



Livets udvikling og masseuddøen Del 2

Jylland for 20 millioner år siden. GEUS, Stefan Sølberg

maj 2020

Sofie Lindström



NORDEA
FONDEN

Vi støtter gode liv

Livet på Jorden har ikke altid set ud som i dag!

Hvad kan vi lære af Jordens og livets forhistorie?

Dinosaurier flygter under skovbrænde under en masseuddøen for 201 millioner år siden i slutningen af den geologiske periode Trias.
GEUS, Stefan Sølberg



Læringspointer del 1

- Jeg kender tre metoder til at undersøge, hvordan livet på Jorden er beslægtet :
 - Darwins evolutionsteori
 - Mendel – genetikens fader
 - Fossiler



Læringspointer del 2

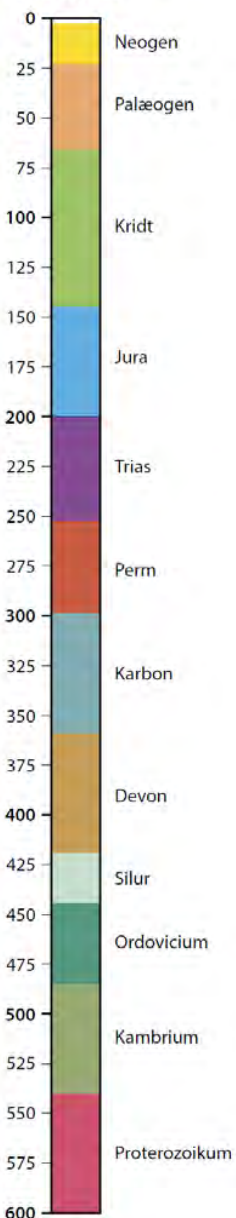
- Jeg kender de store træk omkring livets udvikling på Jorden
- Jeg kender til de fem største masseuddøender og årsager til disse
- Jeg kender til sammenhænge mellem liv, klima og miljø på jorden
- Jeg kan diskutere og perspektivere forhold der har påvirket/påvirker livet på Jorden

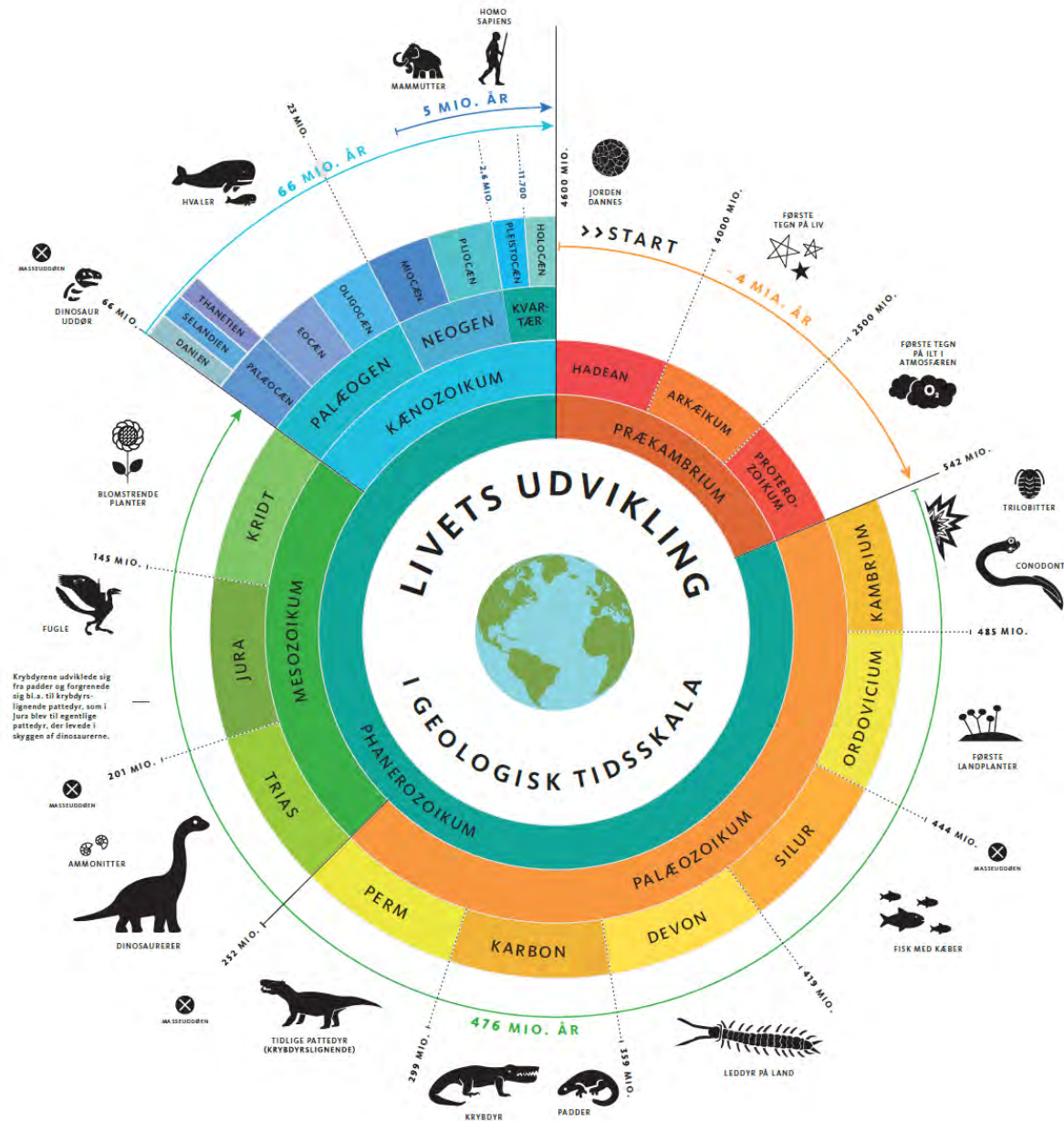
Den geologiske tidskala og livets udvikling

- Jorden er 4.6 milliarder år gammel
- Geologer deler jorden og livets forhistorie ind i forskellige tidsaldre, også kaldet geologiske perioder.
- Til venstre kan I se en tidslinie med de geologiske perioder for de sidste 600 millioner år.
- Man finder rigtig mange fossiler fra de sidste 540 millioner år. Fossilerne finder man i sedimentære bjergarter, såsom lersten, sandsten og kalksten.
- I kan lære om sedimentære bjergarter i *Junior-Geologernes lektion **Bjergartscyklus.***



Tidslinie i mio. år





Den geologiske tidsskale og livets udvikling. Illustration: GEUS

Det tidligste liv

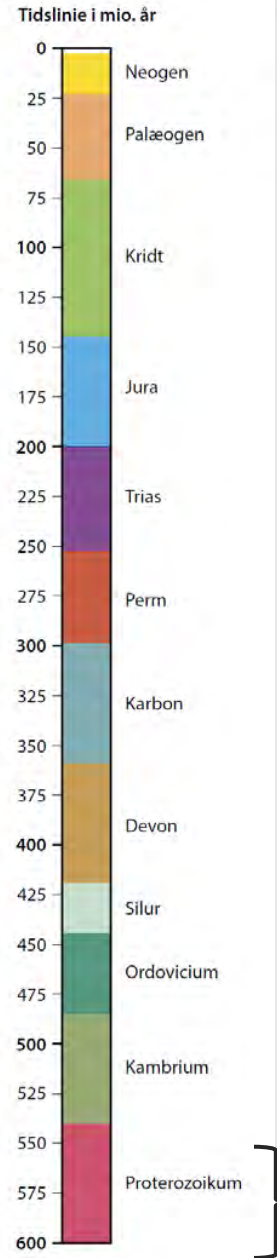
- Det tidligste liv var mikroskopisk.
- Det ældste tegn på liv finder man i bjergarter på Grønland og i Australien i form af 3.5 milliarder år gamle stromatolitter.
- Stromatolitter er mikrobielle måtter, dvs lag af sediment afsat ved kyster, som er blevet klistret sammen cyanobakterier.
- Forfæderen til alle planter er grønalger. De ældste grønalger er 1 milliard år gamle.



Nutidige stromatoliter i Shark Bay, Australien.



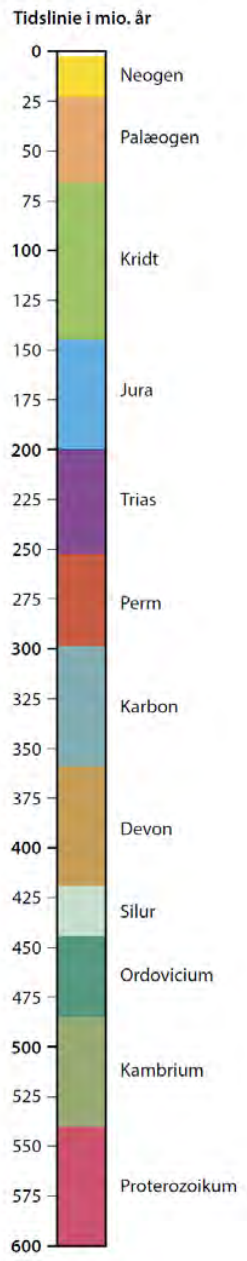
Snit igennem en fossil stromatolit.



På baggrund af de fossiler og spor efter liv man finder i gamle bjergarter, har geologer og palæontologer stykket livets historie sammen.

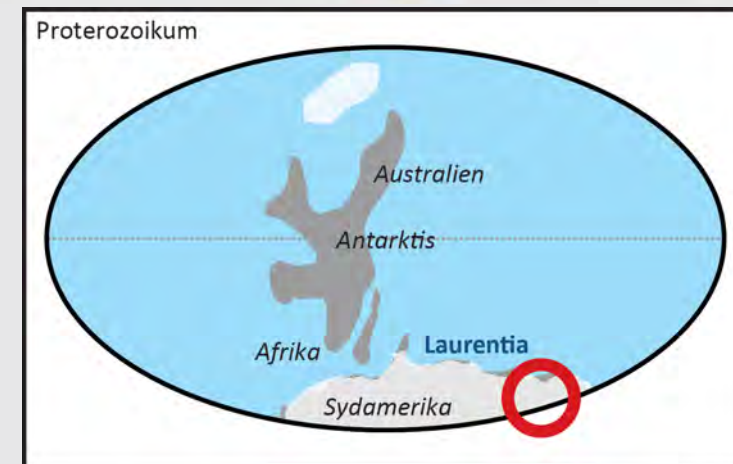
Man har derfor et ret godt indtryk af, hvordan livet gradvist har udviklet sig, siden her kun var mikroskopiske alger og frem til i dag.

I det følgende gennemgås de store træk i livets udvikling, du kan følge med i tidsskalaen til venstre



sen Proterozoikum

- I en lang periode for ~720-635 millioner år siden har jorden måske været dækket helt eller delvist af. Det kaldes for "Snowball Earth".
- Herefter, i Sen Proterozoikum for 635-542 millioner år siden, opstod de første flercellede organismer (metazoer), der var karakteriseret ved at cellerne nu kunne danne forskellige typer af væv. Man kalder gruppen af de første metazoer for Ediacara faunan.
- Fossilerne er dannet som aftryk, da de bare bestod af blødt væv og ikke havde nogle skaldele eller skelet.
- Man finder også de ældste sporfossiler, dvs ikke selve dyret, men et spor, f.eks en gravegang, efter at dyret har været der.



