



## DAS NACHLEUCHTEN DES URKNALLS

### Die kosmische Hintergrundstrahlung

gilt als das Nachleuchten des Urknalls. Sie wurde 1965 von den US-Radioastronomen Arno Penzias und Robert Wilson entdeckt. Unmittelbar nach der Entstehung des Kosmos war die Materie darin so heiß, dass sie als Plasma vorlag, die Elektronen waren also von den Atomkernen getrennt. Ein energetisch angeregtes Plasma ist elektrisch leitfähig und sendet Licht aus, fängt aber auch Lichtteilchen (Photonen) wieder ein. Die im glühenden Gas umher flitzenden Photonen wurden somit unmittelbar nach ihrer Entstehung absorbiert. Das All war deshalb undurchsichtig.

**Erst als sich das All 380 000 Jahre** nach dem Urknall auf etwa 3000 Kelvin abgekühlt hatte, konnten sich Elektronen und Atomkerne zu vollständigen Atomen verbinden. Jetzt wurde das Licht nicht mehr absorbiert, sondern konnte die nunmehr elektrisch neutrale Materie ungehindert durchfliegen – der Kosmos wurde durchsichtig.

**Diese erste freie Strahlung** gibt es heute noch. Sie wurde durch Expansion des Alls in den Mikrowellenbereich des Spektrums verschoben und schwächte sich stark ab, heute beträgt ihre Strahlungstemperatur noch 2,7 Kelvin (der absolute Nullpunkt liegt bei null Kelvin = minus 273 Grad Celsius). Doch ihr wurden Informationen von Prozessen aufgeprägt, die sich in jener frühen Phase im Universum abspielten. So formte sich die unsichtbare Dunkle Materie unter dem Einfluss der Schwerkraft zu großen Wolken. Diese zogen die normale, sichtbare Materie an. Diese Materieanhäufungen waren die Keimzellen der heutigen Galaxien.

**Das Weltraumteleskop WMAP** der US-Raumfahrtbehörde Nasa hat die kosmische Hintergrundstrahlung gemessen und eine Karte angefertigt, die die Unterschiede in der Strahlungstemperatur

zeigt. Die Abkürzung steht für Wilkinson Microwave Anisotropy Probe, Namenspatron ist der US-Physiker David Todd Wilkinson. WMAP sammelte nach dem Start 2001 neun Jahre lang Daten, bis die Nasa im August 2010 die Mission beendete. Die Daten werden noch zwei Jahre lang ausgewertet. Dank WMAP ließ sich das Alter des Universums mit 13,73 Milliarden Jahren bestimmen.

**Das Universum** besteht zu 4,6 Prozent aus konventioneller sichtbarer Materie, zu 23 Prozent aus der noch rätselhaften Dunklen Materie, zu 73 Prozent aus der ebenso unerklärlichen Dunklen Energie und zu 0,4 Prozent aus Neutrinos, die im Urknall in großer Zahl entstanden. Zudem zeigten die Daten, dass das Universum „flach“ ist, also keine Raumkrümmung aufweist und somit der euklidischen Geometrie entspricht.

**Seit August 2009** vermisst auch die europäische Raumsonde Planck die kosmische Hintergrundstrahlung. Sie erspürt Temperaturunterschiede von einem Millionstel Grad. Die ersten Messergebnisse will die europäische Raumfahrtagentur Esa 2013 veröffentlichen.