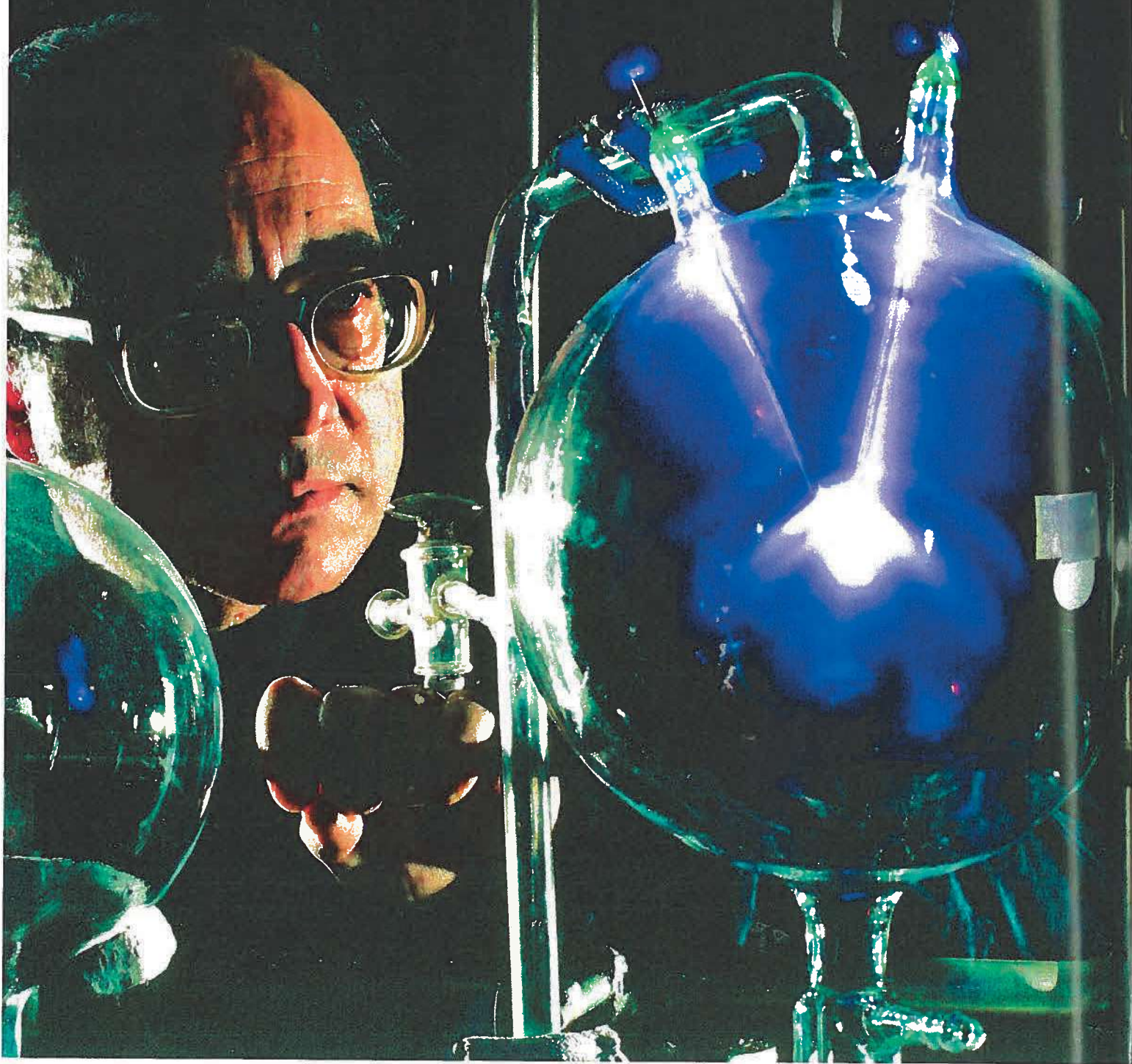


Evolution —



livets udvikling

I 1950'erne lykkedes det to forskere at lave aminosyrer og sukker ved at lede elektriske gnister gennem en suppe af vand, brint, ammoniak og metan. Det var så epokegørende, at forskerne fik Nobelprisen. Forsøget viste nemlig, at der ved lynnedslag i havet kan opstå aminosyrer og sukker, som er grundlæggende for livets opståen. Af aminosyrer kan der dannes proteiner, som er byggestenen i alt levende, og sukker er en kendt energikilde for liv. Konklusionen på forsøget var, at livet sandsynligvis er opstået i den ursuppe, som var på Jorden for ca. 4 milliarder år siden.

Livet har udviklet sig gennem 3.800 millioner år. Det er ufattelig lang tid og ikke til at overskue. Men nogle eksempler og overgange i livets udvikling er vigtige for at forstå det.

Hvad er liv?

Har der altid været de samme arter på Jorden?

Kan en art eksistere evigt?

Har der været perioder, hvor bestemte grupper af dyr og planter har domineret?

Hvordan udviklede livet sig fra vand til land?

Hvordan udviklede aber sig til mennesker?

En amøbe har omsluttet en bakterie for at æde den og skaffe energi – det ses i toppen af amøben. Måske er flercellede organismer opstået ved at bakterier, der skulle ædes er begyndt at samarbejde med de organismer der omsluttede dem.

Nyttige begreber

Celledeling: en celle kan dele sig i to. Det kaldes celledeling.

DNA: i alle vores celler findes en cellekerne. Inde i cellekernen ligger generne på lange strenge. Disse strenge kaldes DNA.

Gen: gener findes som små stykker i DNA-strengen. Hvert gen bærer koden til et bestemt protein.

