

# Da mennesket blev til

## - oprindelsen af Homo sapiens

De sidste par årtiers intensive forskning har kastet nyt lys over spørgsmålet om oprindelsen af det moderne menneske. Peter K. A. Jensen vil i to artikler se på, hvad henholdsvis fossilerne og de nye genetiske undersøgelser fortæller os.

Af Peter K. A. Jensen

■ Spørgsmålet om oprindelsen af det moderne menneske er det ældste og samtidig det mest kontroversielle af alle inden for det konfliktfyldte felt, der beskæftiger sig med menneskets udviklingshistorie. I virkeligheden har spørgsmålene, om hvor, hvornår og specielt hvordan moderne mennesker først opstod, været genstand for betydelig debat blandt naturfilosoffer og teologer længe inden, det første human-fossil blev erkendt. Og interessen for disse spørgsmål er i dag lige så aktuel som i 1856, hvor det første human-fossil af meget høj alder blev fundet i Neandertal i Tyskland.

### To skoler

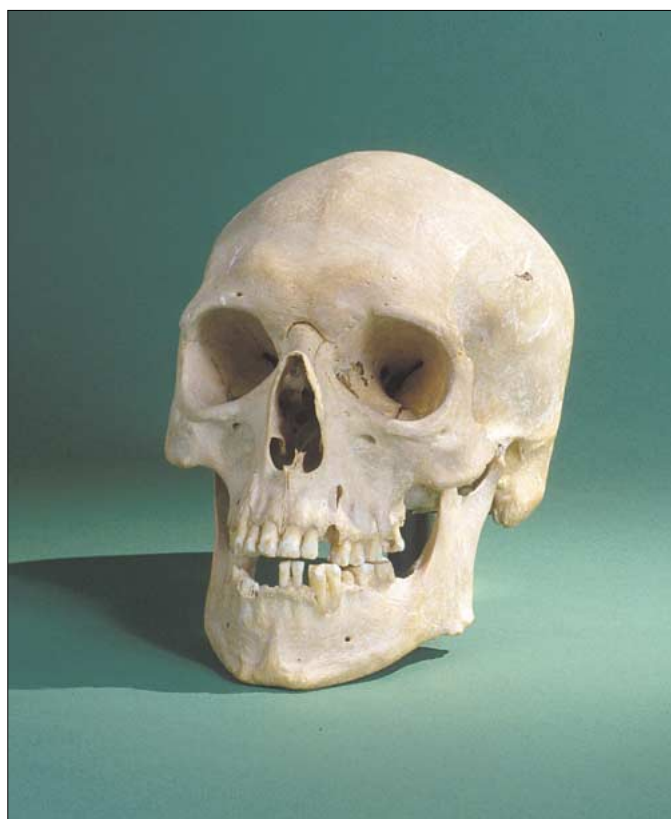
Det fælles grundlag for denne debat er det faktum, at mennesker, der fundamentalt set var »moderne« i såvel anatomisk som i kulturel og adfærdsmæssig henseende, fandtes i alle regioner af den Gamle Verden

(Afrika og Eurasien) for mindst 30-35.000 år siden. Kontroversen drejer sig om, hvad der skete i perioden umiddelbart før denne tid - i intervallet fra ca. 200.000 år til 35.000 år før nu, hvor det moderne menneske blev formet.

Igennem størstedelen af dette århundrede har spørgsmålet om det moderne menneskes biologiske og geografiske oprindelse delt det videnskabelige samfund i to skoler, der nu som før, står stejlt over for hinanden. Den ene skoles synspunkt kaldes den *Multiregionale Model*, mens den anden teori kaldes *Fortrængningsmodellen* (figur 1 og 2).

### Den multiregionale model

Den multiregionale model blev oprindeligt lanceret i 1940'erne af Franz Weidenreich, der især er kendt for sin udforskning af "Peking-mennesket". Ifølge den multiregionale model, der også går under navnet *Canderlabermodellen*, har humane popula-



Oprindelsen af det moderne menneske er et kontroversielt og omdiskuteret emne.

tioner i alle regioner af den Gamle Verden gennemgik en mere eller mindre parallel udvikling, der er forløbet over den sidste million år eller mere. Ifølge den Multiregionale Model må anatomisk moderne mennesker således forventes at optræde blandt fossilerne på nogenlunde samme tidspunkt overalt i den Gamle Verden. Tilhængere af den Multiregionale Model hævder, at overgangen til moderne *Homo sapiens* er sket lokalt og gradvist med *Homo ergaster/erectus* som

udgangspunkt. Overgangsformer mellem *Homo ergaster/erectus* og *Homo sapiens* findes ikke blot i Afrika, men også i Europa, Østasien og Australasien (Indonesien, Australien og Ny Guinea). Dette er kendt som begrebet om regional eller lokal kontinuitet. Det genetiske grundlag for de moderne europæere er således i væsentlig grad nedarvet fra neandertalerne, mens *H. erectus*-populationer i Kina og på Java er forfædre til henholdsvis moderne kinesere og

australasiere.

