

# Einführung und Überblick

Vom Schwarzen Loch bis zum Urknall: Einsteins  
Astrophysik für Nicht-Physiker

**Markus Pössel & Björn Malte Schäfer**

Haus der Astronomie/Institut für Theoretische Astrophysik

15.10.2015

# Einsteins Relativitätstheorie(n)

## **Spezielle Relativitätstheorie (1905)**

Raum/Zeit, Grundgesetze der Mechanik, Elektromagnetismus (Vorarbeiten: Lorentz, Poincaré)

## **Allgemeine Relativitätstheorie (1915)**

Raum/Zeit und Gravitation auf Basis Riemann'scher Geometrie (gekrümmte Raumzeiten)

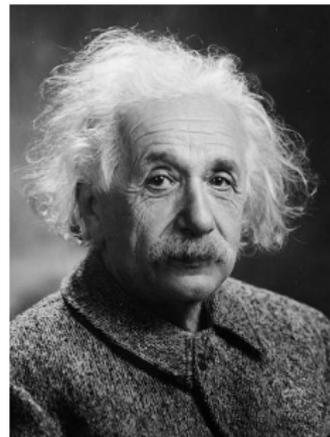


Foto via Library of Congress

# Allgemeine Relativitätstheorie

Albert Einsteins Gravitationstheorie, fertiggestellt November 1915

Gravitation ist keine Kraft, sondern Eigenschaft der Raumzeit-Geometrie

„Die Raumzeit sagt der Materie, wie sie sich bewegen soll; die Materie sagt der Raumzeit, wie sie sich verzerren soll“

(nach John Wheeler)

Anwendungen: Relativistische Effekte im Sonnensystem, Gravitationslinsen, Gravitationswellen, Schwarze Löcher, Kosmologie

# Was kam nach 1915?

- 1916 Einstein: Gravitationswellen-Lösung
- 1916 Karl Schwarzschild: Punktmasse (modern: Schwarzes Loch)
- 1917 Einsteins statische Kosmologie
- 1919 Eddington-Expedition: Lichtablenkung am Sonnenrand
- 1921ff.: Friedmann, Lemaître, Hubble expandierendes Universum
- 1933 Fritz Zwicky postuliert Dunkle Materie
- 1939 Oppenheimer-Volkoff-Grenze (Stabilität von Objekten)
- 1959 Arnowitt-Deser-Misner: ART als Entwicklungsgleichungen
- 1960 Pound-Rebka-Experiment: Gravitations-Rotverschiebung
- 1960s Joseph Webers Suche nach Gravitationswellen
- 1963 Erster Quasar entdeckt, 3C273 (Maarten Schmidt)
- 1964 Entdeckung der kosmischen Hintergrundstrahlung
- 1964 Shapiro-Effekt postuliert (gemessen 1968, 1971)

# Was kam nach 1915?

- 1968ff Theorie Schwarzer Löcher (Wheeler, Penrose, ...)
- 1974 Doppelpulsar entdeckt (Gravitationswellen, Hulse/Taylor)
- 1974 Hawkingstrahlung postuliert
- 1976 Gravity Probe A (Raketenexperiment mit Uhren)
- 1979 Zwillingquasar Q0957+561: erste Gravitationslinse
- 1980ff. Arbeiten zur Schleifen-Quantengravitation (Ashtekar, Smolin, Rovelli u.a.)
- 1984 "Erste Superstring-Revolution"
- 1998 Beschleunigte Expansion – Dunkle Energie
- 2003 Doppelpulsar PSR J0737-3039 entdeckt
- 2004 Gravity Probe B: Gravitomagnetismus
- 2015 Advanced LIGO (Gravitationswellen)