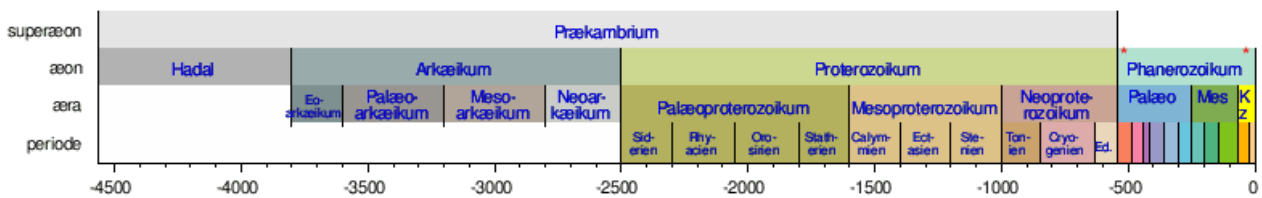


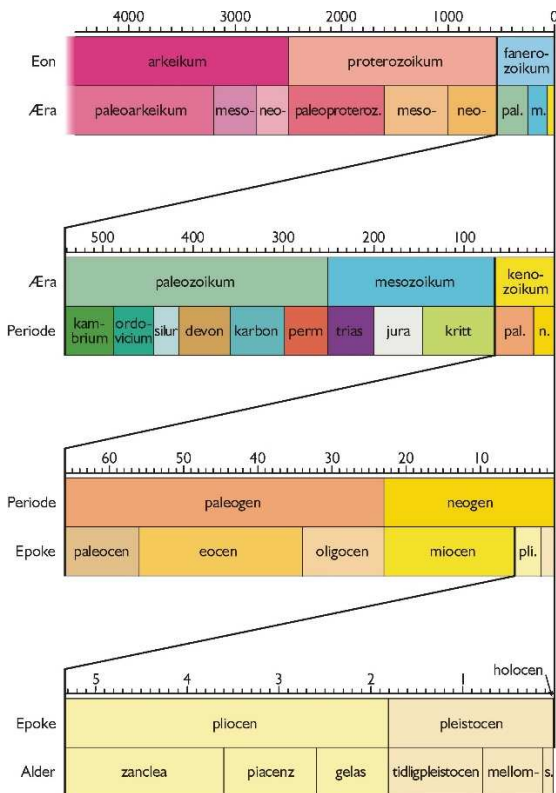
Jordens og menneskets geografi

Geografi er den videnskab, som beskriver og forklarer de naturfænomener, der sker på Jordens overflade. Det gælder såvel de naturgivne fænomener, som dem, der er forårsaget af mennesker. Det er derfor vigtigt at få et indblik i, hvordan Jorden blev dannet, hvordan den har udviklet sig frem til i dag, samt hvornår og hvordan mennesket blev udviklet og senere koloniserede Jordens overflade.

Jordens udvikling inddeles i forskellige geologiske tidsaldre. Som det fremgår af Figur 1 og Figur 2, er der fem forskellige typer af tidsaldre: Superæon, æoner, æraer, perioder og epoker. Nedenfor vil vi beskrive og forklare de væsentligste hændelser, som har fundet sted i løbet af Jordens og menneskets historie.



Figur 1. Jordens geologiske tidsaldre.

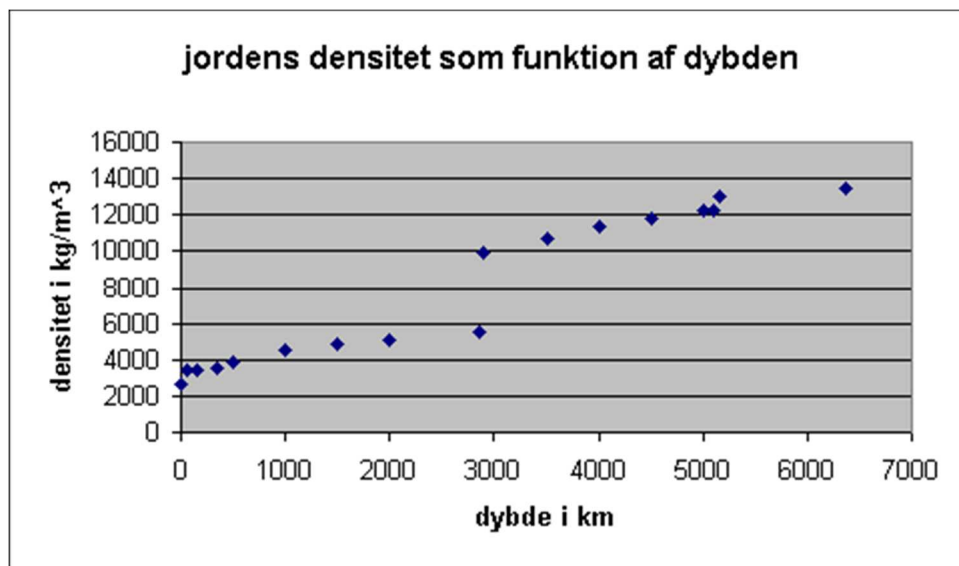


Figur 2. Jordens forskellige tidsaldre.

Jordens dannelse

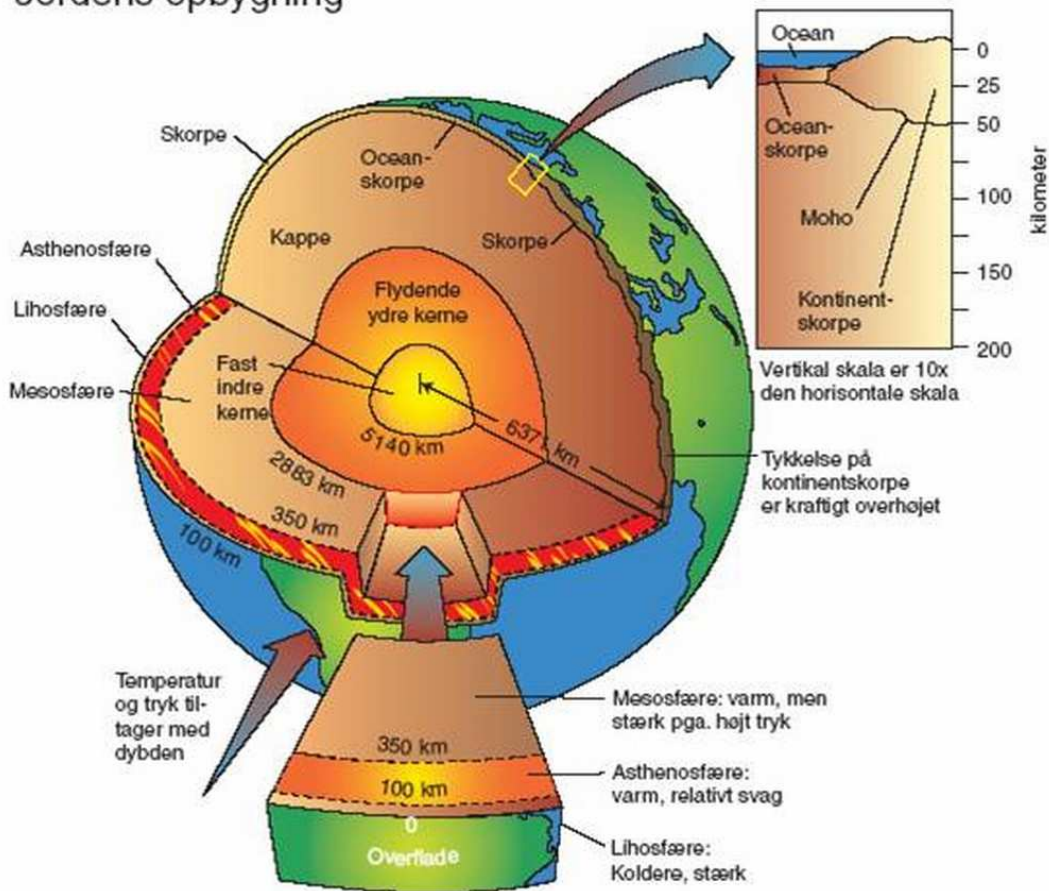
Ifølge teorien om "Big Bang", blev universet dannet for ca. 13,82 mia. år siden. Vores eget solsystem blev dannet for ca. 4,54 mia. år siden ved sammentrækningen af den såkaldte "urtåge", som man mener især bestod af grundstofferne brint (H) og senere helium (He).

I sin tidlige fase kan vores solsystem bedst beskrives som en roterende skive med Solen i centrum og planeterne placeret i baner udefter. Planeterne, og dermed Jorden, blev efterhånden dannet ved sammenstød imellem det stof, som var i kredsløb omkring solen. Pga. den høje temperatur, var Jorden i begyndelsen smeltet, og som et resultat af rotationen samlede de tunge metaller sig i centrum, hvorimod grundstoffer med en lavere massefylde lejrede sig i lag uden om kernen. Deraf Jordens nuværende opbygning med stigende massefylde ind imod kernen, som det ses af Figur 3. Man mener, at det tog blot 10-20 mio. år for Jordens ydre lag at størkne, men flere hundrede millioner år, før temperaturen på overfladen nærmede sig det, som vi kender i dag. I Figur 4 ses Jorden, som den er opbygget i dag.



Figur 3. Jordens massefylde (densitet) som funktion af dybden.

Jordens opbygning



Figur 4. Jordens opbygning

Jordens og livets udvikling

Hadal er Jordens urtid, hvor livet endnu ikke var blevet udviklet. Perioden varer fra Jordens dannelse og frem til 4,0-3,8 mia. år før nu. Der sker følgende væsentlige ting: dannelsen af månen, atmosfæren og oceanerne.

Man mener, at månen blev dannet ca. 10-15 mio. år efter Jordens dannelse. Teorien er, at det skete ved "Gigantsammenstødet", hvor Jorden blev ramt af en anden planet, og at månen i den forbindelse opstod af det materiale, som blev frigivet ved kollisionen.