Carleton Coon fremførte den mest ekstreme variant af den Multiregionale Model i sin bog *The Origin of Races* (1962), hvori han hævdede, at fem separate populationer af *Homo erectus* uafhængigt af hinanden havde udviklet sig parallelt til *Homo sapiens*. I dag er synspunktet det, at der gennem tiderne har været tilstrækkelig kontakt og opblanding, og deraf resulterende gen-flow (udveksling af gener) mellem disse geografisk spredte populationer, til at sikre et ensartet mønster i udviklingen hen mod moderne *Homo sapiens* inden for alle regionerne. På samme tid har disse populationer også været tilstrækkeligt isolerede til at sikre en tilpasning til det lokale miljø. På denne måde er variationerne (racerne) blandt moderne mennesker blevet udviklet over lange tidsrum, uden at dette dog har resulteret i dannelsen af nogen reproduktiv barriere: Hele populationen er bevaret som én og samme art.

**Fortrængningsmodellen**

Fortrængningsmodellen er i sin nuværende form af nyere dato; den har i dag en meget stor skare af tilhængere, ikke mindst blandt genetikere (molekylærantropologer), men også blandt fysiske antropologer og arkæologer.

Hovedsynspunktet i Fortrængningsmodellen er, at anatomisk moderne mennesker kun udvikledes ét sted på Jorden, i en afgrænset region i den Gamle Verden, hvorfra de senere spredtes ud over hele kloden. Hvor de kom frem, fortrængte de den lokale, arkaiske (gamle) population uden væsentlig opblanding med disse. De arkaiske populationer – neandertalerne i Europa og *H. erectus/soloensis* i Sydøstasien – har ifølge Fortrængningsmodellen således slet ikke, eller kun i meget ringe omfang, bidraget til nulevende menneskers genetiske udrustning.

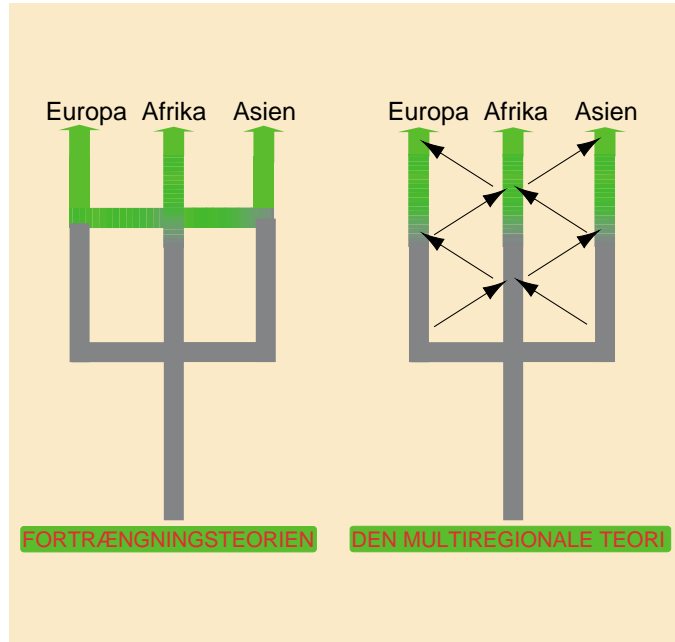
Tilhængerne af Fortrængningsmodellen anser Afrika for at være oprindelsesstedet for *H. sapiens*, idet de hævder, at både

de senere års palæontologiske forskning samt genetiske undersøgelser af nulevende mennesker peger herpå. Af denne grund går Fortrængningsmodellen også under navnet “Out of Africa”-modellen (afrikansk monogenese). I følge denne model fandt overgangen fra arkaiske til moderne former af *Homo sapiens* sted i Afrika, og tilhængere af modellen mener ikke, at der eksisterer holdbare vidnesbyrd om kontinuitet fra arkaisk til moderne *Homo sapiens* andre steder.

