

VARV

NR. 3 BLADET MED DE ÆLDSTE NYHEDER 1993



VARV priser 1993/94 (eksklusive forsendelse)

Årgang 1964-1979:	pr. årg. 10 kr	pr. nr. 5 kr
Årgang 1980-1985:	pr. årg. 20 kr	pr. nr. 10 kr
Årgang 1986-1990:	pr. årg. 50 kr	pr. nr. 25 kr
Årgang 1964-1990: (-1964-1, 1965-3):	500 kr	
Årgang 1991:	årg. 75 kr	pr. nr. 25 kr
Årgang 1992:	årg. 80 kr	pr. nr. 25 kr
Årgang 1993:	årg. 85 kr	pr. nr. 25 kr
Årgang 1994:	abonnement 85 kr	

Særnumre:

Geologi på Øerne (Stevns-Fakse-Møn):	15 kr
Geologi på Røsnæs:	15 kr
Ghana:	15 kr
Danmark i Istiden (1989-2)	25 kr
Særnumre samlet:	75 kr

Bornholms Geologi:

I Generel oversigt (1988-2):	25 kr
II Palæozoikum (1988-3):	25 kr
III Grundfeldet (1989-1):	25 kr
IV Mesozoikum (1989-3):	25 kr
Bornholms Geologi (I-IV) samlet:	80 kr

Geologisk kort over den danske undergrund: 110 kr

BILLEDET HEROVER ER FRA FILMEN 'JURASSIC PARK'. I DETTE NUMMER AF VARV GENNEMGÅR EN PALÆONTOLOG DEN VIDENSKABELIGE BAGGRUND FOR FILMEN. HVAD ER REALITETER OG HVAD ER FIKTION ?

DESUDEN BRINGER VARV EN ARTIKEL OM TORNQUIST ZONEN OG ENDELIG EN ARTIKEL OM DEN DANSKE GEOLOG H. RINCK, DER DØDE FOR 100 ÅR SIDEN.

ISSN 0105 - 6301

1993-11-22

Forside billede: UIP FOTO

Forfattere til artikler i dette nummer kan kontaktes på følgende adresser:

A. Berthelsen, Geologisk Institut, Øster Voldgade 10, 1350 København K

N. Bonde, Geologisk Institut, Øster Voldgade 10, 1350 København K

G. Jørgensen, Geologisk Museum, Øster Voldgade 5-7, 1350 København K

Dele af N.Bondes artikel er uddraget af en artikel i 'Levende Billeder, 9. årgang nr. 7, 1993' af N.Bonde og J.Richter.

Siden midten af oktober har der været en udstilling om dinosaurer på Geologisk Museum i København

—VARV—

VARV er udgivet med støtte fra Kulturministeriets bevilling til almenkulturelle tidsskrifter.

Adresse: Tidsskriftet VARV, Geologisk Institut, Øster Voldgade 10, 1350 København K

Telefon: Steen Sjørring (telefonsvarer): 35 32 24 73

Svend Pedersen: 35 32 24 25

Asger Berthelsen: 35 32 24 58

Redaktion: Svend Pedersen (ansvarshavende), Asger Berthelsen, Lena Madsen og Steen Sjørring

Opsætning: Svend Pedersen og Bjørn Hageskov

Repro: Tage Wilken a/s, København

Tryk: Levison+Johnsen+Johnsen a/s, København

VARV udkommer fire gange årligt. Prisen er 85 kr i abonnement for 1994. Abonnement kan tegnes ved at indsende beløbet til VARV, postgiro 9 06 88 80, eller 85 SEK til VARV's svenske postgirokonto: 4388-5. Som noget nyt kan der tegnes abonnement i Norge ved at indbetale 85 NKR til VARV's norske postgiro: 0806 1923234

Adresseændringer bedes meddelt VARV!

© 1993 VARV. Eftertryk af tekst og billeder kan kun ske efter aftale.

NYT FRA DAGU

Der er nu dannet - Nordiska arbetsgrupp för amatörgeologer

Under det 3. Euromøde for mineral- og fossilsamlere d. 18.-20. juni 1993 i Filipstad i Sverige var der enighed om at påbegynde et tættere skandinavisk samarbejde mellem SARF (Sveriges amatörgeologers Riksförbund), NAGS (Norske Amatørgeologers Sammenslutning) og DAGU (Dansk amatørgeologisk Union). Finland var undervejs med at danne deres egen sammenslutning.

D. 18.-19. september mødtes i Huskvarna nær Jönköping SARF ved Rolf Lindén og Gunnar Hallgren, NAGS ved Hans Vidar Ellingsen, DAGU ved Mogens K. Hansen og Hans Henrik Meyer samt Leo Högnevall, der repræsenterede Finland.

Nordiska Samarbetsgrupp för amatörgeologers formål og arbejdsområde bliver: Et bedre samarbejde mellem de nordiske landes amatørgeologer. Udveksling af relevante geologiske informationer, herunder mineraloversigter samt fund- og lokalitetsbeskrivelser i de enkelte lande.

Bedre samarbejde med de respektive landes geologiske myndigheder og forskellige fagmiljøer for gensidig udveksling af geologisk viden. Inddrage flere unge samt at øge deres interesse for Nordens geologi. At beskytte forskellige ressourcer, naturen samt bevare de geologiske forekomster.

Men også samleretiske regler for hvert land og bedre koordinering af stenmesser.

Nordiska Samarbetsgrupp för amatörgeologer kommer til at bestå af 2 personer fra hvert nordisk land, hvoraf den ene er formanden fra SARF/NAGS/DAGU/andre. Formandsposten går på skift mellem Sverige, Norge, Danmark, Finland og varer 1 år. Nuværende formand er Rolf Lindén, Filipstad.

Der afholdes mindst 2 møder om året i samarbejdsgruppen samt et åbent seminar, der følger værtslandet. Seminaret vil behandle forskellige geologiske emner og oftest med relationer til bestemte geologiske lokaliteter.

Som et led i det videre arbejde bliver Nordisk Råd kontaktet.

Mogens K. Hansen

Sydvestjysk Amatøgeologisk Forening – Ringkøbing
Peter Rasmussen, Vejskillingen 28, 6950 Ringkøbing (97 32 14 34)

Stenklubben Als, Als Amatøgeologisk Forening – Sønderborg
Hans Grandt, Storegade 60, 6430 Nordborg (74 45 38 72)

Sydfyns Stenklub – Svendborg
Johanna Møller, Fruerlund 6A, 5700 Svendborg (62 20 19 27)

Stenklubben for Randers og omegn – Randers
Annette Friberg, Egevej 12, 8870 Langå (86 46 23 37)

Den Sydøstjyske Stenklub – Kolding
Ole Barsøe Hansen, Grønholtparken 153, 6000 Kolding (75 50 83 72)

Horsens Stenforening – Horsens
Knud Rosenkjær, Symfonialle 62, 8700 Horsens (75 64 79 64)

Bornholms Stenklub – Rønne
Evald Jensen, Søndergade 26, 3700 Rønne (56 95 51 72)