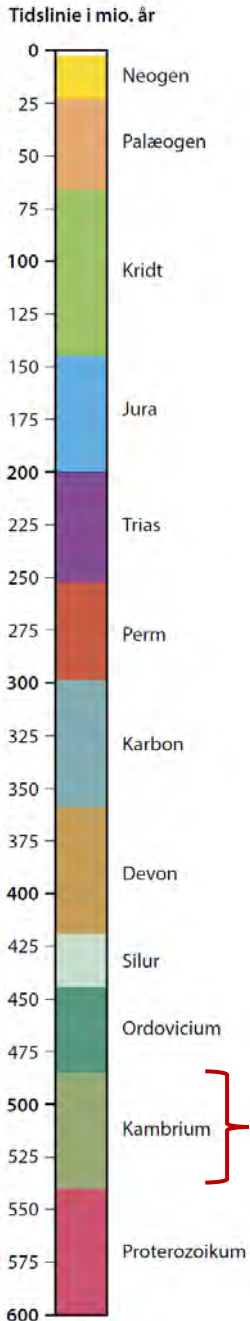
Paleogeografisk kort over verdens kontinenter under Proterozoikum. Den røde ring viser hvor nordvest-Europa befinder sig på kortet.



Spårfossiler fra Ediacara.



Dickinsonia fra Ediacara.

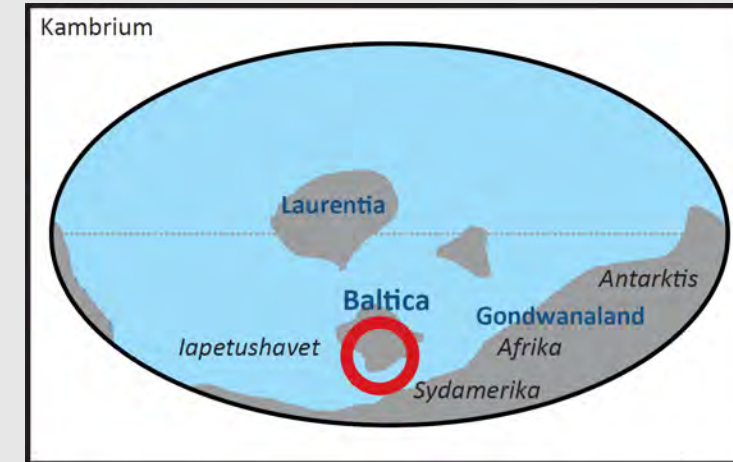


Kambrium – en eksplosion af skalbærende organismer

- Superkontinentet Gondwana, der lå ved sydpolen, var et samlet kontinent bestående af det nuværende Antarktis, Australien, Indien, Afrika og Sydamerika. Dele af kontinentet var oversvømmet af et lavt hav.
- Pludselig opstod mange – og forskellige - dyregrupper med skaller eller exoskelet (et ydre skelet) i dette hav. Dette kaldes for den Kambriske eksplosion:
 - Leddyr, som trilobitter
 - Bløddyr, som muslinger og armfødder (brachiopoder).
 - I Kambrium opstod også det tidligste hvirveldyr (et dyr med en rygrad); konodont-dyret. Konodonten var et ål-lignende rovdyr og man finder dens tænder som fossiler.



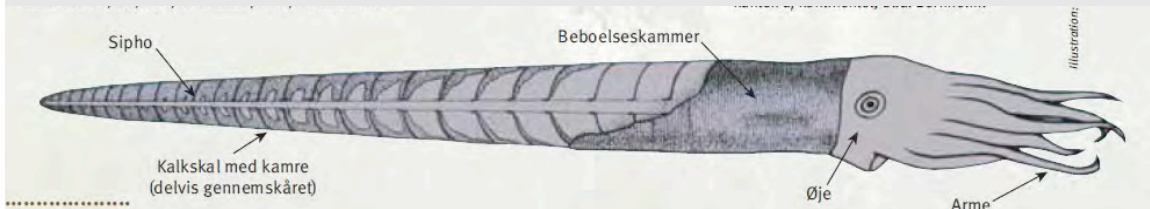
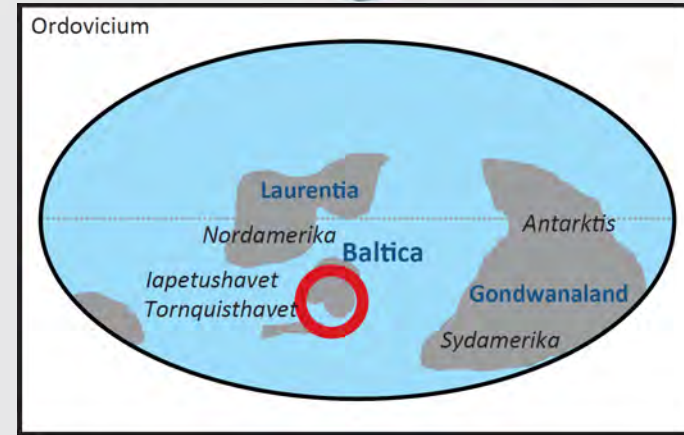
Konodontdyret.



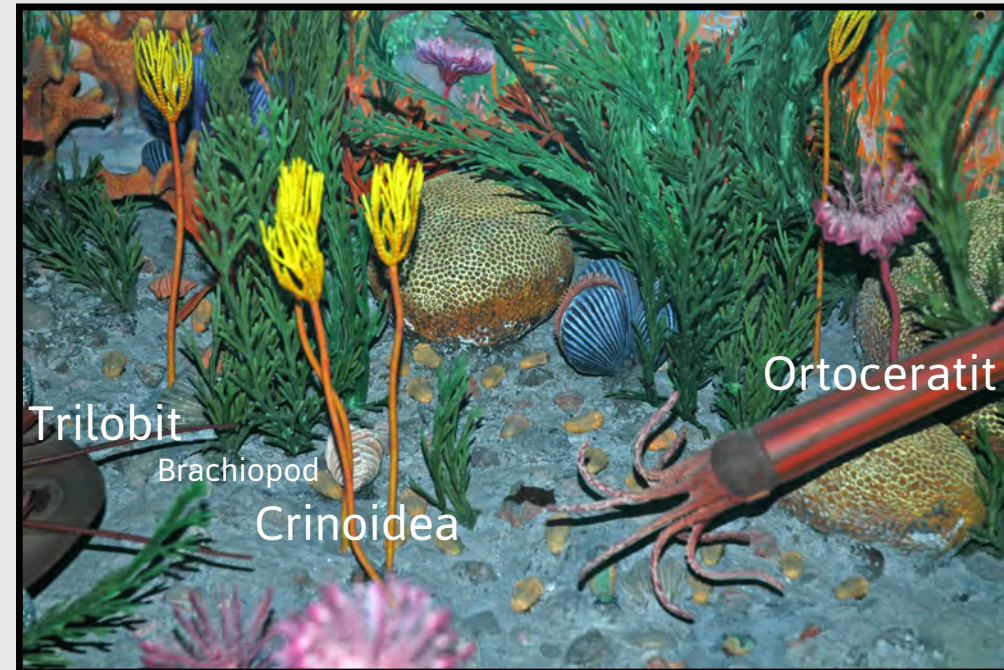
Trilobit
Olenoides_serratus_oblique_with_antennas.

Ordovicium

- Superkontinentet Gondwana bevæger sig tættere på ækvator.
- Blæksprutter er havenes værste rovdyr.
- Der sker en stor udvikling af nye arter indenfor mange gruppe af havlevende dyr.
- I slutningen af Ordovicium dannes en iskappe over de sydlige dele af Gondwana.



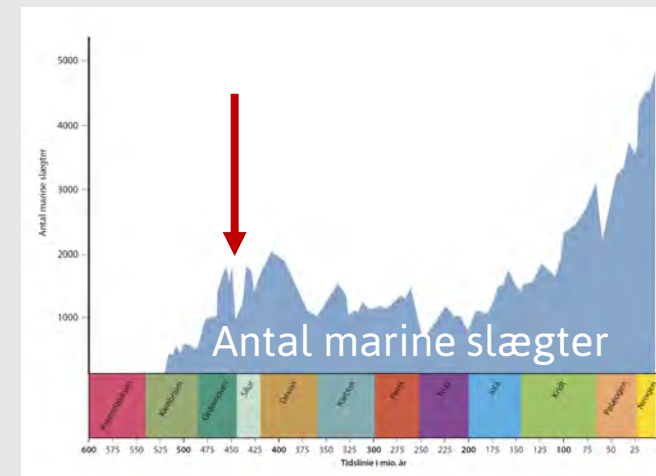
Ortoceratitter var en slags blæksprutter med lange skal. GEUS.



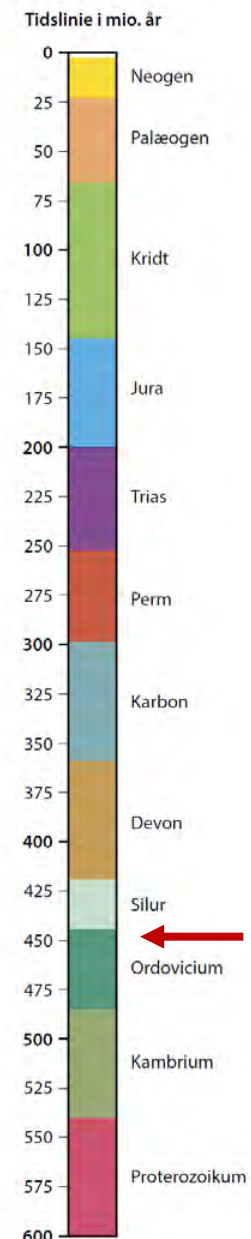
Rekonstruktion af en ordovicisk havbund, med trilobitter, muslinger, brachiopoder, koraller, crinoideer (sø-lilje) og en ortoceratit (blæksprutte).

Den sen-Ordoviciske masseuddøen

- Den første af de fem store kriser i livets historie sker i slutning af Ordovicium:
- Den sen-Ordoviciske masseuddøen, som finder sted i to faser for ca. 445-444 millioner år siden.
- Omkring 60-70% af de marine arter uddør, blandt andet mange muslinger, brachiopoder, pighuder, mosdyr og koraller.
- Forskerne tror at den store uddøen måske skyldes store klimænderinger med nedkøling af planeten.
- Iskappen der var opstået over Gondwana, har fået det globale havniveau til at falde. Det betød at de arter der trivedes i de store områder med lavtliggende hav, pludselig fik mindre plads. Derved blev konkurrencen mellem arterne hårdere.
- Efter den store masseuddøen blev klimaet varmere igen. Iskappen smeltede og det globale havniveau steg igen.