**Hybridiseringsmodellen**

Man støder nogle gange på en tredje model, der kan opfattes som en slags kompromis mellem de to hovedskoler. Grundlaget for denne kompromis-model er formuleret af G. Bräuer, der som tilhænger af Fortrængningsmodellen hævder, at det moderne menneske er opstået fra arkaiske menneskeformer i Afrika, hvorfra det har spredt sig til Europa og formentlig også til Asien. Men i modsætning til, hvad der forudsættes i Fortrængningsmodellen, mener Bräuer, at det moderne menneske ikke opstod som følge af biologisk speciering (artsdannelse), men at de ekspanderende moderne populationer optog en vis portion arkaiske gener i deres genpuljer; derfor var de arkaiske populationers forsvinden i Eurasien et resultat af fortrængning og opblanding. Af denne grund kaldes Bräuers model nogle gange for *Hybridiserings- eller Gen flow-teorien*. Det dominerende element i Bräuers teori er dog, som i Fortrængningsmodellen, udvandring af afrikansk-afledte moderne populationer til resten af den Gamle Verden, ikke lokal kontinuitet. Det skal bemærkes, at en eventuelt sporadisk og minimal opblanding formentlig aldrig vil kunne spores, hverken i fossilerne eller ved genetiske analyser.

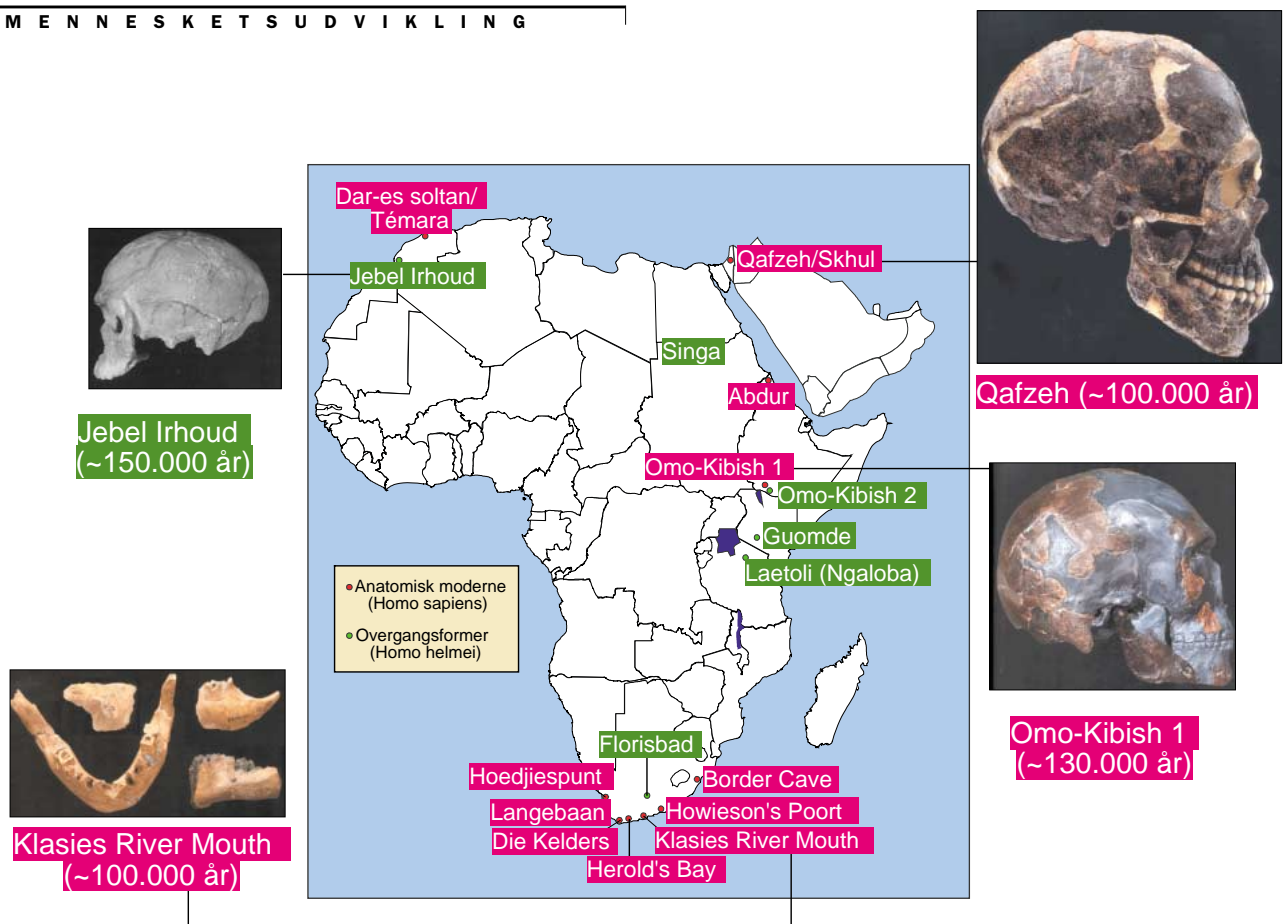
Det er således åbenbart, at nogle ser talrige overgangsformer, hvor andre kun ser geografisk variation, mens atter andre ser hybrider.