Sydsjællands Amatøgeologiske Forening – Næstved
Hans Henrik Meyer, Sterkelsvej 18, 4700 Næstved (53 72 91 06)

Fakse Amatøgeologiske Gruppe – Fakse
Alice Rasmussen, Lindevej 10, 4640 Fakse (56 71 51 21)

Møns Amatøgeologiske Forening – Møn
Vagn Ove Jensen, Stendyssevej 19, 4791 Borre (55 81 21 42)

Fynske Fossilsamlere – Svendborg
Mogens K. Hansen, Sanddalsvej 12, 1, 5700 Svendborg (62 22 31 98)

Lolland-Falster Gemmo-geologisk Forening – Maribo
Adolf Majcherek, Birketvej 19, 4930 Maribo (53 88 83 82)

Vendsyssel Stenklub – Hjørring
Hans Felvang, Christiansminde 13, 9800 Hjørring (98 92 54 14)

Nordvestsjælland Stenklub – Jyderup
Bente Barslund, Lindevej 12, 4450 Jyderup (53 47 82 52)

Vestsjællands Amatøgeologiske Forening, 'Stenvenderen', – Korsør
Vagn Winther, Grevensgade 20, 1. th., 4220 Korsør (53 57 41 85)

Fredericia Stenklub – Fredericia
Ib Tromholt, Diskovej 18, 7000 Fredericia (75 93 44 94)

Falsters Stenklub, 'Trilobiten', – Nykøbing F.
Jørgen Litner, Ægirsvej 22, 4873 Væggerløse (53 87 72 85)

Geologisk Forum – Esbjerg
Gert Rasmussen, Lunasalle 4, 6715 Esbjerg N. (75 45 04 63)

Stengruppen under Kunstforeningen Køge Bugt – Køge
Margit Nielsen, Smedebanken 2, 2680 Solrød Strand (53 14 24 89)

Stenforeningen Midt-Vest – Holstebro
Peder Flansmose, Hartmannsvej 135, 7500 Holstebro (77 42 82 29)

Farum Sten- og Smykkeklub – Farum
Arne Kolbæk-Pedersen, Ryttergårdsvej 22, 1.tv., 3520 Farum (42 95 38 16)

Odense Ny Stenklub – Odense
Flemming Lauersen, Sneglehatten 68, 5220 Odense SO (66 18 39 27)

ET 'TOMOGRAFI' AF TORNQUIST

af Asger Berthelsen

Der blev aldrig skrevet mindeord over Alexander Tornquist, da han omkom under et bombeangreb i Graz i 1944. Alt var kaos dengang. Det har heller ikke været muligt at opspore et fotografi af ham, men til gengæld findes der nu indtil flere tomografiske billeder af Tornquist Zonen.

Lad os kalde dem "tomografier". De afslører de dybe strukturer i og under den europæiske lithosfæreplade omkring Tornquist Zonen. De registrerer ikke lysets styrke eller bølgelængde (farve) som et fotografi, men er optaget ved hjælp af seismiske chockbølger med svingninger mellem 10 og 60 mHz. Tomografierne viser derfor ikke strukturerne, som en geolog ville forestille sig dem, men 'kun', hvor meget de forsinker de seismiske bølger, eller får disse til at løbe 'for hurtigt'.

Denne artikel fortæller om, hvordan dette er blevet undersøgt, og om, hvor dybt ned i Jorden strukturerne under Tornquist Zonen har kunnet spores på denne måde.

Først dog et par ord om hovedtrækkene i den ydre Jordklodes opbygning ned til omkring 400 km's dybde. Der er faktisk to overlappende inddelinger, en klassisk og en pladetektonisk, se figur 1.



Figur 1. Klassisk (I) og pladetektonisk (II) inddeling.

Den klassiske inddeling

Den klassiske inddeling, fra før pladetektonikkens fremkomst, skelner mellem skorpe og øvre kappe, som har forskelligt mineralindhold og kemisk sammensætning.

Bortset fra et eventuelt øvre dække af sedimenter består skorpen i kontinenterne overvejende af krystallinske kvarts-feldspat bjergarter (gnejs og

granit), men i den nedre del af skorpen indeholder bjergarterne dog ofte mindre kvarts, og større mængder mørke mineraler. Det medfører, at den seismiske hastighed bliver noget større end i den øvre skorpe.

Den underliggende **kappe** domineres derimod især af ultrabasiske bjergarter med et stort indhold af mineralet olivin. De er tungere og har betydeligt højere seismisk hastighed end skorpebjergarterne.

Den seismisk bestemte grænse mellem skorpen og kappen, hvor jord skælvbølgerne hastighed stiger ret brat, kaldes **Moho** (*Mohorovičić diskontinuiteten*).

Den pladetektoniske inddeling

I den pladetektoniske inddeling opdeles den ydre del af Jordkloden i **sfærer** (skaller) efter deres forskellige mekaniske egenskaber. Disse egenskaber er meget afhængige af temperatur (og tryk), mindre af bjergarternes kemiske sammensætning.

Den øverste sfære, **lithosfæren**, opbygger de tektoniske plader. I en lithosfæreplade bevæger skorpen og den øverste del af kappen sig som et samlet hele. Den seismiske Moho ligger ca. midt i pladen og adskiller **øvre lithosfære** (med skorpebjergarter) fra den **nedre lithosfære** (med kappebjergarter).

Lithosfærepladens undergrænse findes, hvor temperaturen er steget til omkring 1300 ° Celcius. Her begynder **astenosfæren**, hvis kappebjergarter befinder sig nær ved deres smeltepunkt, og derfor opfører sig som et 'blødt lag', der tillader den ovenliggende plade at bevæge sig. Astenosfæren karakteriseres af 'nedsatte' seismiske bølgehastigheder. Mod dybet går den gradvist over i **mesosfæren**, som også opbygges af kappebjergarter, men det meget store tryk, der hersker på denne dybde, gør, at de normalt er faste og mekanisk stive.

Store og små afvigelser

De i figur 1 viste inddelinger gælder dog ikke ved de aktive pladegrænser. Her vendes op og ned på sfærene, se figur 2. Hvor der sker tilvækst af oceanisk lithosfære langs divergerende pladegrænser (midtocaniske rygge), når astenosfæren tæt op mod havbunden. Hvor der sker indsynkning af oceanisk lithosfære i B-type subduktionszoner under vulkanske øbuer, rager den subducerede flap helt ned gennem astenosfæren. Ved kontinent - kontinent kollision synker fraspaltet nedre lithosfære (A-type subduktion) ned gennem

DANSK AMATØRGEOLOGISK UNION



DAGU – Dansk Amatørgæologisk Union – er en sammenslutning af ca. halvdelen af de danske stenklubber. Unionen har til formål at udbrede og fremme kendskabet til geologi, mineralogi og palæontologi, samt at medvirke til sikring af geologiske lokaliteters bevaring.

VARV bringer her en oversigt over de tilknyttede klubber, ordnet efter den rækkefølge, som tilknytningen til DAGU er sket, hvilket måske kan virke lidt uoverskueligt.

Ud over navnet på den enkelte klub og dens tilholdssted er der også en adresse og et telefonnummer på klubformanden eller en kontaktperson.