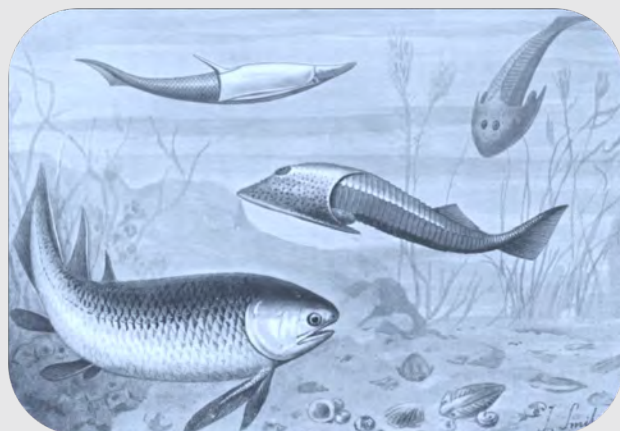
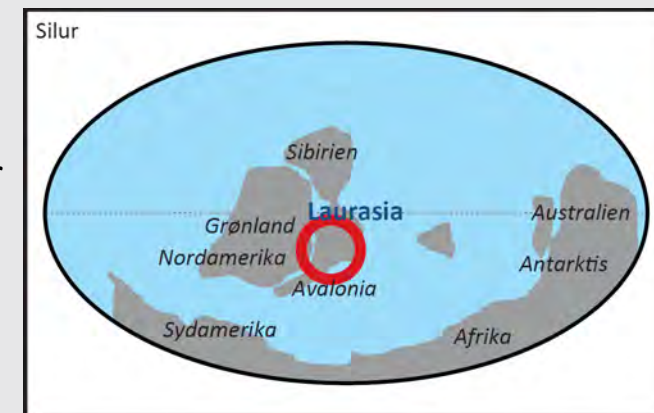


En tredjedel af alle mosdyrs familier uddøde i slutningen af Ordovicium.



Silur

- Laurentia (Nordamerika og Grønland) kolliderer med Baltica (vores kontinentplade) og bjergene i Norden – kaledoniderne – dannes.
- Laurasia (eller Larussia, som andre kalder det) er nu et stort kontinent, der er beliggende ved ækvator og domineret af ørken.
- De første landplanter etablerer sig. De er meget små, kun nogle få cm i højde.
- Samtidig går de første leddyr op på land.
- Fisk udvikler kæber og splitter sig i mange arter. De bliver vigtige rovdyr i havene.



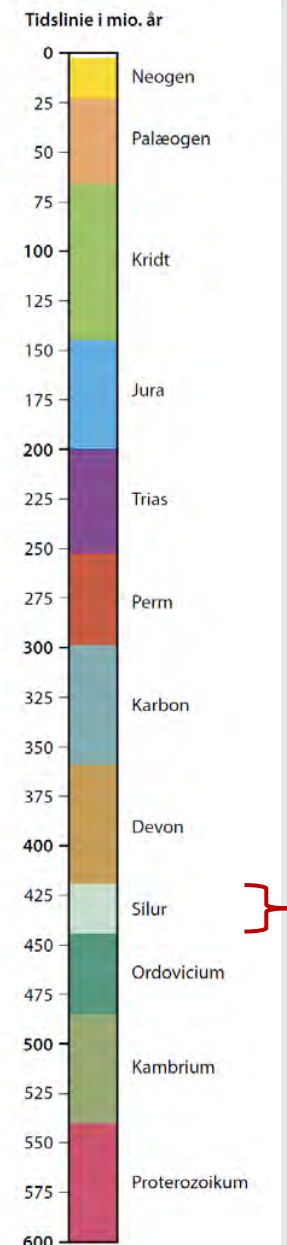
Silure fisk. Joseph Smit (1836-1929), from Nebula to Man, 1905 England



Cooksonia var bare nogle få centimeter høj.



Fossil edderkop.



Jorden før landplanterne– diskuter med din sidemakker!

I dag er store dele af vores jord grøn og luften indeholder tilstrækkelig med ilt, til at vi kan leve hér.

Hvordan tror du miljøet var på jordoverfladen før planterne koloniserede land, dvs. under Silur-tiden?



Jorden før landplanterne!

- Da der ikke var nogen landplanter, så var der heller ikke nogen til at danne jordbunde.
- Der var heller ingen planter til at bremse vinden.
- Da der ikke var nogen rødder til at holde fast på jordoverfladens sedimenter, så ville sand og ler fra forvitrede bjerge:
 - Danne sandstorme
 - Sammen med grus føres med floder, opstået efter store regnskyl
- Jordoverfladen under Silur-tid ville altså have lignet en ørken!

Silur:

- Ilt-niveauet var lavt: ca. 70% af i dag
- CO₂ var ca. 11 x højere

Ørken i
Marokko. Foto:
Gunver K.
Pedersen, GEUS.

En illustration af hvordan Mars ville se ud med vand. Jorden har set ligesådan ud under Silur, hvor der ingen landplanter fandtes endnu.

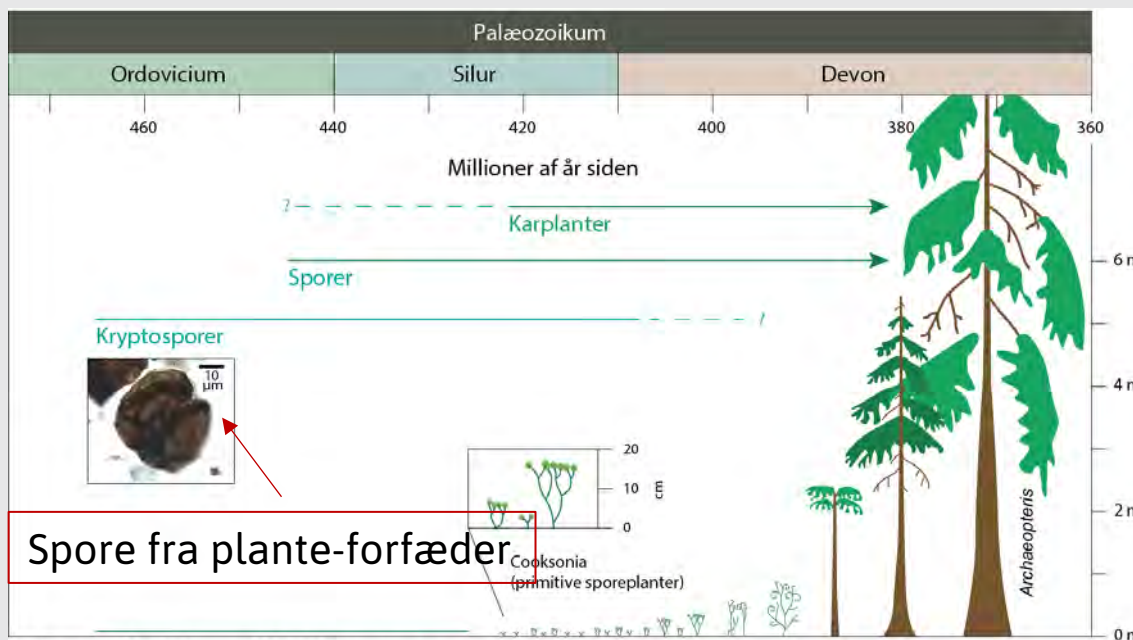


Devon – planterne går på land

- Euramerica (Nordamerika og Baltica) nærmer sig Gondwana..
- Planter koloniserer endnu mere land. De udvikler mere komplicerede rødder, til at sikre sig en bedre vandforsyning og for at kunne stå bedre fast i jorden.
- CO₂-niveauet falder, da planterne bruger løs af atmosfærens CO₂. Tilgængæld begynder Ilt-niveauet i atmosfæren nu at stige!
- Det første "træ" Archaeopteris, kunne blive 30 m høj.



- Ilt-niveauet var kun c. 75% af nutidens
- CO₂ var c. 8 x højere



Spore fra plante-forfæder



Rekonstruktion af Archaeopteris. Estonian Museum of Natural

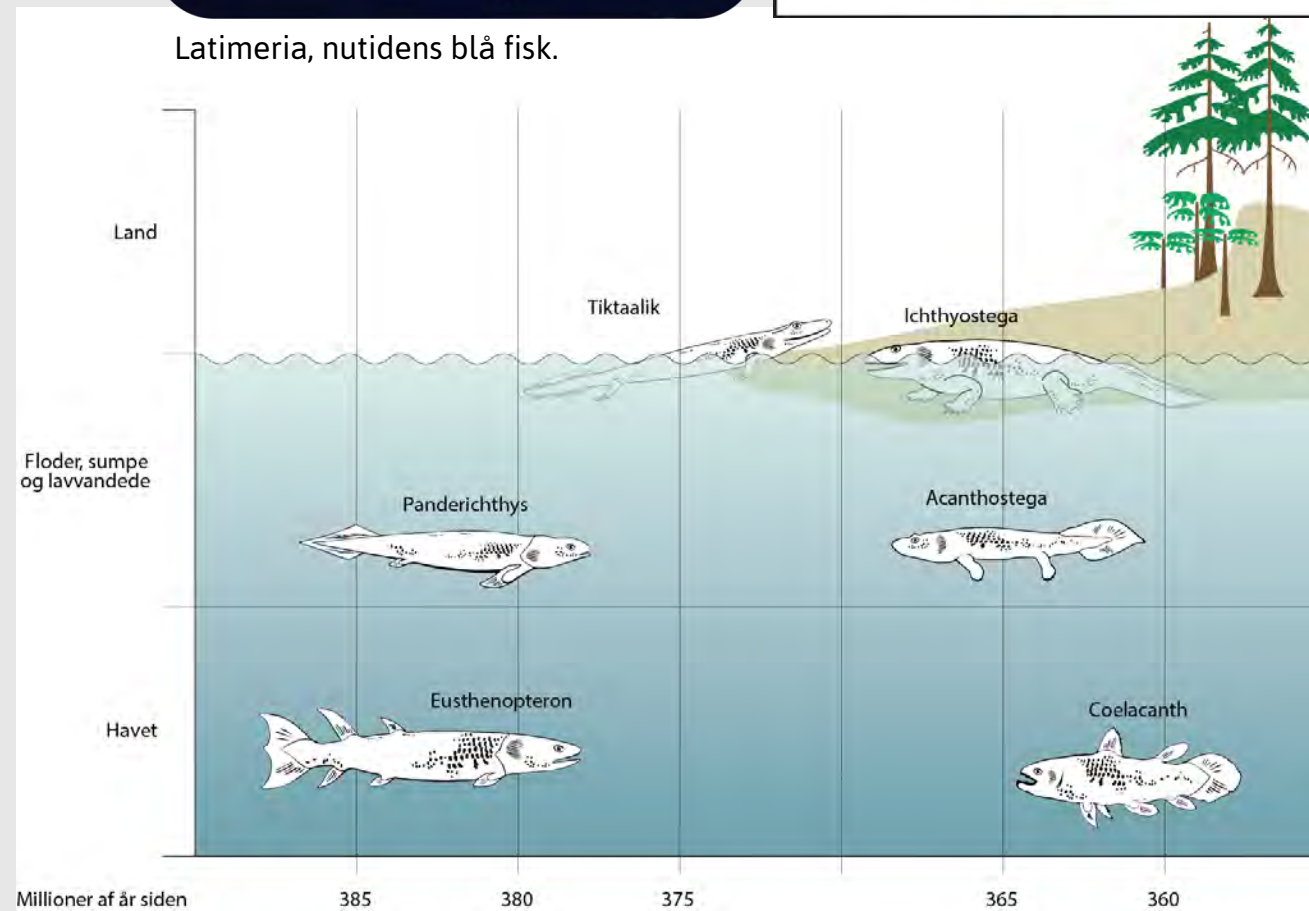
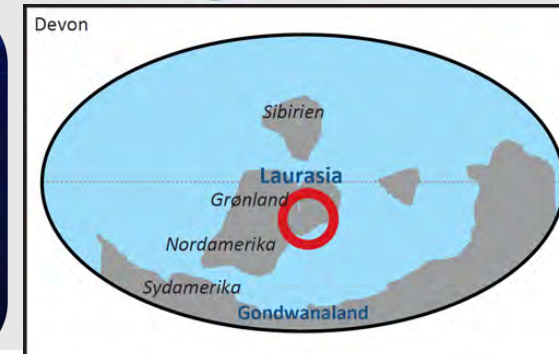
Kryptospore foto: PhilSteen / CC BY-SA (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0>)
 Illustration: GEUS efter en forlag af Ms Gemma Spaak, Curtin University

