

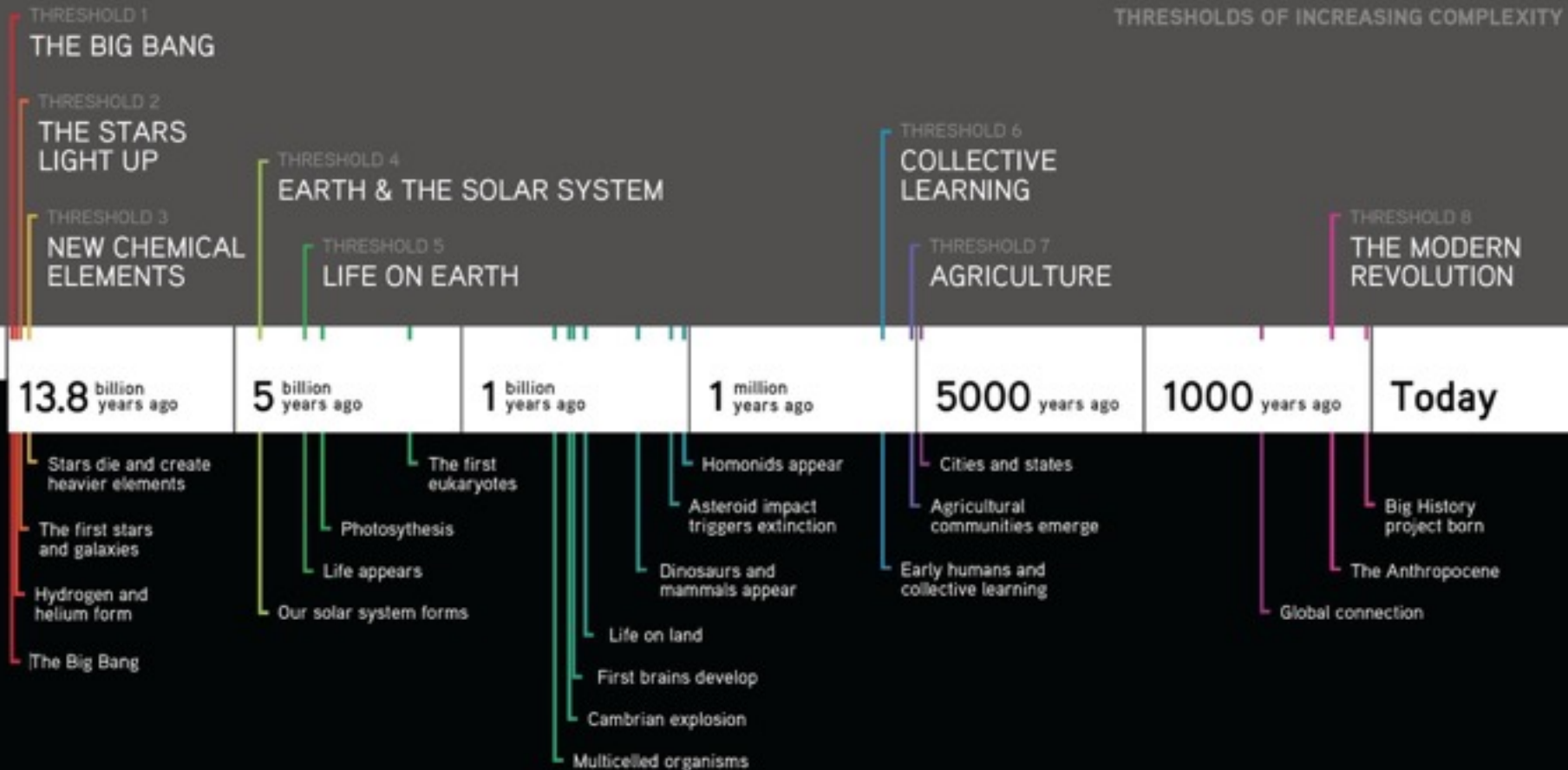


Grundlaget for vores Verdensbillede

TIL
FRA
BIG BANG
MODERNE MENNESKE

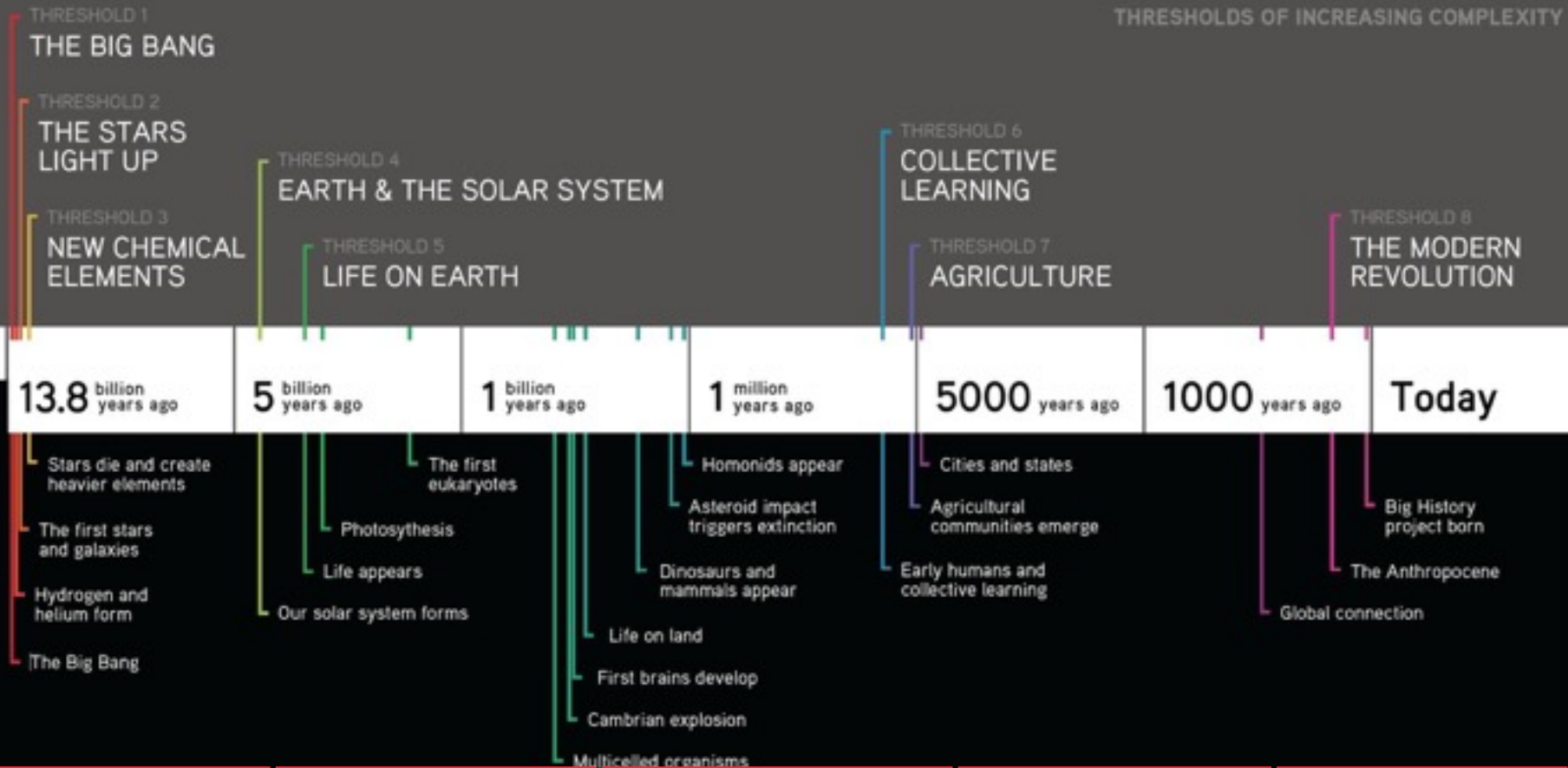
De store skridt i udviklingen

Big History Project (som spænder over naturvidenskab og historie) har defineret de “store skridt” (Eng: Thresholds) i udviklingen.



De store skridt i udviklingen

Big History Project (som spænder over naturvidenskab og historie) har defineret de “store skridt” (Eng: Thresholds) i udviklingen.



Observationer
bag Big Bang

Eksperimenter
om stjerners liv

Konklusioner
om jordens indre

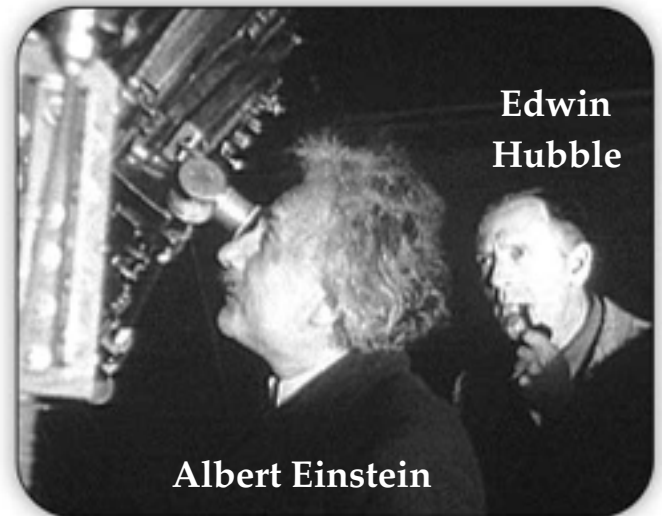
Tanker om det
første liv

Argumenter
bag evolution



Hvorfor tror vi på Big Bang?

Hubbles opdagelse (1929)



Edwin
Hubble

Albert Einstein

Hubbles opdagelse (1929)

Velocity-Distance Relation among Extra-Galactic Nebulae.

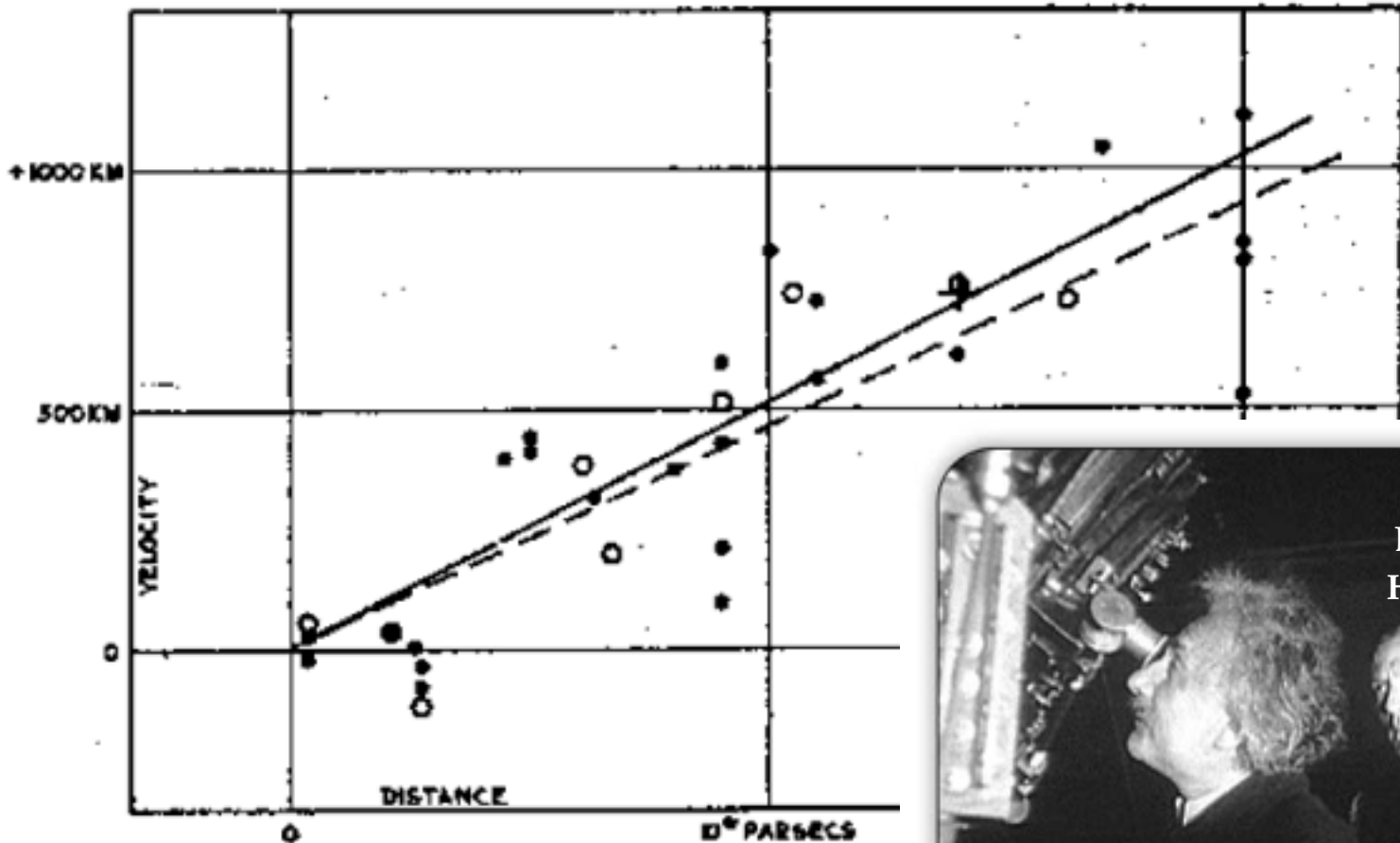
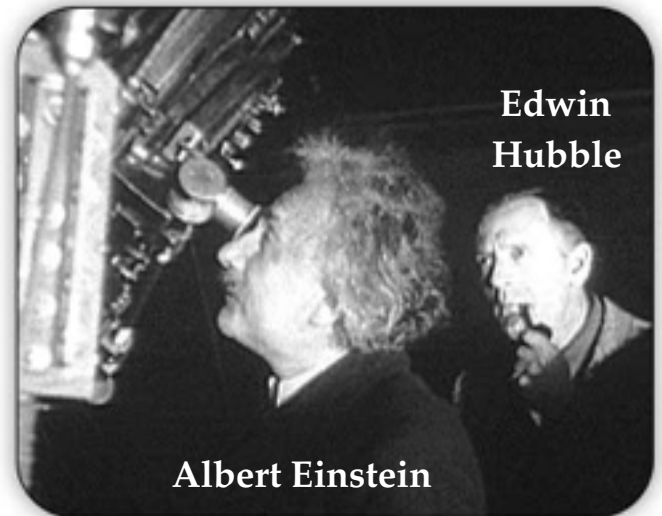


FIGURE 1



Edwin
Hubble

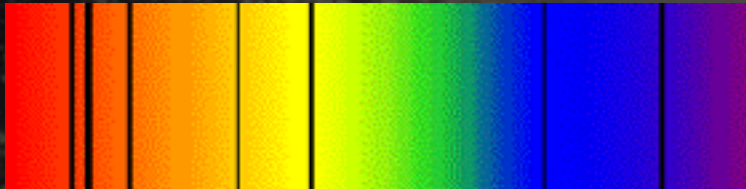
Albert Einstein

Grundlaget for Big Bang

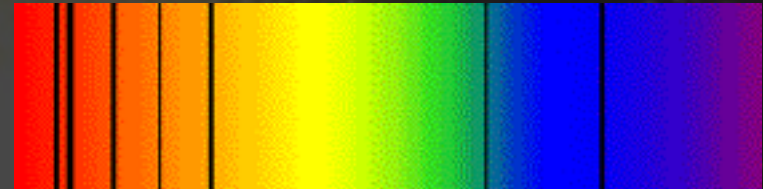
Observation: Lyset fra andre galakser er rødforskudt (dvs. de bevæger sig væk fra os), og jo fjernere galaksen, jo hurtigere bevæger den sig væk.

Fortolkning: Universet udvider sig, og har været samlet i et punkt tidligere.

Lys fra nærliggende stjerne (lav hastighed)



Lys fra fjern stjerne (høj hastighed væk)

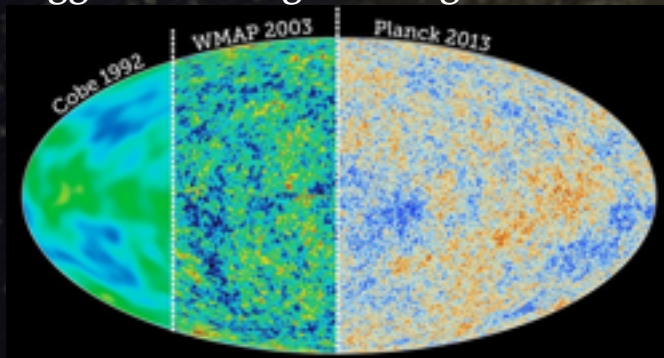


Observation: Stråling fra alle retninger som svarer til temperaturen 2.7 K.

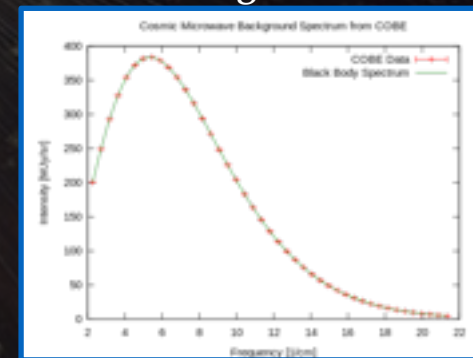
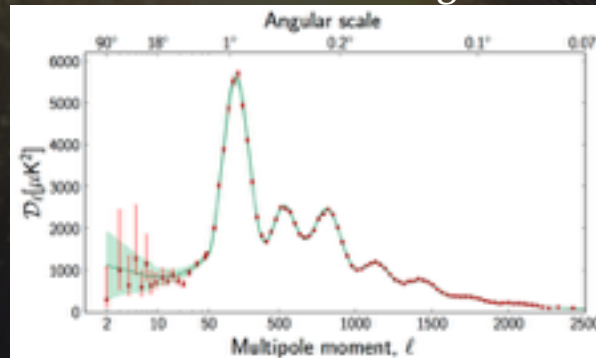
Fortolkning: Dette er lyspartiklerne fra da Universet blev gennemsigtigt.

