



UNIVERSITÄT
HEIDELBERG
ZUKUNFT
SEIT 1386

Der Urknall im Kosmos

ALICE-Schülertag

23.02.2024
18. März 2025

Matthias Bartelmann

Institut für Theoretische Physik, Universität Heidelberg



UNIVERSITÄT
HEIDELBERG
ZUKUNFT
SEIT 1386



Kosmologie

Life Science Lab

25.02.2024



Matthias Bartelmann

Institut für Theoretische Physik, Universität Heidelberg

Ohne Worte



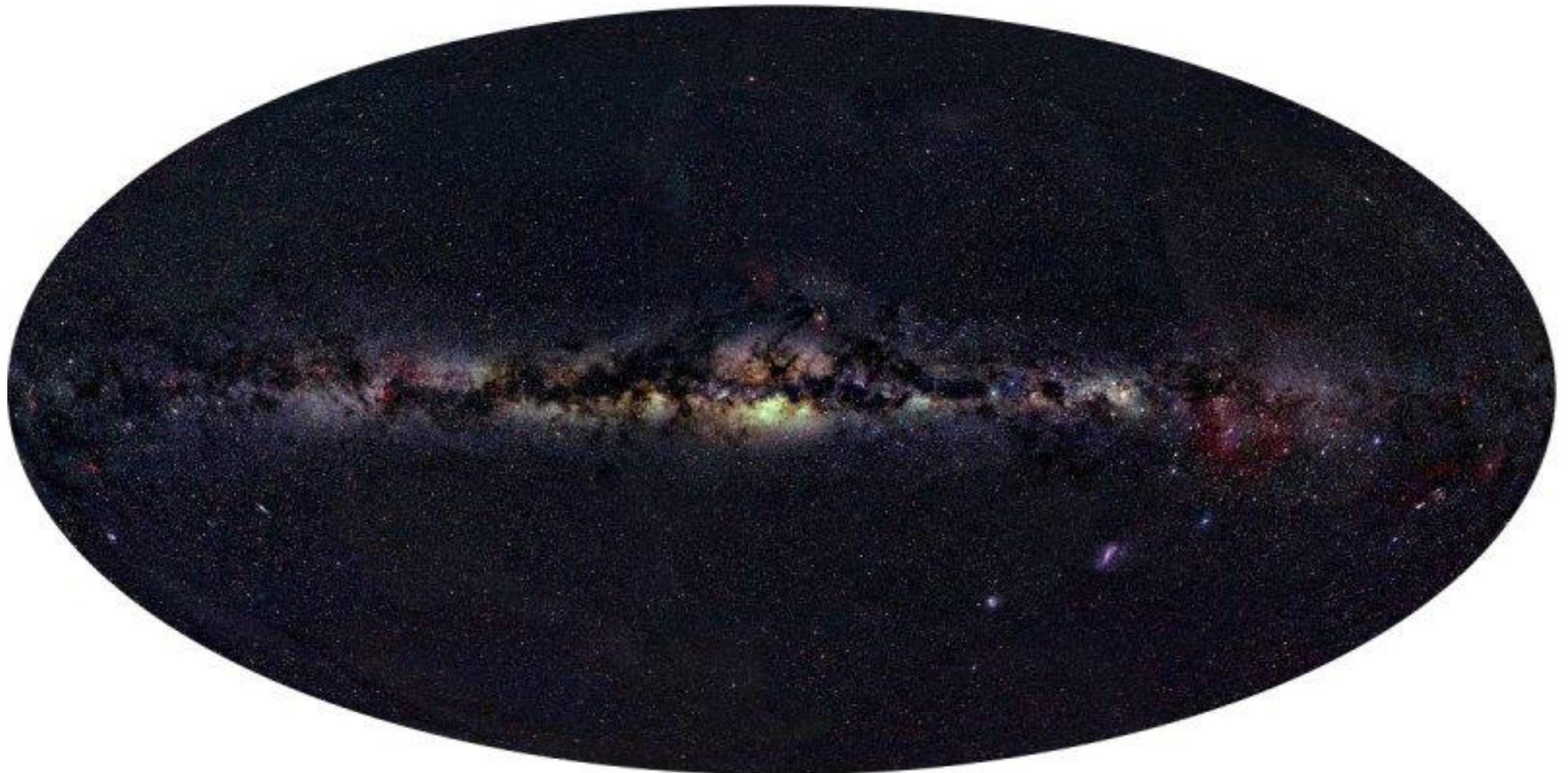
UNIVERSITÄT
HEIDELBERG
ZUKUNFT
SEIT 1386



Das Universum bis 1923



UNIVERSITÄT
HEIDELBERG
ZUKUNFT
SEIT 1386



Das Universum 1923



UNIVERSITÄT
HEIDELBERG
ZUKUNFT
SEIT 1386

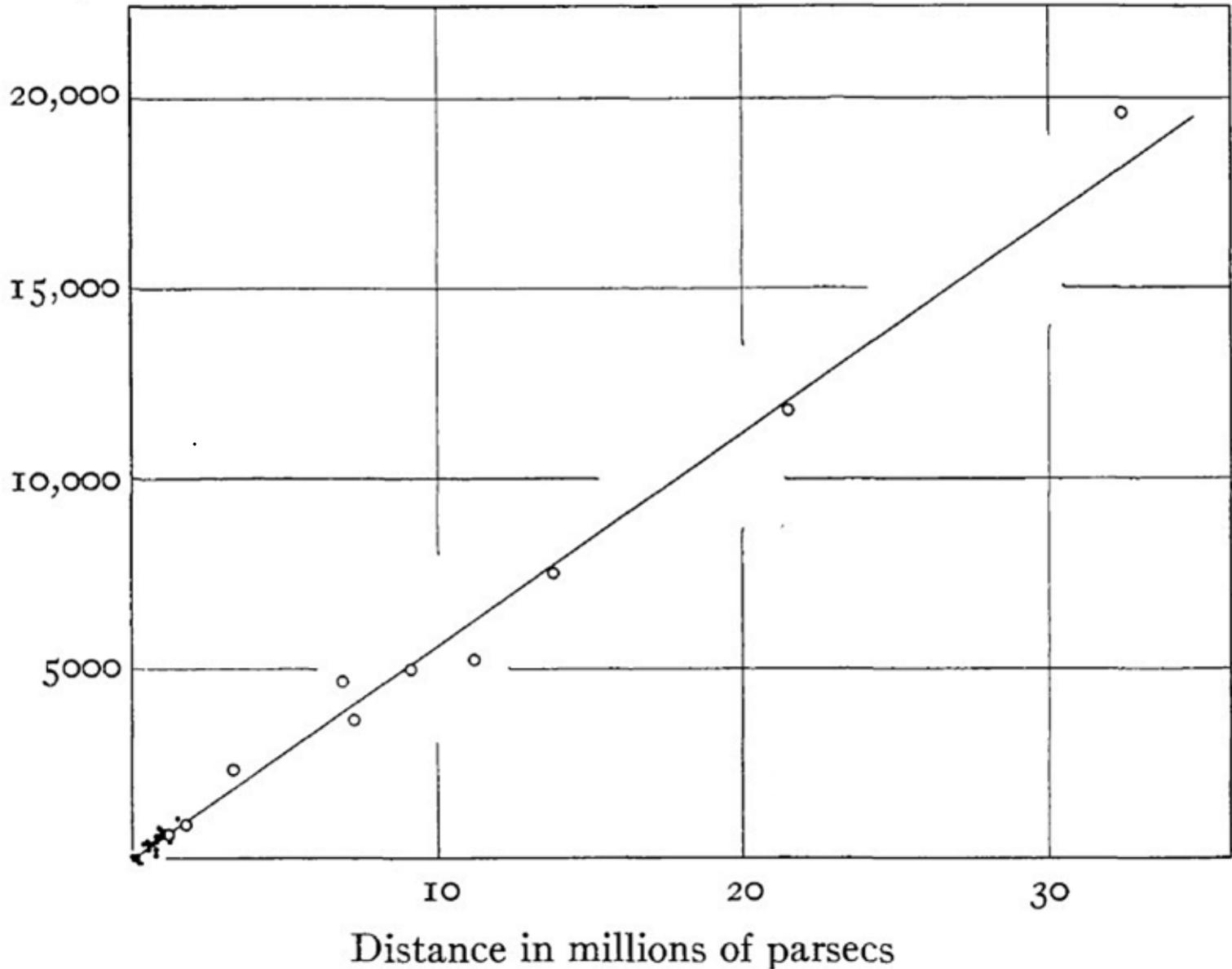


Das Universum bis 1931



Edwin Hubble

Velocity
in km/sec.



