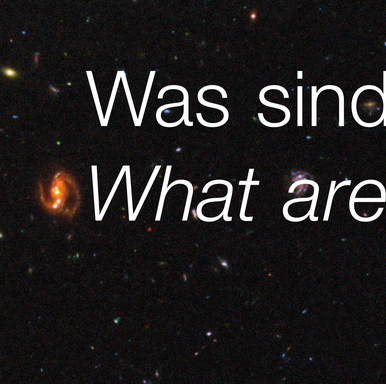
Was sind die Grundlagen unseres Universums?
What are the fundamentals of our Universe?

NASA, ESA, and S. Beckwith (STScI) and the HUDF Team



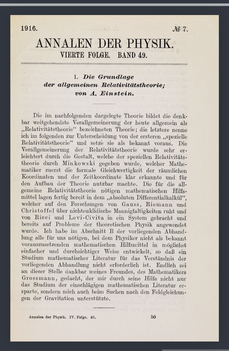
NASA/WMAP

Gleichförmiges Universum
Auf den größten Skalen ist unser Universum erstaunlich gleichförmig. Diese Karte zeigt die kleinen Temperaturschwankungen der kosmischen Hintergrundstrahlung.

Uniform Universe
At the largest scales, our Universe is remarkably uniform. This map shows the tiny temperature differences in the cosmic background radiation.

Egal, in welche Richtung man blickt: Im Universum sieht man immer dasselbe Bild des sich ausdehnenden Raums, wobei die Entfernungen zwischen den Galaxien immer größer werden.

In the Universe it does not matter where you are or in which direction you look – you will always see the same picture of expanding space, with distances between galaxies becoming ever greater.



1916. № 7.

ANNALEN DER PHYSIK.
VIERTE FOLGE. BAND 49.

1. *Die Grundlage der allgemeinen Relativitätstheorie;* von *A. Einstein.*

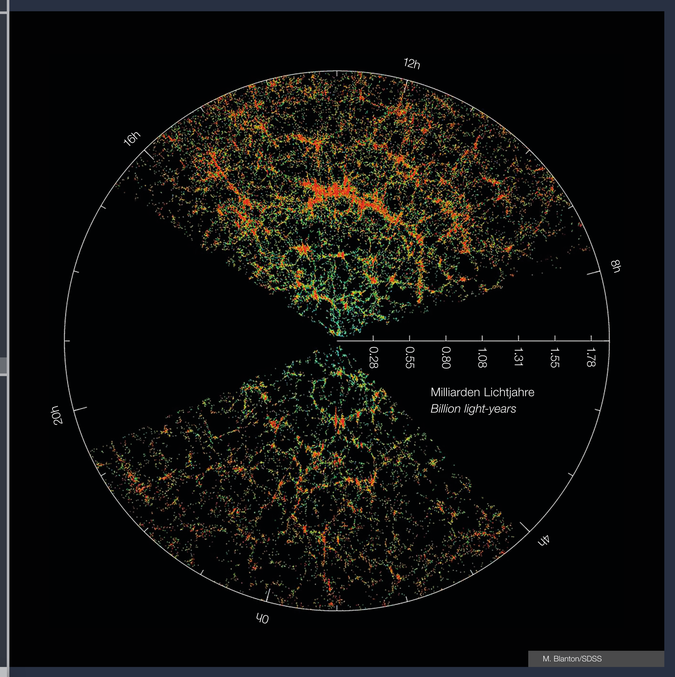
Die im nachfolgenden dargelegte Theorie bildet die denkbar weitgehendste Verallgemeinerung der heute allgemein als „Relativitätstheorie" bezeichneten Theorie; die letztere nenne ich im folgenden zur Unterscheidung von der ersteren „spezielle Relativitätstheorie" und setze sie als bekannt voraus. Die Verallgemeinerung der Relativitätstheorie wurde sehr erleichtert durch die Gestalt, welche der speziellen Relativitätstheorie durch Minkowski gegeben wurde, welcher Mathematiker zuerst die formale Gleichwertigkeit der räumlichen Koordinaten und der Zeitkoordinate klar erkannte und für den Aufbau der Theorie nutzbar machte. Die für die allgemeine Relativitätstheorie nötigen mathematischen Hilfsmittel lagen fertig bereit in dem „absoluten Differentialkalkül", welcher auf den Forschungen von Gauss, Riemann und Christoffel über nichteuklidische Mannigfaltigkeiten ruht und von Ricci und Levi-Civita in ein System gebracht und bereits auf Probleme der theoretischen Physik angewendet wurde. Ich habe im Abschnitt B der vorliegenden Abhandlung alle für uns nötigen, bei dem Physiker nicht als bekannt vorauszusetzenden mathematischen Hilfsmittel in möglichst einfacher und durchsichtiger Weise entwickelt, so daß ein Studium mathematischer Literatur für das Verständnis der vorliegenden Abhandlung nicht erforderlich ist. Endlich sei an dieser Stelle meinem Freunde, dem Mathematiker Grossmann, gedankt, der mir durch seine Hilfe einerseits das Studium der einschlägigen mathematischen Literatur ersparte, anderseits auch beim Suchen nach den Feldgleichungen der Gravitation unterstützte.

Annalen der Physik. IV. Folge. 49. 50

Annalen der Physik

Relativ wichtig
Im Jahr 1915 formulierte Albert Einstein die Allgemeine Relativitätstheorie. Auf ihr gründet unser aktuelles kosmologisches Denken. Einsteins Theorie beschreibt die Eigenschaften von Raum, Zeit und Gravitation.

Relatively important
Albert Einstein's general theory of relativity, formulated in 1915, is the cornerstone of current cosmological thinking. It describes the properties of space, time and gravity.



M. Blanton/SDSS

Panoramablick
Galaxien gruppieren sich in Haufen und Superhaufen, aber auf Skalen von mehreren Hundert Millionen Lichtjahren sieht unser Universum überall gleich aus.

Panoramic view
Galaxies are grouped in clusters and superclusters, but at scales larger than a few hundred million light-years, our cosmos looks the same everywhere.

Wenn du einen Rosinenkuchen backst, dehnt sich der Teig im Ofen aus. Die Rosinen im Hefeteig sind nach dem Backen weiter voneinander entfernt als zu Beginn, obwohl sie sich selbst nicht bewegt haben. Das trifft auch auf Galaxien im sich ausdehnenden Weltraum zu.

If you bake a cake, the dough expands in the oven. Raisins in the dough end up further away from each other than when you prepared the cake, although they don't actually move through the dough. The same is true for galaxies in expanding space.

Aha!