



Alt det
vi IKKE ved

FRA
BIG BANG
TIL
MODERNE MENNESKE

Big Bang til Naturfag, Workshop II, 24. januar 2020

Det tidlige Univers

The background features a complex, abstract pattern of glowing lines and circles. The lines are primarily blue and yellow, creating a sense of depth and movement. The circles are also glowing, with some appearing as concentric rings. The overall effect is reminiscent of a cosmic or digital landscape.

Universets historie

Første atomer
379.000 år

Udviklingen af galakser, planeter, etc.

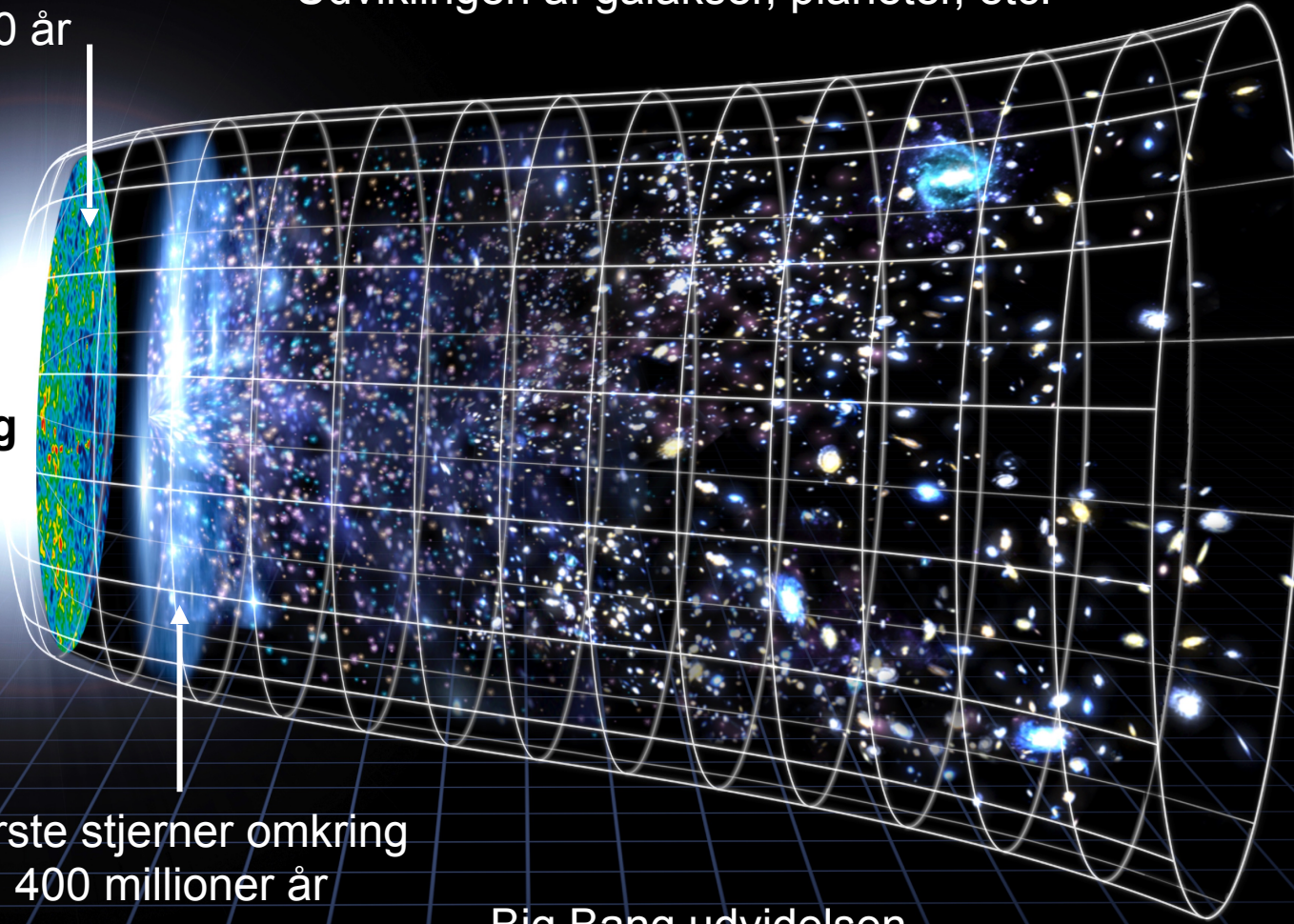
Big Bang

Første stjerner omkring
400 millioner år

Big Bang udvidelsen

13.8 milliarder år

Hubble-
teleskopet



Universets historie

Første atomer
379.000 år

Udviklingen af galakser, planeter, etc.

Q: Hvad startede Big Bang og hvad var der før?

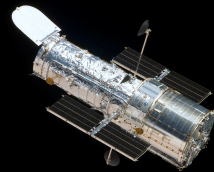
Big Bang

Første stjerner omkring
400 millioner år

Big Bang udvidelsen

13.8 milliarder år

Hubble-
teleskopet



Universets historie

Første atomer
379.000 år

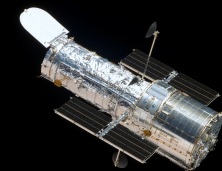
Udviklingen af galakser, planeter, etc.

Q: Hvad startede Big Bang og hvad var der før?

Dette er to ganske udbredte spørgsmål, som dog (foreløbig) slet ikke sorterer under videnskab!

Grunden er, at videnskabelige teorier skal være falsificerbare, og vi har (foreløbig) ikke nogen måde at gøre dette på for perioden før Big Bang.

Hubble-
teleskopet



Big
Bang

Første stjerner omkring
400 millioner år

Big Bang udvidelsen

13.8 milliarder år

Universets historie

Første atomer
379.000 år

Udviklingen af galakser, planeter, etc.

Q: Hvordan opstod stoffet i Universet?

Big Bang

Første stjerner omkring
400 millioner år

Big Bang udvidelsen

13.8 milliarder år

Hubble-
teleskopet



Universets historie

Første atomer
379.000 år

Udviklingen af galakser, planeter, etc.

Q: Hvordan opstod stoffet i Universet?

Dette sorterer under et af det 21. århundredes store spørgsmål og her er vi ikke på bar bund, men dog langt fra målet.

Big Bang

Første stjerner omkring
400 millioner år

Big Bang udvidelsen

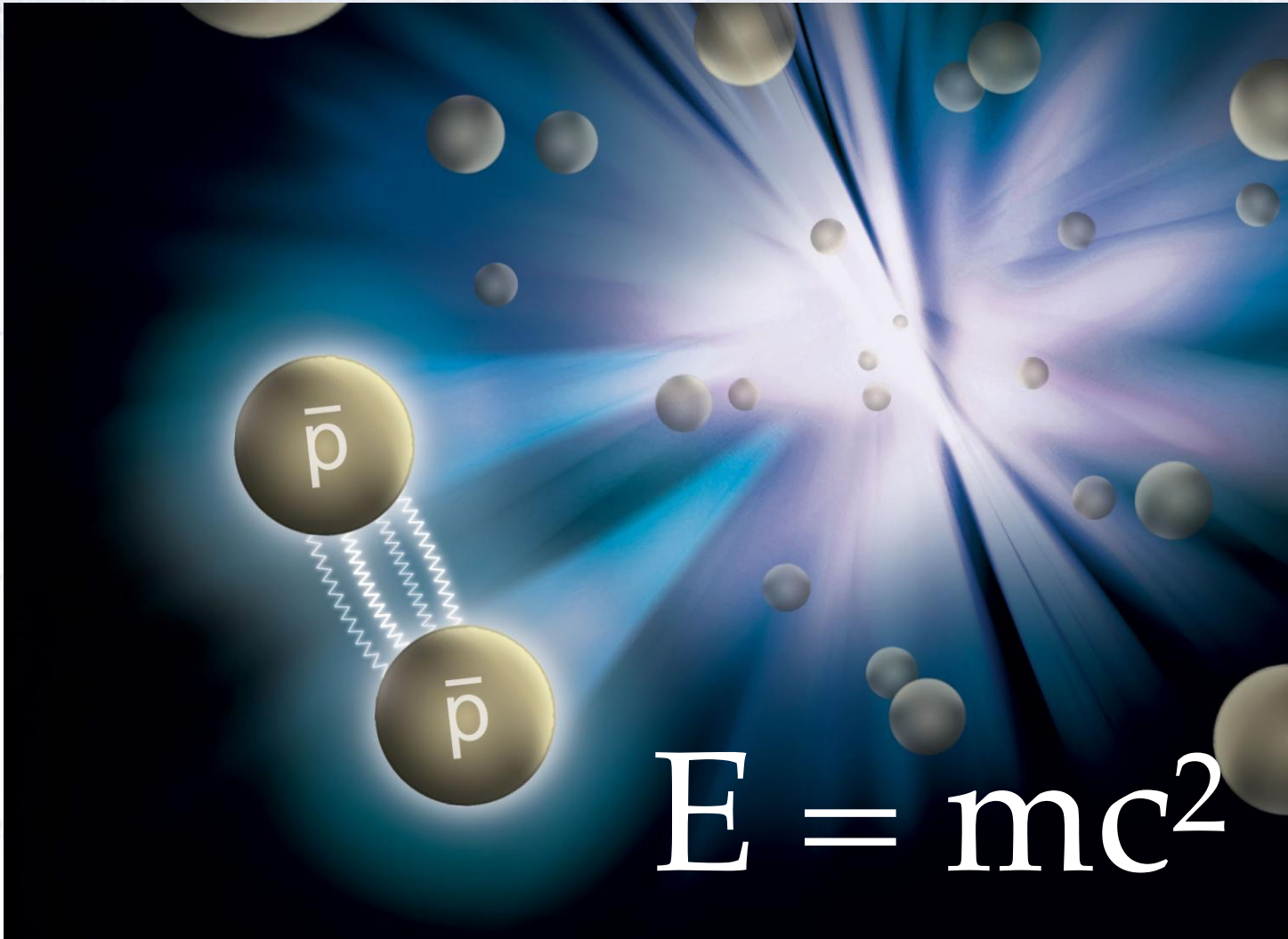
13.8 milliarder år

Hubble-
teleskopet



Stof vs. Antistof

Fra energi blev der i starten af Universet skabt lige store mængder stof og antistof, men af en eller anden grund "vandt" stoffet.

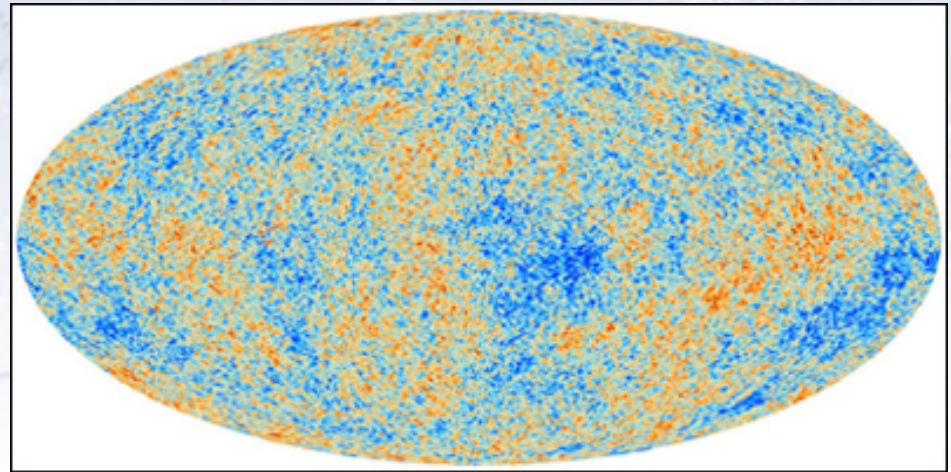


Ingredienser til stof i Universet

Hvad ved vi:

For hver **1 proton** var der omkring **1.000.000.000 fotoner!**

Disse fotoner ser vi i den kosmiske mikrobølge baggrundsstråling, som skabtes ved annihilationen mellem stof og antistof i det tidlige Univers.



Cosmic Microwave Background as measured by Planck.

Hvilke ingredienser kræves der for at få den krævede stof-antistof asymmetri?

Disse krav ("Sakharov conditions") er:

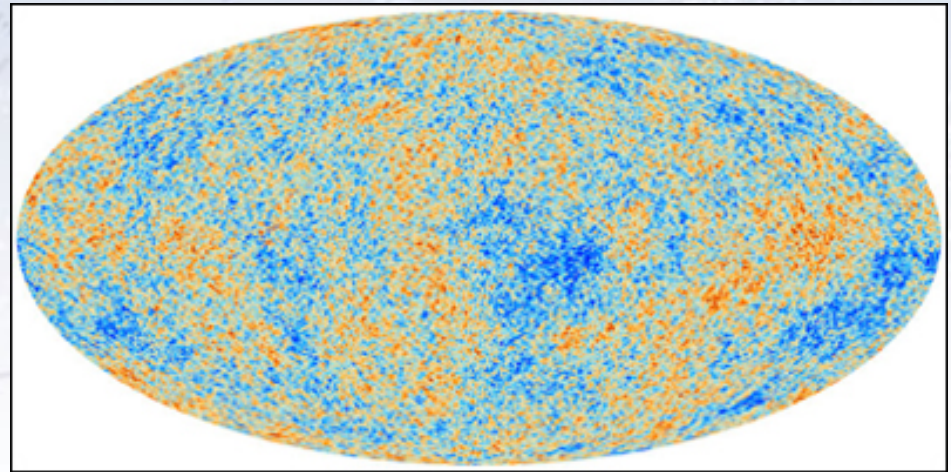
- Brud på Baryon number (B) bevarelsen.
- C- og CP-symmetribrud.
- 1. ordens faseovergang.

Ingredienser til stof i Universet

Hvad ved vi:

For hver **1 proton** var der omkring **1.000.000.000 fotoner!**

Disse fotoner ser vi i den kosmiske mikrobølge baggrundsstråling, som skabtes ved annihilationen mellem stof og antistof i det tidlige Univers.



Cosmic Microwave Background as measured by Planck.

Hvilke ingredienser kræves der for at få den krævede stof-antistof asymmetri?

Disse krav ("Sakharov conditions") er:

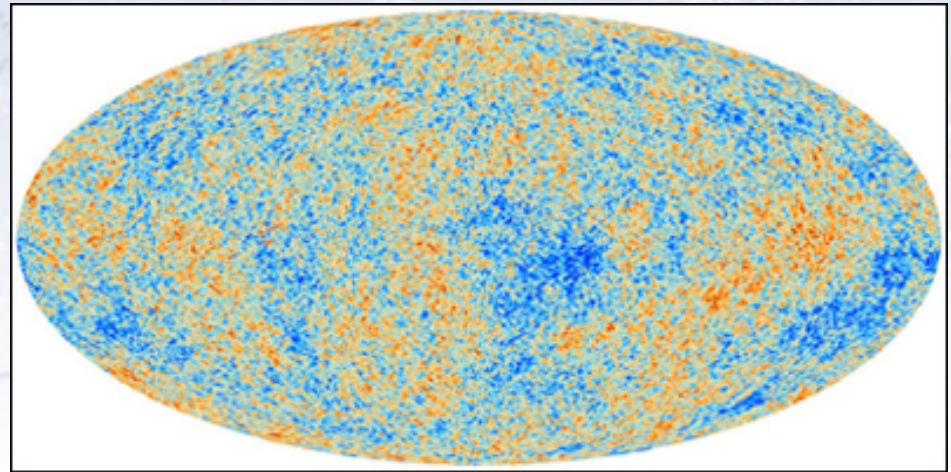
- Brud på Baryon number (B) bevarelsen. ✓ (gennem sphalerons)
- C- og CP-symmetribrud.
- 1. ordens faseovergang.