Devon – hvirveldyrene følger med op på land

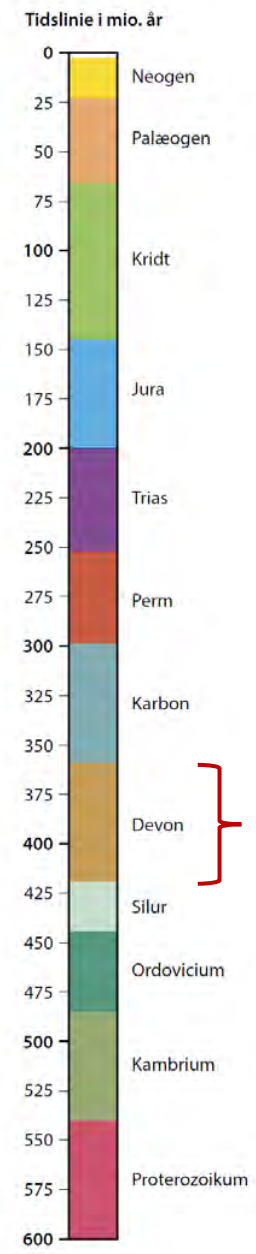
- Nogle af fiskerne udviklede robuste finner, hvilket gav dem mulighed for at udforske landjorden, f.eks. Tiktaalik og Ichthyostega.
- Amfibierne udvikles.
- Den blå fisk, Latimeria, kaldes tit for et levende fossil. Det skyldes at den ikke har forandret sig siden sen Devon.
- I sen Devon var land koloniseret af planter og insekter.
- I havene fandtes store rev opbygget af koraller og stromatoporoideer (kolonibyggede havsvampe).



Latimeria, nutidens blå fisk.

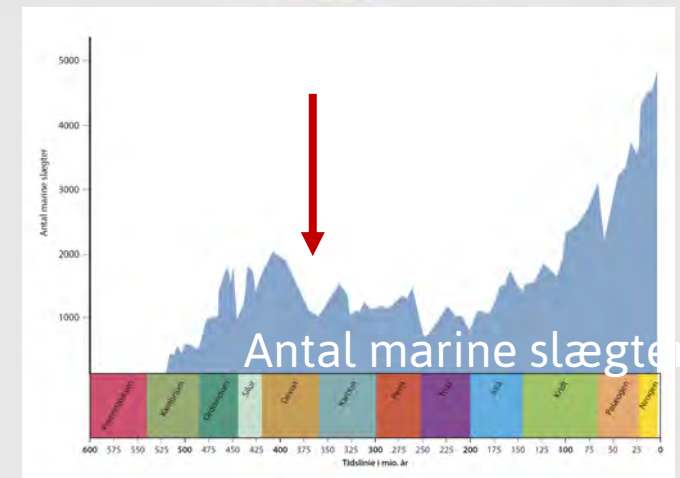


GEUS efter oplæg af Dave Souza.



Den sen-Devone masseuddøen

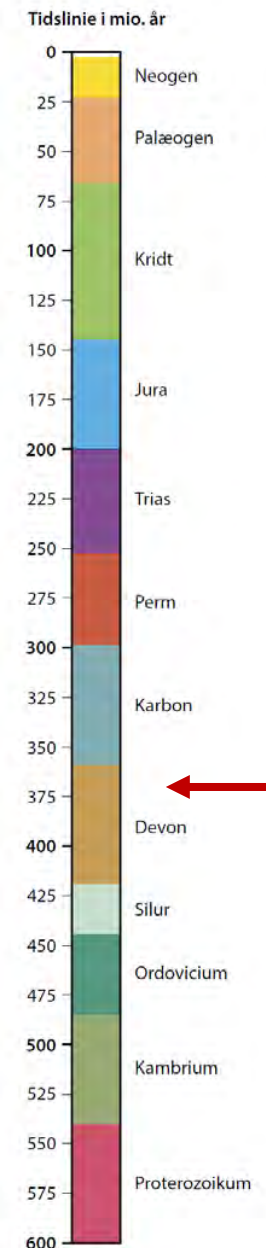
- For ~372 millioner år siden fandt den sen-Devone Masseuddøen sted.
- Den skyldes store klimaændringer med global opvarmning og udbredt iltmangel i de lavtliggende havområder.
- ~70% af alle arter uddøde. Det gik særlig hårdt ud over revbyggende organismer f.eks. mange koraller og stromatoporoidéer.
- Den sen-Devone masseuddøen falder tidsmæssigt sammen med episoder med storskala vulkanisme i Sibirien og Rusland. Dermed kan klimaændringerne muligvis skyldes udslip af drivhusgasser.



Et stykke devon stromatoporoid rev

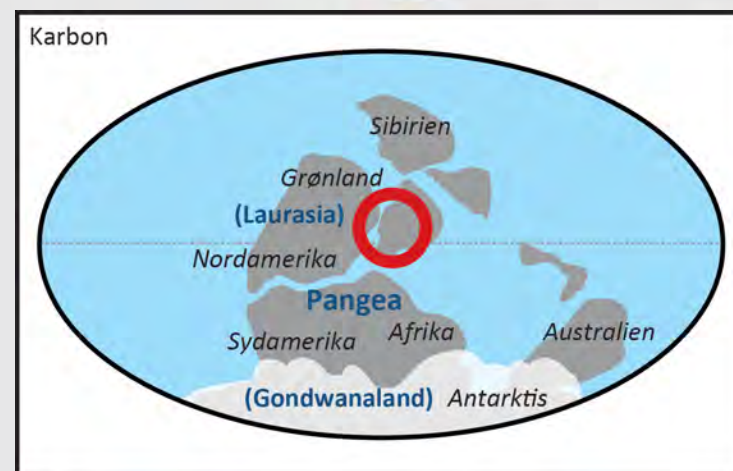


Tiktaliik.



Karbon – sumpskove og istid

- Nu udvikles træerne videre og dannede store sumpskove omkring ækvator. Disse træer blev med tiden til tørv og senere tykke kullag.
- Amfibierne og insekterne stortrivedes under Karbon.
- Skovene optog meget af atmosfærens CO₂. Den lavere drivhuseffekt betød at det globale klima gradvis blev koldere i løbet af Karbon.
- Det resulterede i, at store iskapper ved sydpolen dækkede store dele af Gondwana.
- Det koldere klima fik sumpskovene til at kollapse og ørken bredte sig ved Ækvator.



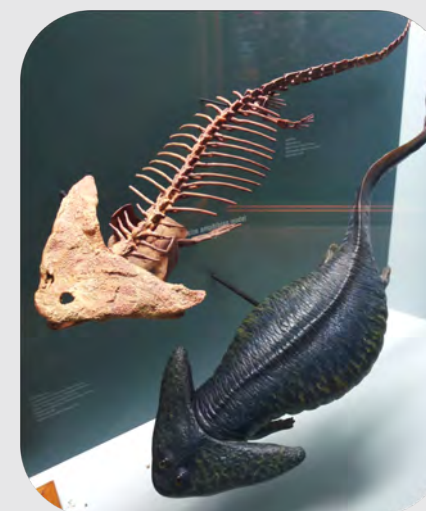
- Ilt-niveauet var ca. 160% af nutidens
- CO₂ var ca. 2 x højere



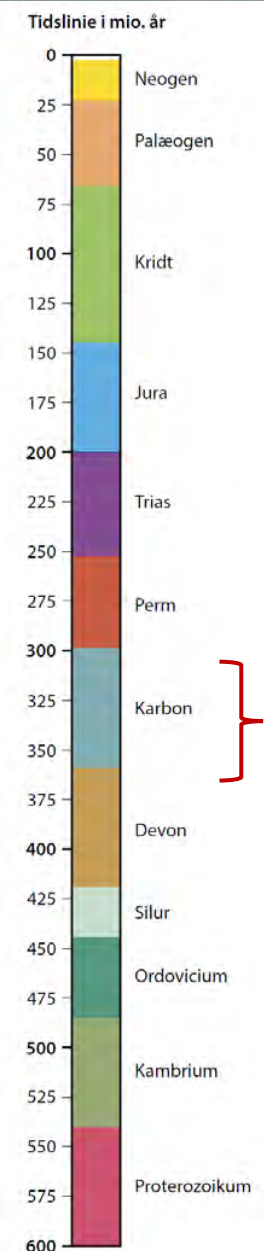
Meganeura, en guldsmed, kunne blive 0.5 m lang og 0.75 m over vingerne.



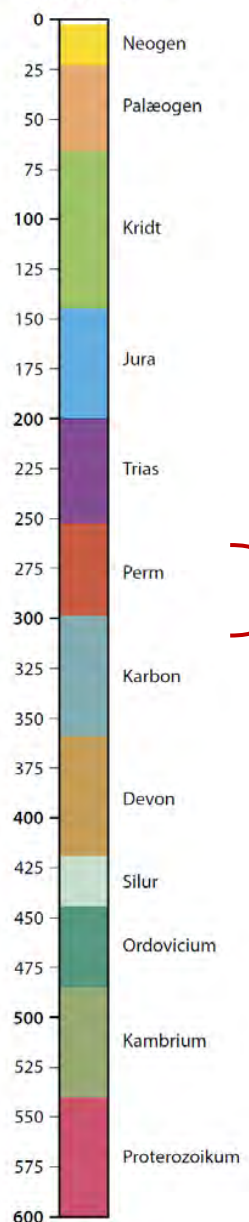
Karbonske fossile planterester i en kulstofholdig lersten.



Diplocaulus – et karbon amfibiedyr, skelet og model

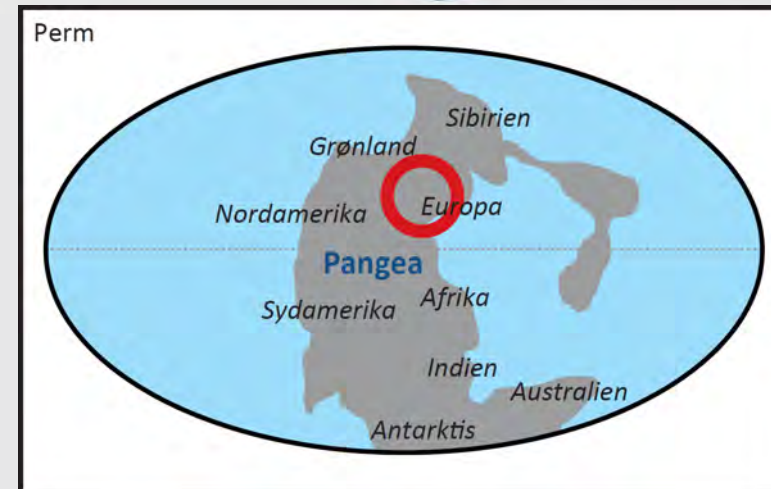


Tidslinie i mio. år



Perm

- I Tidlig Perm var der stadigvæk en iskappe på Sydpolen.
- Alle kontinenterne var samlet til et stort superkontinent – Pangea.
- I de store indlandsområder omkring Ækvator, må planter og dyr tilpasse sig de meget tørre forhold.
- Krybdyr udvikler sig til mange nye arter.
- I Gondwana er Glossopteris – et frøbregnetræ – den mest dominerende plante. Gymnospermer danner mange nye arter.
- Ved slutningen af Perm-tiden rammes livet af den største masseuddøen vi kender.



