

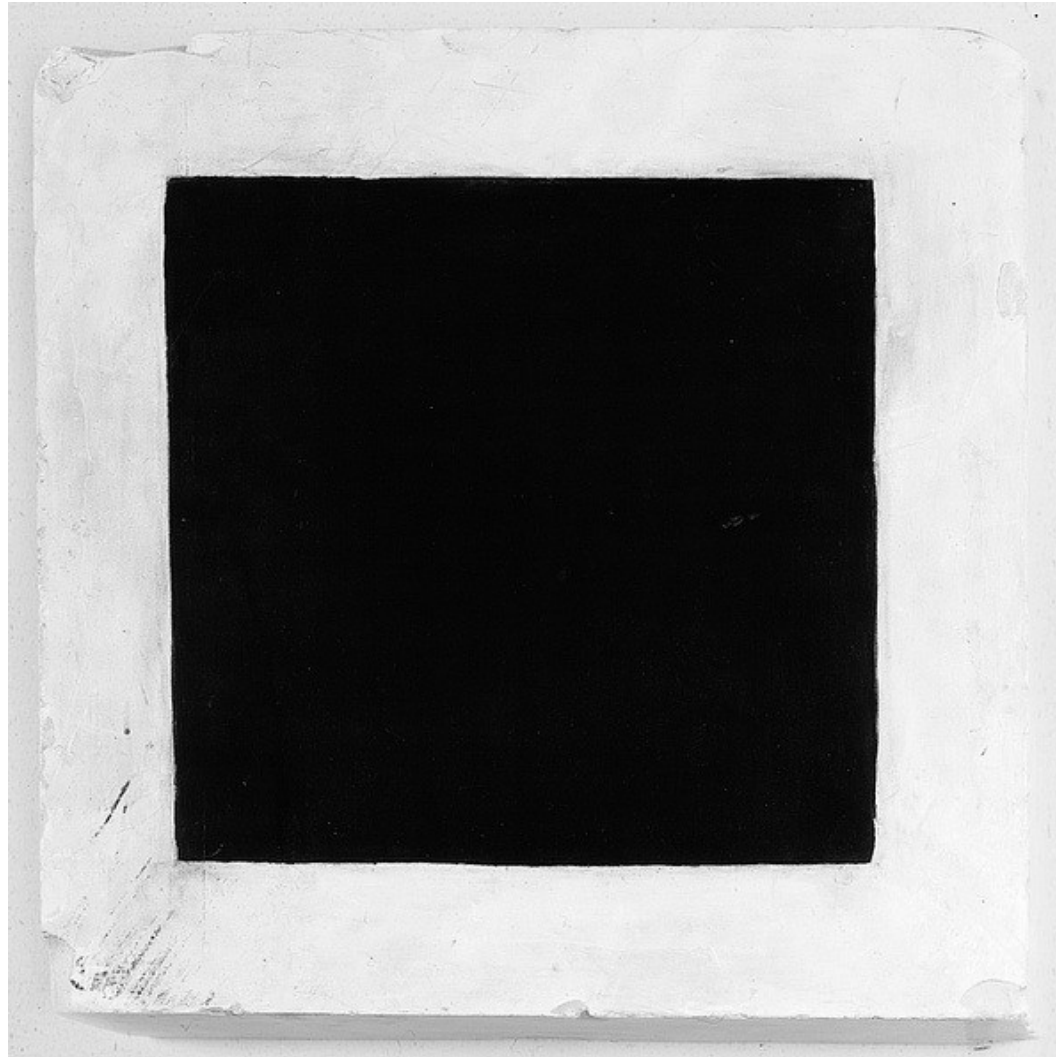
Die Schöpfung ...

**aus der Sicht
eines Physikers**

**Claus Grupen
Universität Siegen**



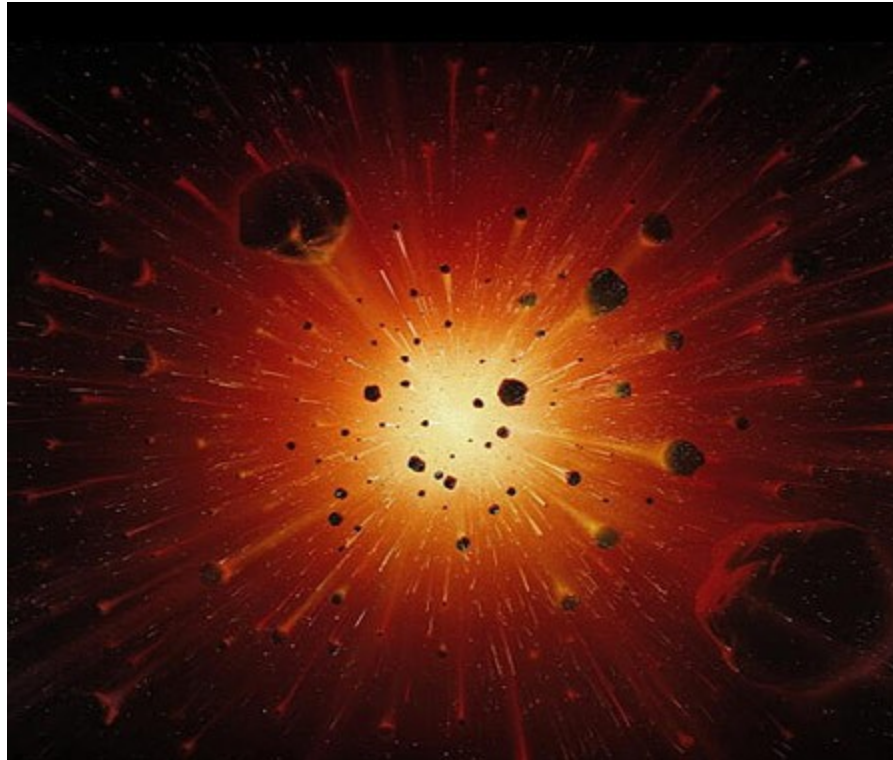
...creatio ex nihilo



Malewitsch

Die Energie in einem geschlossenen System ist eine
Erhaltungsgröße

Die Summe aus kinetischer und potentieller Energie
ist konstant; nach gegenwärtigem Verständnis ist
sie im Universum gleich Null.

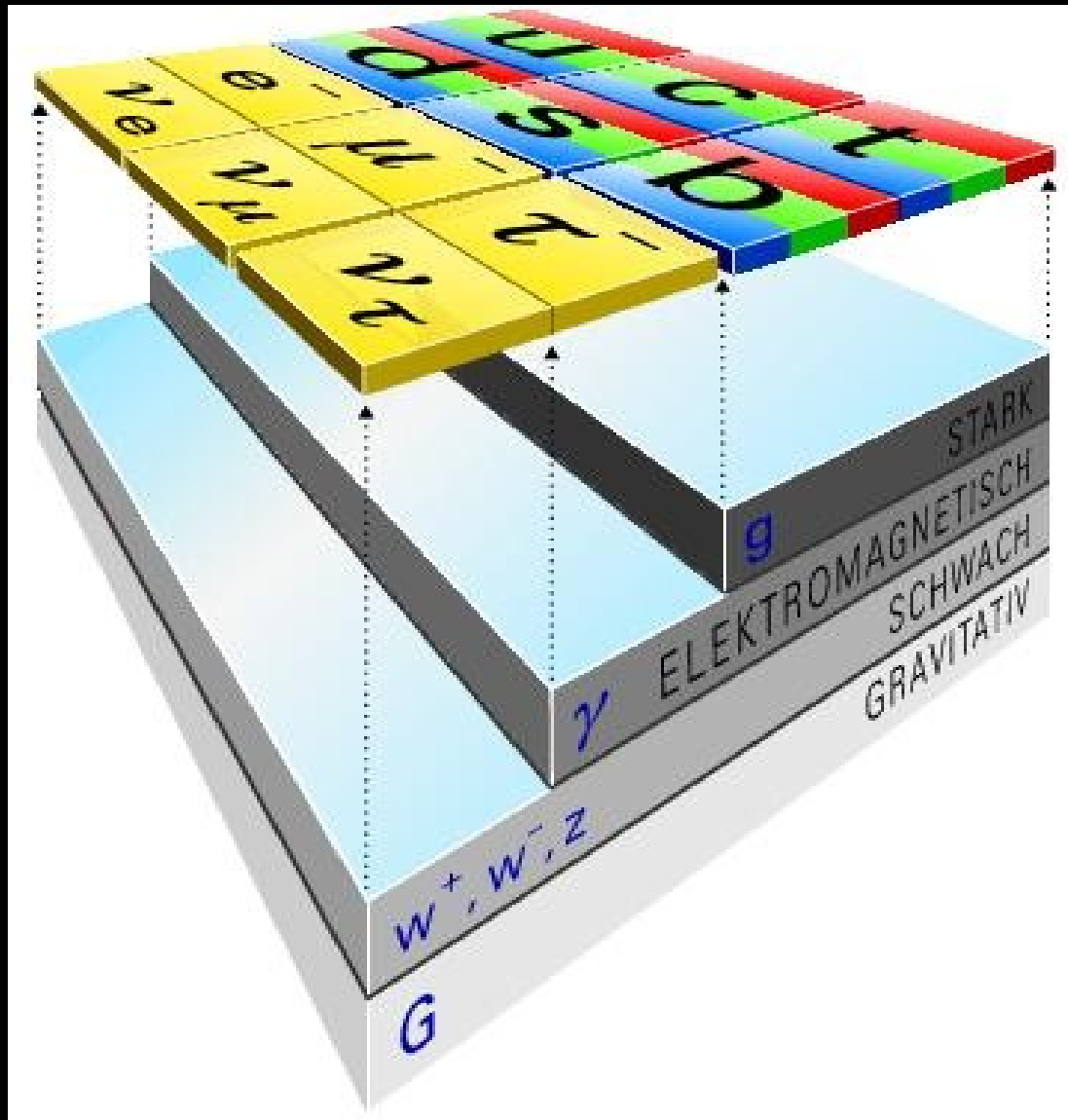


Am Anfang bildeten die verschiedenen Wechselwirkungen eine Urkraft: Starke, Elektromagnetische und Schwache Wechselwirkungen sowie Gravitation waren einheitlich beschreibbar.