Das Universum bis 1931



UNIVERSITÄT
HEIDELBERG
ZUKUNFT
SEIT 1386



Vesto Slipher

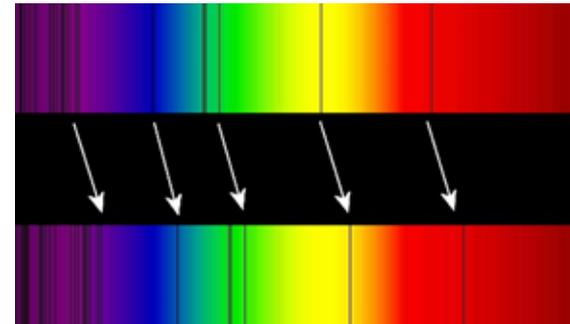


Carl Wirtz

Spektroskopie



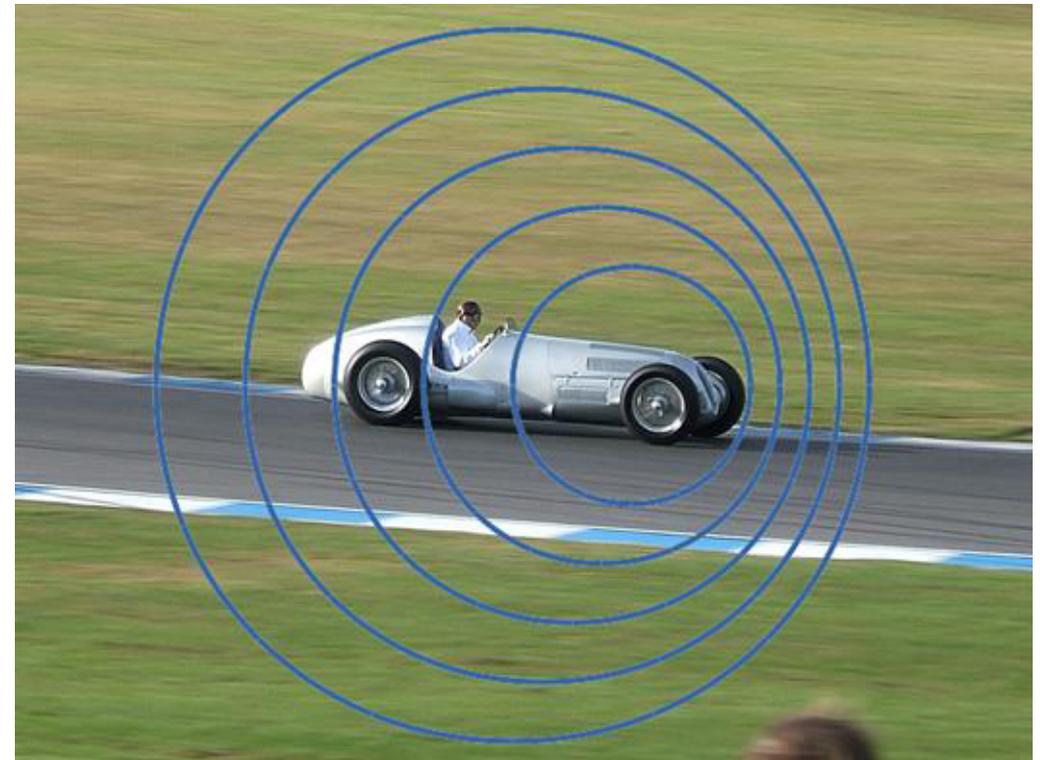
UNIVERSITÄT
HEIDELBERG
ZUKUNFT
SEIT 1386



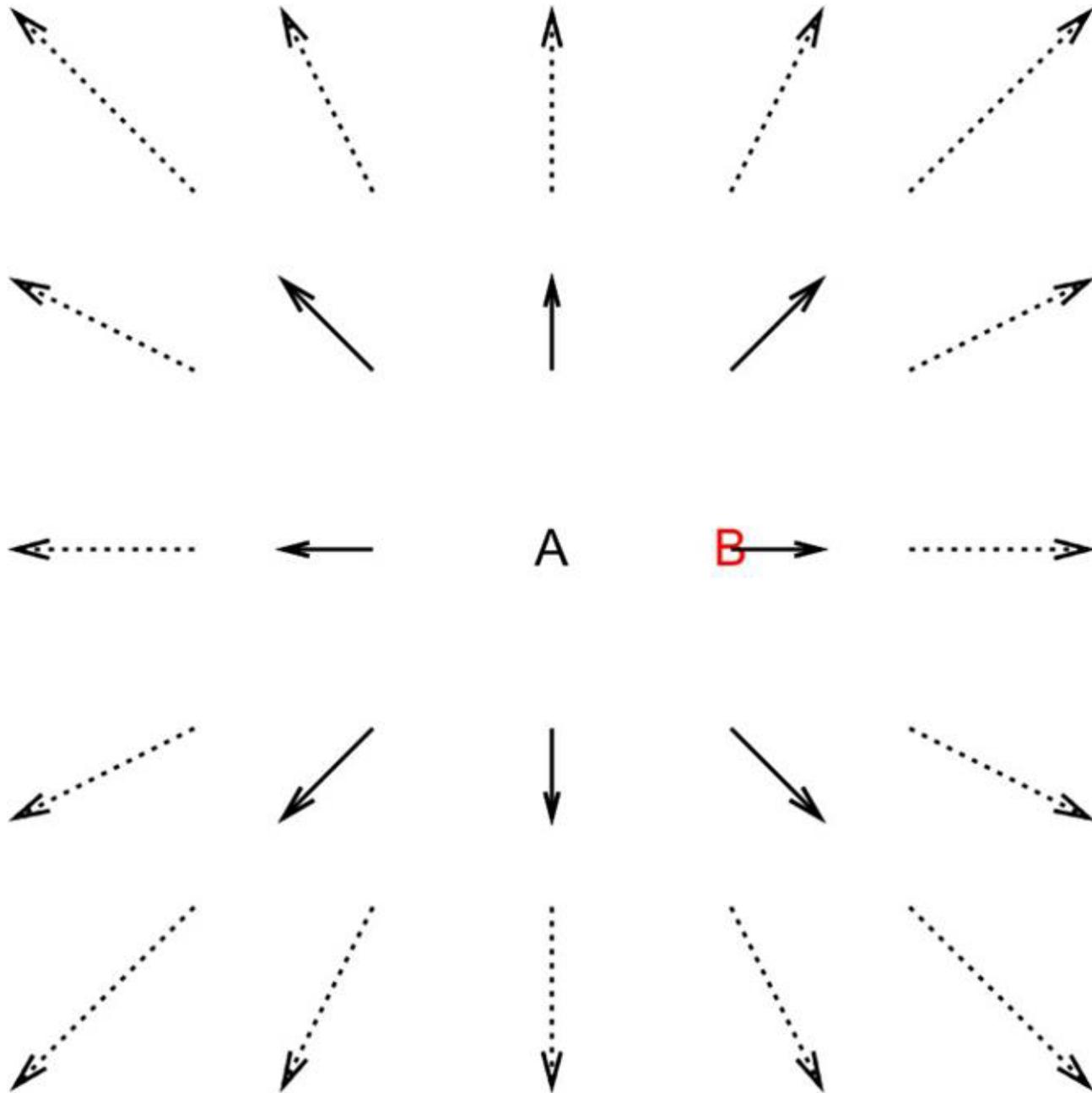
Christian Doppler

**In der Mitte stehend:
Joseph von Fraunhofer**

**links im Sessel:
Graf Rumford**



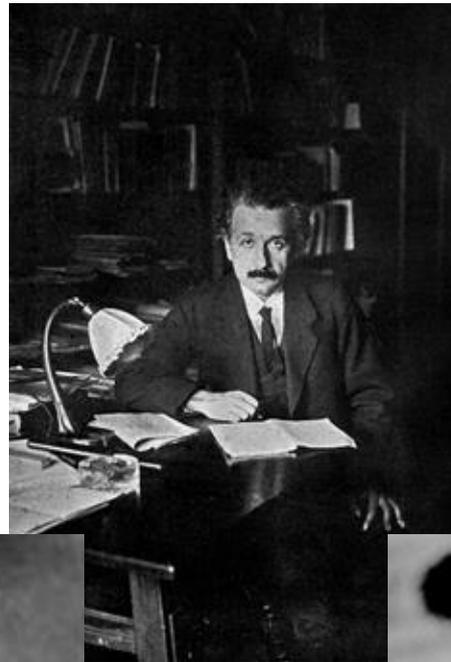