- Ilt-niveauet var ca. 115% af nutidens
- CO₂ var > 2 x højere



Antheosaurus, et perm rovdyr.



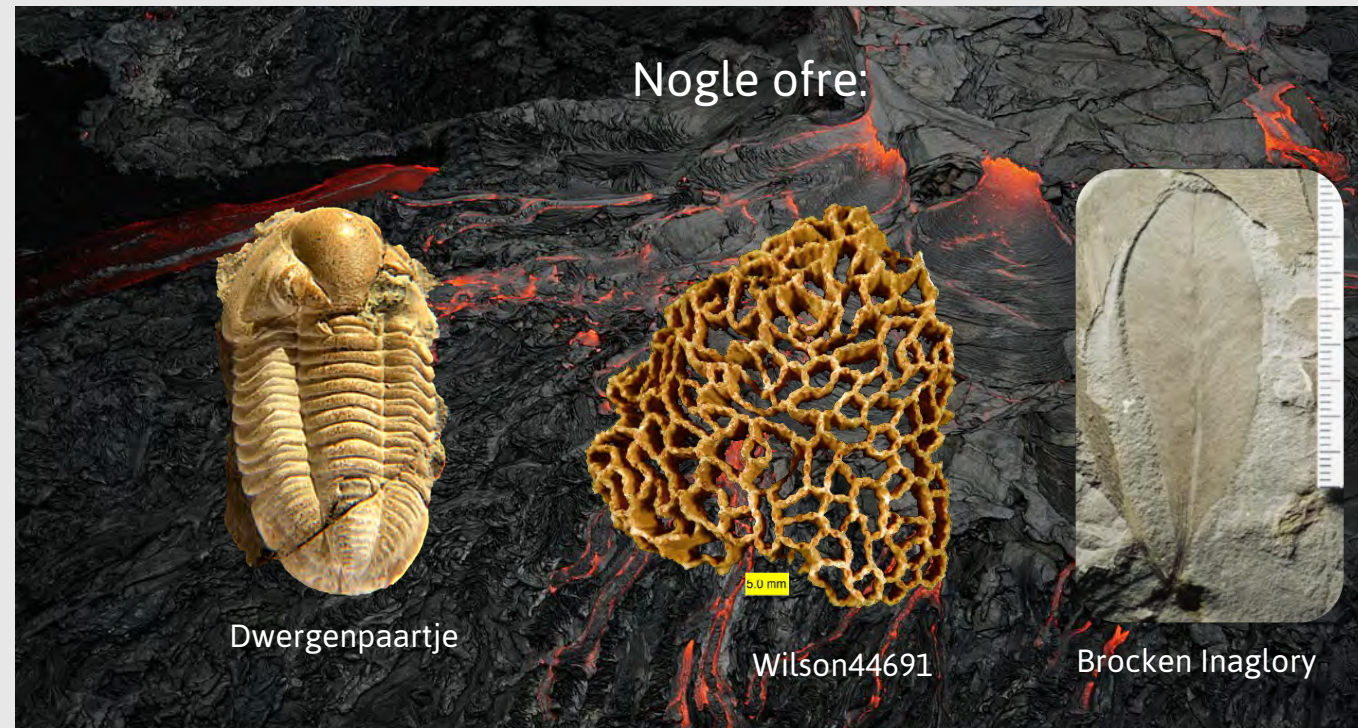
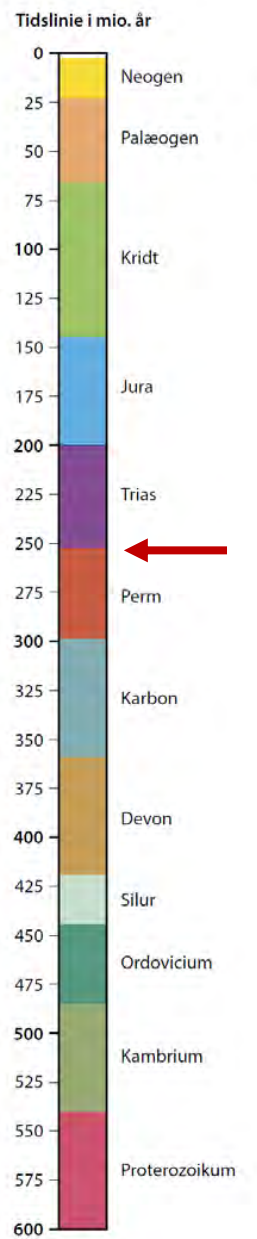
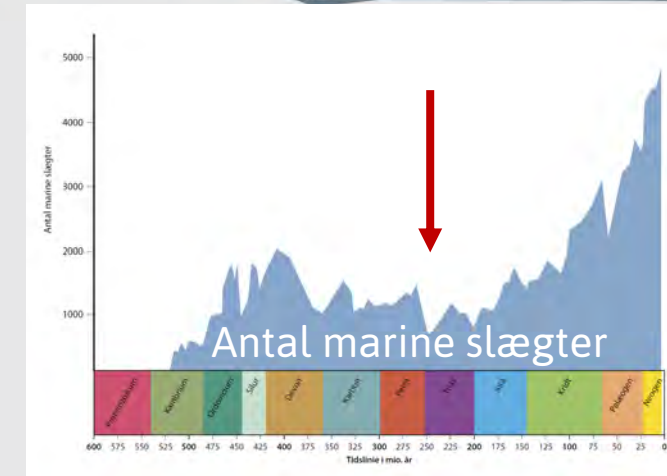
Mesosaurus var et reptile, der levede i havet tæt på kysten. Fossiler er fundet i Sydamerika og Afrika.



Glossopteris blad fra Australien.

Perm-Trias masseuddøen

- I slutningen af Perm tiden for 252 millioner år siden fandt den værste krise i livets historie sted.
- ~95% af alle arter uddøde
- Årsagen var omfattende og langvarig vulkanisme i Sibirien, der udledte enorme mængder af kuldioxid og andre gasser
- Konsekvenser:
 - global opvarmning
 - store klimaændringer
 - forsuring af hav
 - Ringe leveforhold i lavtliggende have
- Nogle af ofrene var:
 - Trilobitterne
 - Glossopteris-træerne
 - Mange koraller
 - Mange reptiler



Tidlig Trias – efter den store krise

- Efter den store masseuddøen i slutningen af Perm, er forholdene på jorden svære i tidlig Trias.
- Der fandtes ikke nogen rev i havene, og ikke nogen regnskove eller vådområder.
- Global opvarmning gav så høje temperaturer, at meget få organismer kunne leve i de tropiske hav.
- Ørken var udbredt over store dele af jorden og i en periode fandt man kun skove nær polerne.

- Ilt-niveauet var c. 80% af nutidens
- CO₂ var > 4 x højere



Lystrosaurus, en c. 0,7 m lang landlevende planteædende reptil var en af overleverne. Fossiler af den er fundet i Afrika, på Madagaskar, i Indien og på Antarktis.

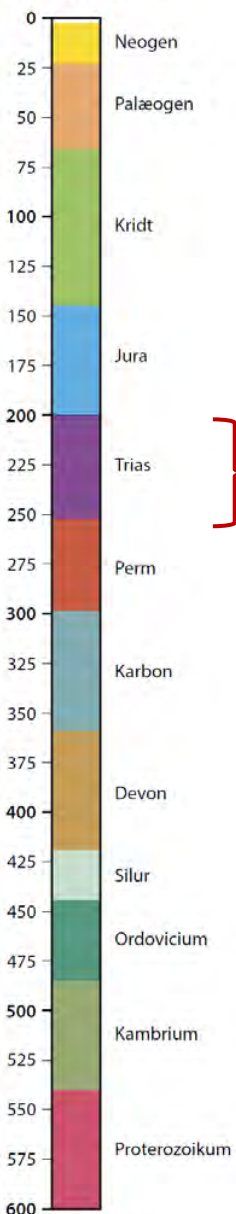


Cynognathus, en c. 3 m lang landlevende kødædende reptil. Fossiler af den er fundet i Sydamerika, Afrika og Antarktis.



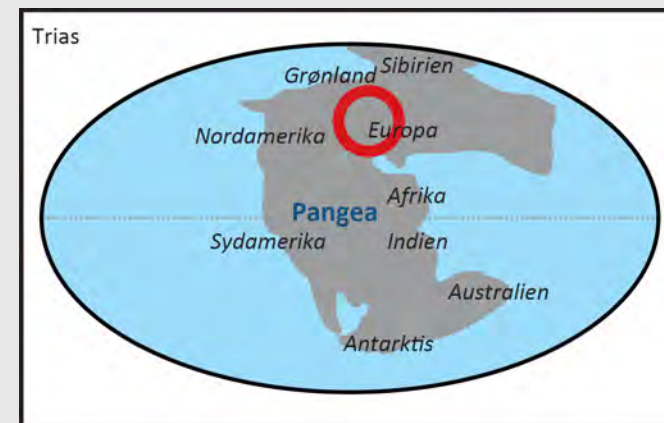
Moenkopi Formation redbeds (Lower Triassic) Utah.

Tidslinie i mio. år



Trias – fiskøgler, dinosaurer og pattedyr

- Nogle af de landlevende reptiler vendte tilbage til havet og fiskeøgler (hvaløgler) udvikles. De føder levende unger.
- I midten af Trias begynder der at brede sig skove, på nær i de indre dele af Pangea, hvor der stadigvæk var ørken med planter tilpasset til tørt klima.
- Dinosaurerne udvikles.
- Vores forfædre, pattedyrene, udvikles. De var dog stadigvæk små og sandsynligvis kun aktive om natten.



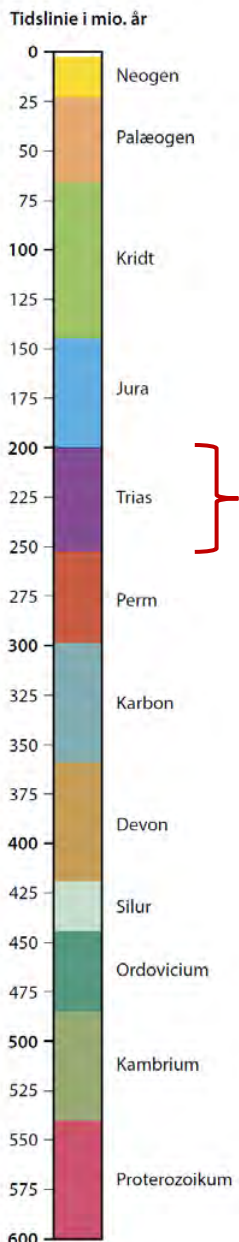
Morganucodon, et tidlig pattedyr.