Krybdyr: gruppe af dyr med 4 ben og skællet hud, ofte æglæggende. Krybdyr er fx skildpadder, firben, slanger og krokodiller.

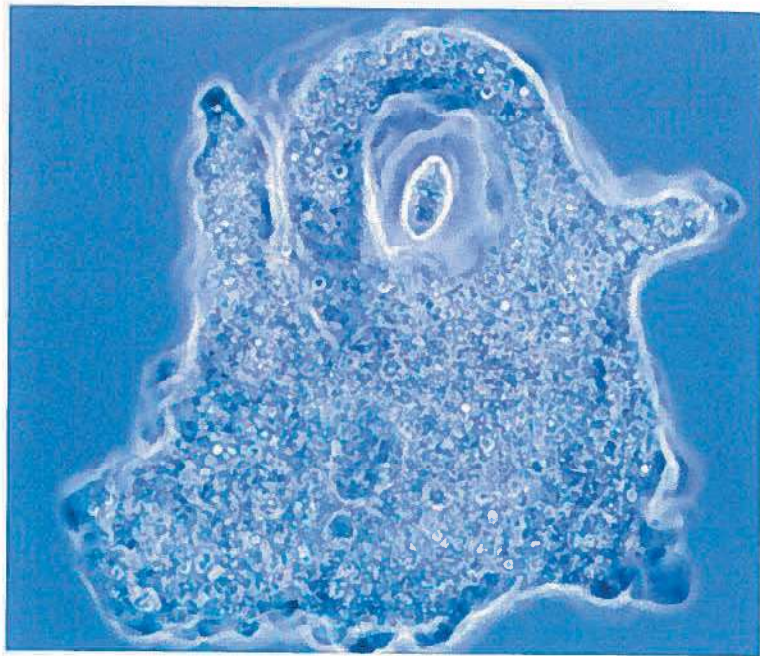
Mutation: en tilfældig ændring i cellens DNA.

Padder: dyr der fødes i vand fx som haletudser, udvikler sig og kravler på land. Lægger æg uden skal. Frøer, tudser og salamandre er padder.

Pattedyr: dyr, der føder levende unger, som dier hos moderen.

Selektion: betyder udvælgelse og beskriver de dyr eller planter, som pga. bestemte arvelige egenskaber er bedst til at overleve og formere sig. Egenskaberne kan fx være hurtighed, styrke eller bedre camouflage.

Stamform: den organisme, som nye arter udviklede sig fra.



Det første liv

Det første liv var enkle celler, der levede i vand. Cellerne havde ingen cellekerne, og generne flød rundt inde i cellen. En sådan celle kaldes prokaryot, som betyder "før kerne". Alle bakterier er prokaryoter og danner deres eget rige – prokaryota.

Fra encellede til flercellede organismer

I dag findes der både encellede og flercellede organismer. Encellede organismer er fx bakterier, amøber og ciliater, mens flercellede fx er alle insekter, fisk, pattedyr og fugle.

Vi ved ikke med sikkerhed, hvordan de encellede organismer blev flercellede. Vi ved, at encellede organismer formerer sig ved simpel celledeling. En bakterie deler sig – og så er der to. De deler sig videre, og så er der fire. Ingen af de fire hænger sammen efter delingen. Men det kunne jo ske, at de ved en fejl ikke slap hinanden helt. Det vil sige, at de efter flere delinger blev til en klump af celler. Dette er sikkert sket flere millioner gange, uden at der kom en flercellet organisme ud af det. Klumperne havde i starten ingen fordele af at være en klump. Men i nogle celleklumper bevirkede mutationer, at klumpen fik en fordel. De yderste celler blev lidt hårdere end

En amøbe har omsluttet en bakterie for at æde den og skaffe energi – det ses i toppen af amøben. Måske er flercellede organismer opstået ved at bakterier, der skulle ædes er begyndt at samarbejde med de organismer der omsluttede dem.

Nyttige begreber

Celledeling: en celle kan dele sig i to. Det kaldes celledeling.

DNA: i alle vores celler findes en cellekerne. Inde i cellekernen ligger generne på lange strenge. Disse strenge kaldes DNA.

Gen: gener findes som små stykker i DNA-strengen. Hvert gen bærer koden til et bestemt protein.

Krybdyr: gruppe af dyr med 4 ben og skællet hud, ofte æglæggende. Krybdyr er fx skildpadder, firben, slanger og krokodiller.

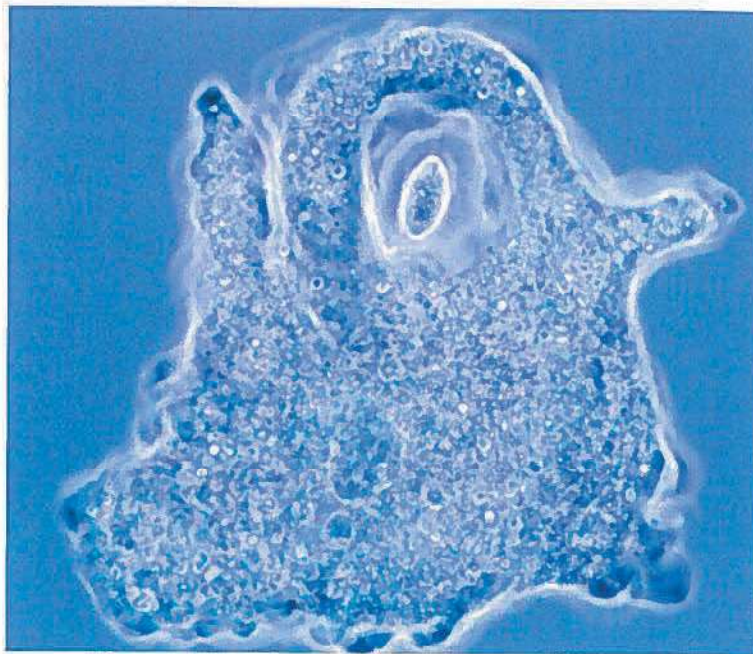
Mutation: en tilfældig ændring i cellens DNA.