Formand for DAGU er for tiden Mogens K. Hansen (Fynske Fossilsamlere). Mogens K. Hansen skifter adresse pr. 1. september til: Stationsvej 2M, 1.th., 5260 Odense S.

Den Fynske Stenklub, Fyns Amatørgæologiske Forening - Odense
Egill Øfjord, Sorgenfri Alle 1, 5250 Odense SV (66 13 20 36)

Stenvenner, Københavns Amatørgæologiske Forening – København
Karen Østergård, Bøgebakken 21, 3000 Helsingør (49 21 58 53)

Jysk Stenklub, Amatørgæologisk Forening – Århus
Annie Buus, Rugbjergvej 14, Stautrup, 8260 Viby J. (86 28 11 13)

Vestjysk Stenklub – Struer
Kirsten Humlum, Næstrupvej 42, Sjørring, 7700 Thisted (97 97 15 08)

Den 24. maj måtte Ganges forlade øerne, da mandskabet var stærkt plaget af feber, og da medicin og proviant var ved at slippe op. Kort efter afrejsen fik Rink atter et voldsomt feberanfald. Strabadserne og feberanfaldene medførte en varig svækkelse af hans helbred.

Sygdommen satte en stopper for Rinks deltagelse i Galathea ekspeditionen, og sidst på året 1846 var han igen tilbage i København. Professor Forchhammer skrev til Rink: 'Jeg behøver ikke at forsikre Dem, hvor glad jeg er ved at vide dem bort fra Nicobarernes Kirkegaard.'

Rinks omhyggelige geologiske undersøgelser viste, at der på Nicobarerne intet var at hente af værdifulde mineraler eller af kul. Det, der var fundet af kul, var kun spredte klumper indlejret i sandsten eller lerskifer, og brændværdien var ikke den allerbedste.

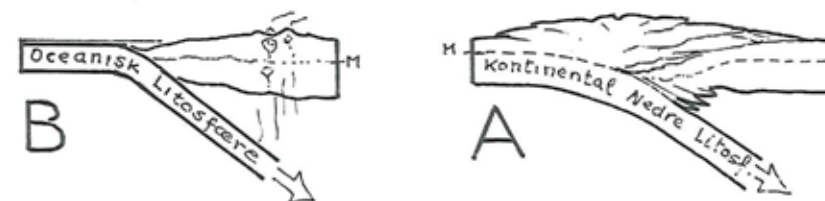
Ved Det femte skandinaviske Naturforskermøde i København i 1847 fremlagde Rink sin afhandling 'Om Korallrevene ved Nicobarerne'. Samtidig gjorde han kort rede for øernes bjergarter og geologiske struktur.

Rink indsats på Nicobarerne resulterede i en fin og grundig geologisk beskrivelse, som i mange år var den eneste, der fandtes om øernes geologi. Endnu hundrede år efter skrev van Bemmelen i 'Geology of Indonesia' (1948): 'Vort kendskab til Nicobarerne hviler for størstedelens vedkommende på observationer af Rink, v. Hochstetter og Gee'.

Rink nøjedes ikke med at beskrive strukturen, landskabet og bjergarterne som gabbro, sandsten, lerskifer, konglomerater, koralkalk og brunkul (brunkullene anså han for at være af Tertiær alder, hvilket senere undersøgelser har bekræftet). Han beskrev også de klimatiske forhold og vegetationen, ligesom der er et afsnit om befolkningen og dens kulturstade. I bogen ledsages teksten af flere stregtegninger udført af forfatteren. Også akvareller havde den flittige og kunstnerisk begavede Rink overskud til at udføre. På Geologisk Museum findes de geologiske samlinger fra Rinks rejse med Galathea.

I 1848 opgav Danmark definitivt koloniseringsforsøg på Nicobarerne, og i 1868 blev de overtaget af englænderne uden vederlag. Nu hører de til Indien. Men mindet om den danske Galathea ekspedition er bevaret i to stednavne på Store Nicobar: Galathea River og Galathea Bay.

astenosfæren. B-type subduktion er opkaldt efter den amerikanske geofysiker Benioff, A-typen efter den østrigske alpegeolog Ampferer.

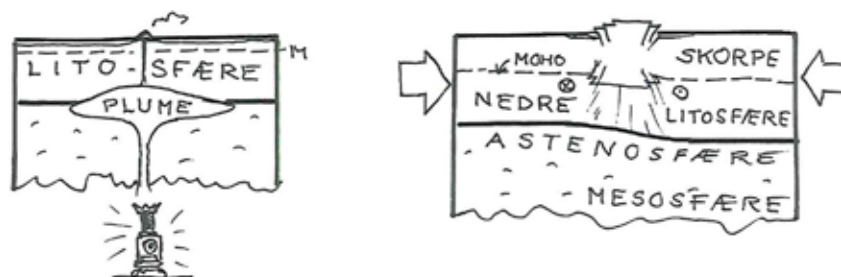


Figur 2. Store afvigelser: Benioff- og Ampferer-type subduktionszoner.

Inddelingen i sfærer gælder også kun i store træk inden for pladerne. Selv her er der afvigelser fra 'normen', se figur 3.

Nogle afvigelser skyldes skorstensagtige opstigende varmestrømme, som måske udgår helt nede fra overgangszonen mellem den nedre kappe og den flydende kerne. De kan udvikle sig til 'hot spots', der krones af magmatiske 'plumes' (se Varv 1990-1). Hvis sådanne 'plumes' med mellemrum gennembyder en lithosfæreplade, der bevæger sig hen over 'plumen', kommer vulkanerne til at ligge 'på stribe'.

Andre afvigelser skyldes, at 'de stive plader' ikke altid er stive eller stærke nok til at modstå de tektoniske spændinger, der overføres fra de aktive pladegrænser. Svage partier inden i en plade kan 'give efter', når spændingerne stiger ekstraordinært. Det skete for eksempel, da Tornquist Zonen i Kridt - tidlig Tertiær blev udsat for tektonisk inversion (se Varv 1993-1), fordi der ca. 1000 km længere mod syd indtraf en kontinent-kontinent kollision i Alperne.

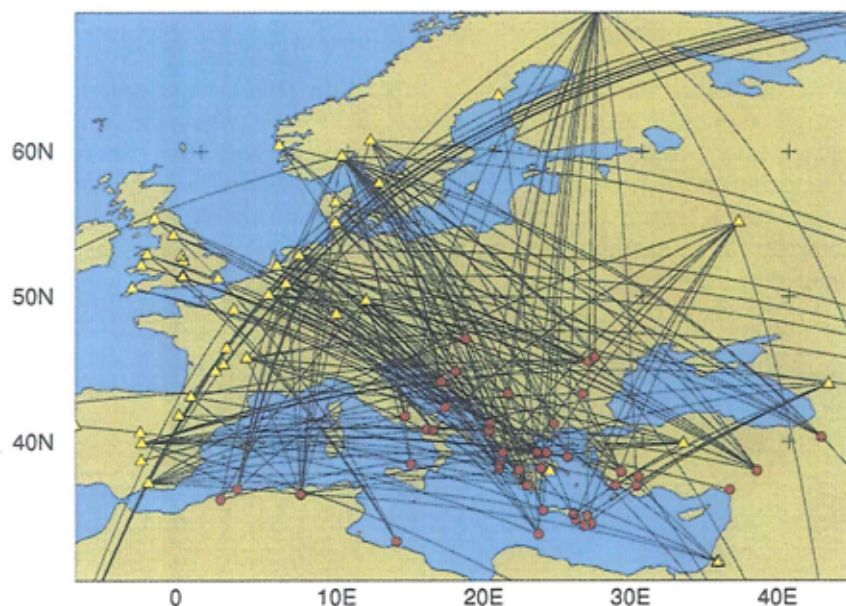


Figur 3. Mere lokale afvigelser: 'hot spot' og 'plume' strukturer (til venstre) og 'intra-plate inversion' som i Tornquist Zonen (til højre).