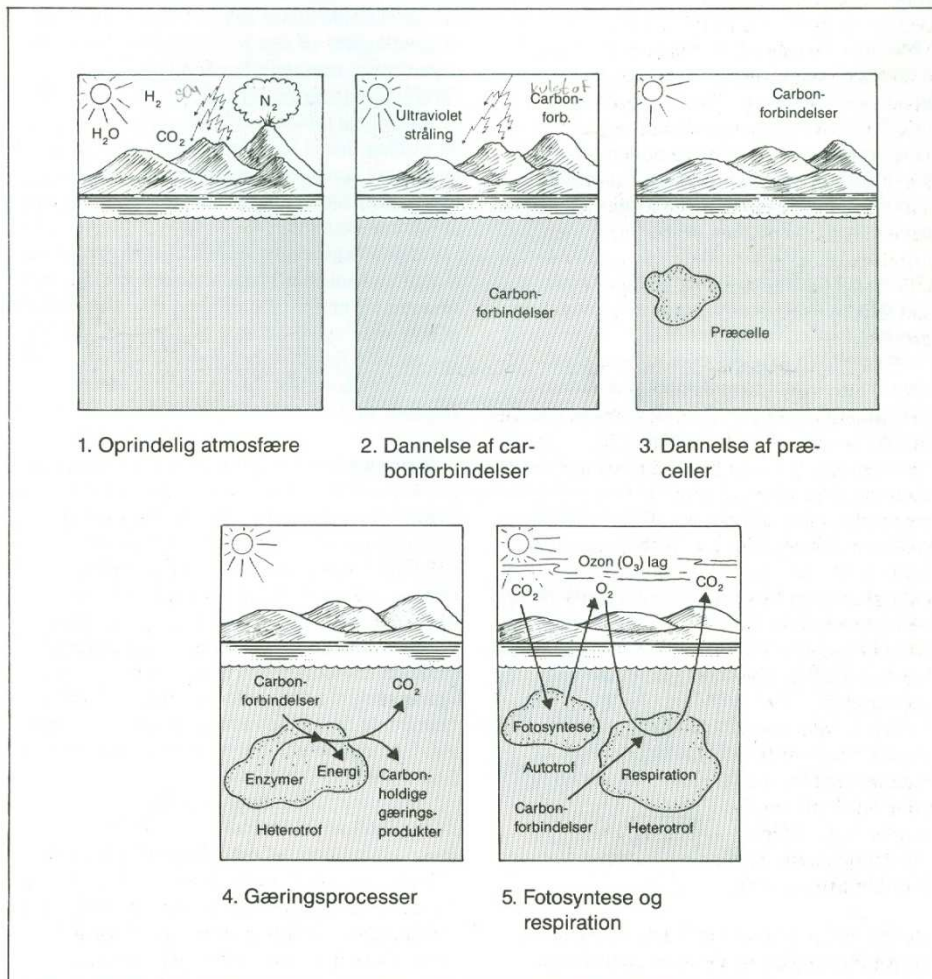
Efter sammenstødet var Jorden uden atmosfære. Den mener man efterfølgende blev dannet ved voldsomme vulkanudbrud, som sendte enorme mængder af gasser ud. Uratmosfæren indeholdt især ammoniak (NH_3), metan (CH_4), vanddamp (H_2O), kuldioxid (CO_2) og kvælstof (N_2), men derimod ikke ilt (O_2). Da Jordens overflade på dette tidspunkt var meget varmere end i dag (ca. 1.600°C) kunne vandet ikke eksistere i flydende form, men kun som damp. Man er endvidere af den opfattelse, at de store mængder vand, som i dag findes på Jordens overflade, ikke kan stamme fra vulkanisme alene, men at størstedelen må være blevet tilført via ismeteoritter under "Det store bombardement", som fandt sted i en periode for omkring 3,8 til 4,0 mia. år siden.

Efterhånden som Jordens overflade blev afkølet, kunne oceanerne blive dannet, ved at vanddampen blev fortættet og faldt ned som regn. Man mener, at det skete ca. 500-750 mio. år efter Jordens dannelse.

I **Arkæikum**, som varer fra 4,0 - 3,8 mia. år til 2,5 mia. år før nu, sker der følgende vigtige ting: de ældste eksisterende bjergarter dannes, livet opstår og fotosyntesen udvikles.

De ældste bjergarter, som er blevet fundet, stammer fra Canada og Grønland, og er godt 4 mia. år gamle. Man regner på den baggrund med, at de ældste nuværende kontinenter også stammer fra denne tid. Der har sikkert eksisteret kontinenter tidligere, men disse er sandsynligvis forsvundet pga. de langt højere temperaturer, som fandtes i de øverste lag af den unge jord.

I flint fra Australien har man fundet fossiler af "bakteriemåtter", de såkaldte stromatolitter, som er ca. 3,5 mia. år gamle. På den baggrund mener man, at livet opstod for ca. 3,8 mia. år siden. Den såkaldte heterotrofhypotese forklarer, hvordan livet opstod ved at primitive celler blev dannet i urhavet (Figur 5).



Figur 5. Heterotrofhypotesens forklaring på dannelsen af liv (celler).

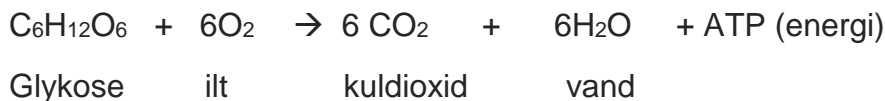
I løbet af Hadal blev der i urhavet dannet en såkaldt ursuppe af organiske molekyler. Det skete ved at uratmosfærens molekyler (især ammoniak, metan, vanddamp, kuldioxid og kvælstof) på baggrund af energien fra lyn samt UV-lys dannede større organiske molekyler som fx aminosyrer, fedtsyrer, kulhydrater og RNA/DNA. Disse stoffer har så på et tidspunkt fundet sammen i de første præceller, som har haft den egenskab, at de kunne dele sig. Præcis hvornår og hvordan det er sket, ved man ikke. Cellerne har levet af de organiske stoffer, som var i ursuppen. De har skaffet sig energi ved at nedbryde de organiske stoffer ved gæring, som er en nedbrydningsproces, der ikke kræver frit ilt. Livet ville dog have haft en ret kort varighed, hvis ikke fotosyntesen var blevet udviklet, idet de organiske stoffer i ursuppen ville være blevet spist op relativt hurtigt.

Fotosyntesen:



Som det ses af ovenstående reaktionsligning, dannes der ved fotosyntesen glykose (druesukker) på baggrund af de to uorganiske stoffer kuldioxid og vand, som jo netop fandtes i uratmosfæren. Fotosyntesen anvender solens lys som energikilde. Det fremgår endvidere, at der afgives frit ilt ved processen. Fotosyntesen er således baggrunden for de ca. 21% frit ilt, som i dag findes i atmosfæren. Ilten i atmosfæren er endvidere forudsætningen for udviklingen af respirationen.

Respirationen:



Med udviklingen af respirationen fik organismene i urhavet rådighed over en biokemisk proces, som meget mere effektivt end gæring kunne skaffe dem energi ved nedbrydningen af organiske stoffer.

Fotosyntesen og respirationen er de to vigtigste biokemiske processer på Jorden og er en stor del af hemmeligheden bag livet. De to processer sætter et kredsløb i gang, hvor de stoffer, som dannes i den ene proces bruges som udgangsstoffer i den anden: Ved fotosyntesen, som udføres af alle de grønne planter, dannes den mad (glykose), som planterne selv og alle andre organismer lever af. Ved respirationen, som er den "omvendte" proces af fotosyntesen, skaffer disse organismer sig energi ved at nedbryde maden vha. den ilt, som blev frigivet ved fotosyntesen. For at fotosyntesen kan finde sted, skal der som nævnt bruges energi fra solen. Denne energi bindes ved fotosyntesen i glykosens kemiske bindinger og frigives igen ved respirationen. Nu i form af kemiske bindinger i stoffet ATP, som kan bruges af alle levende organismer til deres livsprocesser.

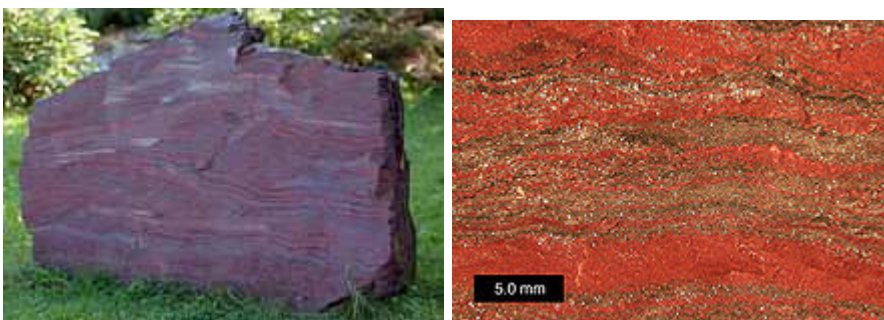
Man har tidligere ment, at fotosyntesen blev udviklet for 2,6-2,7 mia. år siden, men nyere undersøgelser af bl.a. danske forskere antyder, at det kan være sket for allerede 3,7 mia. år siden. Respirationen må under alle omstændigheder være blevet udviklet senere end fotosyntesen, idet der jo som nævnt skal bruges frit ilt til respirationen.

Proterozoikum, som er den anden del af superæonen prækambrium, varer fra 2.5 mia. til 542 mio. år før nu. Navnet betyder "de første dyr", og henviser til, at det er i denne periode, at de første flercellede organismer bliver udviklet. Der er tale om relativt små og "bløde" dyr uden skal eller skelet. Tre af disse er vist nedenfor i Figur 6.



Figur 6. *Dickinsonia*, *Charniodiscus* og *Spriggina*.

I Proterozoikum fortsætter udviklingen af de fotosyntetiserende organismer og dermed dannelsen af frit ilt. Som vi skal se nedenfor, medfører det dog ikke umiddelbart, at atmosfæren får et højt indhold af ilt. Det skyldes, at ilten først går i forbindelse med forskellige stoffer og ilter dem. Det gælder især jern (Fe^{++}), som fandtes opløst i ret store mængder i havvandet. Når jern iltes, bliver det tungt opløseligt og falder til bunds. Denne proces har dannet baggrund for udviklingen af enorme mængder af jernholdige sedimenter, de såkaldte "båndede jernformationer" (BIF), som i dag i stort omfang udnyttes til jernfremstilling i dag (Figur 7).



Figur 7. 2,1 mia. gammel båndet jernformation (tv) samt nærbillede.

Efterhånden som jernet og andre stoffer blev iltet steg iltkoncentrationen i atmosfæren, og især i perioden efter 900 mio. år før nu sker der en kraftig stigning i atmosfærens iltindhold. Det høje koncentration af ilt medførte endvidere, at ozonlaget (O_3) kunne blive dannet. Dermed blev organismene efterhånden beskyttet imod de farlige UV-stråler. Mere om dette nedenfor.

Proterozoikum er også karakteriseret ved flere store istider, som i slutningen af æonen når sin klimaks i en gigantisk istid, som ifølge hypotesen "Snowball earth" på et tidspunkt stort set omfatter hele Jorden. Man mener, at der på et tidspunkt kun var et smalt isfrit område omkring ækvator.

De synlige dyrs tidsalder

Med afslutningen af proterozoikum for 542 mio. år siden, er superæonen prækambrium forbi. I den efterfølgende periode sker den udvikling, der leder frem til den jord, som vi kender i dag.

Phanerozoikum, som er betegnelsen for den æon, der varer fra 542 mio. år siden og frem til i dag, betyder de "de synlige dyrs tidsalder". Dens begyndelse er defineret ved, at man første gang møder trilobitterne (Figur 8). I det hele taget sker der en eksplosion af nye, store dyre- og plantearter. Phanerozoikum er inddelt i tre æraer, palæozoikum, mesozoikum og kænozoikum



Figur 8. Trilobitter fra Kambrium-perioden.