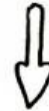
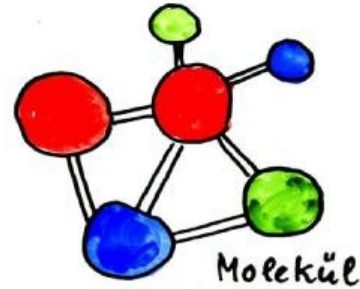
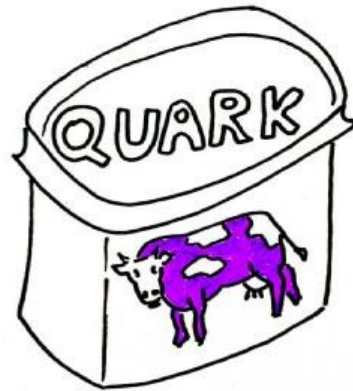
Es gab eine Symmetrie zwischen Materie und Antimaterie



Die Quarks der Ur-Suppe:



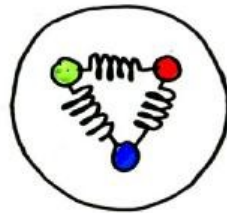
Quark - Metamorphose



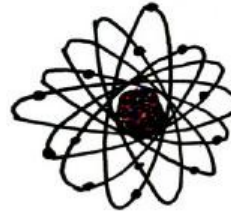
quark



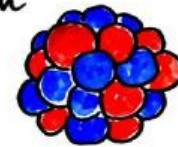
Nukleon



Atom



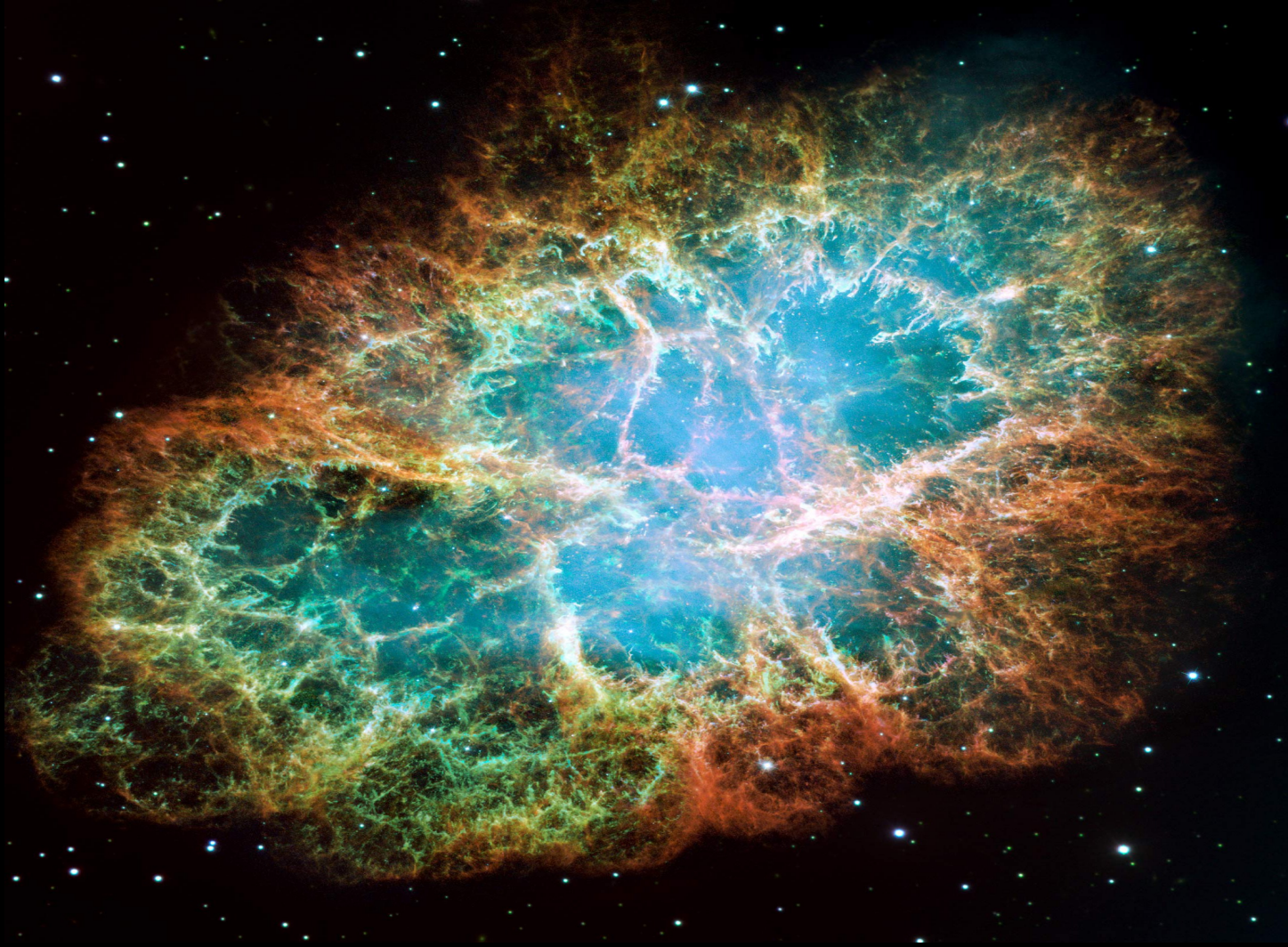
Atomkern



Aus Quarks und Gluonen bilden sich Protonen und Neutronen und viele andere Elementarteilchen: die sogenannten Hadronen

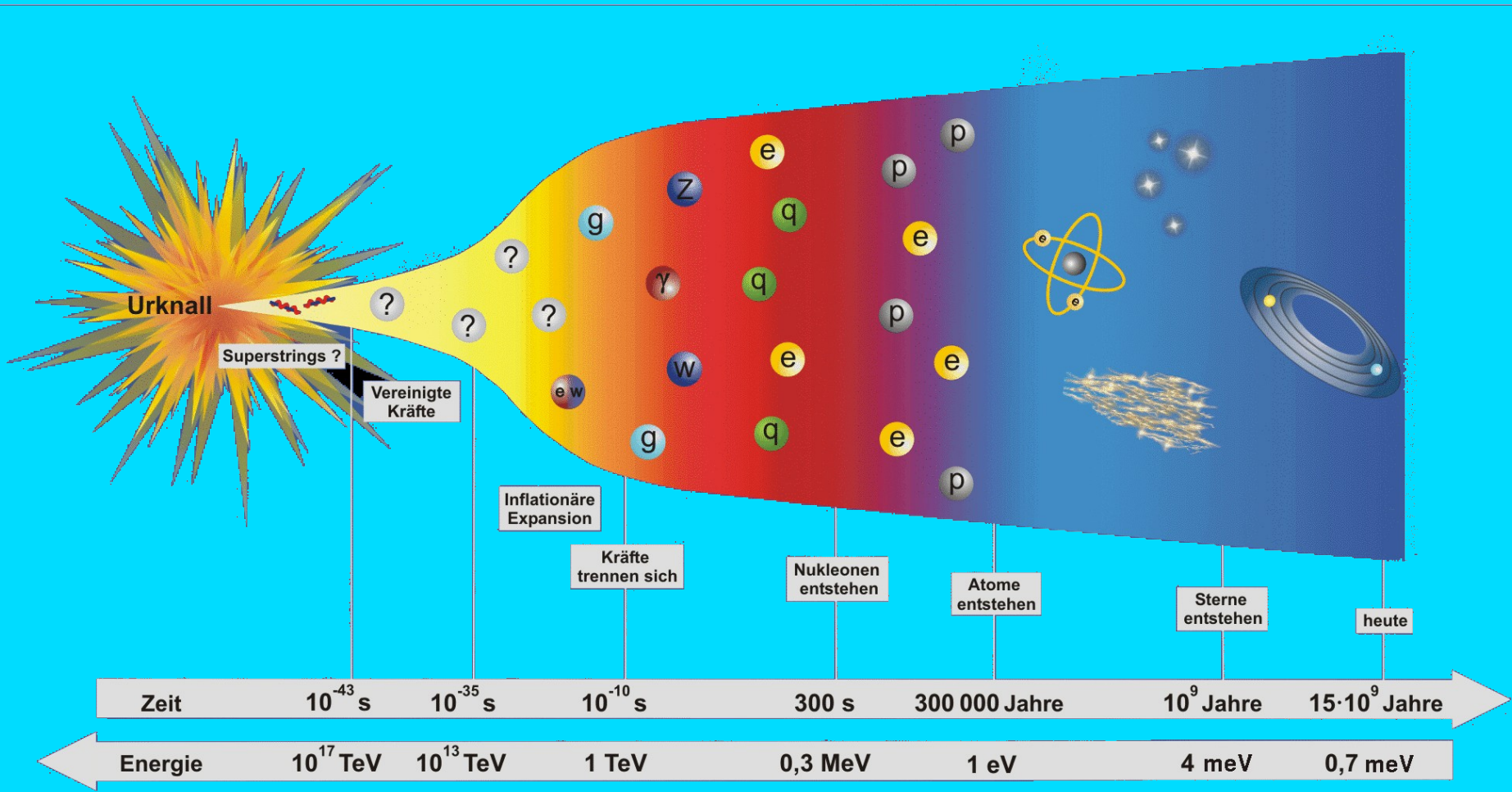
Aus der primordialen Energie und durch Neutronenzerfall werden die Leptonen gebildet (Elektronen, Myonen, ...)