Hvordan et 'tomografi' bliver til

De større træk i opbygningen af lithosfæren og astenosfæren kan kortlægges ved hjælp af en særlig seismisk metode: *seismisk tomografi* ('seismisk scanning'). Med denne metode, hvori der anvendes en kompliceret matematisk teori, kortlægges variationer i den hastighed, hvormed seismiske P- og S-bølger eller overflade-bølger udbreder sig i forskellige områder og dybder. Herved opnås et tredimensionalt billede af hastighedsfordelingen. Dette billede er mere eller mindre grovmasket, afhængigt af fordelingen af bølgebanerne, bølgelængden, den totale seismiske datamængde, 'baggrundsstøjen' og den sikkerhed, hvormed jordskælvene er lokaliseret.

Benyttes data fra ujævnt fordelte, naturlige jordskælv, opnås et ret grovmasket billede, men hastighedsstrukturer vil blive erkendt ned til mindst 400 km. Anvendes kunstigt frembragte eksplosioner, som udsender chockbølger med lille bølgelængde, og som registreres af et stort antal midlertidigt opstillede seismiske stationer, er opløsningsevnen større, men kun ned til 50-70 km's dybde. Sådanne eksperimenter er også kostbare at udføre.



Figur 4. Seismiske data benyttet af dr. Zielhuis: Jordskælvenes geografiske placering er vist med røde cirkler, bølgebanerne som sorte buestreger, og stationerne, hvor rystelserne blev registreret, ses som gule trekanten.

pragtfulde revdannelser. Men han havde også i særlig grad opmærksomheden rettet mod de blottede lag af sandsten og skifre, hvor der her og der forekom lidt kul.

Rink nåede at foretage adskillige ture langs kysten af Lille Nicobar, inden dampskibet *Ganges*, der var blevet indkøbt i Calcutta for at tjene som stationsskib, ankom med de øvrige ekspeditionsdeltagere. Med *Ganges* som stationsskib kunne overnatning på selve øerne undgås, hvorved faren for at pådrage sig feber ville formindskes.

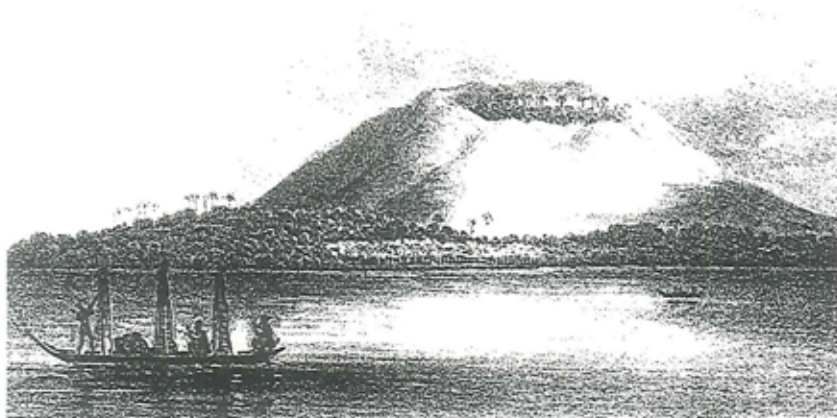
Kursen blev nu lagt mod de nordlige øer, Nankowry og Kamorta, hvor *Ganges* skulle støde til *Galathea*. På disse øer foretog videnskabsmændene deres forskellige undersøgelser, fulgt med frygtsom og mistroisk opmærksomhed af indbyggerne, blandt hvilke der var nogle malajer, der betragtede dem med 'morderiske blikke'. Beskrivelsen, der kan læses i Rinks bog, har nok ikke været overdreven, når man tænker på, at indbyggerne i 1839 havde myrdet kaptajnen og det halve mandskab på et engelsk skib. Tilmed var det en kendt sag, at sørøvere hærgede i området.

De nordlige øer er mere græsklædte og ikke så høje som øerne sydpå, der når en højde af godt 700 m. Rink fandt, at højene består af en merskumsagtig lersten, gennemsat af en plutonisk, serpentinagtig bjergart.

Herefter gik turen sydpå til Kamorta, Lille og Store Nicobar. Også på Store Nicobar findes den brunkulsførende sandsten, som Rink havde bemærket på Lille Nicobar. For at komme i land på Store Nicobar måtte ekspeditionsdeltagerne vade gennem vandet, og da det samtidigt satte ind med en voldsom uvejrregn, blev de fuldstændig gennemblødte. Et par dage senere besluttede de at foretage en overnatning på øen. Den overnatning skulle vise sig at blive skæbnesvanger!

Med besøget på Store Nicobar afsluttedes *Galatheas* ophold ved Nicobarerne. Nogle af ekspeditionsdeltagerne, heriblandt Rink, ville dog fortsætte deres undersøgelser fra dampskibet *Ganges*, men forinden ville Rink tage med *Galathea* til Pulo Panang på Malakka halvøen. Otte dage efter rantes 19 mennesker af den frygtede feber; alle 19 havde deltaget i overnatningen på Store Nicobar. Fire af dem døde. Rink blev i afkræftet tilstand indlagt på hospitalet i Pulo Penang.

Da han atter var kommet til kræfter, vendte han tilbage til Lille Nicobar, hvor han havde en hytte til opbevaring af sine samlinger. Han fortsatte nu sine undersøgelser på øerne Nankowry, Bambuka og Tillangschong. På Bambuka fandt han inde på øen koralkalksten i 60-80 fods højde, et bevis på niveauændring.



Figur 3. Øen Bambuka

på Nicobarerne skulle blive Danmarks uigenkaldeligt sidste kolonisationsforsøg på disse øer. Da det danske kolonistyre i Indien var slut, vendtes danskernes opmærksomhed mod Nicobarerne, der havde en god beliggenhed på sejlruterne vest for Malakkastrædet og desuden havde en fortræffelig naturhavn på øen Nankowry. Drømmen var, at eventuelle kulforekomster skulle brydes, og kullene sælges til dampskibene, der passerede Nicobarerne. Endvidere var der planer om at anlægge rismarker og plantager med sukker, kaffe og bomuld. Øerne havde siden 1750-erne været i dansk besiddelse og havde fået navnet Frederiksejerne. Tilsammen har de et areal som Lolland-Falster.