Ausdehnung des Universums



Ein Modell des Universums



UNIVERSITÄT
HEIDELBERG
ZUKUNFT
SEIT 1386



Albert Einstein

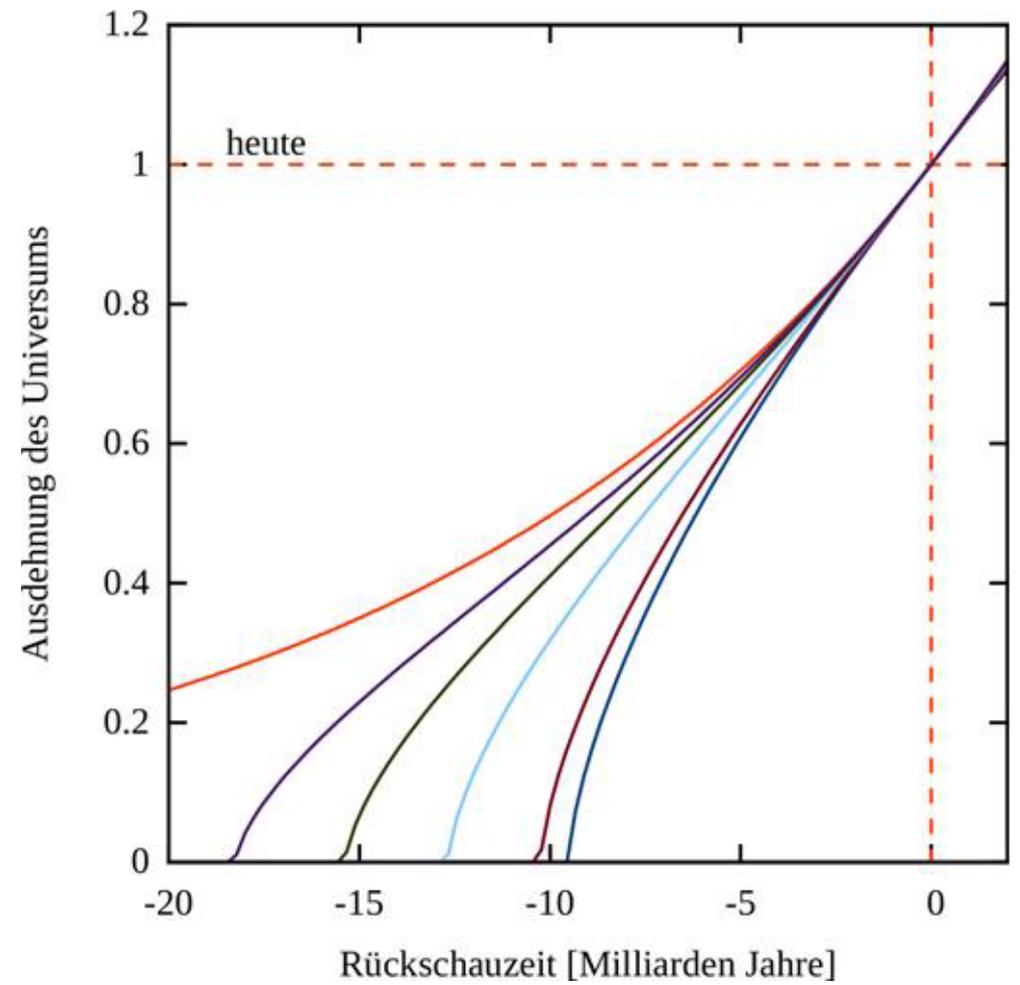
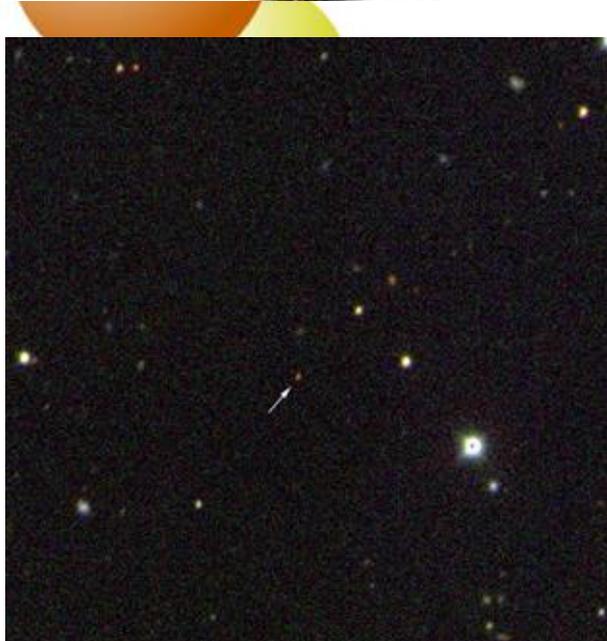
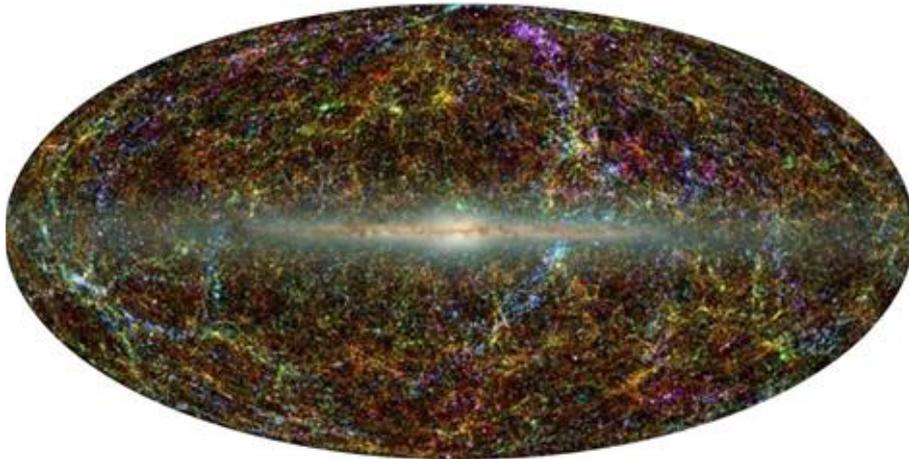


Alexander Friedmann



Georges Lemaitre

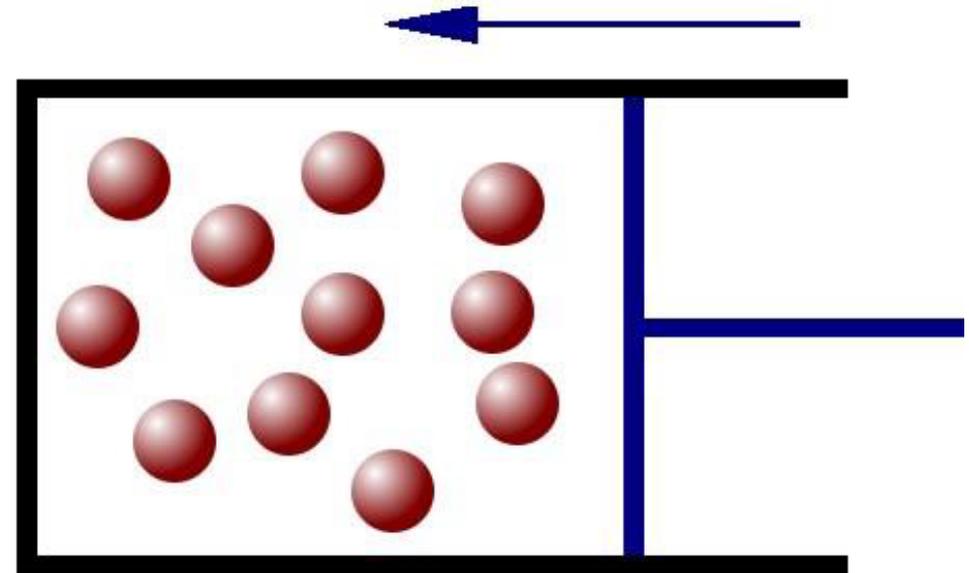
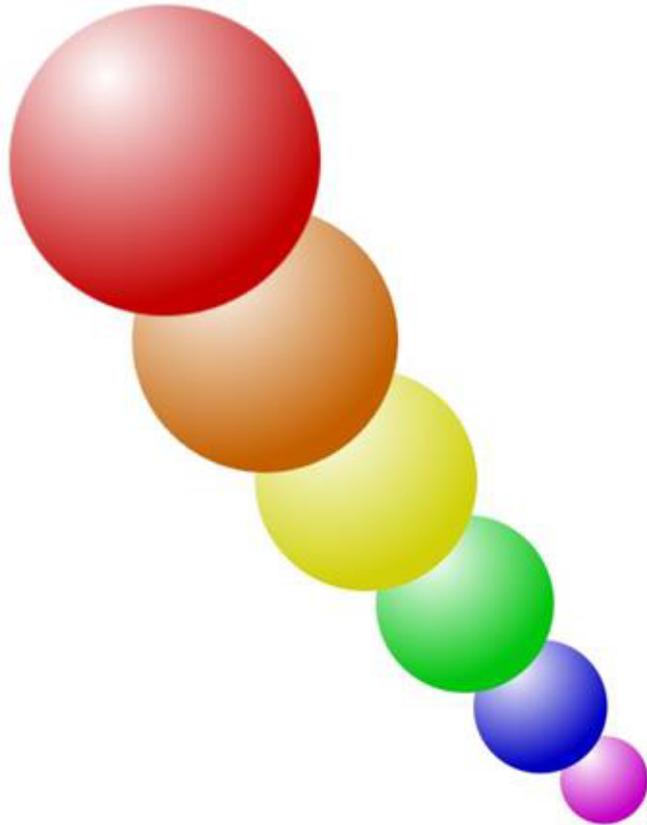
Ausdehnungsgeschichte



