Wir und der Kosmos
am 12.8.2026



Die größte Geschichte aller Zeiten

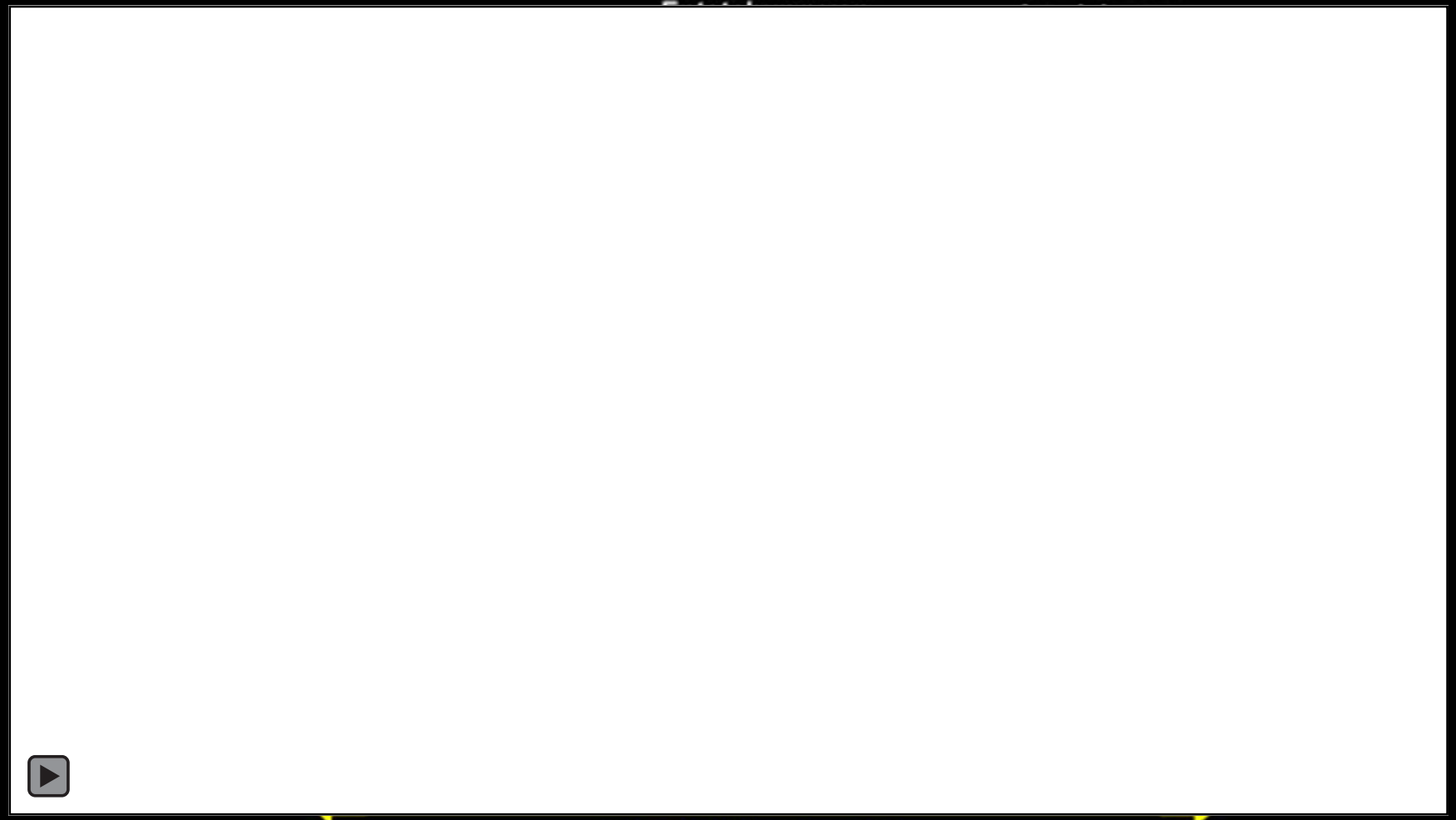
Das Universum



WMAP

Die größte Geschichte aller Zeiten

Das Universum



Die größte Geschichte aller Zeiten

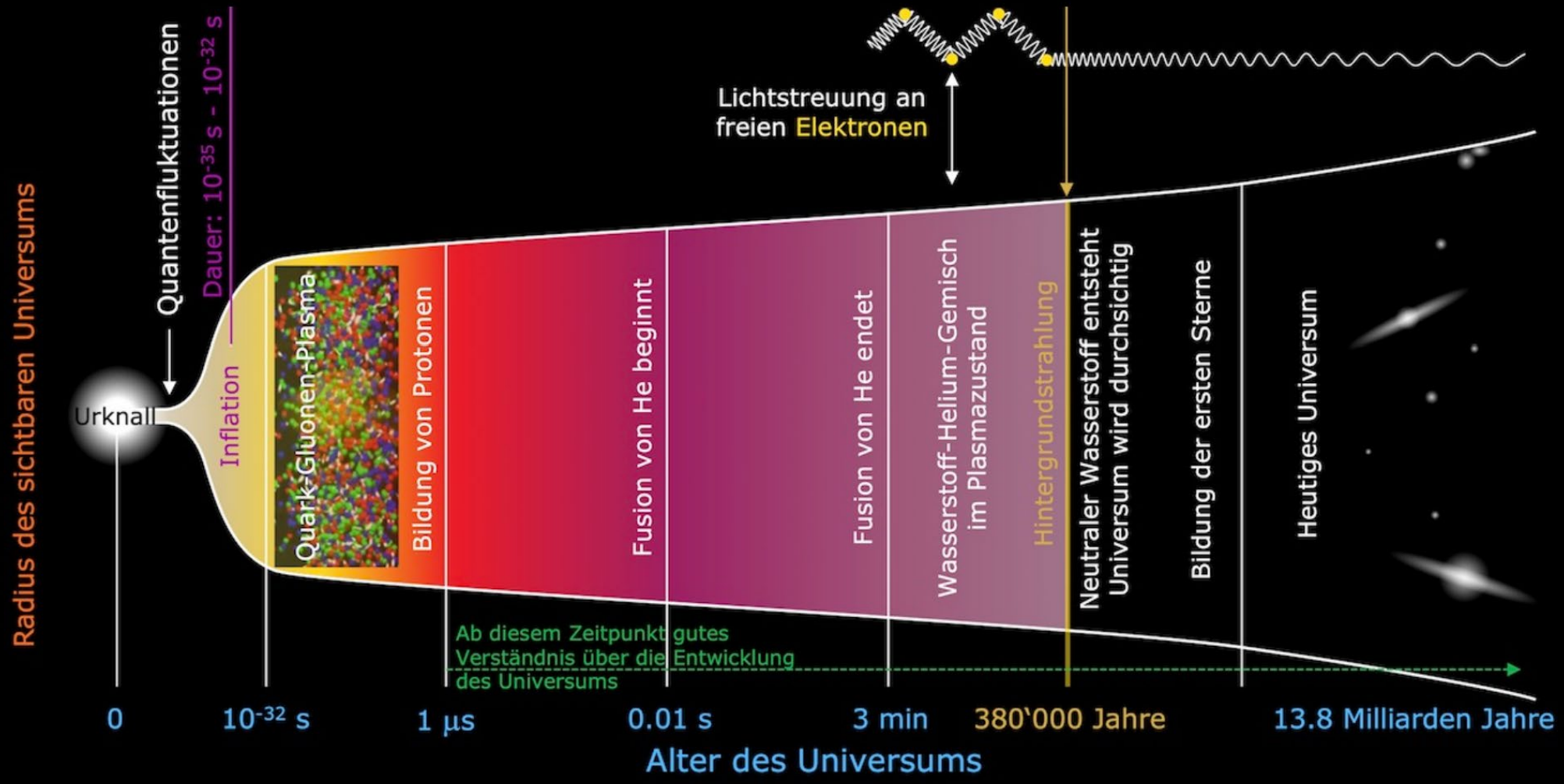


Bild: National Science Foundation

Physik ⟷ **Quantitative Lehre der Naturphänomene**

Grundlegende Fragen:

Aufbau der Welt aus Grundbausteinen

Entstehung und Entwicklung der Welt

- Struktur der Materie
- Struktur der Kraftfelder
- Struktur von Raum und Zeit

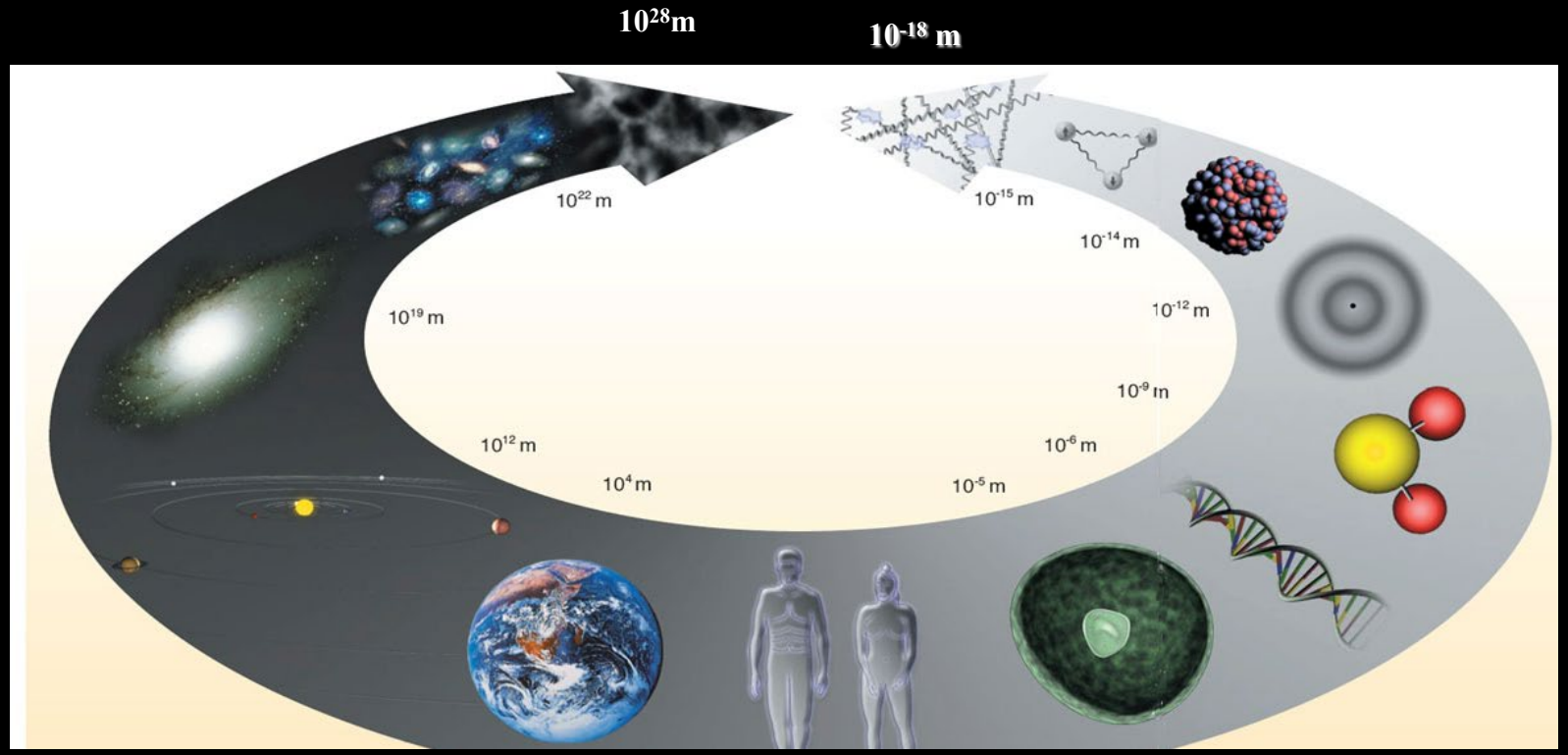
- Wechselwirkung der Grundbausteine ⟺ **Naturgesetze**

Die Naturgesetze gelten überall im Universum!



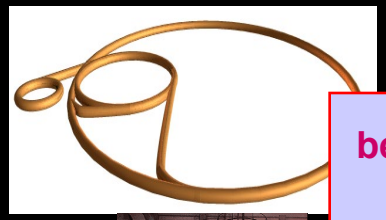
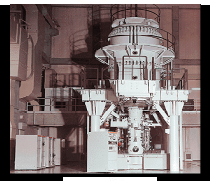
NASA

Die Physik umfaßt Phänomene, die sich von den kleinsten (subatomaren) bis zu den größten (kosmologischen) Zeit- und Längenskalen abspielen.

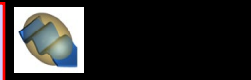
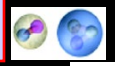
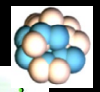
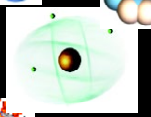


Publ. in: Int. J. Theor. Phys., 47, 438, 2008 & Astrophysical Journal 685, 681, 2008

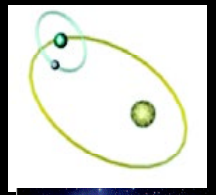
Woraus besteht unsere Welt?
Vom Kleinsten bis zum Grössten

Messinstrument		Objekt
	Teilchen-beschleuniger LEP - LHC	SUSY Teilchen? Higgs? Z/W
	Elektronen-mikroskop Lichtmikroskop	Atomkern Atom
		Virus
		Zelle
		
	Teleskop	Entfernung Erde-Sonne
	Radio Teleskop	Galaxien
		Grösse des Universums

10^{-34}
10^{-30}
10^{-26}
10^{-22}
10^{-18}
10^{-14}
10^{-10}
10^{-6}
1m
10^{6}
10^{10}
10^{14}
10^{18}
10^{22}
10^{26}






Physik ⟷ Quantitative Lehre der Naturphänomene

Forschungsziele:

a) Reduktion komplizierter Phänomene auf möglichst wenige fundamentale Naturgesetze

Elementarteilchenphysik
Quantenfeldtheorie...

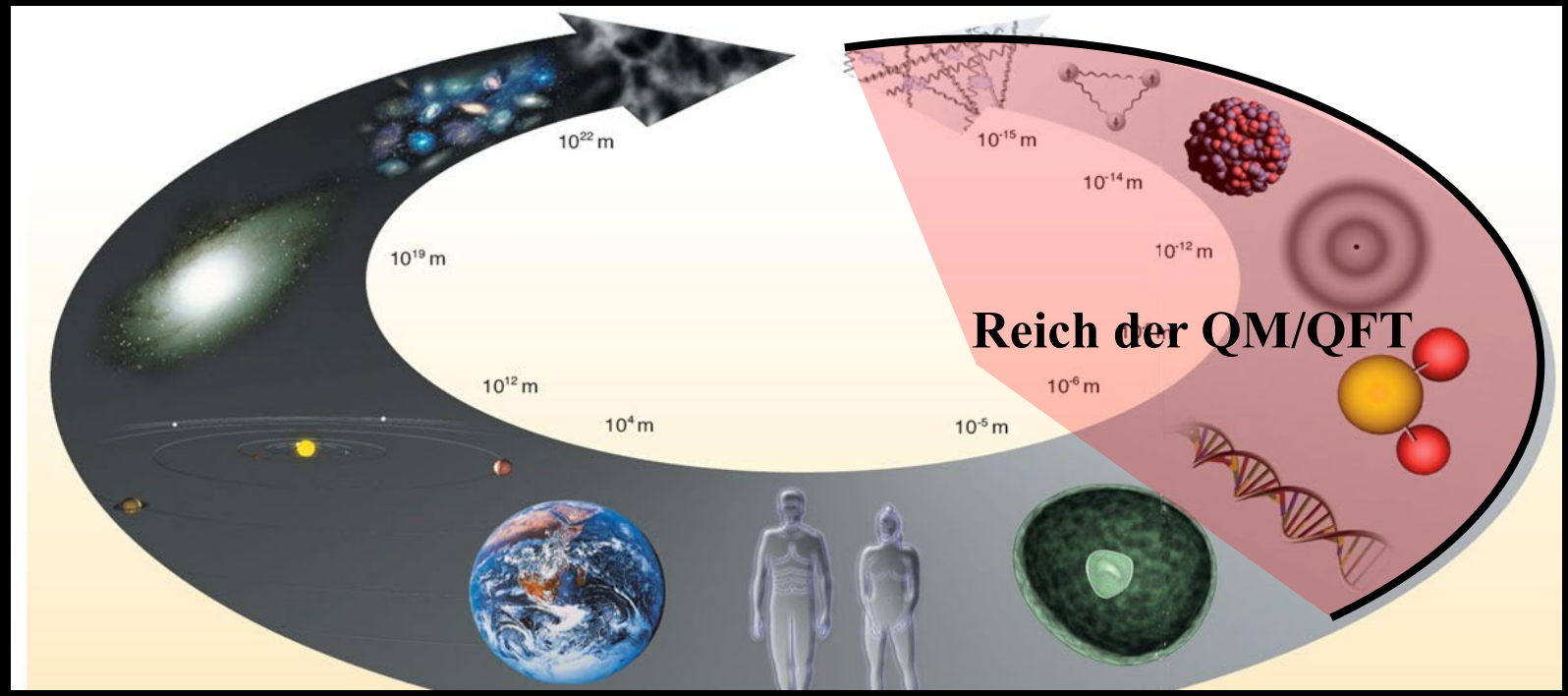
b) Konstruktion effektiver makroskopischer Gesetze zur Beschreibung komplexer Systeme (aus typisch $10^{54\text{-}80}$ Bausteinen)

Sterne, Galaxien, Kosmologie

Astrophysik

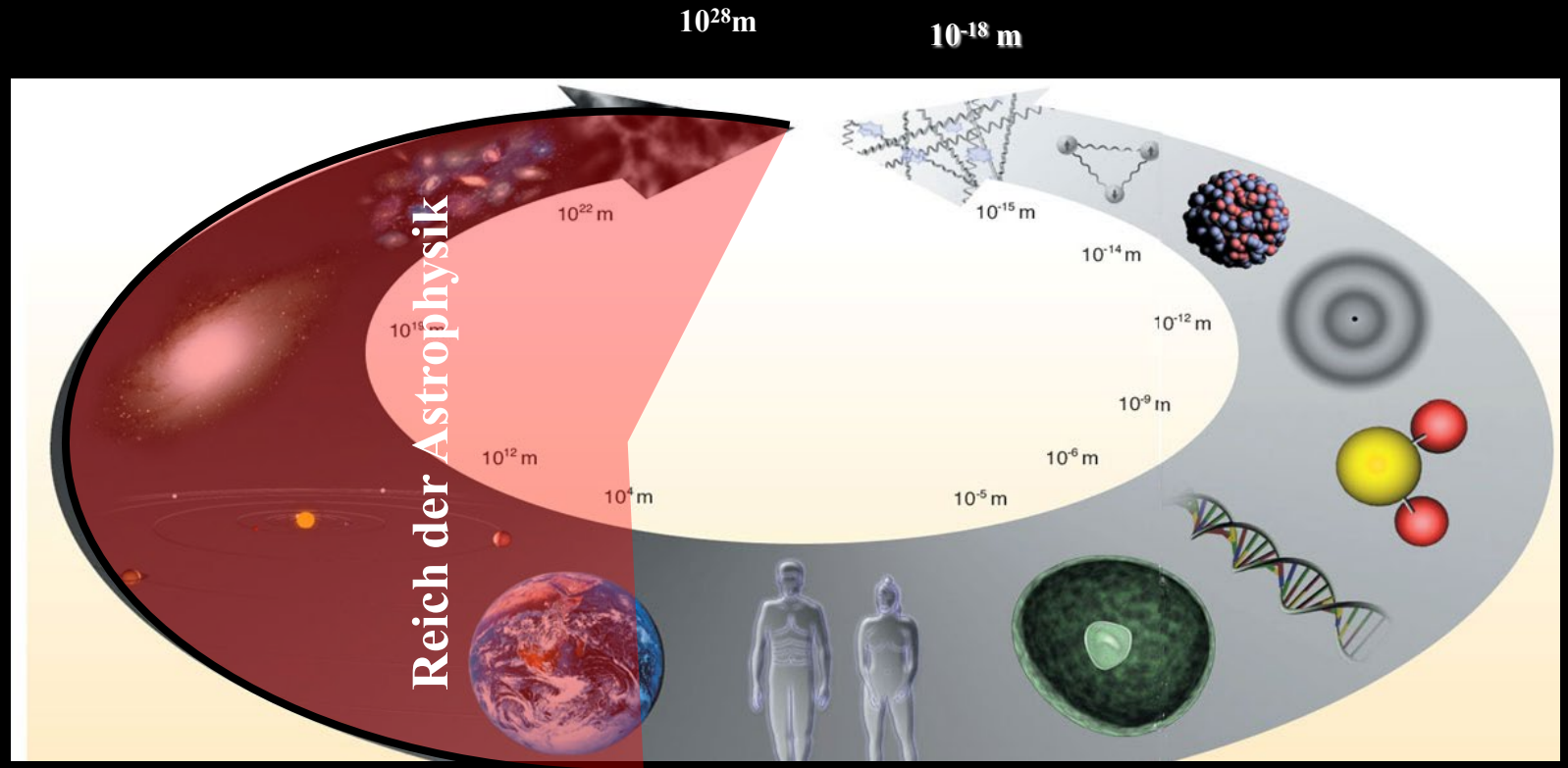
Die Quantenmechanik (QM) und Quantenfeldtheorien QFT (QED, QCD, EW, Higgs …) umfassen Phänomene, die sich auf den ersten Blick, nur auf den kleinsten (subatomaren) Zeit- und Längenskalen abspielen.