Padder: dyr der fødes i vand fx som haletudser, udvikler sig og kravler på land. Lægger æg uden skal. Frøer, tudser og salamandre er padder.

Pattedyr: dyr, der føder levende unger, som dier hos moderen.

Selektion: betyder udvælgelse og beskriver de dyr eller planter, som pga. bestemte arvelige egenskaber er bedst til at overleve og formere sig. Egenskaberne kan fx være hurtighed, styrke eller bedre camouflage.

Stamform: den organisme, som nye arter udviklede sig fra.



Det første liv

Det første liv var enkle celler, der levede i vand. Cellerne havde ingen cellekerne, og generne flød rundt inde i cellen. En sådan celle kaldes prokaryot, som betyder "før kerne". Alle bakterier er prokaryoter og danner deres eget rige – prokaryota.

Fra encellede til flercellede organismer

I dag findes der både encellede og flercellede organismer. Encellede organismer er fx bakterier, amøber og ciliater, mens flercellede fx er alle insekter, fisk, pattedyr og fugle.

Vi ved ikke med sikkerhed, hvordan de encellede organismer blev flercellede. Vi ved, at encellede organismer formerer sig ved simpel celledeling. En bakterie deler sig – og så er der to. De deler sig videre, og så er der fire. Ingen af de fire hænger sammen efter delingen. Men det kunne jo ske, at de ved en fejl ikke slap hinanden helt. Det vil sige, at de efter flere delinger blev til en klump af celler. Dette er sikkert sket flere millioner gange, uden at der kom en flercellet organisme ud af det. Klumperne havde i starten ingen fordele af at være en klump. Men i nogle celleklumper bevirkede mutationer, at klumpen fik en fordel. De yderste celler blev lidt hårdere end

Fra encellet til flercellet

Når encellede organismer deler sig kommer der to nye. Men adskilles de ikke, og ved en fejl hænger sammen, kan det vise sig at være en fordel. Efter millioner af år udvikles organismen yderligere. Nu er der flere celler sammen. De celler der er tættest på bunden – hvor føden er – er bedst til fordøjelse. Dem der vender opad er udviklet til beskyttelse af dyret, ved at være mere hårde og evt. med små pigge.

Encellet organisme



Flercellet organisme bestående af 4 celler



Flercellet dyr med beskyttende celler og fordøjende celler



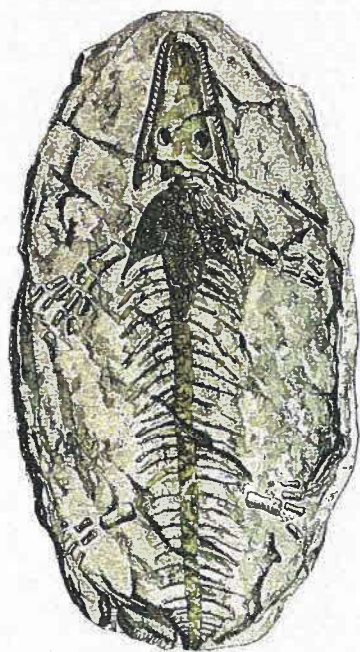
de inderste, og de virkede som et primitivt panser. Denne celleklump var lidt bedre beskyttet mod at blive ædt eller mod stråling og andre påvirkninger.

Senere i udviklingen var det de inderste celler, som ændrede sig. De blev bedre til at fordøje de celler, som klumpen åd. Klumpen havde ikke mund, men optog små celler ved at omslutte dem og fordøje dem. Efter millioner af år var der dannet et lille dyr, hvis yderste celler beskyttede det, og hvis inderste celler kunne fordøje føden. Dette lille primitive dyr var flercellet og havde fordel af at være det. De første flercellede organismer opstod for mellem 1.400 og 800 millioner år siden.

Fra vand til land

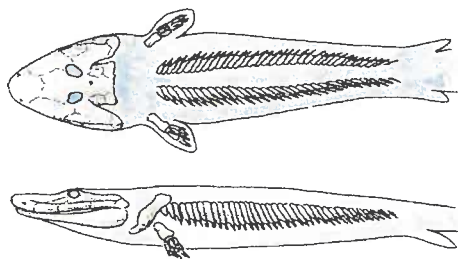
Efter millioner af år i havet havde de flercellede dyr udviklet sig meget og lignede på mange måder de former for dyr, vi kender i dag. Mange dyr kunne nu bevæge sig ved at svømme. De havde udviklet kredsløb, så cellerne inde i kroppen kunne forsynes med ilt og næring. Nogle af disse dyr udviklede sig til fisk.

Fisk, som levede tæt på kysten eller i søer, var i perioder udsat for kraftig udtørring. Langt de fleste døde, men nogle var tilfældigvis bedre til at klare udtørring end andre. Der var



Fisk eller padde?