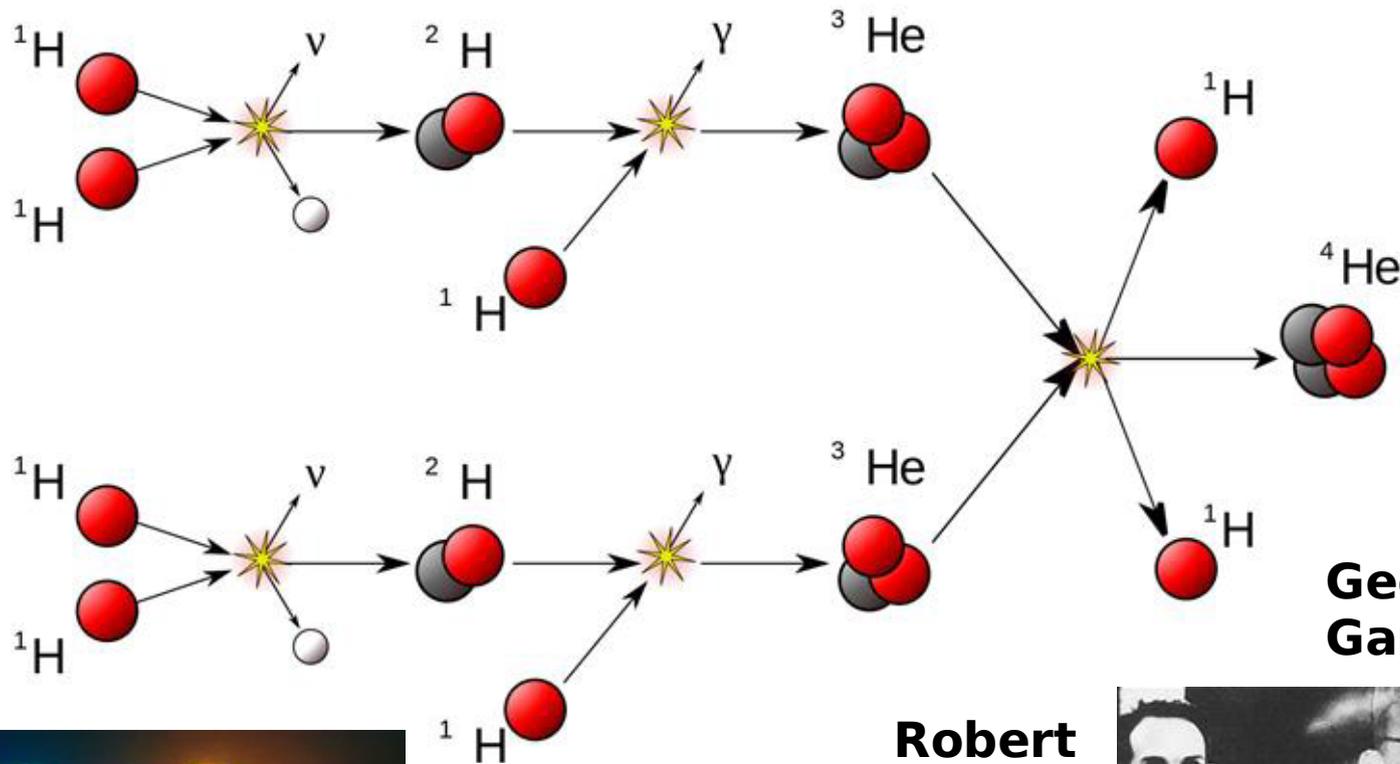
Ein heißer Anfang?



UNIVERSITÄT
HEIDELBERG
ZUKUNFT
SEIT 1386

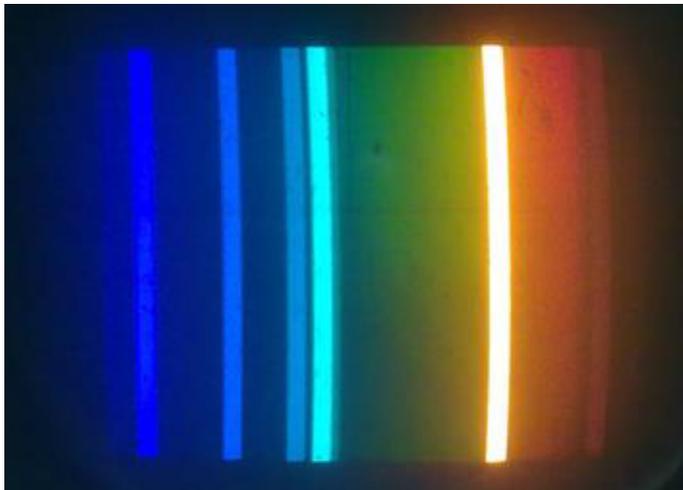


Der Urknall und das Helium

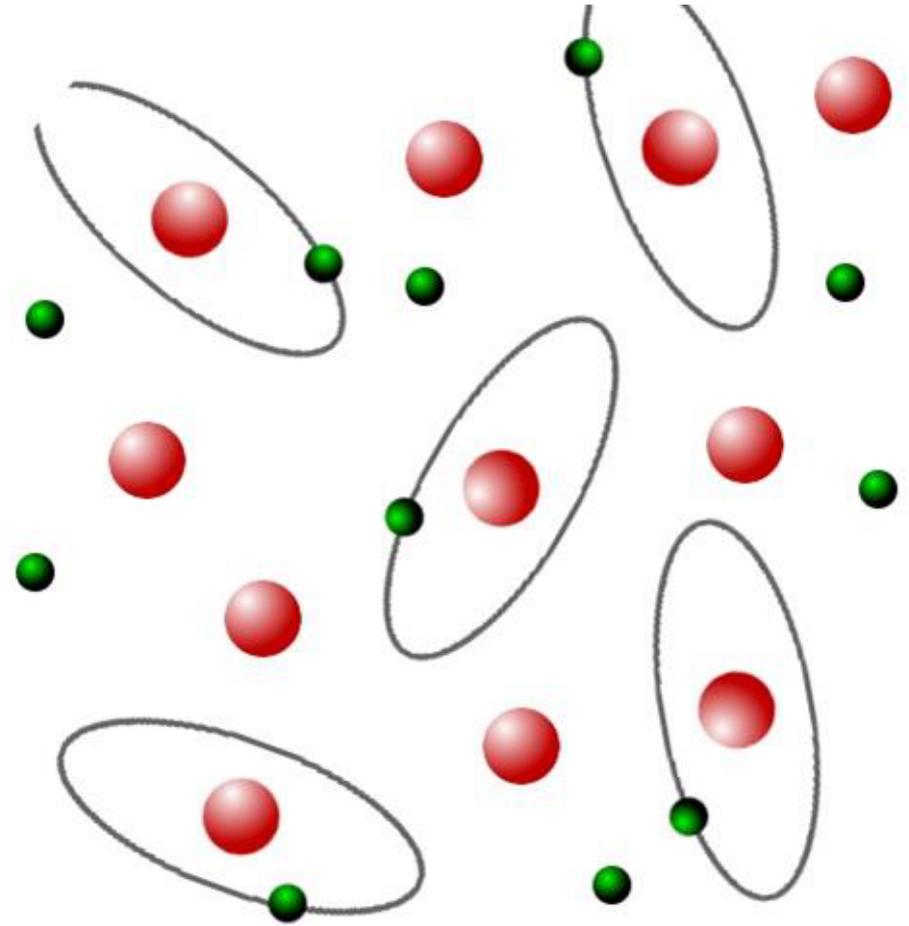
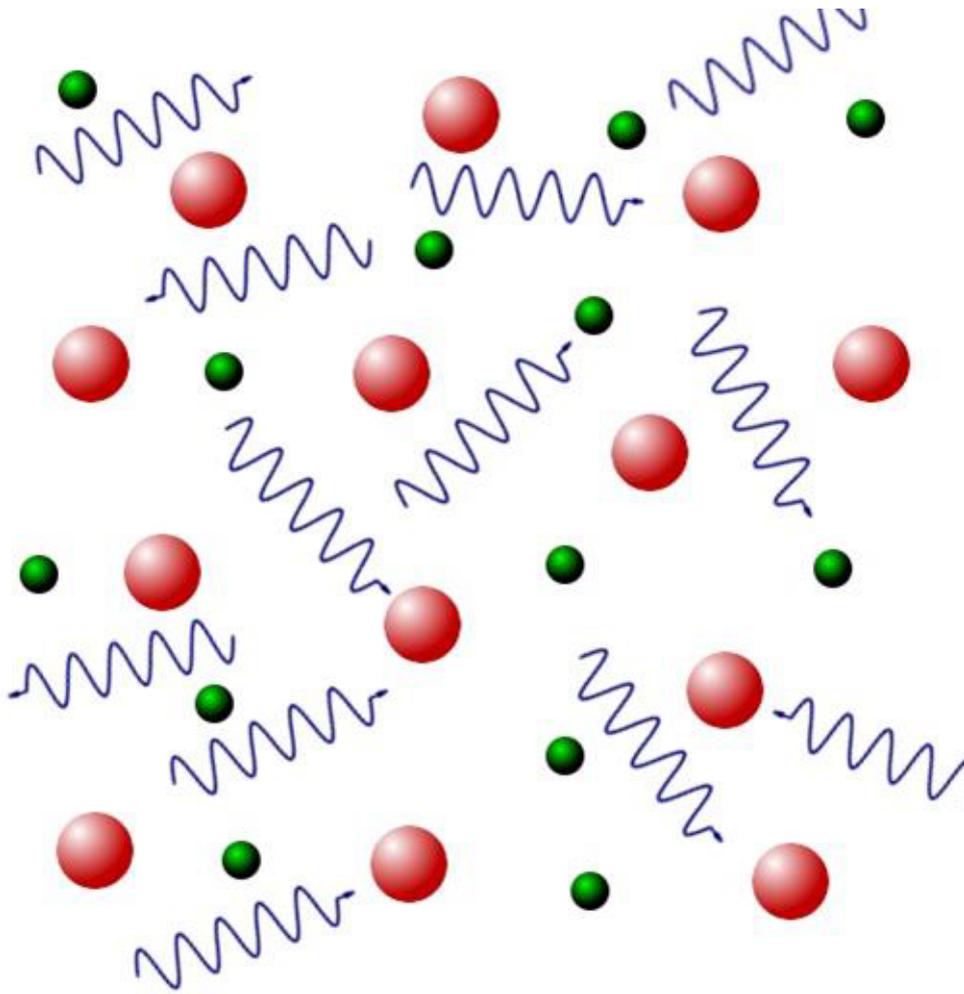