10^{28} m 10^{-18} m



Publ. in: Int. J. Theor. Phys., 47, 438, 2008 & Astrophysical Journal 685, 681, 2008

Die Astrophysik umfaßt Phänomene, die sich auf den ersten Blick auf den größten (kosmologischen) Zeit- und Längenskalen abspielen.



Publ. in: Int. J. Theor. Phys., 47, 438, 2008 & Astrophysical Journal 685, 681, 2008

Physik ⟷ Quantitative Lehre der Naturphänomene

Wesentliche Elemente der Physik:

Theorie → Mathematisches Konzept, das *im Prinzip* eine Klasse von Naturphänomenen vollständig beschreibt

Modell → Vereinfachte Beschreibung komplexer Systeme durch andere physikalische Objekte/Prozesse

Experiment → Einzige zulässige Methode zum Test bzw. zur Falsifizierung von Theorien/Modellen: Guillotine

Das physikalische Experiment

a) Präparierung „reiner“ (oft einfacher) Systeme;
   kontrollierte Eliminierung von Störeinflüssen
   (Beispiel: Reibung)

b) Ermittlung charakteristischer physikalischer Größen
   (Zahlen mit Maßeinheiten)

c) Korrektur verbleibender Störeinflüsse

d) Quantifizierung der Messgenauigkeit
   (Messfehler → Fehlerrechnung)

e) Vergleich mit Theorie / Modell

Die astronomische Beobachtung

a) Strahlung wird empfangen und mit Labordaten verglichen

b) Annahme: Naturgesetze aus Experimenten auf der Erde abgeleitet, gelten auch im Kosmos.

c) Interpretation der Strahlung

d) Ableitung der Dynamik (Massen, T, n, v)

Kosmos als Gerichtshof

Annahme: Naturgesetze aus Experimenten auf der Erde abgeleitet, gelten auch im Kosmos.

Hypothesenbildung und Vorhersagen:

Pauli & Heisenberg-Prinzip führten zur Vorhersage der Weißen Zwerge
Neutronensterne

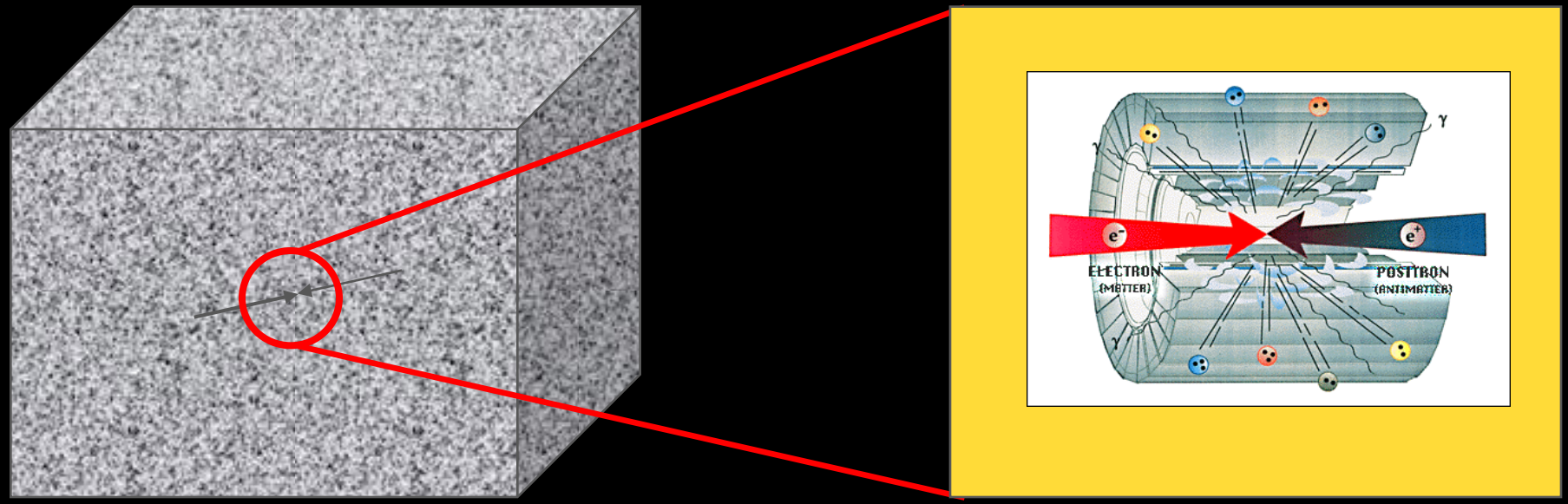
Kernphysik führte zur stellaren Nukleosynthese und zum Urknall-Modell

Allgemeine Relativitätstheorie führte zur Vorhersage der Schwarzen Löcher und der Expansion des Universums

Zusammenhang Kosmologie - Teilchenphysik

frühes Universum: Temperatur 10^{15} K →
Bewegungsenergie der Teilchen: 100 GeV

Teilchenbeschleuniger:→
Bewegungsenergie der Teilchen: 100 GeV



alle Teilchen
kollidieren unkontrolliert

gezielte, kontrollierte
einzelne Kollisionen
und deren Aufzeichnung

Mit dem LHC zurück zum Urknall

- Heißes Universum <-> typische Teilchenenergie
  Sonne: $T = 10^7$ K <-> $E = 10^{-6}$ GeV
  LHC : $T > 10^{16}$K <-> $E > 10^{3}$ GeV (>10^9 mal höher!)
  - Die „Ursuppe“: Nachstellen im Teilchenensemble
    ALICE: Pb+Pb → Quark-Gluon „Plasma“?
  - Die „Petersilie“: Nachstellen in Einzelprozessen
    ATLAS, CMS, LHCb: p+p → b, t, W, Higgs! SUSY?

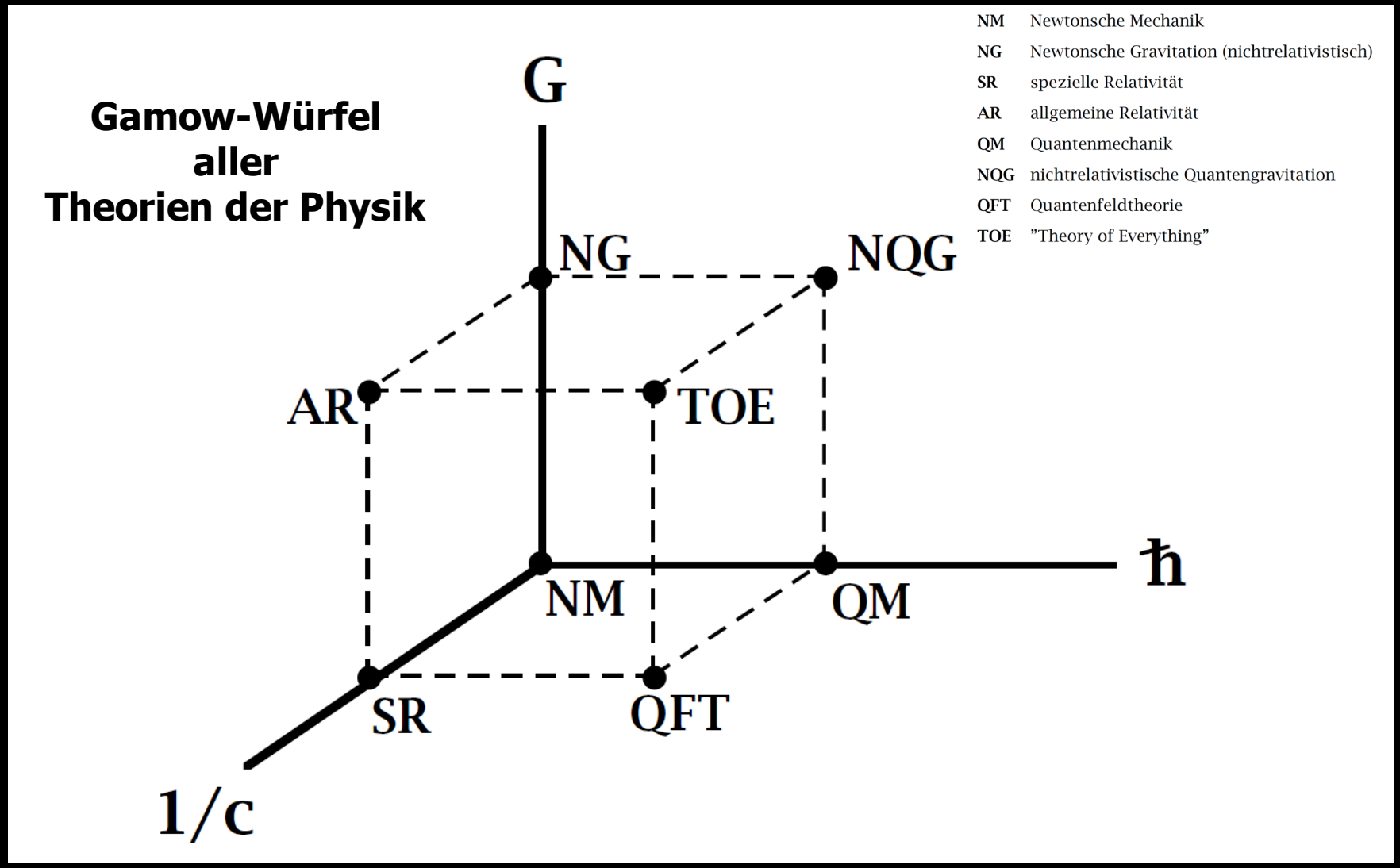
Alter	Temperatur	Energie	Größe
10^{-43} s	10^{32} K	10^{19} GeV	Nadelspitze
10^{-36} s	10^{28} K	10^{15} GeV	Tennisball
10^{-24} s	10^{22} K	10^{9} GeV	50 km
10^{-14} s	10^{17} K	10000 GeV	wie Sonne
10^{-10} s	10^{15} K	100 GeV	
10^{-6} s	10^{13} K	1 GeV	wie Sonnen-system
1s	10^{10} K	0.001 GeV	1 Lichtjahr
1 min	10^{9} K	0.0001 GeV	50 Lichtjahre
1 Jahr	10^{6} K	0.0000001 GeV	wie Milch-straße
100.000 Jahre	10.000 K	1 eV	1 Million Lichtjahre
heute	3 K	10^{-4} eV	10 Milliarden Lichtjahre

Theorien

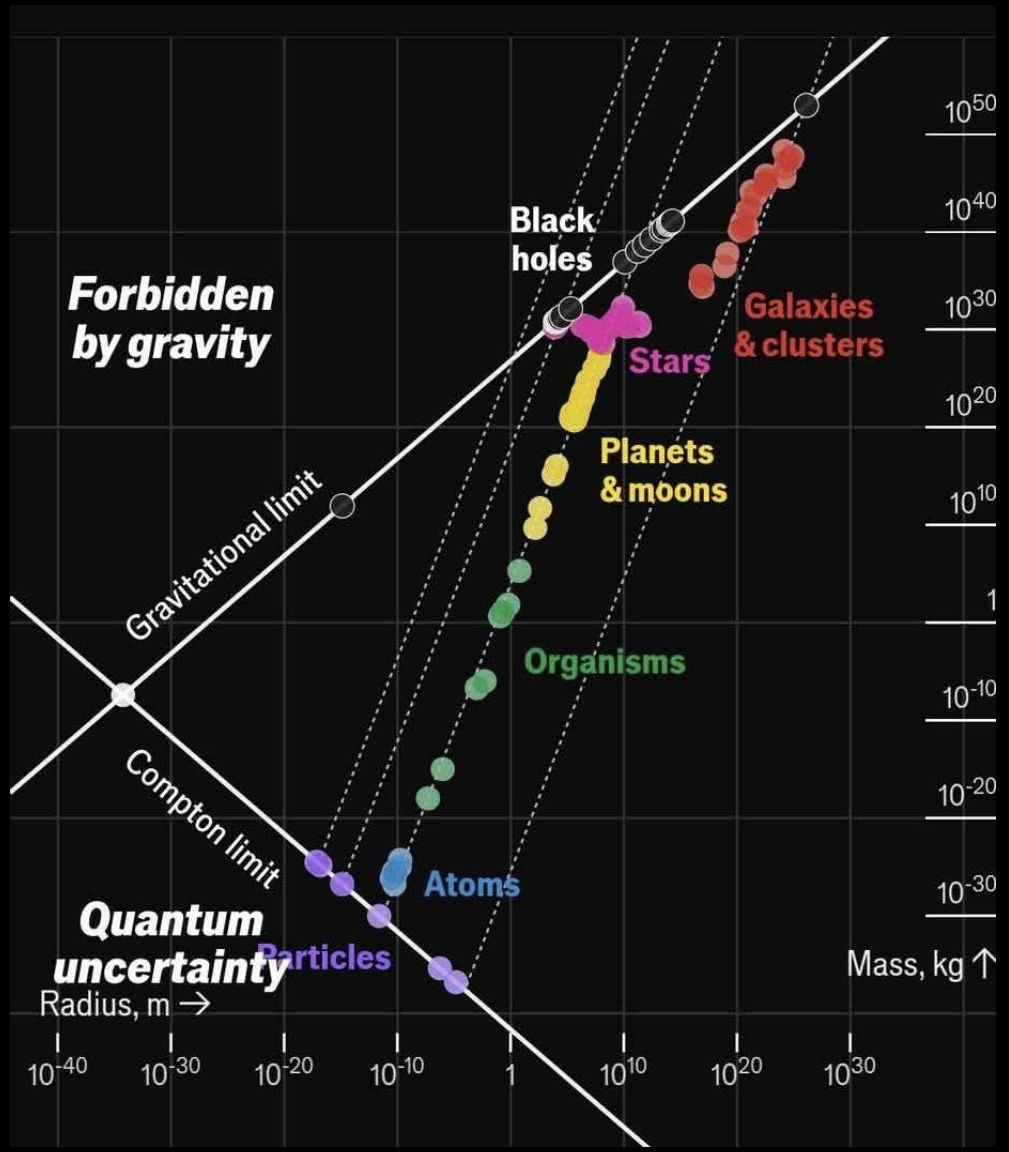
LHC (p+p)

LHC Pb+Pb

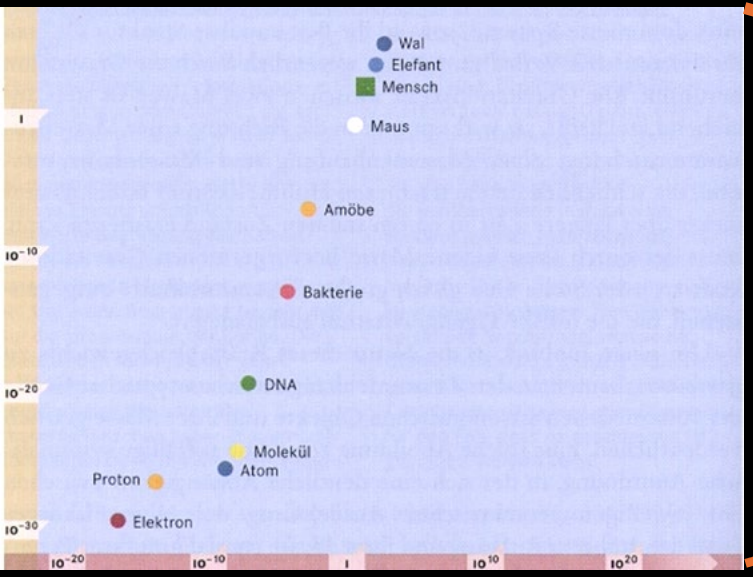
Die Grenzen der erkennbaren Wirklichkeit sind zugleich die Grenzen der Physik

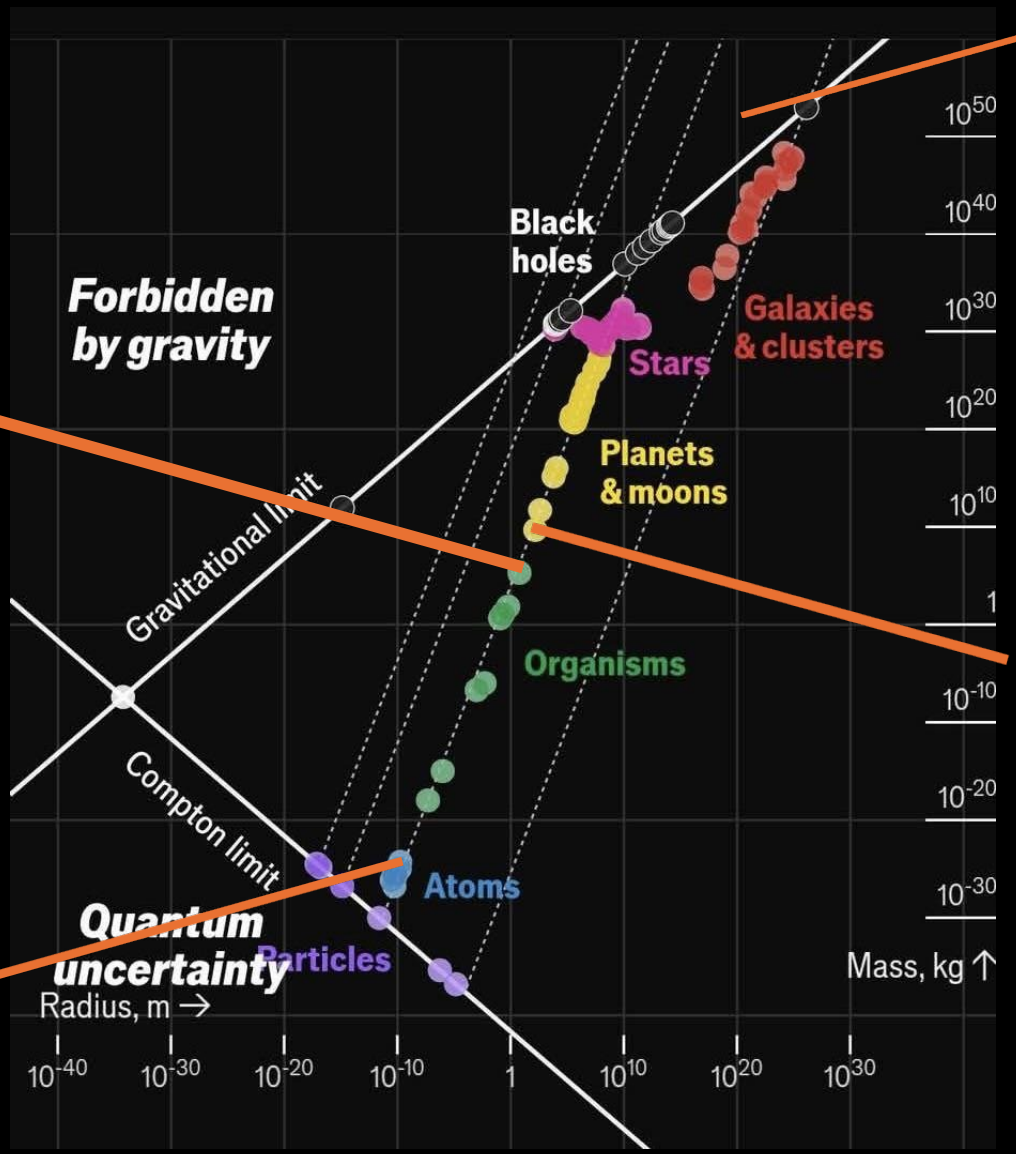


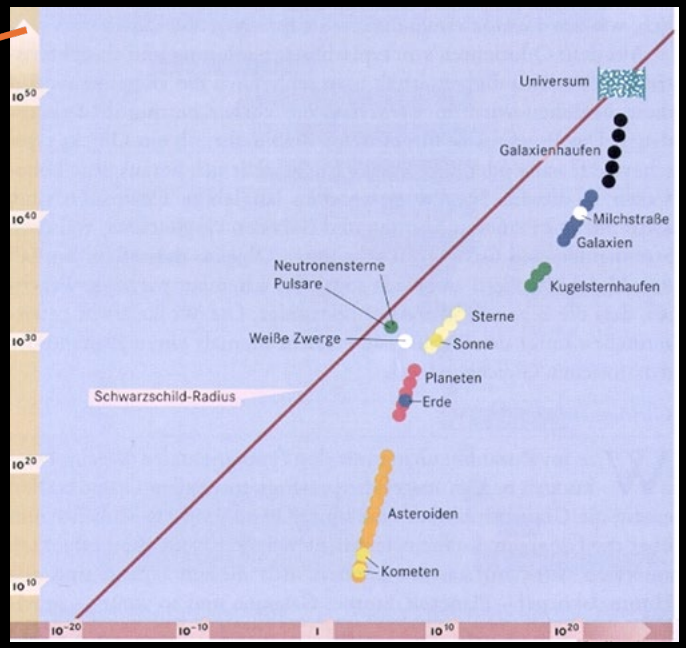
Astrophysik: Gerichtshof der Naturgesetze : Alle Objekt