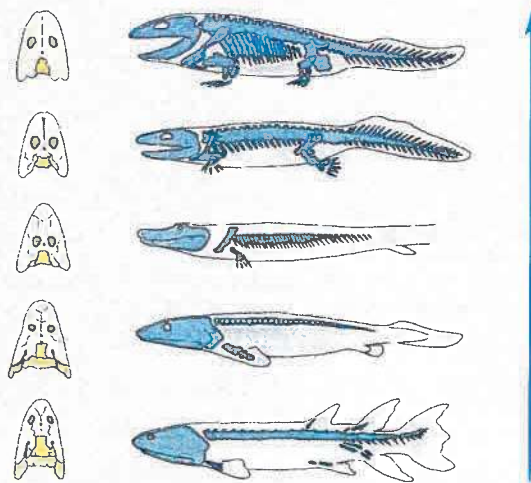
Det berømte fund af fossilet af tiktaalik, der er 375 millioner år gammelt. Det er en padde, der stadig har fisketræk, men er tilpasset til et liv på land.



Tiktaalik, som den har set ud fra oven og fra siden.

Fra fisk til padde

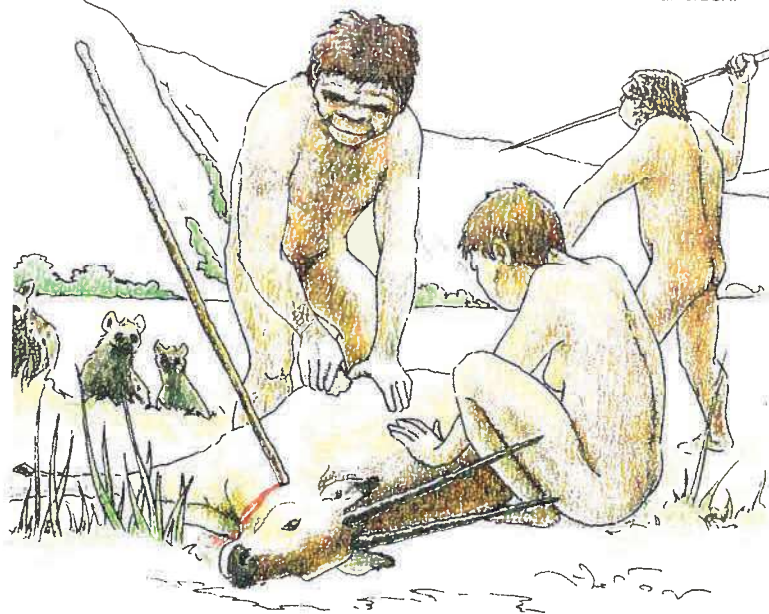
Fundne fossiler, der viser udviklingen fra fisk til padde. Tiktaalik, som ses i midten, var "the missing link", da den blev fundet i 2006.



kun små forskelle i evnen til at klare sig, men det var vigtige forskelle, når miljøet ændredes. Finner, der var kraftige nok, betød, at nogle fisk også kunne gå kortvarigt på land. Det skulle vise sig at være en stor fordel. På land var der ingen fjender som i havet. Fisk blev som i dag konstant jagtet af rovdyr. Men på land var de uden for fare, da store rovdyr endnu ikke var udviklet på landjorden.

Efter lang tid havde fiskene udviklet træk, som gjorde det muligt, at de bevægede sig mest på land. Deres finner var blevet omdannet til kraftige ben, og de bevægede sig let på landjorden. Risikoen for udtørring på land var gennem naturlig selektion blevet et mindre problem. Huden var blevet tykkere, så dyrene ikke så let mistede væske. Men dyrenes æg havde stadig ingen skal, så de kunne let tørre ud. Her mindede dyrene stadig om deres forfædre, der var fisk. Derfor måtte dyrene tilbage i vandet for at lægge æg. Dyrene havde udviklet sig til padder. Ikke de padder, vi kender i dag som frøer, tudser og salamandre, men som en stamform til dem. De første padder opstod for ca. 340 millioner år siden. Et fossil af en fiskelignende padde blev fundet i Canada i 2006, og det er 375 millioner år gammelt.

Mennesker, som de har levet på græsstepperne i Afrika for 1-2 millioner år siden.



Dyrenes specialisering

Livet på land udvikledes for ca. 375 millioner år siden. Æggene hos en gruppe af padder fik skaller, så de ikke så let tørrede ud på landjorden, og dyrene blev bedre til at bevæge sig på land, ved at benene blev kraftigere. Det var på denne måde krybdyrene udviklede sig fra padderne. Fra krybdyrene udviklede pattedyrene sig. Det skete bl.a. ved at tænderne blev mere specialiserede, temperaturen i kroppen blev konstant varm, og den skællede hud udvikledes til pels, så varmetabet blev mindre. Som et af de mange pattedyr udvikledes det menneske, vi kender i dag.

Ned fra træerne

For ca. 6 millioner år siden blev klimaet i Afrika varmere. På det tidspunkt var der udviklet aber, der levede i skovene. Skovene forsvandt langsomt, pga. varmen. Derfor måtte en del af aberne ned på jorden for at komme fra skov til skov og finde føde. Andre aber måtte prøve at klare sig ude på græsstepperne i længere tid. Men græsset var højt. Det blev en fordel at være høj og kunne rejse sig på to ben og se op over græs-

Mennesket spredes

Mennesket udvikledes i Afrika og spredte sig til Europa og Asien for ca. 200.000 år siden. De første mennesker nåede Australien for ca. 60.000 år siden. For ca. 35.000 til 15.000 år siden nåede mennesket frem til Nordamerika.



Nyttige begreber

Art: en afgrænset gruppe af dyr. Dyr af samme art kan få unger med hinanden, og ungerne er i stand til at formere sig.

Beatles: populær rockgruppe fra 1960'erne.

Etiopien: land i Østafrika.