Ingredienser til stof i Universet

Hvad ved vi:

For hver **1 proton** var der omkring **1.000.000.000 fotoner!**

Disse fotoner ser vi i den kosmiske mikrobølge baggrundsstråling, som skabtes ved annihilationen mellem stof og antistof i det tidlige Univers.



Cosmic Microwave Background as measured by Planck.

Hvilke ingredienser kræves der for at få den krævede stof-antistof asymmetri?

Disse krav ("Sakharov conditions") er:

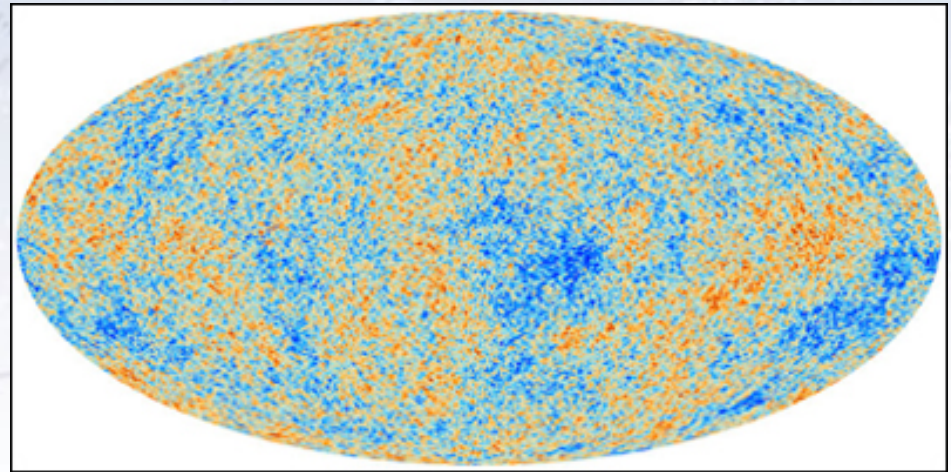
- Brud på Baryon number (B) bevarelsen. ✓ (gennem sphalerons)
- C- og CP-symmetribrud. ✓ (med quarker & måske leptoner?)
- 1. ordens faseovergang.

Ingredienser til stof i Universet

Hvad ved vi:

For hver **1 proton** var der omkring **1.000.000.000 fotoner!**

Disse fotoner ser vi i den kosmiske mikrobølge baggrundsstråling, som skabtes ved annihilationen mellem stof og antistof i det tidlige Univers.



Cosmic Microwave Background as measured by Planck.

Hvilke ingredienser kræves der for at få den krævede stof-antistof asymmetri?

Disse krav ("Sakharov conditions") er:

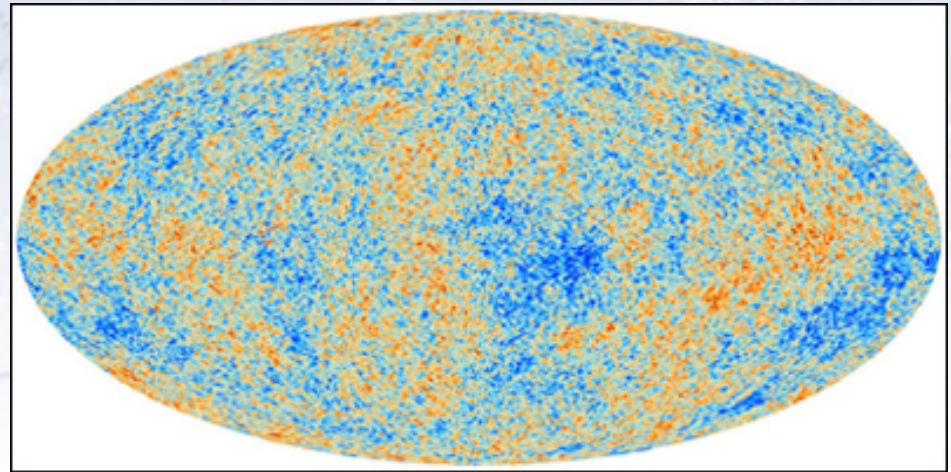
- Brud på Baryon number (B) bevarelsen. ✓ (gennem sphalerons)
- C- og CP-symmetribrud. ✓ (med quarker & måske leptoner?)
- 1. ordens faseovergang. ✓ (fra Higgs-partiklen)

Ingredienser til stof i Universet

Hvad ved vi:

For hver **1 proton** var der omkring **1.000.000.000 fotoner!**

Disse fotoner ser vi i den kosmiske mikrobølge baggrundsstråling, som skabtes ved annihilationen mellem stof og antistof i det tidlige Univers.



Cosmic Microwave Background as measured by Planck.

Hvilke ingredienser kræves der for at få den krævede stof-antistof asymmetri?

Disse krav ("Sakharov conditions") er:

- Brud på Baryon number (B) bevarelsen. ✓ (gennem sphalerons)
- C- og CP-symmetribrud. ✓ (med quarker & måske leptoner?)
- 1. ordens faseovergang. ✓ (~~fra Higgs partiklen~~)

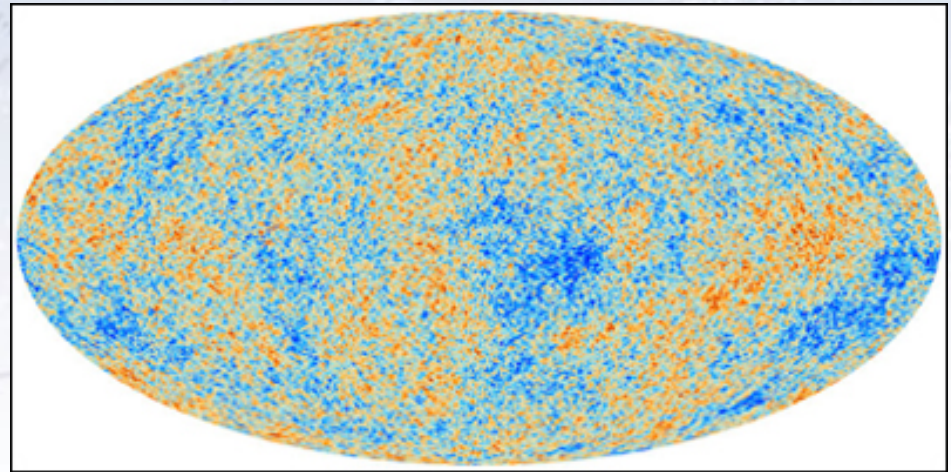
Faktisk IKKE! BUMMER...

Ingredienser til stof i Universet

Hvad ved vi:

For hver **1 proton** var der omkring **1.000.000.000 fotoner!**

Disse fotoner ser vi i den kosmiske mikrobølge baggrundsstråling, som skabtes ved annihilationen mellem stof og antistof i det tidlige Univers.



Cosmic Microwave Background as measured by Planck.

Hvilke ingredienser kræves der for at få den krævede stof-antistof asymmetri?

Disse krav ("Sakharov conditions") er:

- Brud på Baryon number (B) bevarelsen. ✓ (gennem sphalerons)
- C- og CP-symmetribrud. ✓ (med quarker & måske leptoner?)
- 1. ordens faseovergang. ✓ (~~fra Higgs partiklen~~)

Faktisk IKKE! Bummer... men interessant!

...og så skal man måske lige nævne, at vi rammer en faktor 10.000.000 forkert!

The background is a complex, abstract digital composition. It features a dense network of glowing lines and circular patterns. The lines are primarily in shades of light blue and pale yellow, creating a sense of depth and movement. Some lines form concentric circles, while others are straight or slightly curved, intersecting to form a grid-like structure. The overall effect is reminiscent of a data visualization or a futuristic digital interface. The text 'Nutidens Univers' is centered in the upper half of the image, rendered in a clean, white, sans-serif font.

Nutidens Univers

Universets historie

Første atomer
379.000 år

Udviklingen af galakser, planeter, etc.

Q: Hvad består Universet af?

Big Bang

Første stjerner omkring
400 millioner år

Big Bang udvidelsen

13.8 milliarder år

Hubble-
teleskopet



Galaxers rotation



Fritz Zwicky, 1898-1974



Vera Rubin, 1928-2016

Galaxers rotation



Galakters rotation

Mørkt stof får galakser til at rotere hurtigere, end man ville fra blot at betragte alt det "normale" lysende materiale i galaksen.

With Dark Matter



Without Dark Matter

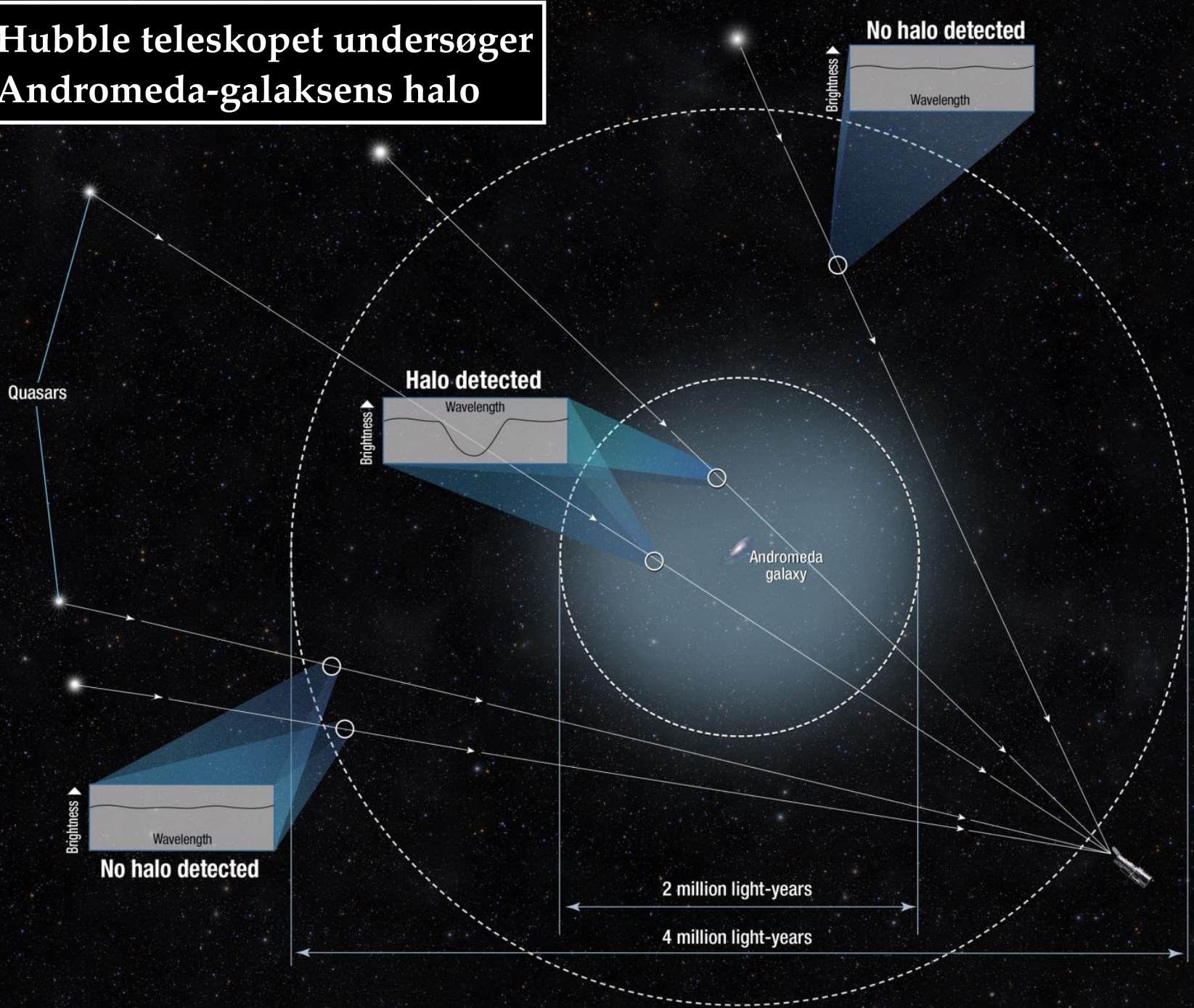


Andromeda-galaksen (tæt på)



Dark Matter halo

Hubble teleskopet undersøger
Andromeda-galaksens halo

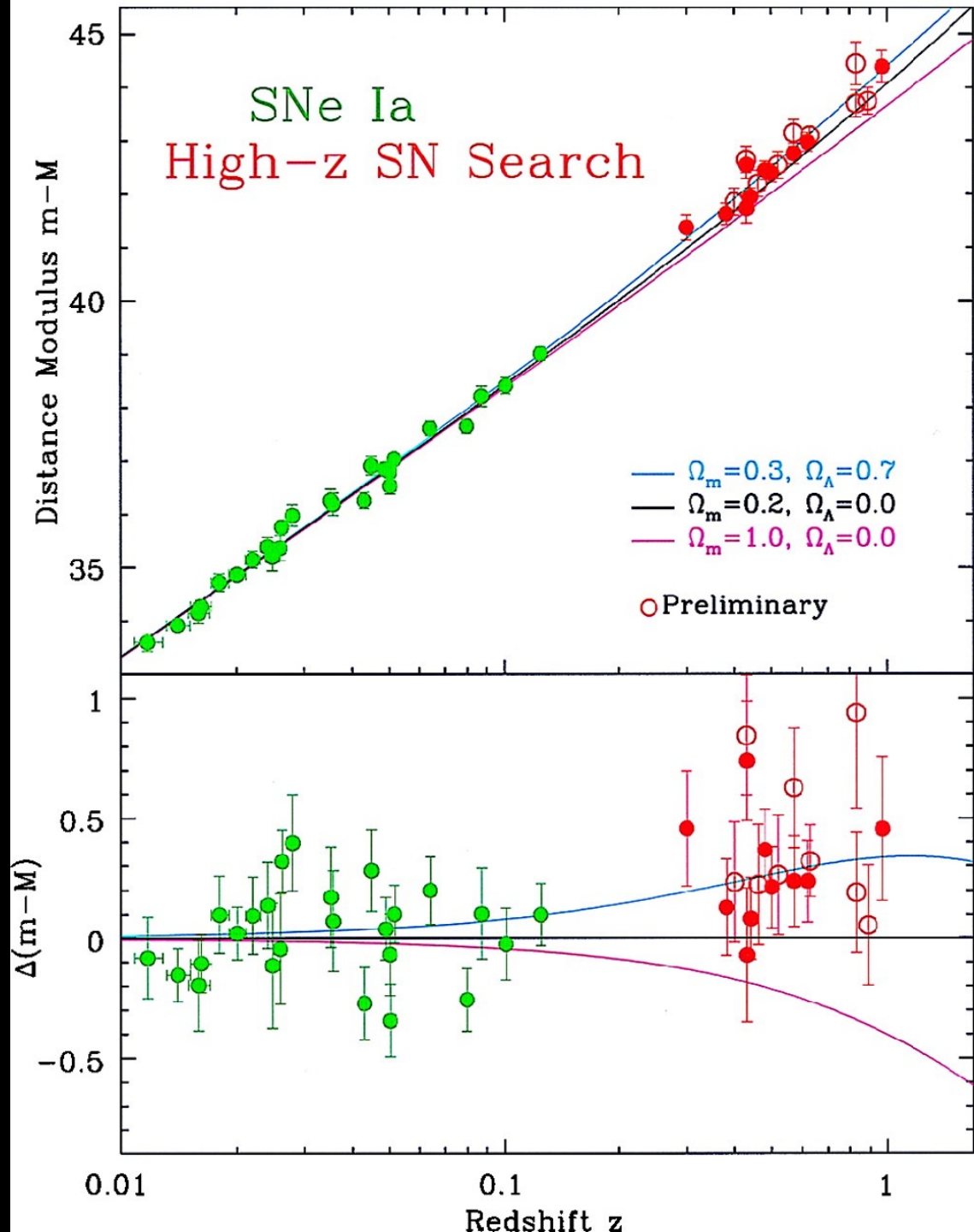


Universets Udvidelse

Hubbles lov fortæller os, at jo længere væk tingene er, jo hurtigere bevæger de sig væk fra os.