Figur 1. To teorier for oprindelsen af det moderne menneske. Fortrængningsteorien anser Afrika for oprindelsesstedet, hvorfra Homo sapiens koloniserede verden og fortrængte alle ældre mennesketyper. Den Multiregionale Teori anser oprindelsen for at have fundet sted flere steder i den Gamle Verden; enheden er bevaret ved opblanding.

| FORTRÆNGNINGSTEORIEN   | DEN MULTIREGIONALE TEORI   |
|--|--|
| Udviklingen af Homo sapiens er sket ét sted: I Afrika  | Parallel udvikling frem mod Homo sapiens fandt sted flere steder i verden  |
| Tidsrammen for udviklingen af Homo sapiens er mindre end 200.000 år  | Tidsrammen for udviklingen af Homo sapiens er næsten 2 millioner år  |
| De ældste anatomisk moderne fossiler findes i Afrika   | Meget tidlige fossiler af anatomisk moderne mennesker findes på alle kontinenter i den Gamle Verden  |
| Overgangsformer mellem arkaiske og moderne former findes kun i Afrika  | Overgangsformer mellem arkaiske og moderne former findes både i Afrika, Asien og Europa  |
| Der er ingen sammenhæng mellem karaktertræk hos moderne og arkaiske mennesker fra samme geografiske region (undtagen Afrika) | På alle kontinenter kan træk hos nulevende mennesker spores tilbage til forfædrene, der levede i samme region  |
| Arkaiske former har ikke eller kun i ringe grad bidraget til den genetiske udrustning af Homo sapiens                        | Artens enhed er sikret ved opblanding på tværs af kontinenterne, men samtidig har den geografiske isolation været tilstrækkelig til, at de racemæssige variationer har kunnet dannes |
| De racemæssige variationer er opstået for mindre end 100.000 år siden. Homo sapiens er grundstammen                          | De racemæssige variationer har dybe rødder, og kan føres tilbage til den første udvandring fra Afrika (Homo ergaster)  |

Figur 2.



Figur 3. De ældste anatomisk moderne fossiler er alle fundet i Afrika. Ligeledes er det kun i Afrika, at der med sikkerhed er fundet overgangsformer mellem de klart arkaiske og de klart moderne fossiler. Overgangsformerne samles undertiden under artsbetegnelsen, Homo helmei. Alderen på overgangsfossileme er 150.000 - 200.000 år (Florisbad dog 260.000 år). Alderen på de anatomisk moderne fossiler er 130.000 år og derunder.

### De ældste anatomisk moderne fossiler er fundet i Afrika

Fossiler af anatomisk moderne mennesker fra Afrika syd for Sahara og fra Mellemøsten er markant ældre end fossiler fra resten af verden (figur 3 og 4). F.eks. er et kranium (Omo-Kibish 1) fra det sydlige Etiopien mellem 100.000 og 130.000 år gammelt, mens fossiler fra det sydlige Afrika (Klasies River Mouth) er lidt yngre, omkring 100.000 år gamle. Et andet kranium fra det sydlige Afrika (Border Cave) er måske mere end 75.000 år gammelt (nogle undersøgelser har dog antydnet en væsentlig yngre alder af Border Cave fossilet). I hulerne ved Skhul og Qafzeh i Israel er der gjort talrige fossilfund, der alle er bestemt til at være anatomisk moderne. Nye aldersbestemmelser har vist en alder tæt på 100.000 år.