Nukleosynthese: Schwere Atomkerne entstehen in Supernovaexplosionen



Wenn die Temperatur des Universums gesunken ist, können sich auch neutrale Atome bilden. Dann wird das Universum durchsichtig.





Urknall

Superstrings ?

Vereinigte Kräfte

Inflationäre Expansion

Kräfte trennen sich

Nukleonen entstehen

Atome entstehen

Sterne entstehen

heute

Zeit

10⁻⁴³ s

10⁻³⁵ s

10⁻¹⁰ s

300 s

300 000 Jahre

10⁹ Jahre

15·10⁹ Jahre

Energie

10¹⁷ TeV

10¹³ TeV

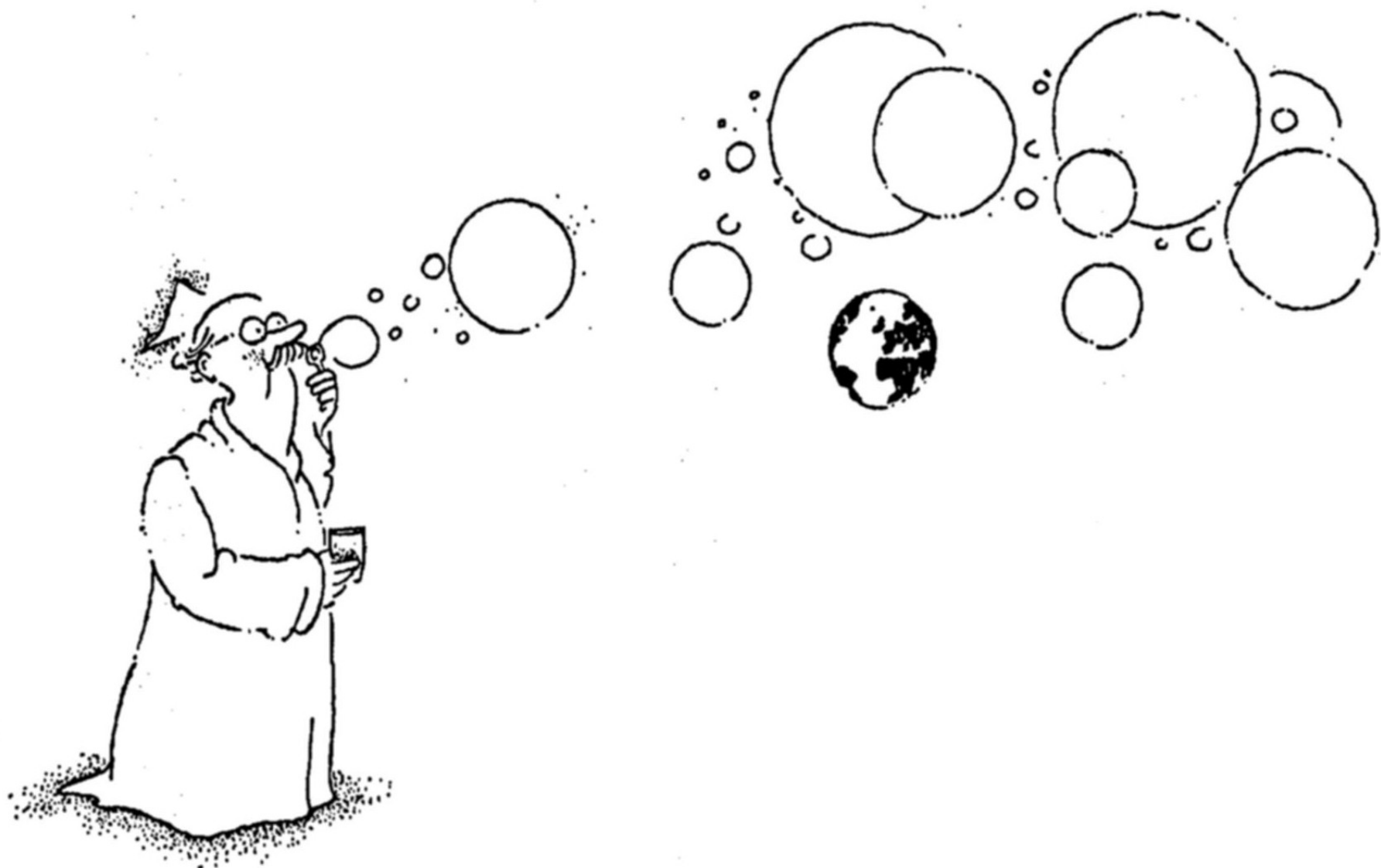
1 TeV

0,3 MeV

1 eV

4 meV

0,7 meV



①



③

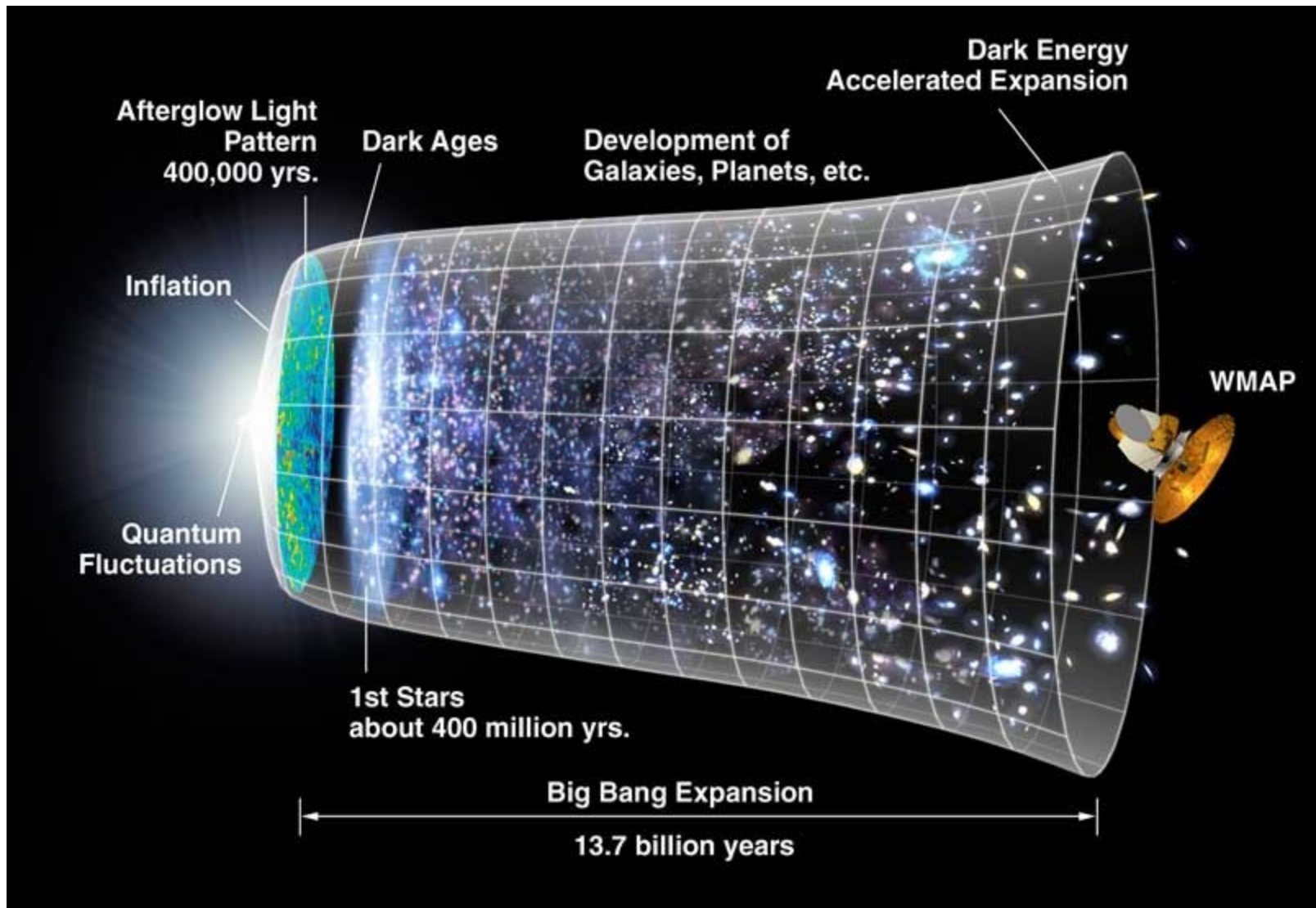


②



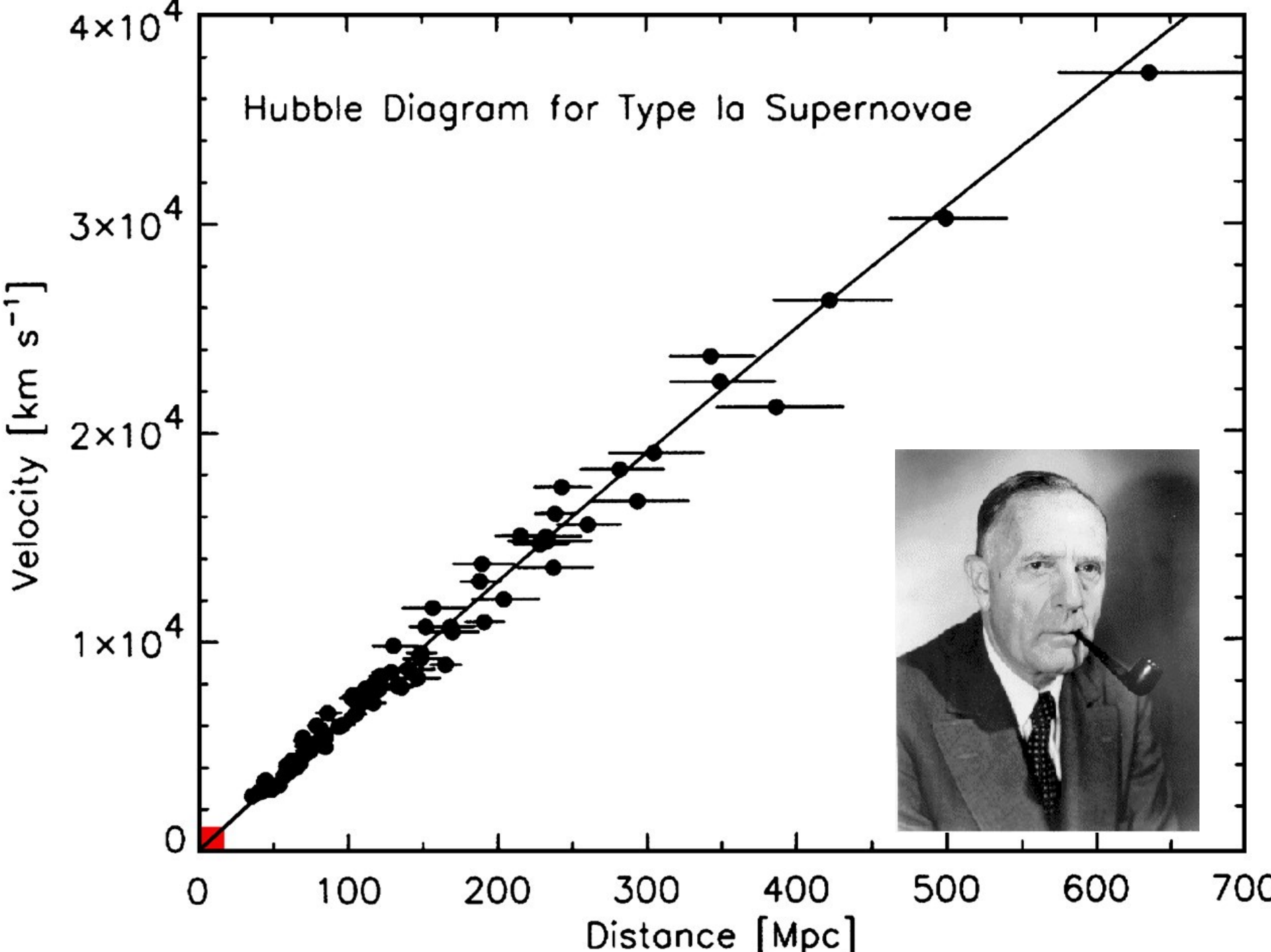
④

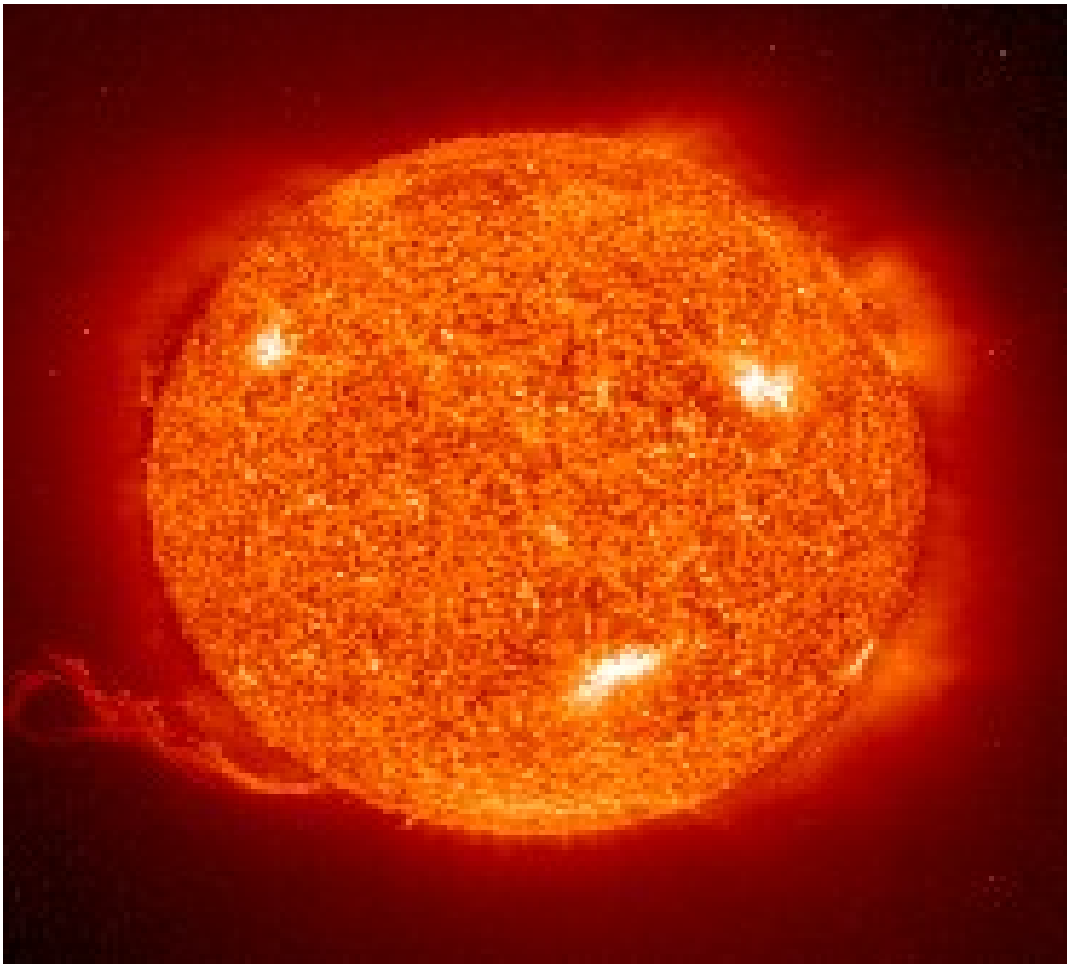




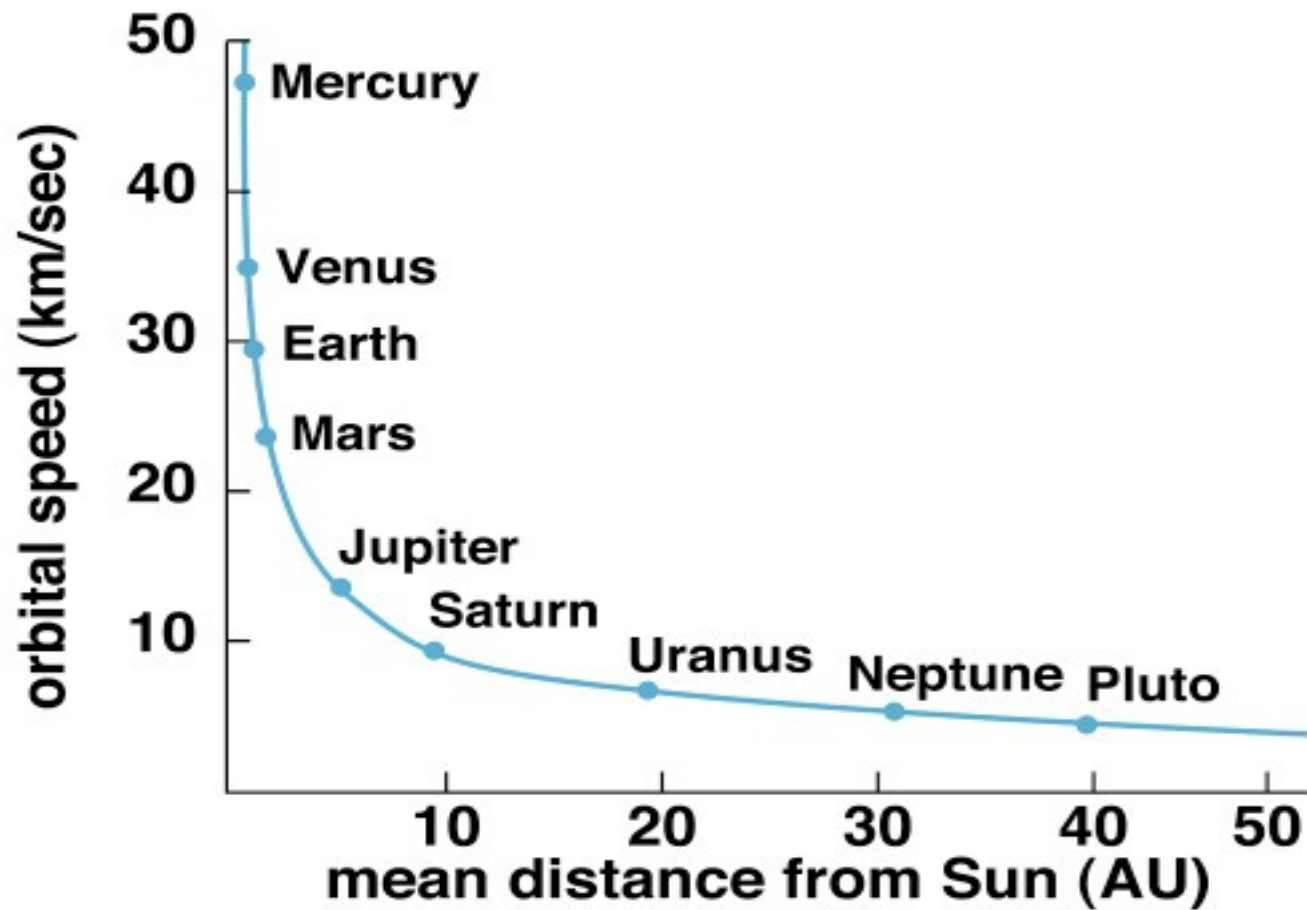
Entwicklung des Universums

Hubble Diagram for Type Ia Supernovae

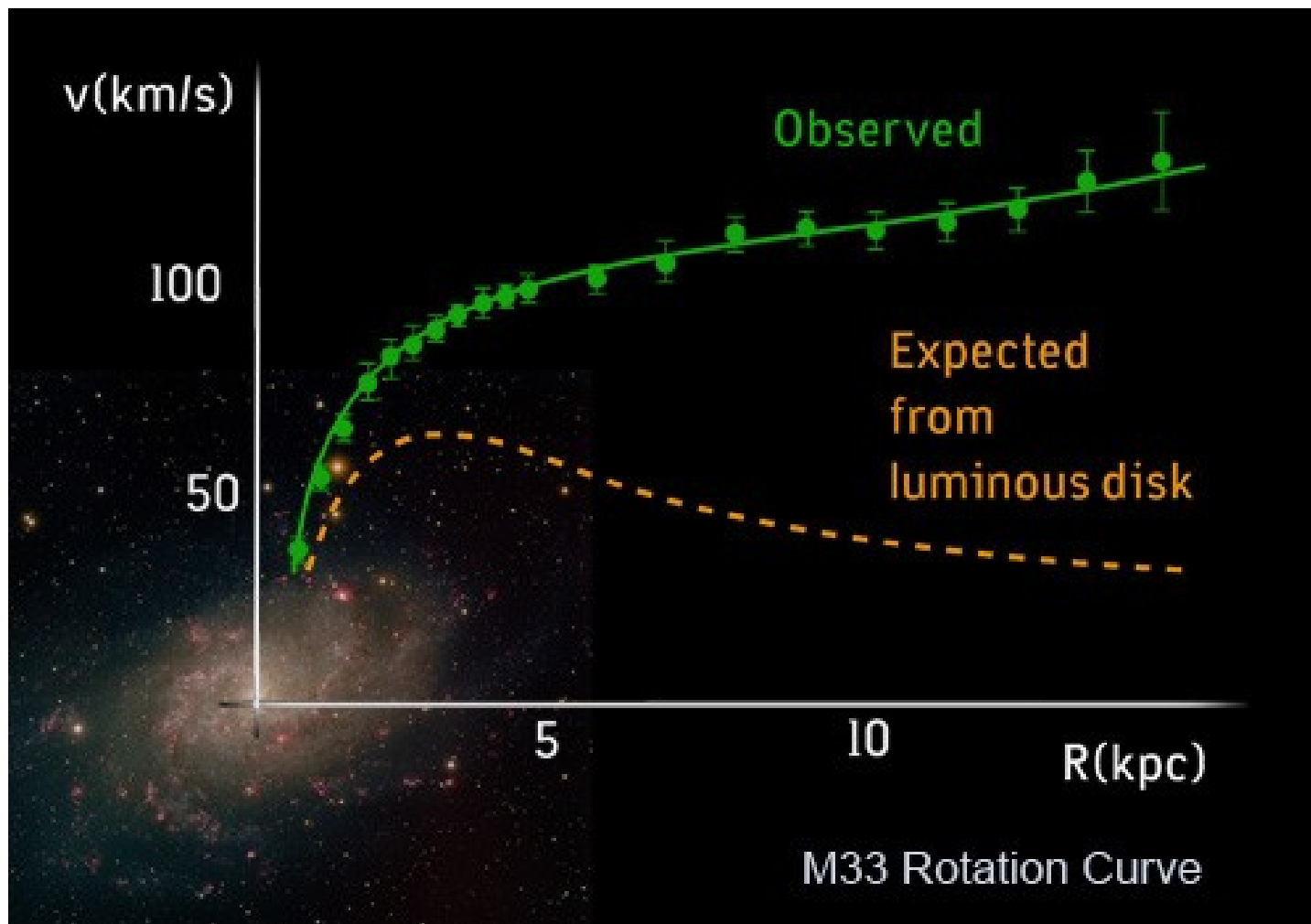




Es bilden sich Sterne und großräumige
Strukturen, wie Galaxien und Galaxienhaufen