Hvis man regner på det, så passer temperaturen og fordelingen perfekt.

Baggrundstrålingen målt gennem tiden



Teori og observation sammenlignet



Grundlaget for Big Bang

Observation: Mængden af hver grundstof vi ser i Universet passer med den mængde, som vi ville forvente fra et Univers der startede med Big Bang.

Fortolkning: Forståelsen af grundstofferne i Universet passer med Big Bang.

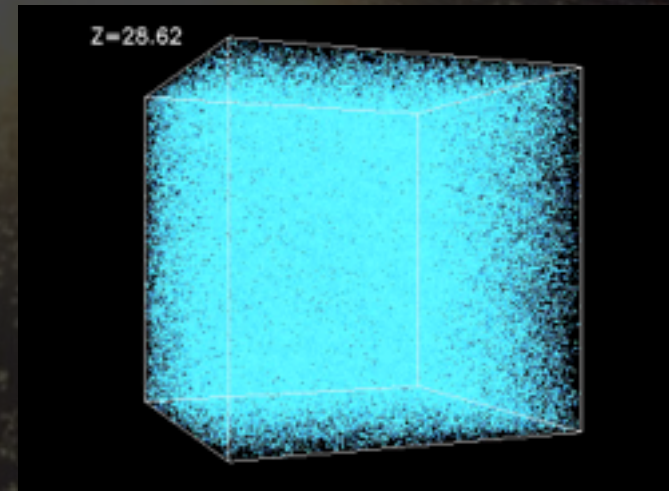
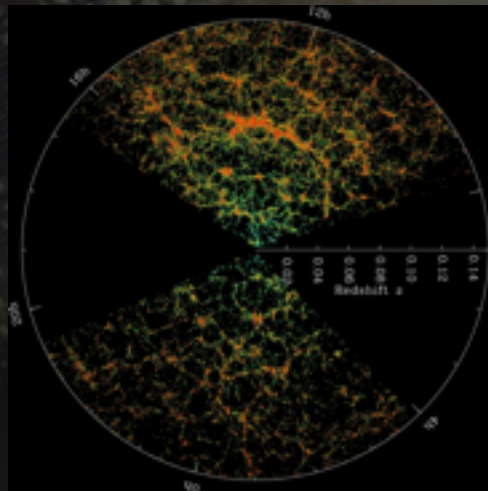


Forekomsten af hver grundstof i Universet, som passer med hvor meget vi forventer ud fra Big Bang teorien.

Observation: Universets struktur passer med Big Bang teorien.

Fortolkning: Man har svært ved at få denne strukturdannelse med andre teorier end Big Bang.

Galaxers
struktur i
Universet
(observation
og simuleret
animeret)



Desuden...

Observation: De ældste stjerner i Universet er omkring 13 milliarder år gamle.

Forundring: Hvorfor skulle der ikke være nogen ældre stjerner, når nu stjerner kan leve meget længere?

Fortolkning: Dette skyldes selvfølgelig, at stjernedannelse først var muligt efter Big Bang (og den efterfølgende fase på omkring 400 millioner år med strukturdannelse).

"[The] big bang picture is too firmly grounded in data from every area to be proved invalid in its general features."

[Lawrence Krauss, US physicist]

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.

Big Bang

Vi forstår atomer, og gennem forsøg her på jorden kan vi forstå deres skabelse.

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.

Big Bang

Vi forstår tyngdekraften, og gennem simulation kan vi genskabe strukturdannelsen (hvis vi også inkluderer mørkt stof).

Hubble-teleskopet



Vi forstår atomer, og gennem forsøg her på jorden kan vi forstå deres skabelse.

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.

Big Bang

Vi forstår tyngdekraften, og gennem simulation kan vi genskabe strukturdannelsen (hvis vi også inkluderer mørkt stof).

Hubble-teleskopet



Vi forstår atomer, og gennem forsøg her på jorden kan vi forstå deres skabelse.

Vi kan med observationer se Universets udvikling, og se at det følger det mønster, som Big Bang og fysikkens love dikterer.

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.

Vi ved hvordan det ender!

Vi forstår tyngdekraften, og gennem simulation kan vi genskabe strukturdannelsen (hvis vi også inkluderer mørkt stof).

Hubble-teleskopet

Big Bang

Vi forstår atomer, og gennem forsøg her på jorden kan vi forstå deres skabelse.


Vi kan med observationer se Universets udvikling, og se at det følger det mønster, som Big Bang og fysikkens love dikterer.

Første stjerner omkring
400 millioner år

Big Bang udvidelsen

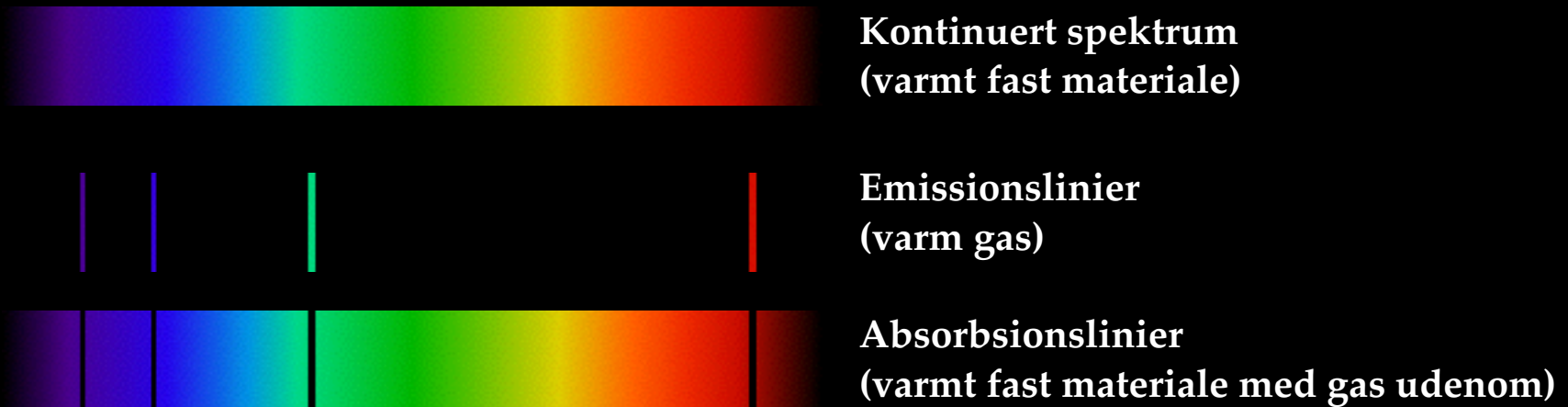
13.8 milliarder år

Hvordan ved man, hvordan stjerner fungerer?



On Aug. 31, 2012, a giant prominence on the sun erupted, sending out particles and a shock wave that traveled near Earth. This event may have been one of the causes of a third radiation belt that appeared around Earth a few days later, a phenomenon that was observed for the very first time by the newly-launched Van Allen Probes. This image of the prominence before it erupted was captured by NASA's Solar Dynamics Observatory (SDO).

Stjernerens energikilde



Lys fra stjerner fortæller os, hvad deres overflade er lavet af (og deres temperatur), men intet om deres indre! Derfor tog det lang tid at finde ud af, hvad der egentligt foregår.

Arthur Eddington skulle blive manden, som først så lyset i hans paper: *"The Internal Constitution of the Stars."* (1920).

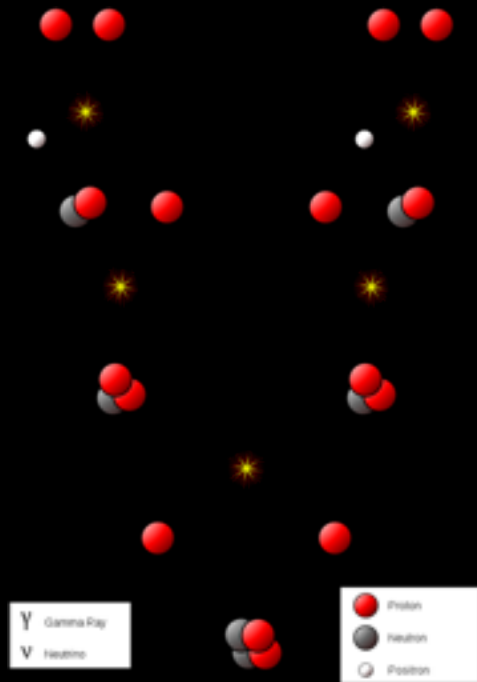
Han indså, at stjerner må brænde vha. kernekraft (ikke tyngdekraft) ved $E = mc^2$ og det "nye" at $m(\text{Helium}) / 2m(\text{Hydrogen}) = 1 - 0.8\%$.

Stjernerne energikilde

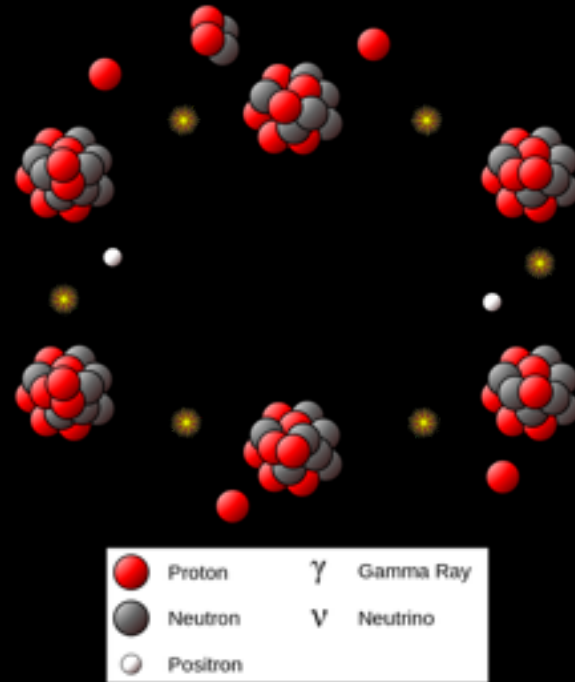
Men hvordan virkede den forbrænding? Ingen havde noget svar, før Hans Bethe skrev "*Energy Production in Stars*" (1939)

Hans Bethe kom frem til, at to processer var de bedste kandidater:

Proton-proton kædereaktion
(for lette koldere stjerner, solen: 99.2%)

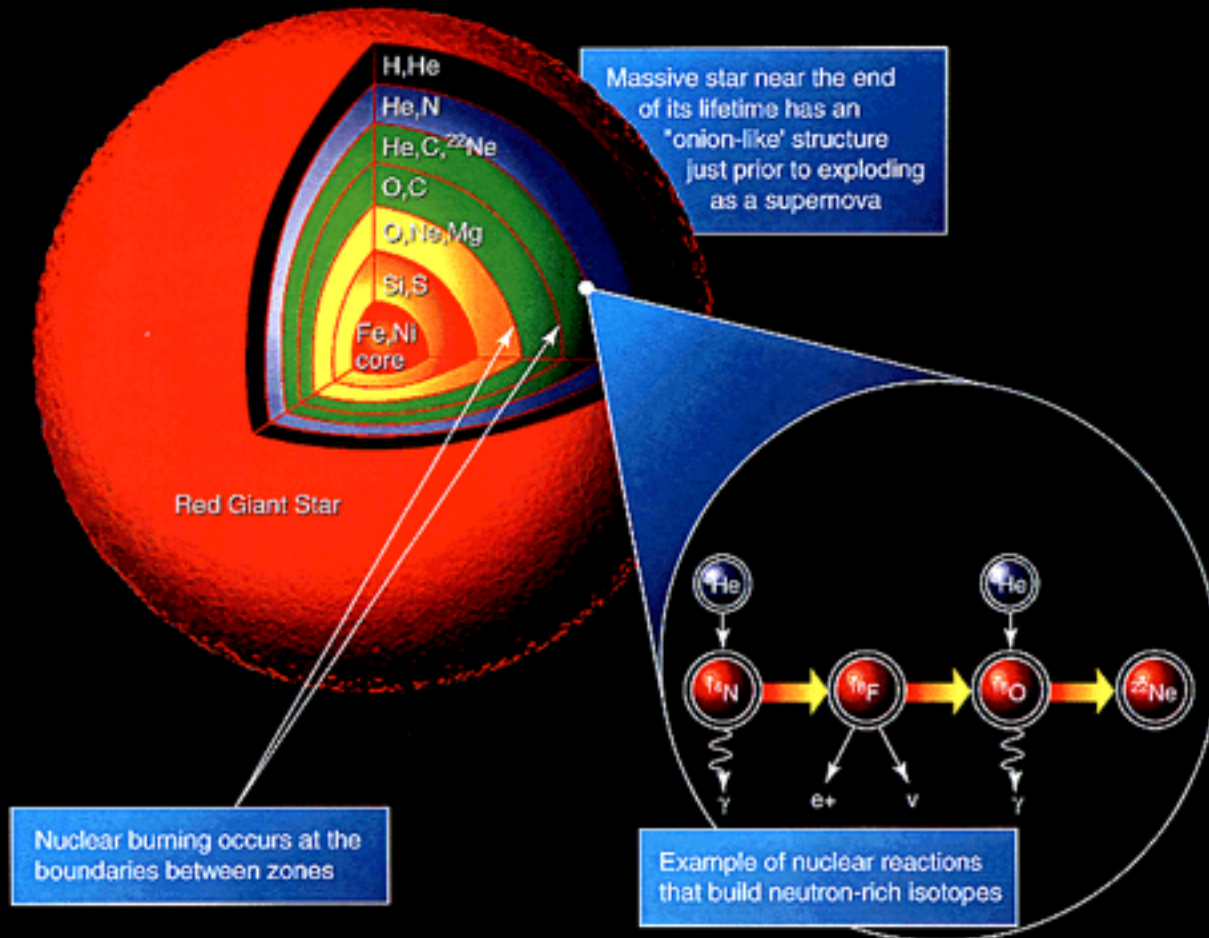


Carbon-Nitrogen-Oxygen-cyklusen
(for tunge varmere stjerner, solen: 0.8%)



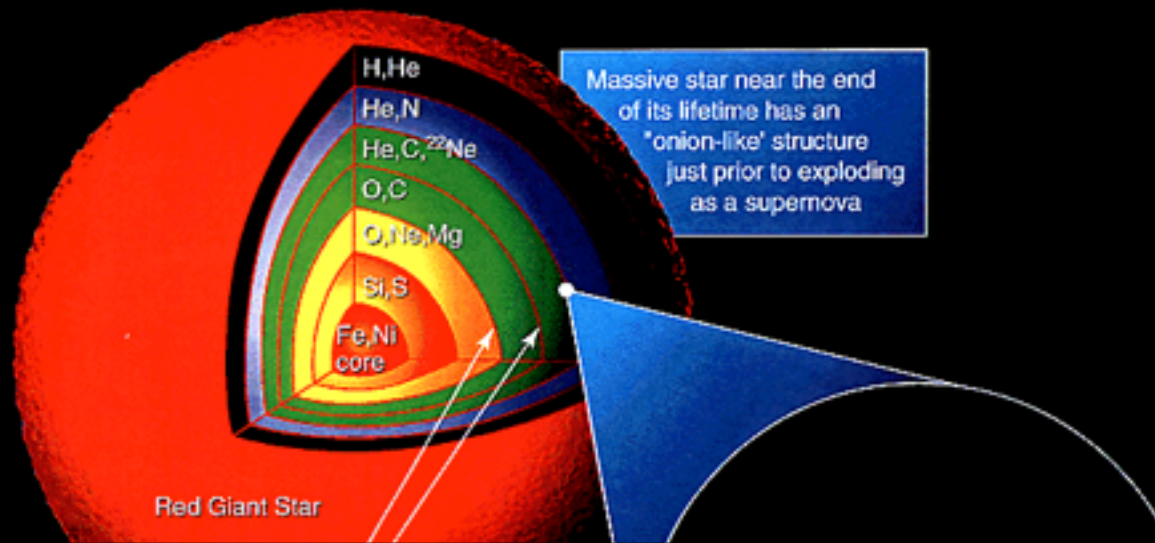
Stjernerne energikilde

Fred Hoyle arbejdede med at finde ud af, hvordan AL stjerneforbrænding foregik med *"Synthesis of the elements between carbon and nickel"* (1954).



Stjernerne energikilde

Fred Hoyle arbejdede med at finde ud af, hvordan AL stjerneforbrænding foregik med *"Synthesis of the elements between carbon and nickel"* (1954).



Q: Hvordan kan man finde ud af al dette fra et laboratorium på Jorden?

A: Svaret er, at eksperimenter med atomkerner her på jorden har gjort det muligt at se systemet i deres masser og dermed at kunne forudsige, hvilke henfald, der kan foregå, og hvor meget energi de giver.

Gennem termodynamik har man kunne forudsige forholdene inden i stjerner, og checke dette med bla. observation af solens vibrationer.

Stjernerne energikilde

Ud fra Big Bangs nuklearsyntese (H og He) samt stjernerne forbrænding (C til Fe) og mulige efterfølgende supernovae (Fe-) gav en udbygning på Fred Hoyle's model et godt bud på oprindelsen af grundstofferne.

H B																		He B					
Li C	Be C																	B C	C S L	N S L	O S L	F L	Ne S L
Na L	Mg L																	Al \$ L	Si \$ L	P L	S S L	Cl L	Ar L
K L	Ca L	Sc L	Ti \$ L	V \$ L	Cr L	Mn L	Fe \$ L	Co \$	Ni \$	Cu L	Zn L	Ga \$	Ge \$	As L	Se \$	Br \$	Kr \$						
Rb \$	Sr L	Y L	Zr L	Nb L	Mo \$ L	Tc L	Ru \$ L	Rh \$	Pd \$ L	Ag \$ L	Cd \$ L	In \$ L	Sn \$ L	Sb \$	Te \$	I \$	Xe \$						
Cs \$	Ba L		Hf \$ L	Ta \$ L	W \$ L	Re \$	Os \$	Ir \$	Pt \$	Au \$	Hg \$ L	Tl \$ L	Pb \$	Bi \$	Po \$	At \$	Rn \$						
Fr \$	Ra \$		La L	Ce L	Pr \$ L	Nd \$ L	Pm \$ L	Sm \$ L	Eu \$	Gd \$	Tb \$	Dy \$	Ho \$	Er \$	Tm \$	Yb \$ L	Lu \$						
			Ac \$	Th \$	Pa \$	U \$	Np \$	Pu \$	Am M	Cm M	Bk M	Cf M	Es M	Fm M	Md M	No M	Lr M						

B Big Bang
 L Large stars
 \$ Super-novae
C Cosmic rays
 S Small stars
 M Man-made

Credit: Wikipedia: Cmglee

Breaking News!!!