Anatomisk moderne fossiler fra resten af verden er betydeligt yngre. Et fund fra en hule ved Liujiang i Kina er blevet regnet for det ældste uden for Afrika og Mellemøsten. Det blev oprindeligt bestemt til at være omkring 67.000 år gammelt, men dateringen er ikke foretaget på selve fossilet, men på stalagmitter (drypsten) i hulen. Meget tænkeligt er fossilet betydeligt yngre, end hvad alderen på drypstenene lader antyde. Det ældste moderne fossil fra Kina, hvor aldersbestemmelsen er sikker, er ca. 30.000 år gammelt (fra Zhoukoudian-hulen ved Beijing). Både arkæologiske fund samt helt nye fossilfund fra Australien antyder stærkt, at det moderne menneske nåede dette kontinent for omkring 60.000 år siden. Et fossil fra Niah-hulen på Borneo er ca. 40.000 år gammelt. De ældste moderne fossiler fra Europa er af samme alder.

### Hvor finder vi overgangsformer?

En glidende overgang i de anatomiske træk fra de arkaiske til de moderne former repræsenterer en hjørnesten i den Multi-regionale Model. Faktisk var det den tilsyneladende forekomst af overgangsformer i Fjernøsten, der ledte førnævnte Franz Weidenreich til at formulere den Multiregionale Model for et halvt århundrede siden. Tilhængere af teorien mener at kunne skelne sådanne overgangsformer, ikke blot i Fjernøsten, men også i Mellemøsten, Afrika og Europa. De fleste er dog enige om, at der ikke er nogen forbindelse mellem de arkaiske og moderne fossiler fra Kina, mens fortolkningen af de sydøstasiatiske fossiler giver anledning til større uenighed.

Centralt i debatten om regional kontinuitet i Sydøstasien har været et ekstremt kontroversielt kranium (WLH 50) fra

Willandra Lakes distriktet i det sydlige Australien. Alle er enige om, at kraniet er moderne, og derfor repræsenterer *H. sapiens*. Tilhængerne af den Multi-regionale Model ser i WLH 50 klare relationer til arkaiske sydøstasiatiske kranier (de såkaldte Ngandong fossiler), mens tilhængere af Fortrængningsmodellen ikke ser sådanne relationer. De mener derimod, at kraniet udviser mange lighedspunkter med tidligt moderne kranier fra Afrika og Levanten.

### Fossiler fra Israel støtter Fortrængningsmodellen

I Mellemøsten (Israel), hvor udgravningerne startede i 1930'erne, er der fundet fossiler af både neandertalere (ved Tabun, Kebara og Amud) og anatomisk moderne mennesker (Skhul og Qafzeh). Indtil for få år siden var det almindeligt antaget, at neandertal-fossilerne var ældre end de moderne (hen-

holdsvis 60.000 og 40.000 år); neandertalerne ansås derfor at være forfædre til de moderne i overensstemmelse med forudsigelserne i den Multiregionale Model. Men nye aldersbestemmelser foretaget i begyndelsen af 1990'erne viser et mere kompliceret billede (figur 5). Kebara og Amud synes at være ca. 60.000 år gamle, mens Tabun-fossilene er omtrent dobbelt så gamle.

Mere interessant er det, at de moderne fossiler fra Skhul og Qafzeh nu er bestemt til at være ca. 100.000 år gamle. Derfor kan det simple billede af forfæder-efterkommer ikke længere opretholdes. Det forholder sig ydermere således, at de moderne fossiler frembyder legemsproportioner, der er i overensstemmelse med en nylig indvandring fra det varme, tropiske Afrika. Derfor giver fossilerne fra Israel mere støtte til Fortrængningsmodellen end til den Multiregionale Model.