Fossil: forstenede rester eller spor af levende organismer fra forhistorisk tid.

Græsstepper: store områder med græs og spredte træer.

Hjernekasse: den del af kraniet, der indeholder hjernen.

Homo: betyder "menneske" på latin.

Lucy, som man forestiller sig, hun har set ud. Hun gik oprejst og var ca. 1 m høj.



Det berømte skelet fra Lucy, som blev fundet i Etiopien i 1974. Skelettet er ca. 3,2 millioner år gammelt.



set for at spejde efter rovdyr. Gennem generationer undgik mange af de aber, som bedst kunne rejse sig, at blive ædt. Ungerne havde deres gener, og var derfor også bedre til at rejse sig.

Ganske langsomt klarede aberne sig uden træer. De klarede sig lige så godt på græssteppen som i skoven. Faktisk opholdt de sig ikke meget i træerne mere. De gik opret og havde tilpasset sig et liv i åbne områder.

Udviklingen til disse opretgående dyr tog et par millioner år. Der fandtes flere forskellige slags af disse dyr, som var en slags menneskelignende aber.

Lucy – en sensation

I 1974 fandt man et sensationelt skelet i Etiopien. Det blev udgravet i aflejringer, som var ca. 3 millioner år gamle. Skelettet var fra en voksen kvinde med en højde på 100-110 cm. Vinklen i hendes knæled viser, at hun har gået oprejst. Kvindens hjernekasse havde et rumfang på ca. 450 cm³. Chimpanser har et hjernekasse på 3-400 cm³.

Kvinden fik navnet Lucy efter en Beatles-sang, som blev spillet konstant i den lejr, hvor geologerne boede. Lucy er et godt bud på, hvordan de første mellemformer mellem aber og mennesker har set ud.

Af abetræk, der ses hos Lucy, er den lille hjernekasse, de meget kraftige hjørnetænder og mellemrum i overmundens, hvor der er plads til undermundens hjørnetænder. Desuden har hun meget lange arme. Af mennesketræk er der den opret gang, og måden fødder og hænder er formet på.

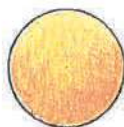
De ældste fossiler af mennesker uden for Afrika stammer fra Kaukasus ved Det Kaspiske Hav. De er 1,6 millioner år gamle. I Europa er de ældste fossiler af mennesker 800.000 år gamle.

Mennesker og redskaber

I Øst- og Sydafrika har man fundet skeletter af en form for mennesker, som har brugt redskaber. De kaldes for *Homo habilis*, som betyder det habile menneske. Der har været mange Homo-former gennem tiden. Kendetegnet ved dem er en spinklere kæbebygning, der fortæller, at de har levet af mere blandet