17. august 2017 (få dage efter vi sås sidst) observeredes for første gang en begivenhed, som kunne observeres både med teleskop og gravitationelt: To neutronstjerner spiraleren sammen og endelige kollision.



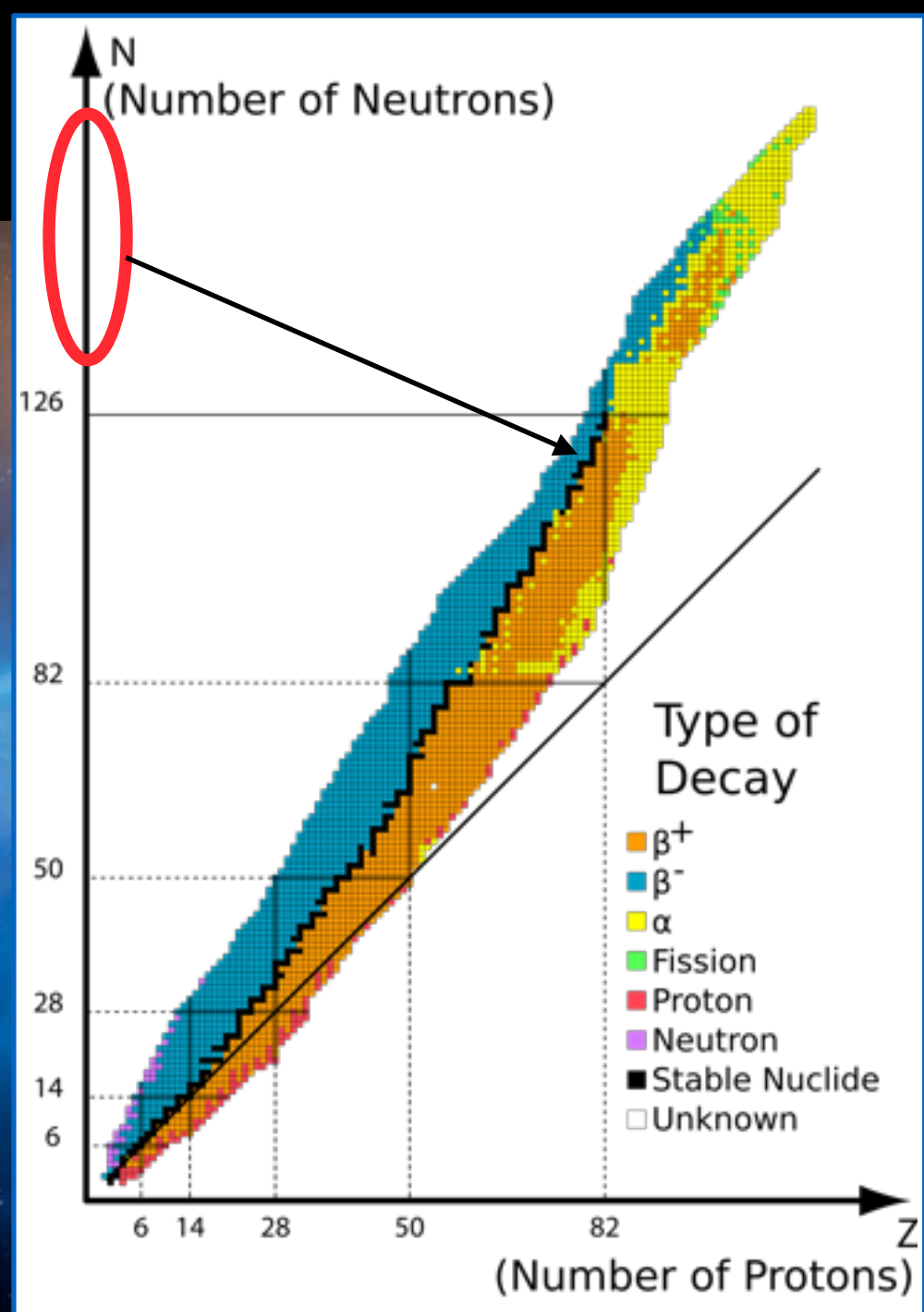
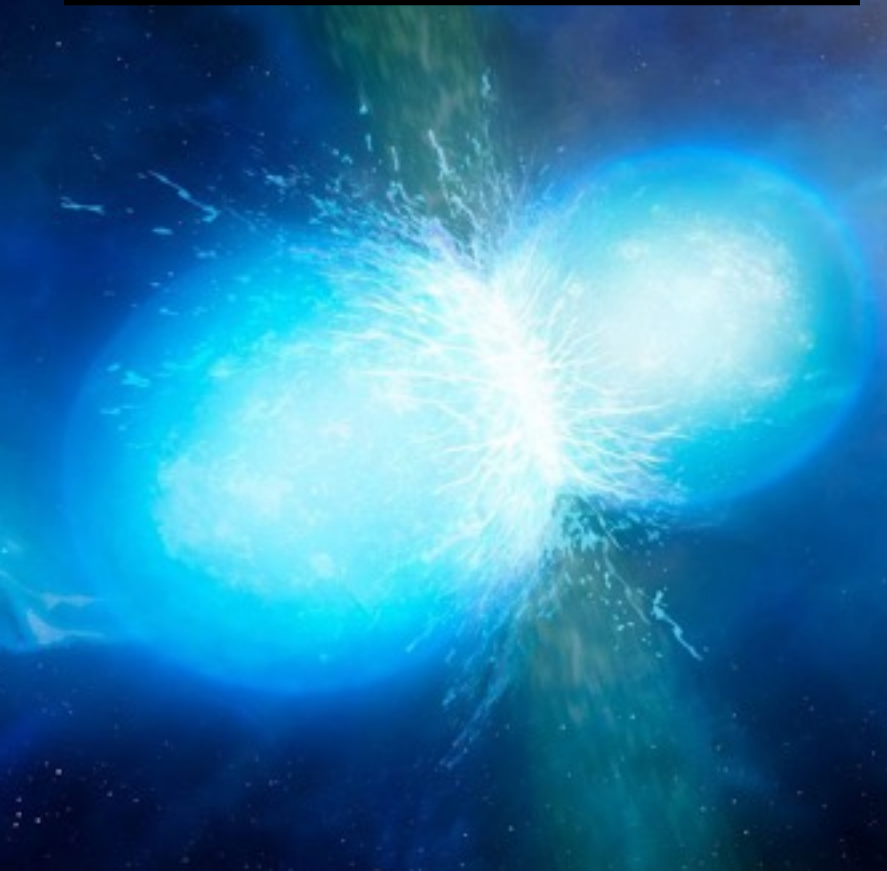
Breaking News!!!

17. august 2017 (få dage efter vi sås sidst) observeredes for første gang en begivenhed, som kunne observeres både med teleskop og gravitationelt: To neutronstjerner spiraleren sammen og endelige kollision.



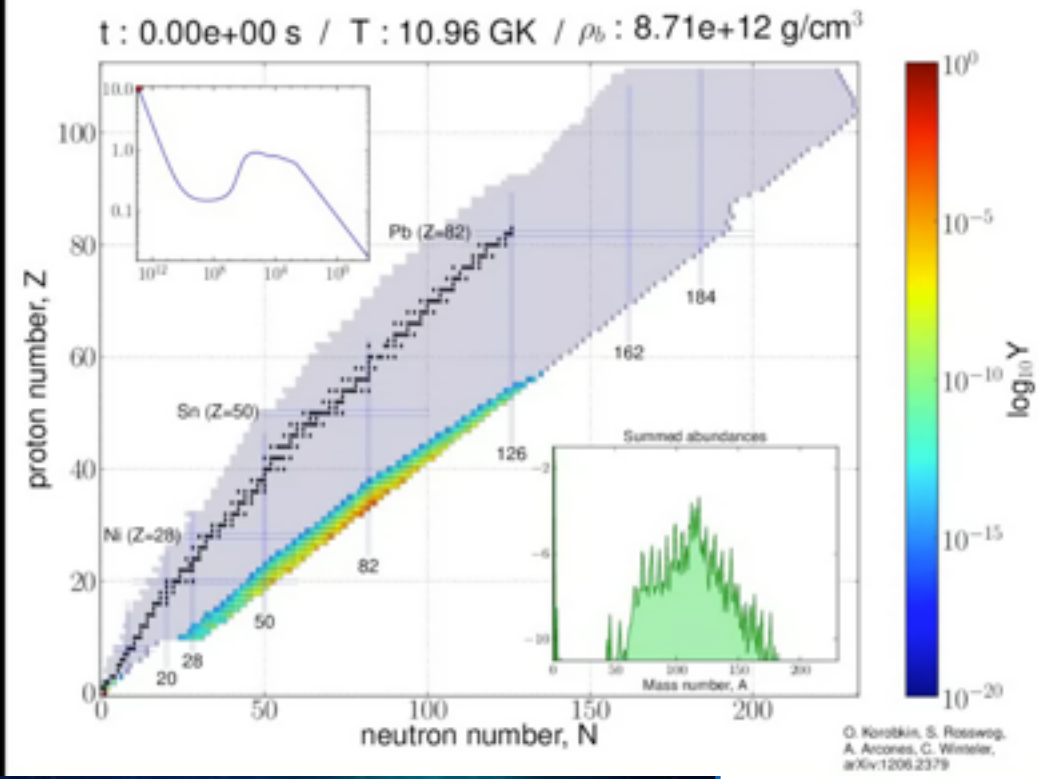
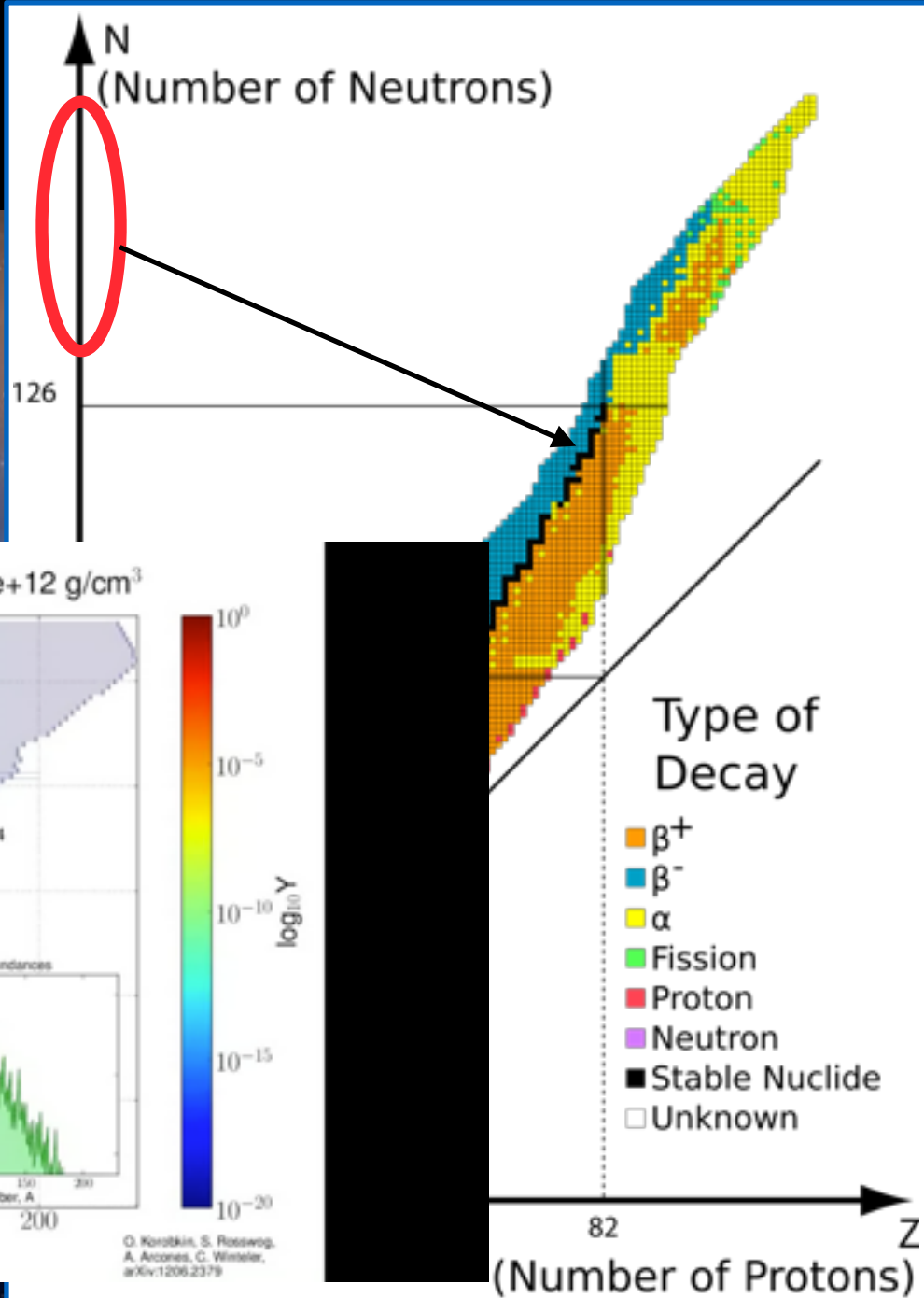
Guld & Platin

I neutronstjernernes kollision kommer der "klumper" af neutroner, som henfalder via beta henfald til tunge stabile atomkerner.... guld & platin.



Guld & Platin

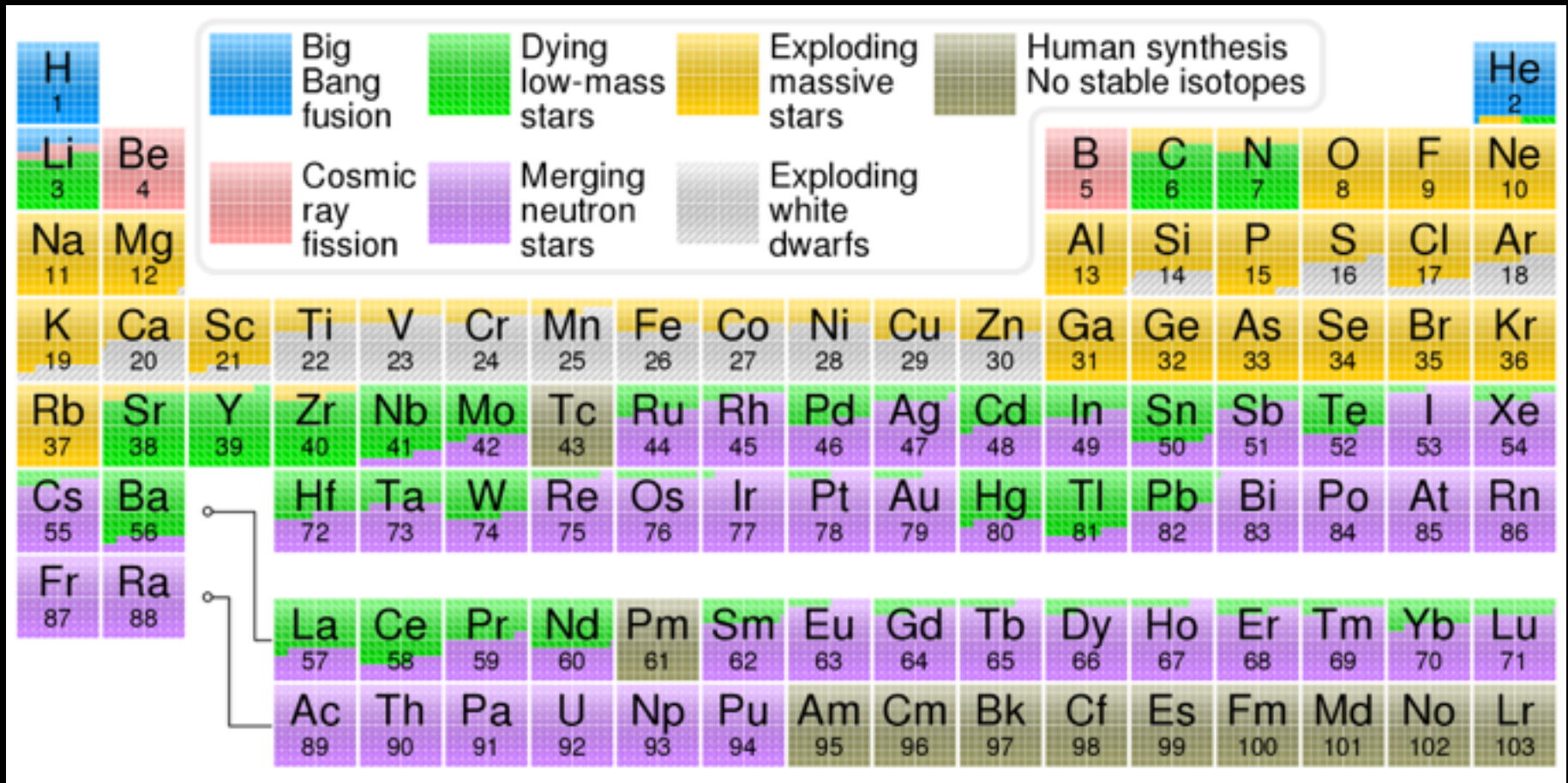
I neutronstjernernes kollision kommer der "klumper" af neutroner, som henfalder via beta henfald til tunge stabile atomkerner.... guld & platin.