Bahngeschwindigkeiten der Planeten
in unserem Sonnensystem

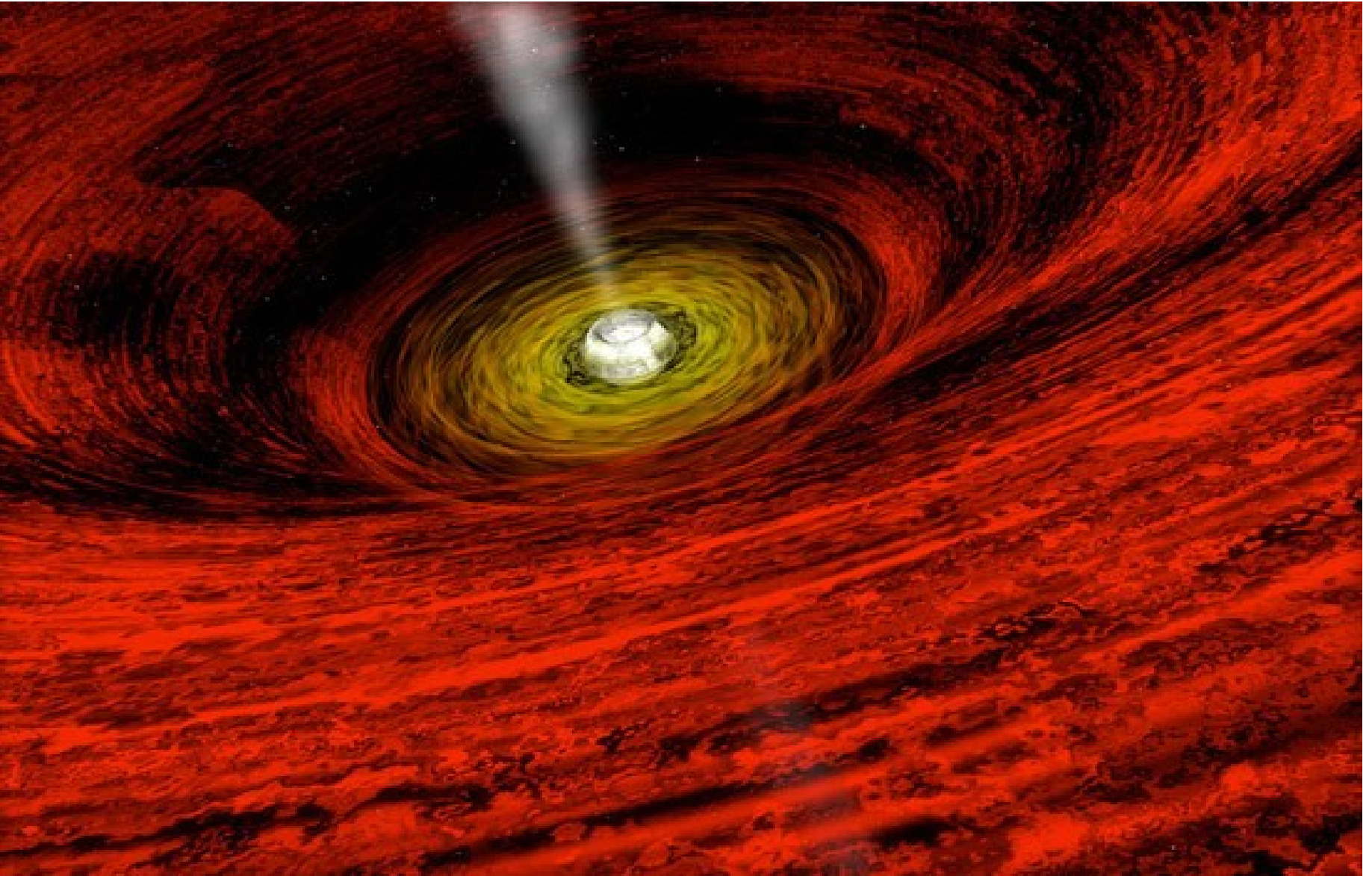


Rotationskurven von Sternen in Galaxien:
Hinweis auf Dunkle Materie

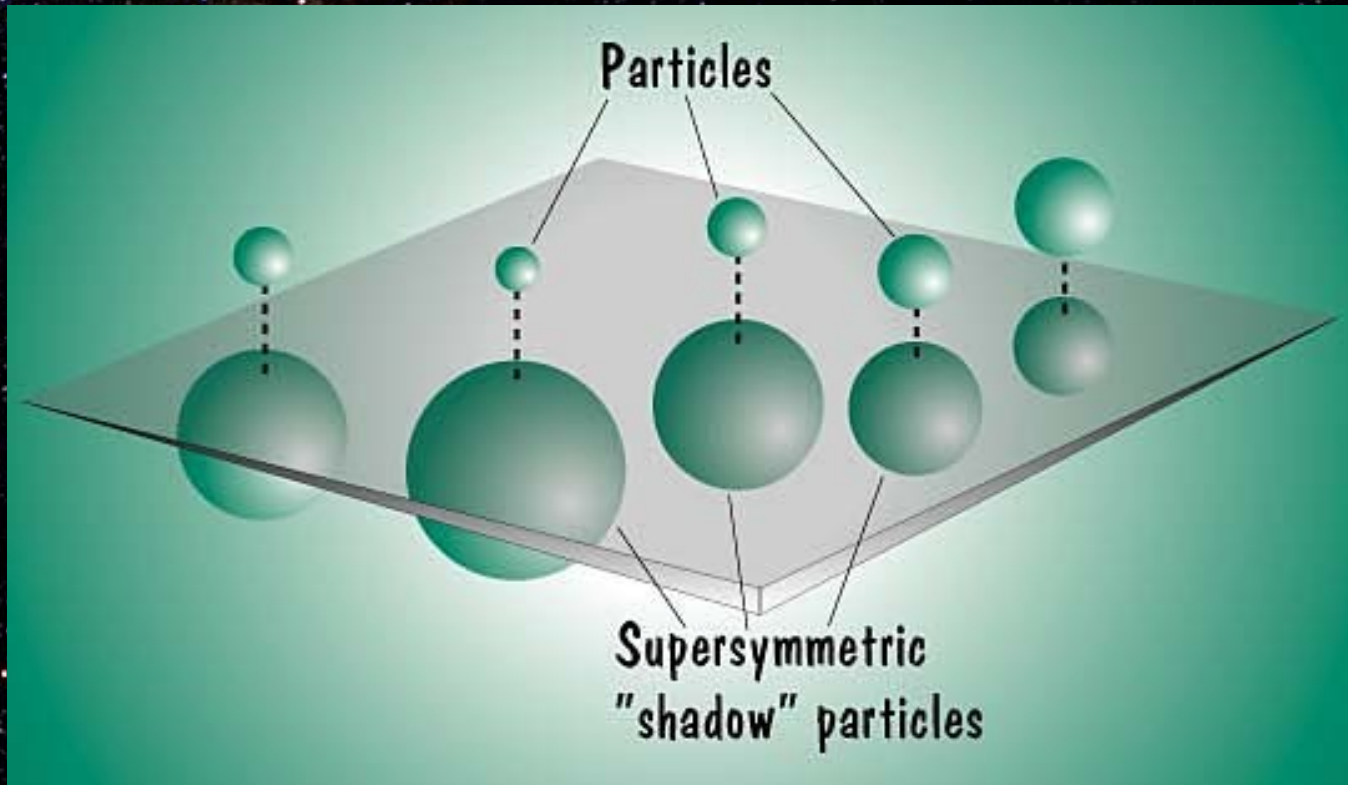
Relikte aus dem Urknall: die Suche nach der Dunklen Materie



Schwarze Löcher



Supersymmetrische Teilchen als Dunkle Materie



- Im Urknall erzeugt (mit "bekannter" Rate)
