

Kosmische Hintergrundstrahlung

Nachdem zunächst die Existenz der kosmischen Mikrowellen-Hintergrundstrahlung¹ mit etwa 3 K Strahlungstemperatur entdeckt wurde, galt diese noch als isotrop im Rahmen der Messgenauigkeit. Das heißt, der Strahlungsstrom ist aus allen Richtungen gleich groß. Mit COBE (1989–1993) wurde erstmalig die Temperatur der Hintergrundstrahlung genau vermessen und zu 2.725 ± 0.002 K bestimmt. Die räumliche Auflösung (Halbwertsbreite der Antenne) von COBE betrug 7° und war ausreichend, um Schwankungen des Sachs-Wolfe-Effekts nachzuweisen. Die Messungen ergaben Schwankungen bis $35 \mu\text{K}$ auf Winkeldistanzen von 7° und $30.5 \mu\text{K}$ bei Winkeldistanzen von $10'$.

Der nächste Satellit war WMAP (2001–2010), der wesentlich genauer messen konnte. Gleichzeitig verbesserte sich die räumliche Auflösung auf $12'$ und erlaubte somit die baryonischen akustischen Oszillationen zu messen.

Nochmals genauer und besser auflösend arbeitete der Satellit Planck (2009–2013), der eine Winkelauflösung bis zu $4' - 5'$ erreichte. Damit konnte auch die Silk-Dämpfung nachgewiesen werden.

Akustische Schwingungen | Die baryonischen akustischen Oszillationen basieren auf dem Effekt, dass die Baryonen aufgrund von anfänglichen Dichteschwankungen der Dunklen Materie in Gebiete höhere Dichte (Gravitationspotential) hineingezogen wurde, was den Strahlungsdruck erhöhte und die Baryonen wieder auseinander drückte. Dieses Wechselspiel wiederholte sich periodisch, solange, bis im Augenblick der Entkopplung der momentane Zustand eingefroren wurde und nun in Form geringer, richtungsabhängiger Temperaturunterschiede zu beobachten ist. Temperaturunterschiede deshalb, weil durch die höhere Dichte die Temperatur stieg, was ja auch die Ursache für einen höheren Gegen- druck war.²

1 engl. *cosmic microwave background* (CMB)
Penzias & Wilson, 1965

2 Solche anfänglichen (ursprünglichen) Erscheinungen nennt man auch primordial.

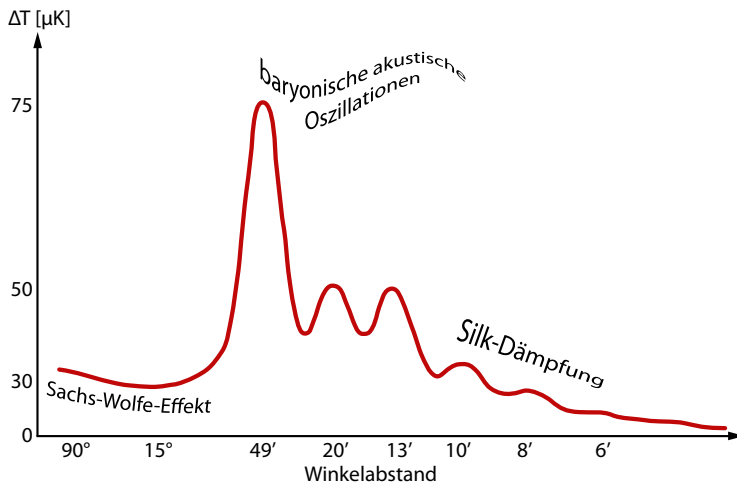


Abbildung 52.13 Winkelleistungsspektrum der Fluktuationen in der Temperatur der kosmischen Hintergrundstrahlung, verursacht durch den Sachs-Wolfe-Effekt, die baryonischen akustischen Schwingungen und die Silk-Dämpfung.