George Gamow **Ralph Alpher**

Robert Herman



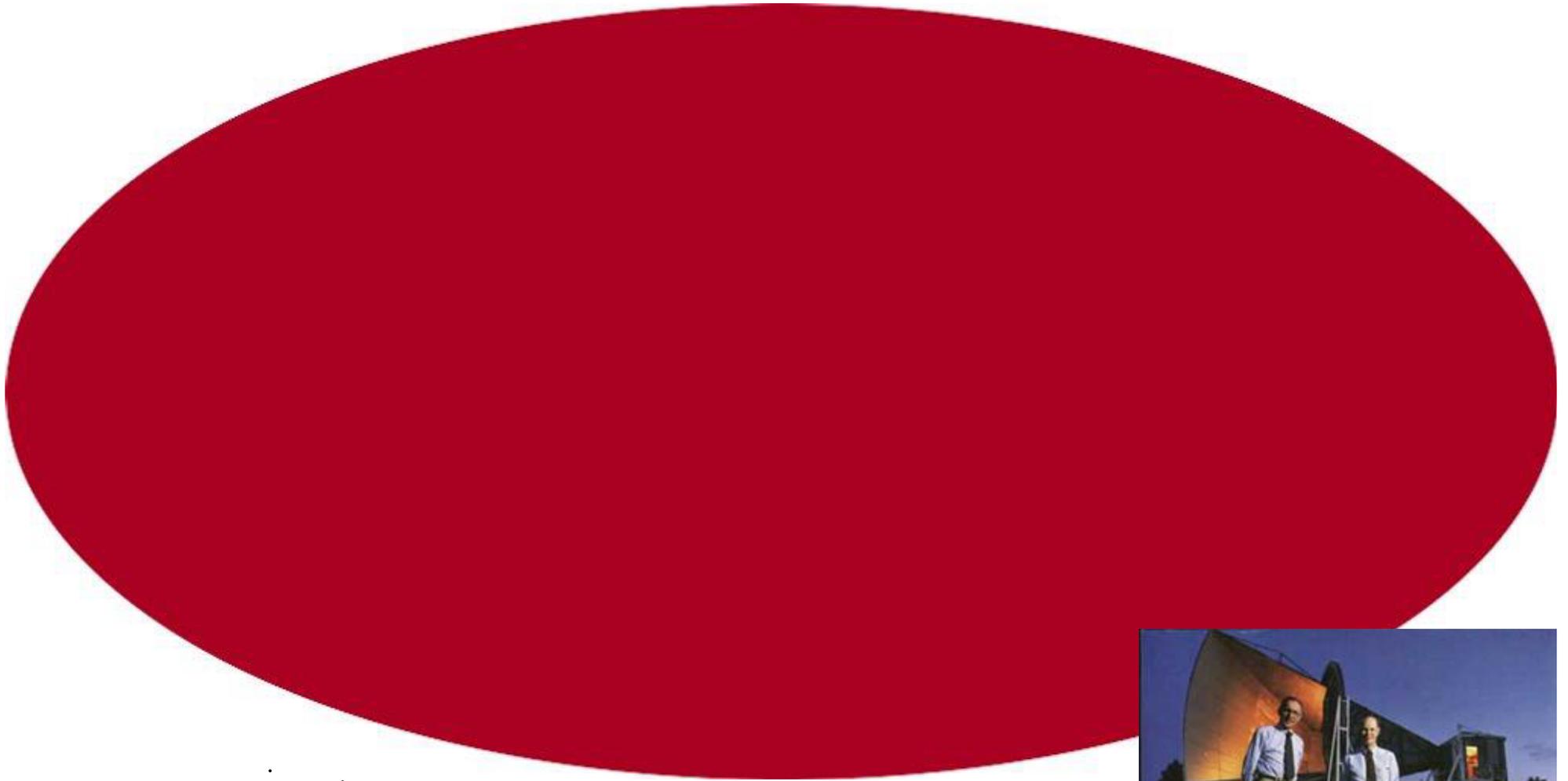
Licht wird frei



Restwärme: kosmische Mikrowellen



UNIVERSITÄT
HEIDELBERG
ZUKUNFT
SEIT 1386



1978

**Arno Penzias
Robert Wilson**

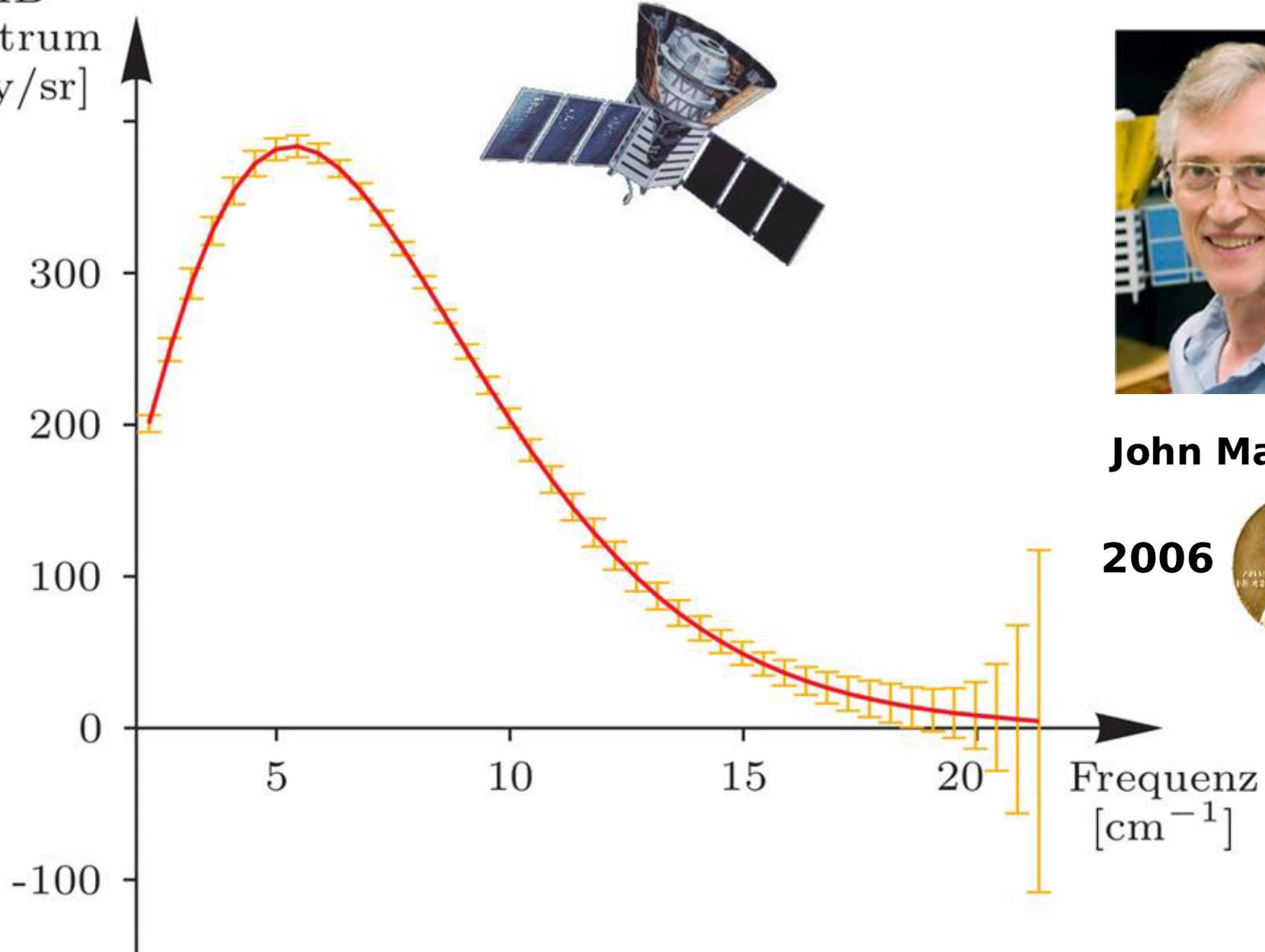


Wärmestrahlung?