- schnell zerfallen
 - ... bis auf das leichteste SUSY-Teilchen (Neutralino)
- wechselwirkt mit normaler Materie nur über Gravitation und die schwache Wechselwirkung

100%

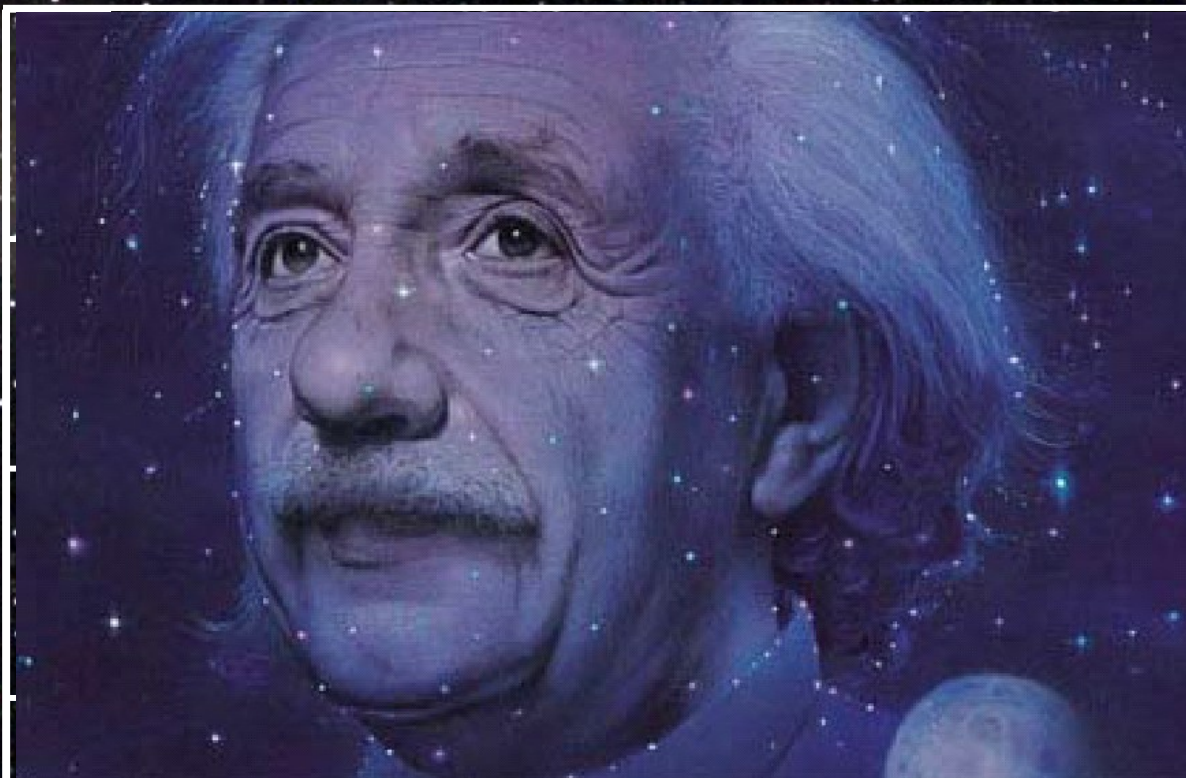
80%

60%

40%

20%

0%



Neue Form von Materie

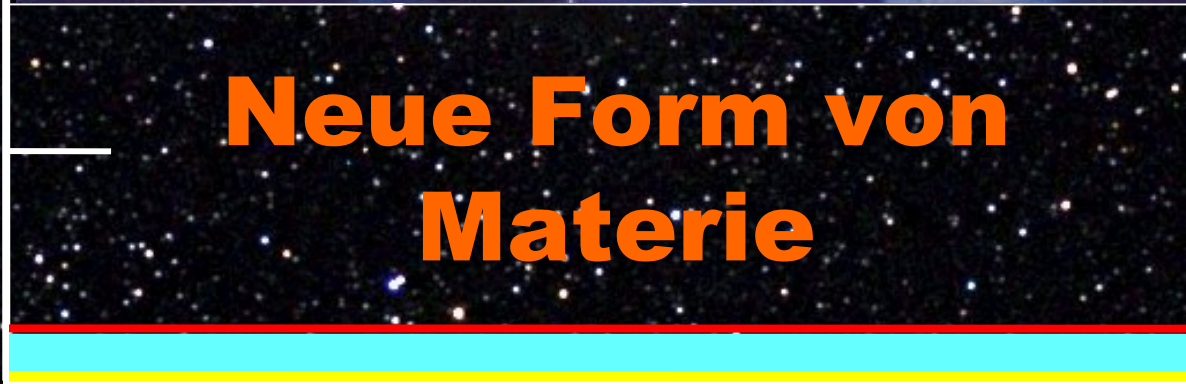
Dunkle Energie

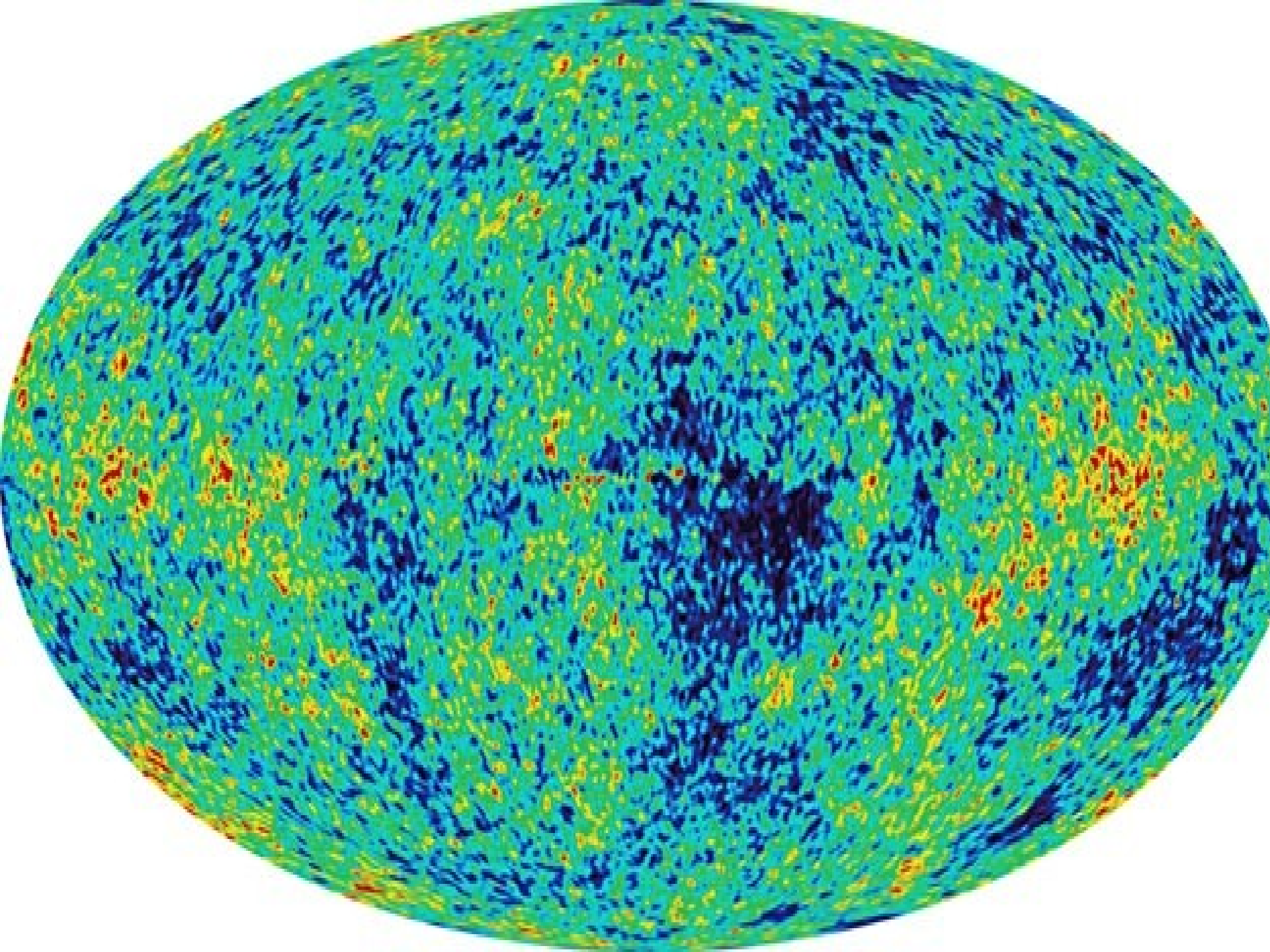
Dunkle Materie

Neutrinos !