4,6 milliarder år siden

Jorden dannes



3,8 milliarder år siden



Livet opstår
Bakterier

2 milliarder år siden



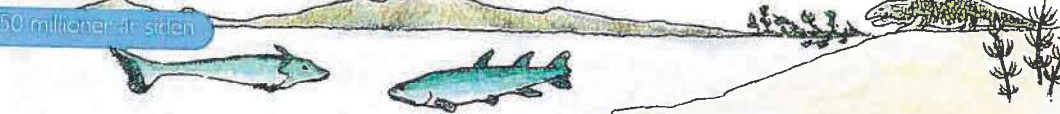
Encellede planter
og dyr

540 millioner år siden



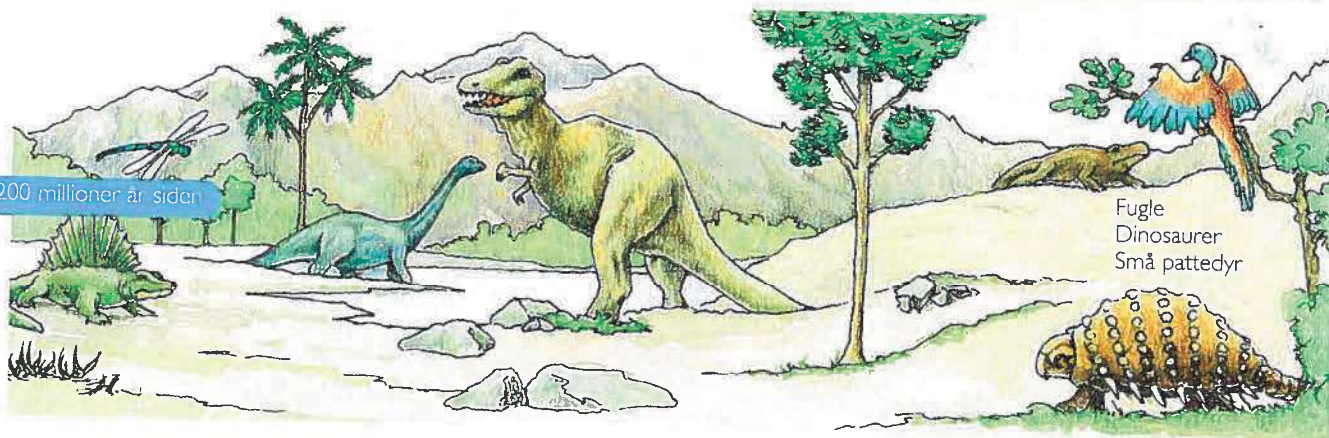
Flercellede planter
og dyr

350 millioner år siden



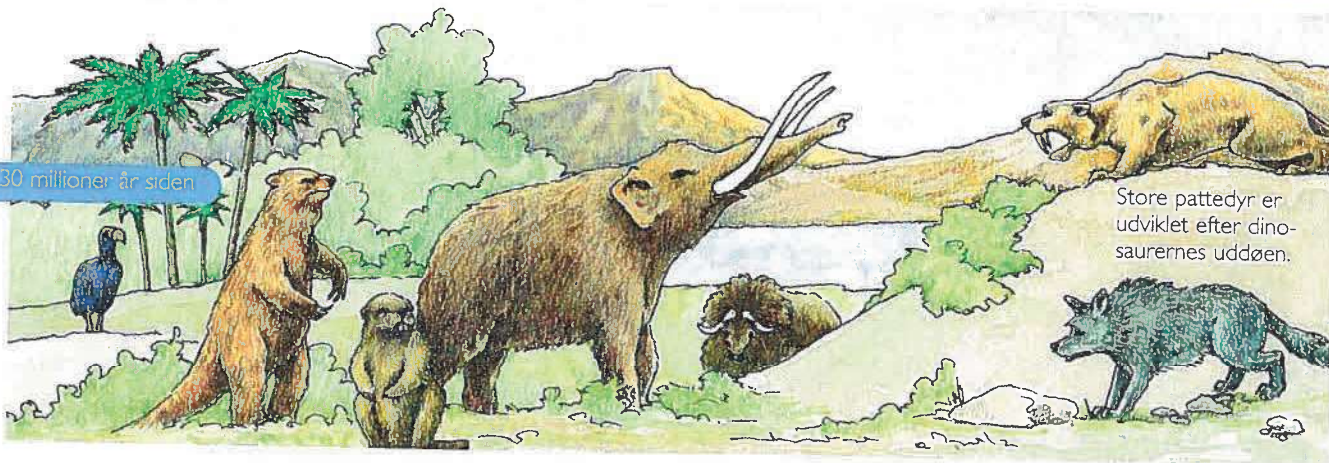
Fisk
Padder
Skove af kæmpe-
bregner og
padderokker

200 millioner år siden



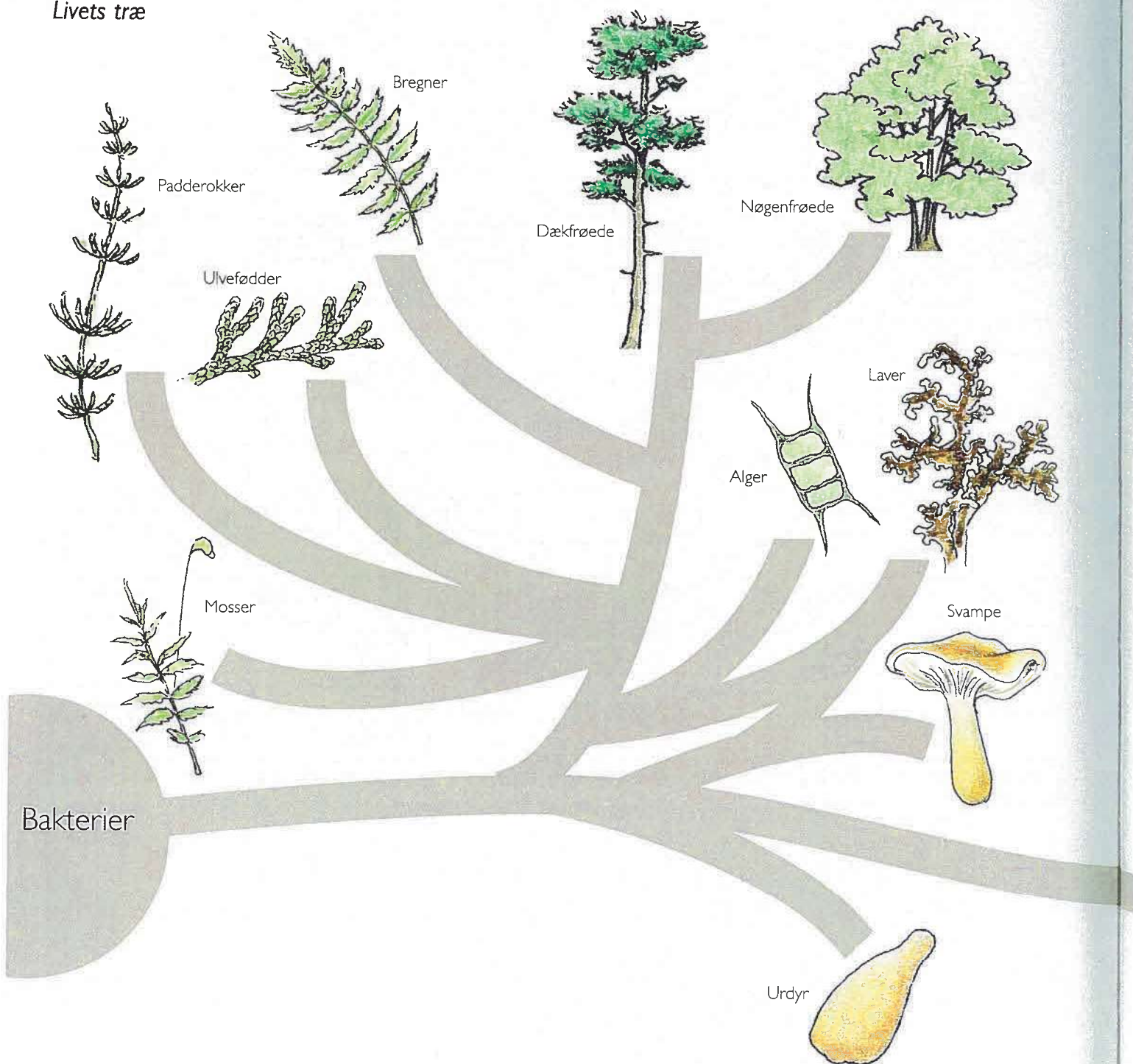
Fugle
Dinosaurer
Små pattedyr

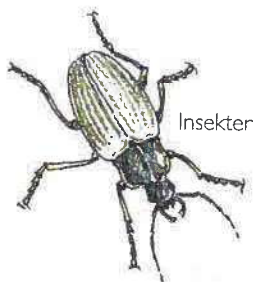
30 millioner år siden



Store pattedyr er
udviklet efter dino-
saurernes uddøen.

