

Das Kosmologische Prinzip

Unter dem *Kosmologischen Prinzip (KP)* sind zwei Grundannahmen der Kosmologie zusammengefasst. Dieses Prinzip, das allen Weltmodellen zu Grunde liegt, ist eine bisher gut begründete Annahme, die allerdings jederzeit durch entsprechende Beobachtungen widerlegt werden kann. Das *Kosmologische Prinzip* wurde 1933 von dem Astrophysiker **Edward A. Milne** eingeführt. Es beinhaltet folgende zwei Annahmen:

- Das Weltall ist **homogen** – das heißt, es stellt sich einem Beobachter unabhängig von dem Punkt des Raumes, in dem er sich befindet, über kosmische Distanzen hinweg immer gleich dar.
- Das Weltall ist **isotrop** – das heißt, es stellt sich dem Beobachter unabhängig von der Beobachtungsrichtung großräumig immer gleich dar.

Konkret zusammengefasst bedeutet das: Wenn wir in das Weltall Milliarden Lichtjahre tief hineinschauen, erscheinen uns Galaxien und Galaxienhaufen im Raum statistisch gleichverteilt zu sein, ähnlich wie Gasmoleküle in einem großen Behälter. Diese Annahme ist deshalb von grundlegender Bedeutung, weil alle theoretischen Aussagen über die Beschaffenheit des Universums allein auf dieser vereinfachten Vorstellung von der Massenverteilung im kosmischen Raum basieren.

Natürlich sind die Astrophysiker seit langem darum bemüht, das Kosmologische Prinzip durch Beobachtungen zu bestätigen. Und so wurde zum Einen eine Tiefendurchmusterung weiter Himmelsbereiche, das sogenannte "sloan digital sky survey" (SDSS) Programm realisiert (Bild 1). Zum Anderen wurde der *Kosmische Mikrowellenhintergrund (CMB)* als Keimzelle der großräumigen Strukturen im Hinblick auf das KP untersucht (Bild 2). In beiden Fällen fand man das Kosmologische Prinzip im Wesentlichen bestätigt. Wie aus den Bildern 1 und 2 hervorgeht, bedeutet das jedoch nicht, dass das Universum auch kleinräumig homogen und isotrop ist. Allein der Blick durch ein Amateurteleskop zeigt uns große Unterschiede in der Besetzung des Raumes mit Sternen und Galaxien. Das kosmologische Prinzip scheint demnach, wie erwartet, erst bei Distanzen von mehreren Milliarden Lichtjahren gültig zu sein.

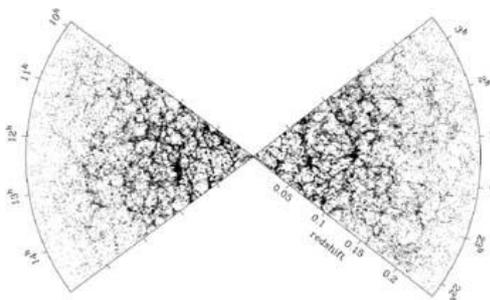


Bild 1 SDSS / Galaxy Map

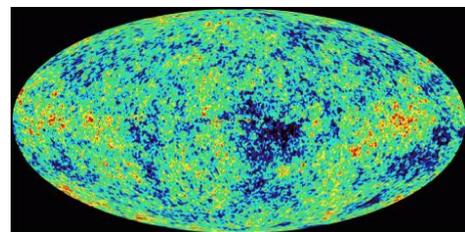


Bild 2 WMAP / CMB

Allerdings hat sich im CMB bei WMAP auch großräumig eine gewisse Anisotropie angedeutet, die aber bis vor Kurzem als wahrscheinlicher Messfehler bewertet wurde. Durch die jüngsten Ergebnisse der PLANCK-Satelliten-Sonde scheint sich nun jedoch diese Anisotropie klar zu

bestätigen (Bild 3). Danach weist der kosmische Mikrowellenhintergrund eine deutliche Anomalie unterhalb der weißen Markierungslinie (siehe Bild 3) auf. Als Konsequenz daraus kann das kosmologische Prinzip nicht mehr als uneingeschränkt gültig angesehen werden. Was das zu bedeuten hat, ist noch unklar. Wir sehen wieder einmal, die Kosmologie bleibt spannend.

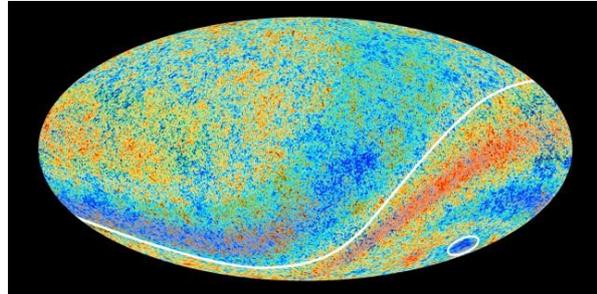


Bild 3: Daten mit Temperatur-Anomalien

Peter Steffen