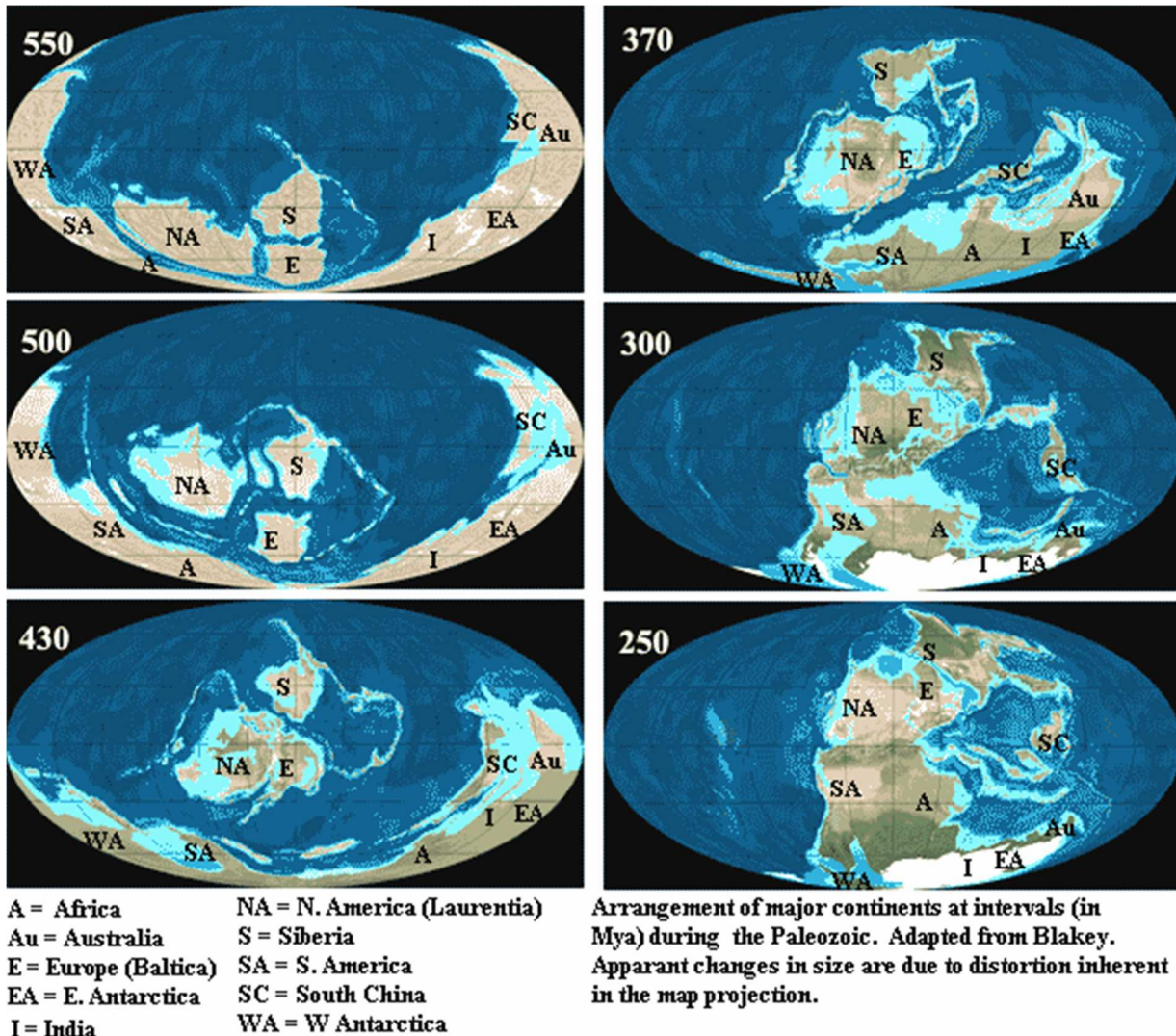
Palæozoikum underindeles i perioderne kambrium, Ordovicium, Silur, Devon, Carbon og Perm og dækker perioden 542-250 mio. år før nu. Mesozoikum, der dækker perioden fra 250 mio. år til 66 mio. år før nu, underindeles i perioderne Trias, Jura og Kridt. Kænozoikum, der varer fra 66 mio. år før nu og frem til i dag underindeles i Palæogen og Neogen. Se Figur 1 og 2.

Nedenfor vil vi i store træk gennemgå den udvikling, som har fundet sted på Jorden igennem de seneste 542 mio. år. Vi vil først se på, hvordan Jorden og dens kontinenter har ændret sig, dernæst vil vi se på de væsentligste klimaændringer og til sidst vil vi se på planternes, dyrenes og menneskets udvikling.

Kontinentaldrift

Det var først i 1912, da den tyske videnskabsmand Alfred Wegener (1880-1930) fremsatte sin teori om kontinentaldrift, at man for alvor begyndte at tænke på, at Jordens udformning ændrede sig med tiden. Før den tid havde man troet, at Jorden i stort omfang var uforanderlig, og at ændringer var forårsaget af naturkatastrofer. Wegener byggede bl.a. sin teori på Afrikas og Sydamerikas parallelle kystlinjer samt på fundet af identiske fossiler og bjergarter på begge sider af Atlanterhavet. På trods af disse observationer skulle der gå 50 år, før teorien blev anerkendt og videreudviklet som teorien om pladetektonik.

Forskningen siden 1950'erne har vist, at de nuværende kontinenter tidligere har været samlet i superkontinenter for derefter at blive splittet op igen. Som det fremgår af Figur 9 og 10, mener man, at det er sket to gange i løbet af de sidste 550 mio. år.

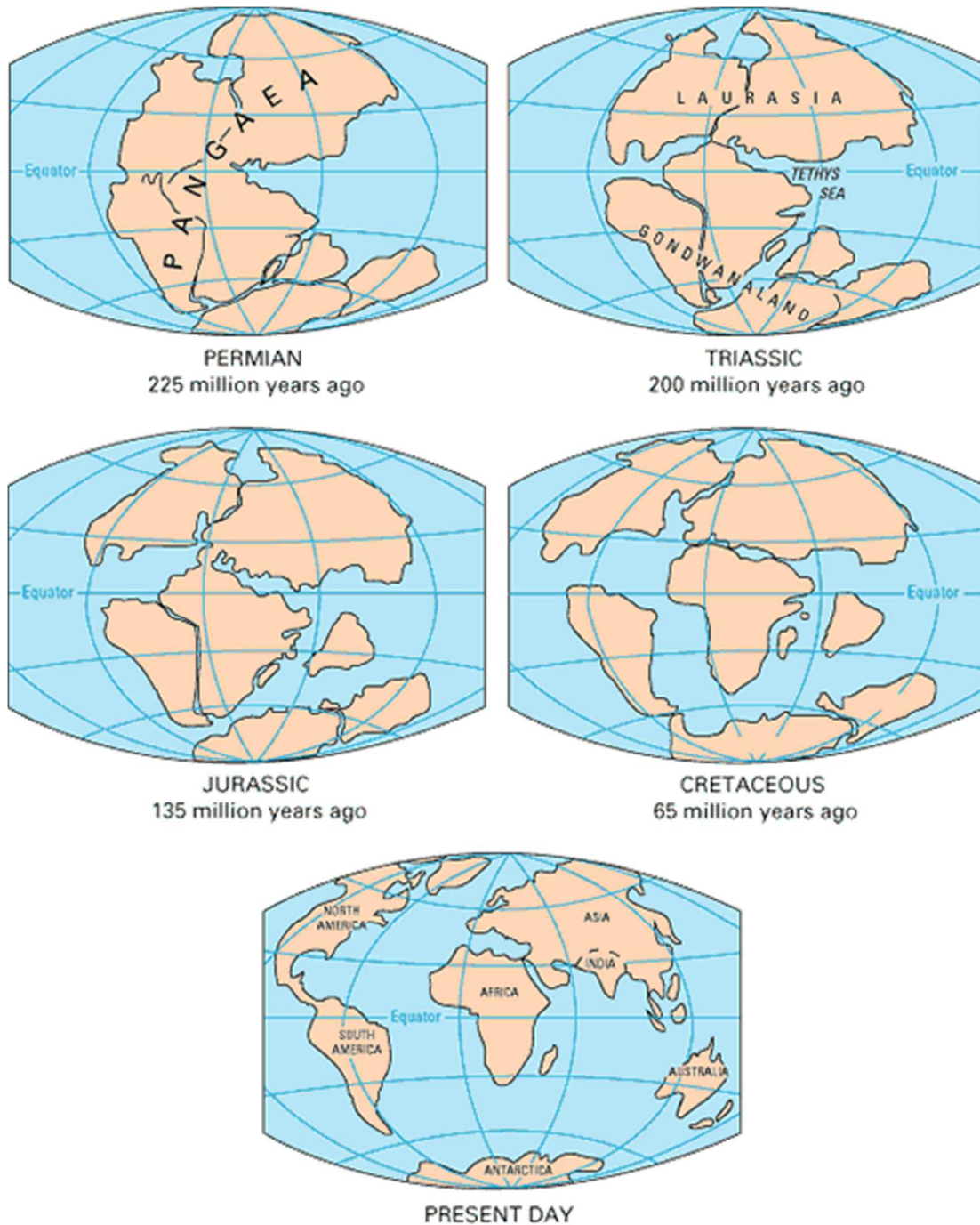


Figur 9. Kontinenternes placering fra 550 mio. til 250 mio. år siden.

Som det fremgår af Figur 9 lå kontinenterne ved periodens begyndelse for 550 mio. år siden næsten samlet, især placeret på den sydlige halvkugle. Man kalder ofte dette superkontinent for Pangæa I. I løbet af de næste 200 mio. år bevægede kontinenterne sig fra hinanden i nordlig retning for i de sidste 200 mio. år atter at blive samlet i superkontinentet Pangæa II, som lå nogenlunde ligelig fordelt på den nordlige og den sydlige halvkugle.

Som det ses af figuren, ligger det som senere skal blive til Danmark, nær sydpolen for 550 mio. år siden og bevæger sig i perioden mod nord indtil området for ca. 250 mio. år siden ligger omkring den 30. nordlige breddegrad.

Som det fremgår af Figur 10, begynder Pangæa II for ca. 200 mio. år siden at blive splittet op. Først i to superkontinenter, det sydlige Gondwanaland og det nordlige Laurasia, senere i de kontinenter, som vi kender i dag.