Astrophysik: Gerichtshof der Naturgesetze : Alle Objekt



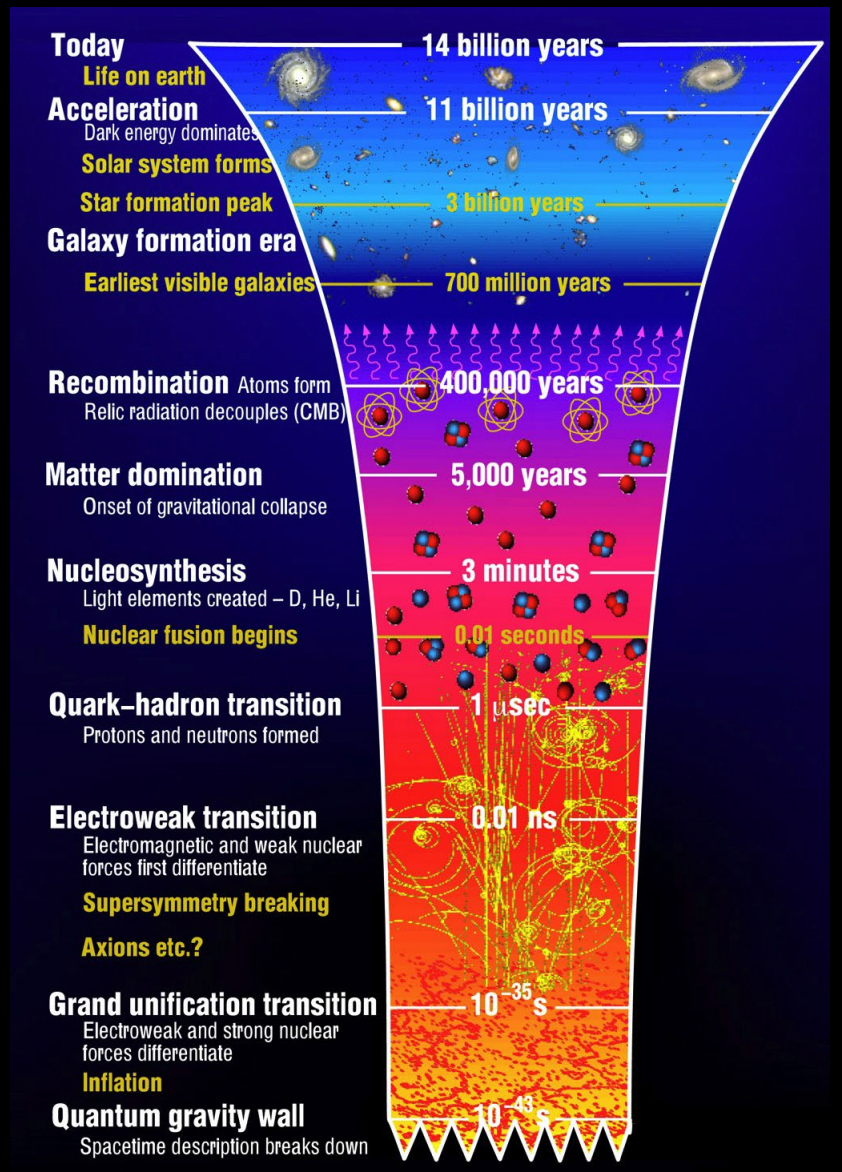




Universum als ein kreatives Labor

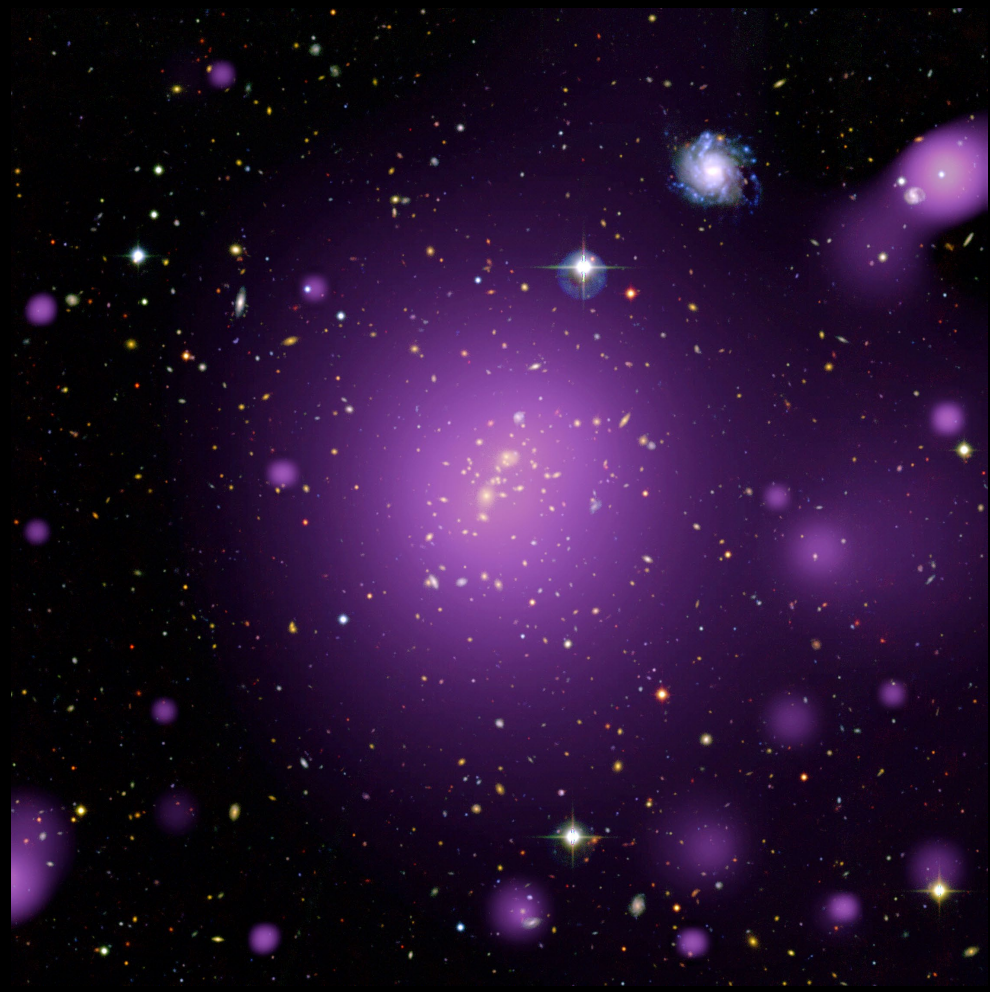
Fast alles ist:

– völlig anders als wir uns vorstellen können



Universum als ein kreatives Labor

- Fast alles ist:
  - heißer (10^8 K IGM)



Universum als ein kreatives Labor

Fast alles ist:

- kälter

Kosmisher Kühlschrank, expandierende Sternhülle
Kühlt unter CMB auf 1 K

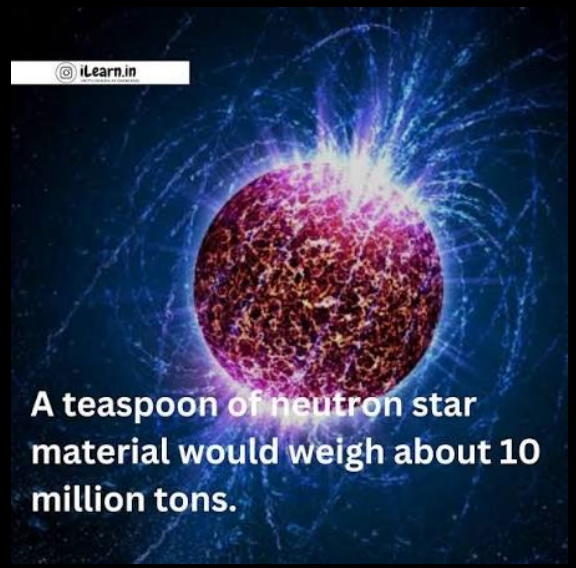


The Boomerang Nebula: colder than the afterglow of the Big Bang

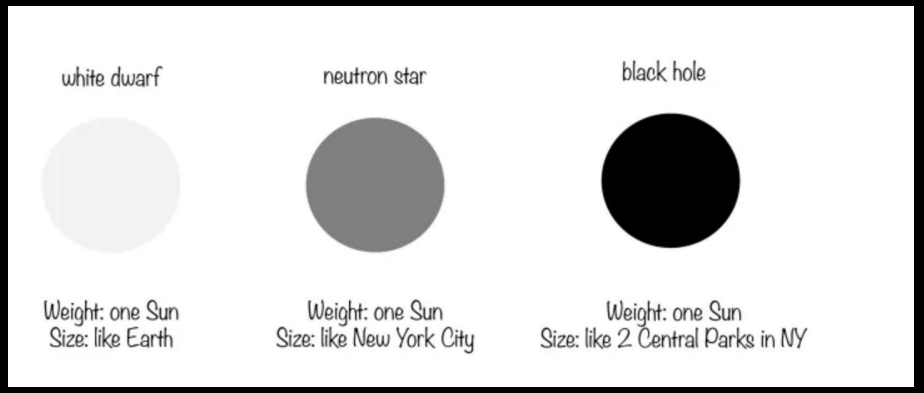
Universum als ein kreatives Labor

Fast alles ist:

- dichter



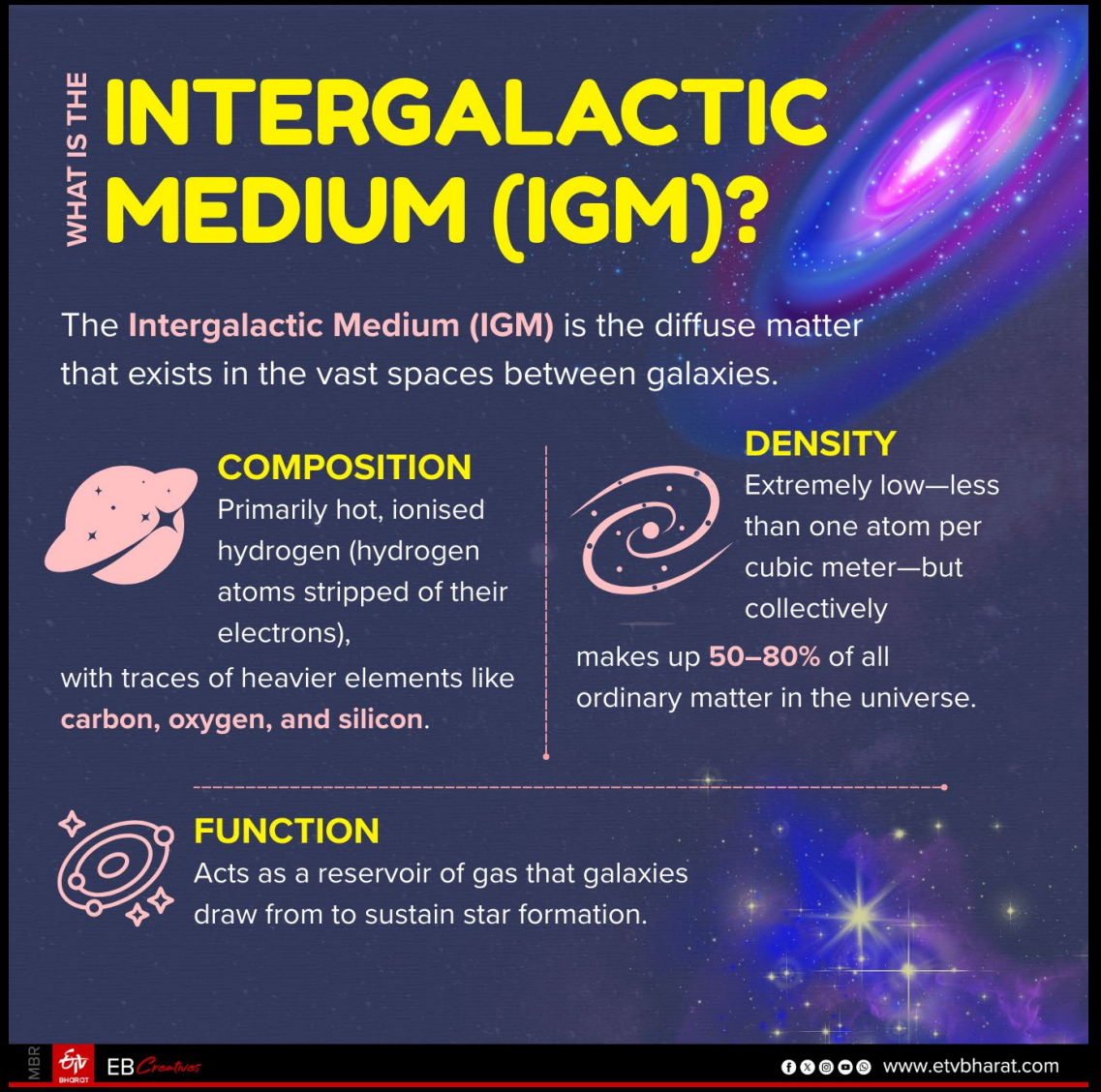




Universum als ein kreatives Labor

Fast alles ist:

– dünner



Universum als ein kreatives Labor

Fast alles ist:

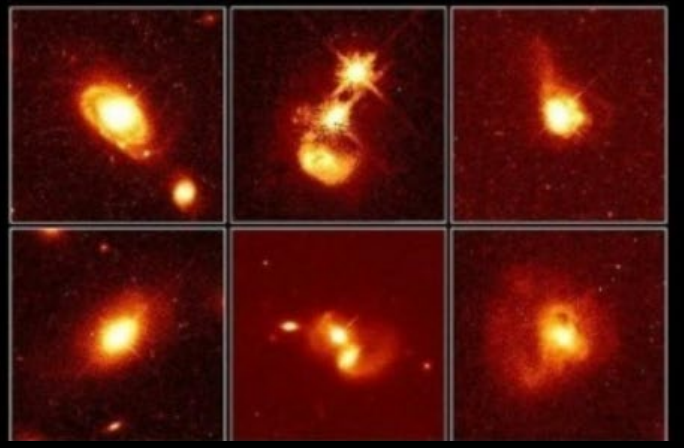
leistungsstärker

Active Galactic Nuclei (AGN)

Galaxies with peculiar properties:

- Extremely bright nuclei
- Variability
- High-Energy (X-/γ-ray) emission
- Emission lines
- Polarization
- Relativistic outflows (jets)







Copyright:
USAGIF.com“



Copyright:
USAGIF.com“

Schwarze Löcher

- Sie sind überall im Kosmos

- Als Sternleichen
- Als Zentralobjekte in Galaxienzentren

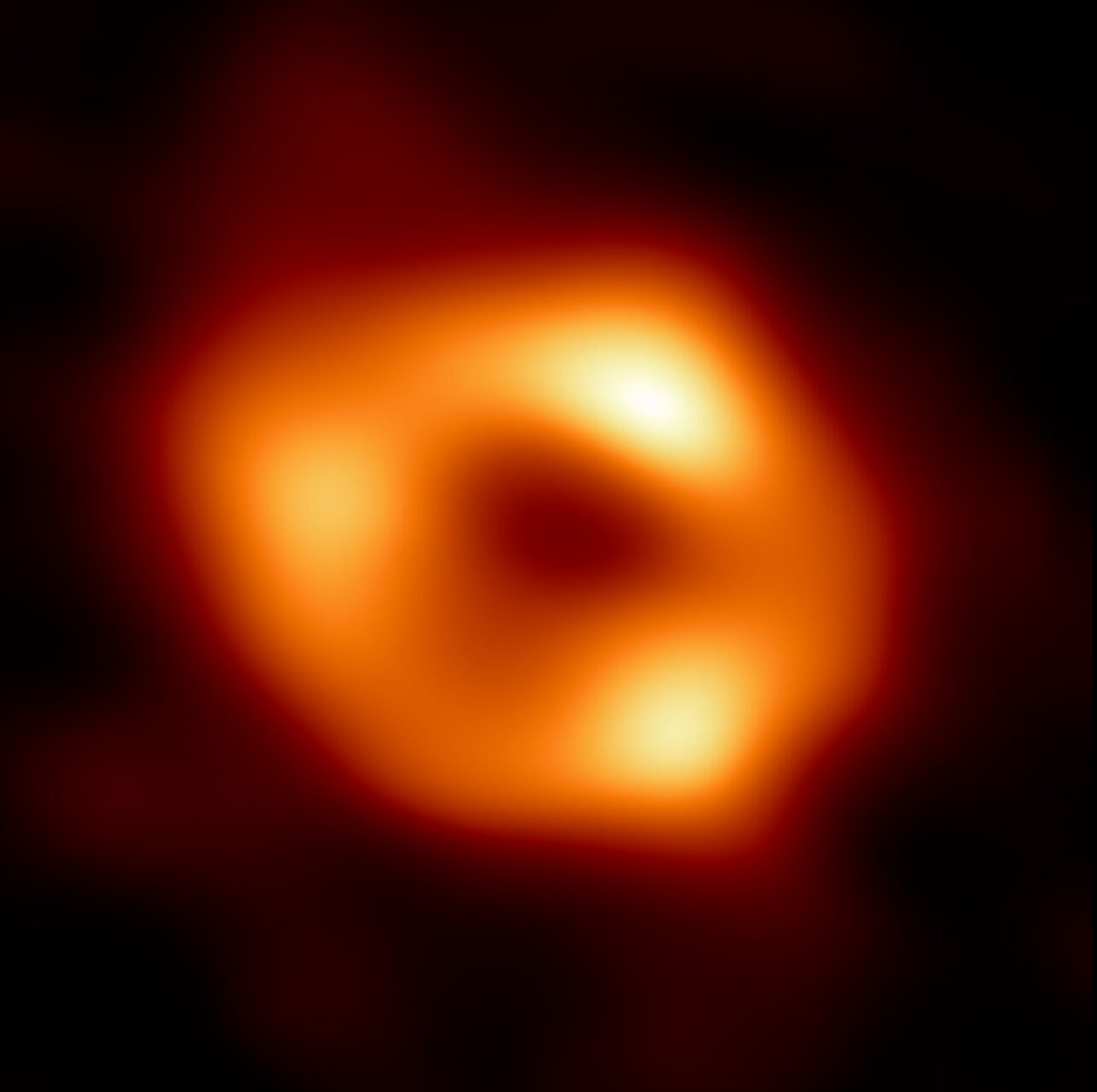
- Womöglich als Kondensationskeime für Galaxien