© Khorstkin, S. Rosswog, A. Arcones, C. Winstler, arXiv:1206.2379

Elementernes oprindelse

(august 2017 version)



**Hvordan kan man vide,
hvordan Jorden er indeni?**



Jordens indre

Hvis man går ud og graver i jorden, så finder man ud af, at massefylden på jordens overflade er omkring **2.7-3.0 g/cm²** (*).

Men hvis man måler Jordens gennemsnitlige densitet (ved Cavendish' eksperiment), så får man **5.5 g/cm²** (*).

Derfor må densiteten stige med dybden. Men sket dette ved et jævnt fald, eller er der klare grænser / diskontinuiteter mellem forskellige lag?

Og hvordan kan man overhovedet finde ud af dette?

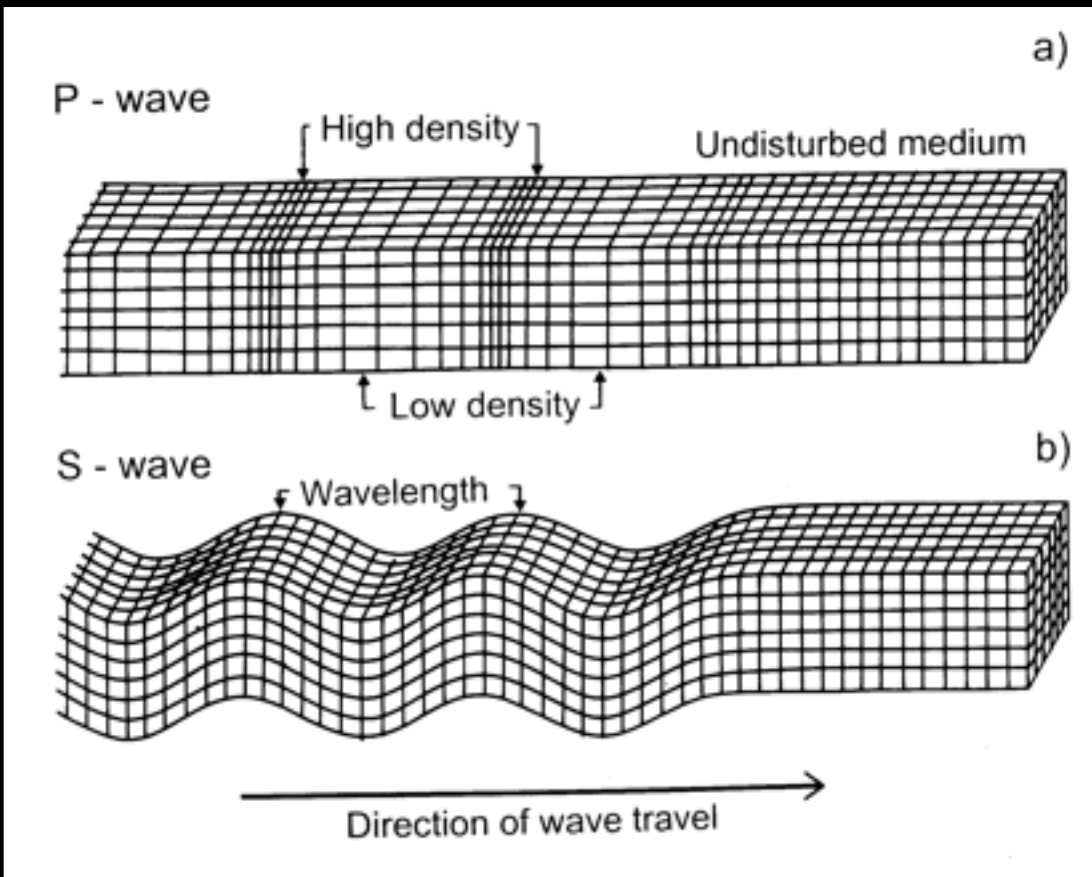
(* Begge disse tal kan elever selv måle - gode eksperimenter.

Til det sidste bruges pendul (til g), Jordens radius R og Newtons formel: $F = G Mm/r^2$

Jordskælvs udbredelse

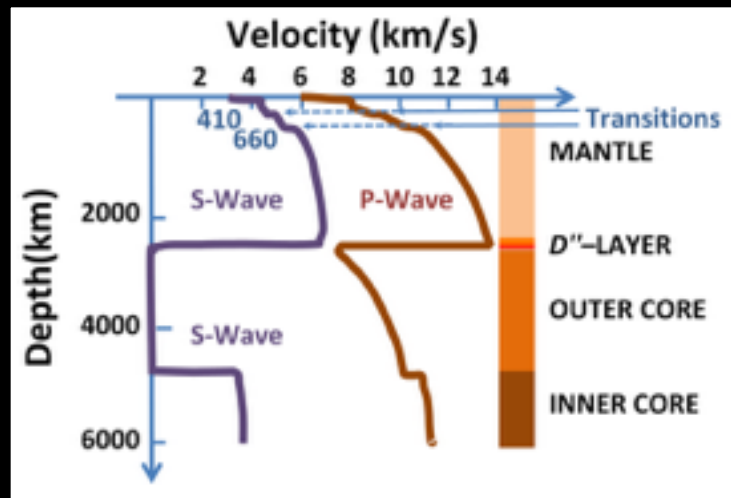
Kilden til viden om Jordens indre er **jordskælv**, som udsender to slags bølger:

- **P-bølger:** "Primære" (longitudinale) bølger, som er trykbølger gennem jorden.
- **S-bølger:** "Sekundære" (laterale) bølger, som er transverse bevægelser.





P-bølger udbreder sig hurtigere end S-bølger og ankommer derfor først (se figur).

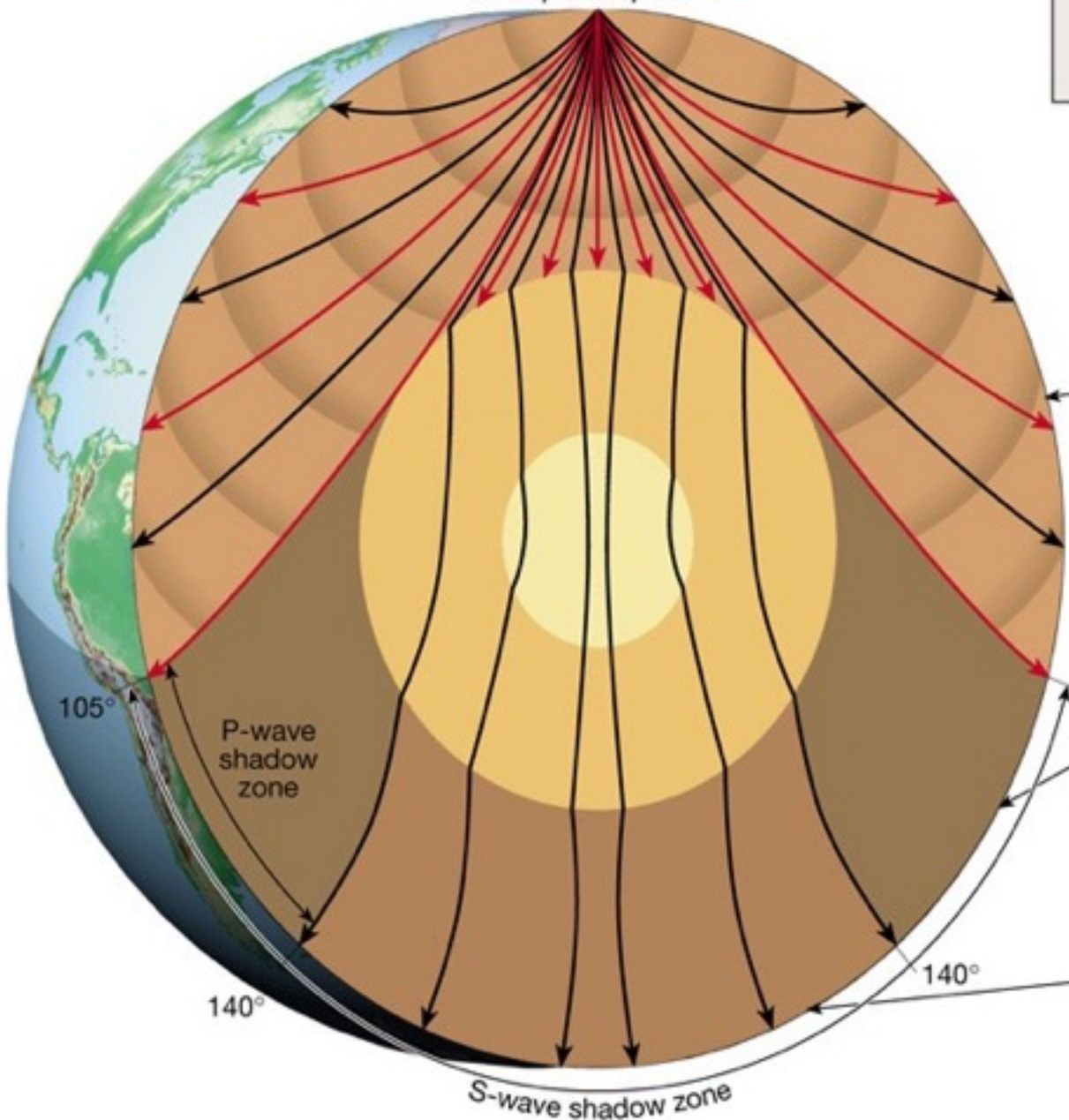
S-bølger kan kun bevæge sig i fast materiale.



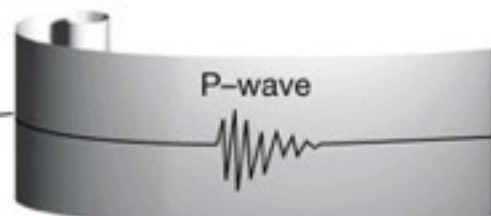
Earthquake epicenter

Key

P-wave 
S-wave 



Seismic station records both P and S waves



Seismic station records P waves only

105°

140°

105°

140°

P-wave shadow zone

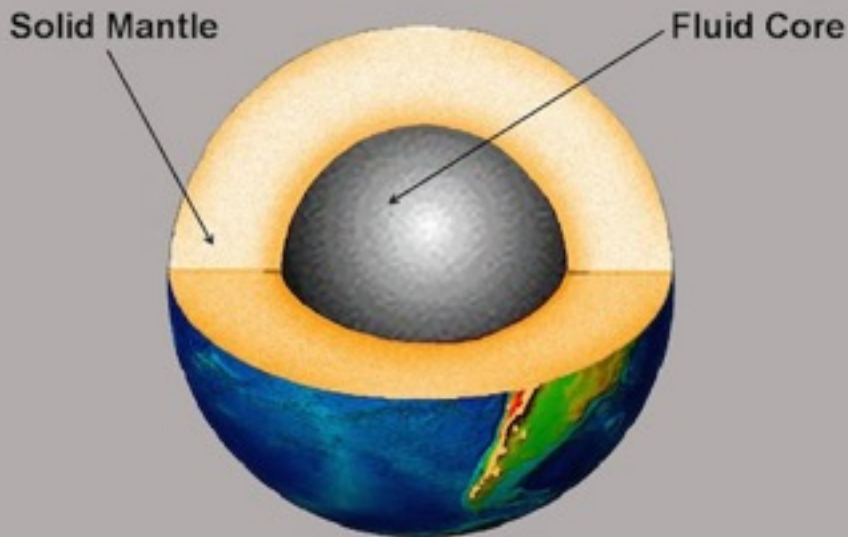
S-wave shadow zone

Inge Lehmann og et jordskælv

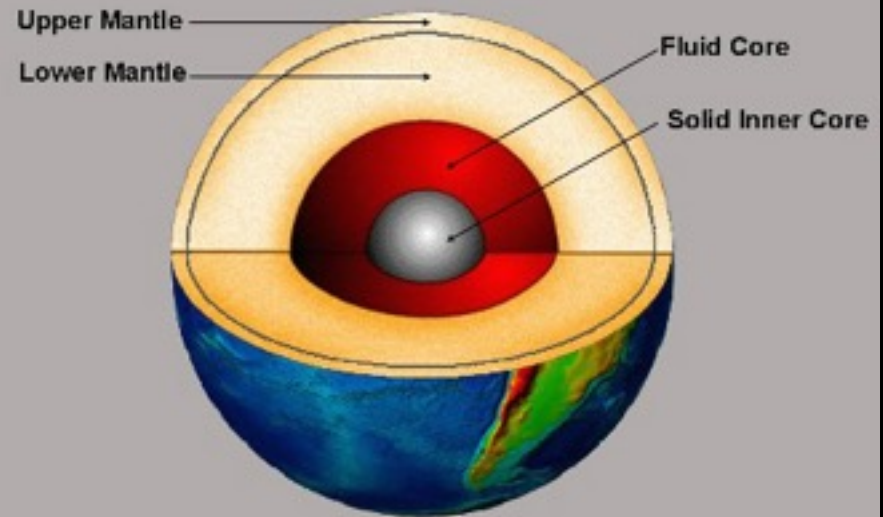
17. juni 1929 ramte et stort (7.8) jordskælv New Zealand. Overraskende nok, så registrerede man i Europa P-bølger.

Hidtil havde man anset den slags for fejl, men Inge Lehmann havde personligt installeret flere seismiske stationer, så...

Hun satte sig ned og overvejede, hvad der ville ske, hvis hun antog, at Jorden havde en fast kerne i centrum.



Pre - Inge Lehmann Earth



Post - Inge Lehmann Earth

En artikel med titlen "P"

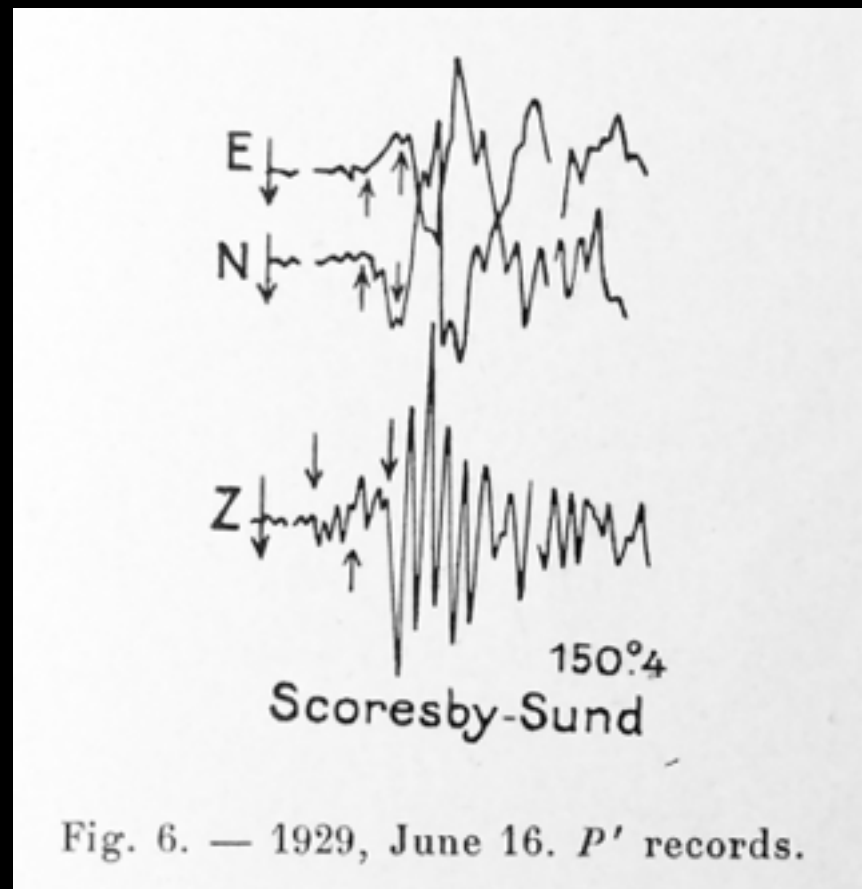
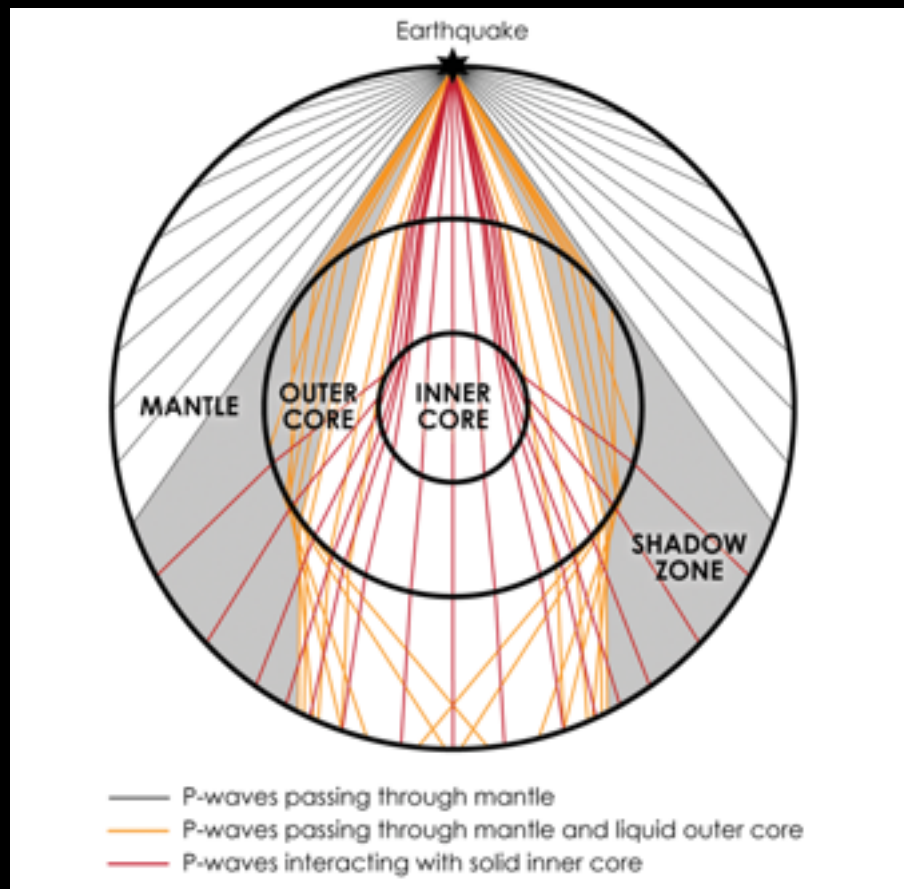


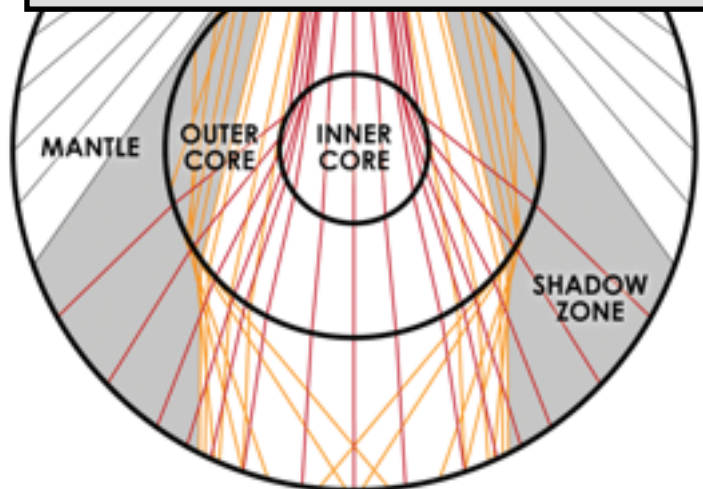
Fig. 6. — 1929, June 16. *P'* records.