Men hvad med ting meget langt væk, hvis lys er nået os efter milliarder af år? Havde de samme hastighed dengang, eller har noget ændret sig?

Det har det i den grad, og **stik modsat af det forventede!!!**



Hvad består Universet af?

(...og hvordan ved vi det?)

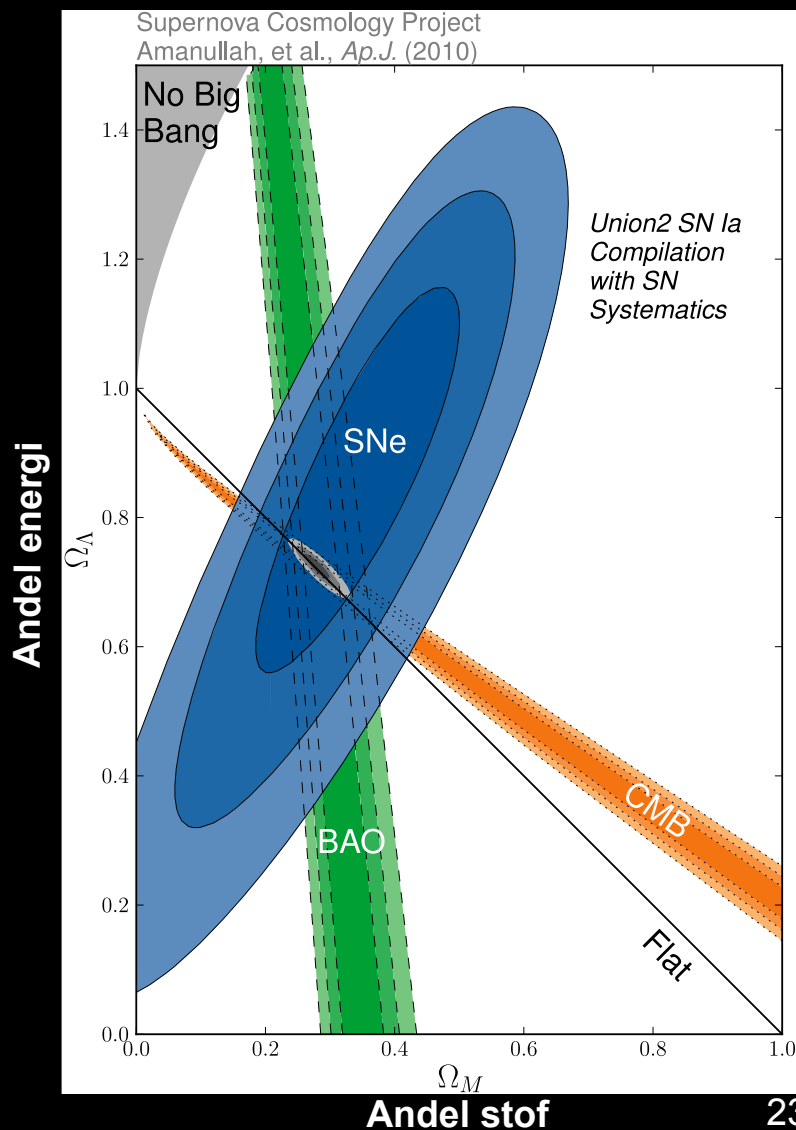
Tre forskningsfelter observerer
Universet på hver deres måde:

- **Kosmisk mikrobølgebaggrund (CMB)**
- **Fjerne supernovae (SNe)**
- **Galakseformation (BAO)**

Hver af felterne forsøgte at måle:

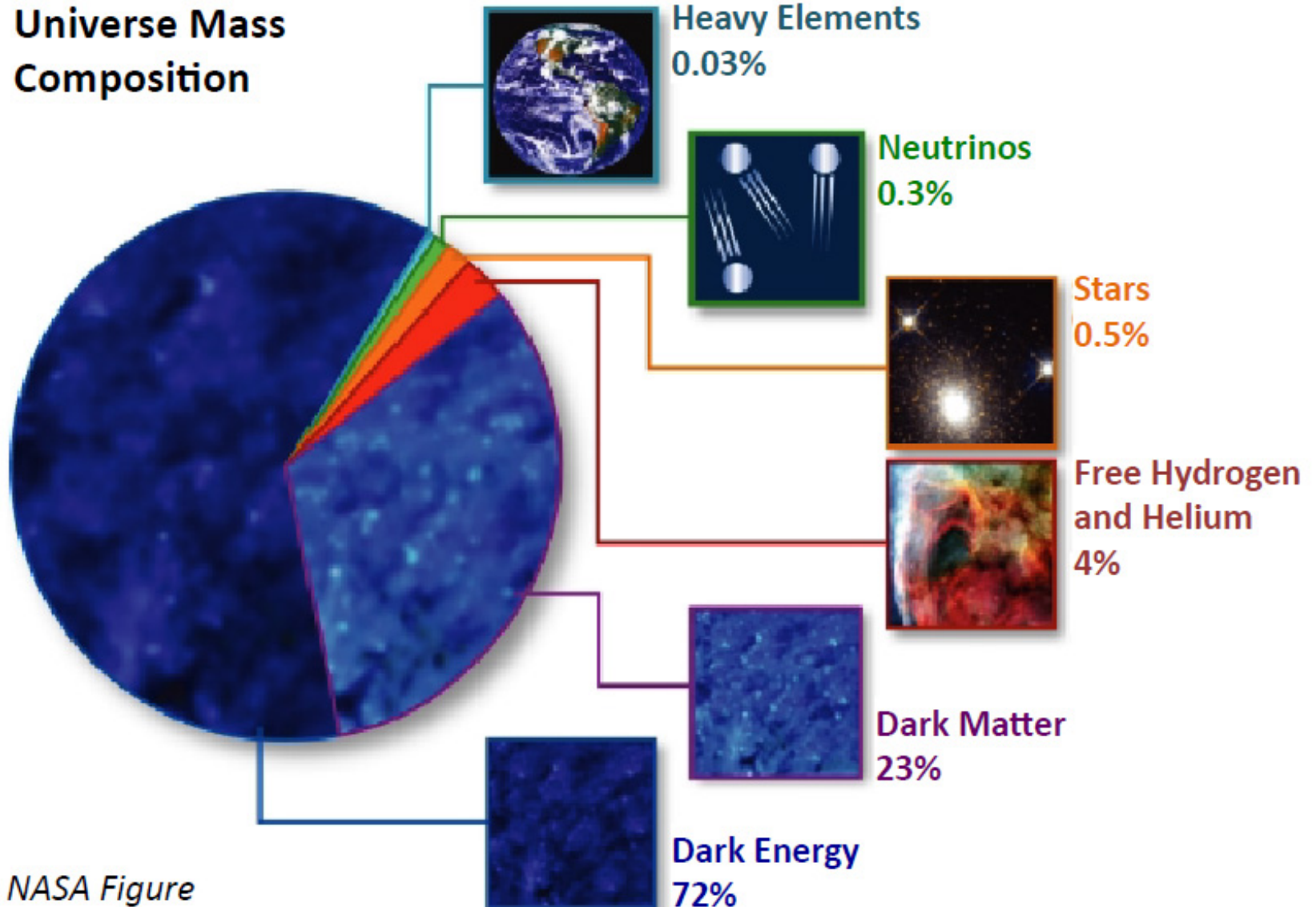
- x) Andelen af **stof** i Universet
- y) Andelen af **energy** i Universet

...og de er enige!!!



Universets bestanddele

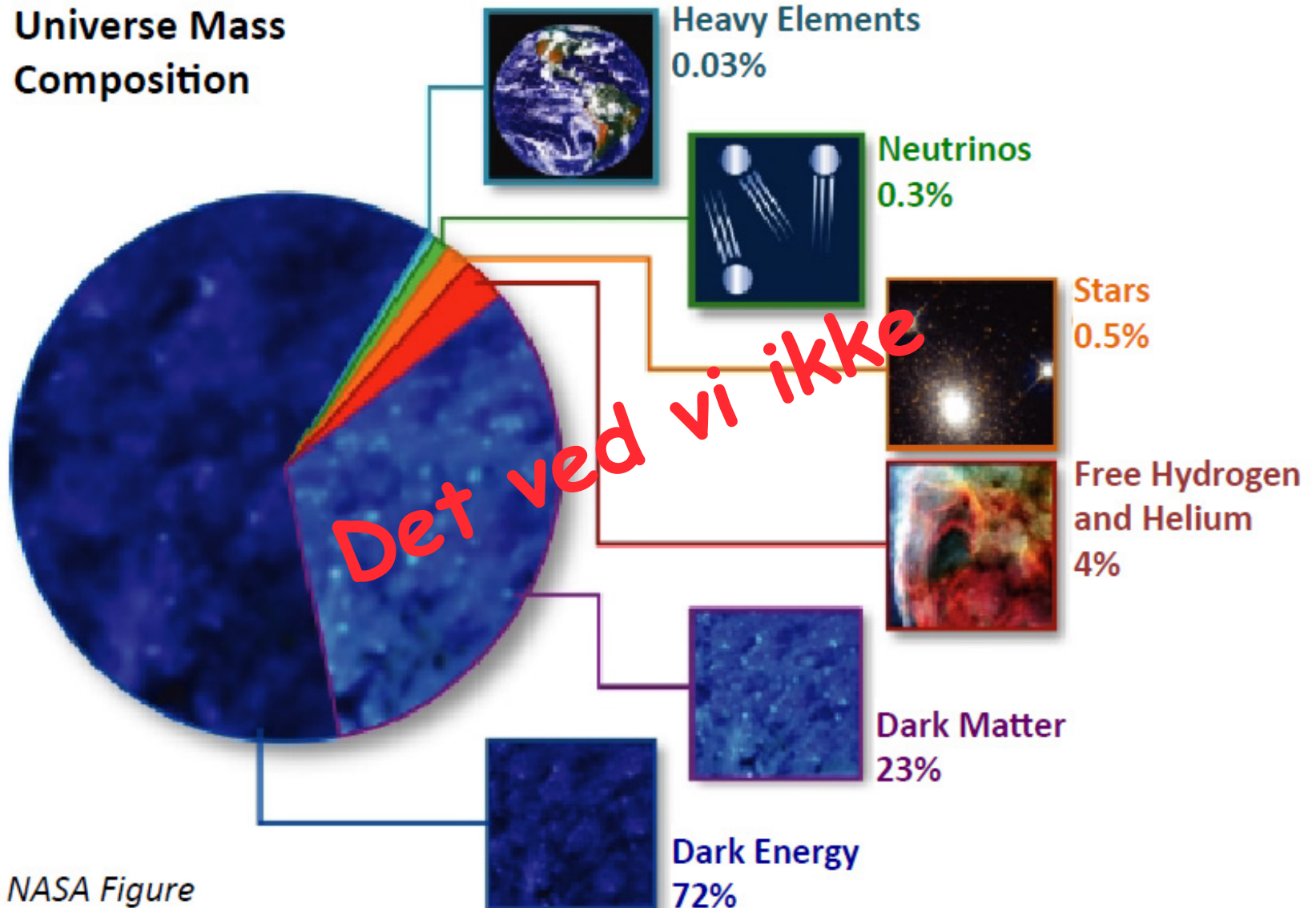
Universe Mass Composition



NASA Figure

Universets bestanddele

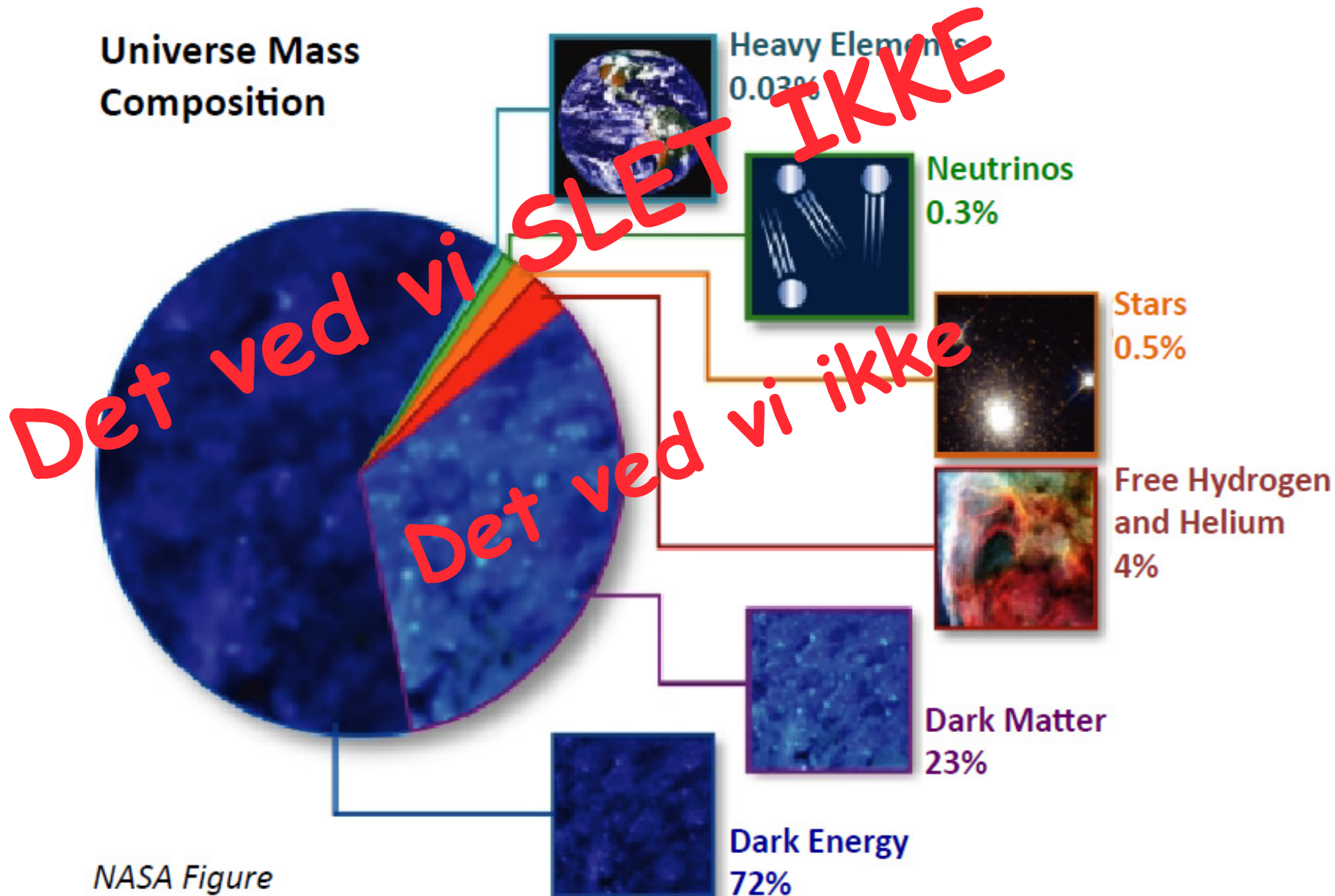
Universe Mass
Composition



NASA Figure

Universets bestanddele

Universe Mass Composition



NASA Figure

Universets historie

Første atomer
379.000 år

Udviklingen af galakser, planeter, etc.