- Auf jeden Fall sind sie das absolute Ende jeder Materie, die in ihre Nähe gerät

- Sie sind der Rand der erkennbaren Wirklichkeit

Die drei schönsten Schwarzen Löcher des Universums

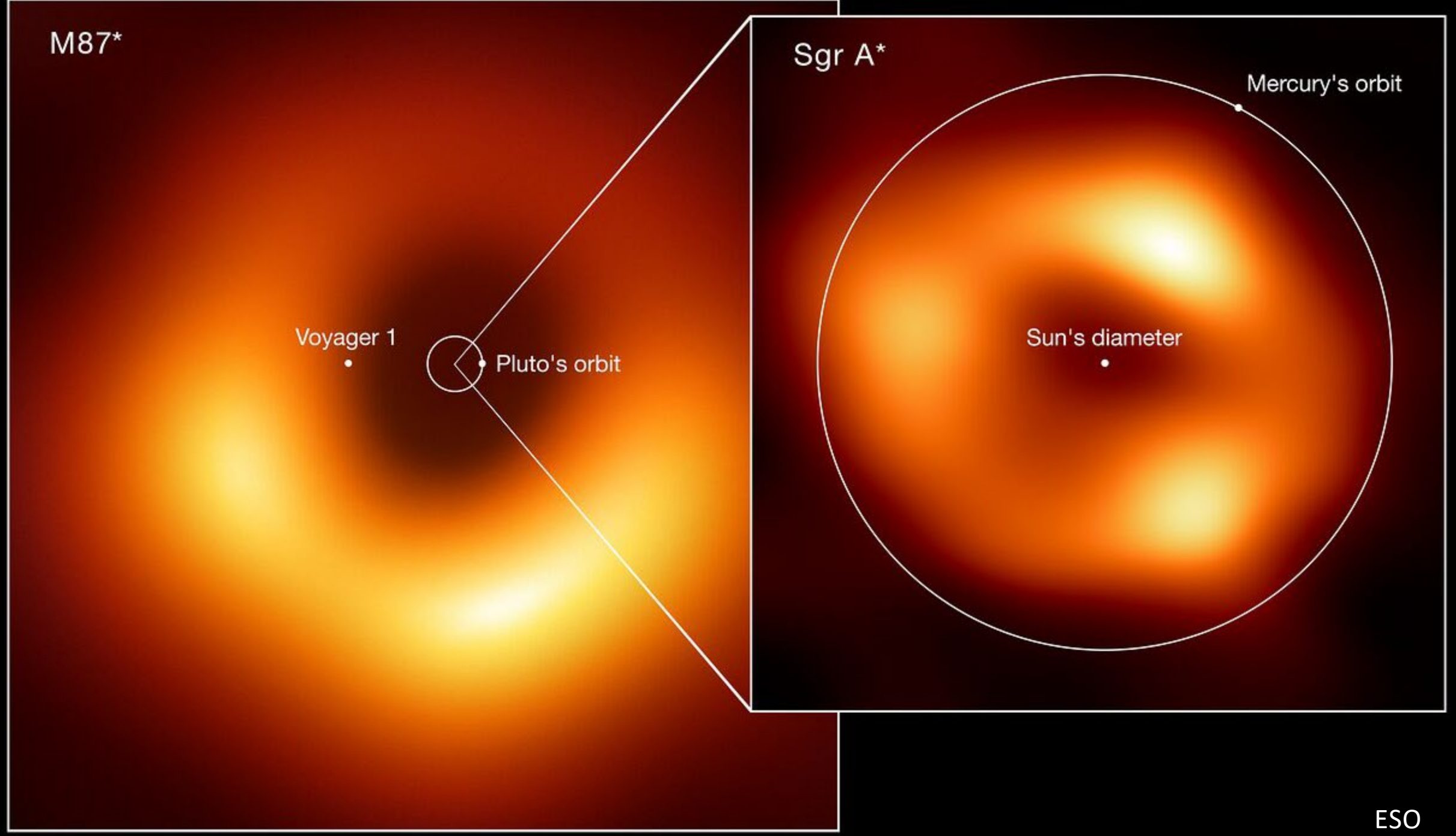
1. Sagittarius A* 4 Millionen Sonnenmassen



Der Schatten des Schwarzen Loches
im Zentrum der Milchstraße

ESO

2. M87 (6,6 Milliarden Sonnenmassen)

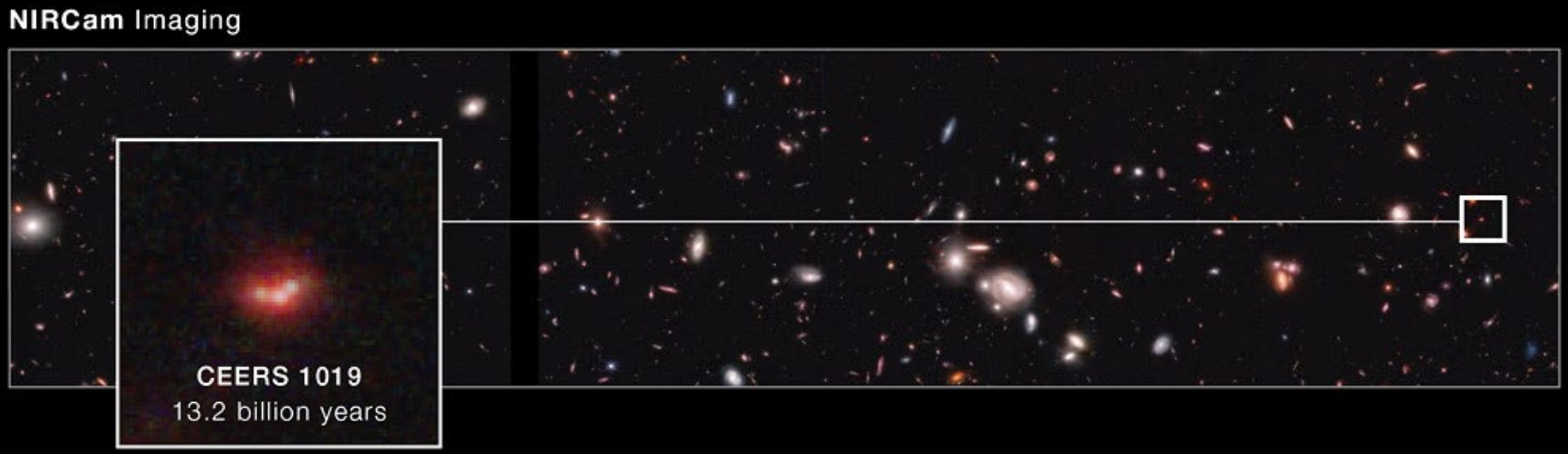

M87*
Sgr A*
Mercury's orbit
Voyager 1
Pluto's orbit
Sun's diameter

ESO

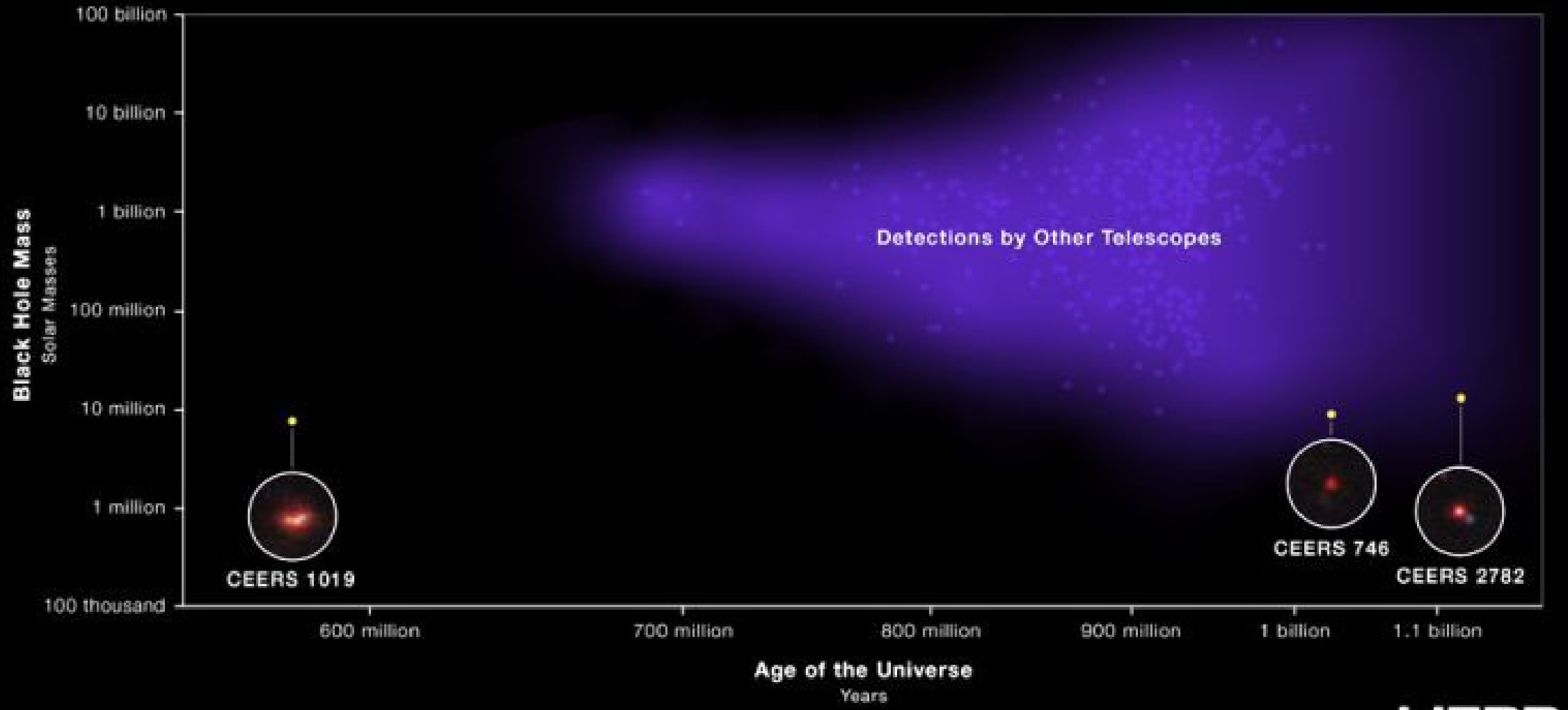
3. CEERS 1019

Eines der ersten im All

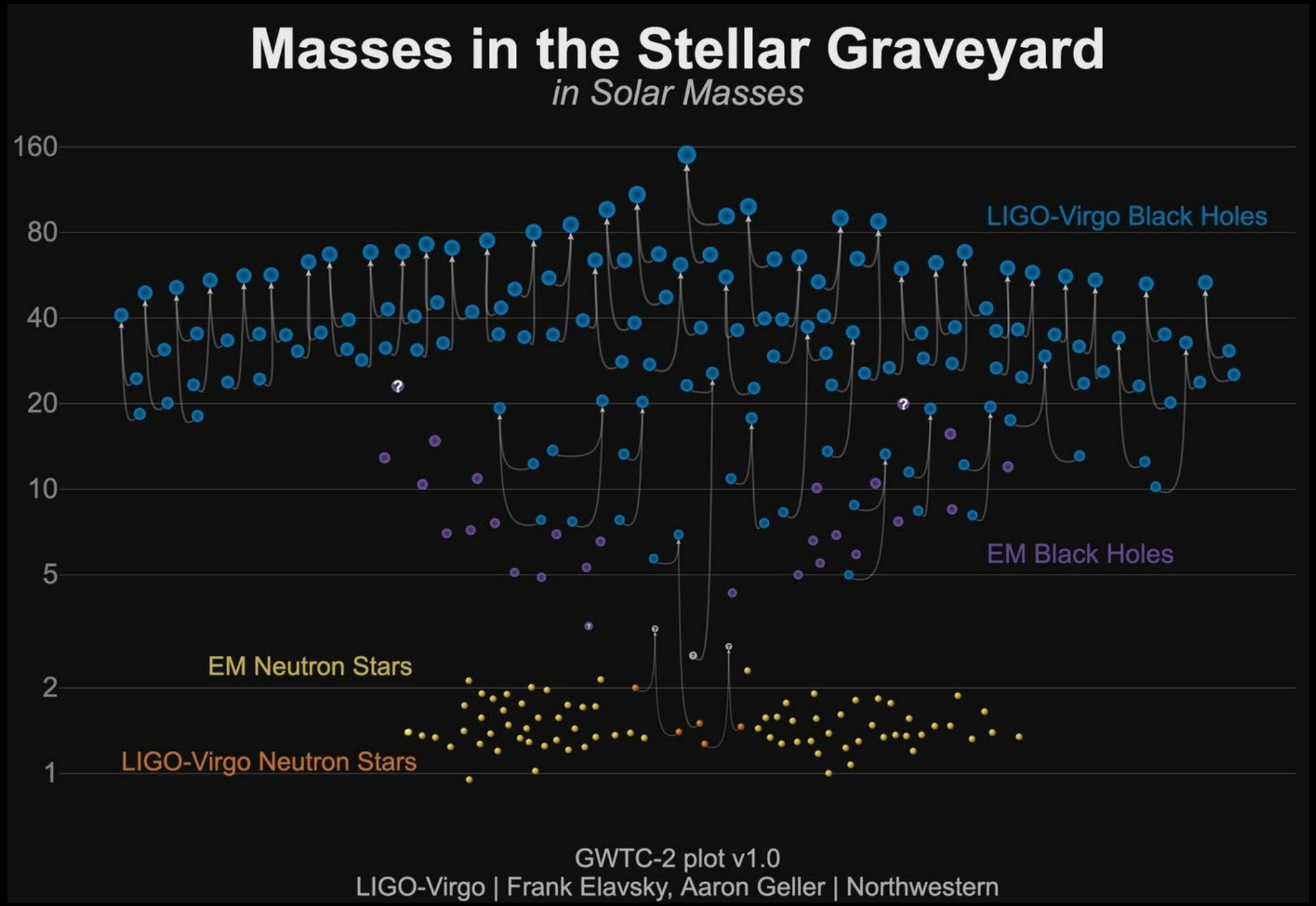
Frühestes Schwarzes Loch entdeckt
Supermassereiches Schwarzes Loch existierte schon 570 Millionen Jahre nach dem Urknall



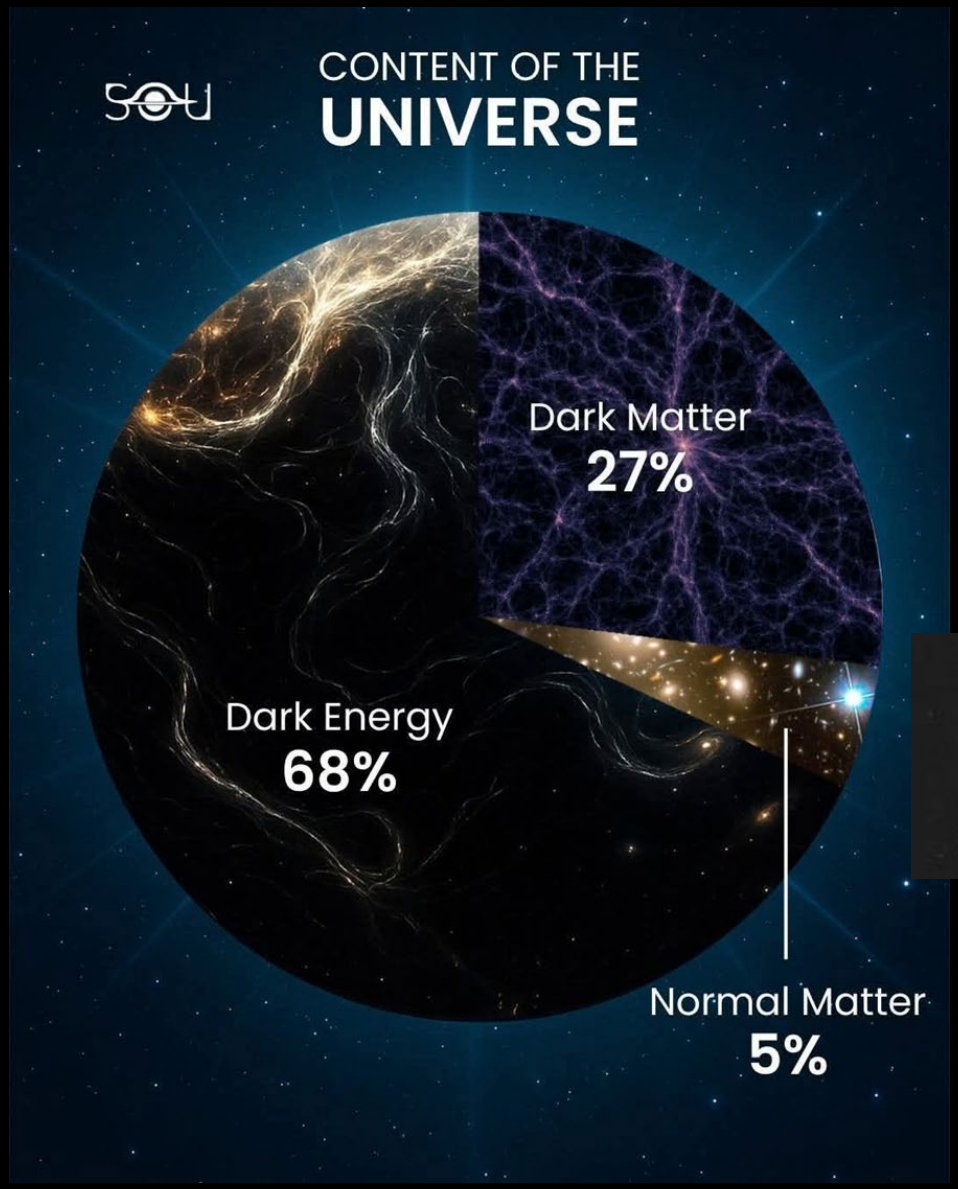
© NASA/ESA/CSA, Leah Hustak (STScI)



© NASA/ESA/CSA, Leah Hustak (STScI)


Masses in the Stellar Graveyard
in Solar Masses
160
80
40
20
10
5
2
1
LIGO-Virgo Black Holes
EM Black Holes
EM Neutron Stars
LIGO-Virgo Neutron Stars
GWTC-2 plot v1.0
LIGO-Virgo | Frank Elavsky, Aaron Geller | Northwestern

Astronomie: Physik des Universums: Die großen Unbekannten



DARK ENERGY
TENDS TO DRIVE THE UNIVERSE APART.

DARK MATTER
TENDS TO DRIVE THE UNIVERSE TOGETHER.