### Neandertalere og moderne mennesker i Europa

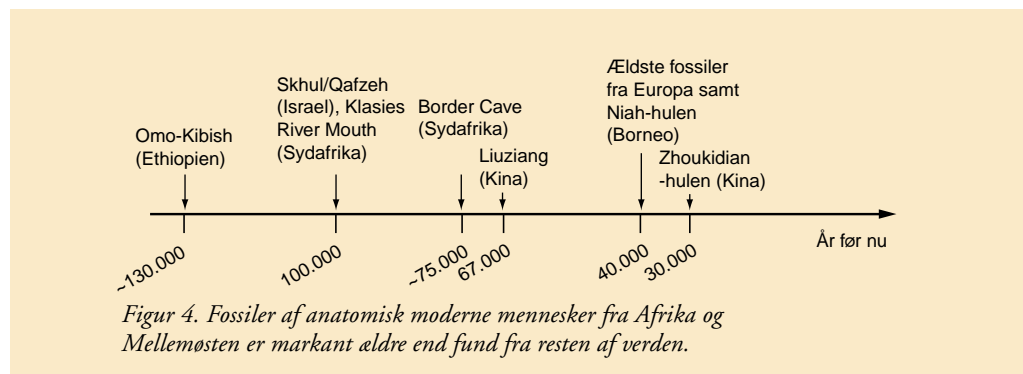
De arkaiske mennesker i Europa repræsenteres ved neandertalerne, der foruden i Europa også var udbredte til det sydvestlige Asien. Den såkaldte *neandertal-æra* omfatter sidste mellemistid (Eem) og det meste af Weichsel-istiden (perioden fra 130.000 år til ca. 30.000 år før nu). For ca. 40.000 år siden begynder den klassiske neandertaler at forsvinde fra Europa, først i øst, siden i vest. De sidste overlevende neandertaler er lidt under 30.000 år gamle.

Anatomisk moderne fossiler kan følges på en lignende øst-vest bane i Europa. De ældste fossiler er 43.000 år gamle, og er fundet i en hule ved Bacho Kiro, Bulgarien, mens kroatiske fund fra Velika Pecina er 34.000 år gamle. De klassiske Cro-Magnon fossiler fra det sydvestlige Frankrig er 30.000 år gamle. Nøje analyser af fossilerne viser, at de anatomisk moderne fossiler fra Europa har langt flere træk tilfælles med anatomisk moderne fossiler fra Afrika, end

## Det moderne menneskes kendetegn

Nedenfor er anført nogle anatomiske og adfærdsmæssige karakteristika for *Homo sapiens*. Det er ved samme karakteristika, at *Homo sapiens* adskiller sig fra arkaiske menneskeformer.

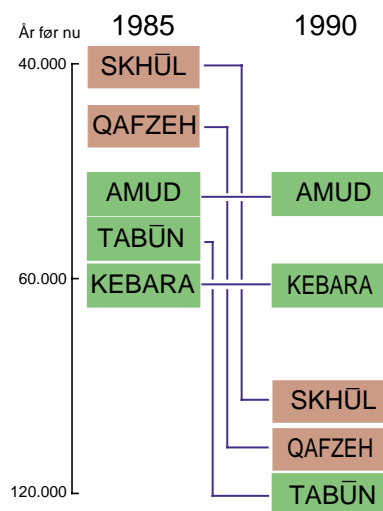
| Anatomiske karakteristika                                      | Adfærdsmæssige karakteristika                                       |
|--|---|
| 1. Gracilt skelet med lange, lige røknogler                    | 1. Redskabsteknologi, der sikrer optimal udnyttelse af råmaterialet |
| 2. Hjerneboksen høj og hvælvet med parallelle sider            | 2. Redskaber reparerer og genbruges                                 |
| 3. Afrundet nakke-region                                       | 3. Redskaber i ben, tak, horn m.m.                                  |
| 4. Svagt udviklede øjenbrynsbuer                               | 4. Fremstilling af dekorative ting                                  |
| 5. Ansigtsskelettet fladt og tilbagetrukket under hjerneboksen | 5. Smykker, der bæres   |
| 6. Distinkt hageparti  | 6. Hulekunst  |
|  | 7. Store og komplekse bopladser                                     |
|  | 8. Rituelle begravelser   |
|  | 9. Specialiseret jagt på udvalgte større dyr                        |
|  | 10. Fiskeri   |
|  | 11. Socialt netværk inden for og mellem stammer                     |



de har med neandertalerne. Cro-Magnon fossilerne (fællesbetegnelse for tidligt moderne europæere) viser en varme-tilpasset kropsform (høje, gracile og langlemmede), der står i skærende kontrast til de firskårne, kulde-tilpassede neandertalere. De europæiske fossiler støtter derfor klart Fortrængningsmodellen.

### Glidende overgang i Afrika

Tilbage står, at der kun i Afrika syd for Sahara tegner sig et klart billede af en glidende overgang fra arkaiske fossiler over mellemformer til de anatomisk moderne mennesker. De arkaiske former, der af mange samles under artsbetegnelsen *H. heidelbergensis*, udgøres bl.a. af



Figur 5. Tidlige aldersbestemmelser af neandertalere fra Levanten (de grønne felter) antydede, at disse kunne være forfædre for de moderne mennesker i regionen (de røde felter), men senere aldersbestemmelser har kompliceret billedet betydeligt.



