

Der kosmische Mikrowellenhintergrund

Nachdem 1927 der Belgische Priester Georges Lemaître die von Edwin Hubble entdeckte Gaxienflucht (siehe Beitrag *Rotverschiebung und Hubble-Gesetz*) als ein sicheres Indiz für die stetige Expansion des Universums erkannt hatte, kamen die Kosmologen zu dem Schluss, dass das Universum zu irgendeinem weit in der Vergangenheit zurückliegenden Zeitpunkt aus dem Nichts entstanden sein musste. Damit war die Vorstellung vom *Urknall* geboren.

In den folgenden Jahrzehnten ging es darum, diese Annahme zu präzisieren und weiter wissenschaftlich zu untermauern. Zunächst erkannte man, dass kurz nach dem Urknall das noch winzige Universum aufgrund seiner materiell und energetisch unglaublich hohen Dichte extrem heiß gewesen sein musste. Daraus schlussfolgerten die Astrophysiker, dass das Weltall mit einem heißen Urknall geboren wurde. Danach war es zunächst undurchsichtig, und zwar solange bis es sich aufgrund der stetigen Expansion hinreichend abgekühlt hatte. Denn erst unterhalb von ca. 3000 Grad können sich die Kernbausteine (Protonen, Neutronen) mit den Elektronen zu neutralen Atomen verbinden, sodass die Photonen des Lichts nicht mehr ständig mit den elektrisch geladenen Protonen und Elektronen wechselwirken. Dieser Prozess trat, wie wir heute wissen, etwa 380 000 Jahre nach dem Urknall ein. Aus dieser Vorstellung heraus entwickelte der Physiker George Gamov 1946 die Theorie, dass wir aus unserer heutigen Sicht auf eine "Feuerwand" rund 400 000 Jahre nach dem Urknall blicken müssten (wenn wir könnten), von der wir heute aber nur noch eine stark rotverschobene (abgekühlte) Reststrahlung von ca. 5 K (Kelvin) – das sind 5 Grad über dem absoluten Nullpunkt von - 273 Grad Celsius – wahrnehmen würden.

Es war reiner Zufall, dass diese Reststrahlung 1964 von zwei Physikern der Fa. Bell, Robert Wilson und Arno Penzias, tatsächlich gefunden wurde. Diese beiden Herren arbeiteten nämlich an einer Mikrowellen-Satellitenfunk-Empfangsantenne, die jedoch ohne ersichtlichen Grund ein ständiges Rauschen zeigte, das aus allen erdenklichen Himmelsrichtungen völlig gleichmäßig, d. h. isotrop auftrat. Nach vergeblicher Fehlersuche hörten sie dann von zwei anderen Physikern, Robert Dicke und Jim Peebles, dass diese auf der Suche nach der von Gamov vorhergesagten Reststrahlung waren. Alle zusammen erkannten sie dann, dass das störende, isotrope Rauschen tatsächlich die lange gesuchte Mikrowellen-Hintergrundstrahlung war. Sie beträgt 2,7 K, liegt also noch ein Stück weit unter Gamovs Vorhersage.

Nach dieser Entdeckung, für die Penzias und Wilson 1987 den Nobelpreis erhielten, versuchte man den **Mikrowellenhintergrund** (englisch: **C**osmic **M**icrowave **B**ackground, abgekürzt: **CMB**) zu kartografieren, um festzustellen, wie weit die Isotropie des CMB geht. Dazu startete die NASA 1989 den **C**Osmic **B**ackground **E**xplorer (**COBE**), der geringste Anisotropien in der Größenordnung von 10^{-5} aufspürte (Abbildung 1). Diese Beobachtung war für die Urknall-Theorie von größter Bedeutung, da diese geringfügigen Abweichungen der Temperatur im CMB als Keime der späteren Strukturbildung von Galaxienhaufen und Galaxien im Universum gelten konnten. Dies war ein starkes Indiz für die Theorie eines heißen Urknalls. Um weitere Details des CMB zu ermitteln, wurde 2003 von der NASA der Satellit **W**MAP (**W**ilkinson **M**icrowave **A**nisotropy **P**robe) in den Erdorbit gebracht (Abbildung 2).

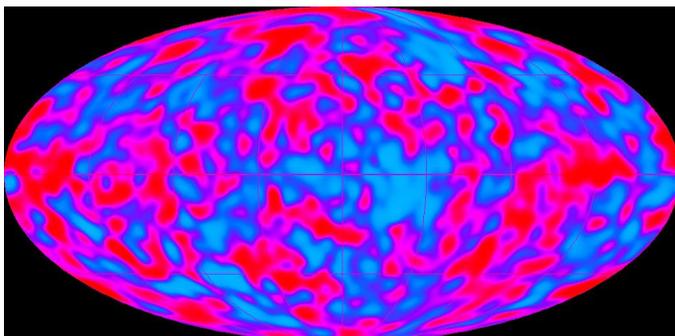


Abb.1

CMB / COBE

Quelle: de.wikipedia.org

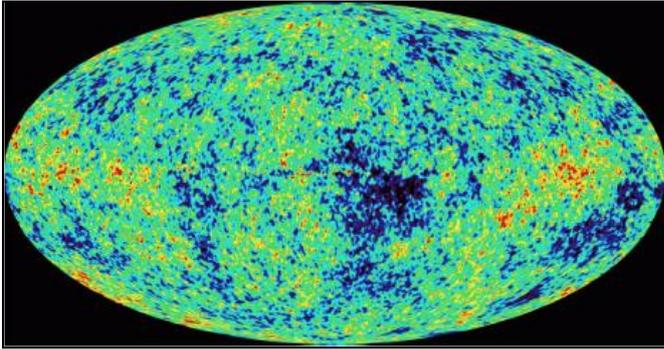


Abb. 2

CMB / WMAP

Quelle: NASA/WMAP Science Team

Die Auswertung der WMAP-Daten erbrachte ganz neue Erkenntnisse wie die Bestätigung der Flachheit des Universums, die Anteils-Verhältnisse von baryonischer und dunkler Materie, sowie von dunkler Energie zum gesamten Materie-/Energieinhalt des Universums u. a. m. Eine weitere Sonde mit noch höherer Auflösung des CMB, der PLANCK-Satellit, wurde dann 2009 gestartet und erbrachte gegenüber WMAP nochmals eine erheblich verbesserte Auflösung des CMB .

P. S.