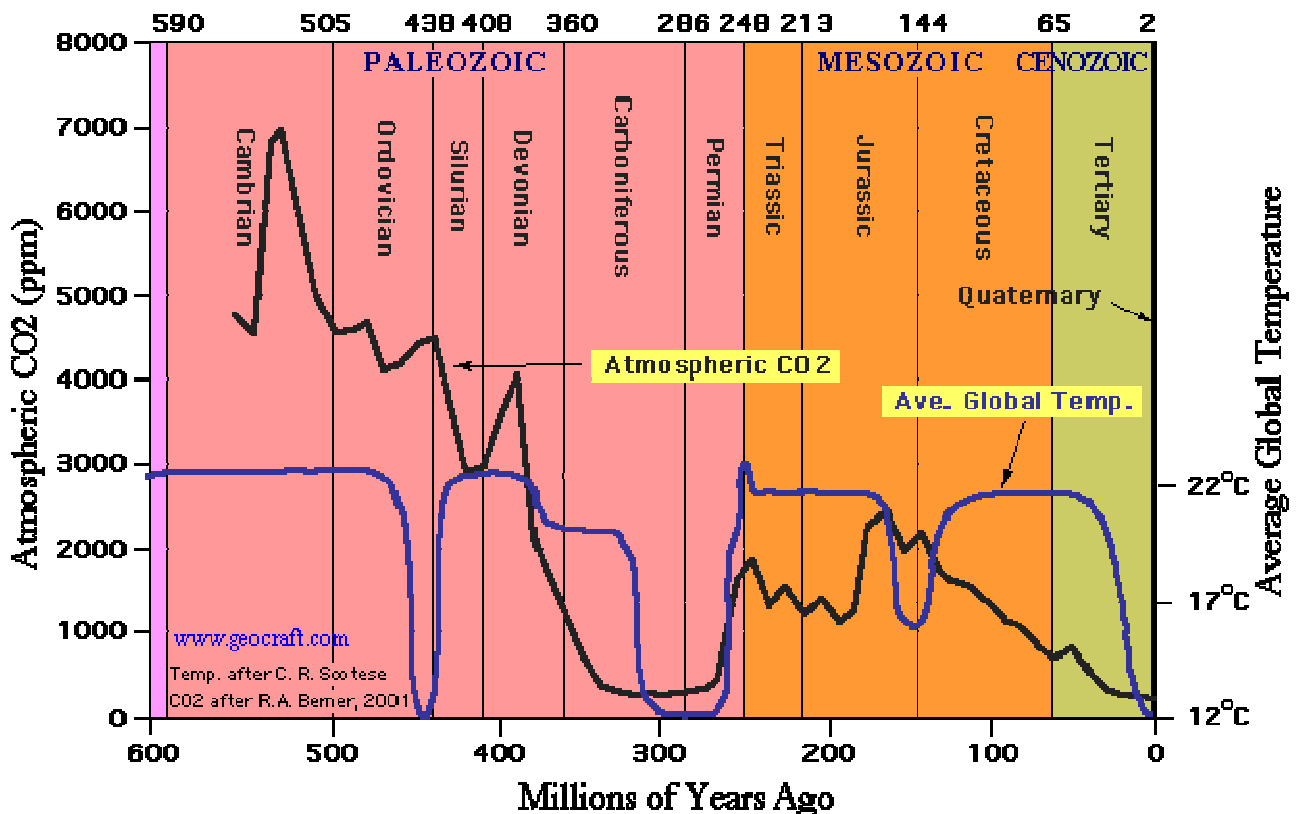
Figur 10. Kontinenternes placering fra 225 mio. år siden til nu.

Klimaets udvikling

I dag er Jordens gennemsnitstemperatur ca. 16° C. I sammenligning hermed, har gennemsnitstemperaturen varieret imellem ca. 12° C og 22° C i løbet af de sidste 550 mio.

år (Figur 11). I de varme perioder har det været meget varmere end i dag. Fx mener man, at de tropiske have i Ordovicium perioden (485 - 444 mio. år før nu) havde en temperatur på ikke mindre end 45° C. I de kolde perioder har der været istider, og i løbet af perioden har der været fire meget markante kuldeperioder. Det gælder i slutningen af Ordovicium for ca. 450 mio. år siden, i slutningen af karbon og begyndelsen af Perm for ca. 300 mio. år siden, på overgangen fra jura og kridt for 150 mio. år siden og endelig i nutiden. Den seneste istid sluttede som bekendt for kun 14.000 år siden.

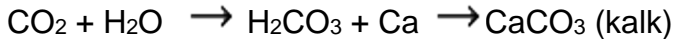
Temperaturvariationerne skyldes flere ting, bl.a. Jordens skiftende bane omkring solen, vulkanisme, skovbrande og meteornedslag. Divhuseffekten, der styres af indholdet af CO₂ i atmosfæren, har også betydning, som det fx ses på overgangen imellem Perm og Trias, hvor en stor stigning i kuldioxidkoncentrationen efterfølges af en stor temperaturstigning. Men i store perioder overtrumfes drivhuseffekten af nogle af de andre, ovennævnte faktorer. Der er således ikke altid en sammenhæng imellem CO₂-indholdet og temperaturen, som det tydeligt fremgår af Figur 11.



Figur 11. Jordens gennemsnitstemperatur samt atmosfærens CO₂-indhold igennem de seneste 550 mio. år.

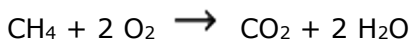
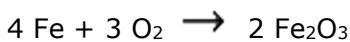
I Figur 12 ses atmosfærens sammensætning fra Jordens dannelse og frem til nu. Som tidligere nævnt bestod "urtågen" af især brint (H) og senere helium (He). Senere gav en omfattende vulkansk aktivitet årsag til afgivelse af store mængder af ammoniak, metan, kuldioxid og vanddamp. Husk endvidere, at man mener, at en stor del af vanddampen blev tilført via ismeteoritter. Efterhånden som Jordens temperatur falder, begynder

atmosfærens vanddamp at fortætte hvorved havene blev dannet. I havene bliver en del af kuldioxiden opløst og går i forbindelse med vandet samt calcium, hvorved der dannes karbonatminerale (fx kalk), som udfældes.



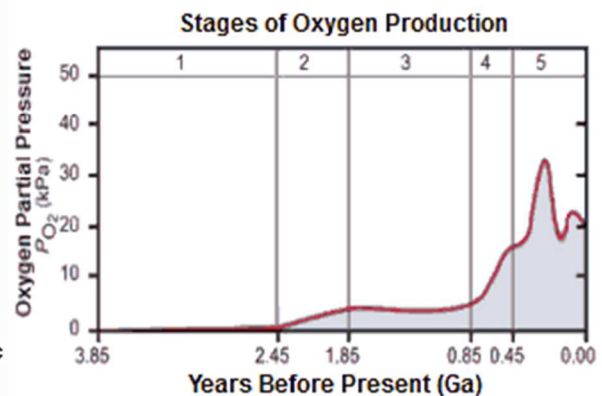
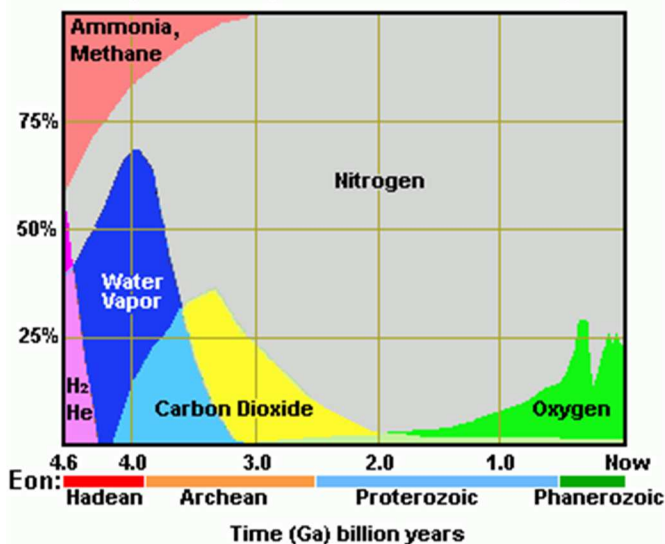
Denne proces fortsætter i de følgende 1,5 mia. år og fjerner efterhånden det meste af atmosfærens kuldioxid.

For 2,6-2,7 mia. år siden (måske endnu tidligere) blev fotosyntesen udviklet og dermed begyndte der at blive frigivet ilt. Dette fik dog først betydning for atmosfærens iltindhold et par hundrede millioner år senere, idet ilten i den første periode blev bundet ved at gå i forbindelse med især jern (Fe^{++}) og metan (CH_4).



For omkring 2,45 mia. år siden er det meste af jernet og metanen blevet iltet, og indholdet af frit ilt i atmosfæren begynder derfor at stige. I den første lange periode er indholdet på under 10%, fordi en stor del af ilten stadig går i forbindelse med havets mineraler og danner nye mineraler. Først for omkring 850 mio. år siden begynder iltindholdet for alvor at stige og når sit højdepunkt på 35% i karbon perioden for 300 mio. år siden, hvor plantevæksten og dermed fotosyntesen var særdeles intensiv.

% of Atmosphere Composition of Earth's atmosphere



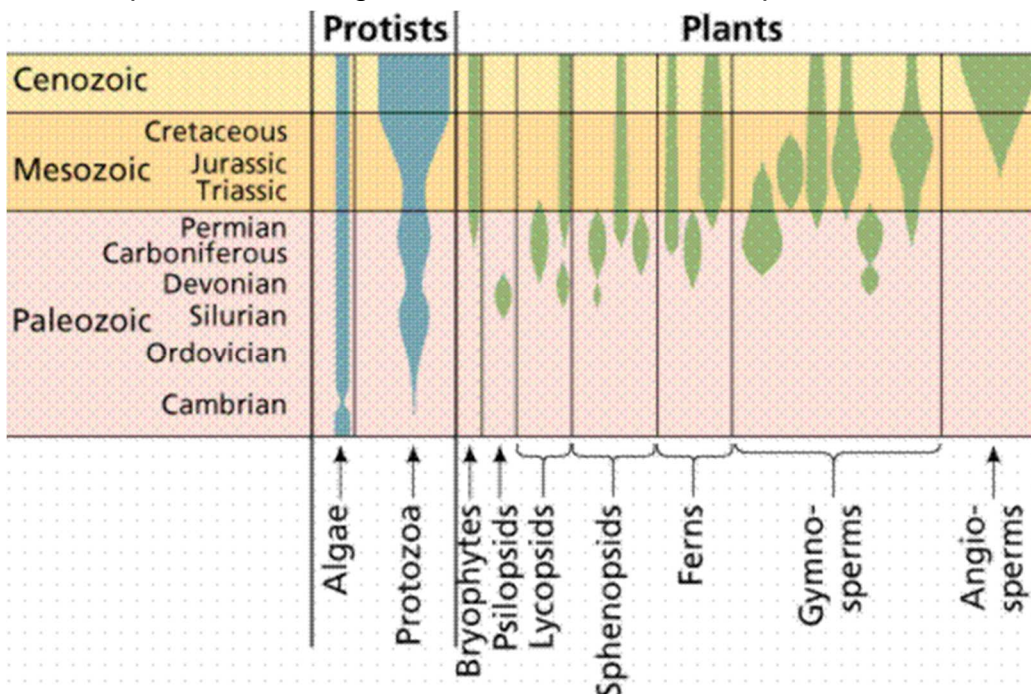
Figur 12. Atmosfærens sammensætning i løbet af Jordens historie (tv) samt indholdet af frit ilt i atmosfæren (th).

For ca. 251 mio. år siden indtraf en naturkatastrofe, hvor ca. 70% af alle landplanter uddøde. Det medførte et drastisk fald i iltindholdet til omkring 12%. I den efterfølgende

periode blev iltindholdet efterhånden stabiliseret og steg derefter igen til det nuværende niveau på 21%.

Planternes udvikling

Planterne opstod som tidligere nævnt i præcambrium for 2,6-2,7 mia. år siden, måske endda en mia. år tidligere. De ældste planter er de vandlevende alger, som den dag i dag er en stor plantegruppe. I slutningen af Ordovicium men især i silur perioden for omkring 440-410 mio. år siden begynder planterne for alvor at kolonisere landjorden. I løbet af de næste 300 mio. år udvikles alle de plantetyper, som vi kender i dag: mosser, ulvefødder, paderokker, bregner, nøgenfrøede (fx nåletræer) og til sidst de dækrfrøede, som udgør de blomsterplanter, der i dag er de mest fremherskende på Jorden.