Materie

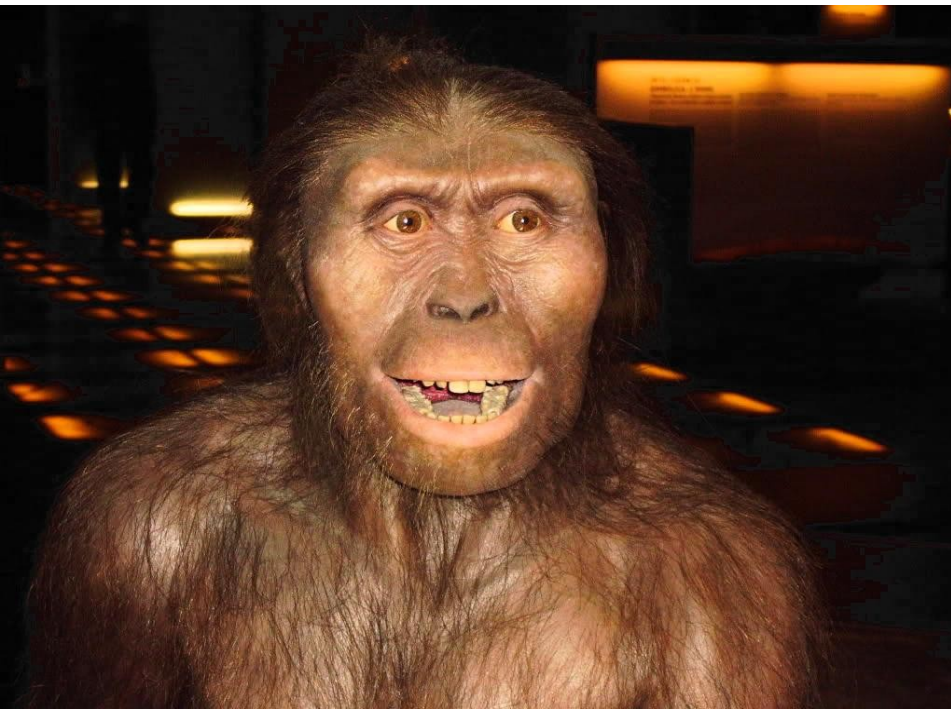
Sterne





Welche Rolle spielt der Mensch im Universum?

- * Unser Universum wurde vor 13,7 Milliarden Jahren geschaffen
- * Die Sonne ist ca. 5 Milliarden Jahre alt, und damit ein Stern der zweiten oder dritten Generation
- * wir sind alle aus Sternenstaub gemacht
- * der Mensch betrat die Weltbühne vor 10 Millionen Jahren
- * der homo sapiens (unglücklicher Name) ist ca. 100 000 Jahre alt



Australopithecus
afarensis

Neanderthaler

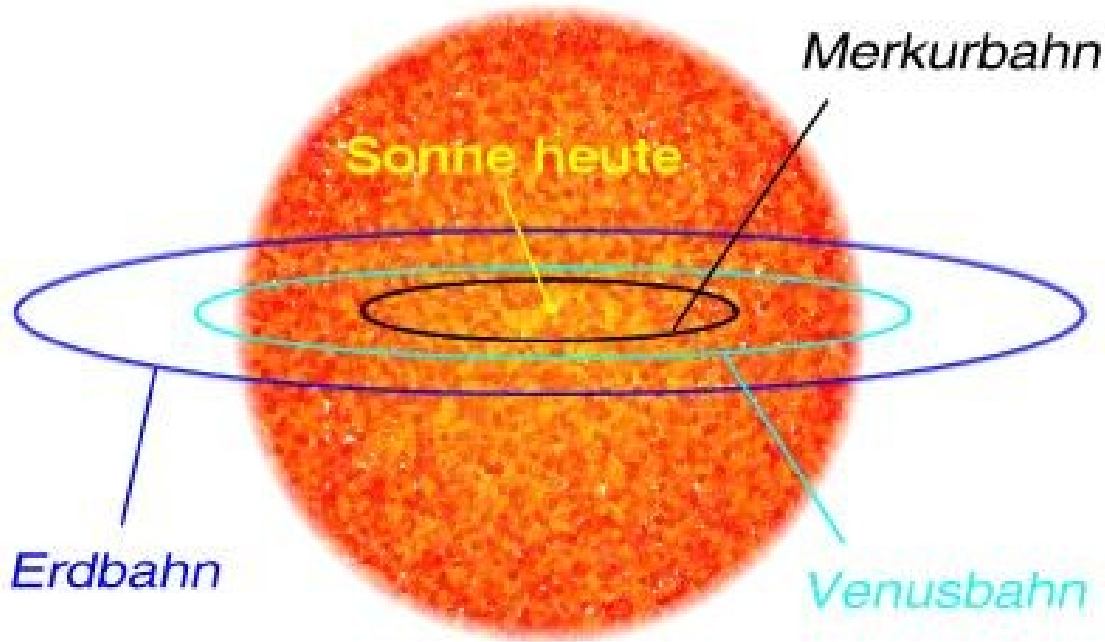


Wie sieht die Zukunft der Sonne und der Erde aus?

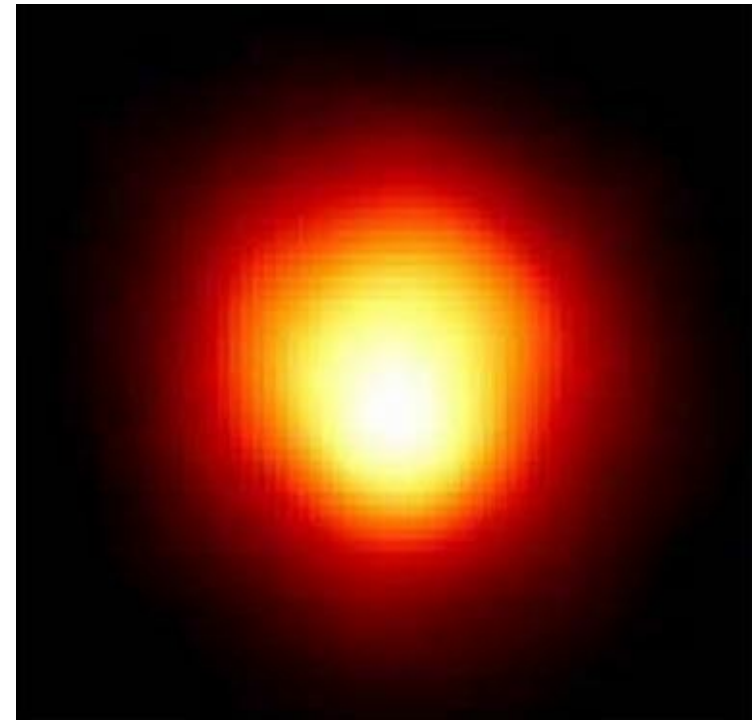
- * im Moment befindet sich die Sonne im besten Mannesalter; sie verbrennt Wasserstoff zu Helium; wir leben also alle von Kernenergie
- * in 1,1 Milliarden Jahren bläst sich die Sonne langsam zum Roten Riesen auf
- * es wird sehr heiss auf der Erde; das Wasser der Ozeane verdampft: die Erde wird gebacken
- * das Leben auf der Erde stirbt aus

Roter Riese

Sonne in einigen Mrd. Jahren



Beteigeuze im Orion



Was passiert mit der Sonne?