Hupehsuchus

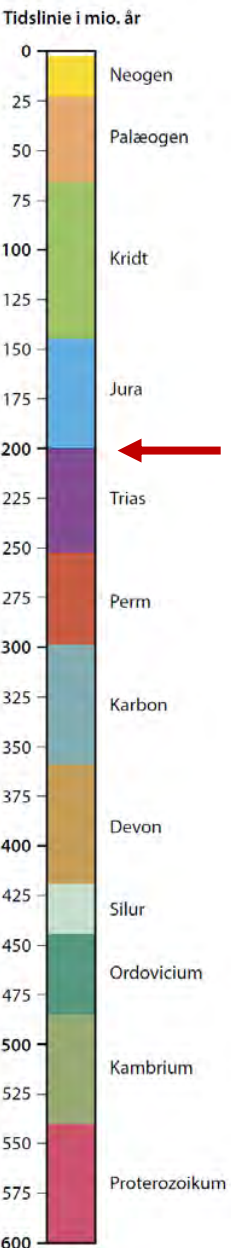
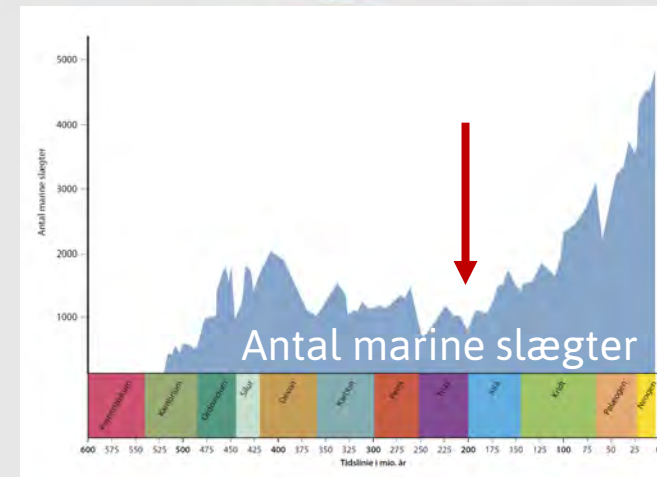


Coelophysis



Den sen-Triassiske masseuddøen

- Den sen-Triassiske massuddøen fandt sted for 201,5 millioner år siden
- ~75% af alle arter uddøde
- Mange koraller, muslinger, ammonitter (blæksprutter), planteplankton, og alle konodonter uddøde.
- Mange firbenede hvirveldyr på land, og mange planter uddøde.

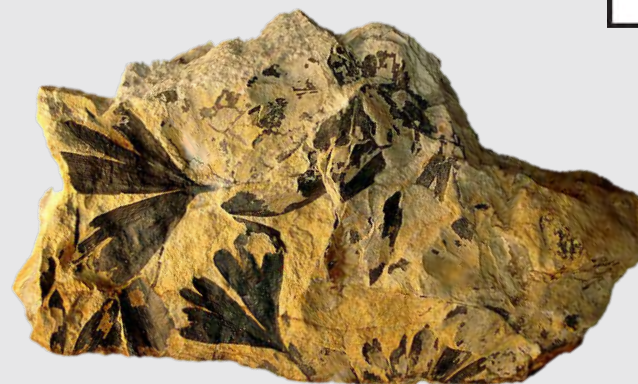


Årsagen:

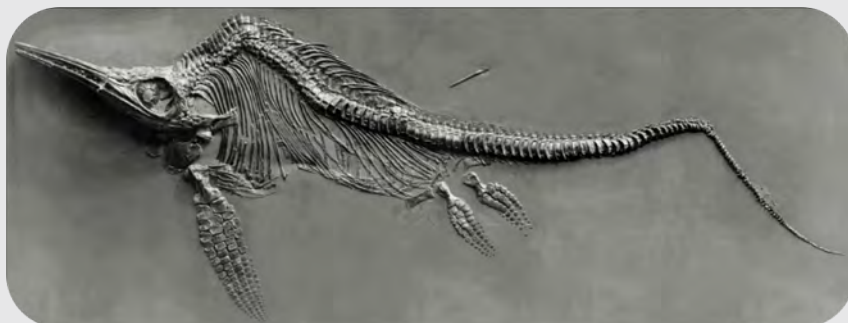
- Superkontinentet Pangea begyndte at sprække op.
- Storskala og langvarig vulkanisme udledte store mængde CO₂, SO₂ og andre gasser.
- Konsekvens: global opvarmning, forsurening af hav, iltvind ved havbunden, afskovning, skovbrænde mm.

Jura – dinosaurerne dominerer

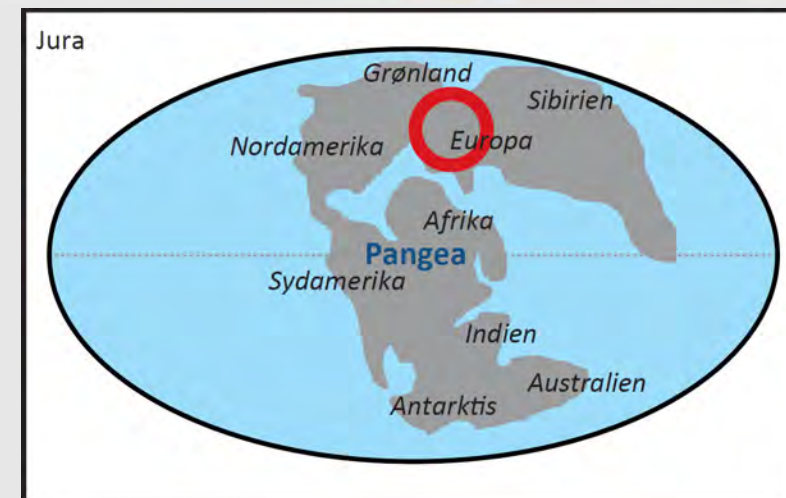
- Livet på land var hurtigere end livet i havet, til at restituere sig efter den sen-Triassiske masseuddøen
- Klimaet var generelt varmt og fugtigt.
- Skovene var domineret af nåletræer, frøbregne, ginkgo og cycader.



Fossila ginkgo-blad.

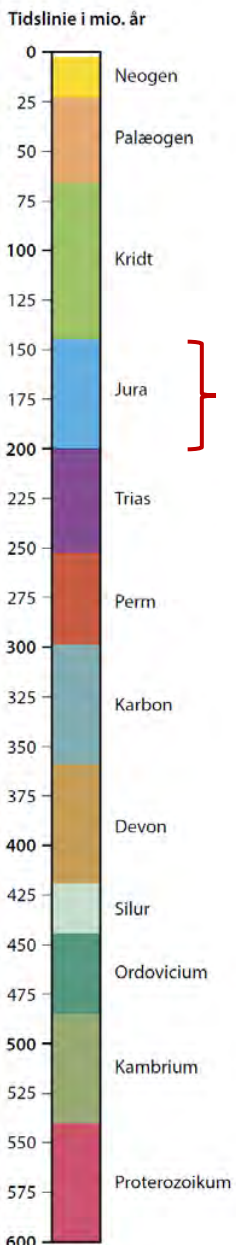


Ichthyosaur-fossil.



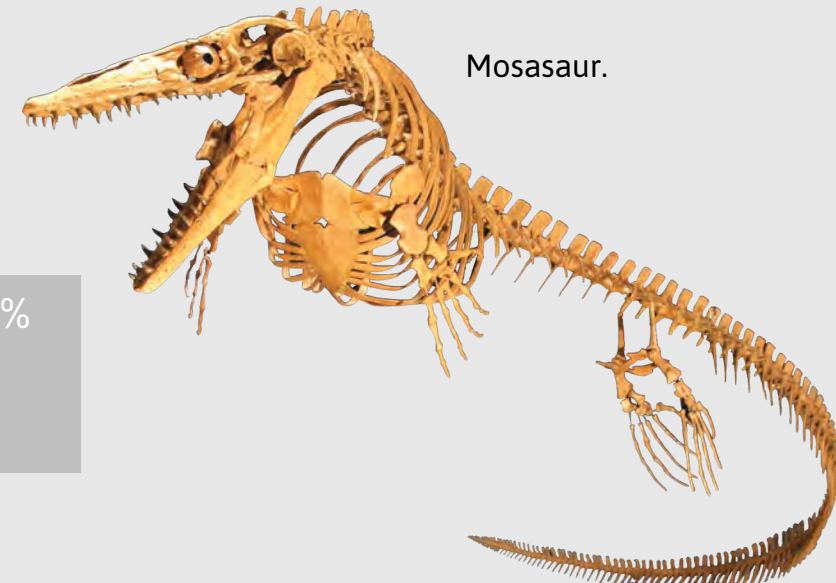
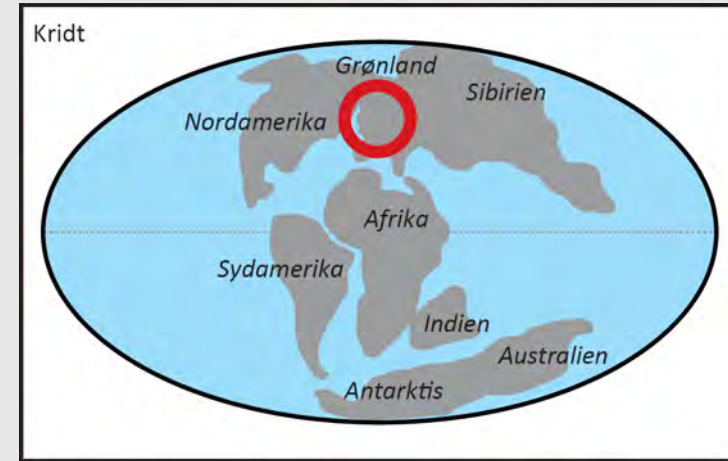
- Ild-nivåen var c. 130% af idag
- CO₂ var c. 4,5 x højere

- Fisk og havkrybdyr dominerede i havene, f. eks. ichtyosaurer og pliosaurer.
- Nordamerika og Afrika begynder at splitte væk fra hinanden.



Kridt

- Central og Sydatlanten var blevet dannet. I forbindelse med opsplitningen af Nordamerika og Afrika dannes undersøiske vulkaner, som optag et stort volumen af havet.
- Som følge af vulkanismen var CO₂ indholdet i atmosfæren 6 gange så høj som i dag. Den store drivhuseffekt resulterede i et globalt varmt klima.
- De manglende iskapper samt det mindre volumen i havene resulterede i at havniveauet var meget højere end i dag.
- Nye grupper af fugle og pattedyr udvikles i skyggen af dinosaurerne. Mosasaurerne bliver de nye "monstre" i havene.
- Blomsterplanter udvikles. Der dannes mange nye arter af både blomster og insekter.



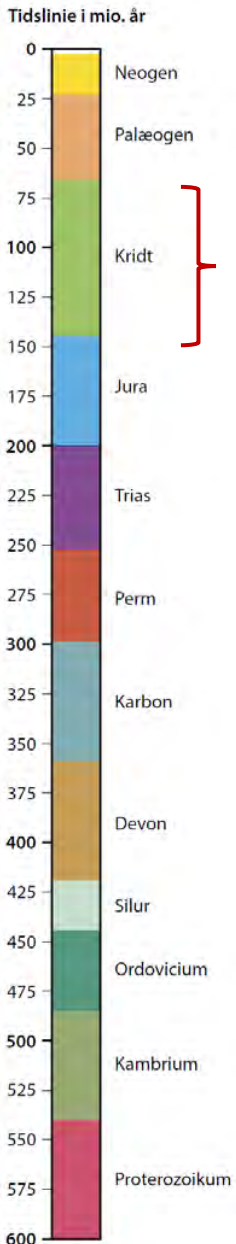
- Ilt-niveauet var c. 150% af nutidens
- CO₂ var c. 4 x højere



Den ældste fossile blomsterplante.