Figur 13. Planternes udvikling.

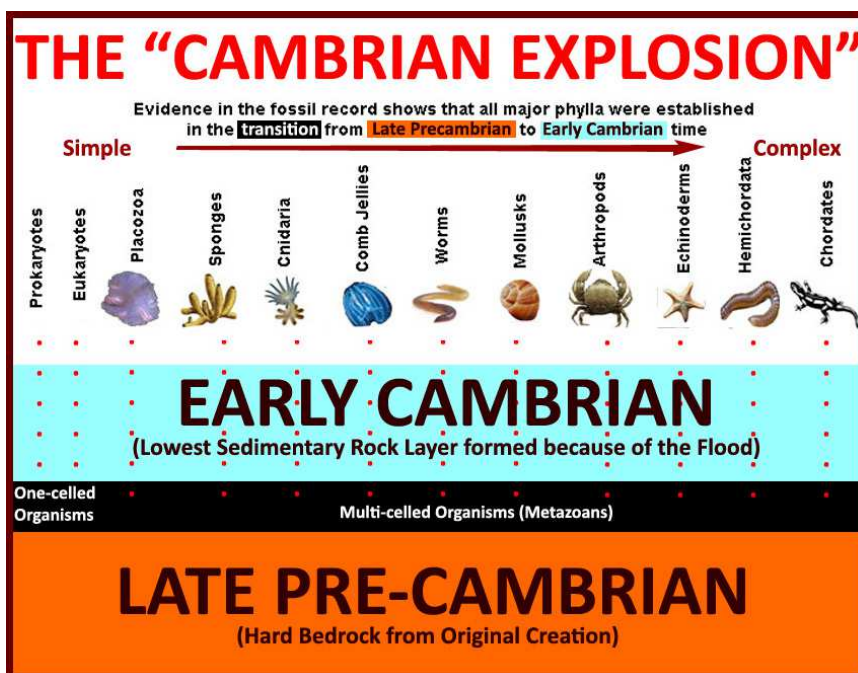
Plantevæksten nåede sin storhedstid i karbon perioden for ca. 300 mio. år siden, hvor enorme, frodige sumpskove med paderokke- og ulvefødder på op til 40 m dækkede landjorden. Det medførte som nævnt en stigning i iltindholdet til 35%, der fx dannede baggrund for udviklingen af kæmpeinsekter, som vi skal se nedenfor. Den store mængde planter i karbon perioden har endvidere dannet grundlag for de fleste af de kulforekomster, som vi kender i dag. I Figur 14 ses en kunstnerisk fremstilling af plantevæksten og dyrelivet i karbon perioden.



Figur 14. En kunstnerisk fremstilling af plante- og dyrelivet i Karbon-perioden.

Dyrenes udvikling - den kambriske eksplosion

Indtil for 542 millioner år før siden var faunaen repræsenteret ved relativt små dyr uden skelet (se Figur 6). Men i løbet af de første 70-80 mio. år af kambrium perioden finder man i aflejringerne herfra lige pludseligt arter fra stort set alle de vandlevende dyreklasser, som vi kender i dag. Det kaldes for "den kambriske eksplosion", som det fremgår af Figur 15.



Figur 15. Ved "en kambriske eksplosion" udvikles mange nye dyrearter.

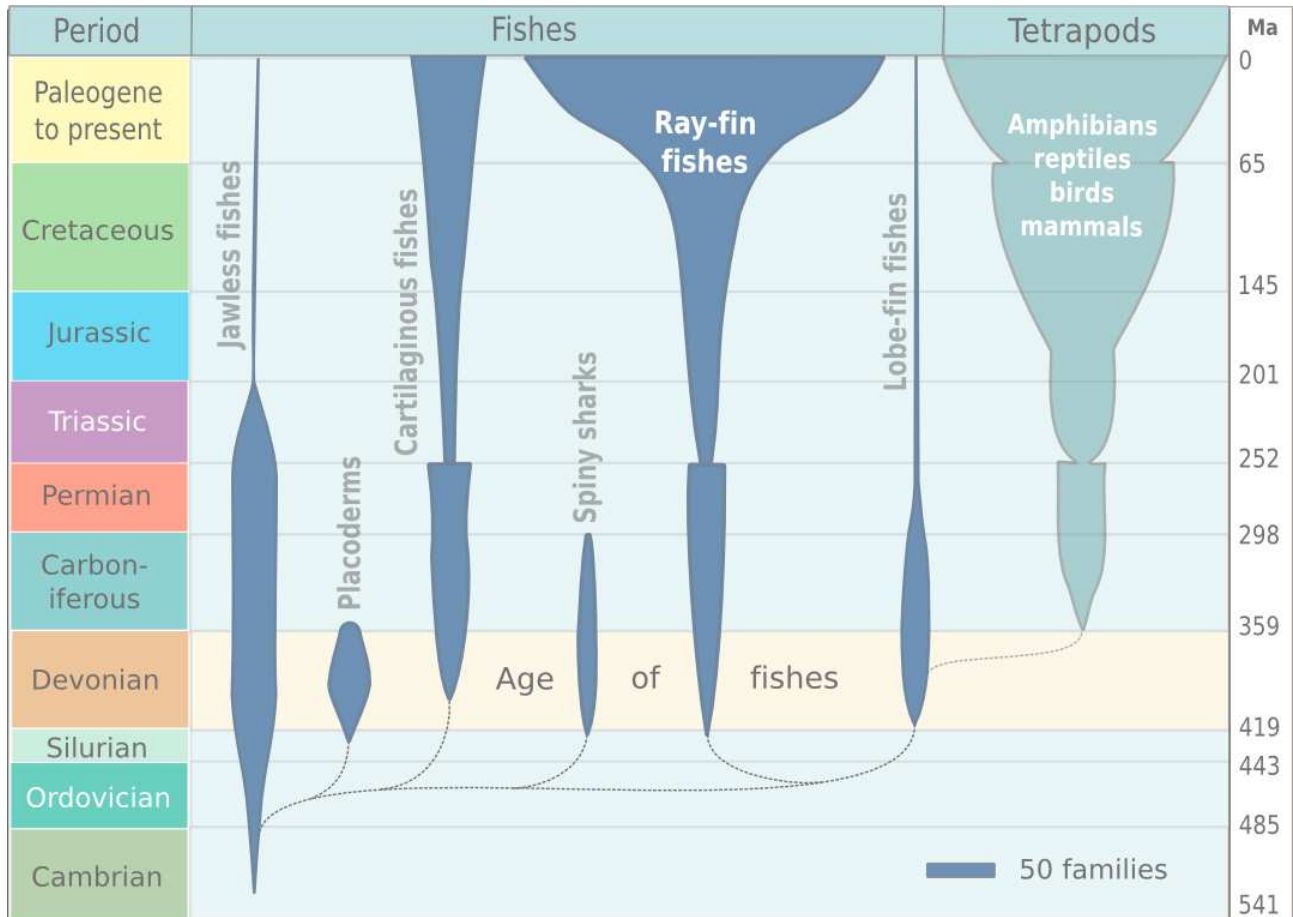
Denne pludselige og mangfoldige udvikling har givet årsag til stor diskussion blandt videnskabsfolk. Var der tale om springvis evolution, eller kunne observationerne forklares på baggrund af evolutionsteorien? Selv Darwin mente, at den kambriske eksplosion var det væsentligste argument imod hans teori om trinvis udvikling på baggrund af naturlig selektion. Som bekendt er evolutionsteorien stadig den fremherskende teori i dag. På den baggrund er der i tidens løb blevet fremsat en række forskellige hypoteser om, hvorfor udviklingen af dyr skete med så stor en hastighed i lige netop kambrium perioden. De mest anerkendte peger på klimatiske og økologiske forhold som de væsentligste faktorer. Fx var temperaturen høj efter en periode med istider. Iltindholdet var i kraftig stigning hvorved ozonlaget kunne begynde at blive opbygget og dermed beskytte dyrene imod den skadelige UV-stråling. Dertil kommer, at algevæksten i havene og i ferskvandet var under kraftig udvikling, hvorfor der var mad til de nye dyr. Og med udviklingen af de nye planteædende dyr, blev der også skabt mulighed for udviklingen af rovdyr.

I Ordovicium perioden (485 - 444 mio. år før nu) møder vi for første gang insekterne, som i dag er den mest artsrige dyregruppe. Insekterne fik deres storhedstid i karbon perioden, hvor der blev udviklet kæmpeinsekter, fx guldsmede med en krop på 40 cm og et vingefang på 60 cm (Figur 16). At insekterne kunne blive så store, mener man skyldes, at der i karbon perioden var et ekstremt højt iltindhold i atmosfæren på 35%.



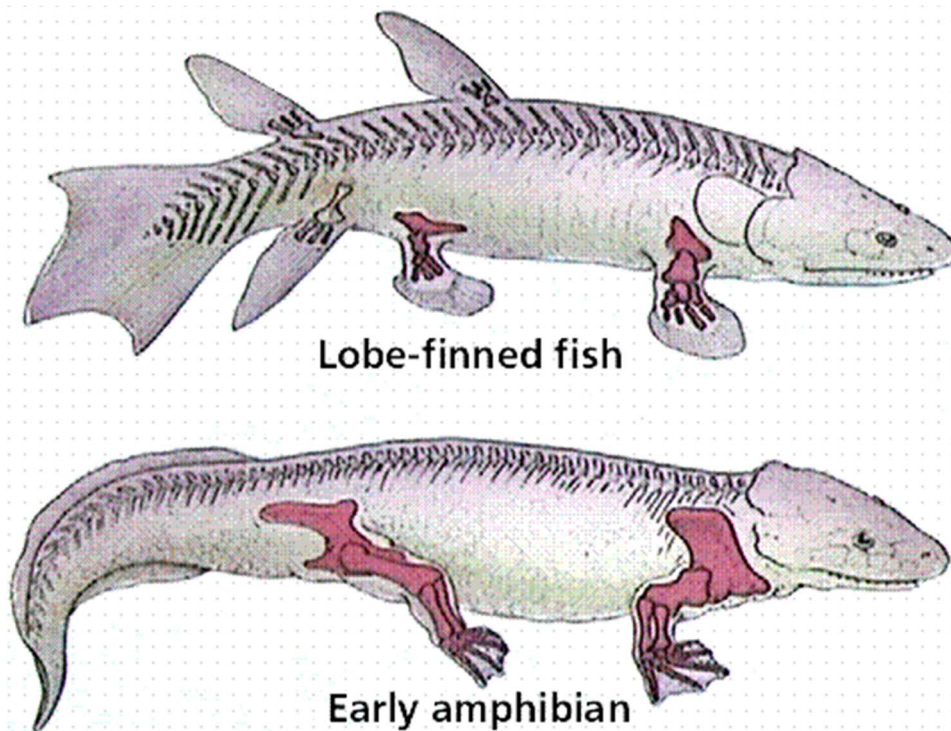
Figur 16. Kæmpeguldsmed med et vingefang på 60 cm og en krop på 40 cm.