En artikel med titlen “P”



“The Lehmann discontinuity was discovered through exacting scrutiny of seismic records by a **master of a black art** for which no amount of computerisation is likely to be a complete substitute.”

[Francis Birch, US seismologist]



- P-waves passing through mantle
- P-waves passing through mantle and liquid outer core
- P-waves interacting with solid inner core

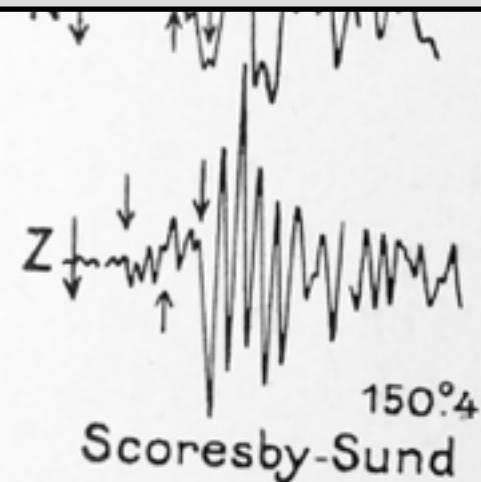
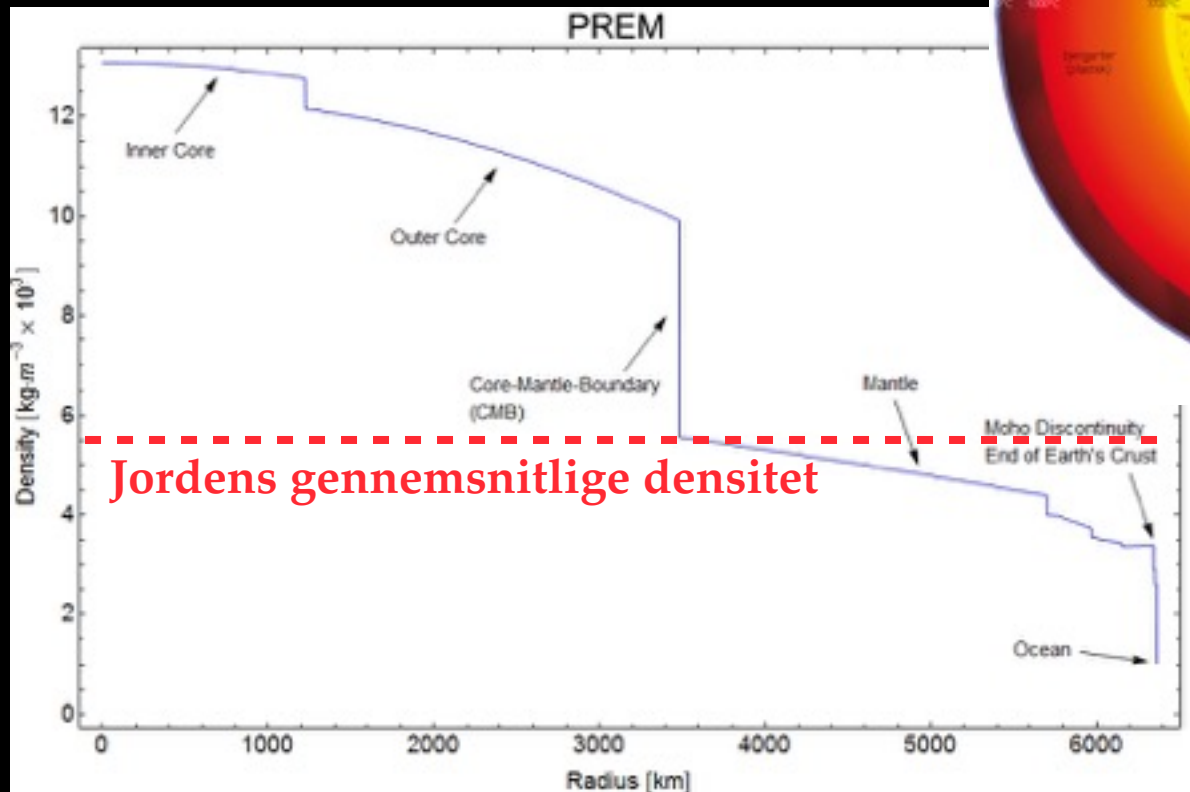
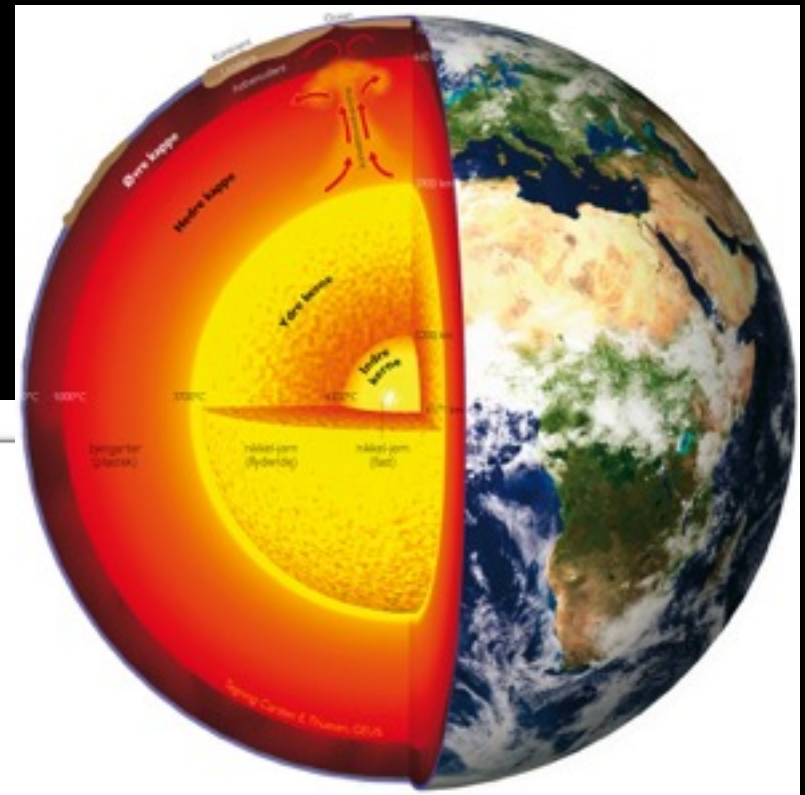


Fig. 6. — 1929, June 16. P' records.

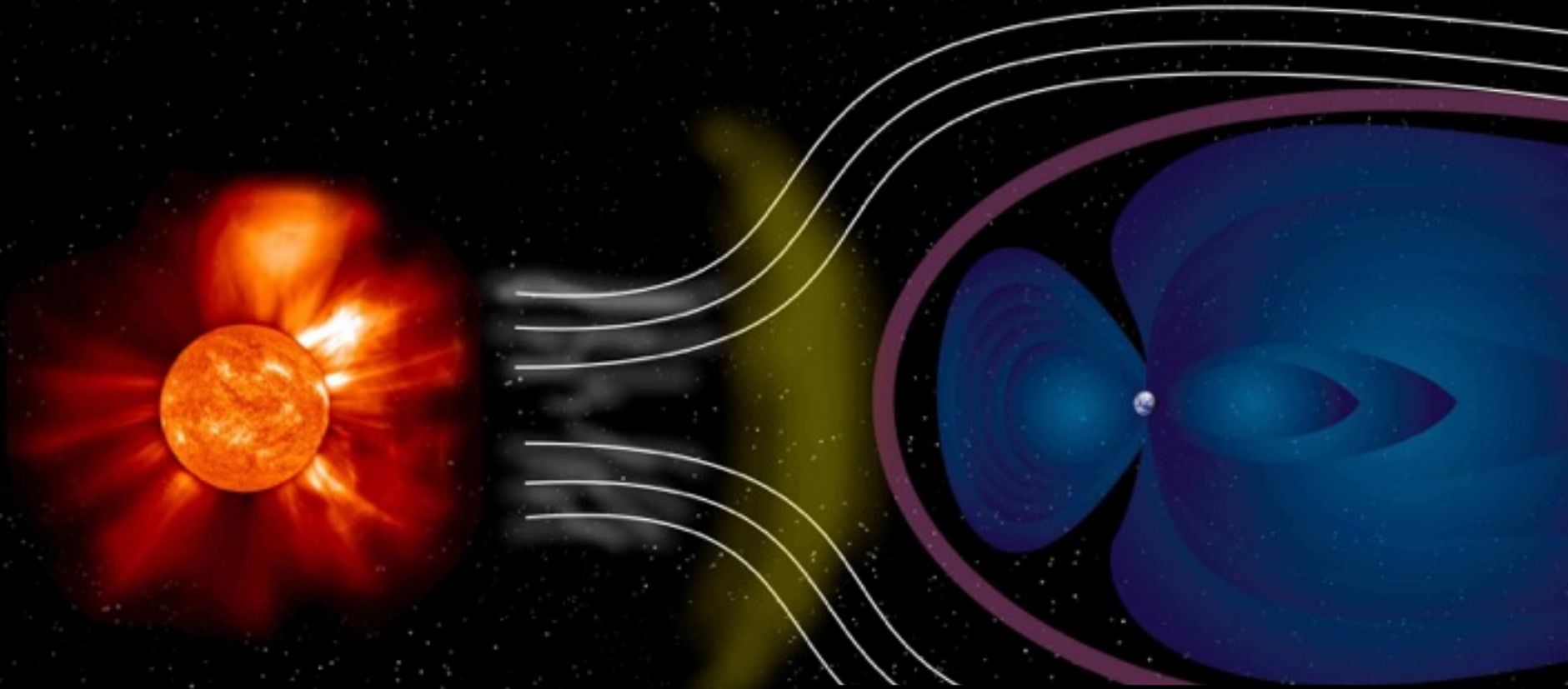
Jordens indre

Resultatet er, at man ud fra jordskælv nu kender jordens indre utroligt godt.

Næste udfordring er så at kunne forudsige jordskælv...



Jordens indre og ydre



Jordens kerne (af jern) spiller en central rolle i at vi har en atmosfære, idet magnetosfæren beskytter den fra solvinden.

Note: Ikke korrekt skala!

**Hvornår kom der liv på Jorden,
og hvordan var det første liv?**

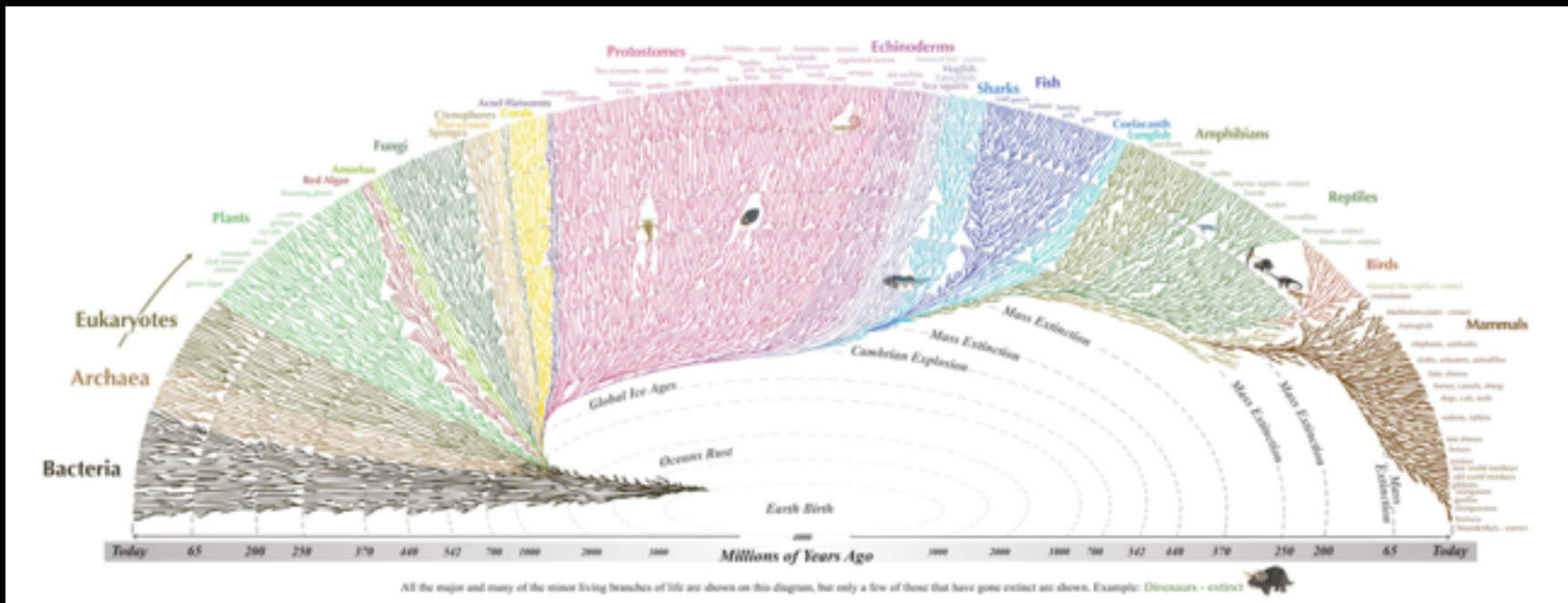


Mød... LUCA!

Hvis man tager DNA fra de forskellige arter på jorden og sammenligner dem, så skal man overskue omkring 6.000.000 forskellige gener.

Det viser sig, at 355 gener muligvis opfylder kravet om at kunne være fra LUCA, "Last Universal Common Ancestor", som dermed synes en blanding af bacteria og archaea.

LUCA beboede derfor nok et anærobt (dvs. uden ilt) hydrotermisk væld / kilde i et geotermisk aktivt miljø rigt på H₂, CO₂ og jern.



Mød... LUCA!

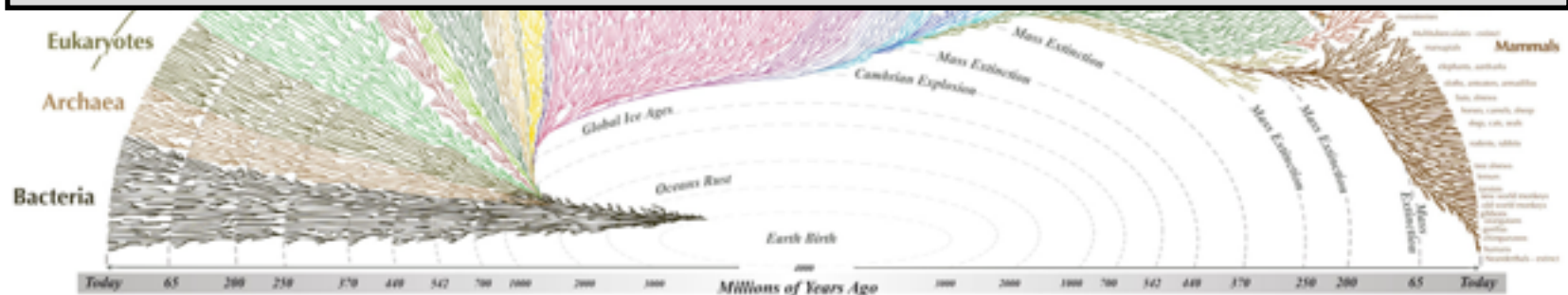
Hvis man tager DNA fra de forskellige arter på jorden og sammenligner dem, så skal man overskue omkring 6.000.000 forskellige gener.

Det viser sig, at 355 gener muligvis opfylder kravet om at kunne være fra LUCA, "Last Universal Common Ancestor", som dermed synes en blanding af bacteria og archaea.

LUCA beboede derfor nok et anærobt (dvs. uden ilt) hydrotermisk væld / kilde i et geotermisk aktivt miljø rigt på H₂, CO₂ og jern.

"Therefore I should infer from analogy that probably all the organic beings which have ever lived on this earth have descended from some one primordial form, into which life was first breathed."