UNIVERSITÄT
HEIDELBERG
ZUKUNFT
SEIT 1386

CMB-
Spektrum
[MJy/sr]



John Mather

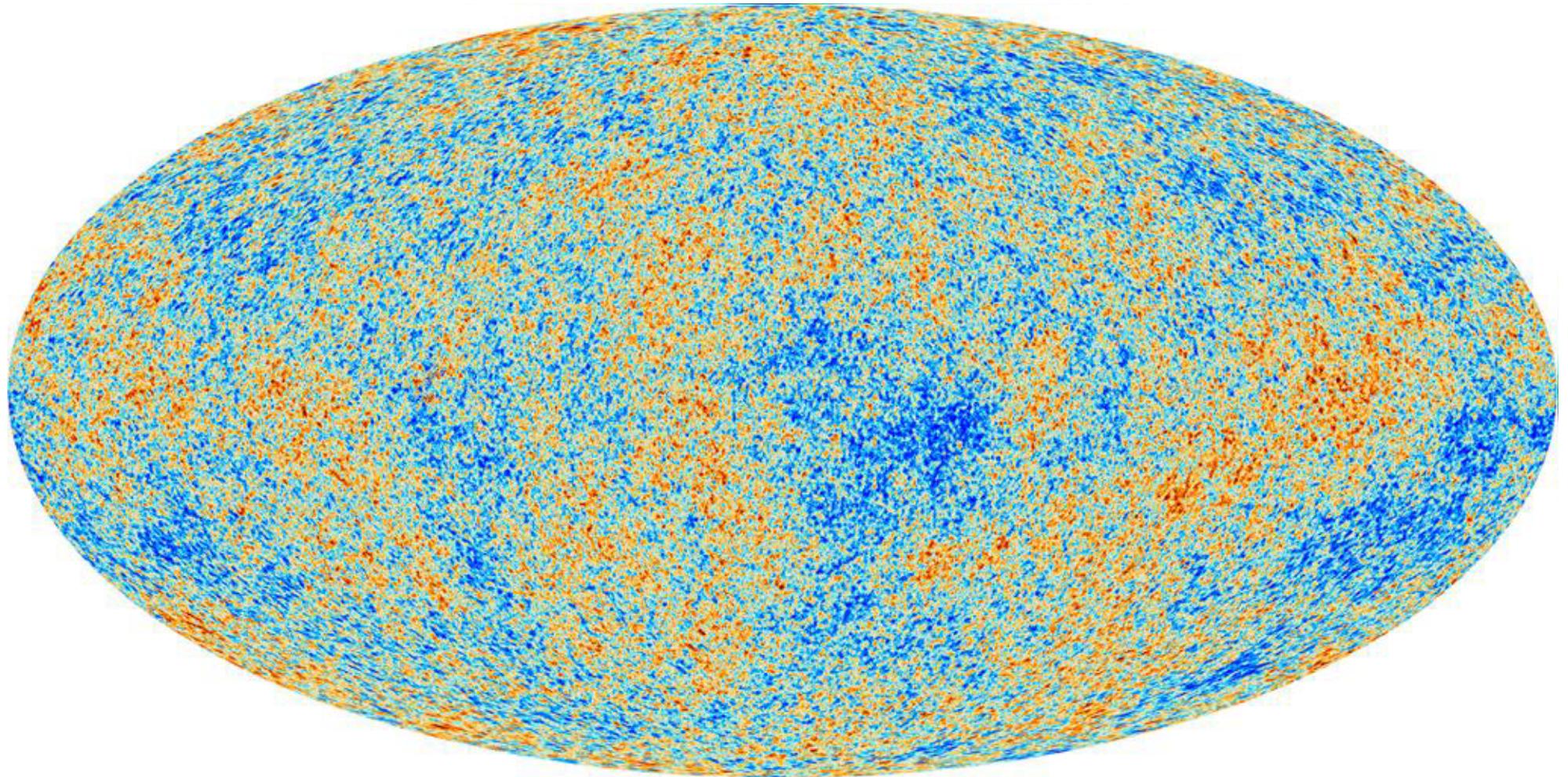
2006



Spuren in den kosmischen Mikrowellen



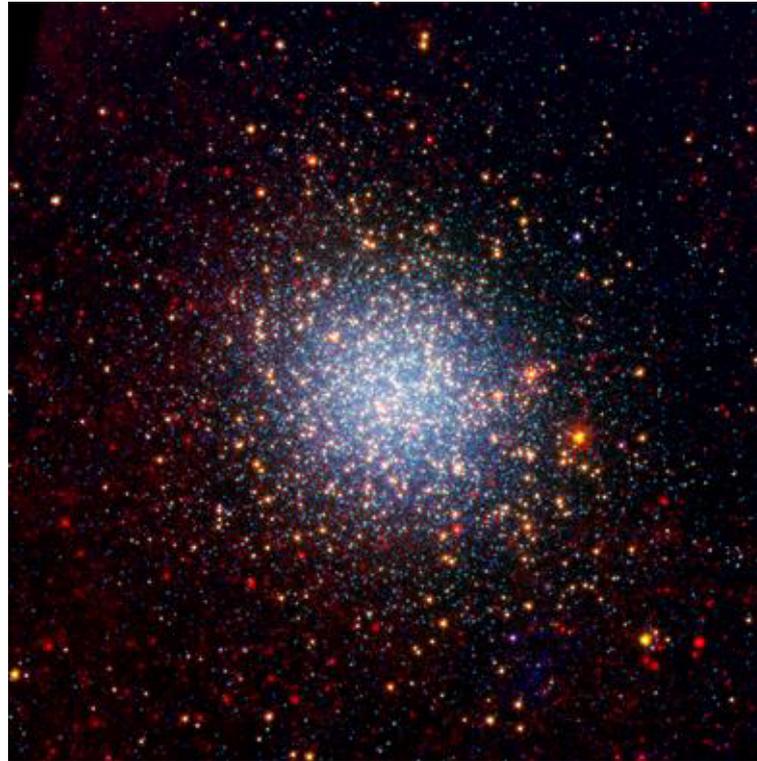
UNIVERSITÄT
HEIDELBERG
ZUKUNFT
SEIT 1386



Altersbestimmung



UNIVERSITÄT
HEIDELBERG
ZUKUNFT
SEIT 1386



Sternexplosionen als Leuchtfeuer



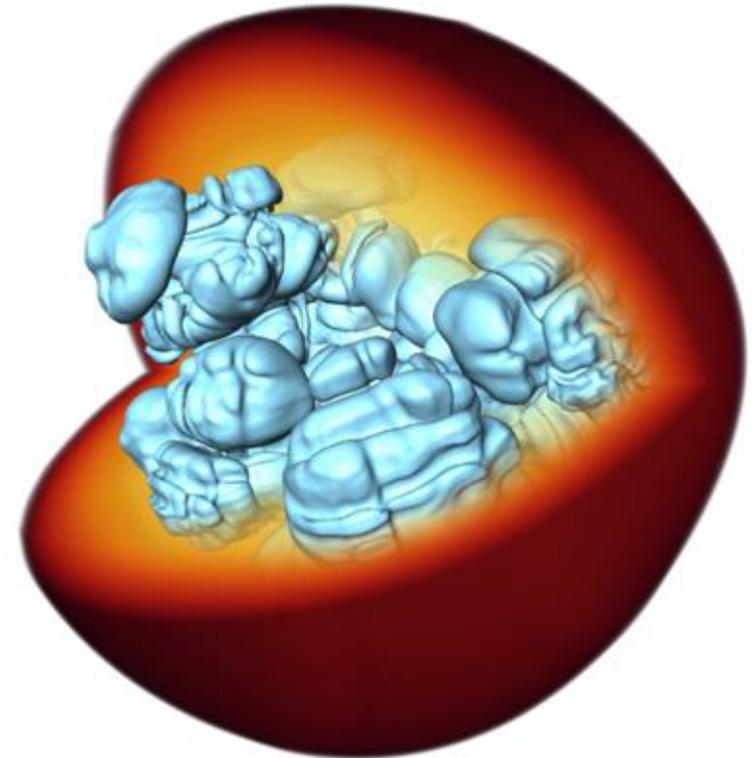
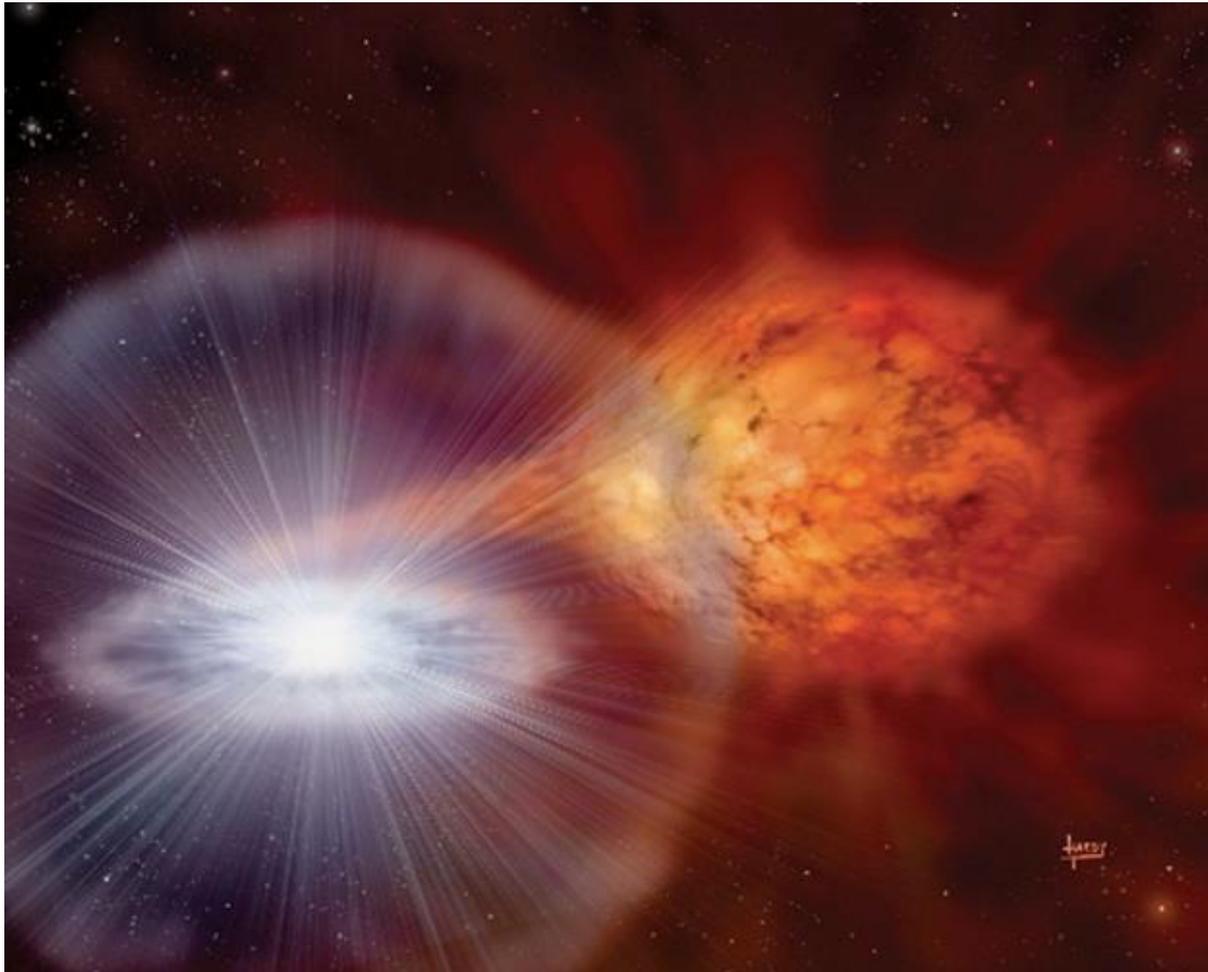
UNIVERSITÄT
HEIDELBERG
ZUKUNFT
SEIT 1386