Livets træ





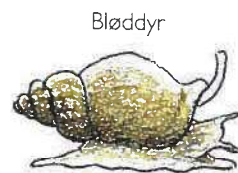
Insekter



Spindlere



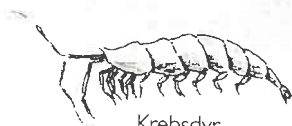
Tusindben



Bløddyr

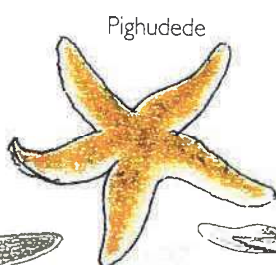


Ledorme

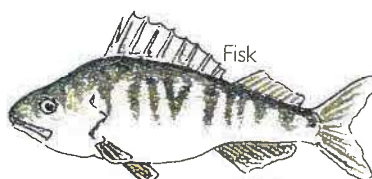


Krebsdyr

Leddyr



Pighude



Fisk



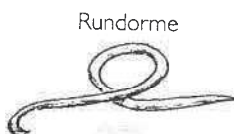
Lungefisk



Fladorme



Rundmunde



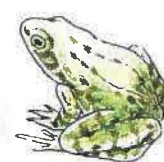
Rundorme

Hvirveldyr



Pattedyr

Padder

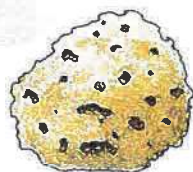


Krybdyr



Fugle

Svampedyr

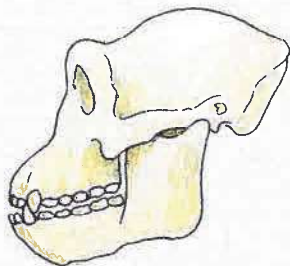


Polypdyr

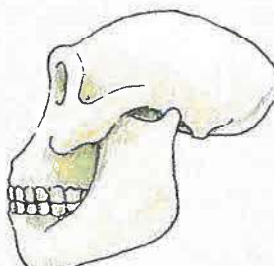


Kranier

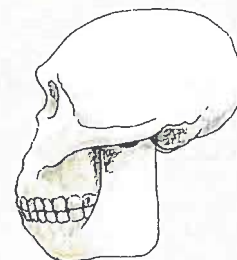
På fossile kranier kan man følge dyr og menneskers udvikling. Her er der fund af kranier der viser udviklingen fra abe til menneske.



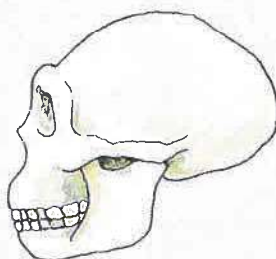
Chimpanse



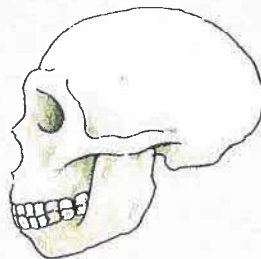
Australopithecus robustus



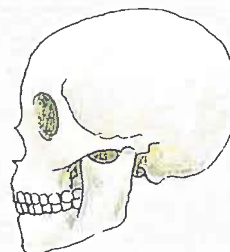
Homo habilis



Homo erectus

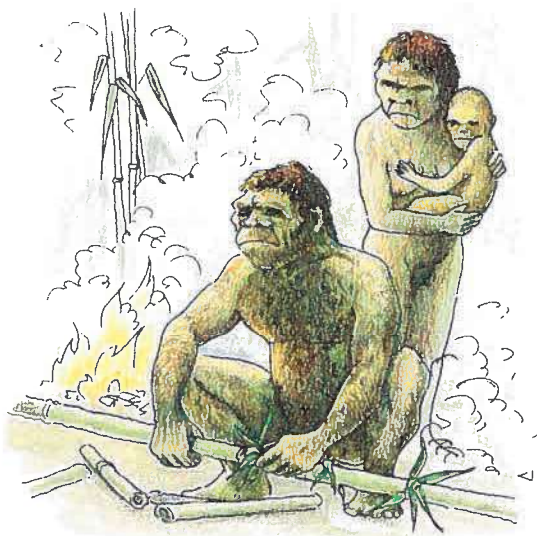


Homo neanderthalensis



Homo sapiens

Sådan forestiller man sig *Homo erectus* har set ud.