Det fugtige og usunde tropeklima havde dog hidtil gjort ophold på øerne umuligt. Kolonisterne døde hurtigt af 'klimatfeber' eller nicobarfeber, som sygdommen også kaldtes. Det har formentlig været en ondartet form for malaria.

Med om bord på Galathea var også tre zoologer, en botaniker, tre læger samt folk, der skulle foretage etnografiske, fysiske, meteorologiske og handelsmæssige undersøgelser. Undervejs blev der gjort ophold i Calcutta, hvor forskerne forberedte sig til besøget på Nicobarerne. Rink besluttede at tage i forvejen med et engelsk skib og ankom juleaftensdag 1845 til Lille Nicobar, en frodig ø bevokset til toppen med tæt urskov og med kokoskov på de fladere arealer nær kysten.

Da det var umuligt at trænge gennem den tætte urskov, måtte Rink henlægge sine undersøgelser til kysten, hvor han gik i gang med at studere de

Selv om der er grænser for, hvad der kan skelnes, når data fra naturlige jordskælv benyttes, har en forskergruppe ved universitetet i Utrecht (Holland) alligevel opnået flere spændende nye resultater. De belyser bl.a. hovedtrækkene i S-bølgers hastighedsfordeling omkring og under Tornquist Zonen - helt ned i mesosfæren. Vi vil se på nogle eksempler fra dr. Alet Zielhuis' disputats fra 1992.

'Tomografier' af Tornquist zonen

Dr. Zielhuis benyttede cirka 200 registreringer af jordskælv med styrke større end 4, som indtraf i perioden 1972 - 1982 i Europa (figur 4). Rystelserne blev registreret digitalt (omsat til talværdier) af de permanente stationer, der da indgik i det internationale seismiske stationsnet. Ved en kompliceret teknik, konstruerede Alet Zielhuis en tredimensional model ud fra S-bølge registreringer og overfladebølgers bølgeform.

Modellen viser, hvor og på hvilken dybde, bølgerne enten forsinkes eller bevæger sig 'for hurtigt' i de enkelte 'celler'. Hastighedsvariationerne beregnes som afvigelserne fra, hvad en teoretisk (enkelt opbygget) kappe med en seismisk hastighed på 4.5 km/sek. ville have resulteret i. Variationerne afbildes dels på kort for forskellige dybdeniveauer, og dels i profiler.

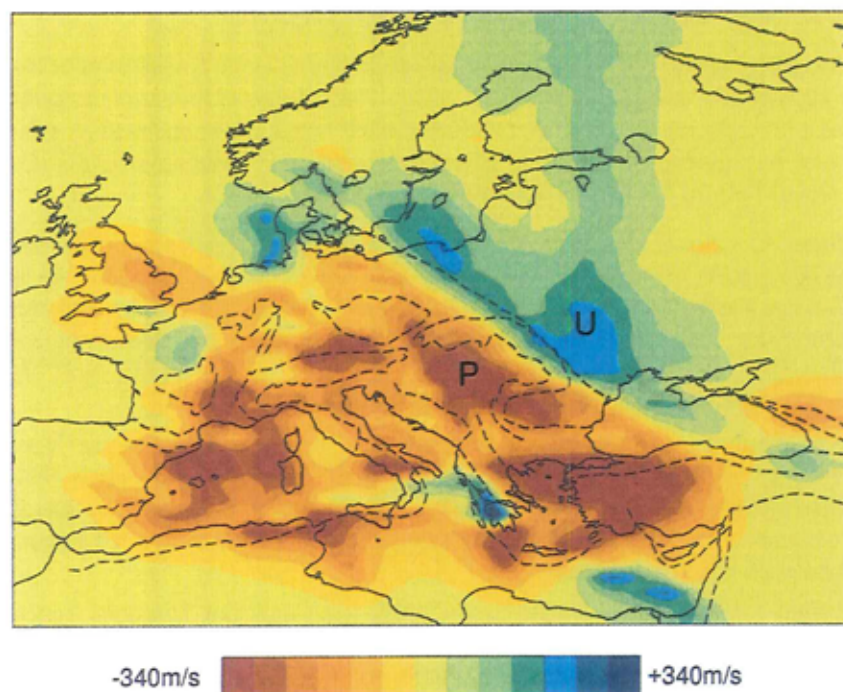
Figur 5 viser et tomografisk billede af hastighedsafvigelserne i 80 km's dybde under Europa. De orange og røde farver angiver områder, hvor S-bølge hastigheden er henholdsvis lidt mindre eller klart mindre end den teoretiske. De grønne og blå områder har lidt højere til tydeligt højere hastighed. Bemærk, at grænsen mellem de røde og blå områder stort set følger Tornquist Zonen fra Nordsøen til Sortehavet.

Sammenfaldet er mindst tydeligt inden for 'Tornquist Hånden' (se Varv 1993-1) omkring Danmark. Her er metodens opløselighed åbenbart ikke tilstrækkelig. På grund af seismiske bølgers store bølgelængde, bliver 'cellerne', der her anvendes i beregningerne, for store i forhold til fingertykkelsen i 'Tornquist Hånden'.

I figur 5 optræder den største hastighedskontrast omkring Tornquist Zonen mellem det Pannoniske Bassin (P bag Karpaterbuen) og det Ukrainske Massiv (U i den Østeuropæiske Platform). Den er på 12 %. Her, i en konstant dybde på 80 km, hvor trykket praktisk taget er ens overalt, vil 'varme' kappebjergarter vise lavere S-bølge hastigheder end 'kolde' bjergarter med tilsvarende sammensætning.

Men forskellen i temperaturerne i 80 km niveauet på de to sider af Tornquist Zonen kan ikke forklare hele hastighedskontrasten. De temperaturer, der

hersker i 80 km's dybde, kan beregnes ret nøje ved hjælp af den ved jordoverfladen målte varmestrøm fra kernen, kappen og skorpen, og skønnede værdier for, hvor meget varme, der produceres af bjergarterne over 80-km niveauet. Denne varmeproduktion sker især i skorpen og skyldes henfald af naturligt optrædende radioaktive grundstoffer. Figur 6 viser et kort over varmestrømmen (heat flow) i Europa. 'Heat flow' værdierne er mindst over den gamle skorpe og tykke lithosfære under NØ-Europa, mens der på den anden side af Tornquist Zonen er målt en høj varmestrøm over det Pannoniske Bassin. Men selv om temperaturkontrasten i 80 km niveauet her er den største i hele Europa (ca. 550 °C), forklarer den alligevel kun knapt halvdelen af S-bølgernes hastighedskontrast omkring denne del af Tornquist Zonen. Der må også være en anden, medvirkende årsag!



Figur 5. 'Et Tomografi af Tornquist' i 80 km's dybde, 'optaget' af A. Zielhuis, 1993. Farverne angiver områder i 80 km niveauet, hvor S-bølger med en referencehastighed af 4500 m/s (gult) får formindsket (-340 m/s: rødt) eller forøget (+340 m/s: blå) deres hastighed. De brudte sorte streger viser vigtige tektoniske grænser.

kortlægningsarbejder i Nordgrønland. Men efterhånden gled det naturhistoriske engagement i baggrunden til fordel for hans interesse for befolkningen. Hans store 2-delte værk 'Grønland - geographisk og statistisk beskrevet' (fra 1852 og 1857), der giver en skildring af landet og dets befolkning, høstede stor international anerkendelse. Almindelig kendt er også 'Eskimoiske Eventyr og Sagn', som han udgav i 1866.