Q: OK, hvilke grundstoffer består
Universet af, og forstår vi hvorfor?

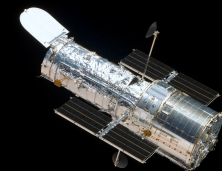
Big
Bang

Første stjerner omkring
400 millioner år

Big Bang udvidelsen

13.8 milliarder år

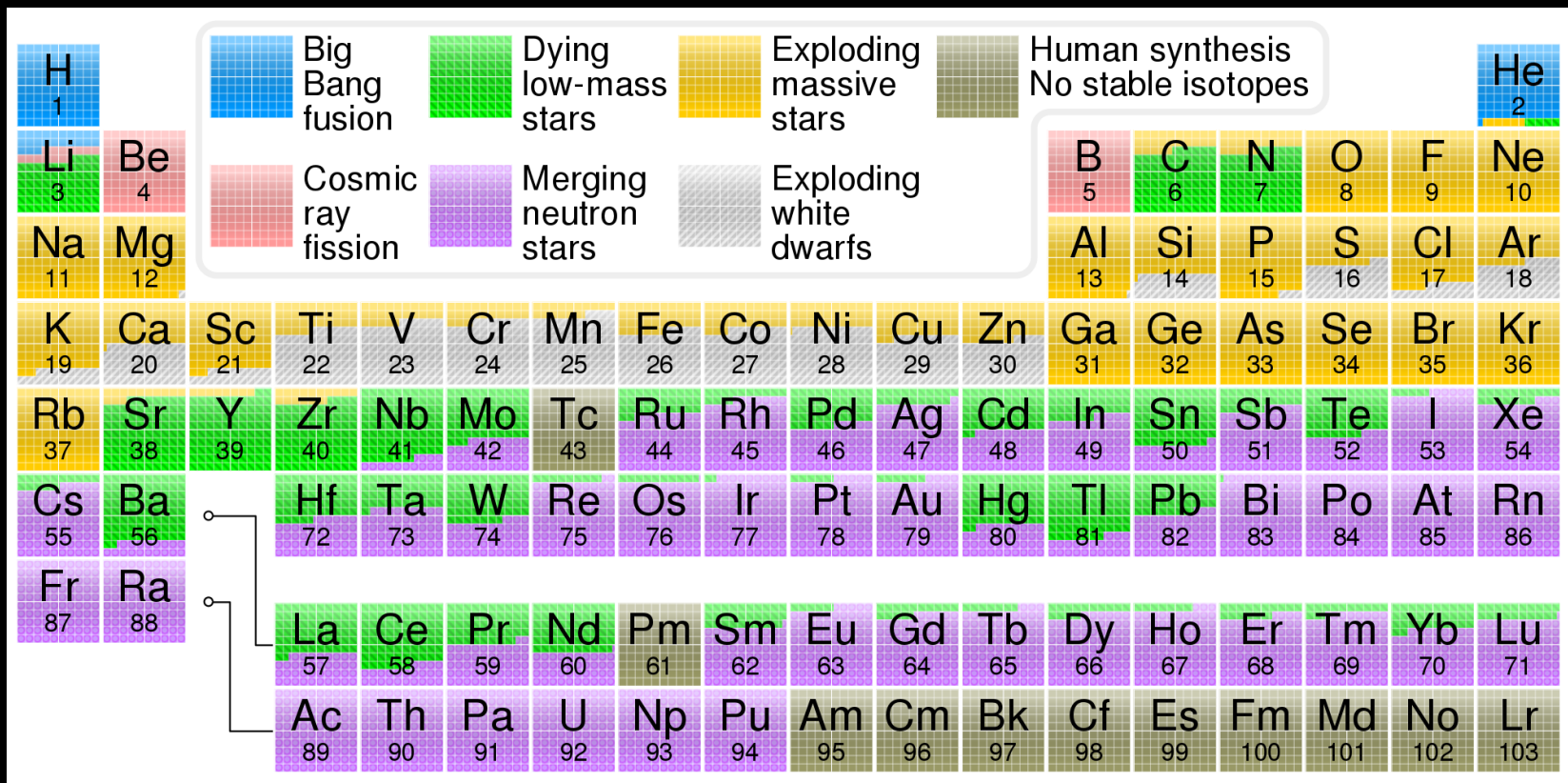
Hubble-
teleskopet



Elementernes oprindelse

(august 2017 version)

Der er også mange ting, som vi godt ved noget om, men hvor vores viden er begrænset og / eller med fejlagtige detaljer.



Historien om grundstoffernes oprindelse er et godt eksempel.

Universets historie

Første atomer
379.000 år

Udviklingen af galakser, planeter, etc.

Q: Hvor kommer Jordens vand fra?

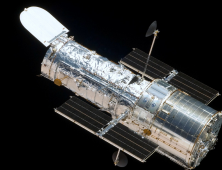
Big Bang

Første stjerner omkring
400 millioner år

Big Bang udvidelsen

13.8 milliarder år

Hubble-
teleskopet



Vandets oprindelse

Prøver fra månen viser, at Jorden og månen har samme kilde til vand.

Jordens vand har ikke samme forhold af Deuterium / Hydrogen (D/H), som fire kendte kometer har, hvilket skulle udelukke at vandet kommer udelukkende fra kometer, hvis altså disse kometer er repræsentative!

Jordens have kan også have skiftet D/H forhold gennem tiden...

Vandets oprindelse

Prøver fra månen viser, at Jorden og månen har samme kilde til vand.

Jordens vand har ikke samme forhold af Deuterium/Hydrogen (D/H), som fire kendte kometer har, hvilket skulle udelukke at vandet kommer udelukkende fra kometer, hvis altså disse kometer er repræsentative!

Jordens have kan også have skiftet D/H forhold gennem tiden...

Vi ved det ikke!

The background is a complex, abstract composition of glowing lines and circular patterns. The lines are primarily blue and yellow, creating a sense of depth and movement. The circles are also glowing, with some appearing as concentric rings. The overall effect is that of a digital or scientific visualization, possibly representing a network or a complex system. The text 'Jordan' is centered in the upper half of the image, rendered in a clean, white, sans-serif font.

Jordan

Universets historie

Første atomer
379.000 år

Udviklingen af galakser, planeter, etc.

Q: Hvordan opstod livet på Jorden?

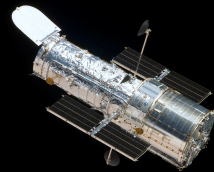
Big Bang

Første stjerner omkring
400 millioner år

Big Bang udvidelsen

13.8 milliarder år

Hubble-
teleskopet



Livets opståen på jorden



(Mulige) Ingredienser:

- Der skabtes aminosyrer i solsystemet.
- Passende atmosfære og flydende vand.
- Rigtig temperatur og overskud af energi.
- Relativ stabilitet men også dynamikker.

Livets opståen på jorden

Vi ved det ikke!

(Mulige) Ingredienser:

- Der skabtes aminosyrer i solsystemet.
- Passende atmosfære og flydende vand.
- Rigtig temperatur og overskud af energi.
- Relativ stabilitet men også dynamikker.

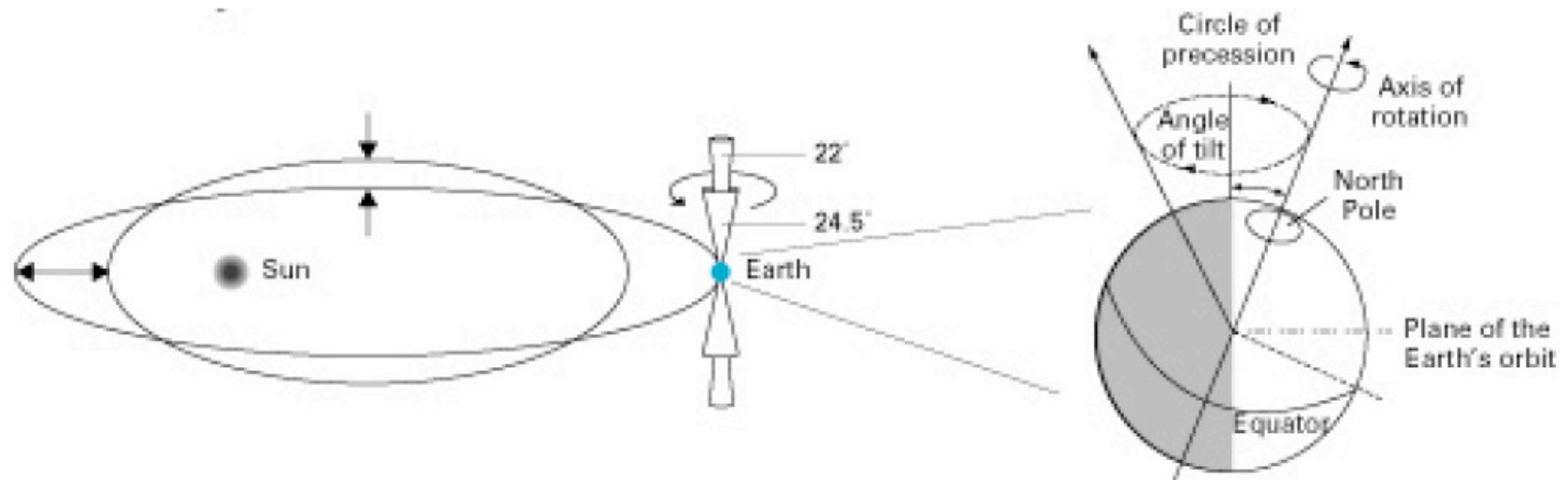
Jordens klima

Jordens klima er et MEGET KOMPLEKST SYSTEM!

Der er utallige faktorer, som påvirker klimaet, og simulation er stort set den eneste måde, vi kan se deres indflydelse. Men det er ingen nem løsning:

- Input til simulationerne er ikke korrekte/præcise.
- Alle simulationer af denne type er grove tilnærmelser.
- Selv de mindste ændringer kan ændre resultatet radikalt (pga. kaosteori).

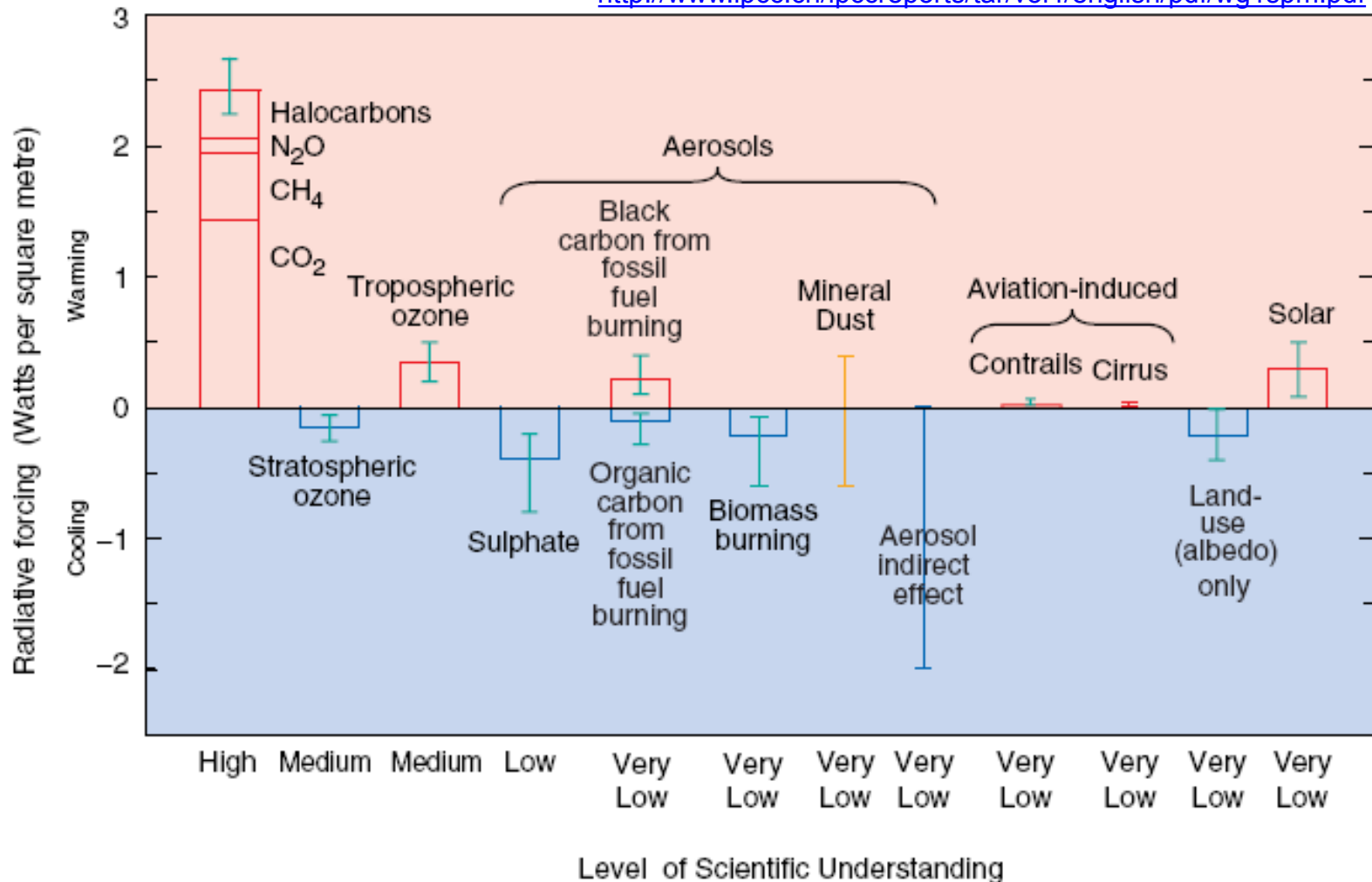
En af de få veldokumenterede effekter er Jordens bane omkring solen.