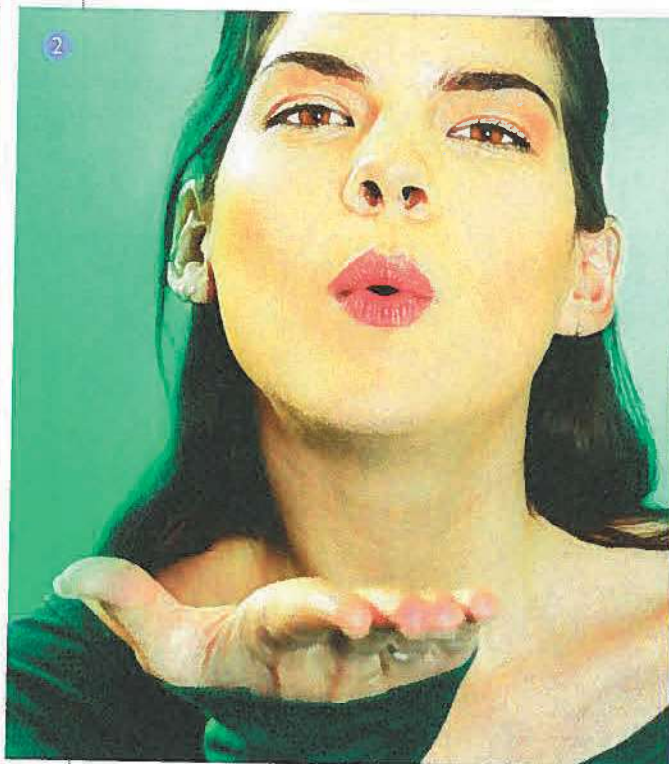
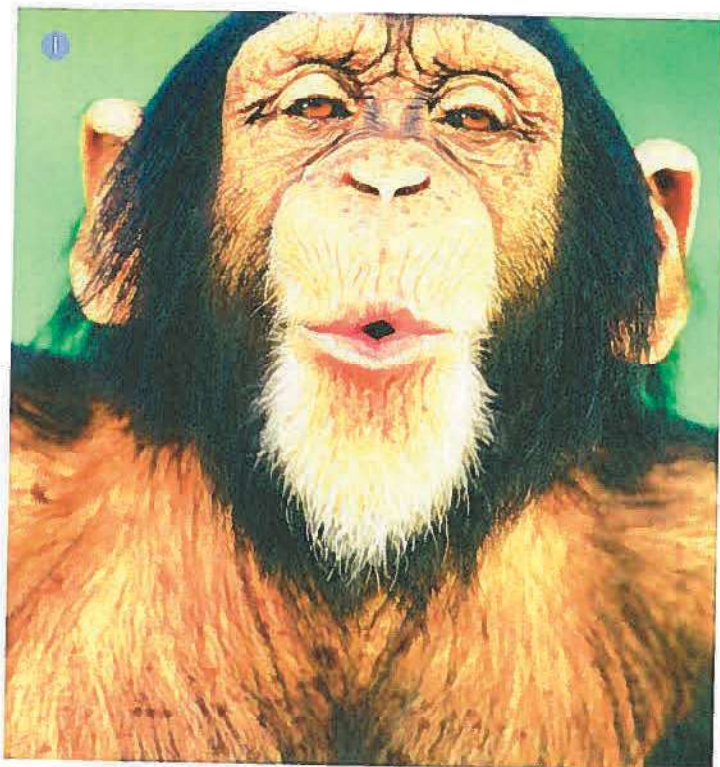


kost, samt en større hjernekasse. *Homo* betyder menneske, og det navn har man givet til fund, som er under ca. 2,4 millioner år gamle, og som har tænder meget lig vores og en hjernekasse med et rumfang på 600-1.300 cm³.

Brugen af redskaber er kendt fra mange andre dyr. Chimpanser kan fx bruge en pind til at hente termitter ud af et termitbo. Men når man taler om mennesker, lægger man vægt på den totale afhængighed af redskaber. Man mener, at mennesker blev helt afhængige af redskaber for 2-2,5 millioner år siden. Redskaberne blev brugt til forsvar og til jagt.

Mennesket forlader Afrika

Homo erectus, var den første menneskeart, som begyndte at sprede sig fra Afrika. En del af disse mennesker forlod kontinentet for ca. 1,6 millioner år siden. Hvorfor menneskene begyndte at sprede sig vides ikke. Men faktum er, at der er fund af knogler og kranier, som er under 1,6 millioner år gamle, uden for Afrika. Hvis knoglerne er ældre, findes de kun i Afrika. Det var altså i Afrika, at mennesket udviklede sig. *Homo erectus* levede indtil for ca. 200.000 år siden.



Hjernerumfanget varierer fra 800 cm^3 hos de ældste former til 1.300 cm^3 hos de yngste.

Det moderne menneskes oprindelse

Vi kalder os selv *Homo sapiens*. Det betyder "det tænkende menneske". Den art, vi tilhører, opstod for omkring 200.000 år siden, og vi har kun forandret os lidt siden. Vi har et tandsæt, der viser, at vi spiser meget varieret – både kød og planter. Vi har en kraniekasse på 1.300 cm^3 og har arme, der er kortere end vores forfædres. Vi er i dag udbredt over hele verden, men går man bare 100.000 år tilbage, var det moderne menneske kun udbredt i Afrika, Europa og Asien. Først for ca. 30.000 år siden krydsede mennesket Beringstrædet mellem Rusland og Alaska og kom til Nordamerika. Indvandrerne efterkommere spredte sig efterhånden over hele Nord- og Sydamerika. De indianere, som Columbus mødte i Amerika, var tip-tip-tip oldebørn af disse indvandrere.

Også i Europa udviklede mennesket sig, og det moderne menneske er i dag så forskelligt fra aberne, at vi ofte glemmer vores slægtskab med de dyr, vi deler så meget arvemateriale med.

1. Chimpanser har mange træk, der minder om menneskers.
2. Mennesker har også mange træk der minder om abers.

Vi er alle samme art

Alle mennesker på Jorden i dag tilhører samme art. Sådan var det ikke for et par millioner år siden, hvor der var flere arter af mennesker på Jorden – måske helt op til 4-5 arter.