Blandt hans mange hverv kan nævnes medlemskab af Kommissionen for Ledelsen af de geologiske og geographiske Undersøgelser i Grønland, kolonibestyrerembeder i Julianehaab og Godthaab, posten som inspektør for Sydgrønland og senere som direktør for Den kongelige grønlandske Handel.

Alt dette og meget mere er velkendt for de, der har interesse for og tilknytning til Grønland, men det er også - her i 100 året for Rinks død - værd at mindes hans indsats i udforskningen af Nicobarerne i 1845-46, et afsnit af hans livsgerning, som kun sjældent omtales, og som helt overskygges af hans grønlandske virke. Undersøgelserne på Nicobarerne er beskrevet i bogen: 'Die Nikobarischen Inseln' (1847).

Da korvetten *Galathea* i 1845 stævnedes ud på sin jordomsejling, var Rink, på H.C. Ørstedes opfordring, med som ekspeditionens geolog. Professor J.G. Forchhammer, bestyreren af Mineralogisk Museum, overgav ham en instruks om, hvilke geologiske undersøgelser man forventede, at han skulle

foretage. Blandt andet skulle han undersøge landenes hævnings- eller sænkingsbevægelser og eventuelle 'rullestensforekomster', studere koraldannelse samt udforske Nicobarernes hidtil ukendte geologiske forhold for herigennem at finde ud af, om der fandtes tinsten, ædle metaller eller stenkul, der var værd at bryde.

Nicobarerne er en lille øgruppe bestående af en snes øer, der ligger lidt nordvest for Sumatras nordspids i Den bengalske Havbugt. Korvetten *Galatheas* anløb



Figur 2. Kort over Nicobarerne

Hinrich Rinck og Nicobarerne

af Gunni Jørgensen



Figur 1. Hinrich Rinck (1819 - 1893)

Når talen falder på Hinrich Rinck (1819-1893), føres tanken hen på Grønland. Det var her grønlændervennen, som Knud Oldendow kaldte ham i sin biografi, lagde sit livsværk. Fra han i 1848 første gang kom til Grønland for at foretage mineralogisk-geologiske undersøgelser, var hans hjerte bundet til landet, dets natur og befolkning.

Rinck, der var kandidat i fysik og kemi, var en særdeles flittig skribent. Han skrev bl.a. en lang række geologiske og geografiske afhandlinger og artikler, især huskes hans undersøgelser over indlandsisen og isfjordene samt hans

Formodentlig skyldes S-bølgernes kraftige forsinkelse under det Pannoniske Bassin, at kappebjergarterne her er delvist opsmeltede i 80 km's dybde.

S-bølger udbreder sig ikke gennem flydende medier, og vil blive forsinkede i bjergarter, hvor der er små spredte smeltdråber imellem mineralalkornene.

Konklusionen må derfor være, at 80 km niveauet under det Pannoniske Bassin når ned i selve astenosfæren. På den anden side af Tornquist Zonen, under den Østeuropæiske Platform, hvor lithosfæren er betydeligt tykkere, ligger det kortlagte 80 km niveau 'oppe i' den nedre litosfæres 'kolde' kappebjergarter.

Er det Tornquist skyld ?

'Aha ! ville nogen måske sige, 12 % hastighedsafvigelse! Det viser jo klart, at Tornquist Zonen også i 80 km's dybde er udviklet som en vigtig tektonisk grænse'. Og denne 'nogen' ville måske blive helt overbevist om Tornquist Zonens dybe oprindelse ved at erfare, at der i samme område i 140 km's dybde endnu kan observeres mindst 6 % hastighedskontrast omkring Tornquist Zonen.

Nu er der bare det ved det, at man næppe bør give 1. Verdenkrig skylden for alle de dødsfald, som er indtruffet efter 1918! Det er også et stort spørgsmål, om det er Tornquist Zonen, der er skyld i de nævnte hastighedskontraster.

Den nordvestlige del af Tornquist Zonen fra Danmark til det sydlige Polen blev anlagt og udformet mellem slutningen af Karbontiden og begyndelsen af Tertiærtiden, for ca. 300-60 mill. år siden (se Varv 1993-1). Karpaterne og det Pannoniske Bassin er derimod meget yngre geologiske dannelser; strukturerne i lithosfærepladen er her af ung-Alpin alder, og Moho anses for at være yngre end 24 mill.år.

Den kraftige hastighedskontrast må derfor skyldes, at Tornquist Zonen er blevet 'ødelagt', da der udvikledes en ung-Alpin subduktionszone under Karpaterne med ledsagende øbue-vulkanisme og 'back arc spredning' under det Pannoniske Bassin. Når 'zonen' tilsyneladende fremtræder så tydelig her, skyldes det altså, at der senere blev 'pyntet' på tomografiet. Det er blevet kraftigt 'retoucheret' af den ung-Alpine tektonik.

En tilsvarende, meget stor hastighedskontrast ses længere mod syd i Figur 5. Her bliver den Afrikanske plade - umiddelbart syd for Kreta og Cypern - den dag i dag subduceret skråt ned under Grækenland og Tyrkiet, mens der er aktiv 'back-arc' spredning inden for det Ægæiske Øhav. Heller ikke denne kontrast kan tilskrives anlægget og inversionen af Tornquist Zonen.

Bemærk i øvrigt, at den gamle afrikanske plade og den adriatiske mikro-plade, som er brækket af Afrika, begge viser relativt lave 'heat flow' værdier (figur 6).



Figur 6. Varmestrømmens størrelse i Europa målt i milli-Watt/m². Den fuldt optrukne kurve svarer til 40 mW/m².

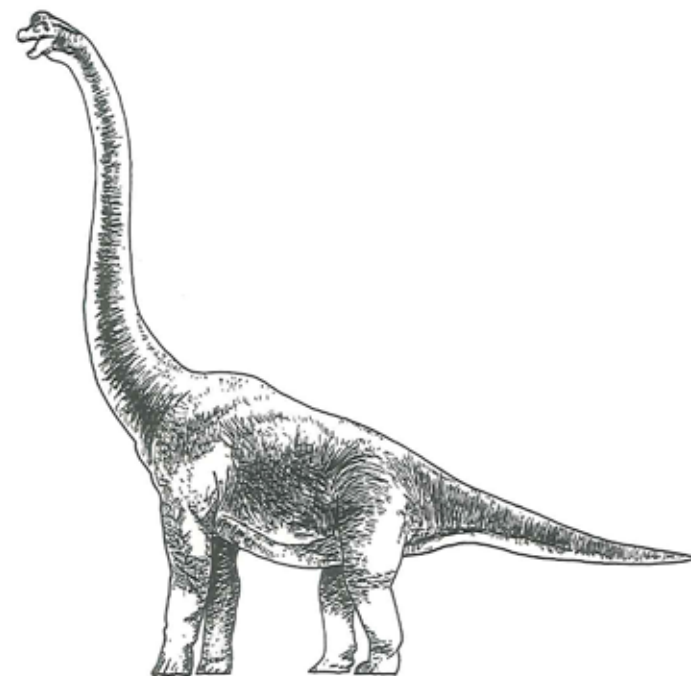
I figur 7 ses hastighedsvariationerne for S-bølger i 300 km's dybde. Nu er fordelingen helt anderledes, og kontrasterne er mindre. Et højhastighedsbælte med flere maxima strækker sig fra Sydsverige til Grækenland, skråt over Tornquist Zonen. Men her er vi også nede i en dybde, der svarer til astenosfærens nedre del eller den øvre del af mesosfæren. Det samme højhastighedsbælte ses i øvrigt endnu tydeligere i 400 km's dybde - hvad det så end betyder? En rimelig forklaring er, at de enkelte maxima i denne dybde flyder helt sammen, fordi den tomografiske opløsning aftager med dybden.