Das Universum als Selbstorganisationsprozess

- Zeitsymmetrische Naturgesetze (Urknall) als notwendige Kulisse
- Anfangsbedingungen (Zeit) und Randbedingungen (Raum) sind kontingente Treiber
- Kleine Abweichungen erzeugen neue Möglichkeiten (Fluktuationen)
- Natur ist immer instabil => Neue Strukturen und Eigenschaften
- Instabilitäten führen zur Strukturbildung (Planeten – Sterne - Galaxien)
- Energieflüsse treiben die Welt (Kernfusion in Sternen, Strahlung)

Die größte Geschichte aller Zeiten

Nutzt alle experimentellen und beobachteten Daten, aus allen Naturwissenschaften

Entwicklung aller Objekte und Systeme, mit unterschiedlichem Alter, Energien, und Komplexitätsebenen entlang des kosmischen Zeitpfeils

Überzeugendes Bild von Natur
Abgeleitet aus der Nichtgleichgewichtsthermodynamik

Selbstorganisation: Komplexitätssteigerung



NASA 1999

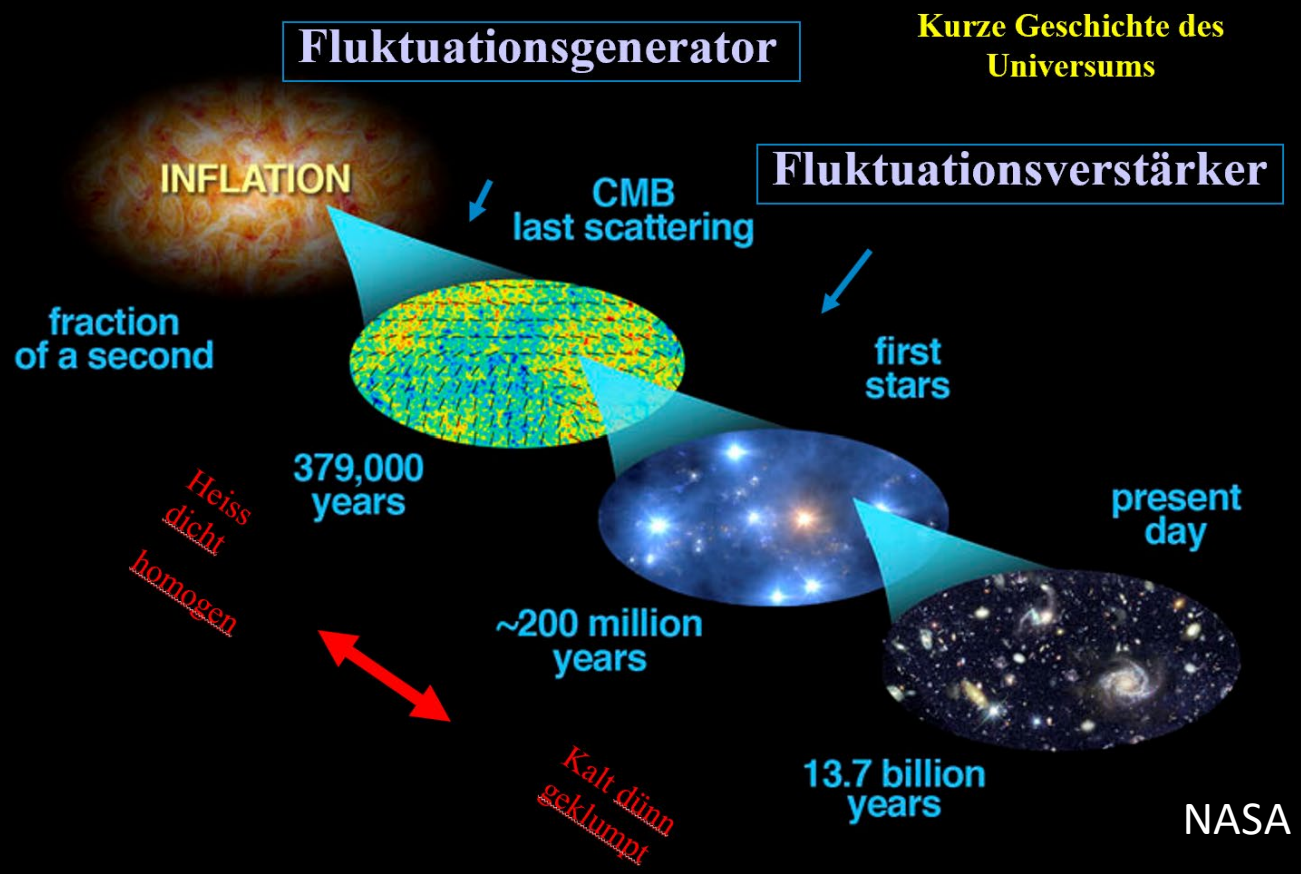
Ein Epos der Naturgeschichte, das alle geniessen und verstehen können.

Die größte Geschichte aller Zeiten

Nutzt alle experimentellen und beobachteten Daten, aus allen Naturwissenschaften

Entwicklung aller Objekte und Systeme, mit unterschiedlichem Alter, Energien, und Komplexitätsebenen entlang des kosmischen Zeitpfeils

Überzeugendes Bild von Natur
Abgeleitet aus der Nichtgleichgewichtsthermodynamik



Ein Epos der Naturgeschichte, das alle geniessen und verstehen können.

Die größte Geschichte aller Zeiten

Nutzt alle experimentellen und beobachteten Daten, aus allen Naturwissenschaften

Entwicklung aller Objekte und Systeme, mit unterschiedlichem Alter, Energien, und Komplexitätsebenen entlang des kosmischen Zeitpfeils

Überzeugendes Bild von Natur
Abgeleitet aus der Nichtgleichgewichtsthermodynamik

Das älteste Foto des Universums

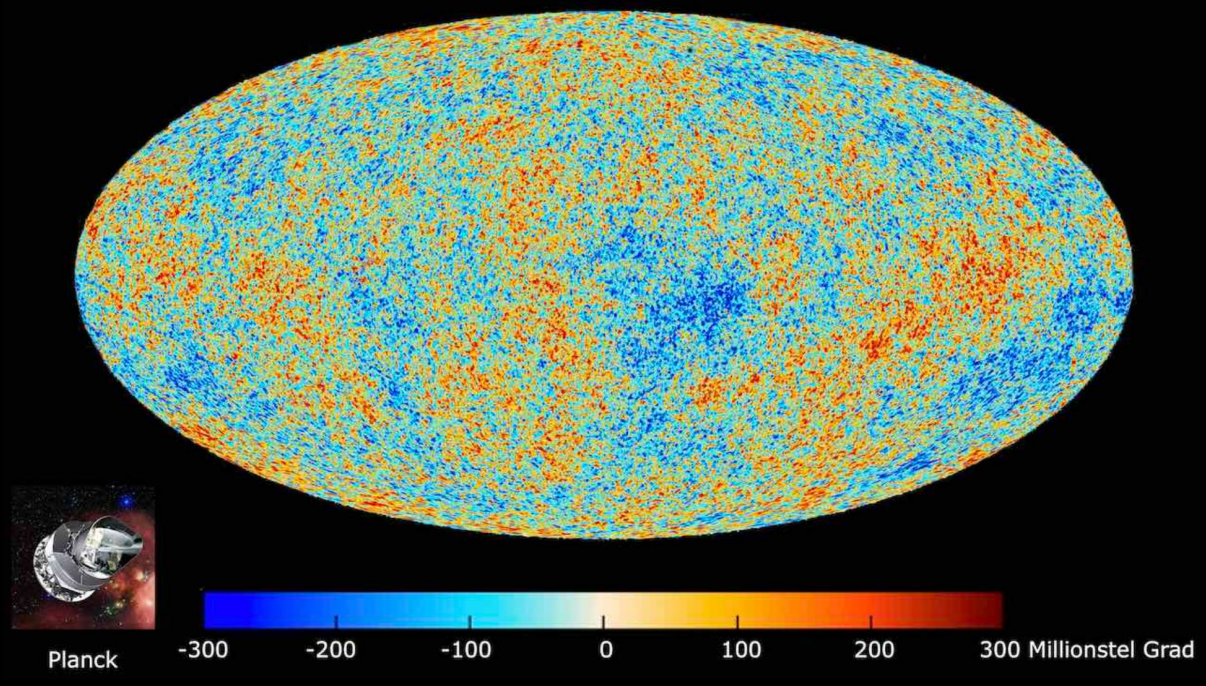


Bild: ESA

Aus den gemessenen Temperaturschwankungen kann direkt auf den Dichteunterschied in der Materie im damaligen Universum (Wasserstoff-Helium-Gemisch) geschlossen werden.

Ein Epos der Naturgeschichte, das alle geniessen und verstehen können.

Die größte Geschichte aller Zeiten

Nutzt alle experimentellen und beobachteten Daten, aus allen Naturwissenschaften

Entwicklung aller Objekte und Systeme, mit unterschiedlichem Alter, Energien, und Komplexitätsebenen entlang des kosmischen Zeitpfeils

Überzeugendes Bild von Natur
Abgeleitet aus der Nichtgleichgewichtsthermodynamik



WMAP

Ein Epos der Naturgeschichte, das alle geniessen und verstehen können.

Die größte Geschichte aller Zeiten

Nutzt alle experimentellen und beobachteten Daten, aus allen Naturwissenschaften

Entwicklung aller Objekte und Systeme, mit unterschiedlichem Alter, Energien, und Komplexitätsebenen entlang des kosmischen Zeitpfeils

Überzeugendes Bild von Natur
Abgeleitet aus der Nichtgleichgewichtsthermodynamik



Diemer & Mansfield

Ein Epos der Naturgeschichte, das alle geniessen und verstehen können.

Die größte Geschichte aller Zeiten

Nutzt alle experimentellen und beobachteten Daten, aus allen Naturwissenschaften

Entwicklung aller Objekte und Systeme, mit unterschiedlichem Alter, Energien, und Komplexitätsebenen entlang des kosmischen Zeitpfeils

Überzeugendes Bild von Natur
Abgeleitet aus der Nichtgleichgewichtsthermodynamik

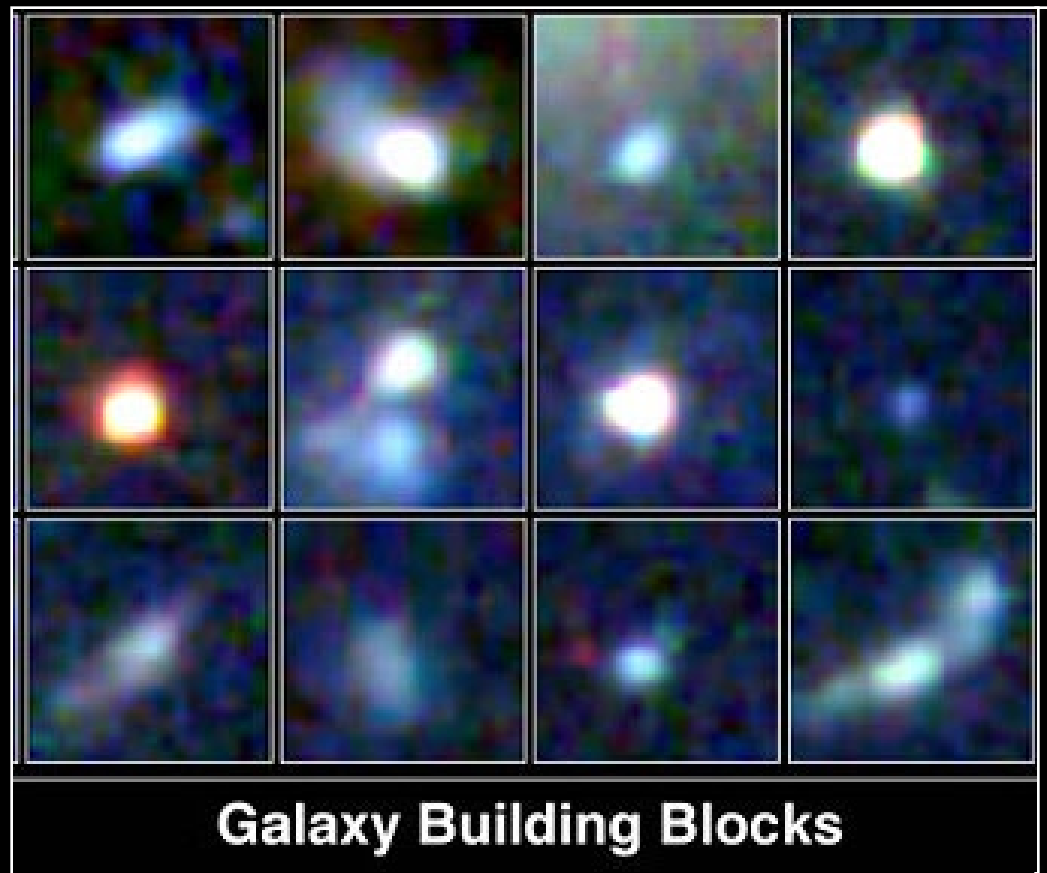


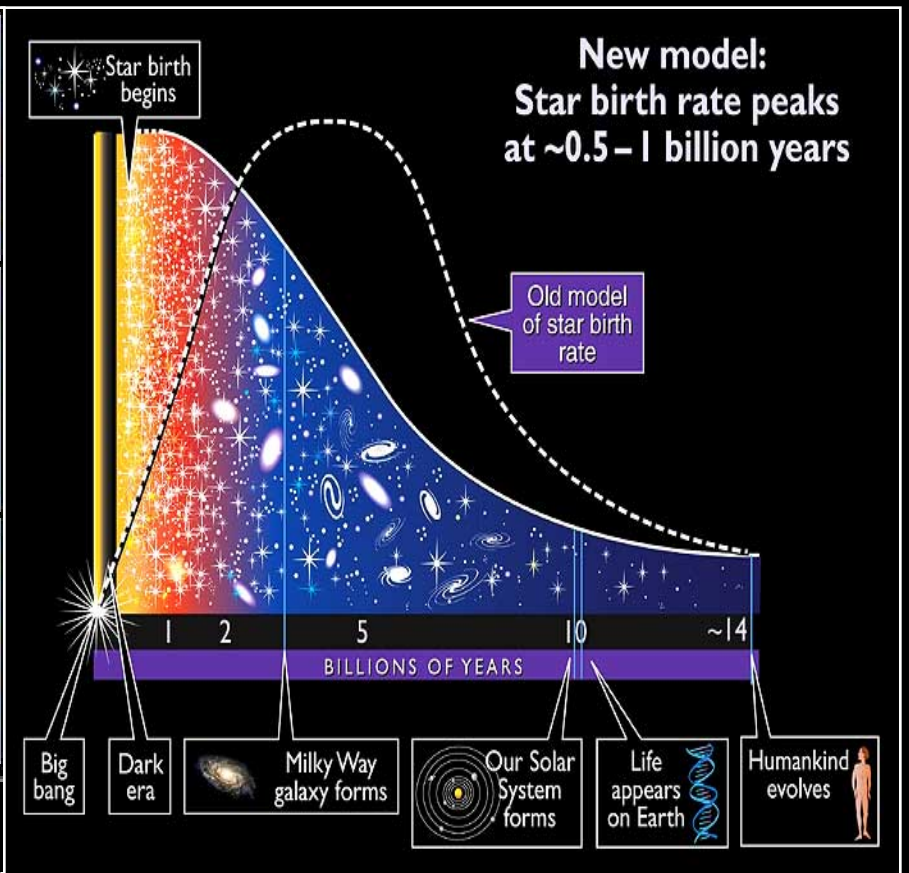
Illustris

Ein Epos der Naturgeschichte, das alle geniessen und verstehen können.

Sternentstehungsgeschichte

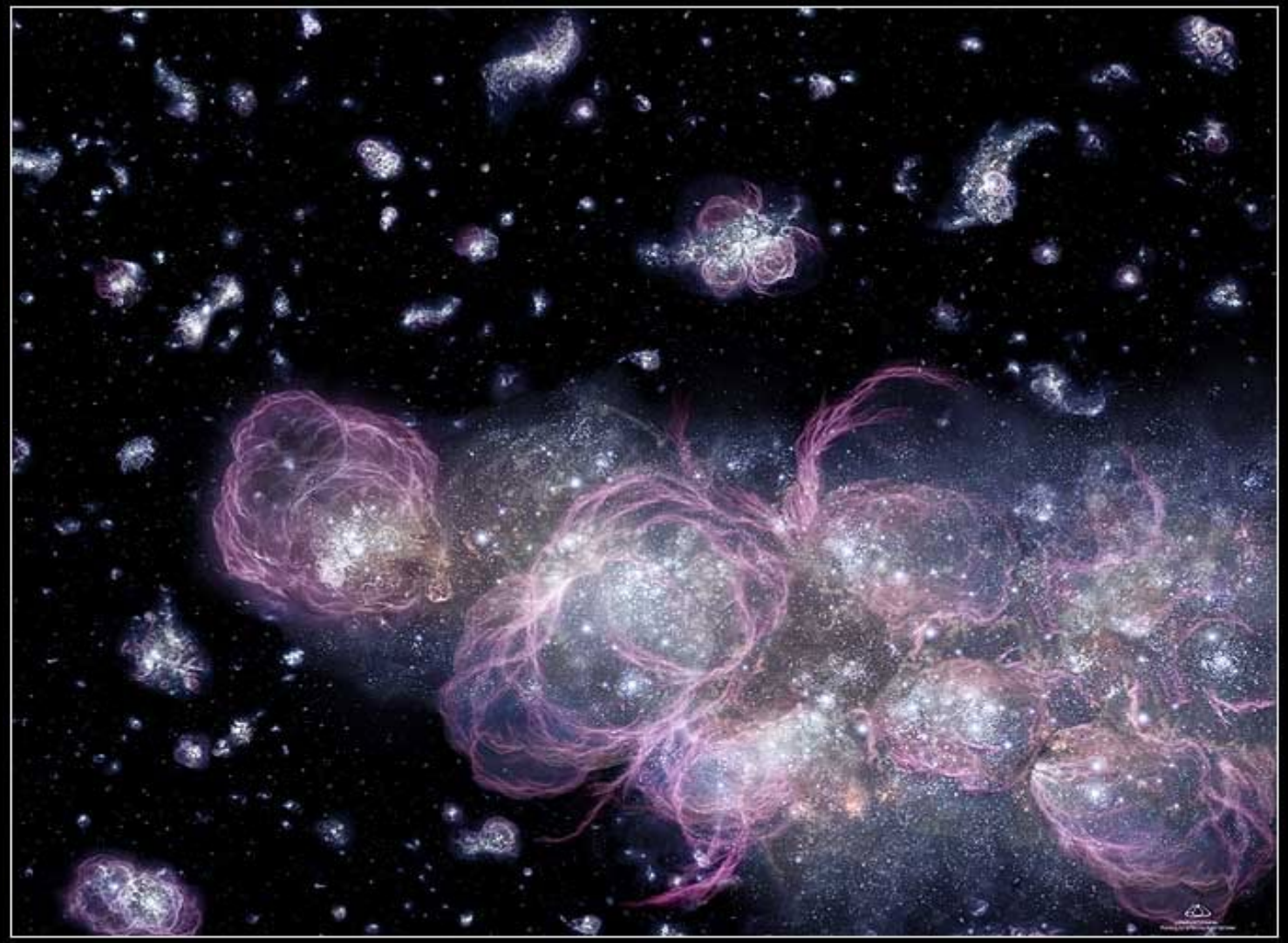
- Bausteine der heutigen Galaxien sind blau/gestört/wechselwirkend
  → Wechselwirkungen sind häufig (Universum war kleiner)
  → Merger treiben hohe Sternentstehungsrate
  → Universums Jugend war dramatisch; heute alles ruhig





Universum nach 1 Gyr

- Spektakuläre Ansicht: Protogalaxie verschmelzen, alles nahe, große HII-Regionen, viele O&B Sterne, viele Supernovae



Kosmische Jugend mit einem Feuerwerk an explodierenden Sternen

Die größte Geschichte aller Zeiten

Nutzt alle experimentellen und beobachteten Daten, aus allen Naturwissenschaften

Entwicklung aller Objekte und Systeme, mit unterschiedlichem Alter, Energien, und Komplexitätsebenen entlang des kosmischen Zeitpfeils

Überzeugendes Bild von Natur
Abgeleitet aus der Nichtgleichgewichtsthermodynamik



ESO

Ein Epos der Naturgeschichte, das alle geniessen und verstehen können.

Die größte Geschichte aller Zeiten

Nutzt alle experimentellen und beobachteten Daten, aus allen Naturwissenschaften

Entwicklung aller Objekte und Systeme, mit unterschiedlichem Alter, Energien, und Komplexitätsebenen entlang des kosmischen Zeitpfeils

Überzeugendes Bild von Natur
Abgeleitet aus der Nichtgleichgewichtsthermodynamik

IR-Beobachtungen in der Orion-Wolke



Ein Epos der Naturgeschichte, das alle geniessen und verstehen können.