I de efterfølgende perioder fortsætter udviklingen af dyrene og en ny "eksplosion" finder sted i Devon (416 - 359 mio. år før nu). Perioden kaldes ofte for "Age of fishes" på grund af udviklingen af mange nye typer af fisk, fx de op til 9 m lange panserhajer (Figur 17).



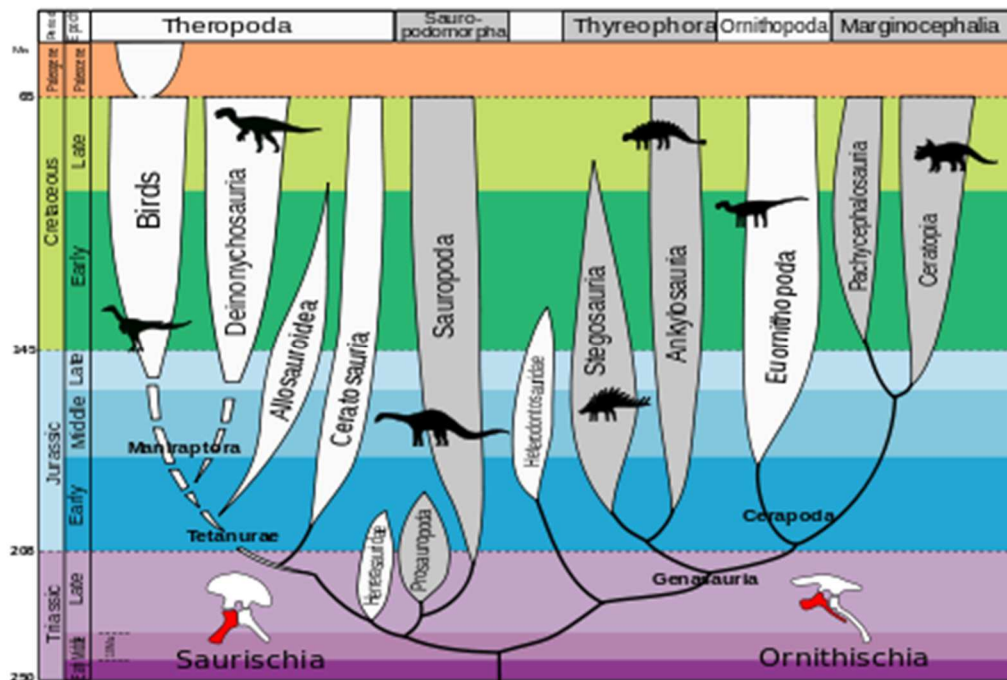
Figur 17. Udviklingen af fisk og firbenede dyr i og efter Devon-perioden.

Iltindholdet i atmosfæren er nu så højt og ozonlaget så tykt, at liv på land bliver muligt. Klimaet er relativt varmt og stabilt på samme niveau som i dag, og udviklingen af landplanter fortsætter med nye typer af karplanter med rødder (Figur 13). Den omfattende vegetation giver føde for en voksende fauna af mider, skolopendre og tusindben, som igen giver basis for nogle rovdyr som edderkopper og skorpioner. I slutningen af perioden ser man de første padder, som er blevet udviklede fra den kvastfinnede fisk (Figur 18).



Figur 18. De første padder blev udviklet fra den kvastfinnede fisk.

Med udviklingen af padderne var de firbenede dyrs kolonisering af landjorden begyndt. I kulperioden (359 - 299 mio. år før nu) udvikles krybdyrene fra padderne og når deres maksimum i jura og kridt (210-66 mio. år før nu), hvor dinosaurerne dominerer landjorden (Figur 19).

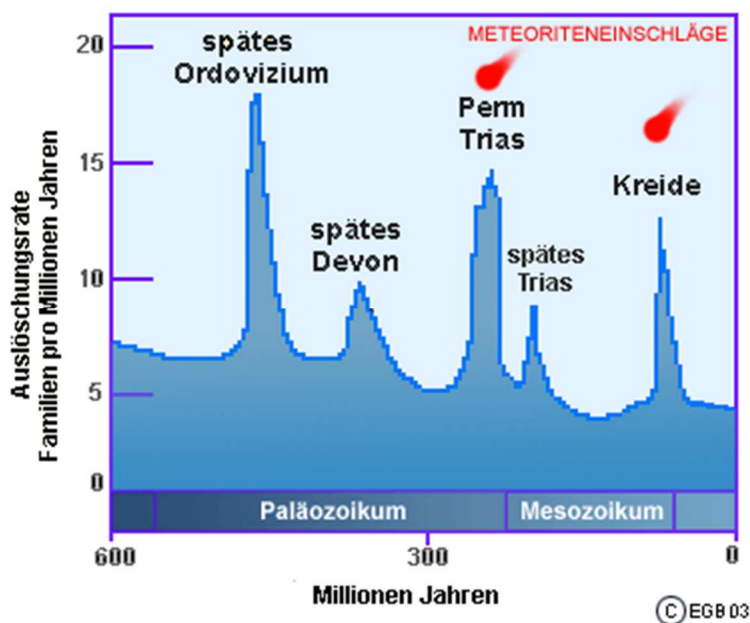


Figur 19. Udviklingen af dinosaurerne som kulminerer i jura og kridt perioden.

Figur 21. Udviklingen af vertebraterne (med rygsøjle).

Udvikling og masseudryddelse

Som vi har set af det foregående, udvikles der igennem de seneste 550 mio. år en mangfoldighed af nye plante- og dyregrupper. Det er i den sammenhæng vigtigt at huske på, at der samtidig sker en uddøen af både arter, men også af hele plante- og dyregrupper. Som det fremgår af Figur 23, sker der i gennemsnit en uddøen af 5-10 plante- og dyrefamilier pr. million år. Der har dog været fem perioder, hvor denne uddøen har været særlig intensiv. Årsagerne til disse masseudryddelser har enten været udbredte istider, intensiv vulkansk aktivitet eller meteornedslag. Den største masseudryddelse finder sted imellem Perm og Triasperioden for 252 mio. år siden. Man mener, at 96% af alle arter i havene og 70% af de landlevende uddøde. Den mest kendte masseudryddelse fandt sted for 66 mio. år siden på overgangen fra kridt til tertiær perioden. Her regner man med, at 75% af alle arter uddøde, herunder dinosaurerne.



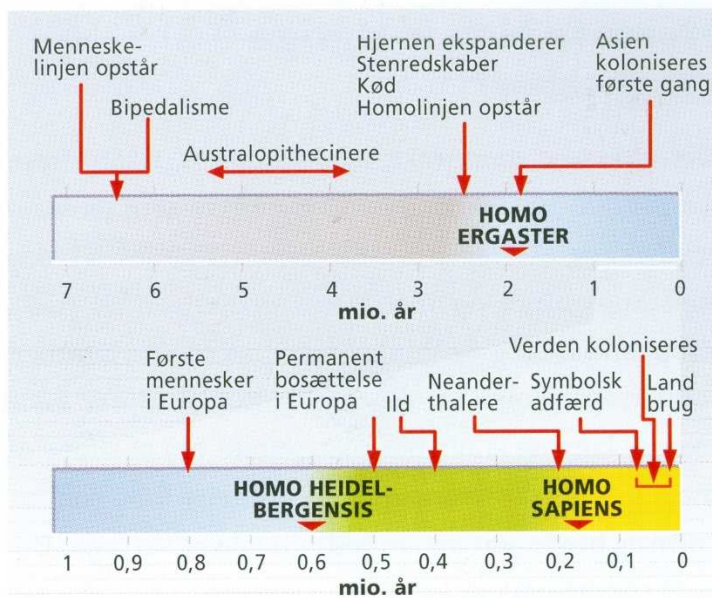
Figur 23. Antal dyrefamilier der uddør pr. mio. år.

Menneskets udvikling

Som nævnt ovenfor blev pattedyrene udviklet fra krybdyrene for godt 200 mio. år siden, men blev først en stor dyregruppe i løbet af de sidste 50 mio. år. Vi skal dog meget længere frem i tiden, før mennesket bliver udviklet fra aberne. Som det fremgår af Figur 24, mener man, at det skete for 6-7 mio. år siden. Nogle forskere mener endda, at det er over 8 mio. år siden. Den væsentligste forskel imellem aben og abemennesket var sidstnævntes oprette gang, bipedalisme, som det fremgår af Figur 25.

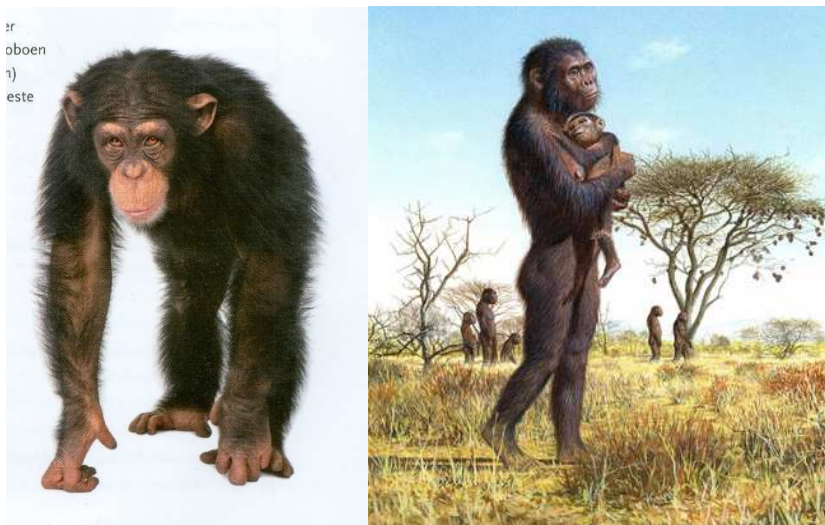
Udviklingen af de første primitive mennesker skete i Afrika (Etiopien) på overgangen imellem regnskoven og savannen. I det område, hvor man mener at mennesket blev udviklet, var der regnskov for 10 mio. år siden. Som det fremgår af Figur 26, blev der i løbet af de næste 3 mio. år dannet en bjergkæde, som gjorde klimaet i det nuværende Etiopien mere tørt. I stedet for regnskov, hvor aberne levede, blev der udviklet savanne, hvor forholdene var ideelle for det nyudviklede menneske.

På grund af den oprette gang, havde mennesket en konkurrencefordel på savannen i forhold til aberne, dels fordi de kunne bevæge sig hurtigere, dels fordi de havde hænderne fri til at kunne bruge redskaber. Evnen til at bruge redskaber er knyttet til intelligensen. Det er derfor karakteristisk, at der er en nøje sammenhæng imellem menneskets udvikling og hjernens størrelse, som det fremgår af Figur 27.



6.9 Tidslinje over menneskets udvikling, hvor udvalgte nøglebegivenheder er anført. 'Bipedalisme' angiver, at de første abemennesker rejste sig op og gik på to ben som det normale.

Figur 24. Menneskets udvikling.



Figur 25. Chimpanse og et tidligt abemenneske.