Dr. Zielhuis mener, den sydlige del af bæltet i 300 km niveauet skyldes, at der optræder dybt subducerede, kolde litosfæreflapper under Grækenland og under det Pannoniske Bassin. Men den høje hastighed i 300 km niveauet un-

kontrollforanstaltninger, ingen langsigtet politik på området og heller ingen forskningsmæssig selvjustits. Tværtimod er det i dag i USA muligt at tage patent på nye gènesplejede organismer. Det vil sige, at det i realiteten står alle frit for at producere deres egne fortidsdyr. Indtil videre er de isolerede DNA-fragmenter for små og sporadiske til, at det kan lade sig gøre; teknologien er stort set allerede til stede, mens forståelsen af fosterudviklingen halter langt bagefter.

Filmen har dog udvirket en voldsom diskussion i USA om génteknologiens etiske aspekter, og den har således - udover gysene og den astronomiske indtjening - allerede haft en gavnlig virkning.

Om 10-20 år er génteknologien måske så avanceret, at en 'Cretaceous Park' kunne være et realistisk projekt, og på trods af alle advarsler vil der altid være nogle videnskabsmænd, der vil være villige til at udføre det - for det er jo interessant, og der er med garanti penge i det. Men Malcolm har ret, det er 'rape of the natural world' - og Naturen skal nok vide at tage revanche på uforudsigelig måde.



Brachiosaurus

computerbillederne lidt mere utydelige, grynede; det er vist ikke blot dis over søen.

Endnu en art, som man i filmen forestiller sig også lever i store flokke, er strudseøglen *Gallimimus*, en sprinter med tandløst næb, lille hoved og lang hals. Faktisk minder den om en struds, bortset fra, at den mangler fjer, har lang, stiv hale og er 4-5 m lang.

Ved den sidste rekonstruerede dinosaur har fantasien fået næsten frit spil. Det er 'spitter', *Dilophosaurus*, en rovøgle, som løber på bagbenene, har to tynde kamme på hovedet og er ca. 3 m høj og 6 m lang i bogen og i 'virkeligheden' (i Jura-tiden). I filmen optræder den som en ca. 1½ m høj model. Den er ganske flot, især fordi man har digtet en stor, rødlig hals-krave; denne hudfold kan slås ud, når dyret bliver ophidset, ligesom hos nutidens kraveøgle, som i øvrigt også kan løbe på to ben. Desuden har man tildigtet spytteevnen med træfsikkerhed over 10 m med et ekstremt giftigt spyt, som blinder og svir - og i filmen er sort, sejt og slimet. Ingen af de to træk ved man noget om fra fossilerne; måske har et indhak i hver side forrest i overkæben på skelettet inspireret til idéen om langspyt.

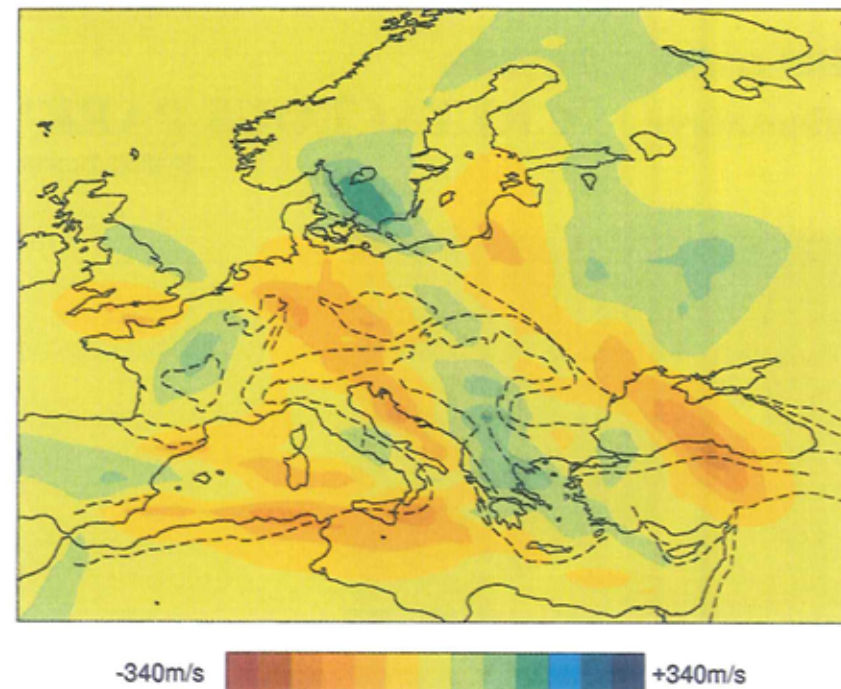
Set fra et fagligt, palæontologisk synspunkt er alle dinosaurerne imponerende lavet, og *Tyrannosaurus* og 'raptor' er skrækindjagende. Selvom der er nogle overdrivelser angående hurtighed og intelligens - og giftspytteriet er ren fantasi - så virker menageriet meget overbevisende.

Bogen

Filmene er baseret på en roman af Michael Crichton med samme titel (Ballantine Books, 1990), og manuskriptet var købt til filmatisering før bogen udkom. I store træk følger filmen første halvdel af bogen, dog optræder færre dinosaurarter og langt færre individer af hvert art i filmen, hvilket naturligvis er et økonomisk spørgsmål. Et væsentlig punkt i bogen, nemlig at 'raptors' på et meget tidligt tidspunkt undslipper til fastlandet, er udeladt i filmen. Bogen er langt mere barsk og blodig end filmen - indvolde sprøjter rundt på siderne - og næsten alle bogens personer er ubehagelige, kyniske forretningsfolk. Filmene er mere en hygge- og familiefilm med gys, som skal kunne tåles af børn fra 12 års alderen. At stort set kun første halvdel af romanen er filmatiseret, giver naturligvis Spielberg og Universal Picture mulighed for at lave en fortsættelse.