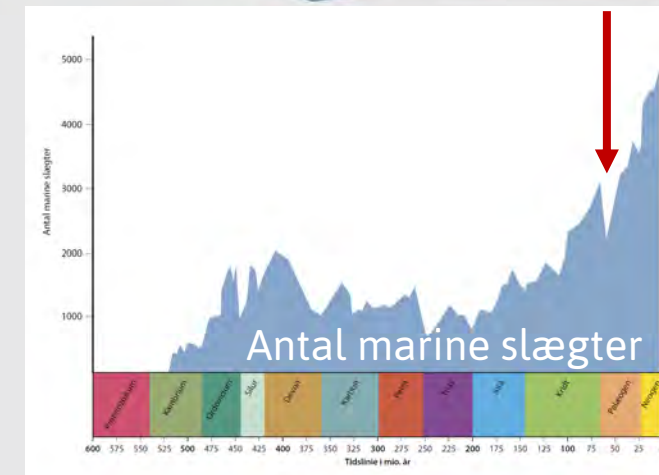


Ginkgo, insekter og et pattedyr fra Kridt.

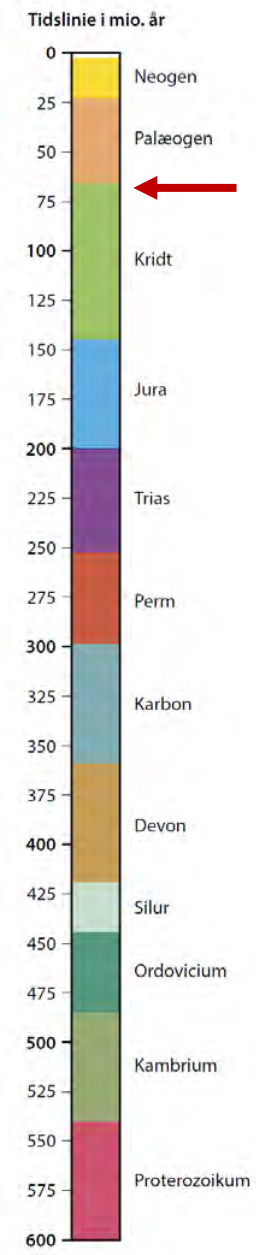


Kridt – Paleogen masseuddøen

- Kridt-Paleogen Masseuddøen fandt sted for 66 millioner år siden. Tidligere kaldte man begivenheden for Kridt-Tertiær grænsen.
- Den store massuddøen skyldtes et asteroidenedslag på Yucatanhalvøen.
- Store mængde stof, svovl, og gas blev slynget op i atmosfæren.
- Et tyndt lag i sedimenter fra Kridttiden med et højt indhold af grundstoffet Iridium, som blev frigivet ved asteroidenedslaget, markerer katastrofen verden rundt. I Danmark findes Iridiumlaget i det såkaldte **Fiskeler** ved Stevns Klint.
- Asteroidenedslaget resulterede i en "atomvinter", hvor de store partikelmængder i atmosfæren afskærmede for sollys. Det resulterede i klimatisk nedkøling og manglende fotosyntese.
- Samtidig storskala vulkanisme i Indien har muligvis også bidraget til udryddelserne.
- ~75% af alle arter uddøde, heriblandt dinosaurerne, pterosaurer og ammonitterne.



Paleogen
Kridt



Palæogen

- Under Paleogen bliver klimaet køligere.
- Pattedyr og fugle udvikler sig til mange nye arter.
- Nåletræer er stadigvæk dominerende, men blomsterplanter begynder at udbrede sig mere.
- En pludselig global opvarming for 55 millioner år siden, skyldes sandsynligvis metan-udslip fra havbunden. Udslipper var forårsaget af, at vulkanske lav trængte op gennem metan-holdige sedimenter i Nordatlanten.
- Det nuværende Antarktiske isdække dannes for omkring 33 millioner år siden og klimaet bliver endnu køligere.



Gastornis spiste planter.

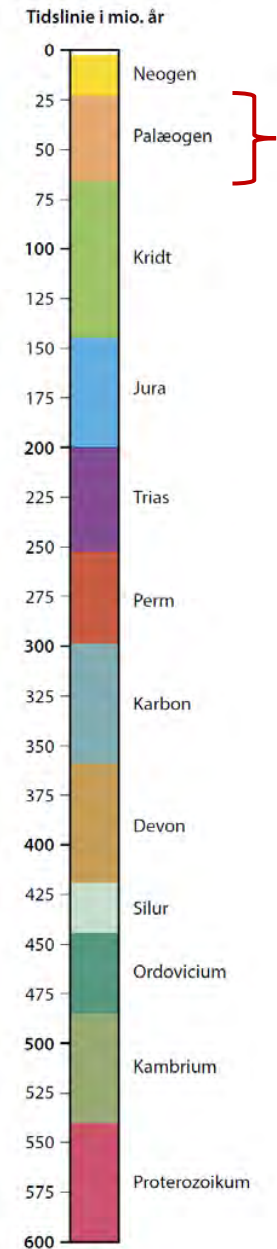


- Ilt-niveauet var ca. 130% af nutidens
- CO₂ var c. 1,2 x højere



Eurohippus hørte til hæstfamilien.

Fossil fra Moleret. Vandnymfe (4 cm lang). Foto, Skive Museum, Mors.



Neogen

- Indien kolliderer med Asien og Himalaya dannes. Afrika kolliderer med Europa og Alperne dannes.
- Iskappen på Grønland begynder så småt at dannes for ca. 18 millioner år side, hvorved havniveauet faldt.
- Under en kort varmeperiode for omkring 15 millioner år siden var CO₂ indholdet i atmosfæren lige så højt, som det er idag.
- Det bliver stadig køligere og i mange områder mere tørt. Mange skove erstattes af græssletter.
- De nye græssletter gavner græs-ædende dyrearter såsom kamel, bison, ged, hest og giraf.
- Menneskets forfader og chimpanserne adskilles i nye arter. Menneskets forfader begynder at gå på to ben.



Danmark for 20 millioner år siden.

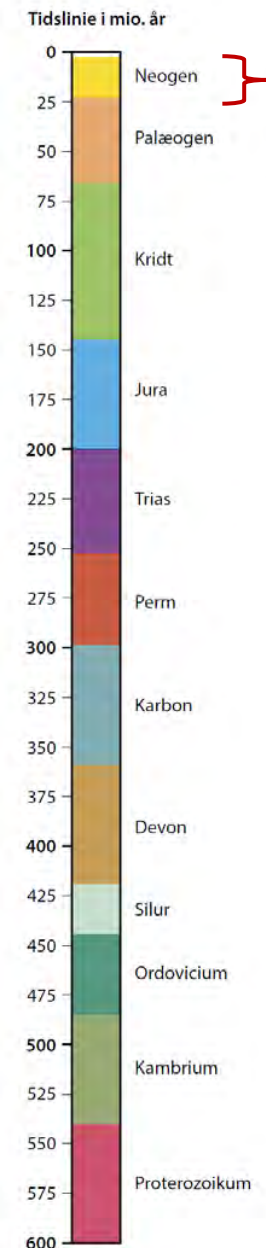
Neogen



- Ilt-niveauet var ca. 130% af nutidens
- CO₂ var ca. 1,2 x højere



Tand fra Megalodon, en kæmpe stor haj der levede under Neogen. Bemærk skalaen til venstre for tanden er 10 cm. Foto: Trine Sørensen.

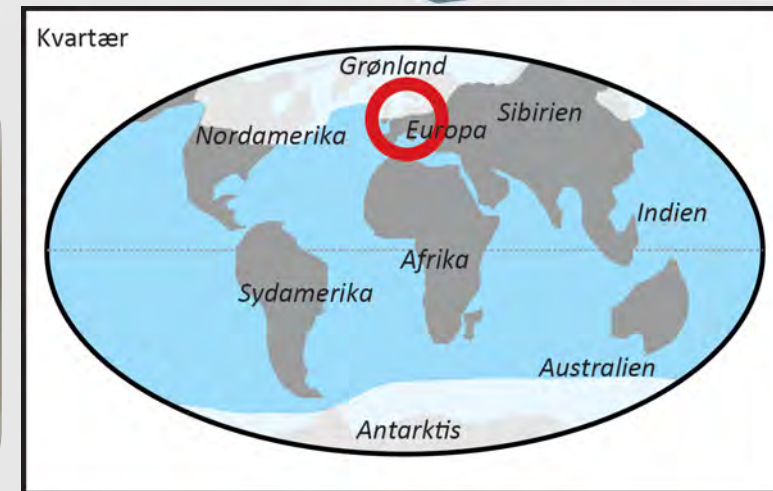


Kvartær

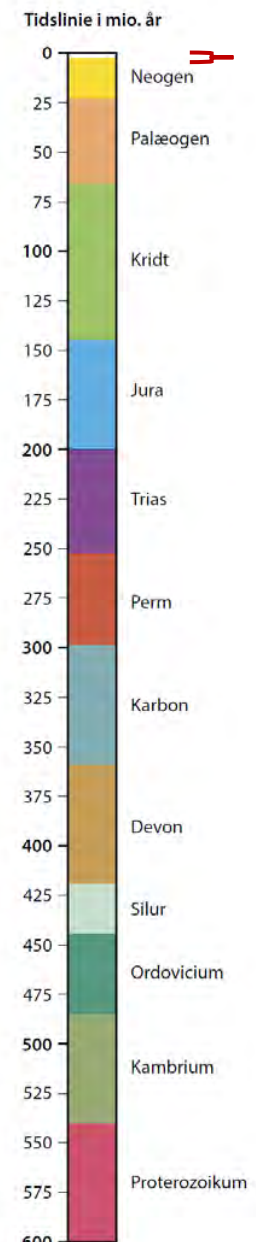
- Kvartær omfatter de sidste 2,6 millioner år.
- Slægten Homo opstår i starten af Kvartær.
- Vores art Homo sapiens opstår for ca. 100.000 år siden.
- Klimaet svinger mellem istidsklima, hvor mægtige iskapper i nord vokser langt sydpå, og varmere mellemistider, hvor iskapperne smelter tilbage til deres nuværende størrelse.
- Istidernes svingninger er styret af ændringer jordens bane og position ift solen.
- I slutningen af den sidste istid, Weichsel, der varede fra ca. 115.000 til 11.600 år siden, uddøde de fleste af Kvartærtidens dominerende megafauna: mammutten, uldhåret næsehorn, huleløve og Irsk kæmpehjort og sabeltiger.
- Nogle mener at disse dyr blev udryddet ved menneskets jagt.