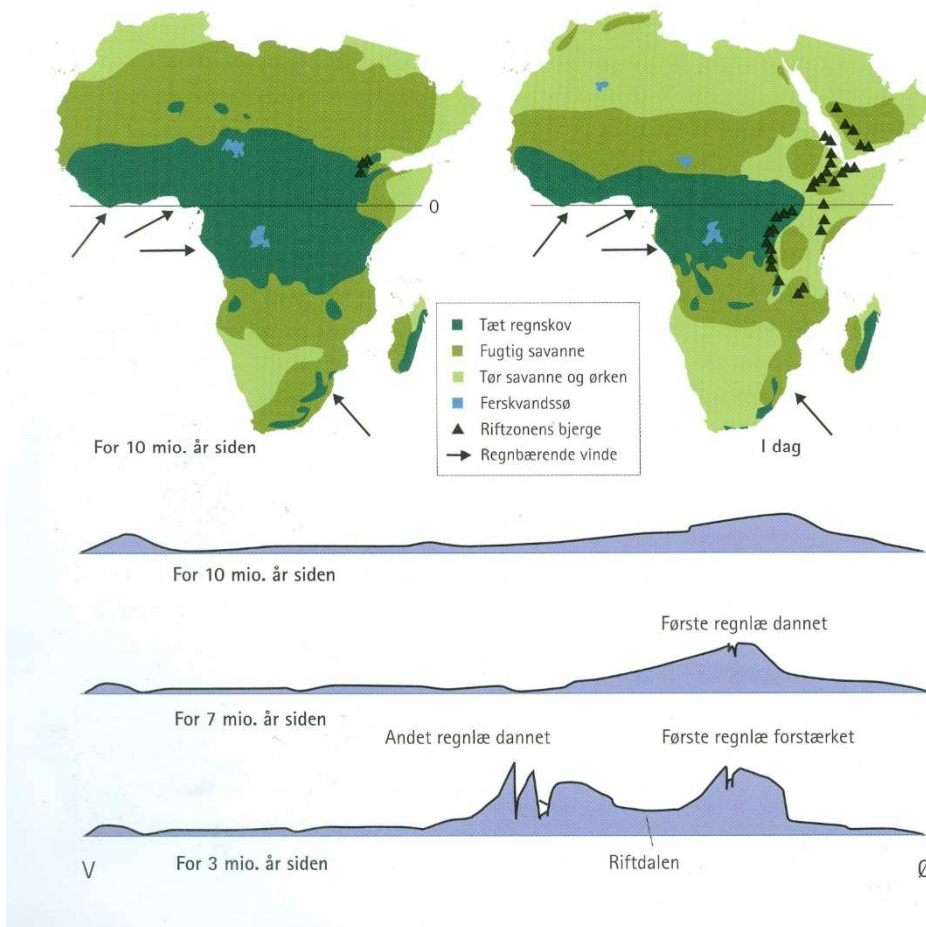
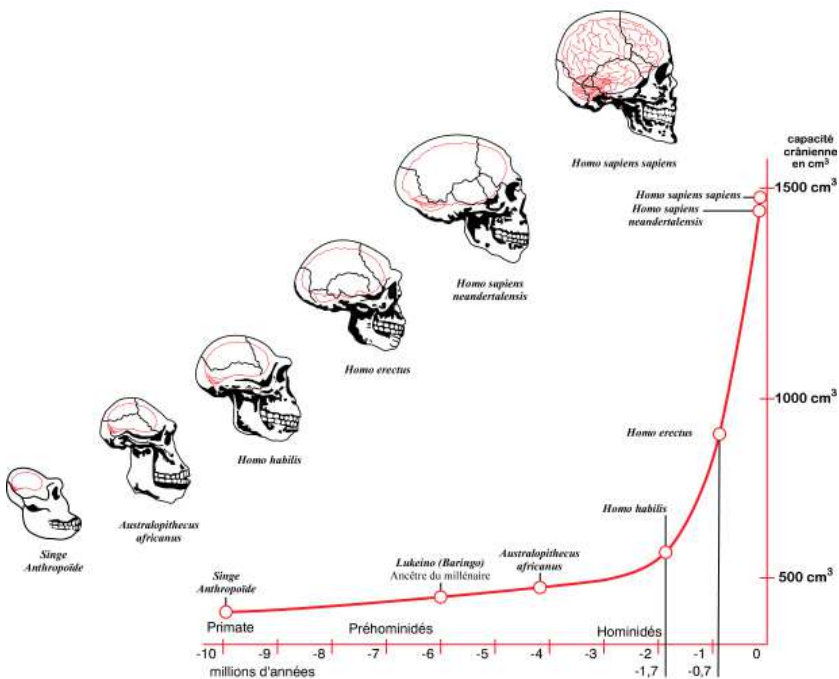


Fig 26. Plantegeografien og de geologiske forhold i Afrika i de seneste 10 mio. år.



Figur 27. Hjerneumfanget hos mennesker på forskellig udviklingstrin.

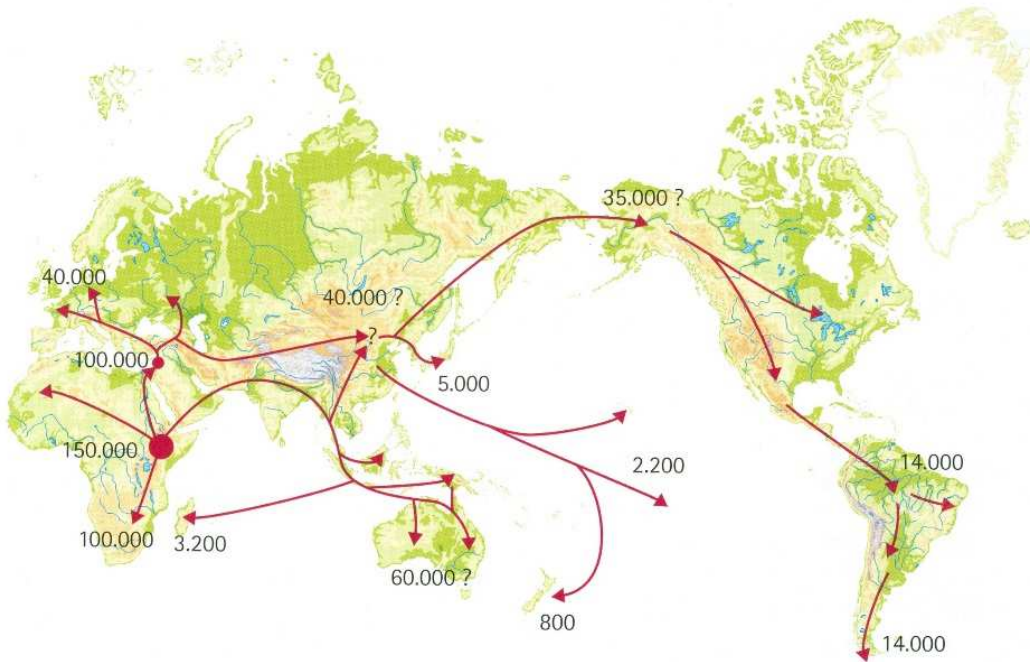
Ifølge teorien om "Out of Africa" udvandrede fortidsmennesket, Homo ergaster (vandringssmanden), for 1,8-2,0 mio. år siden til de øvrige verdensdele, som det fremgår af Figur 28. For ca. 800.000 år siden nåede mennesket til Europa, hvor det er kendt under navnene Homo heidelbergensis og Homo neanderthalensis.



6.8 Menneskets første udvandring fra Afrika og sandsynlige ruter. Stjernen markerer oprindelsesstedet for vandringssmanden, Homo ergaster.

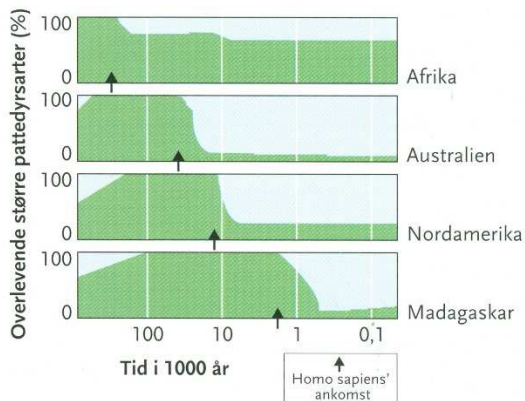
Figur 28. Menneskets udvandring fra Afrika.

Der har været megen diskussion om, hvorvidt de primitive menneskearter udviklede sig til det moderne menneske, Homo sapiens, i de forskellige verdensdele. I dag er de fleste videnskabsfolk dog enige om, at udviklingen af nutidsmennesket fandt sted i Afrika, og at der skete endnu en udvandring, "Out of Africa II", som det fremgår af Figur 29. Udvandringen begyndte for ca. 150.000 år siden og for ca. 40.000 år siden nåede de til Europa. Her og andre steder mødte og udkonkurrerede Homo sapiens de primitive mennesker, som var kommet tidligere. I Europa uddøde Homo neanderthalensis for ca. 25.000 år siden. I Asien har et minimenneske (Homo floresiensis) levet indtil for kun 12.000 år siden, hvor man mener, at det uddøde i forbindelse med et vulkanudbrud. Minimennesket har fået øgenavnet hobitten, fordi de kun var ca. en meter høje.



6.11 Det moderne menneske, Homo sapiens, opstod i Østafrika og er siden vandret ud og har spredt sig til næsten alle Jordens egne. Cirkler angiver kerneområder, hvorfra den videre kolonisering er foregået.

Figur 29. Udvandringen af Homo sapiens fra Afrika.



6.13 Figuren viser sammenhængen mellem det moderne menneskes ankomst til forskellige landområder og antallet af store dyr i området. Udviklingen er angivet i % af, hvad der oprindeligt var af store dyr. De store dyr klarede sig bedst i Afrika, da mennesket her langsomt blev udviklet til at være en effektiv jæger.

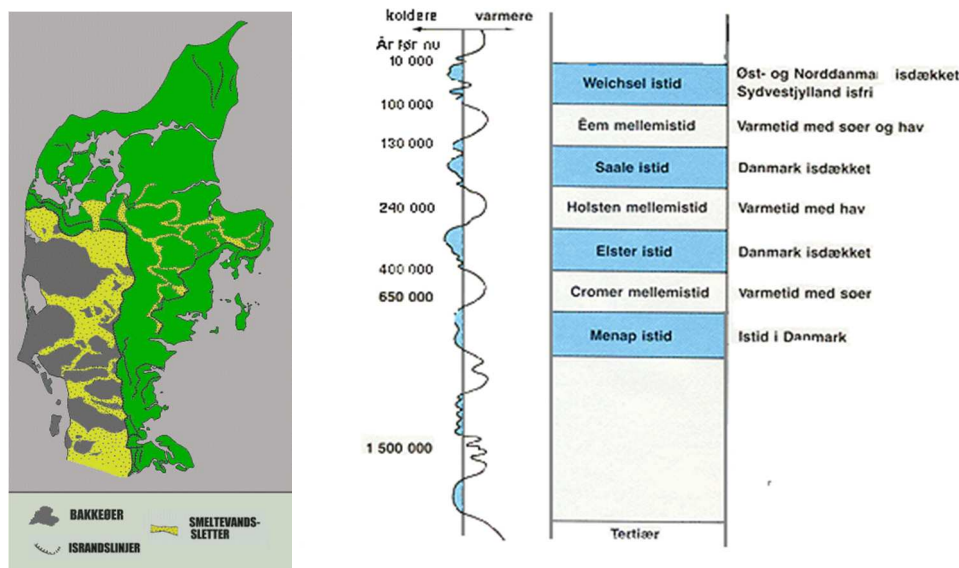
Figur 30. Nutidsmenneskets udryddelse af større pattedyr i de forskellige verdensdele.