[Charles Darwin, Origin of Species (1859)]

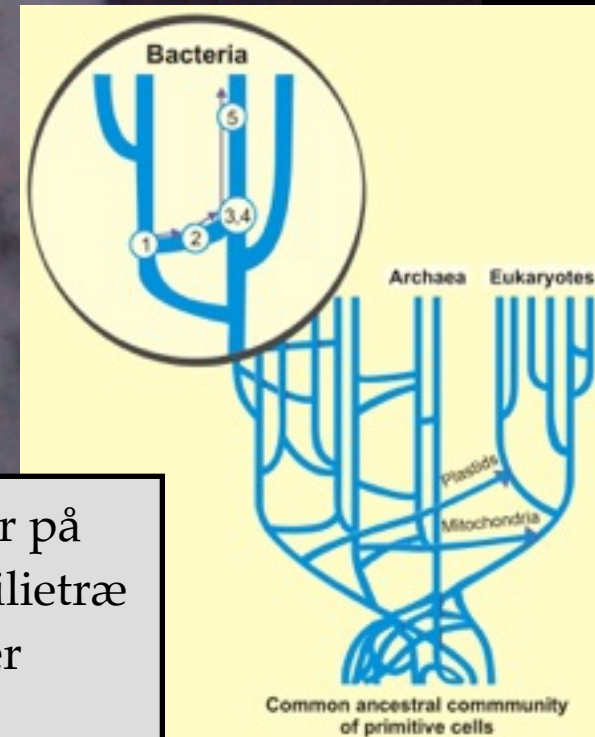
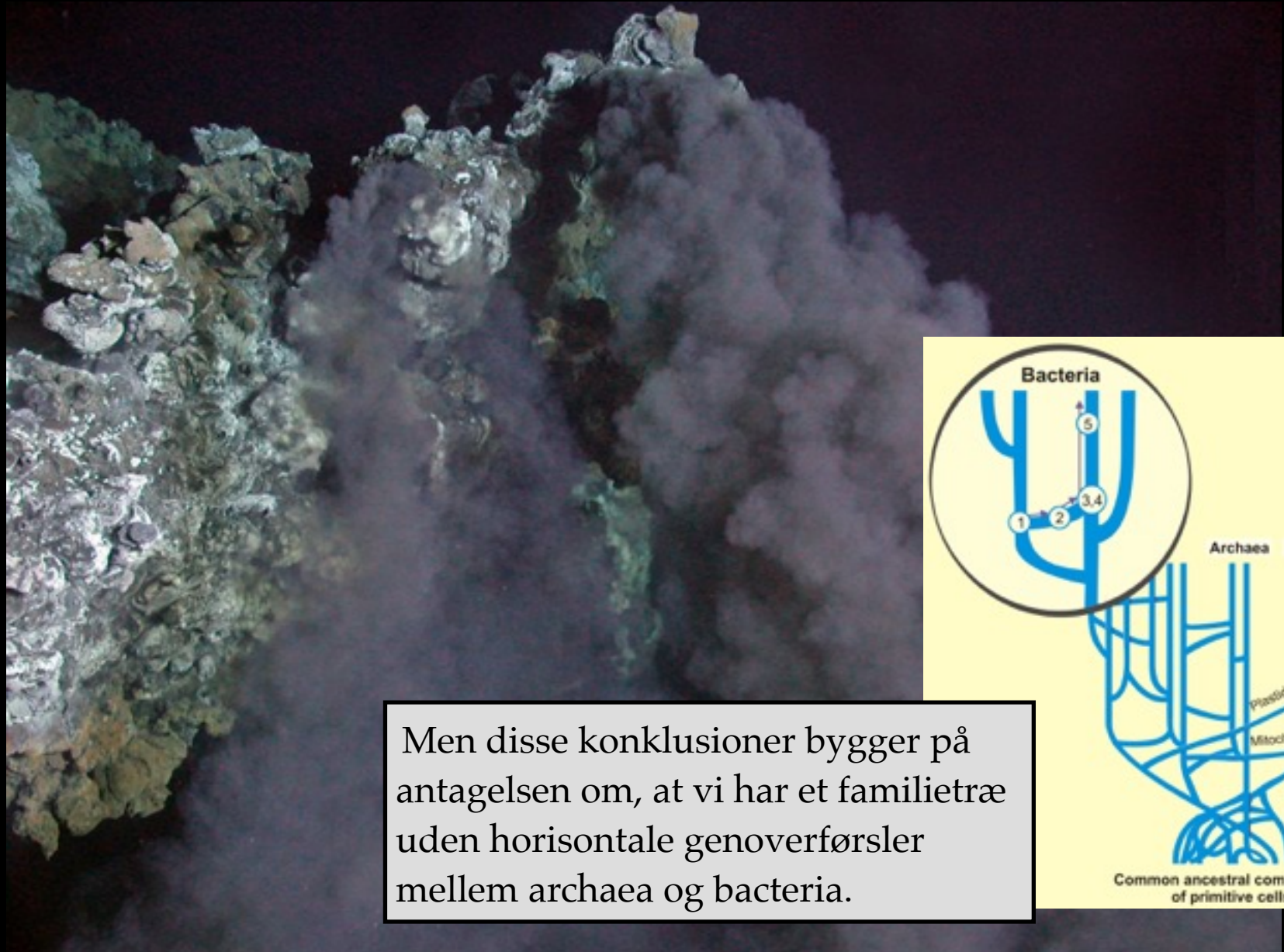


All the major and many of the minor living branches of life are shown on this diagram, but only a few of those that have gone extinct are shown. Example: *Dinosaurs - extinct*

Mød... LUCA!

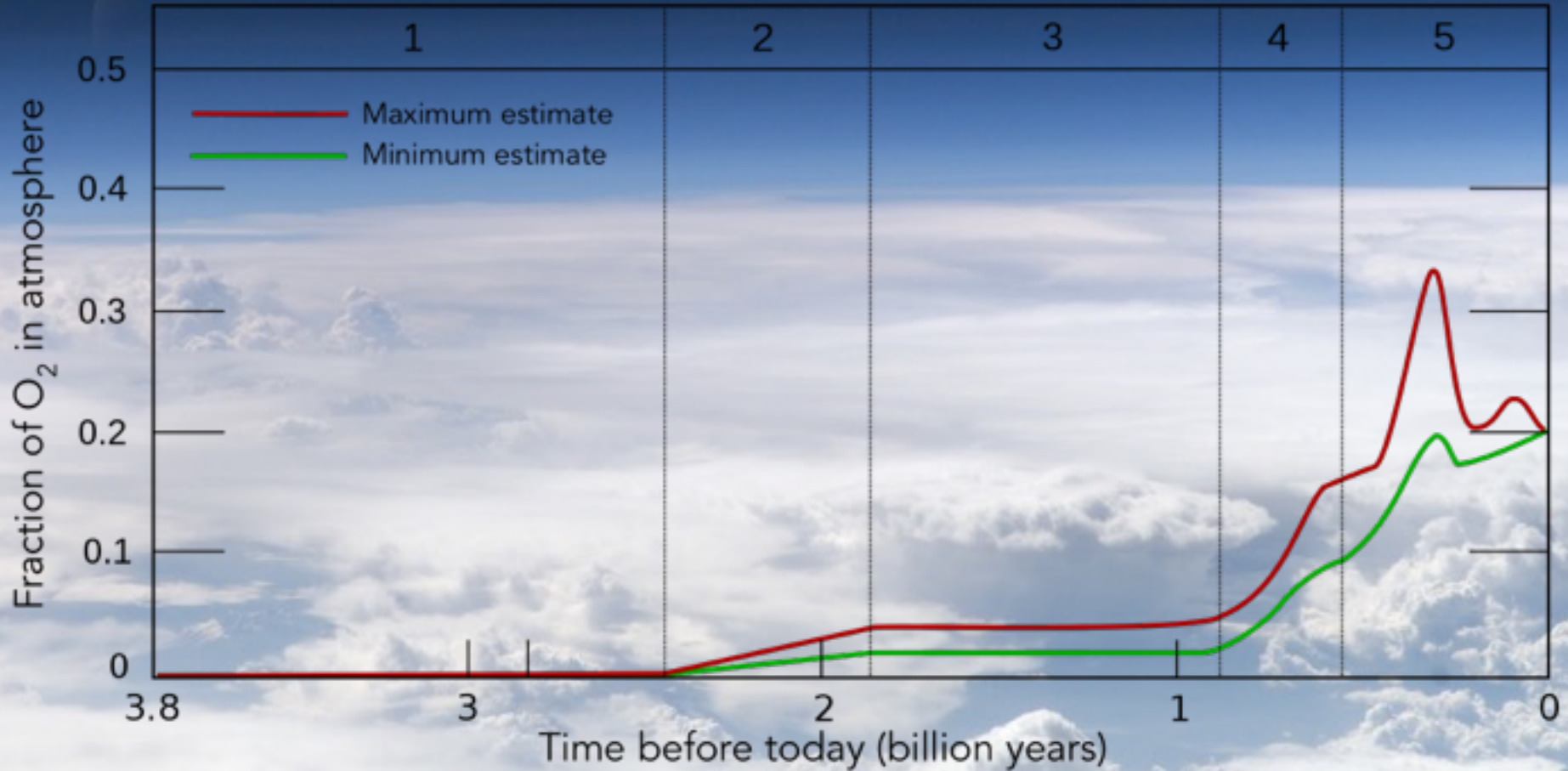


Mød... LUCA!

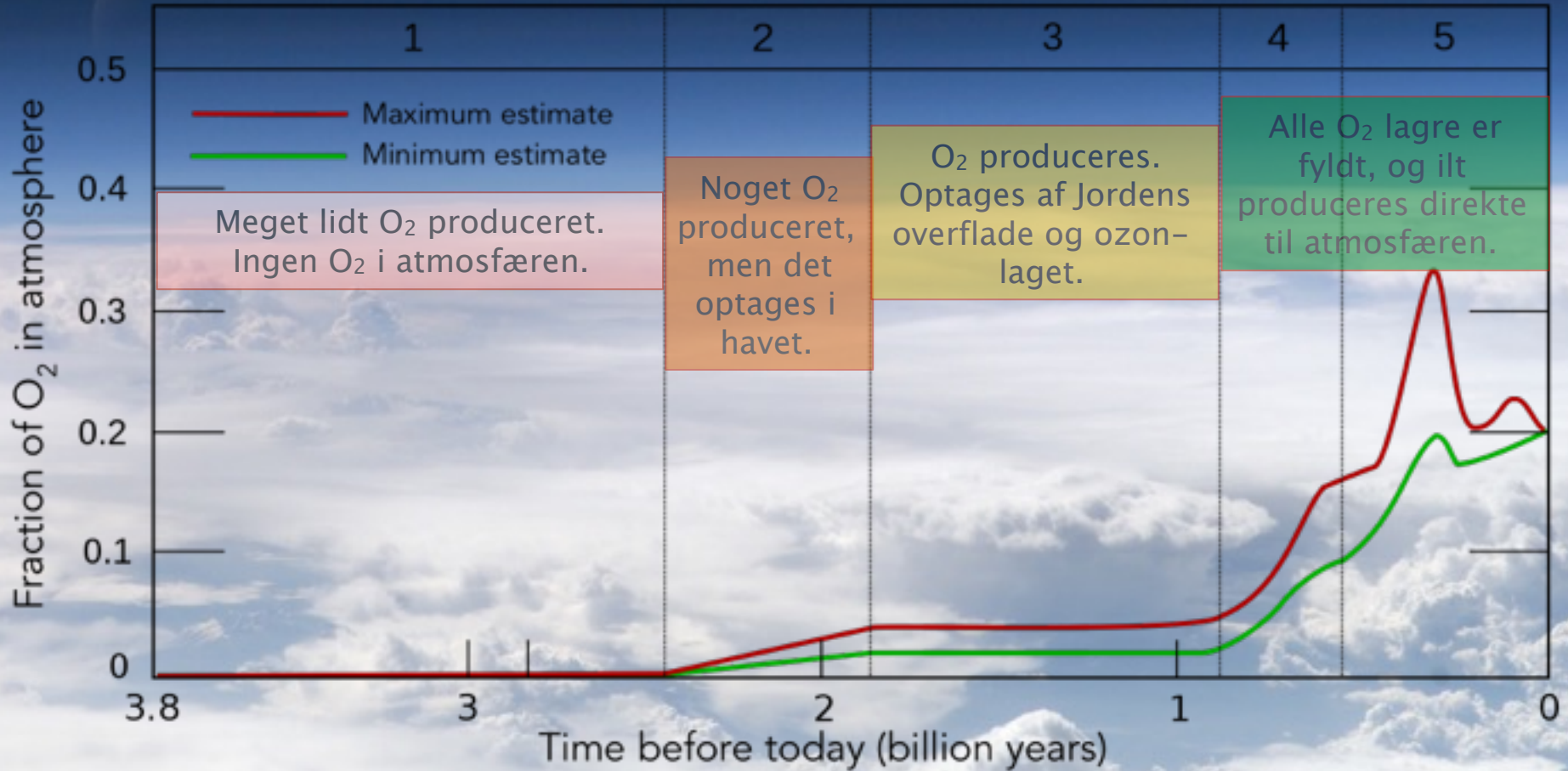


Men disse konklusioner bygger på antagelsen om, at vi har et familietræ uden horisontale genoverførsler mellem archaea og bacteria.

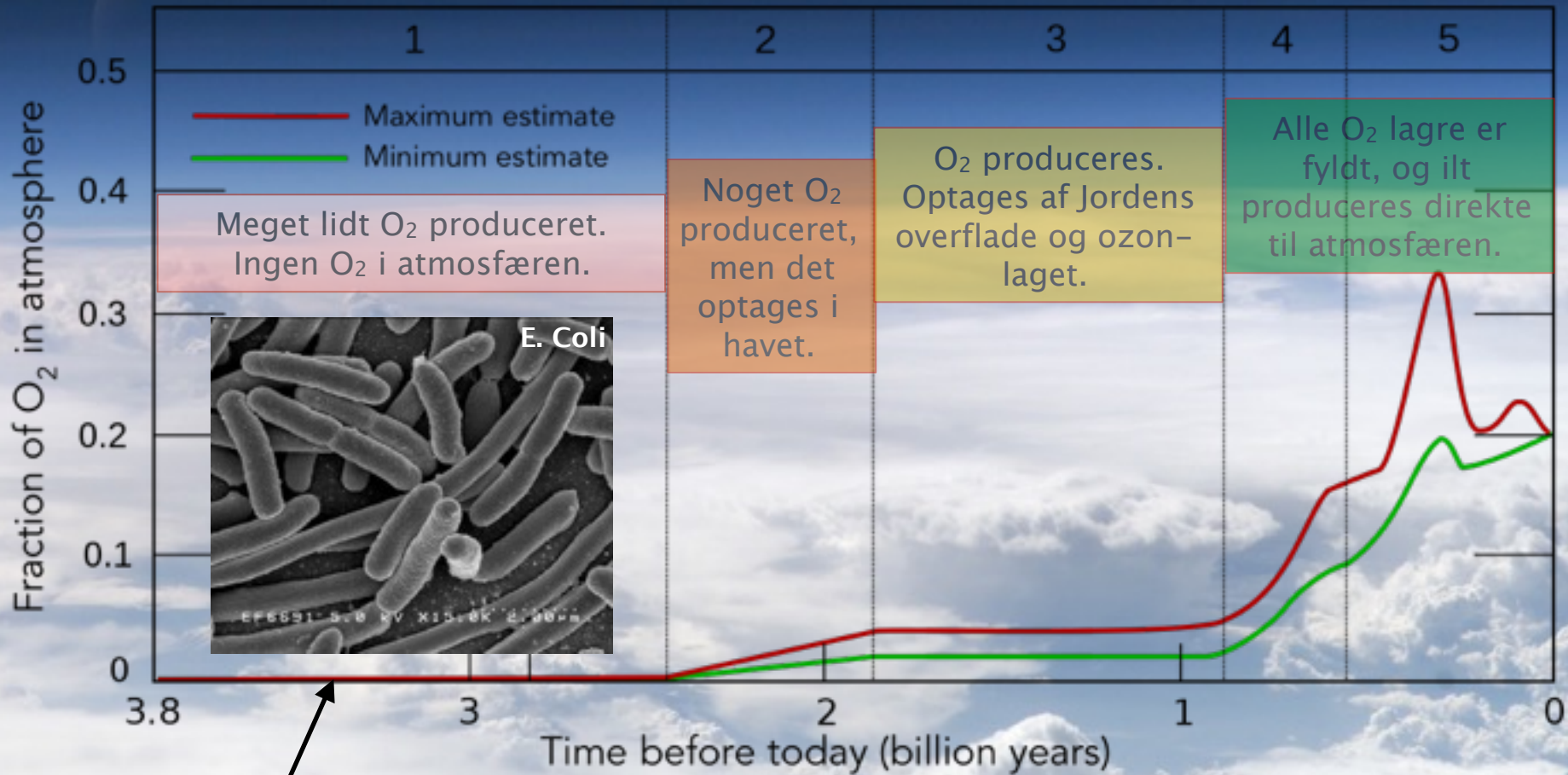
Oxygen i atmosfæren



Oxygen i atmosfæren

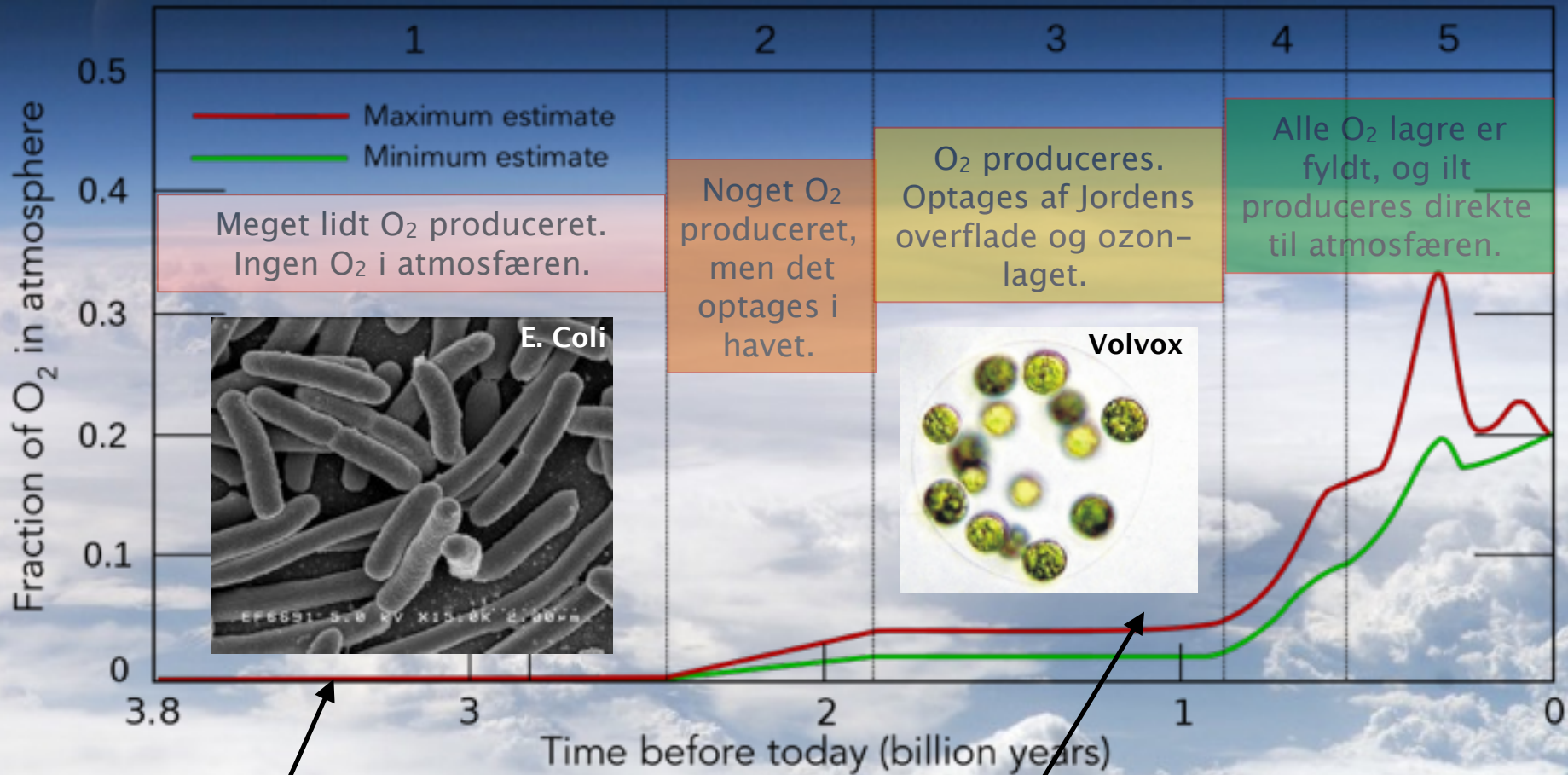


Oxygen i atmosfæren



Kun de simpleste celler eksisterer.

