrahlen von Himmelskörpern abgelenkt. Dieser Effekt ist umso stärker, je schwerer der ablenkende Himmelskörper ist und je näher ihm ein Lichtstrahl kommt:



Ein Beobachter kann die Galaxie, von der der Lichtstrahl kommt, sehen, obwohl sie sich *hinter* dem Galaxienhaufen befindet. Für ihn sieht es so aus, *als ob* das Licht von *oberhalb* des Galaxienhaufens käme:



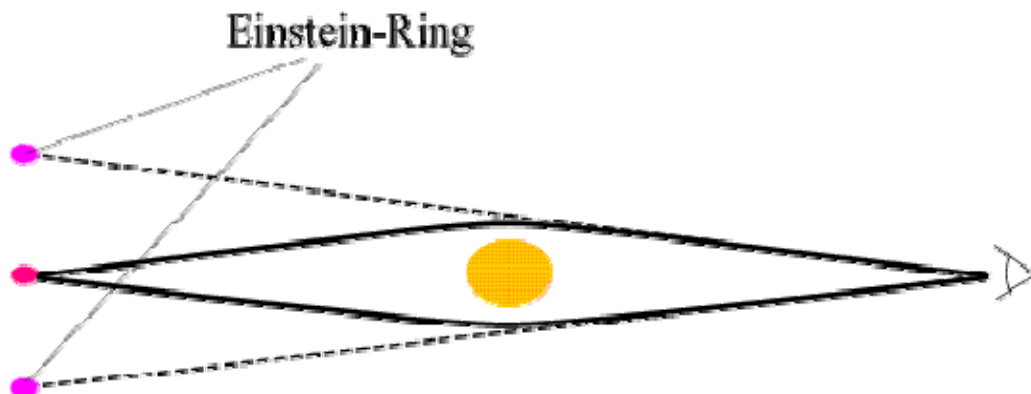
Die Größe dieses Effekts wird durch eine einfache Formel beschrieben: Der Winkel, um den der Lichtstrahl abgelenkt wird, ist gleich

$$\frac{4GM}{bc^2},$$

wobei M die Masse des Galaxienhaufens, b die minimale Entfernung des Lichtstrahls vom Mittelpunkt des Galaxienhaufens, G die Gravitationskonstante und c die Lichtgeschwindigkeit ist.

Der gleiche Effekt tritt auf, wenn ein Lichtstrahl an einem Stern vorbeiläuft. Er wurde im Jahr 1919 bei einer Sonnenfinsternis beobachtet und als erste experimentelle Bestätigung der Allgemeinen Relativitätstheorie gefeiert.

Ist die Masse, die die Lichtstrahlen ablenkt, sehr groß, so kann es geschehen, dass das Licht auf mehreren Wegen ins Teleskop des Beobachters gelangt:



In dieser schematischen Darstellung sieht der Beobachter die Galaxie als Ring ausgeschmiert („Einstein-Ring“). Etwas ganz Ähnliches ist dem Licht, das in der obigen Aufnahme vom Hubble Space Telescope eingefangen wurde, passiert. Da der Galaxienhaufen, der das verursacht hat, die „**Gravitationslinse**“ in der Mitte des Bildes, nicht genau kugelförmig ist, sehen wir keinen exakten Ring, aber immerhin eine annähernd ringförmige Anordnung *verschiedener* Abbildungen *desselben* Objekts.

Gravitationslinsen können dazu benutzt werden, mehr über unser Universum herauszufinden. So ist es in vielen Fällen möglich, mithilfe der oben wiedergegebenen Formel die Masse des Galaxienhaufens (inklusive der Masse der dunklen Materie, die ihn umgibt und die wir nicht sehen können) zu ermitteln.

In einigen Fällen, in denen die beteiligten Objekte weniger symmetrisch angeordnet sind, müssen die verschiedenen Lichtstrahlen auf dem Weg von der dahinter liegenden Galaxie zur Erde verschieden lange Strecken zurücklegen, zeigen das Objekt also zu verschiedenen Zeiten. Aus der Bestimmung des Zeitunterschieds (größenordnungsmäßig ein Jahr) ergeben sich sehr genaue Messungen der Expansionsgeschwindigkeit (Hubble-Konstante) des Universums.

Nähere Informationen dazu gibt es auf der Website

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