- * in ca. 5 Milliarden Jahren ist der gesamte Wasserstoff verbraucht
- * es kommt zu einem gravitativen Kollaps und es setzt Heliumbrennen ein
- * nachdem der Heliumvorrat verbraucht ist, stürzt die Sonne in sich zusammen und stößt dabei einen großen Teil ihrer Masse ab:
- * die Sonne wird ein weißer Zwerg und es bildet sich ein planetarer Nebel



Helix Nebula • NGC 7293
Hubble Space Telescope • Advanced Camera for Surveys
CTIO 4m • Mosaic II Camera

NASA, ESA, and C.R. O'Dell (Vanderbilt University)

STScI-PRC04-32b

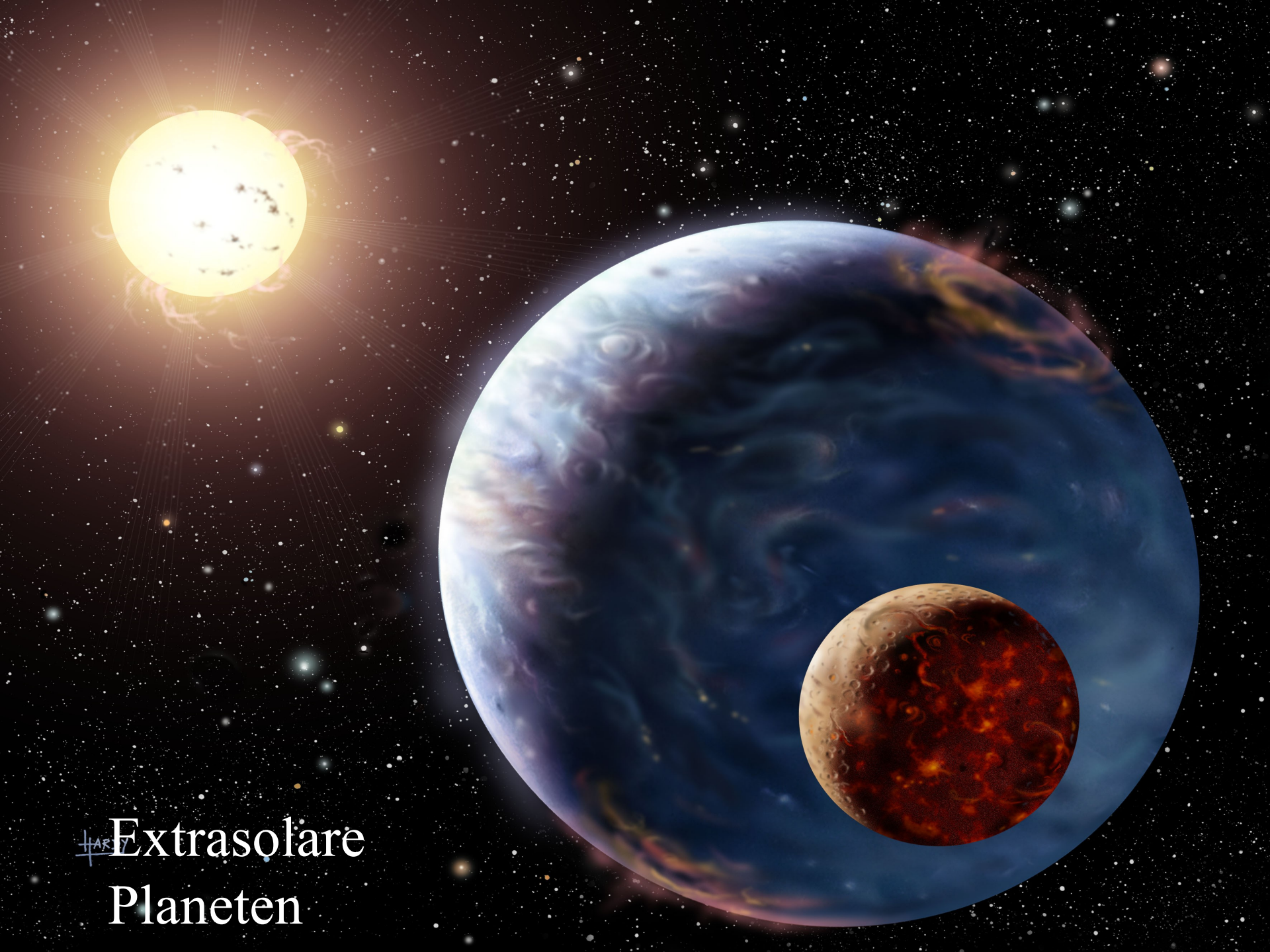


Aus der Ejekta der Sonne kann ein neuer Stern entstehen



Pferdekopfnebel

Eine Form der
kosmischen
Reinkarnation?



Extrasolare
Planeten

Das langfristige Schicksal des Universums:

- * die Sonne kann als weisser Zwerg noch lange leuchten
- * die anderen Sterne ereilt dasselbe Schicksal
- * durch die Expansion des Universums wird es einsam
- * es wird immer kälter
- * neue Sterne können sich wegen der Verdünnung des Weltalls nicht mehr bilden
- * das Universum expandiert ins Nichts

Du hast also
alles
geschaffen? Ja



Auch die
Schwarzen
Löcher? Ja



Die schließlich
alles verschlucken
werden! Ja



Dich
auch!



Darum arbeite
ich noch!





Altersheim der Sterne

Some say the world will end in fire

Some say in ice.

From what I've tasted of desire

I hold with those who favor fire.

But if it had to perish twice,

I think I know enough of hate

To say that for destruction ice

Is also great

And would suffice.



Robert Frost

- Wenn Gott im Urknall die Welt erschaffen hat, dann ist er mit seinem Werk offenbar zufrieden gewesen, denn er hat die physikalischen Gesetze seitdem nicht mehr verändert!

→ Eine sehr interessante Frage ist, ob Gott bei der Erschaffung der Welt überhaupt eine Wahl hatte.

Zusammenfassung, vorläufig

- * Wir leben in einem alten Universum
- * unsere Milchstraße hat 200 Milliarden Sterne
- * es gibt 100 Milliarden Galaxien
- * praktisch jede Sonne hat Planeten
- * es könnte im Universum von Leben nur so wimmeln
- * aber in einigen hundert Milliarden Jahren wird es kein Leben mehr geben
- * der Mensch hat sich schon viel früher verabschiedet



Hubble Ultra
Deep Field



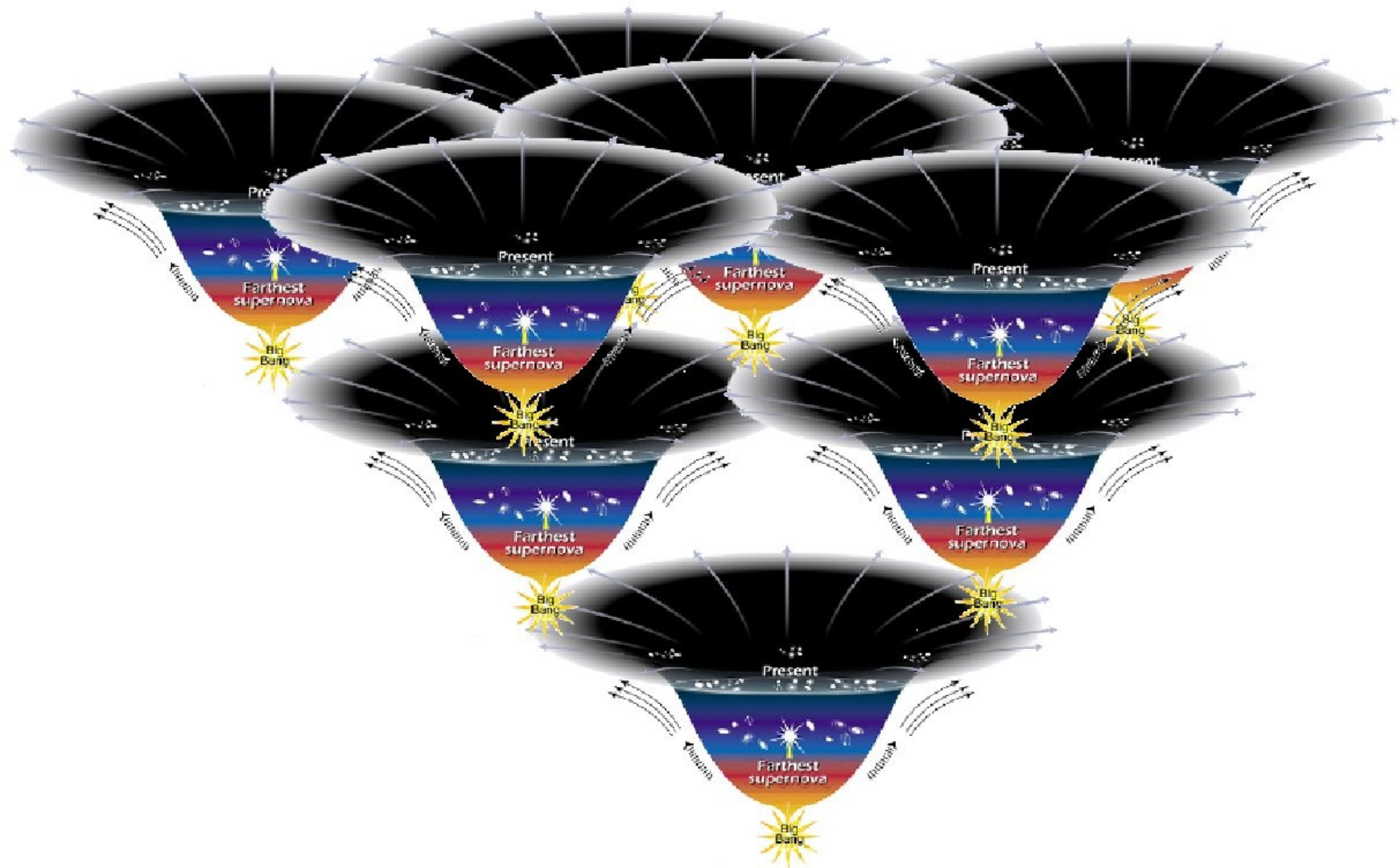
100 000 Galaxien

Axel Hacke, Süddeutsche Zeitung (Ostern 2011):

“Ich vermute, dass unser Universum seinerzeit in der Götterschule von einem nicht besonders begabten Götterschüler entworfen wurde, der damit in der Prüfung aber durchfiel, und dann sein Werk in einer Schublade verstaute. ... In dieser Schublade leben wir, ratlos, eifrig und voller Sehnsucht nach dem Gott, der uns vergaß.

Es gibt anderswo viel bessere Universen von viel klügeren Göttern, aber wir kennen sie nicht und werden sie nie kennenlernen.”

... auf in ein neues Universum?



Ich bedanke mich bei Prof. Dr. Werner Hofmann, Max-Planck-Institut für Kernphysik, Heidelberg. Viele seiner Folien konnte ich für meinen Vortrag verwenden.

http://www.mpi-hd.mpg.de/hfm/wh/CV2_Werner_Hofmann.htm