Jordens klima

The global mean radiative forcing of the climate system for the year 2000, relative to 1750

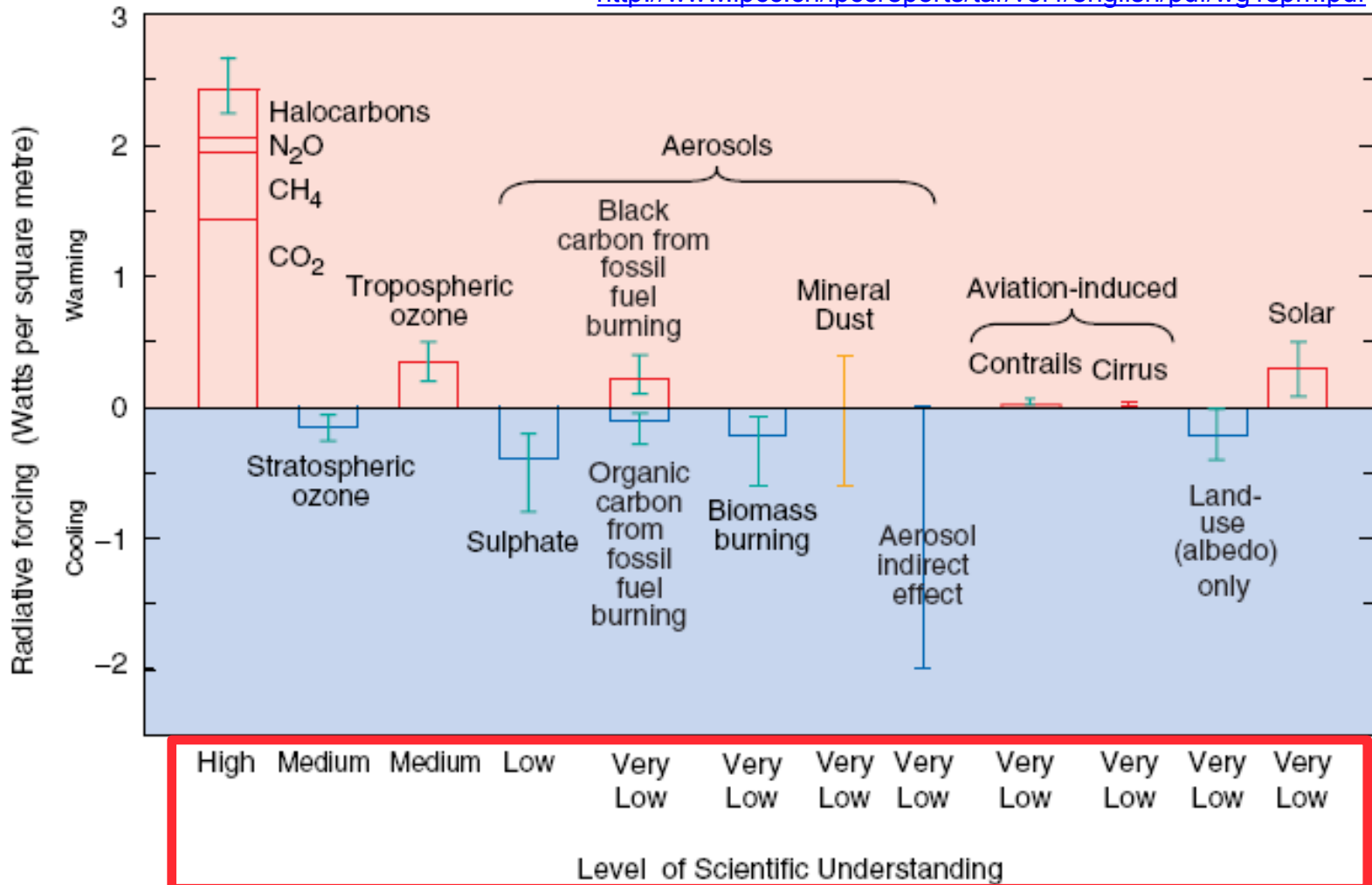
<http://www.ipcc.ch/ipccreports/tar/vol4/english/pdf/wg1spm.pdf>



Jordens klima

The global mean radiative forcing of the climate system for the year 2000, relative to 1750

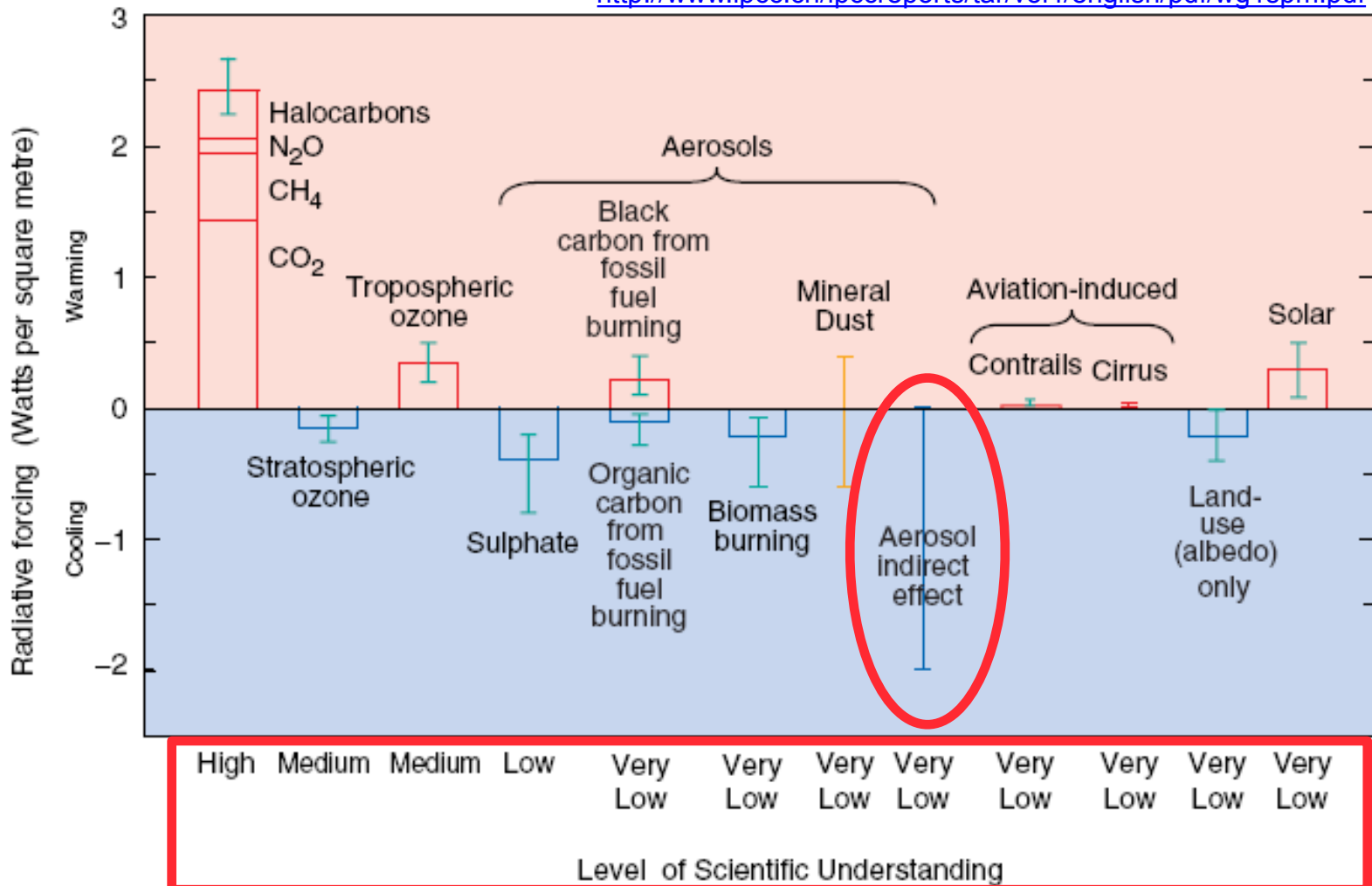
<http://www.ipcc.ch/ipccreports/tar/vol4/english/pdf/wg1spm.pdf>



Jordens klima

The global mean radiative forcing of the climate system for the year 2000, relative to 1750

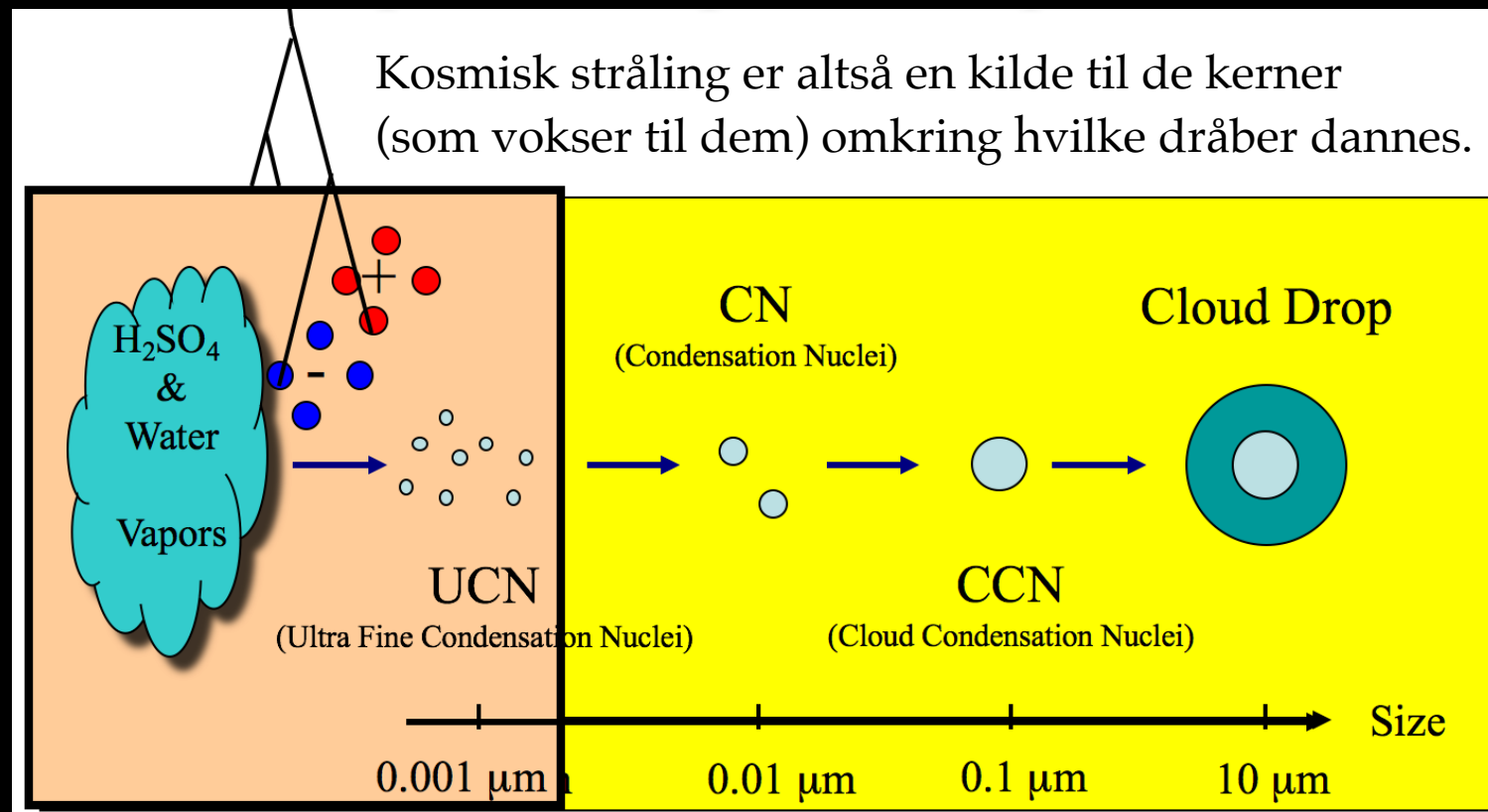
<http://www.ipcc.ch/ipccreports/tar/vol4/english/pdf/wg1spm.pdf>



Jordens klima

“The meteorological variable subject to the largest solar-cycle modulation in the dense layers of the atmosphere is the atmospheric ionisation produced by **cosmic rays.**”

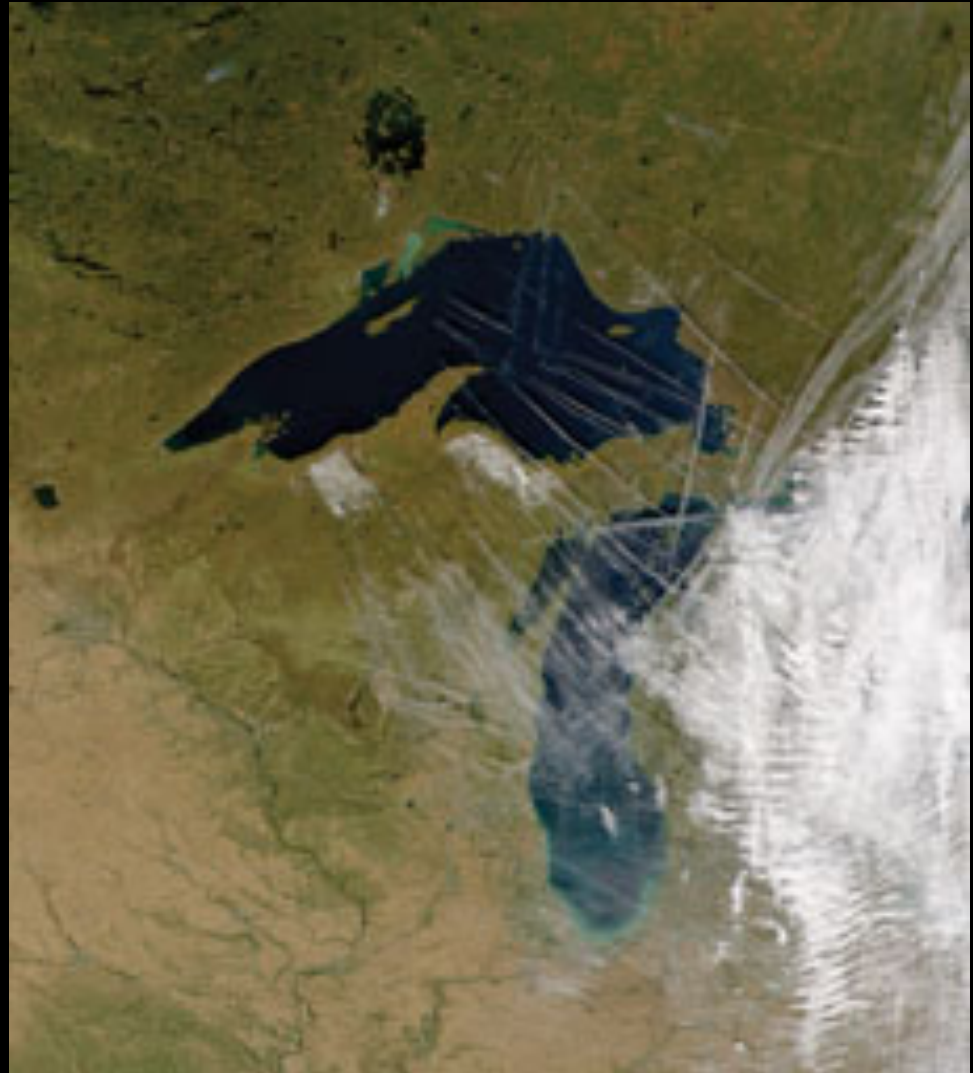
[E.P. Ney, Nature, 1959]