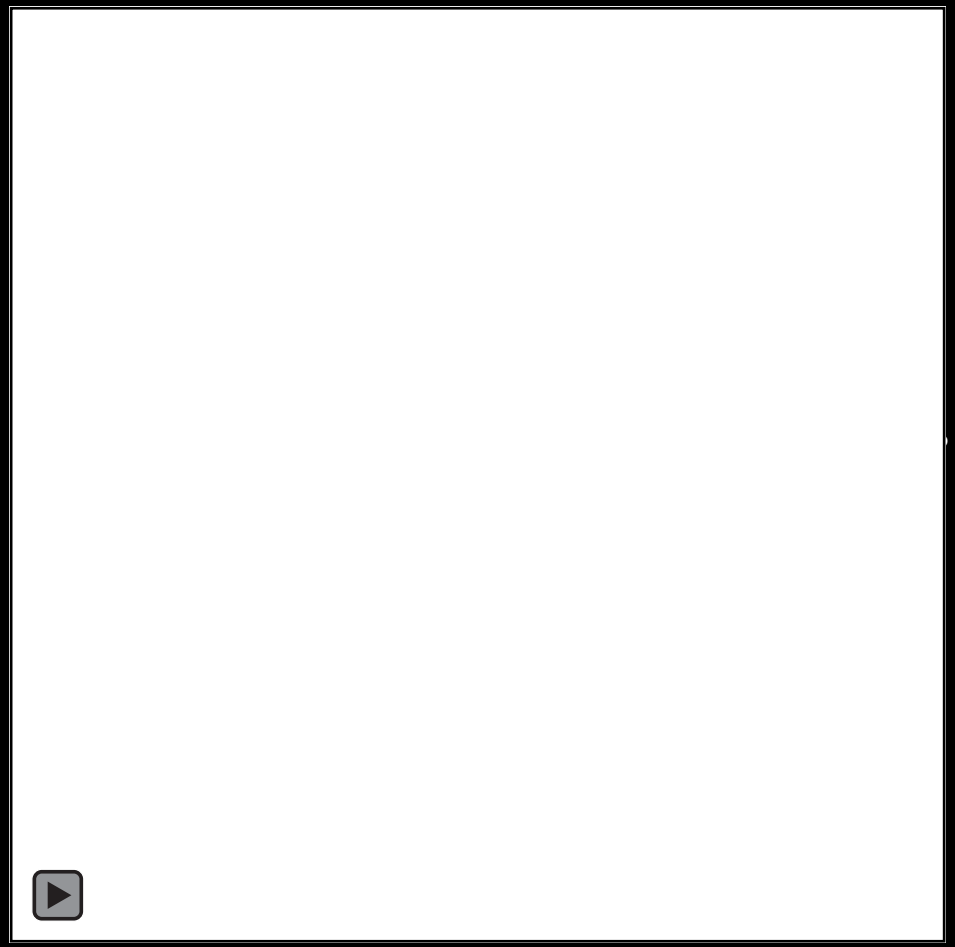
Die größte Geschichte aller Zeiten

Nutzt alle experimentellen und beobachteten Daten, aus allen Naturwissenschaften

Entwicklung aller Objekte und Systeme, mit unterschiedlichem Alter, Energien, und Komplexitätsebenen entlang des kosmischen Zeitpfeils

Überzeugendes Bild von Natur
Abgeleitet aus der Nichtgleichgewichtsthermodynamik

So entstehen Sterne: Gas verdichtet sich von selbst



Ein Epos der Naturgeschichte, das alle geniessen und verstehen können.

Die größte Geschichte aller Zeiten

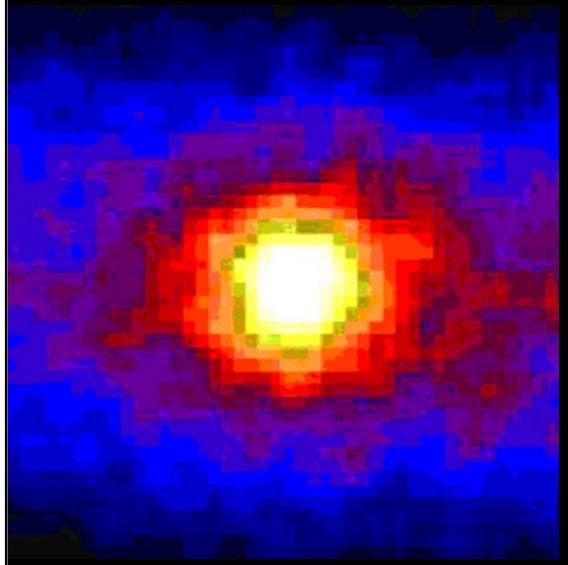
Nutzt alle experimentellen und beobachteten Daten, aus allen Naturwissenschaften

Entwicklung aller Objekte und Systeme, mit unterschiedlichem Alter, Energien, und Komplexitätsebenen entlang des kosmischen Zeitpfeils

Überzeugendes Bild von Natur
Abgeleitet aus der Nichtgleichgewichtsthermodynamik

So erzeugen Sterne ihre Leuchtkraft: Kerne fusionieren





Neutrinos von der Sonne
(Superkamiokande)

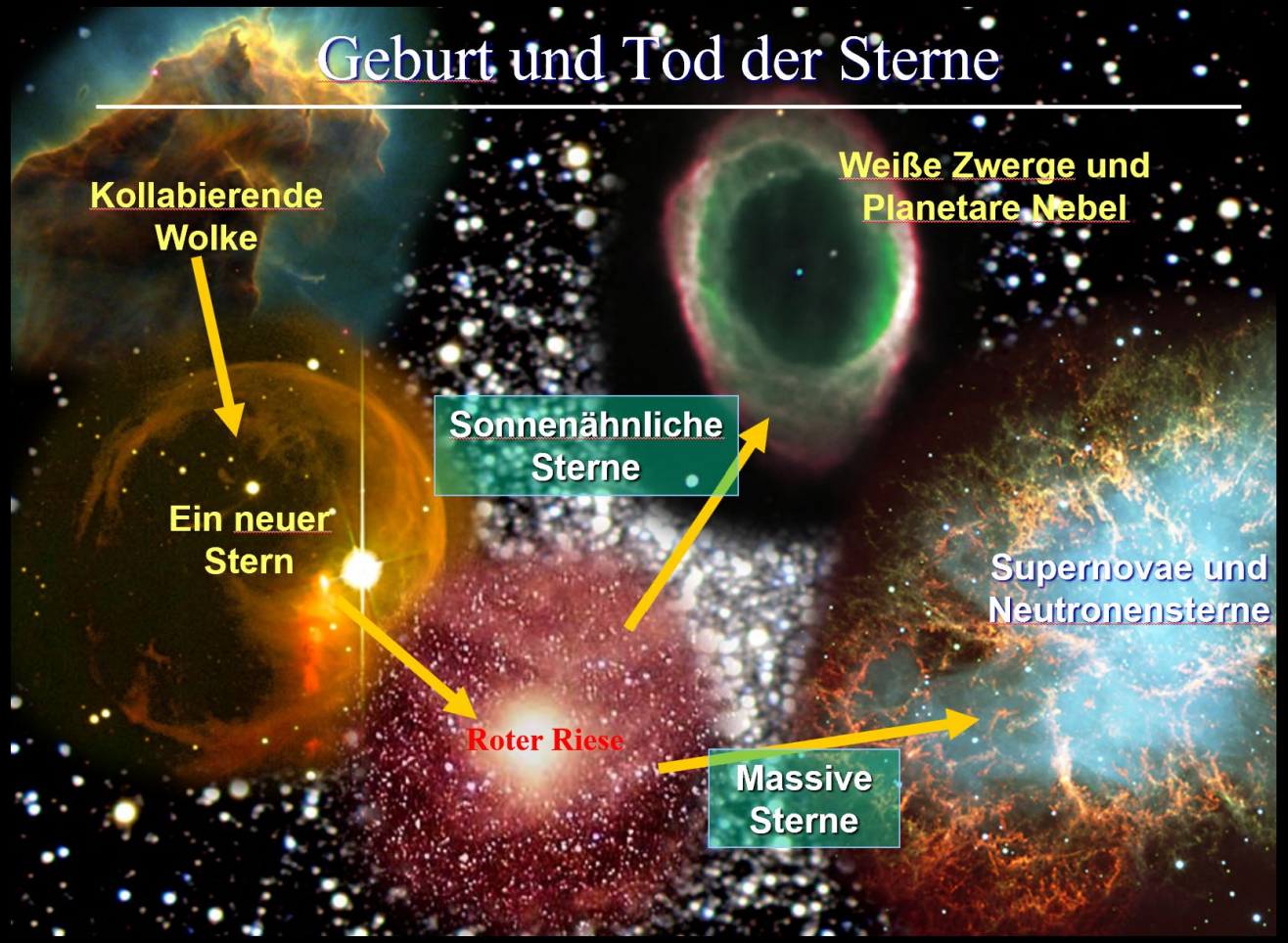
Ein Epos der Naturgeschichte, das alle geniessen und verstehen können.

Die größte Geschichte aller Zeiten

Nutzt alle experimentellen und beobachteten Daten, aus allen Naturwissenschaften

Entwicklung aller Objekte und Systeme, mit unterschiedlichem Alter, Energien, und Komplexitätsebenen entlang des kosmischen Zeitpfeils

Überzeugendes Bild von Natur
Abgeleitet aus der Nichtgleichgewichtsthermodynamik



Ein Epos der Naturgeschichte, das alle geniessen und verstehen können.

Die größte Geschichte aller Zeiten

Nutzt alle experimentellen und beobachteten Daten, aus allen Naturwissenschaften

Entwicklung aller Objekte und Systeme, mit unterschiedlichem Alter, Energien, und Komplexitätsebenen entlang des kosmischen Zeitpfeils

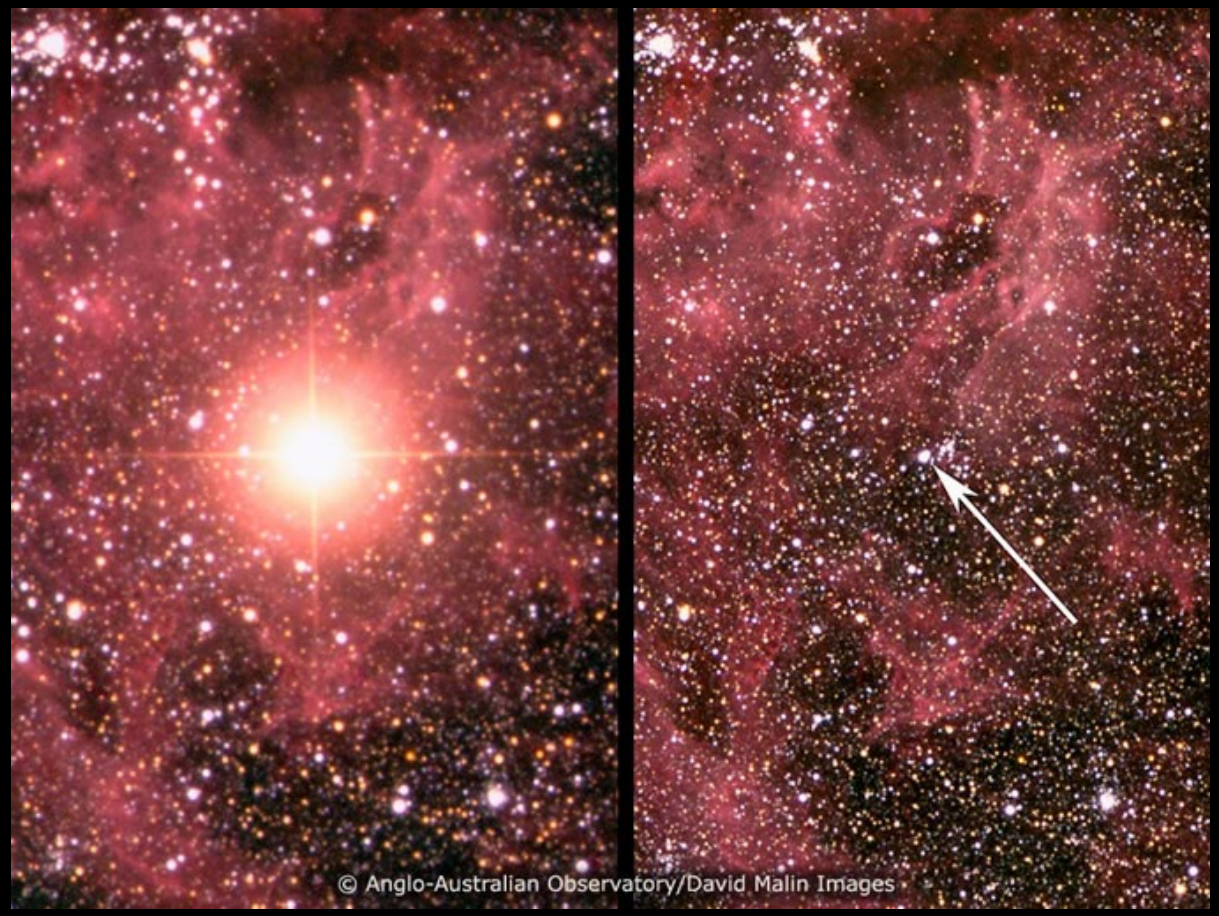
Überzeugendes Bild von Natur
Abgeleitet aus der Nichtgleichgewichtsthermodynamik

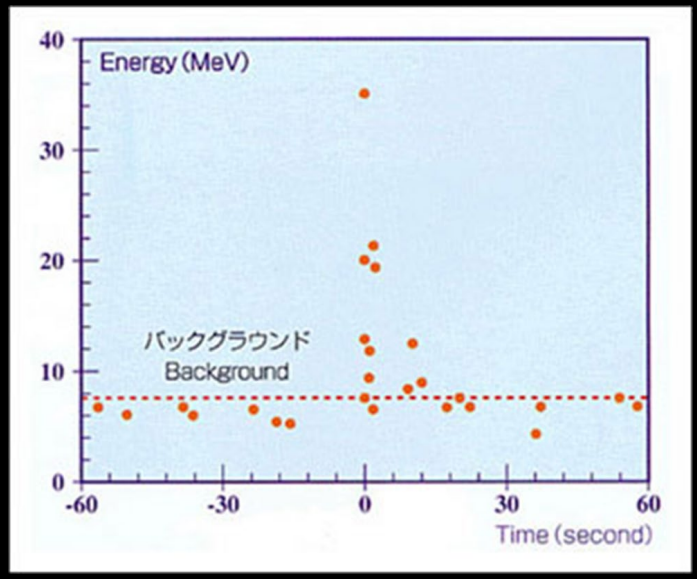
Große Sterne am Ende ihres Lebens



Ein Epos der Naturgeschichte, das alle geniessen und verstehen können.

Am 23. Februar 1987 explodierte in der großen Magellanschen Wolke ein Stern





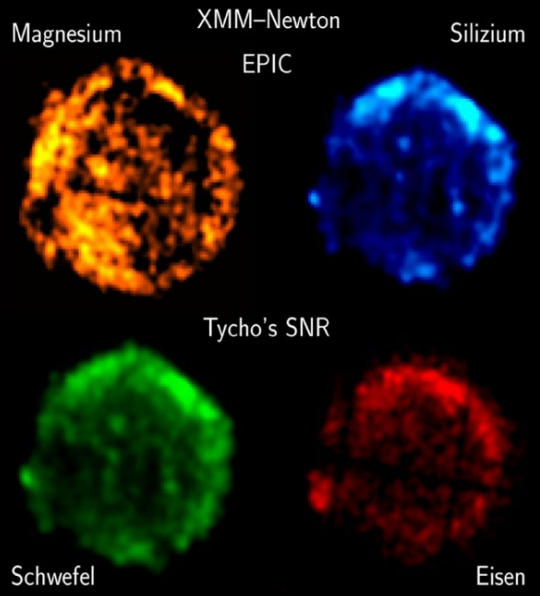
- **Kamiokande detektierte 11 Neutrinoereignisse. Diese Beobachtungen bestätigen die Theorien über SN-Explosionen.**

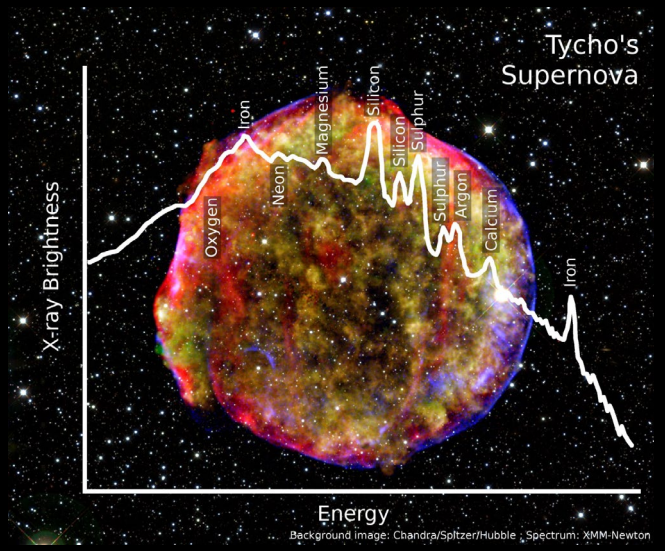
Die größte Geschichte aller Zeiten

Nutzt alle experimentellen und beobachteten Daten, aus allen Naturwissenschaften

Entwicklung aller Objekte und Systeme, mit unterschiedlichem Alter, Energien, und Komplexitätsebenen entlang des kosmischen Zeitpfeils

Überzeugendes Bild von Natur
Abgeleitet aus der Nichtgleichgewichtsthermodynamik





XMM-Mission

Ein Epos der Naturgeschichte, das alle geniessen und verstehen können.

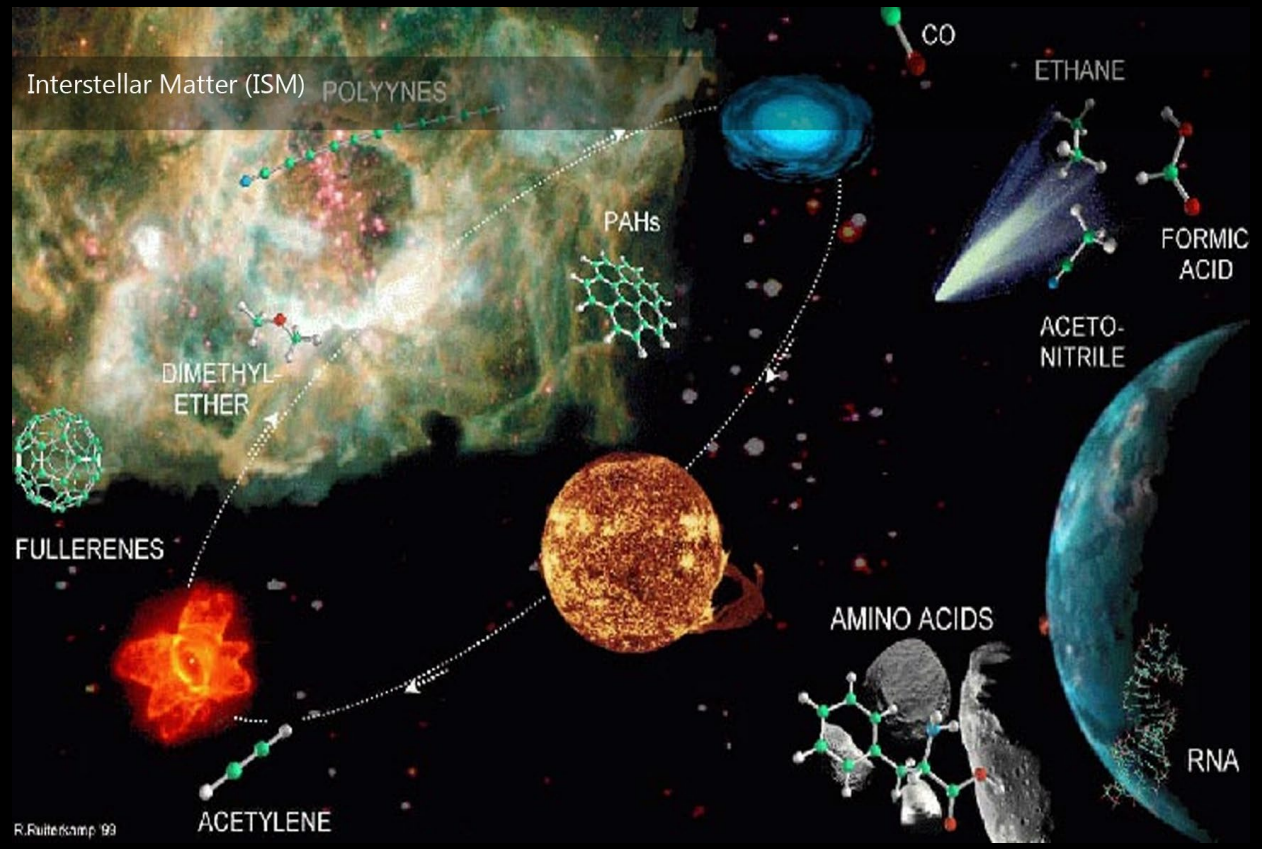
Die größte Geschichte aller Zeiten

Nutzt alle experimentellen und beobachteten Daten, aus allen Naturwissenschaften

Entwicklung aller Objekte und Systeme, mit unterschiedlichem Alter, Energien, und Komplexitätsebenen entlang des kosmischen Zeitpfeils

Überzeugendes Bild von Natur
Abgeleitet aus der Nichtgleichgewichtsthermodynamik

Woher stammt der Stoff, aus dem das Leben ist?