# Aldersbestemmelse

Det er helt afgørende for rekonstruktionen af menneskets evolution, at der findes pålidelige metoder til aldersbestemmelse af fossilerne. Dateringsmetoderne falder i to hovedkategorier: *relative* og *absolutte*.

## 1. Med relative metoder

er det muligt at bestemme, hvorvidt et fossil er ældre, yngre eller ligeså gammelt som et andet. Et eksempel herpå er såkaldt *lithostratigrafi*, hvor man på baggrund af de geologiske lags kronologiske orden (vurderet ud fra bjergarternes rent fysiske og strukturelle fremtræden) kan afgøre, om et fossil fundet i et bestemt lag, er yngre eller ældre end fossiler fundet i andre lag.

En tilsvarende metode er *biostratigrafi*, men her er det de geologiske lags indhold af karakteristiske fossiler, som bruges til at afgøre, om et geologisk lag er ældre eller yngre end et andet.

## 2. Med absolutte (kronometriske) metoder

er det muligt at fastlægge alderen i faktiske antal år.

En hovedgruppe er *radiometriske metoder*, som er baseret på målinger af forholdet mel-

lem forskellige radioaktive isotoper. Man udnytter her, at enhver radioaktiv isotop har en bestemt halveringstid (den tid, det tager at halvere antallet af den radioaktive isotops atomer). Eksempler på radiometriske metoder er *Kalium/argon-datering*, *Argon/argon-datering*, *Uranium-datering*, *Kulstof-14-datering*, *Termoluminescens*, *Elektron-spin-resonans*.

Det kan nævnes, at det ved hjælp af såkaldt *single crystal laser fusion* er muligt at udføre *Argon/argon-datering* på enkelte mineral-korn, hvilket giver en hidtil uset præcision i dateringen.

Der findes også andre typer af absolutte dateringsmetoder f.eks.:

*Dendrokronologi*, hvor antallet og karakteristika af årringe i træer kan udnyttes til at datere begivenheder – specielt klimatiske – i fortiden.

*Palæomagnetisme*, hvor man udnytter det forhold, at Jordens magnetfelt skifter retning med faste intervaller. Magnetfeltet "fastfryses" blandt andet i vulkanske bjergarter, og dets retning på dannelses-tidspunktet kan derfor aflæses i dag, selvom bjergarterne er mange millioner år gamle.

fossilerne fra Elands-fontein (Sydafrika), Kabwe (Zambia) og Bodo (Etiopien). Overgangsfomerne, der nogle gange samles under artsbetegnelsen *H. helmei* omfatter bl.a. kraniet fra Florisbad (Sydafrika), fossiler fra Ngaloba (Tanzania), Omo-Kibish 2 (Etiopien) og flere fossiler fra Jebel Irhoud (Marokko). De fuldt moderne former er nævnt ovenfor. De arkaiske fossiler er alle mere end 250.000 år gamle, mens overgangsformerne er fra 130.000 til 200.000 år gamle (Florisbad-fossilet er dog 260.000 år), og de moderne er yngre end 130.000 år.

Hvis man derfor skal sammenfatte, hvad fossilerne fortæller om oprindelsen af det moderne menneske, peger de relativt klart på Fortrængningsmodellen frem for den Multiregionale Model. I næste nummer af Aktuel Naturvidenskab skal vi se på, hvordan molekylærgenetiske undersøgelser kan bidrage til afklaring af spørgsmålet om oprindelsen af det moderne menneske. ☺

(Artiklen fortsættes i næste nr)

## Om forfatteren

Peter K.A. Jensen er adm. overlæge ved Klinisk genetisk Afdeling, Århus Universitetshospital Universitetsparken, Bartholinbyggn. 8000 Århus C

Tlf.: 8949 4361

e-mail: [pkaje.mail.akh@aaa.dk](mailto:pkaje.mail.akh@aaa.dk)

## Yderligere læsning

Peter K.A. Jensen. *Menneskets oprindelse og udvikling*. Gads forlag, 1996. (Ny opdateret udgave udkommer efteråret 2001.)

Johanson D, & Edgar, B. *From Lucy to language*. Simon & Schuster, 1996.