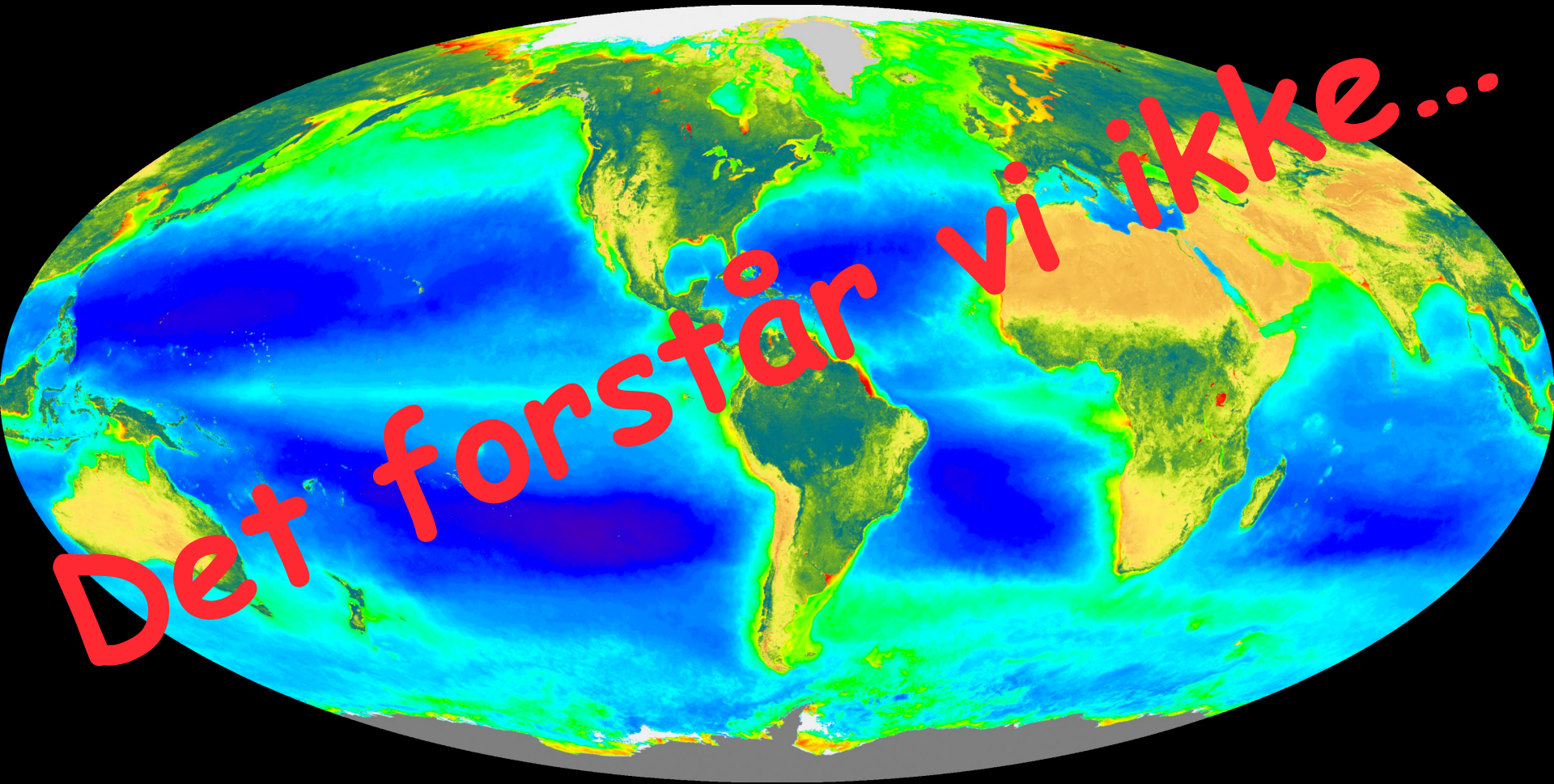
Jordens klima

Stort set samme mekanisme styrer dannelsen af 'jetspor' – iskrystaller der kondenserer omkring urenheder i udstødningen.

Indikationer af den kølende effekt af jetspor kom frem efter 11/9/2001 hvor ingen fly måtte flyve over USA i tre dage.



Jordens klima



Det forstår vi ikke...

The background features a complex, abstract pattern of glowing lines in shades of blue and yellow. These lines form a series of overlapping, concentric circles and spirals that create a sense of depth and movement. The overall effect is reminiscent of a digital or scientific visualization, such as a data network or a particle simulation. The text is centered over this pattern.

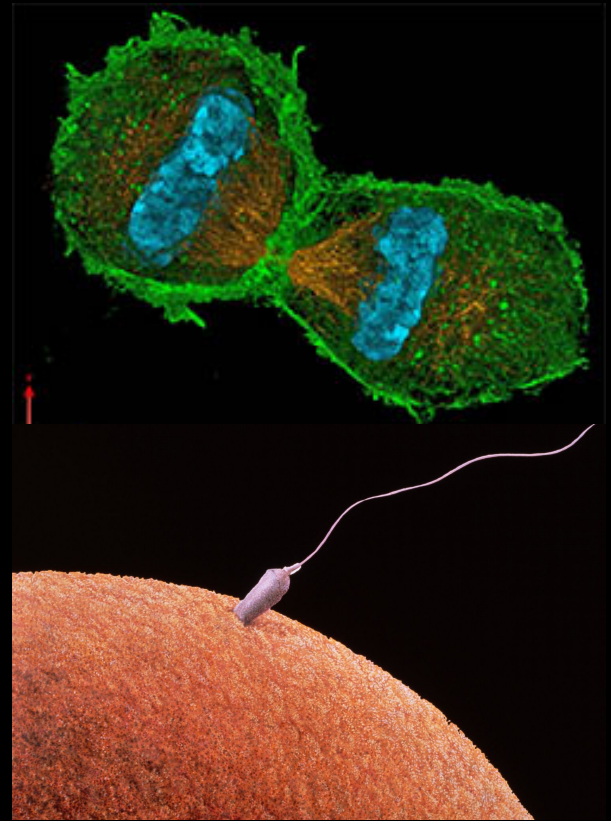
Livet & Mennesket

At forstå livet

Hvordan bestemmer celler sig for, hvilken størrelse de skal vokse til, inden de deler sig?

Hvilke fordele i den naturlige selektion førte til udviklingen af seksuel reproduktion, og hvordan udviklede det sig?

Hvad er årsagen til den tilsyneladende hurtige diversifikation af flercellet dyreliv omkring begyndelsen af den Cambriske ære, som resulterede i fremkomsten af næsten alle moderne dyre-rækker (phyla'er).



At forstå mennesket

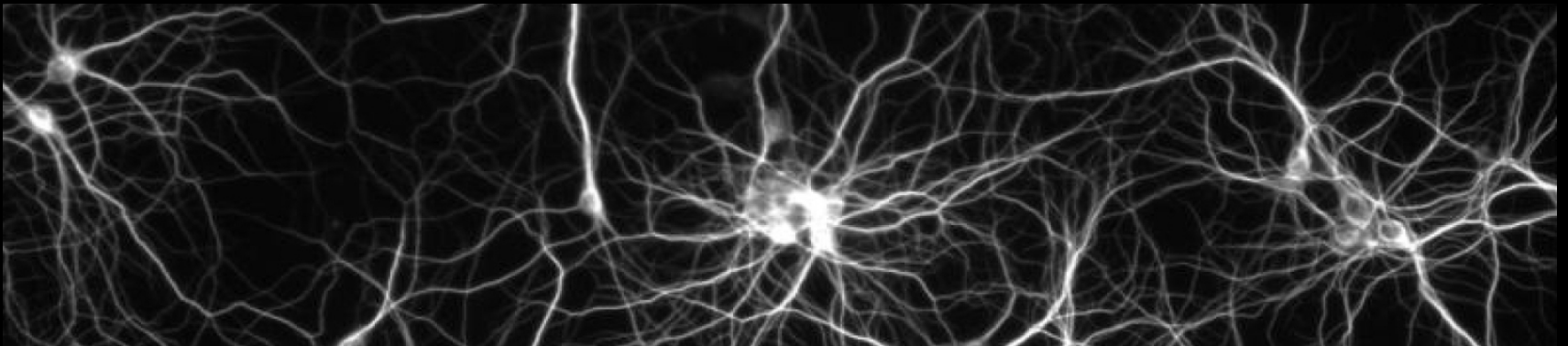
Hvordan overfører hjernen information fra sanserne til sammenhængende private indtryk?



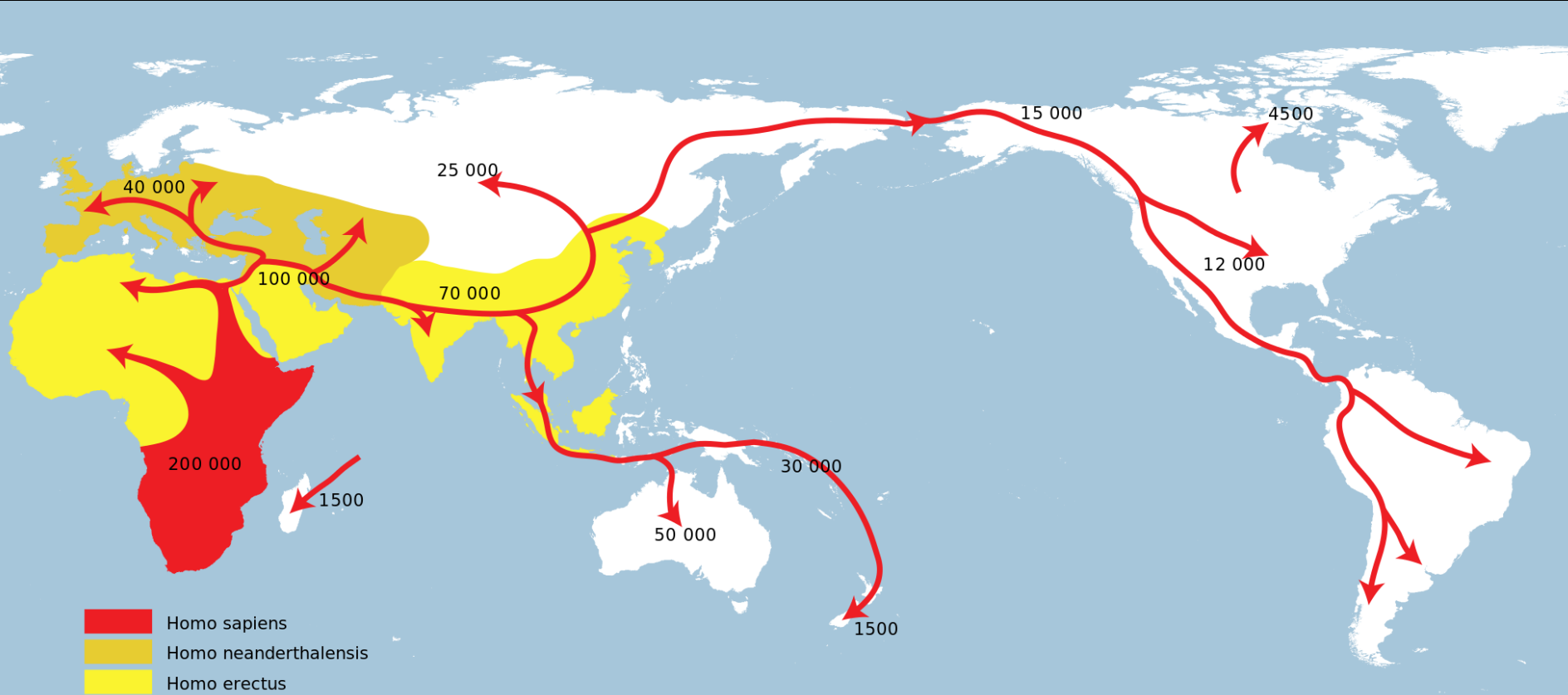
Hvordan kan det være, at vi har fri vilje?
Hvad er neurovidenskaben bag?



Hvad er alle de forskellige typer neuroner og hvad rolle spiller de i menneskets hjerne?