NASA

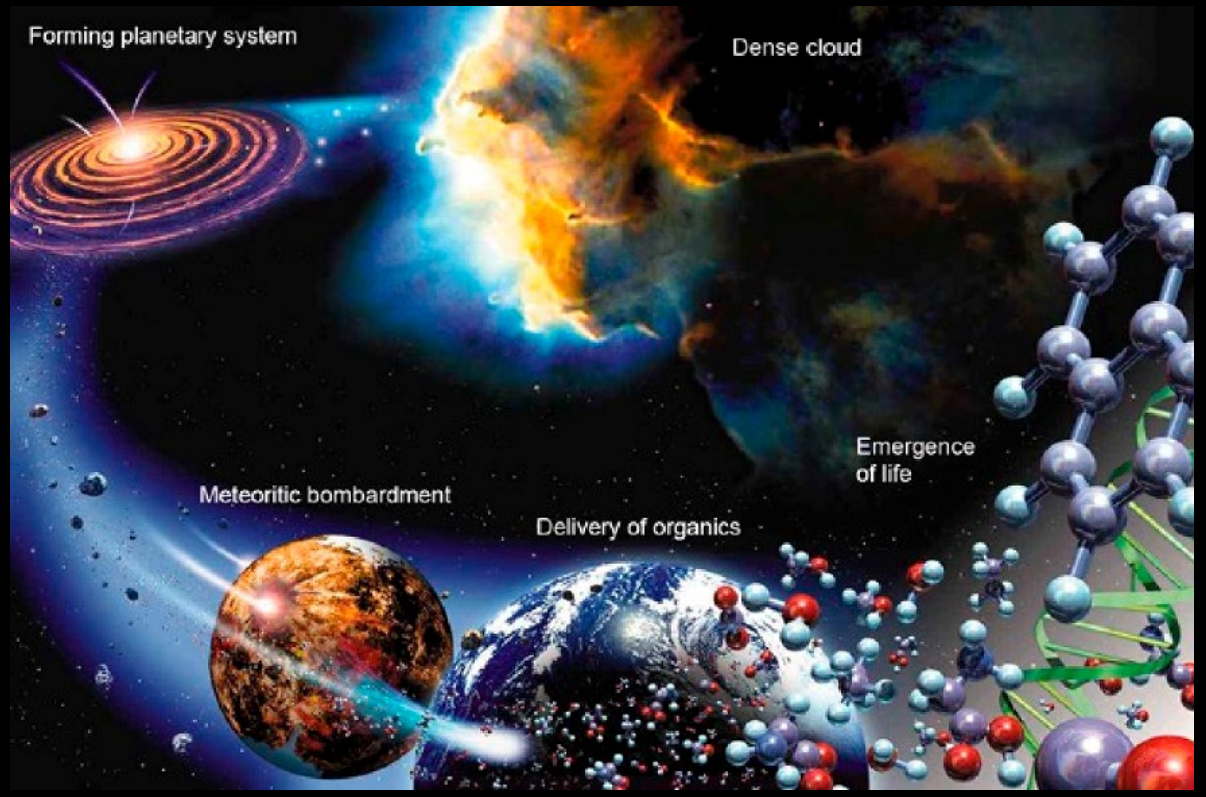
Ein Epos der Naturgeschichte, das alle geniessen und verstehen können.

Die größte Geschichte aller Zeiten

Nutzt alle experimentellen und beobachteten Daten, aus allen Naturwissenschaften

Entwicklung aller Objekte und Systeme, mit unterschiedlichem Alter, Energien, und Komplexitätsebenen entlang des kosmischen Zeitpfeils

Überzeugendes Bild von Natur
Abgeleitet aus der Nichtgleichgewichtsthermodynamik



NASA

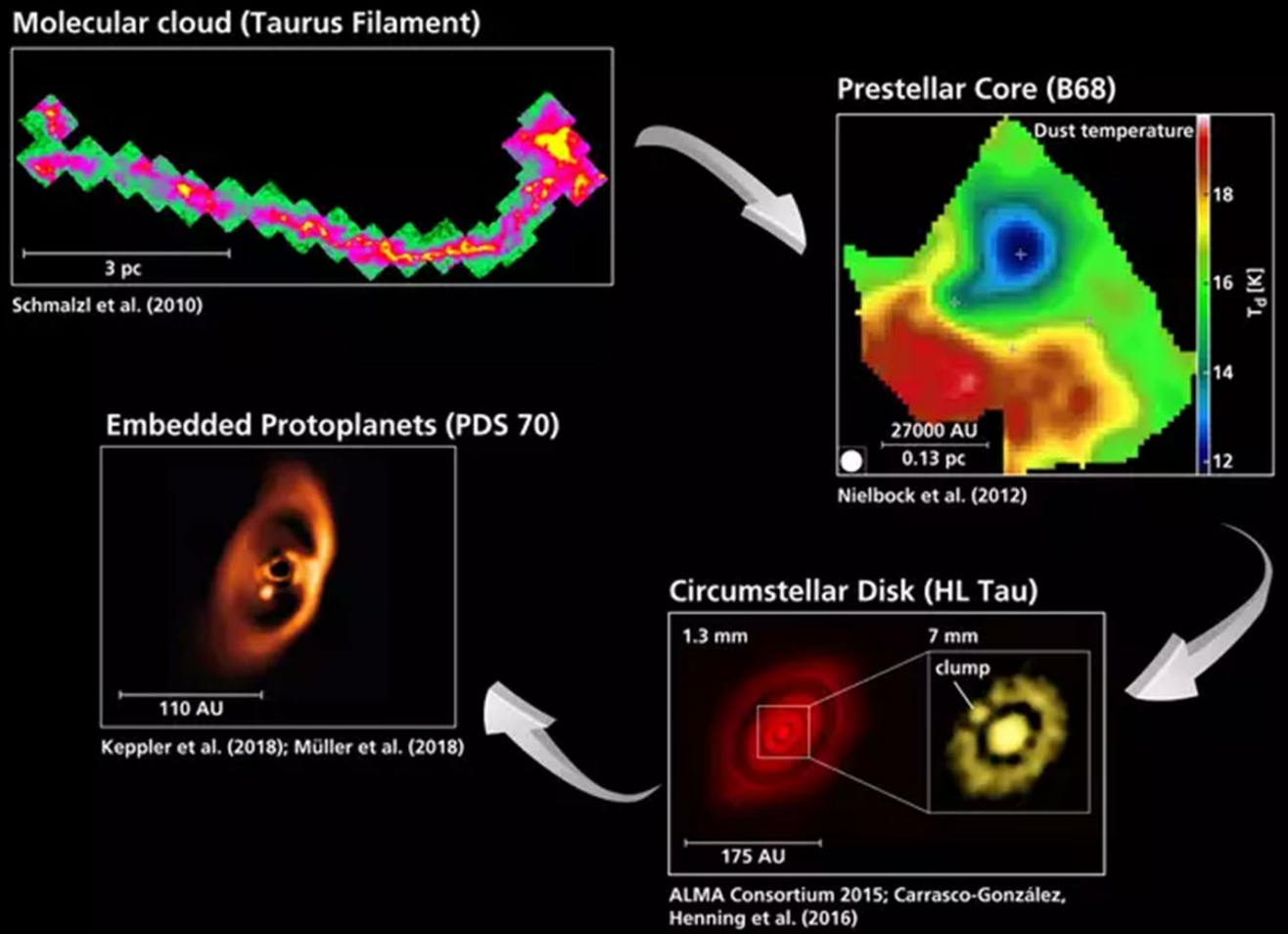
Ein Epos der Naturgeschichte, das alle geniessen und verstehen können.

Die größte Geschichte aller Zeiten

Nutzt alle experimentellen und beobachteten Daten, aus allen Naturwissenschaften

Entwicklung aller Objekte und Systeme, mit unterschiedlichem Alter, Energien, und Komplexitätsebenen entlang des kosmischen Zeitpfeils

Überzeugendes Bild von Natur
Abgeleitet aus der Nichtgleichgewichtsthermodynamik



Ein Epos der Naturgeschichte, das alle geniessen und verstehen können.

Die größte Geschichte aller Zeiten

Nutzt alle experimentellen und beobachteten Daten, aus allen Naturwissenschaften

Entwicklung aller Objekte und Systeme, mit unterschiedlichem Alter, Energien, und Komplexitätsebenen entlang des kosmischen Zeitpfeils

Überzeugendes Bild von Natur
Abgeleitet aus der Nichtgleichgewichtsthermodynamik

Wie entstehen Planeten?



JWST-Animation

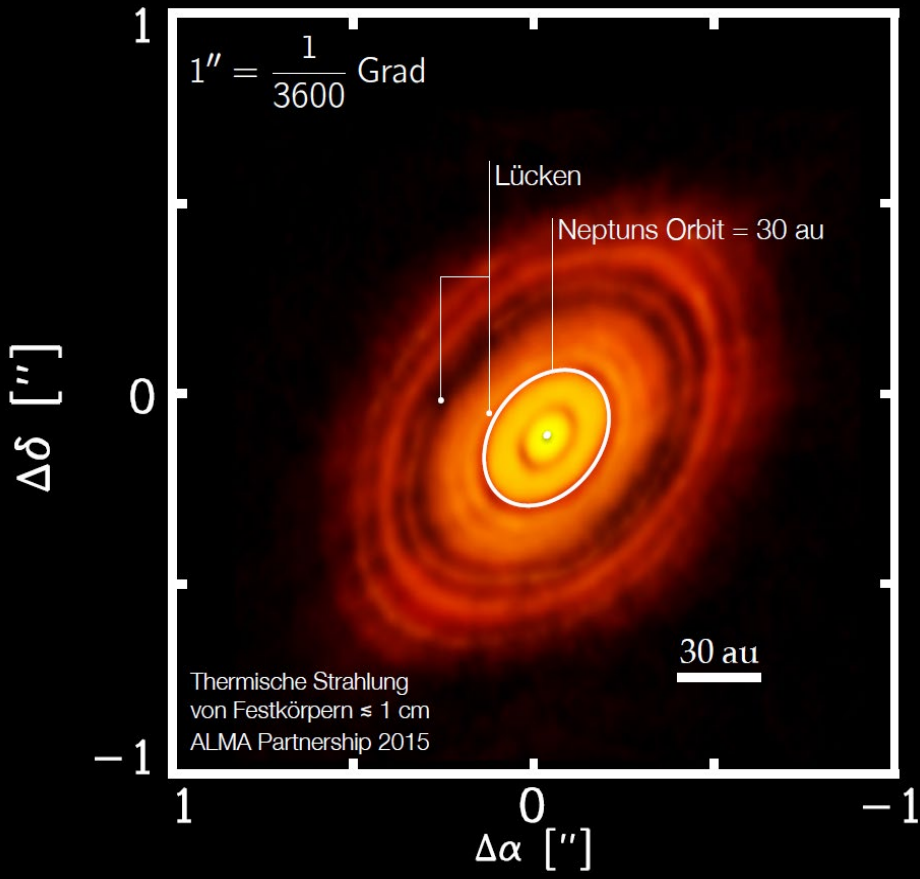
Ein Epos der Naturgeschichte, das alle geniessen und verstehen können.

Die größte Geschichte aller Zeiten

Nutzt alle experimentellen und beobachteten Daten, aus allen Naturwissenschaften

Entwicklung aller Objekte und Systeme, mit unterschiedlichem Alter, Energien, und Komplexitätsebenen entlang des kosmischen Zeitpfeils

Überzeugendes Bild von Natur
Abgeleitet aus der Nichtgleichgewichtsthermodynamik



ALMA

Ein Epos der Naturgeschichte, das alle geniessen und verstehen können.

Die größte Geschichte aller Zeiten

Nutzt alle experimentellen und beobachteten Daten, aus allen Naturwissenschaften

Entwicklung aller Objekte und Systeme, mit unterschiedlichem Alter, Energien, und Komplexitätsebenen entlang des kosmischen Zeitpfeils

Überzeugendes Bild von Natur
Abgeleitet aus der Nichtgleichgewichtsthermodynamik

Unser Sonnensystem entstand nach einer SN Explosion



ESO

Ein Epos der Naturgeschichte, das alle geniessen und verstehen können.

Die größte Geschichte aller Zeiten

Nutzt alle experimentellen und beobachteten Daten, aus allen Naturwissenschaften

Entwicklung aller Objekte und Systeme, mit unterschiedlichem Alter, Energien, und Komplexitätsebenen entlang des kosmischen Zeitpfeils

Überzeugendes Bild von Natur
Abgeleitet aus der Nichtgleichgewichtsthermodynamik



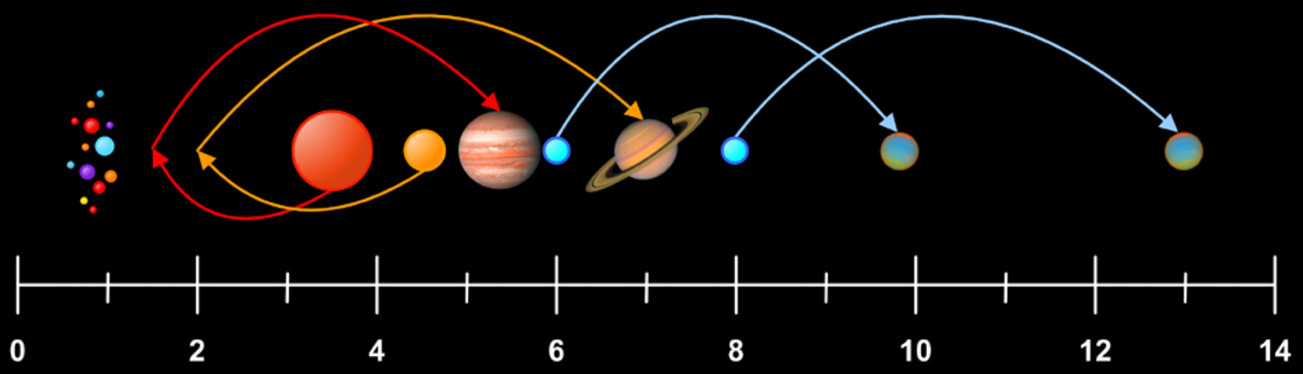
Ein Epos der Naturgeschichte, das alle geniessen und verstehen können.

Die größte Geschichte aller Zeiten

Nutzt alle experimentellen und beobachteten Daten, aus allen Naturwissenschaften

Entwicklung aller Objekte und Systeme, mit unterschiedlichem Alter, Energien, und Komplexitätsebenen entlang des kosmischen Zeitpfeils

Überzeugendes Bild von Natur
Abgeleitet aus der Nichtgleichgewichtsthermodynamik



Neptun/Uranus: 3:4
Uranus/Saturn 2:3
Saturn/Jupiter 2:3

Die vier Bahnen von Neptun, Uranus, Saturn und Jupiter verhalten sich ungefähr wie
3:4:6:9

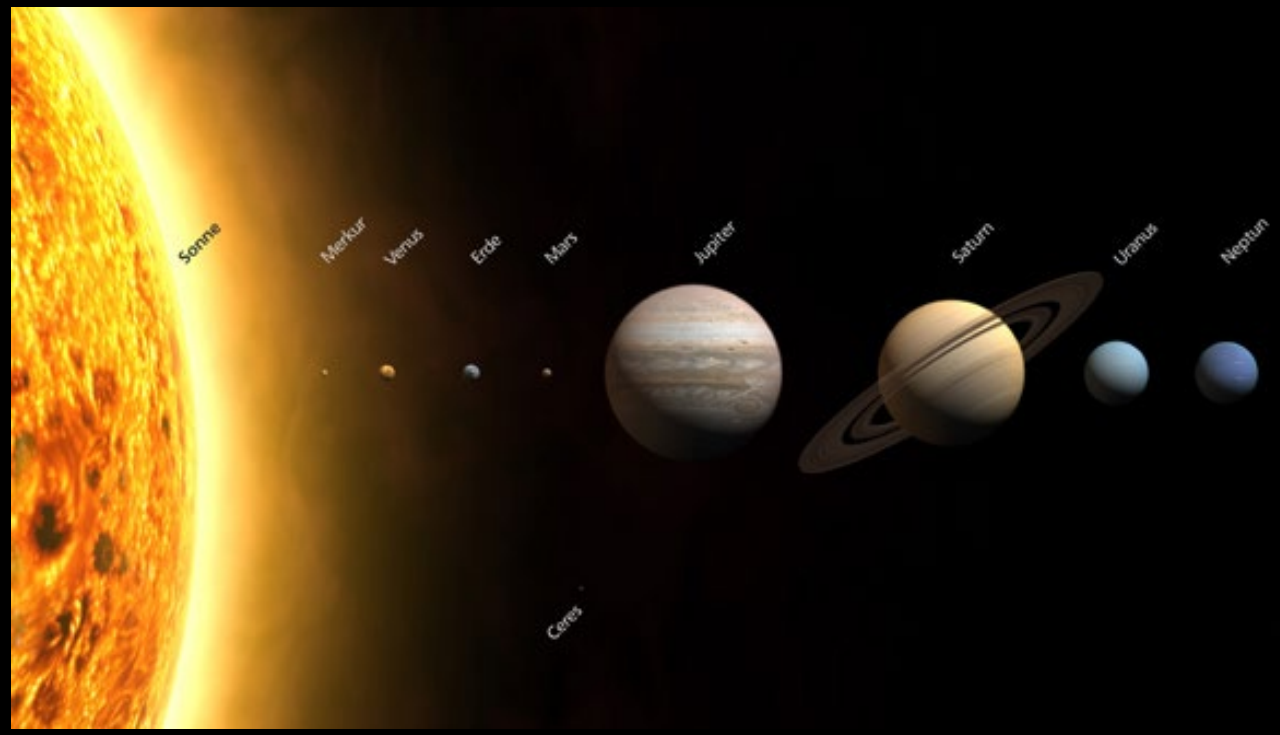
Ein Epos der Naturgeschichte, das alle geniessen und verstehen können.

Die größte Geschichte aller Zeiten

Nutzt alle experimentellen und beobachteten Daten, aus allen Naturwissenschaften

Entwicklung aller Objekte und Systeme, mit unterschiedlichem Alter, Energien, und Komplexitätsebenen entlang des kosmischen Zeitpfeils

Überzeugendes Bild von Natur
Abgeleitet aus der Nichtgleichgewichtsthermodynamik



Sean Raymond

Ein Epos der Naturgeschichte, das alle geniessen und verstehen können.