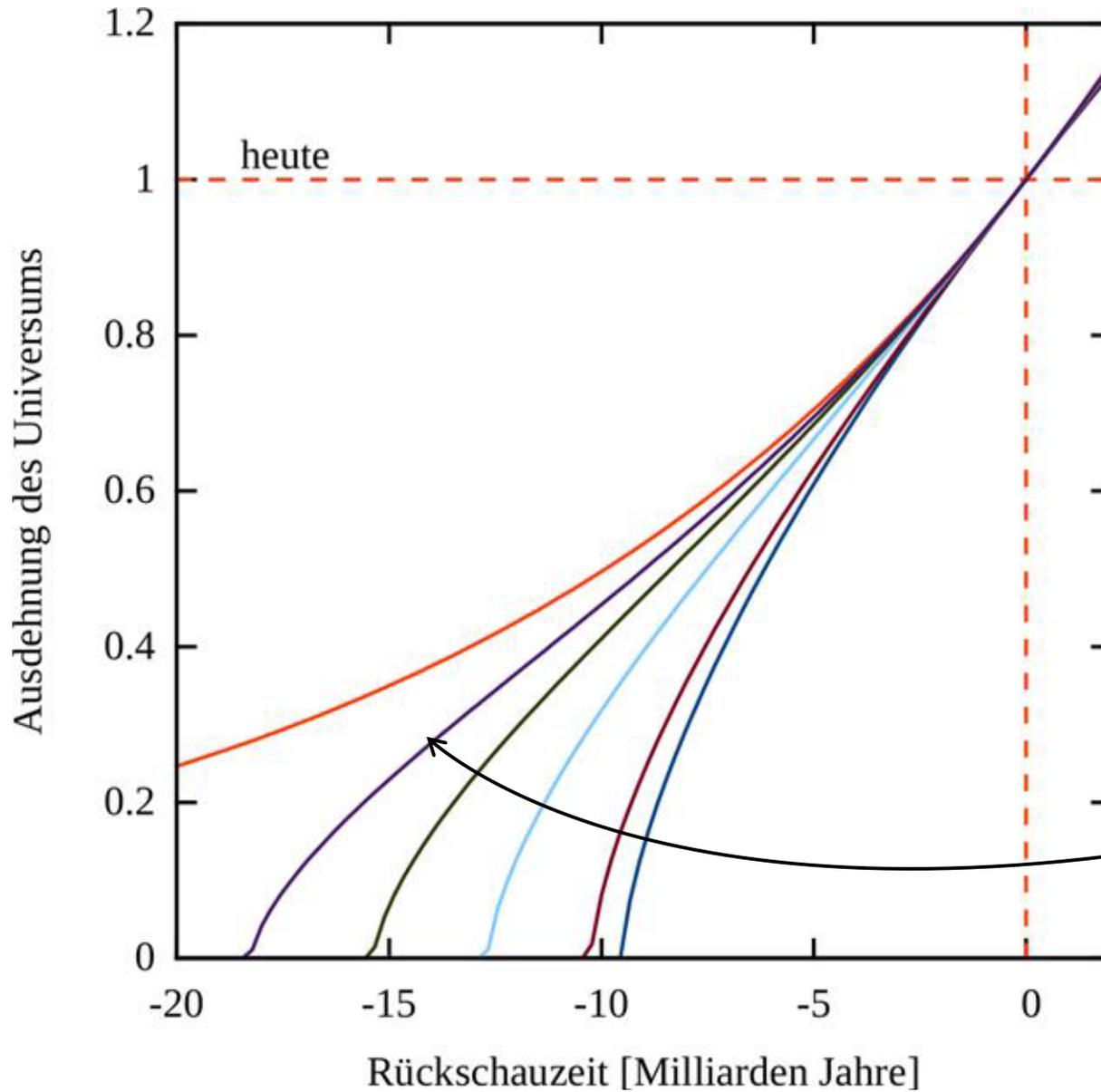
Sternexplosionen als Leuchtfener



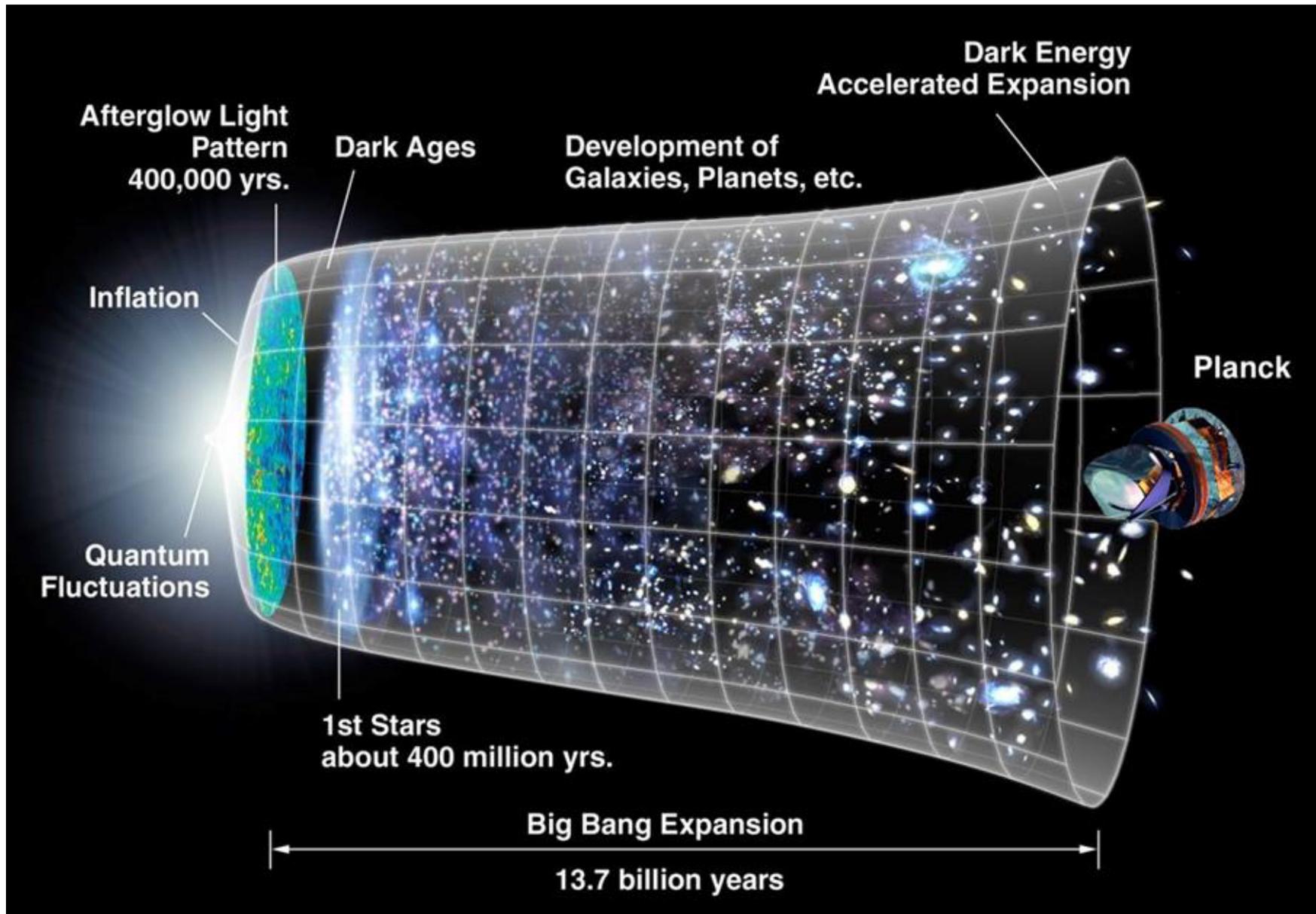
UNIVERSITÄT
HEIDELBERG
ZUKUNFT
SEIT 1386



Beschleunigte Ausdehnung



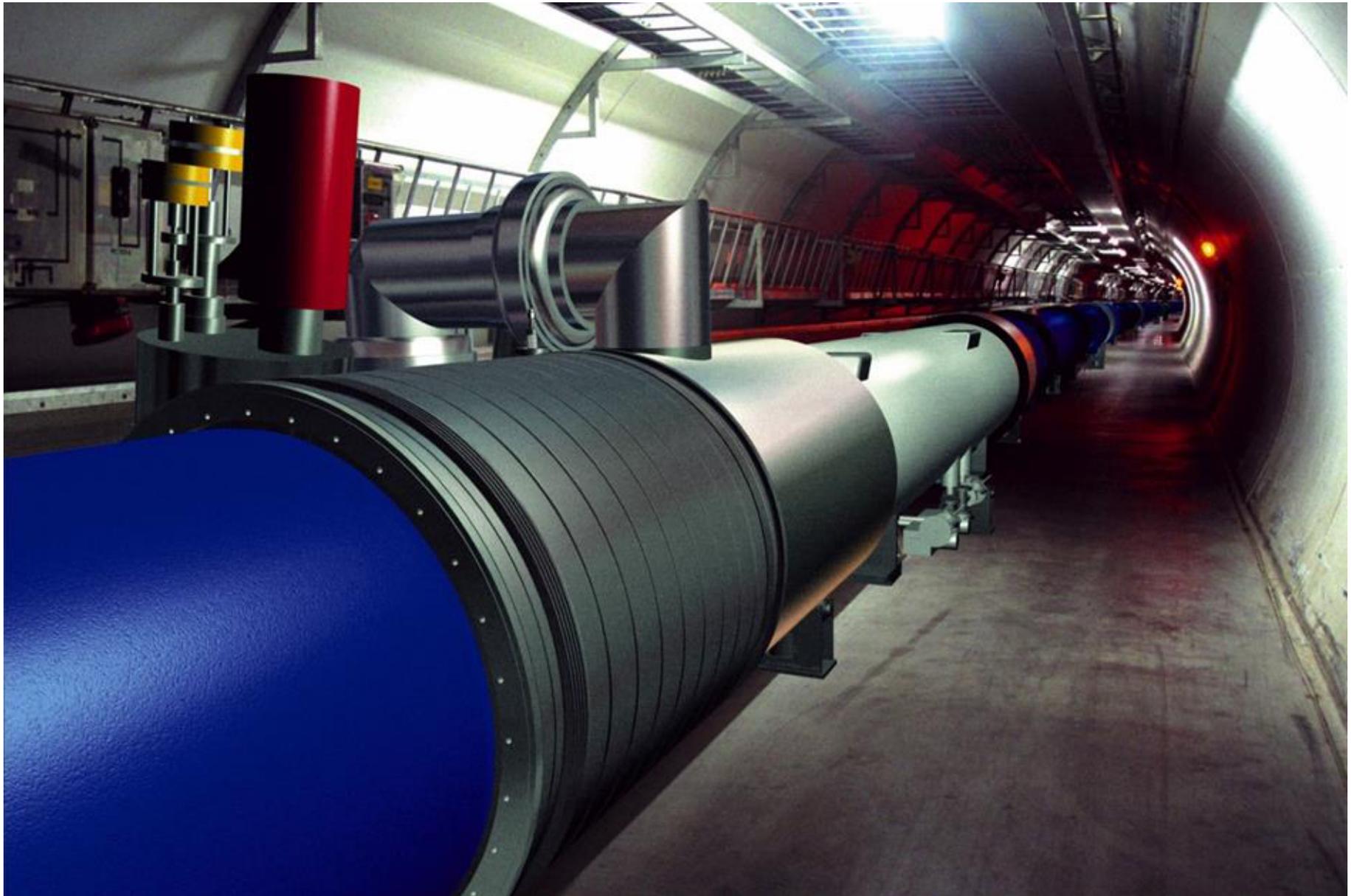
Geschichte des Universums



Und die Teilchenphysik?