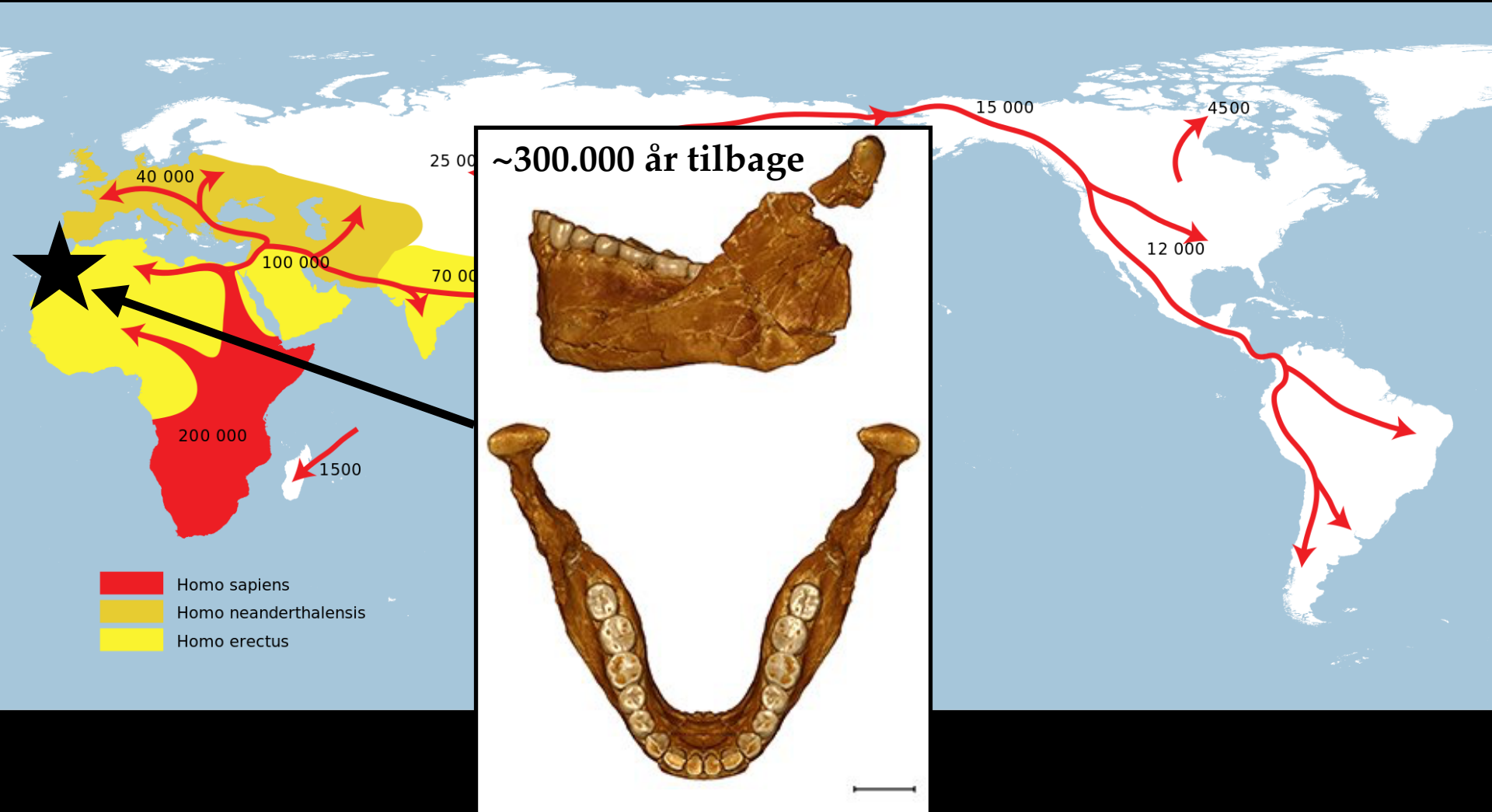


Menneskets oprindelse



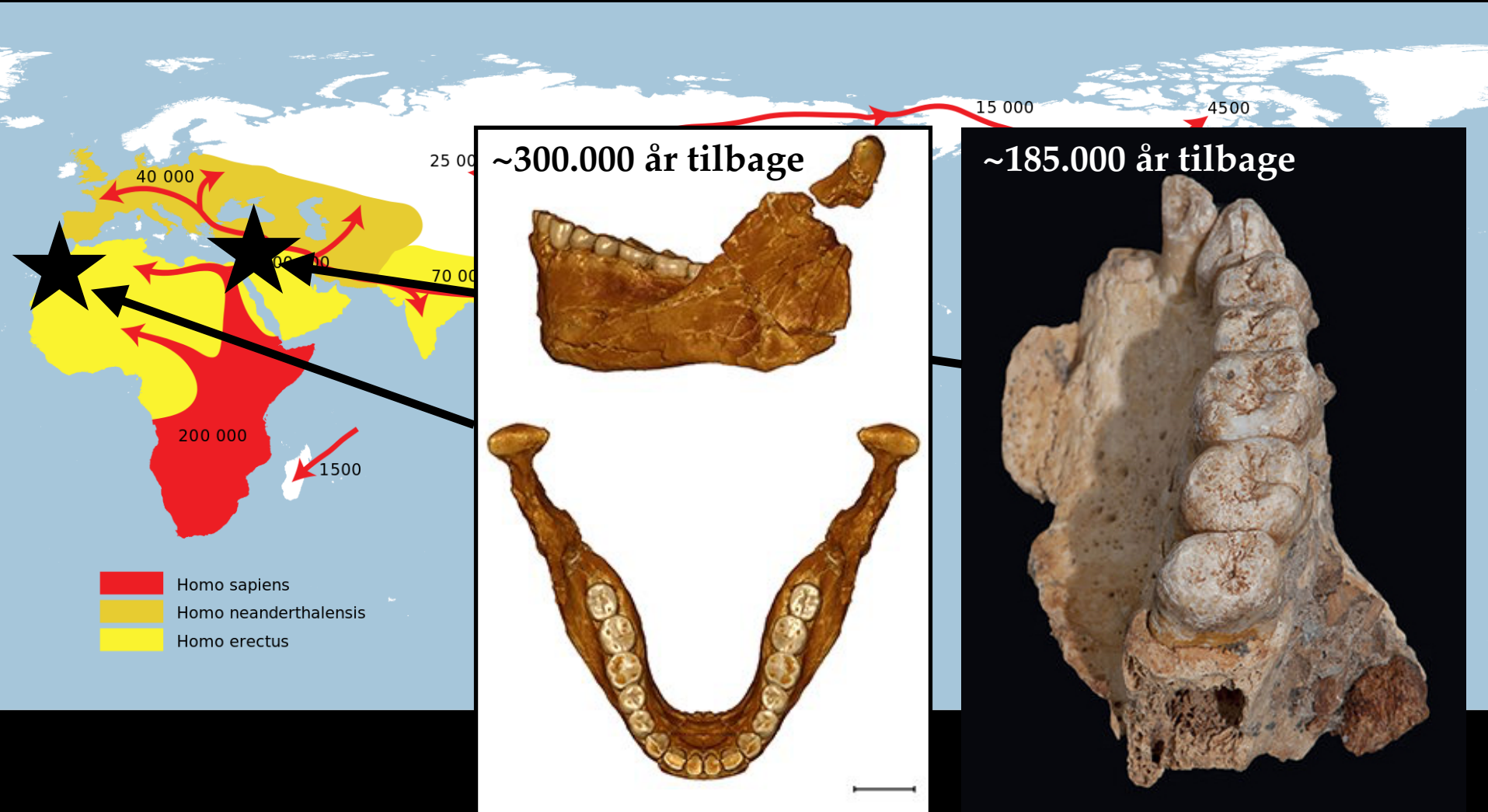
Menneskets egen historie er endnu et eksempel på ufuldstændig viden.

Menneskets oprindelse



Menneskets egen historie er endnu et eksempel på ufuldstændig viden.

Menneskets oprindelse



Menneskets egen historie er endnu et eksempel på ufuldstændig viden.

Andre klöder

The background features a complex, abstract pattern of glowing lines and circles. The lines are primarily blue and yellow, creating a sense of depth and movement. The circles are also glowing, with some appearing as concentric rings. The overall effect is that of a digital or scientific visualization, possibly representing data or a network.

Universets historie

Første atomer
379.000 år

Udviklingen af galakser, planeter, etc.

Q: Hvor almindeligt er planeter og måner ved andre stjerner?

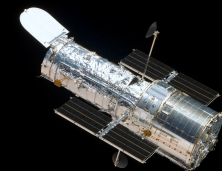
Big Bang

Første stjerner omkring
400 millioner år

Big Bang udvidelsen

13.8 milliarder år

Hubble-
teleskopet

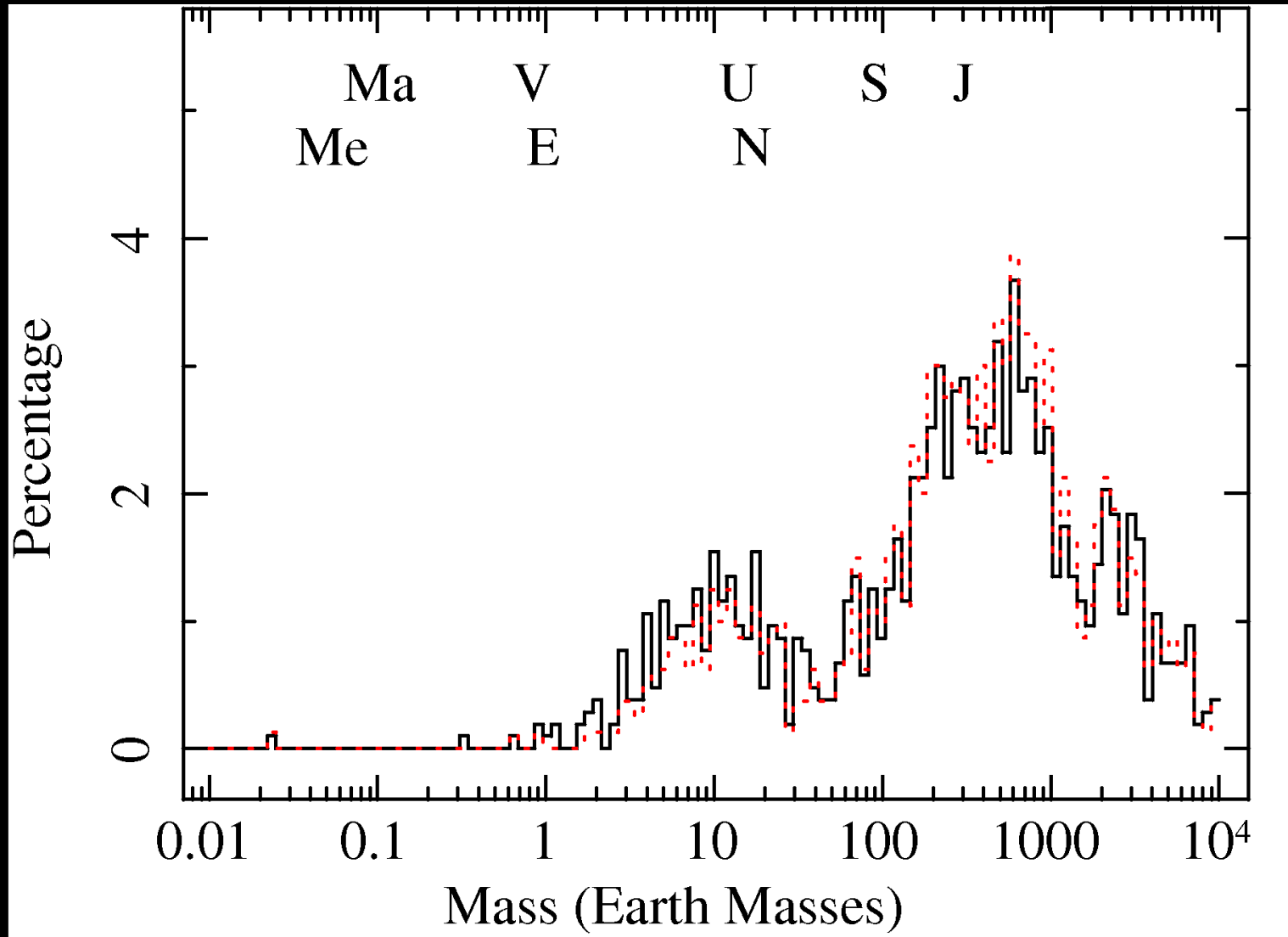


Exoplaneter - en gylden æra?

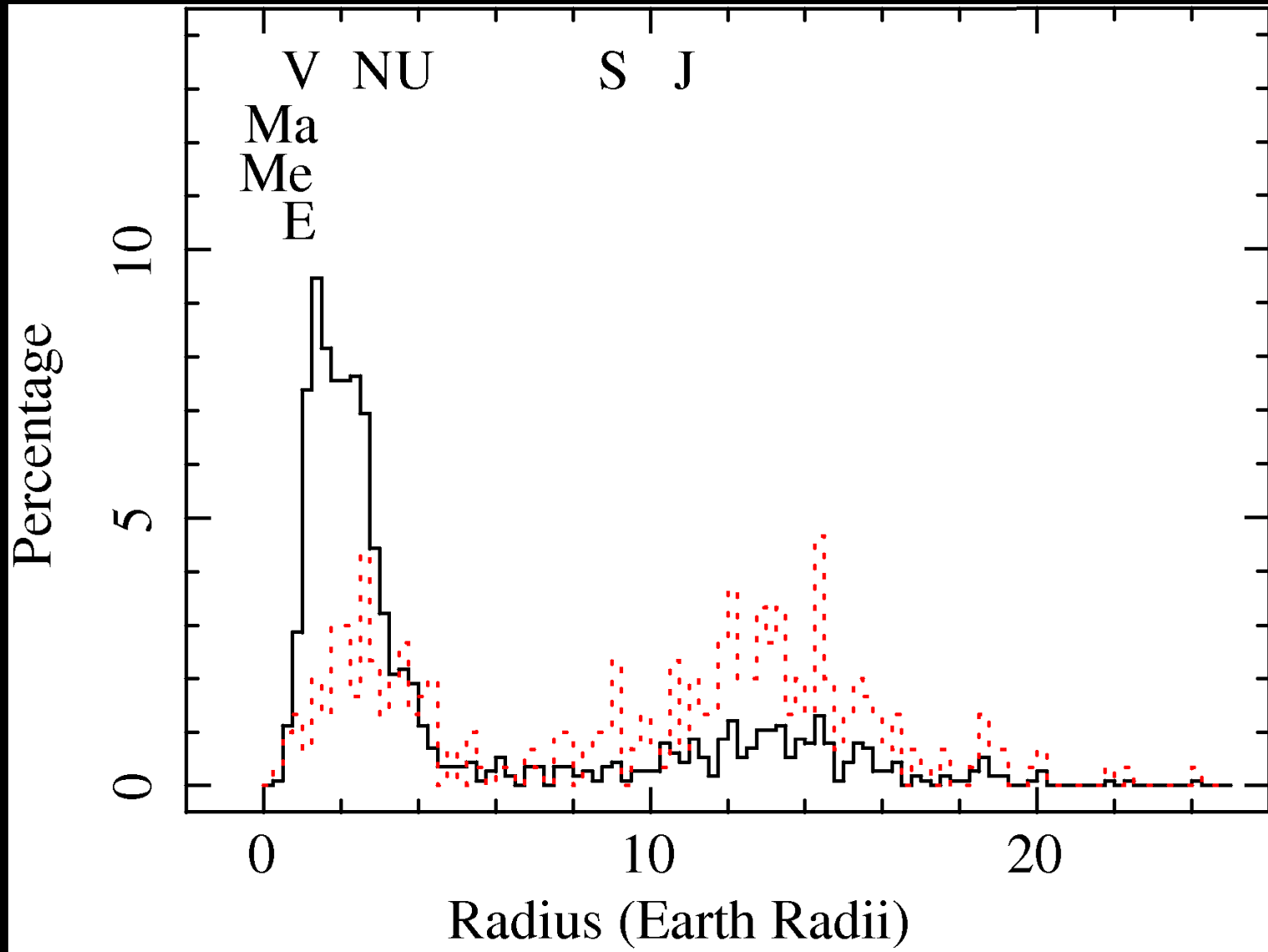
Hvor mange? Hvor store? Hvilke afstande?
Alder? Komposition? Atmosfære? Liv?



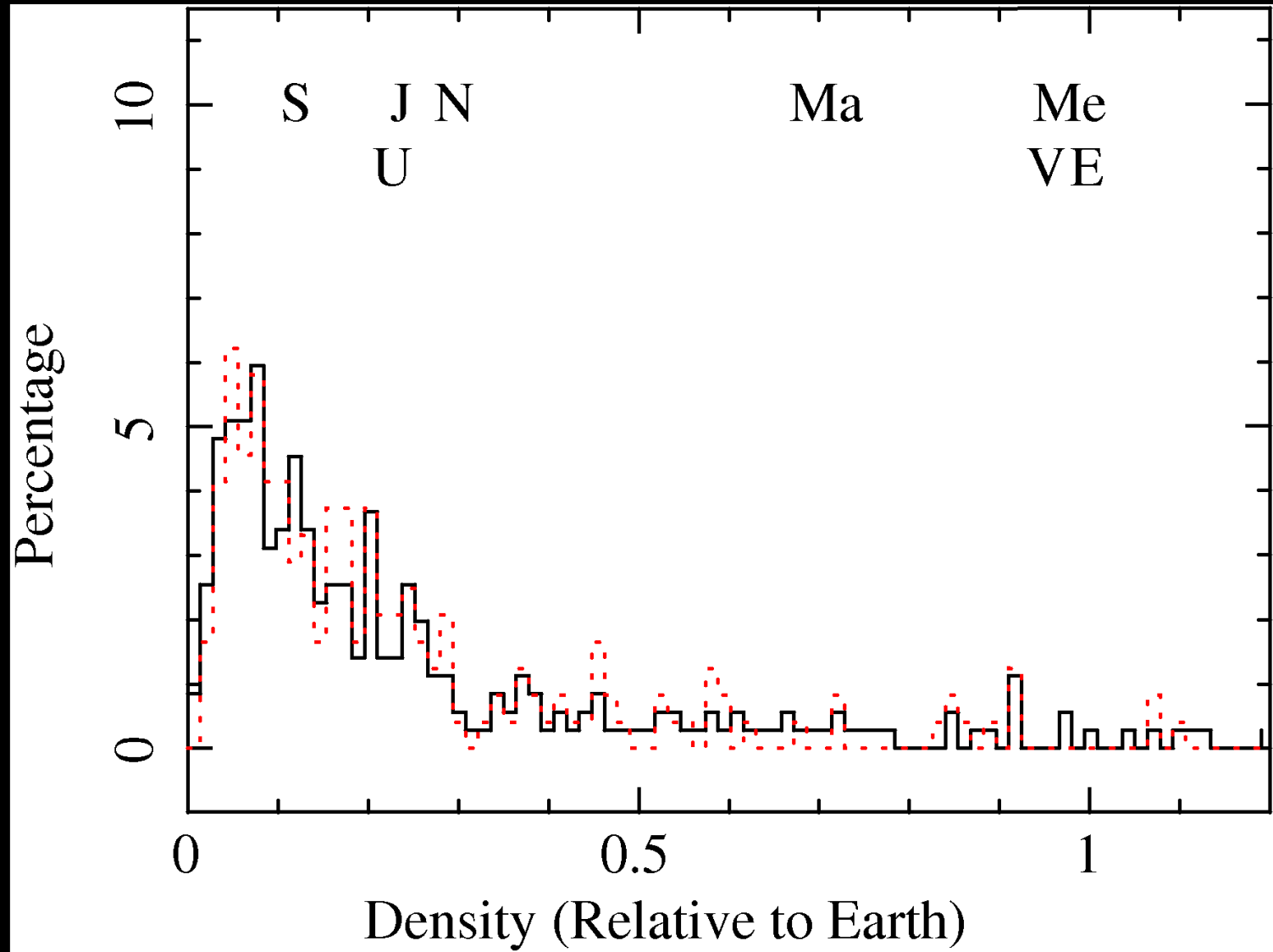
Hvor mange? Hvor store? Hvilke afstande? Alder? Komposition? Atmosfære? Liv?