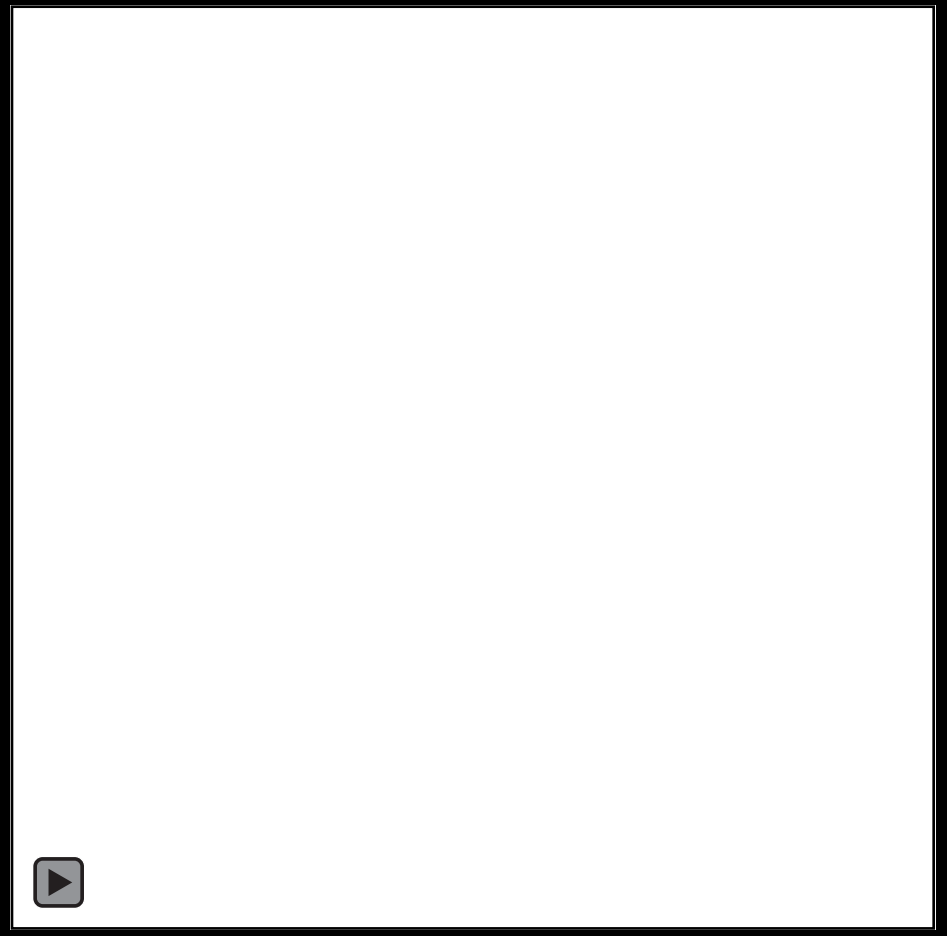
Die größte Geschichte aller Zeiten

Nutzt alle experimentellen und beobachteten Daten, aus allen Naturwissenschaften

Entwicklung aller Objekte und Systeme, mit unterschiedlichem Alter, Energien, und Komplexitätsebenen entlang des kosmischen Zeitpfeils

Überzeugendes Bild von Natur
Abgeleitet aus der Nichtgleichgewichtsthermodynamik

So entstehen Gasplaneten in wenigen Mio Jahren



Ein Epos der Naturgeschichte, das alle geniessen und verstehen können.

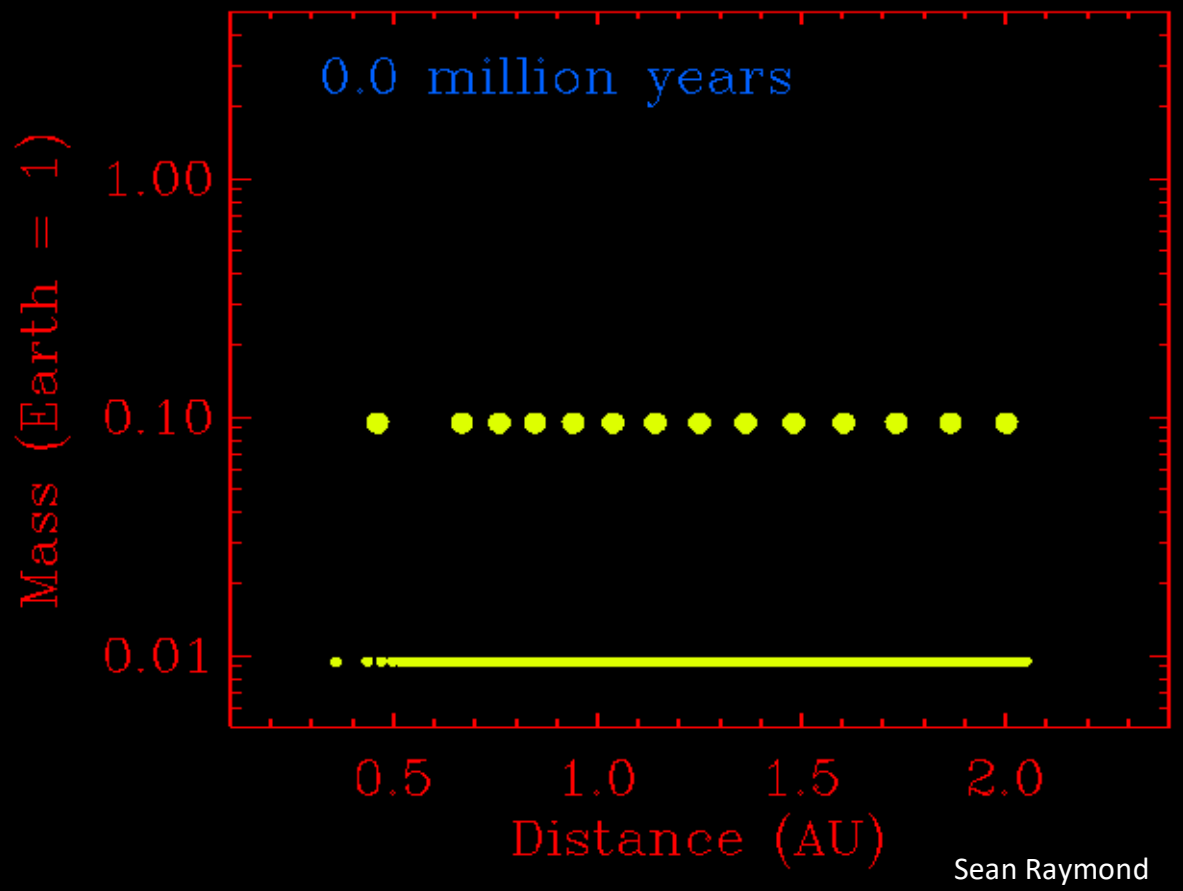
Die größte Geschichte aller Zeiten

Nutzt alle experimentellen und beobachteten Daten, aus allen Naturwissenschaften

Entwicklung aller Objekte und Systeme, mit unterschiedlichem Alter, Energien, und Komplexitätsebenen entlang des kosmischen Zeitpfeils

Überzeugendes Bild von Natur
Abgeleitet aus der Nichtgleichgewichtsthermodynamik

Felsenplaneten brauchen viel länger



Sean Raymond

Ein Epos der Naturgeschichte, das alle geniessen und verstehen können.

Die größte Geschichte aller Zeiten

Nutzt alle experimentellen und beobachteten Daten, aus allen Naturwissenschaften

Entwicklung aller Objekte und Systeme, mit unterschiedlichem Alter, Energien, und Komplexitätsebenen entlang des kosmischen Zeitpfeils

Überzeugendes Bild von Natur
Abgeleitet aus der Nichtgleichgewichtsthermodynamik

So entstand der wichtigste Planet im Univerusm



Ein Epos der Naturgeschichte, das alle geniessen und verstehen können.



NASA

Einkaufsliste für einen „lebendigen“ Planeten

a) Nicht zu leicht
b) Nicht zu schwer
c) Dreht sich nicht zu langsam und nicht zu schnell
d) Stabile Rotationsachse
e) Wasser in flüssiger Form
f) Atmosphäre mit nicht zu starkem Treibhauseffekt
g) Genügend Verwitterung
h) Gesteinskreisläufe
i) Magnetfeld
j) Wenig Ärger mit dem Kosmos
…

Die größte Geschichte aller Zeiten

Nutzt alle experimentellen und beobachteten Daten, aus allen Naturwissenschaften

Entwicklung aller Objekte und Systeme, mit unterschiedlichem Alter, Energien, und Komplexitätsebenen entlang des kosmischen Zeitpfeils

Überzeugendes Bild von Natur
Abgeleitet aus der Nichtgleichgewichtsthermodynamik



Selbstentfaltung der Materie !
Vom Einfachen zum Komplexen – vom Urknall zum Gehirn !

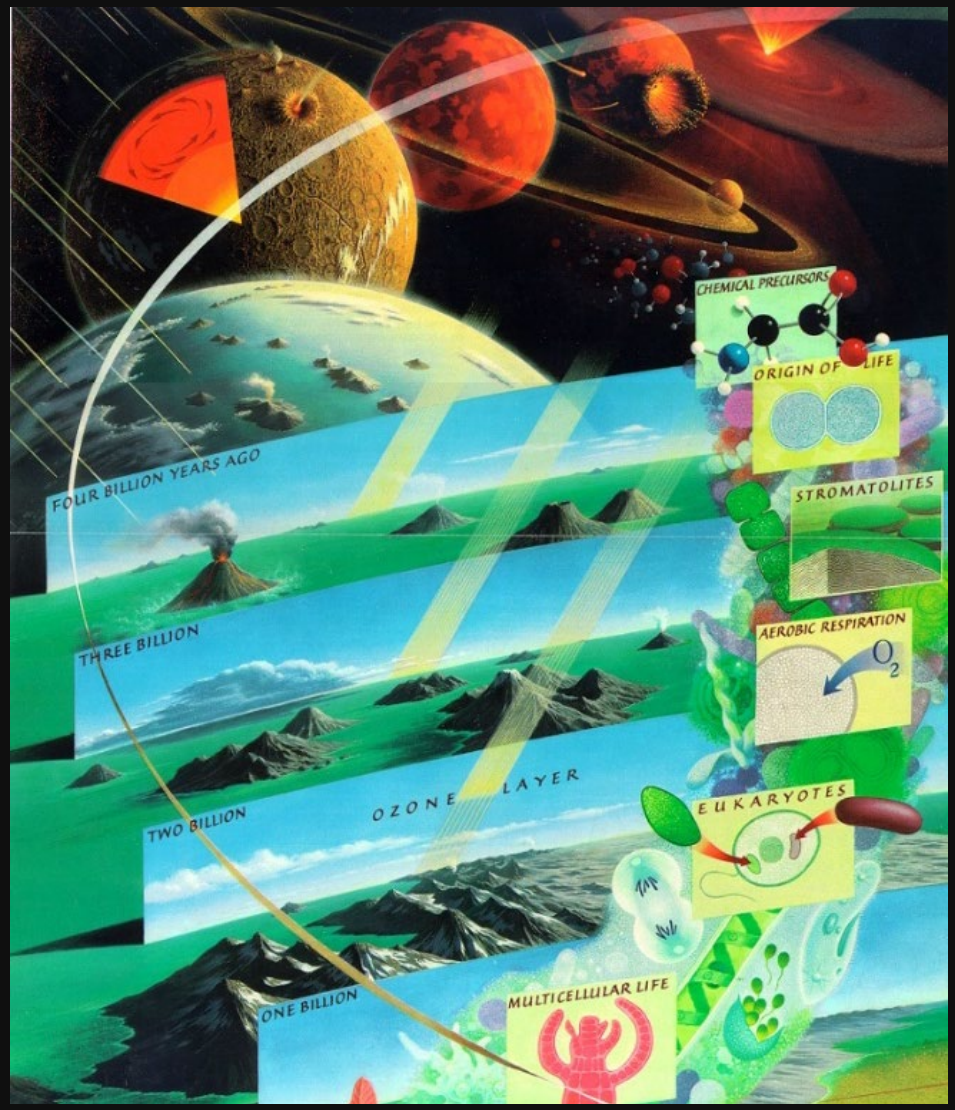
Ein Epos der Naturgeschichte, das alle geniessen und verstehen können.

Die größte Geschichte aller Zeiten

Nutzt alle experimentellen und beobachteten Daten, aus allen Naturwissenschaften

Entwicklung aller Objekte und Systeme, mit unterschiedlichem Alter, Energien, und Komplexitätsebenen entlang des kosmischen Zeitpfeils

Überzeugendes Bild von Natur
Abgeleitet aus der Nichtgleichgewichtsthermodynamik



(National Geographics)

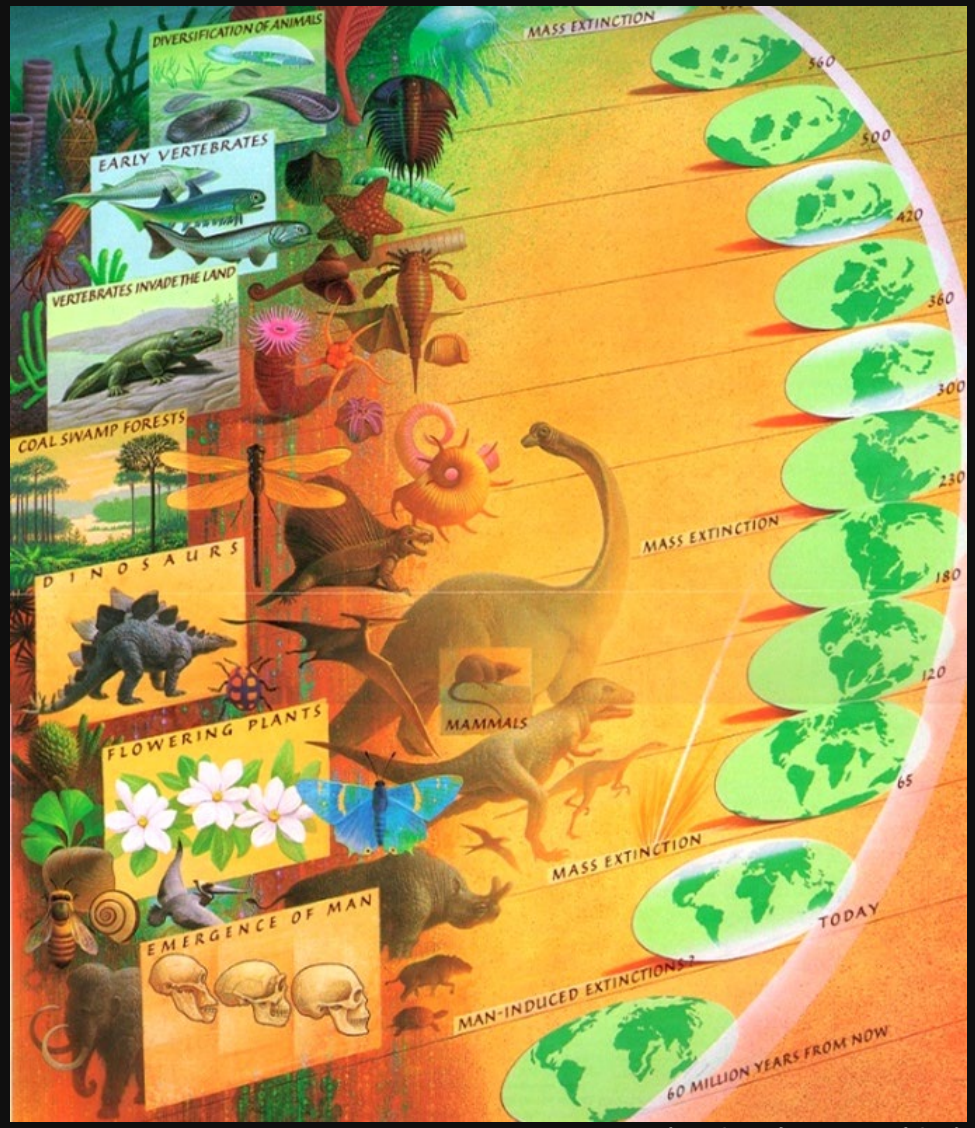
Ein Epos der Naturgeschichte, das alle geniessen und verstehen können.

Die größte Geschichte aller Zeiten

Nutzt alle experimentellen und beobachteten Daten, aus allen Naturwissenschaften

Entwicklung aller Objekte und Systeme, mit unterschiedlichem Alter, Energien, und Komplexitätsebenen entlang des kosmischen Zeitpfeils

Überzeugendes Bild von Natur
Abgeleitet aus der Nichtgleichgewichtsthermodynamik



(National Geographics)

Ein Epos der Naturgeschichte, das alle geniessen und verstehen können.

Die größte Geschichte aller Zeiten

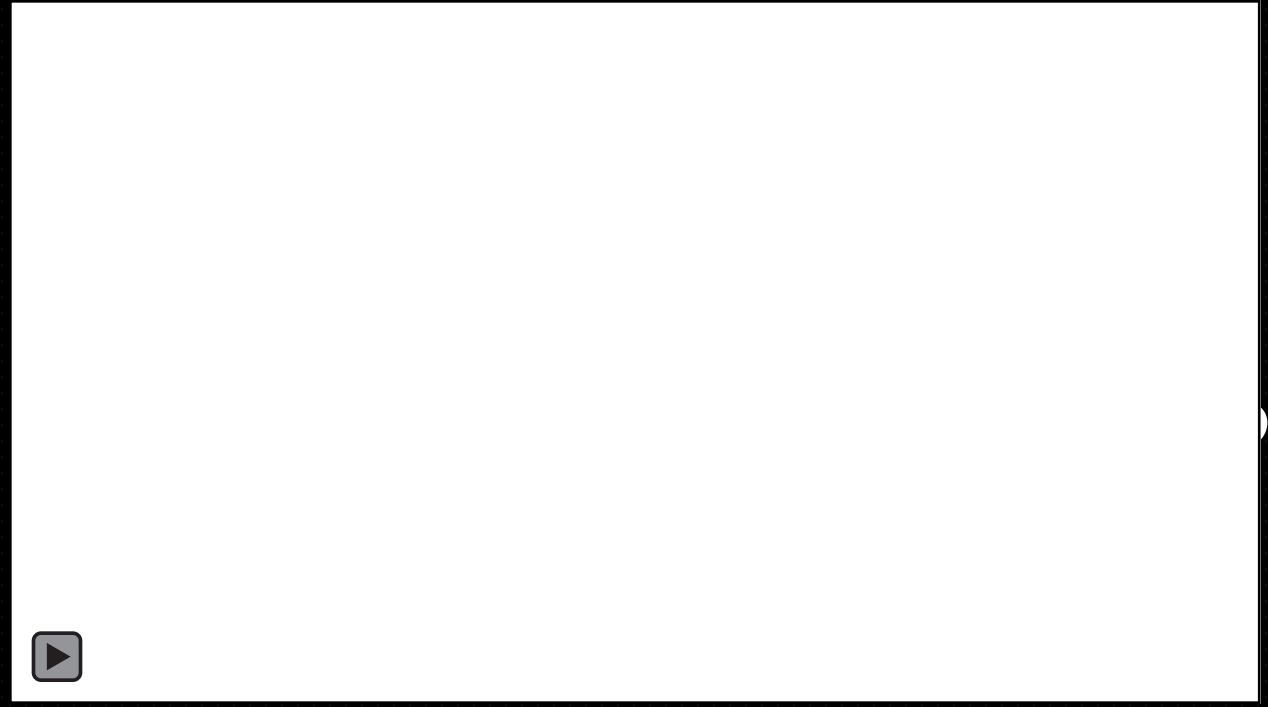
Nutzt alle experimentellen und beobachteten Daten, aus allen Naturwissenschaften

Entwicklung aller Objekte und Systeme, mit unterschiedlichem Alter, Energien, und Komplexitätsebenen entlang des kosmischen Zeitpfeils

Überzeugendes Bild von Natur
Abgeleitet aus der Nichtgleichgewichtsthermodynamik



Ein Epos der Naturgeschichte, das alle geniessen und verstehen können.



NASA

Der Globus
Die Erde mit Mensch

Die Eingriffe des Menschen pro Jahr sind größer und umfassender als die aller anderen Naturkräfte zusammen.

Menschheitsgeschichte wird zur Erdgeschichte

Mehr menschengemachte Strukturen als Organismenarten auf unserem Planeten

Unser Planet ist von einer Hülle menschengemachter Strukturen umgeben. Die gesamte Technosphäre der Erde hat eine Masse von 30 Billionen Tonnen. Gleichmäßig verteilt entspräche dies einer Last von 50 Kilogramm auf jedem Quadratmeter der Erdoberfläche.

Die Vielfalt der menschengemachten Objekte übertrifft bereits die heutige biologische Artenvielfalt.

The Anthropocene Review, 2016; doi: 10.1177/2053019616677743)



Planet Erde
Reine Natur (10^9 Jahre)
Evolution/Tektonik (10^8 Jahre)
Gesteinskreisläufe (10^7 Jahre)
Unsere Heimat (10^6 Jahre)



Der Globus
Die Erde mit Mensch (10^5 Jahre)
mit Gesellschaften (10^4 Jahre)
mit Wissenschaft & Technik (10^3Jahre)
mit Computern (10^2 Jahre)
mit KI (10 Jahre)

NASA



Das entfernteste Foto der Erde „The pale blue dot“ NASA



NASA Artemis II 2.-11. April 2026



NASA Artemis II 2.-11. April 2026



Hauptsache

Wir verhindern, dass wir
den Bau der intergalakti
Umgehungsstraße verhind

Copyright:
USAGIF.com“