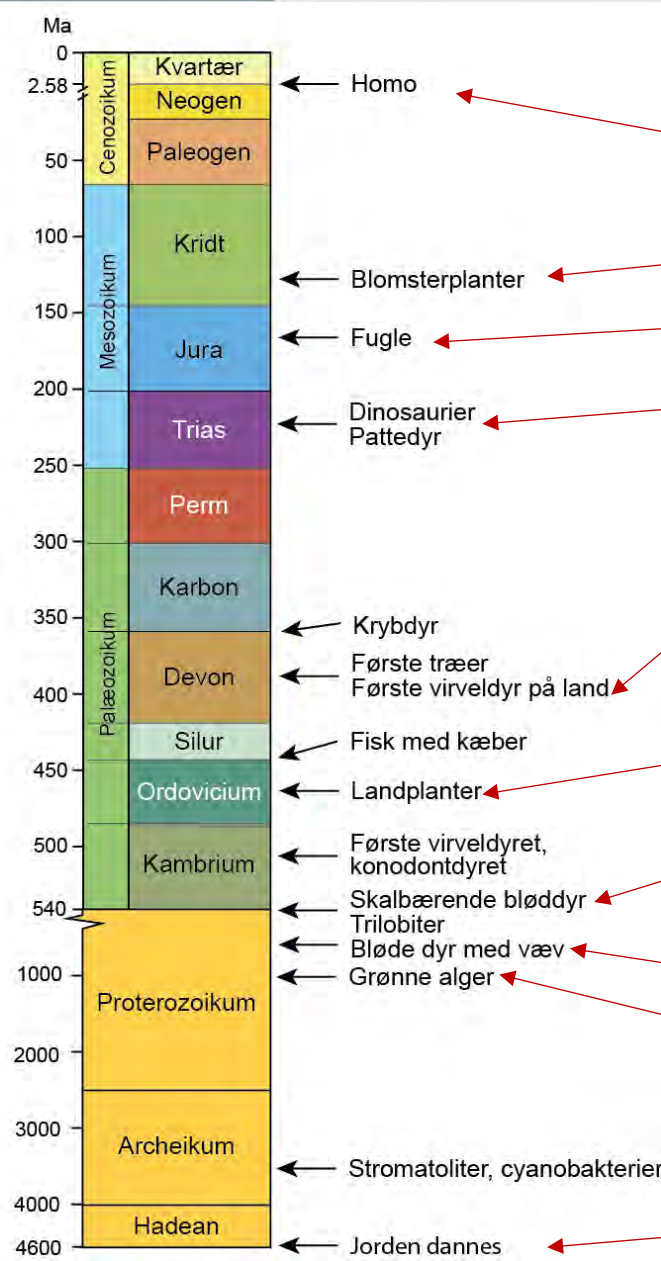


Homo erectus.



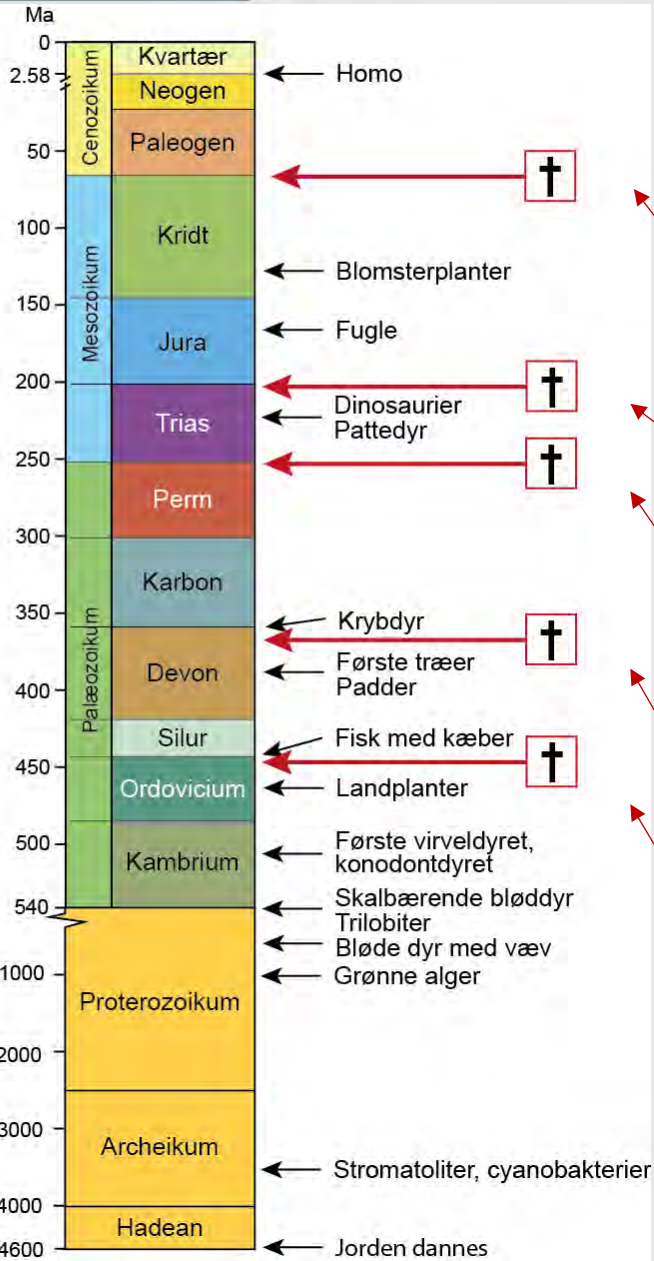
- Ilt-niveauet var c. 104% af nutidens
- CO₂ var ca. 0,6 x af nutidens





Opsummering: Livets udvikling

- 2.6 millioner år siden: Menneskeslægten opstår.
- 130 millioner år siden: De første blomsterplanter.
- 170 millioner år siden: De første fugle.
- 220 millioner år siden: Dinosaurer og pattedyr.
- 380 millioner år siden:
 - De første træer og planter begynder at ændre ved atmosfærens sammensætning.
 - De første hvirveldyr går på land.
- 465 millioner år siden: Landplanterne starter med at kolonisere land.
- 540 millioner år siden: Den Kambriske eksplosion, hvor en lang række af nye organismer opstår, som har det tilfælles, at de er skalbærende.
- 600 millioner år siden: Bløddyr med forskellige typer af væv.
- Ca. 1 milliard år siden: De første grønalger.
- Ca. 3.5 milliarder år siden: De første fossiler af cyanobakterier.
- 4.6 milliarder år siden: Jorden dannes.



Opsummering: Masseuddøenden

Masseuddøende	Beregnet udryddelse af alt liv	Årsag	Konsekvenser
Kridt-Paleogen	75%	Asteroide-nedslag (og Vulkanisme)	Atomvinter, global opvarmning
Slut-Trias	75%	Vulkanisme, med store udslip af CO ₂	Global opvarmning, forsurening af hav, liv på havbunden dør
Slut-Perm	95%	Vulkanisme, med store udslip af CO ₂	Global opvarmning, forsurening af hav, liv på havbunden dør
Sen Devon	70%	Vulkanisme, med store udslip af CO ₂ ?	Global opvarmning, liv på havbunden dør
Sen Ordovicium	60-70%	Iskapper	Global nedkøling. Store havniveauforandringer

Forslag til, hvordan I selv kan undersøge emnet:

Den globale opvarmning Er Jorden og livet i krise?

Mange forskere mener, at livet på Jorden er truet af menneskets levevis og den globale opvarmning.

Måske befinder vi os midt i den sjette masseuddøen?

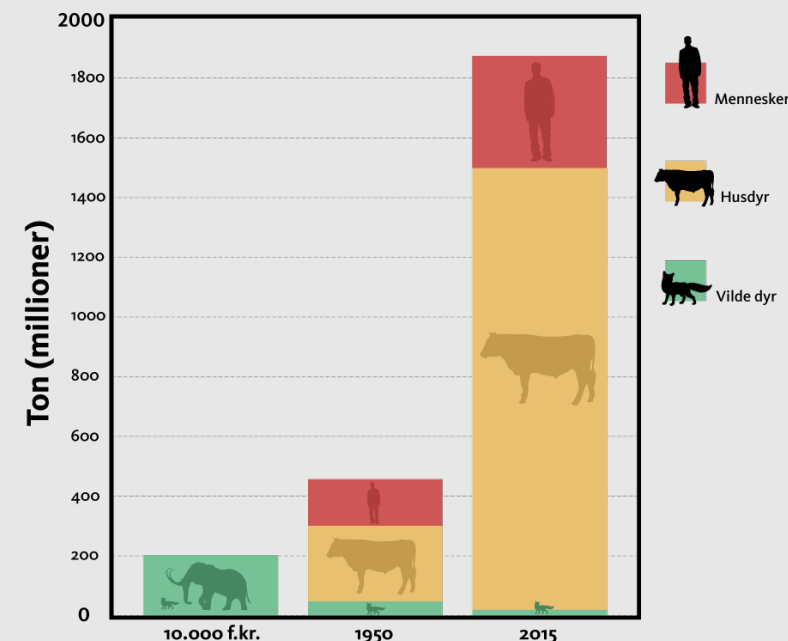
Læs:

- <https://www.dr.dk/nyheder/viden/klima/dyre-og-plantearter-er-i-fritdoedsfald-over-hele-kloden>
- <https://www.dr.dk/nyheder/viden/miljoe/forskere-slaar-alarm-klodens-dyr-udryddes-i-hobetall>

Diskuter den nutidige globale opvarmning og dens mulige konsekvenser, og sammenlign med de fem store masseuddøender?
Er der nogen ligheder mellem dem og det der sker idag?



Sådan har mennesket ændret dyrs sammensætning på landjorden. GEUS.



Forslag til, hvordan I selv kan undersøge emnet:

- Lav Junior-Geologernes øvelse om evolution
- Besøg et museum eller naturrum med fossiler og Danmarks geologi, eller kig på deres hjemmesider, f.eks.:
 - Statens Naturhistoriske Museum <https://snm.ku.dk/>
 - Museum Mors <https://museummors.dk/fossil-og-molermuseet/historie>
 - Fur Museum <https://museumsalling.dk/kom-og-besog-os/fur-fossiler/>
 - Geomuseum Faxe <https://kalklandet.dk/attraktioner/geomuseum-faxe>
- Print Naturstyrelsens "Sten på stranden" og lær mere om geologi og fossiler, så du kan gå på din egen fossil og stenjagt:
 - Naturstyrelsen – Sten på stranden:
<https://naturstyrelsen.dk/media/177950/stenpaastranden-2015.pdf>



Ammonit fra Jura-tid, fundet i en borekerne. Ammonitter var en slags blæksprutter og levede kun i havet. Foto: Peter Alsen, GEUS

Sådan kan I arbejde videre med emnet

Livets udvikling og masseuddøen del 2
relaterer sig til disse andre lektioner fra
www.junior-geologerne.dk:

- Livets udvikling og masseuddøen del 1
- Kulstofkredsløbet – en kort introduktion
- Klimamaskinen
- Fortidens klimaforandringer
- Jordens opbygning og pladetektonik
- Bjergartscyklus
- Mikrolivet i mudderet
- Lagring i undergrunden

Øvrige undervisningsmaterialer

Junior-Geologernes hæfte om Danmarks Geologi – en
introduktion

Geologer og palæontologer på feltarbejde:

[GEOVIDEN 1 2018](#)

Danmarks geologiske udvikling fra 65 til 2.6 millioner år før nu:

[GEOVIDEN 3 2010](#)

Danmarks geologiske udvikling fra 1.450 til 65 Mio. År før nu:

[GEOVIDEN 2 2010](#)

En krise i livets historie:

[GEOVIDEN 1 2016](#)

Sådan arbejder geologer



I felten, hjemme i Danmark eller som her, i Sverige.



Ved mikroskopet og computeren, på et universitet eller et museum, eller som her på GEUS.



I felten, her Nordgrønland.



I laboratorier, med prøveudtagning og preparation af fossilprøver.



Ved fossile samlinger, her ammonitforsker John Callomon (1928-2010) med sine samlinger. (Foto: Peter Alsen)