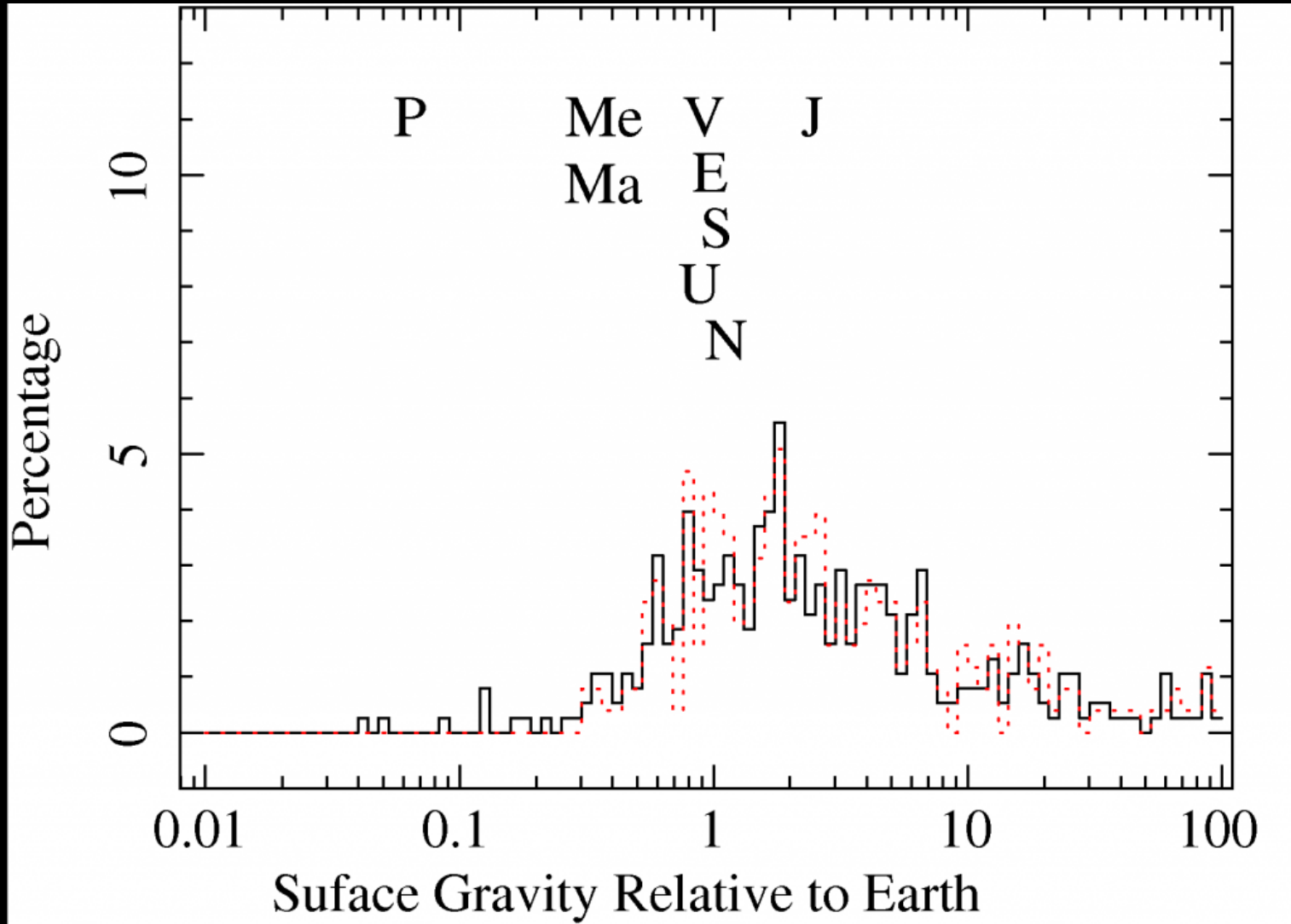
Hvor mange? Hvor store? Hvilke afstande? Alder? Komposition? Atmosfære? Liv?



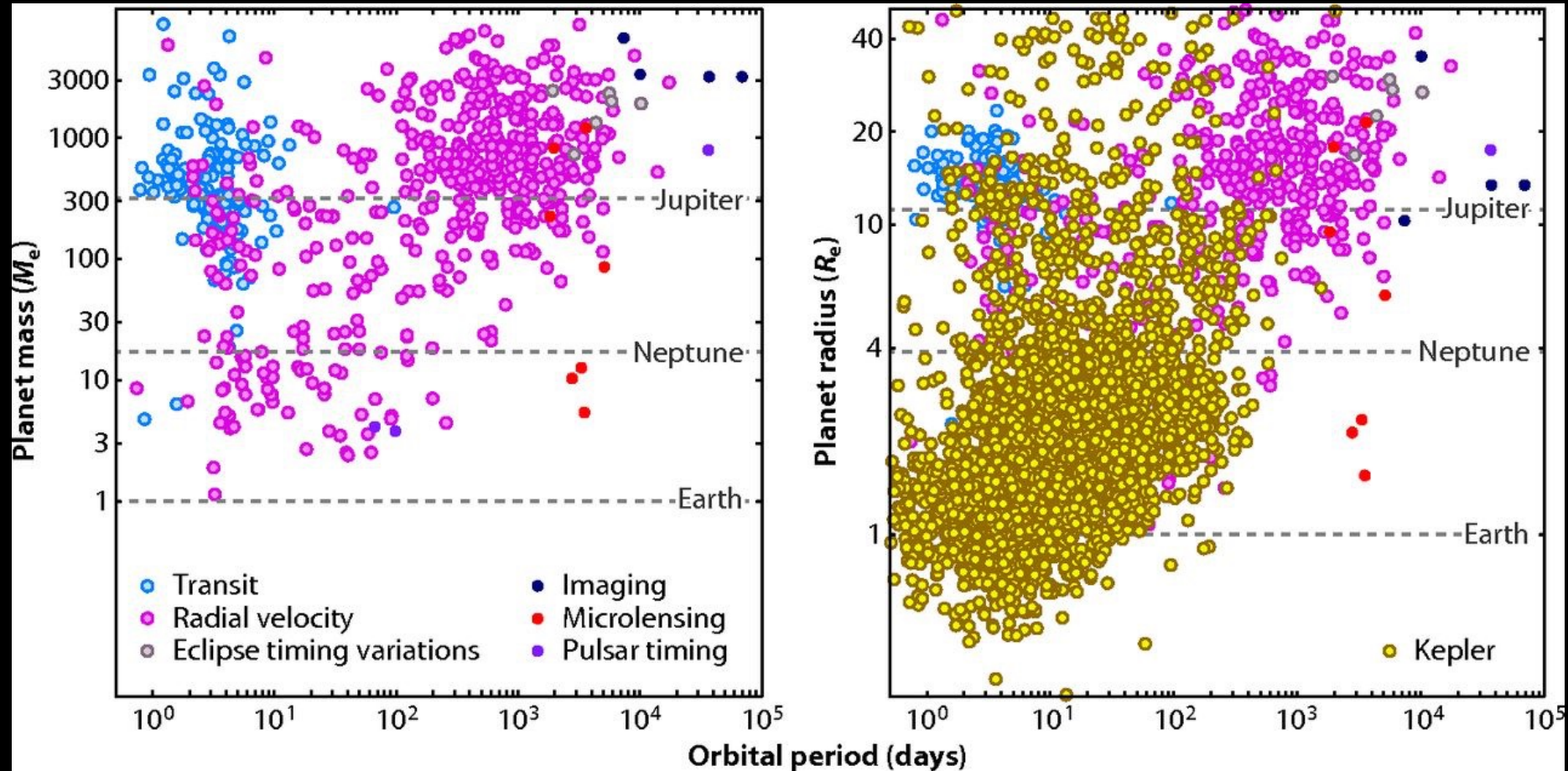
Hvor mange? Hvor store? Hvilke afstande? Alder? Komposition? Atmosfære? Liv?



Hvor mange? Hvor store? Hvilke afstande? Alder? Komposition? Atmosfære? Liv?



Hvor mange? Hvor store? Hvilke afstande? Alder? Komposition? Atmosfære? Liv?



Hvor mange? Hvor store? Hvilke afstande?

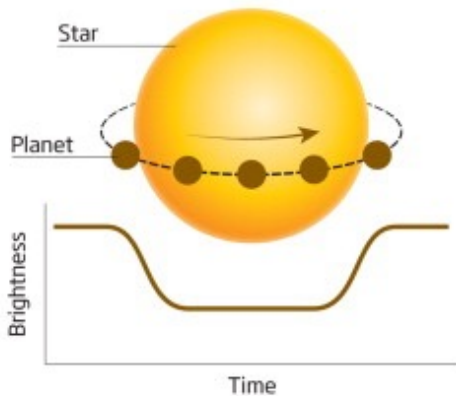


Exomåner

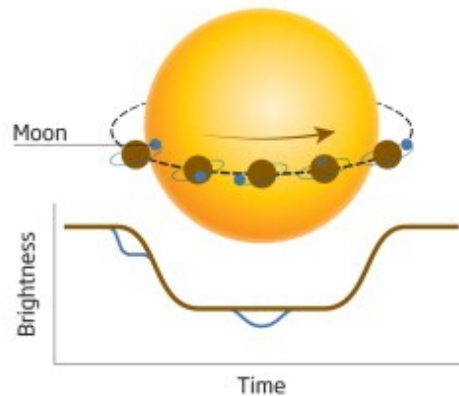
Exomåner skulle være små “hop” på de allerede små exoplanet-signaler.

Moon spotting

The signature of a moon orbiting a planet in another solar system is difficult to see



A planet causes a regular dip in the light reaching us from a star, so it is fairly easy to detect



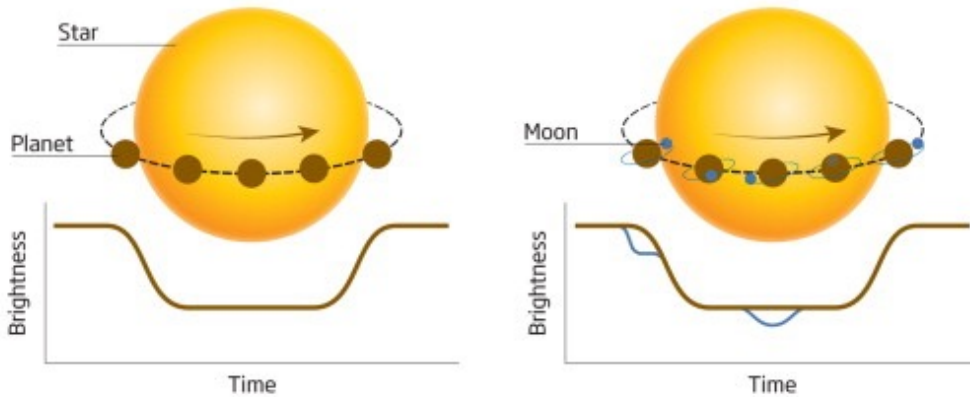
A moon orbiting that planet will cause additional small dimmings - but at widely varying times depending on where it is in its orbit

Exomåner

Exomåner skulle være små “hop” på de allerede små exoplanet-signaler.

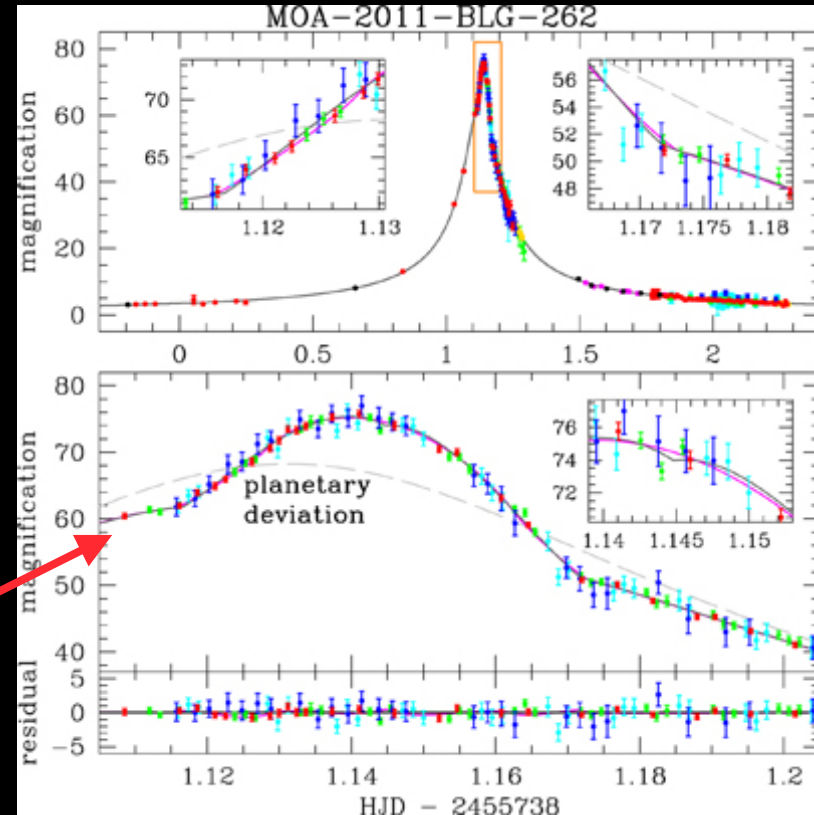
Moon spotting

The signature of a moon orbiting a planet in another solar system is difficult to see



A planet causes a regular dip in the light reaching us from a star, so it is fairly easy to detect

A moon orbiting that planet will cause additional small dimmings - but at widely varying times depending on where it is in its orbit



Interessant nok har man muligvis allerede set en exomåne (med gravitational lensing).

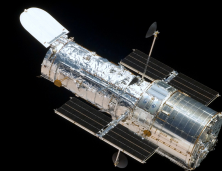
Universets historie

Første atomer
379.000 år

Udviklingen af galakser, planeter, etc.

Q: Hvor almindeligt er planeter og måner ved andre stjerner?

Hubble-teleskopet



Big Bang

Vi ved det ikke...

Første stjerner omkring
400 millioner år

Big Bang udvidelsen

13.8 milliarder år



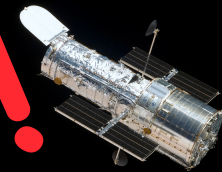
Universets historie

Første atomer
379.000 år

Udviklingen af galakser, planeter etc.

Q: Hvor sandsynligt er planeter
og måner ved andre stjerner?

Hubble-
teleskopet



Big
Bang

Første stjerner dannelse
400 millioner år

Big Bang udvidelsen

13.8 milliarder år

Vi ved det ikke...
Men det skal vi
nok finde ud af!

Et "stort" spørgsmål:

Hvis de fundamentale naturkonstanter er valgt "tilfældigt", hvordan kan det så være, at de netop* har de værdier, som giver et Univers med mulighed for **liv**?

(*) Muligvis $1:10^{500}$

The background features a complex, abstract pattern of glowing lines and circles. The lines are primarily blue and yellow, creating a sense of depth and movement. The circles are also glowing, with some appearing as concentric rings. The overall effect is a futuristic, digital aesthetic.

Bonus slides