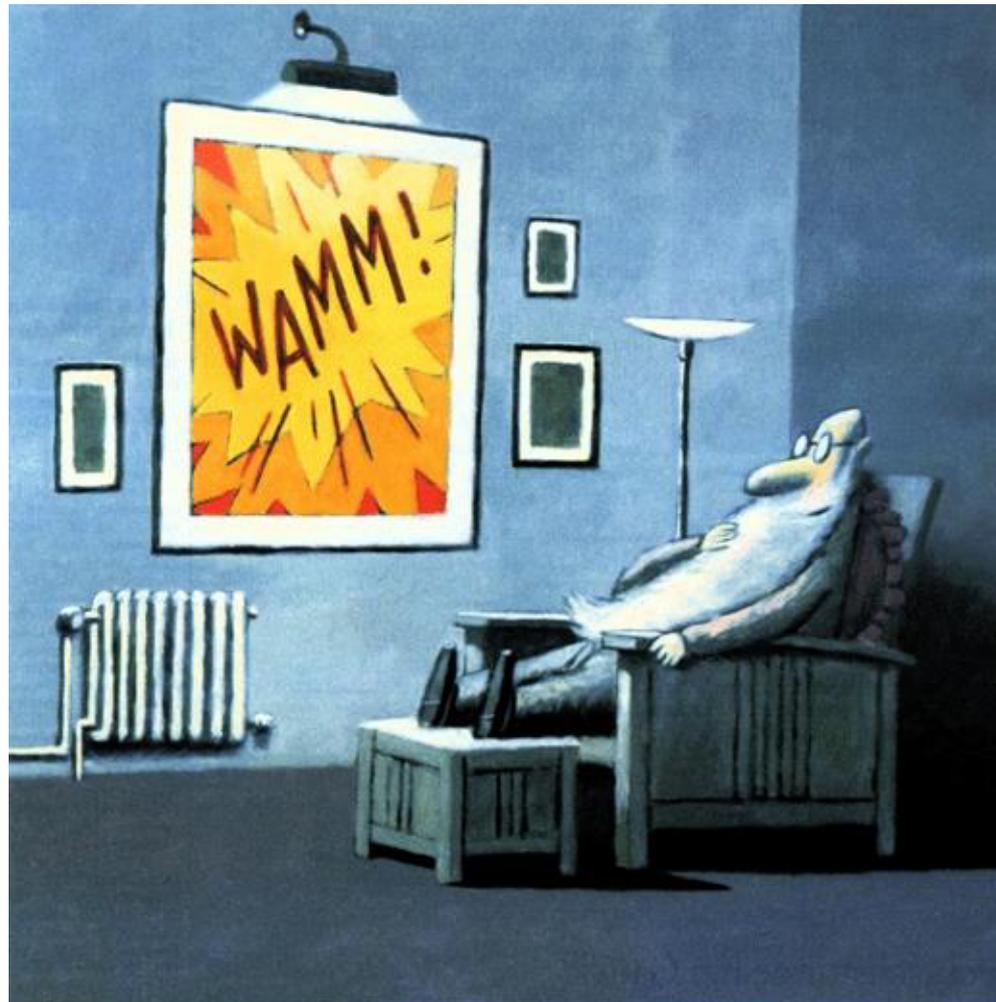
UNIVERSITÄT
HEIDELBERG
ZUKUNFT
SEIT 1386



Antrieb des Universums



UNIVERSITÄT
HEIDELBERG
ZUKUNFT
SEIT 1386



Geistesgegenwärtig
hatte Gott damals vom Urknall
ein Photo geschossen,
welches er immer noch recht
eindrucksvoll fand

**Karikatur von
Bernd Pfarr**