Efterhånden som nutidsmennesket nåede frem til de forskellige verdensdele, var det ikke bare fortidsmenneskene, som blev udryddet. Som det fremgår af Figur 30, var det også tilfældet for mange af de store dyr, som levede der.

Mennesket i Danmark

De allertidligste spor af mennesker i Danmark er nogle primitive stenredskaber fundet i Christiansfelt i Sønderjylland. De er dateret til at være ca. 240.000 år gamle, hvilket betyder, at der i Holsten mellemistiden (Figur 31) har været besøg af neanderthalere. Der er også fundet enkelte spor af fortidsmennesker i Eem mellemistiden.

Homo sapiens kom til Europa midt under den seneste istid, som varede fra ca. 115.000 til 14.000 år før nu (Figur 31). De første "nutidsdanskere" har derfor sandsynligvis været jægere i den del af Danmark, som ikke var dækket af is (sydvestjylland). I dette tundralandskab jagede mennesker om sommeren storvildt som fx kæmpebjort, mammuter, næsehorn, vildheste og især rener, som det fremgår af Figur 32.



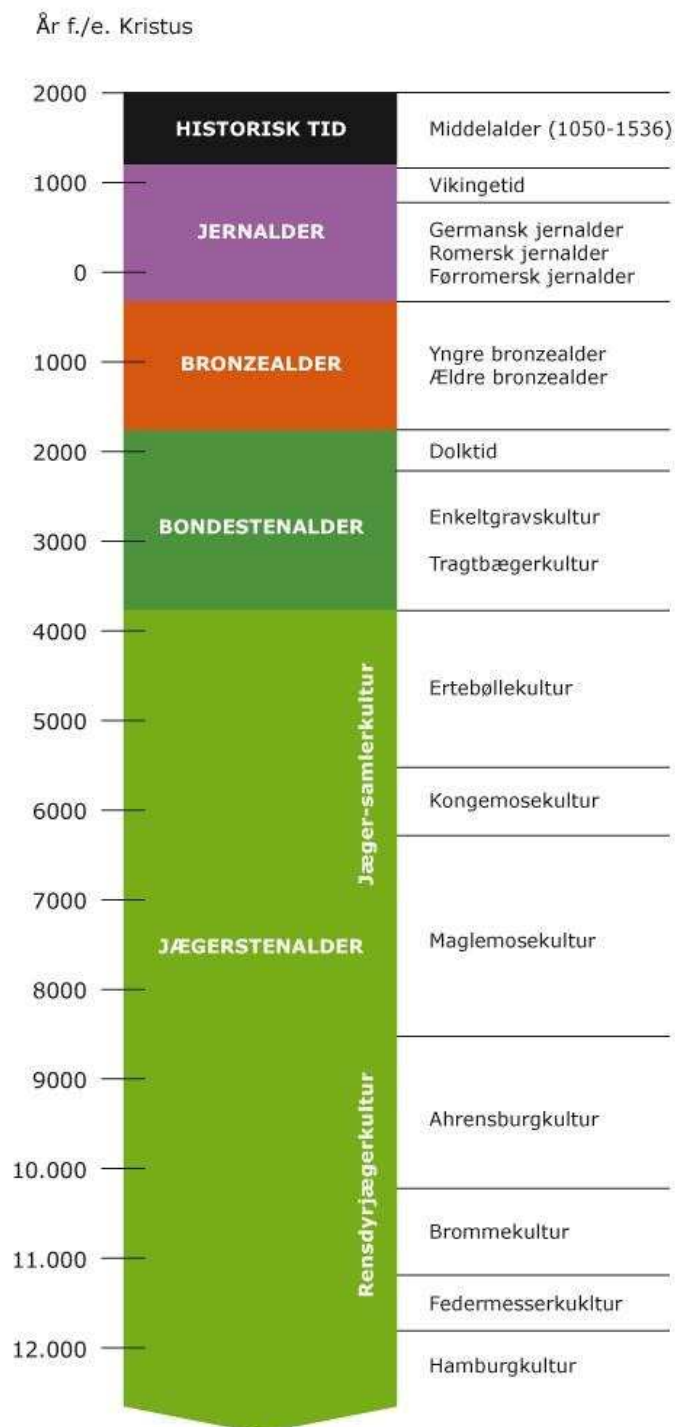
Figur 30. Under den sidste istid var den sydvestlige del af Danmark isfrit.



6.16 Landskab under istiden i den nordlige Europa, fjeldhede og spredt fyr. Fra venstre: gevir af irsk kæmpebjort, vildheste, mammuter, ren, løver og uldhåret næsehorn. Det var den verden Homo sapiens trivedes i.

Figur 31. Sådan forestiller man sig tundraområderne under istiden i det nordlige Europa.

Efterhånden som klimaet blev mildere og isen begyndte at smelte i slutningen af Weichel istiden, flyttede der mennesker permanent til Danmark. Det skete i jægerstenalderen, som regnes fra 12.800-4.000 f. Kr. (Figur 32). Man har fundet mange efterladenskaber efter disse stenaldermennesker, bl.a. køkkenmøddinger. De var nomader, og ernærede sig som samlere og jægere. De boede inde i landet om sommeren hvor de jagede, og om vinteren ude ved kysten, hvor de især levede af fiskeri.



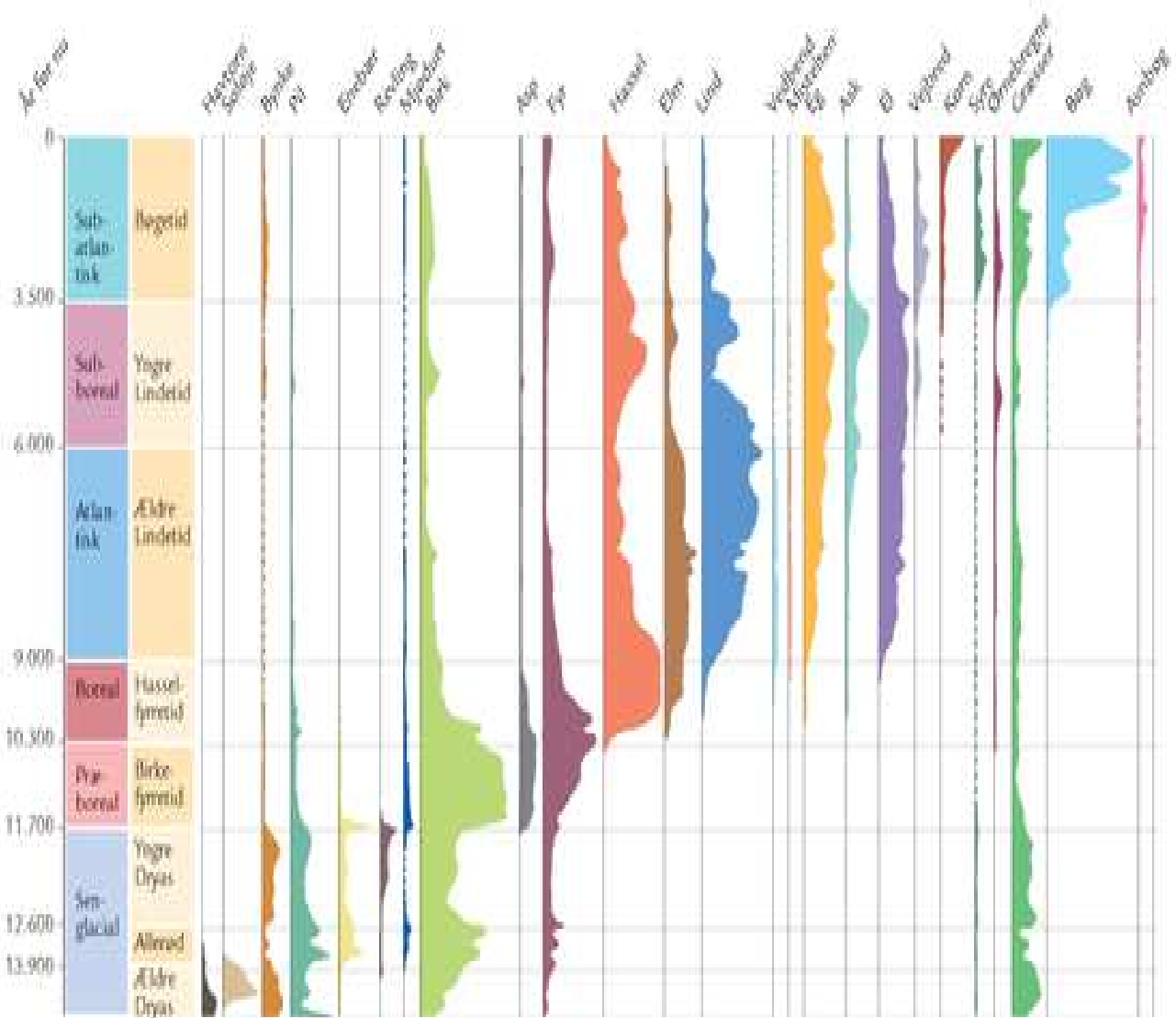
Figur 32. Danmarks historiske perioder.

I jægerstenalderen var klimaet i Danmark omtrent som det er i dag i det nordlige Skandinavien. I denne og de efterfølgende perioder blev det stadig varmere. Som det fremgår af Figur 33 medfører det, at vegetationen, og dermed leveforholdene i Danmark, forandrede sig. I begyndelsen er der tale om et tundralignende landskab med græsser, mosser og buske. For godt 10.000 år siden overtager træerne og Danmark springer i skov.

I bondestenalderen (4.000-1.700 f. Kr.) var klimaet mildt nok til at dyrke landbrug. Man brændte skoven af og dyrkede jorden. Menneskene behøvede nu ikke mere at flytte rundt og blev efterhånden bofaste. Man slog sig ned, lavede en boplads, brændte skoven af og dyrkede jorden.

I bronzealderen fra 1.700-500 f. Kr. sker der store kulturelle ændringer. Den nyeste forskning viser, at der i denne periode skete en massiv indvandring af et hyrdefolk, Yamnaya-folket, fra den kaukasiske steppe i Centralasien. De blandede sig med den lokale befolkning og resultatet blev forfaderen til de danskere, som vi er i dag. Det er bl.a. dette steppefolk, som vi kan takke for, at 80 % af os kan tåle mælk, idet genet for laktosetolerans kommer fra dem.

I jernalderen fra 500 f. Kr. til 800 e. Kr. udbygges landbruget og de første landsbyer, som vi kender i dag, grundlægges.



Figur 33. Ændringen af vegetationen i Danmark igennem de seneste 14.000 år.