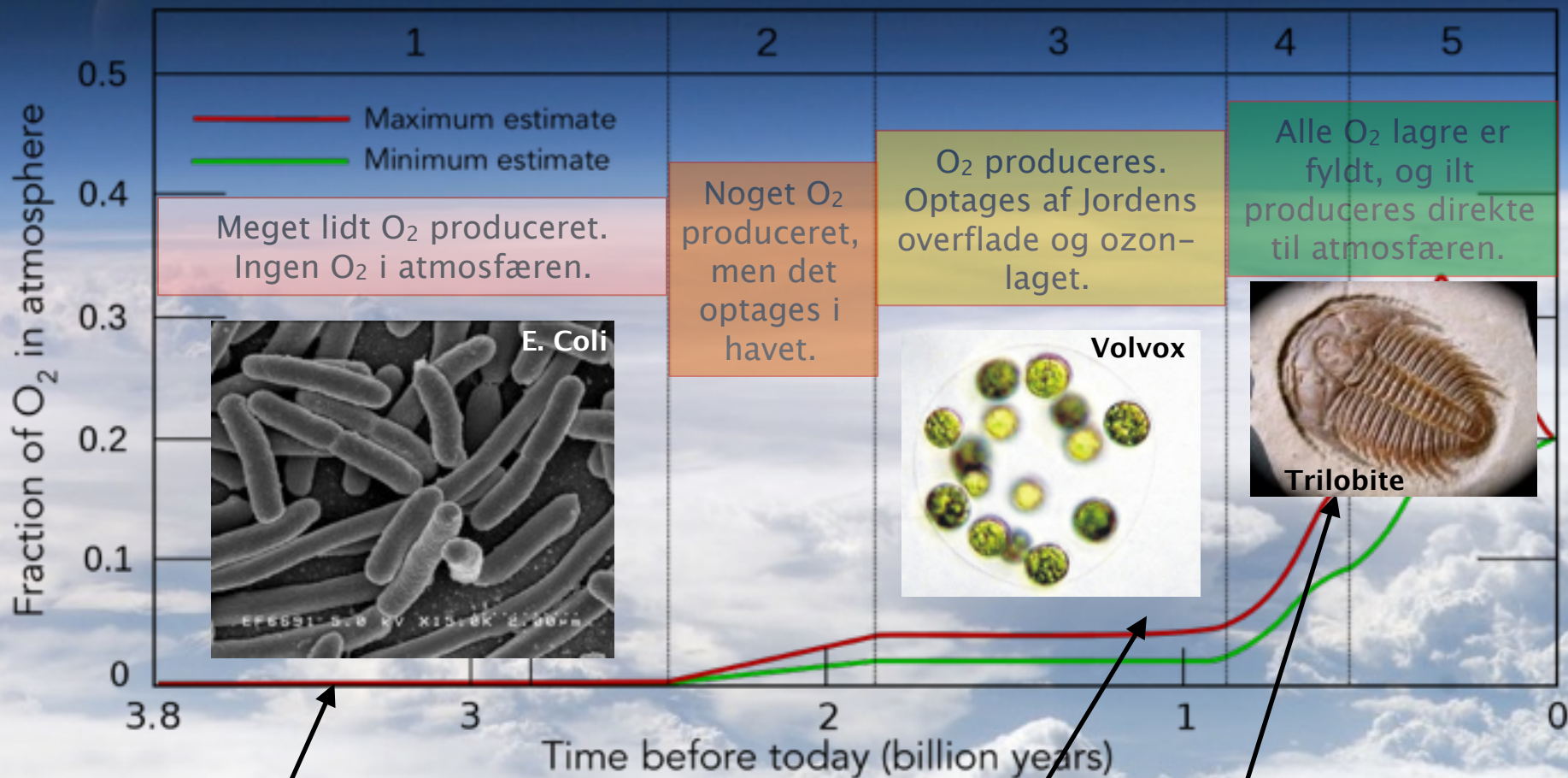
Oxygen i atmosfæren



Kun de simpleste celler eksisterer.

Grundlaget for flercellet liv (Eukaryoter) kommer til.

Oxygen i atmosfæren



Kun de simpleste celler eksisterer.

Grundlaget for flercellet liv (Eukaryoter) kommer til.

Store og avancerede planter/dyr udvikles.

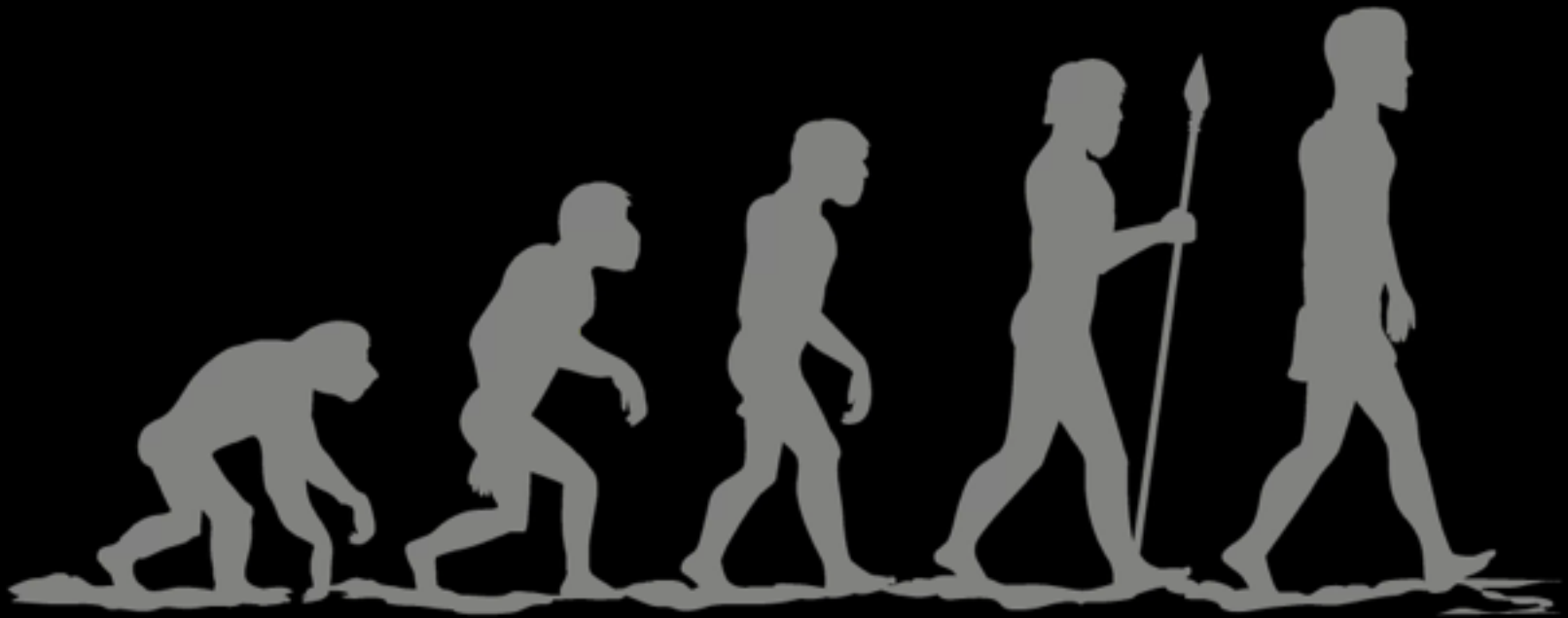
Simpleste multi-cellede organisme

(*Tetrabaena socialis*)



20 μm

Grundlaget for Evolution



Grundlaget for Evolution

Evidence from comparative physiology and biochemistry:

- Genetics
 - ★ Universal biochemical organisation
 - ★ Molecular variance patterns
 - ★ DNA sequencing
 - ★ Proteins
- Examples from comparative physiology and biochemistry:
 - ★ Chromosome 2 in humans
 - ★ Cytochrome c and b
 - ★ Endogenous retroviruses
 - ★ Recent African origin of modern humans

Evidence from comparative anatomy:

- Analogism
- Evolutionary developmental biology and embryonic development
- Homologous structures and divergent (adaptive) evolution
- Nested hierarchies and classification & evolutionary trees
- Vestigial structures
- Specific examples from comparative anatomy

Evidence from paleontology:

- Fossil record
- Examples from paleontology (horse evolution, fish to amphibians transition)

Evidence from biogeography:

- Continental distribution
- Island biogeography
- Ring species
- Examples from biogeography (camel migration, isolation, and distribution)

Evidence from selection:

- Artificial selection and experimental evolution
- Examples from Invertebrates, Microbes, Plants and fungi, Vertebrates,

Evidence from speciation:

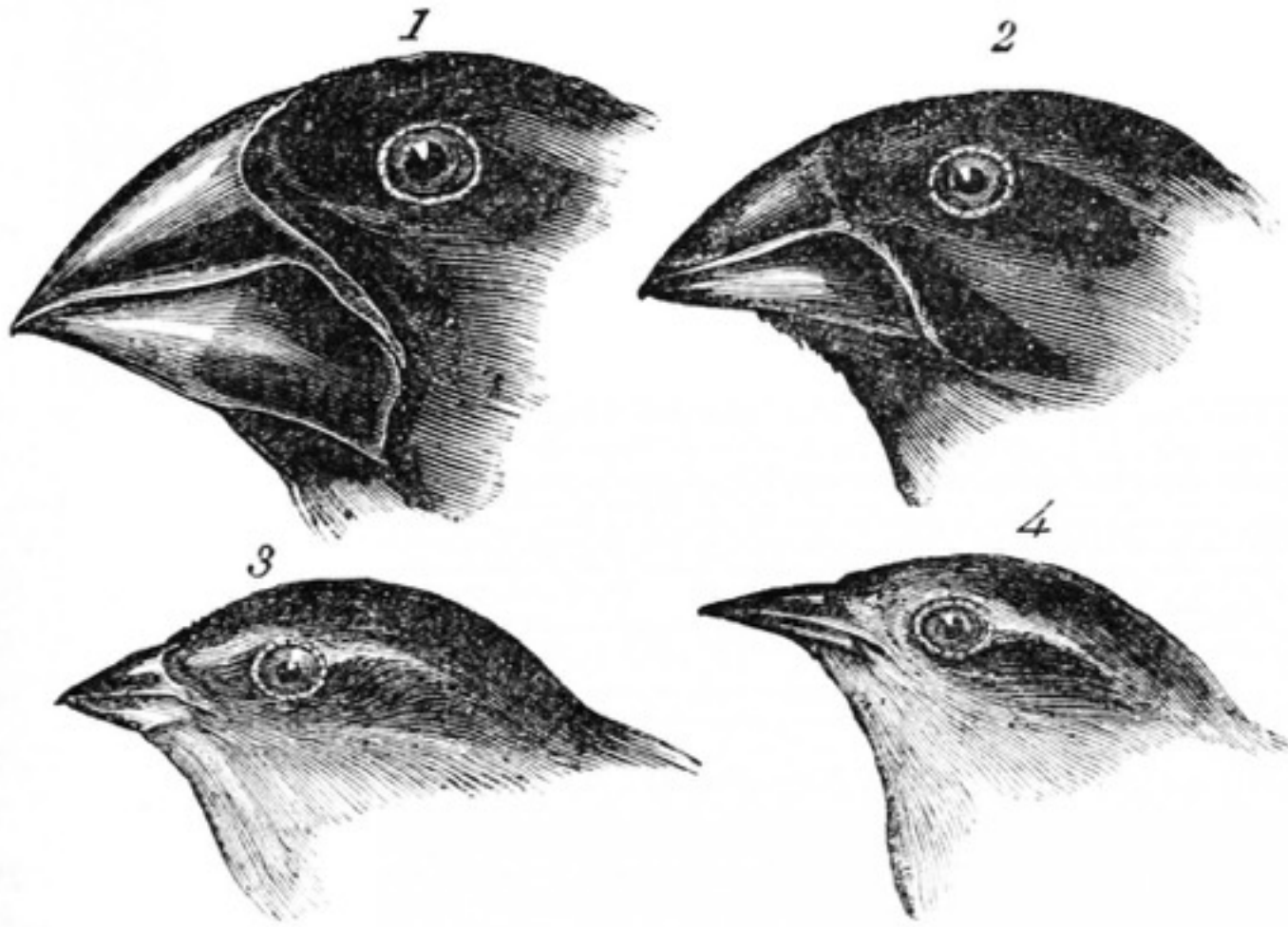
- Fossils
- Examples from Invertebrates, Plants, Vertebrates,

Evidence from coloration:

- Evidence from mimicry and aposematism
- Evidence from camouflage

Evidence from mathematical modeling:

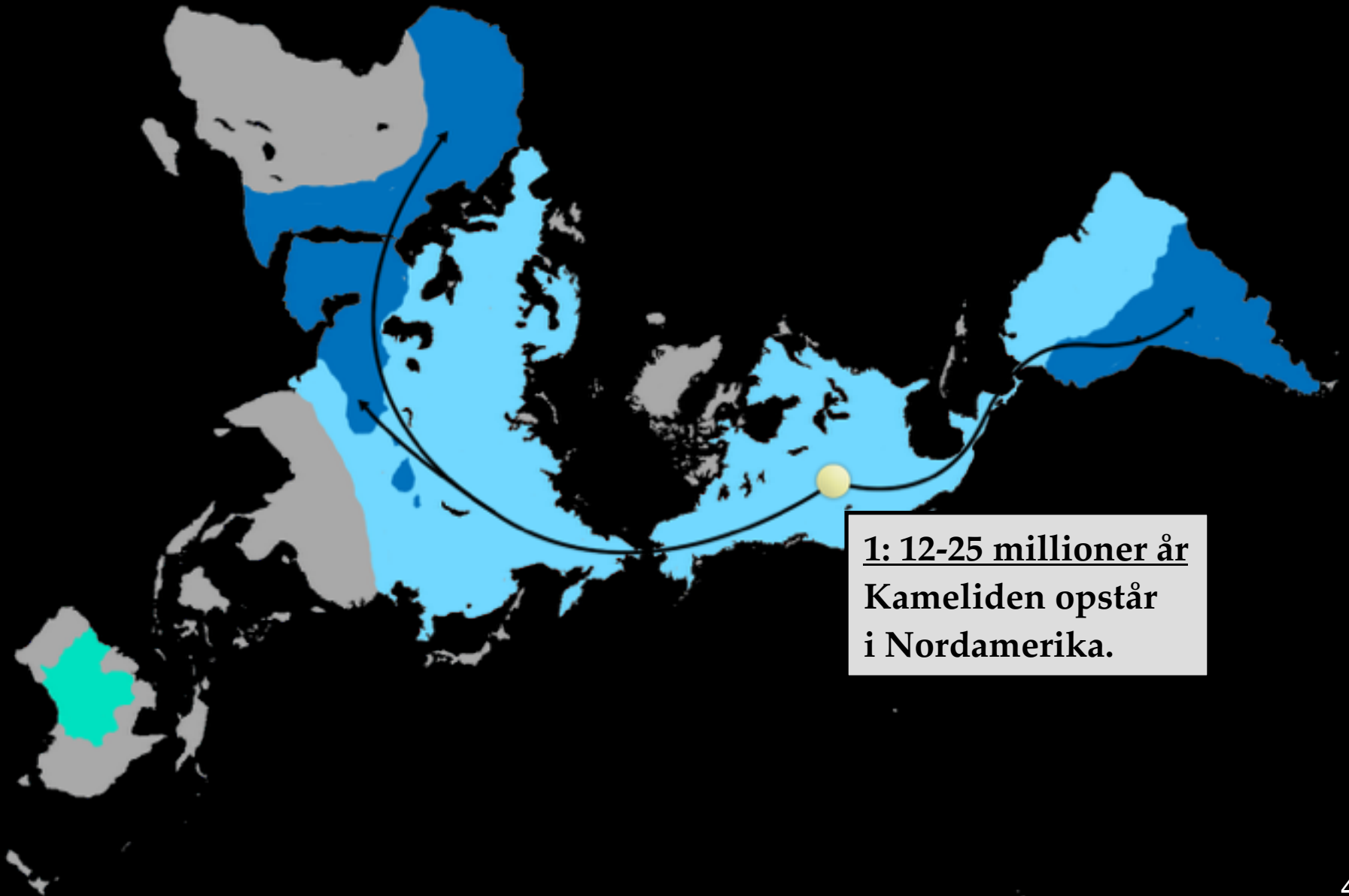
Darwins fincher



1. *Geospiza magnirostris*.
3. *Geospiza parvula*.

