

Die kosmologische Konstante, was ist das ?

Vor mittlerweile mehr als 100 Jahren hat Albert Einstein seine *Allgemeine Relativitätstheorie* (ART) veröffentlicht (siehe Beitrag *Relativitätstheorie*). Diese Theorie ist nichts anderes als eine Theorie der Gravitation auf der Grundlage der *Speziellen Relativitätstheorie* (SRT), die Einstein 10 Jahre zuvor begründet hatte. Im Gegensatz zur Auffassung von Newton beschreibt die ART die Gravitation nicht als Kraft, sondern als geometrische Verformung von Raum und Zeit.

Grundlage und Kern der ART sind die **Einsteinschen Feldgleichungen**, mit deren Hilfe die gravitativen Wirkungen nicht nur von Materieansammlungen wie Sterne, Sternsysteme, Galaxien und Galaxienhaufen beschrieben werden können, sondern auch die des gesamten Universums. Allerdings musste das System von Differenzialgleichungen, das die Einsteinschen Gleichungen darstellt, erst gelöst werden, um Aussagen über die gravitativen Zusammenhänge der Massen zu gewinnen, was keine leichte Aufgabe war und immer noch nicht ist. Dies gelingt nur in Teilbereichen unter der Annahme bestimmter vereinfachender Voraussetzungen, wie z. B. des **kosmologischen Prinzips** (siehe diesbezüglichen Beitrag). Damit verbunden sind Namen wie Alexander Friedmann, Karl Schwarzschild, Georges Lemaitre und viele Andere.

Eine Lösung der Feldgleichungen für das Universum als Ganzes zeigte, dass das Weltall nicht statisch sein konnte, wie bis dahin als unumstößlich angesehen. Dieser Meinung, das heißt, dass das Universum statisch sei, war auch Einstein. Deshalb sah er sich genötigt, um die Bedingung der Statik des Universums zu erfüllen, seine Gleichungen um eine Konstante zu ergänzen, die **kosmologische Konstante Λ** . Diese Konstante repräsentiert eine Art Antigravitation, die das Universum in einem gravitativen Gleichgewicht zwischen Expansion und Kontraktion halten sollte. Allerdings war dieses Gleichgewicht ein labiles. Später zeigte sich dann jedoch auf Grund der Arbeiten von Lemaitre und Hubble, dass das Universum stetig verlangsamt expandiert und nicht statisch ist, woraufhin Einstein die kosmologische Konstante wieder verwarf und sie als "größte Eselei seines Lebens" bezeichnete. Dennoch wollten die Astrophysiker als vorsichtige Leute die Konstante nicht gänzlich aufgeben und setzten sie einfach gleich null. Man könnte sie vielleicht nochmal gebrauchen. So fristete Λ bis zum Ende der 1990-er Jahre ein Schattendasein. Dann aber brachte eine Beobachtung von zwei US-Forschergruppen unter Saul Perlmutter / Brian P. Schmidt und Adam Riess (Nobelpreis 2011) an IA-Supernovae die Astrophysiker-Gemeinde in äußerste Verlegenheit. Daraus ergab sich nämlich, dass das Weltall seit geraumer Zeit nicht, wie bis dahin angenommen, abgebremst expandieren sollte, sondern sogar beschleunigt. Ohne zunächst die physikalischen Gründe dafür zu kennen, geschweige denn zu begreifen, wurde nun wieder die kosmologische Konstante belebt, mit deren Hilfe die veränderte Dynamik des Universums rein formal beschrieben werden konnte. Als physikalische Erklärung wurde dann sehr bald die sogenannte **Dunkle Energie** (siehe diesbezüglichen Beitrag) als treibende Kraft postuliert, die die gravitative Abbremsung der universellen Expansion seit etwa 5 bis 6 Milliarden Jahren kompensiert bzw. überwiegt. Was die Dunkle Energie aber eigentlich ist, weiß man trotz einiger Theorien bis jetzt nicht. Da man heute davon ausgeht, dass grob 70 % des energetisch / materiellen Inhalts des Universums aus Dunkler Energie besteht, hat nun die kosmologische Konstante die führende Rolle in der Kosmologie übernommen. Wie dynamisch doch die Astrophysik ist.

P. S.