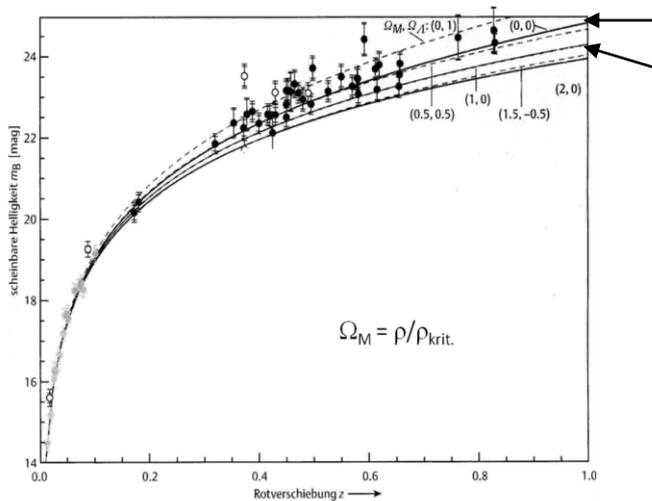


Gibt es eine "Dunkle Energie" ?

Mitte der 1990-er Jahre machten die Astronomen eine Aufsehen erregende Entdeckung. Sie fanden im Rahmen des *Supernova Cosmology Project*, dass bis zu einer Entfernung von etwa 5-6 Mrd. Lichtjahren fast alle Supernovae vom Typ Ia als "Standard-Kerzen" lichtschwächer erschienen als es dem Hubble-Gesetz entspricht. Daraus schloss man, dass das Universum seit geraumer Zeit beschleunigt expandiert und nicht abgebremst, wie es der bis dahin gültigen Theorie entsprach. Wie konnte dieser völlig überraschende Befund erklärt werden?

In den beiden folgenden Diagrammen Bild 1 und 1a sind die Messungen im Vergleich zu mehreren theoretischen Verläufen der expansiven Entwicklung des Universums wiedergegeben, wobei Bild 1a eine differenzielle Darstellung von Diagramm 1 auf der Basis von gemittelten Messwerten ist.

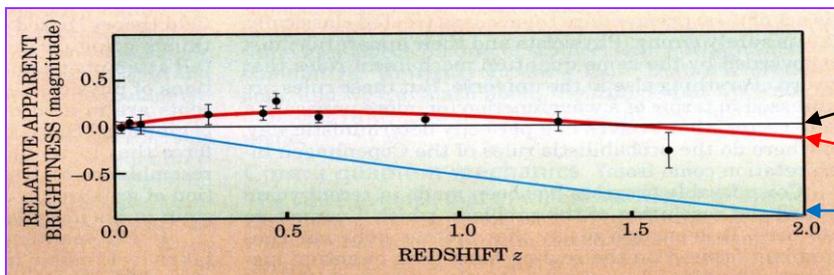


Leeres Univ.
Flaches Univ.

$$\rho = \text{Dichte}, \quad \Omega = \rho / \rho_{\text{krit}}$$

$$\Omega_M \leftrightarrow \text{Materie}, \quad \Omega_\Lambda \leftrightarrow \text{Dunkle Energie}$$

Bild 1



Leeres Univ.
Reales Univ.
Flaches Univ.

Bild 1a

Bilder-Quelle: Calan / Tololo (Hamuy et al., Astrophysical Journal, 1996)

Wie aus Bild 1 hervorgeht, ist die Streuung der Messwerte recht groß, sodass durchaus Skepsis an der Interpretation im Detail angebracht ist. Dennoch ist der Verlauf der Entwicklung des Universums nicht allein mit der klassischen Theorie eines abgebremst expandierenden Weltalls erklärbar. Der Ausweg aus diesem Dilemma war die Annahme, dass die beobachtete Beschleunigungsphase nicht allein durch die Wirkung des Urknalls verursacht ist, sondern

durch eine noch unbekannte Energie, die sich als sogenannte “**Dunkle Energie**“ seit etwa 5 - 6 Milliarden Jahren bemerkbar macht. Hinzu kommt, dass der Inhalt des Weltalls an *baryonischer* (normaler sichtbarer Materie) und **Dunkler Materie** bei Weitem nicht ausreicht, um die Flachheit des Universums zu erklären. Nach Einstein ist nämlich für ein flaches, expandierendes Universum eine kritische Materie/Energie-Dichte erforderlich, die die Raumkrümmung zu null macht. Danach besteht das Universum zu etwa **4% aus baryonischer Materie, zu 23% Dunkler Materie und 73% Dunkler Energie**. Es gibt jedoch bisher keinerlei direkte Beobachtungen, die die “Dunkle Energie“ greifbar machen und deren Art erkennen lassen. Das heißt: Knapp dreiviertel der universellen Gravitationswirkung ist bis heute ungeklärter Natur. Obwohl es einige Ansätze gibt, die Beobachtung einer scheinbar beschleunigten Expansion des Universums ohne die Wirkung einer Dunklen Energie zu erklären, ist eine mehrheitlich anerkannte Alternative zur derzeitigen Vorstellung nicht in Sicht.

Peter Steffen