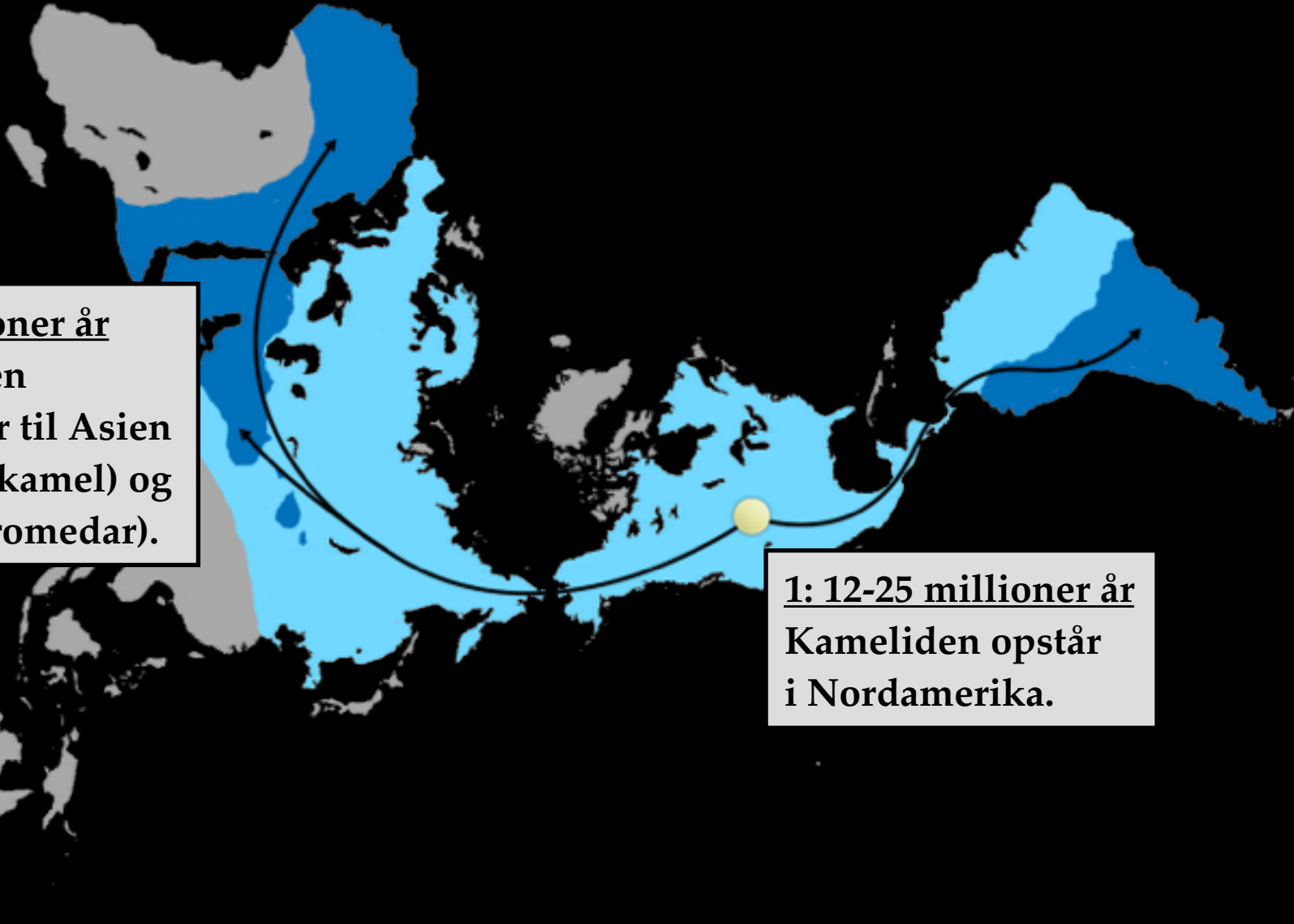
2. *Geospiza fortis*.
4. *Certhidea olivacea*.

Kameliden...



1: 12-25 millioner år
Kameliden opstår
i Nordamerika.

Kameliden...



2: 6 millioner år
Kameliden
udvandrer til Asien
(baktrisk kamel) og
Afrika (dromedar).

1: 12-25 millioner år
Kameliden opstår
i Nordamerika.

Kameliden...

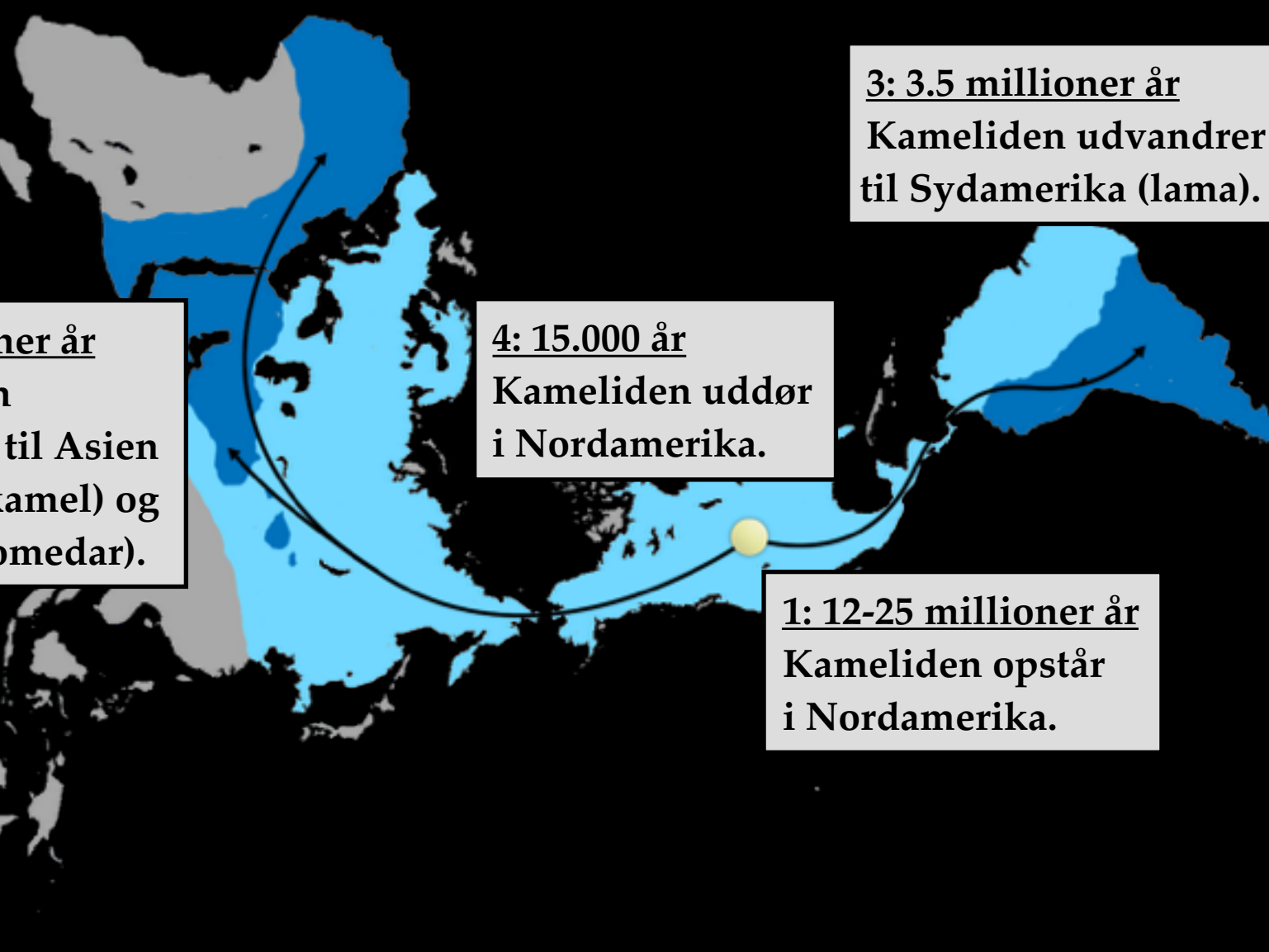


2: 6 millioner år
Kameliden
udvandrer til Asien
(baktrisk kamel) og
Afrika (dromedar).

3: 3.5 millioner år
Kameliden udvandrer
til Sydamerika (lama).

1: 12-25 millioner år
Kameliden opstår
i Nordamerika.

Kamelidens historie...



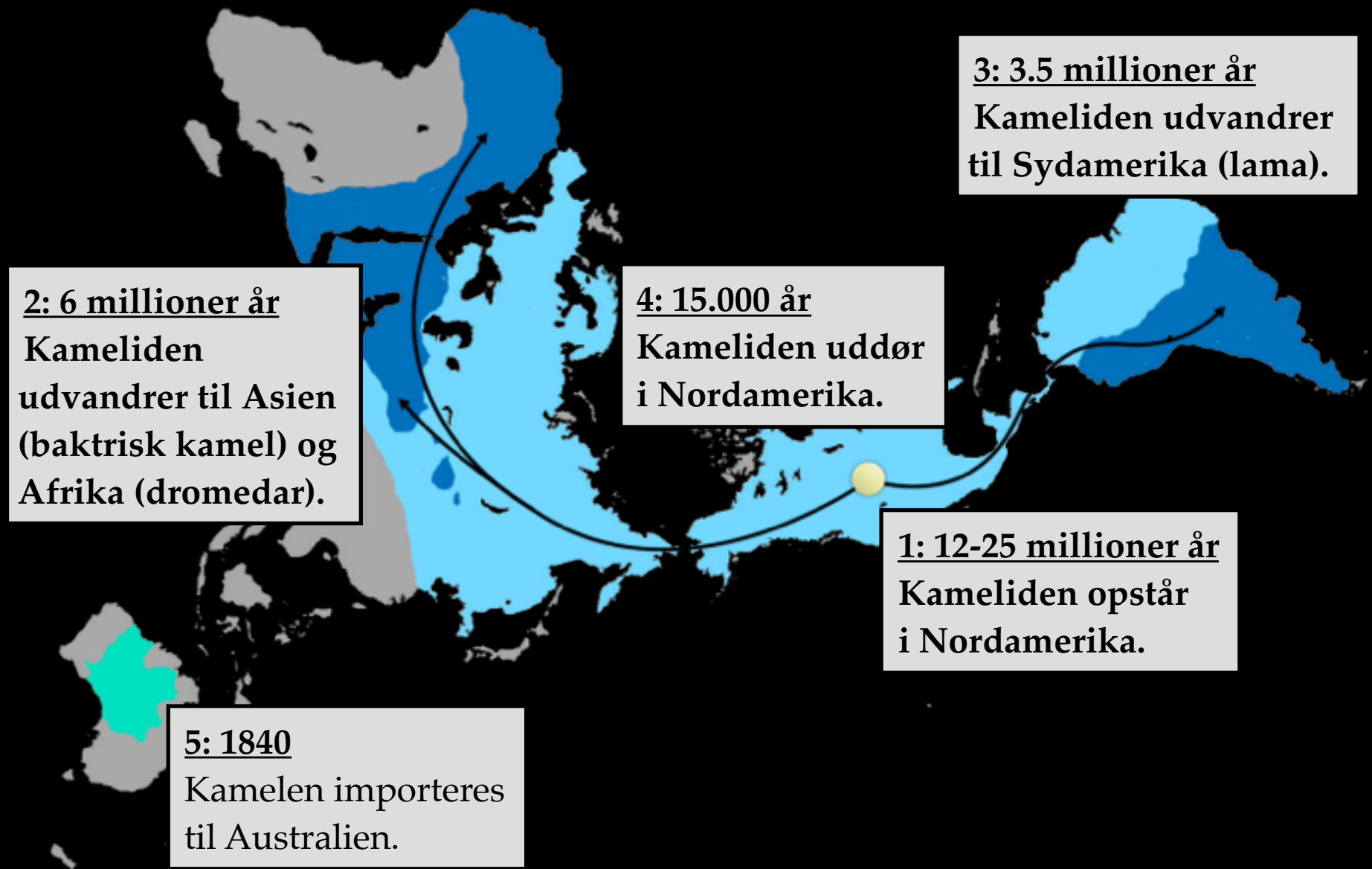
2: 6 millioner år
Kameliden
udvandrer til Asien
(baktrisk kamel) og
Afrika (dromedar).

4: 15.000 år
Kameliden uddør
i Nordamerika.

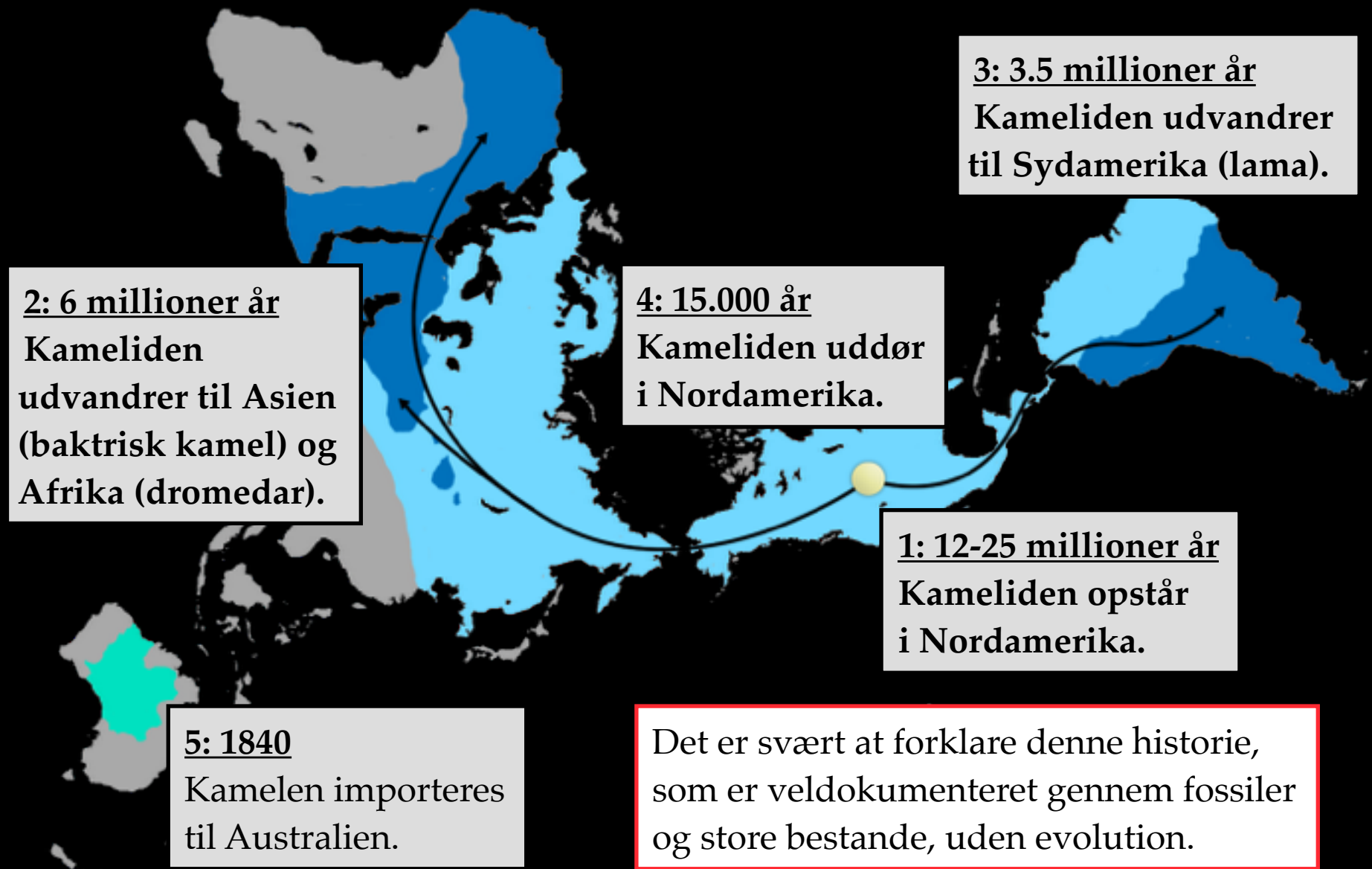
3: 3.5 millioner år
Kameliden udvandrer
til Sydamerika (lama).

1: 12-25 millioner år
Kameliden opstår
i Nordamerika.

Kamelidens historie...



Kamelidens historie...



2: 6 millioner år
Kameliden
udvandrer til Asien
(baktrisk kamel) og
Afrika (dromedar).

4: 15.000 år
Kameliden uddør
i Nordamerika.

3: 3.5 millioner år
Kameliden udvandrer
til Sydamerika (lama).

1: 12-25 millioner år
Kameliden opstår
i Nordamerika.

5: 1840
Kamelen importeres
til Australien.

Det er svært at forklare denne historie,
som er veldokumenteret gennem fossiler
og store bestande, uden evolution.

Pulchra sunt, quae videntur

(skønt er det, vi ser)

pulchriora quae sciuntur

(skønnere det, vi forstår)

longe pulcherrima quae ignorantur

(det man ikke forstår er det skønneste)

[Niels Steensen/Nicolaus Steno, 1673]