Morale

Crichton begrundede romanen med sin frygt for gænteknologien og de økonomiske interesser, der er forbundet med den. Der eksisterer ingen rimelige



Figur 7. Tomografi fra 300 km's dybde optaget af A. Zielhuis 1993

der Sydsverige lader sig ikke forklare ved hjælp af den Alpine tektonik. De meget markante anomalier under Sydsverige er noget af en gåde.

En sikker slutning kan dog uddrages af 'tomografiene' i dr. Zielhuis' disputats. De viser klart, at Tornquist Zonen, hvad enten den er ægte eller retoucheret, kun kan spores ned til bunden af den europæiske lithosfæreplade. På større dybder, i astenosfæren og mesosfæren optræder der helt andre hastighedsstrukturer. Der hersker et helt andet tektonisk miljø. Det stemmer godt overens med den pladetektoniske teori!

EFTERSKRIFT:

Forfatteren skylder dr. Zielhuis en stor tak for så beredvilligt at have computer tegnet figur 4, 5 og 7 i farver og for kritisk at have gennemlæst teksten. Forfatteren har dog stadig ansvaret for mulige fejl og misforståelser.

Kilde: Zielhuis A., 1992: S-wave velocity below Europe from delay-time and waveform inversions. Mededel. van de Faculteit Aardwetenschappen der Rijksuniversiteit te Utrecht, No.88, 148 sider.

Der er rav i génskabte dinosaurer i 'CRETACEOUS PARK'

af Niels Bonde



Figur 1. 'Raptor'. UIP Foto.

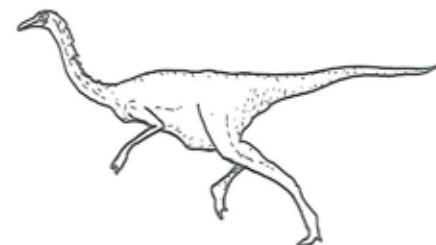
Gå i biografen - få dine velfortjente chock af Spielbergs dinosaurer i filmen 'Jurassic Park' og spekuler på vejen hjem på, om det virkelig kan lades sig gøre, om det mon er realistisk med levende dinosaurer - eller om det er ravende vanvittigt?

Tag et stykke rav, et fossilt stykke harpiks, der er 100 millioner år gammelt, hvori der er fanget en myg, indesluttet kort efter dens sidste måltid. Udtræk ofrets blod fra myggen og udvind DNA'et, og indsæt det i en ægcelle af en krokodille eller en fugl til erstatning for dennes DNA, og lad cellen dele sig og vokse. Vent et par måneder, så kan du måske udklække en 'raptor'.

krave-(næsehorns)-øgle, *Protoceratops* - tilsyneladende et slagsmål begravet af klitsand! Det er vist den tætteste nærkamp, der er bevaret blandt dinosaurer.

Den anden skurk er naturligvis *Tyrannosaurus*, det største landlevende rovdyr nogensinde. Den slipper ud og forfølger vore helte. Filmfiguren er imponerende, kæmpemæssig, frygtindgydende. Den er meget overbevisende, og viser sig også at være meget hurtigere end palæontologerne har forestillet sig. Jeg tror dog ikke, at det kan være rigtigt, men måden den æder på, virker helt realistisk. Om den virkelig som i filmen kun reagerer på bevægelser og slet ikke på lugtesans, er selvfølgelig rent gætværk. Det forekommer mere sandsynligt, at med en kropsvægt på 5-8 tons var *T.rex* ikke en hurtigt løbende jæger - den ville få et 'hedeslag', fordi varmen fra musklerne ikke kan fjernes via den lille overflade (uden svedkirtler) i forhold til vægten, men måske har det været realistisk med korte spurter.

Et af de største landdyr gennem tiderne er *Brachiosaurus*, en sauropod eller 'sumpøgle', som de misvisende kaldes på dansk. De har vejet over 50 tons, men enkelte samtidige slægtninge har måske været dobbelt så tunge. *Brachiosaurus* er en fredelig planteæder, og det første fantastiske fortidssyn, man bliver præsenteret for i parken.



Gallimimus

En anden rørende situation er omsorgen for en syg og liggende, 'bedøvet' næsehornsøgle, en flot model på 8 m af *Triceratops*, der er det klassiske byttedyr for *Tyrannosaurus* og lige så tung - kort inden de begge uddør som de sidste dinosaurer. Her er den måske forgiftet af bær fra blomsterplanter, en busk *Melia*, beslægtet med mahognitræ. Men hele løsningen på gåden bliver 'glemt' i filmen, og pointen, som anes i bogen, er her gået tabt: I bogen er det syge dyr kamøglen *Stegosaurus* fra Jura-tiden, dvs. fra *førend* blomsterplanter med deres specielle gifte var blevet udviklet i Kridt-tiden. Derfor kan *Stegosaurus* ikke tåle bærrerne. Filmens *Triceratops* fra sen Kridt burde kunne tåle blomsterplanter, hvis fremkomst er baggrund for succesen for hele den mangfoldige gruppe af planteædende næsehornsøgler.

Også den gruppe fra sen Kridt, som havde allerstørst succes, nemlig andenæbsøgler, hadrosaurer, vises ganske kort i filmen: en hel flok, men kun i computergrafik som baggrund for den store *Brachiosaurus*. Her er

En sjov 'forudsigelse', der måske dog mister betydning ved nærmere eftertanke, er: Hvorfor skulle man egentlig ramme den 'korrekte' vækstrate i sådan nogle 'kunstige', manipulerede dinosaurer. I bogen er der gjort et nummer ud af, at f. eks. raptorer er dyrket i forskellige 'forbedrede' versioner til parken. Det er en vigtig pointe, fordi ingen af dyrene altså er 'rigtige' raptorer, identisk med de fossile, fordi deres *genomer* ikke er bare tilnærmelsesvis ens, de kunstige er jo blandet op med nutidige DNA- stumper fra padder, krybdyr og fugle. Disse skal fylde 'hullerne' ud i det meget ukomplet bevarede fossile DNA fra ravmyggenes maver.

'Raptor' er altså fysisk realistisk, og forskerne regner med, at de nok har jaget i flok efter meget større bytte, selvom det er vanskeligt at være sikker på fossil adfærd - og umuligt at være skråsikker om intelligens. Grant's ide om, at raptorer jager i flok med skinangreb forfra til at aflede opmærksomheden, hvorefter det rigtige angreb kommer fra individer, der sniger sig ind fra siden, er selvfølgelig fri fantasi. Hvorvidt de overhovedet har jaget i flok er gætværk baseret på Ostroms fund af 3 delvise *Deinonychus*-skeletter tæt ved en meget større planteæder (hypsilophodonten *Tenontosaurus*) - i alle populære og semividenskabelige dinosaurbøger og i de store amerikanske museers udstillinger bliver dette gæt nu cementeret som (næsten) fact om den gruppe, dromaeosaurer, hvortil *Deinonychus* og *Velociraptor* hører. (Et kranium af *Dromaeosaurus* selv er p.t. udstillet på Geologisk Museum).

Denne gruppe har forholdsvis større hjerner end dinosaurer og krybdyr i almindelighed, så 'Raptor' har måske været noget 'smartere' end sine samtidige.

Nogle forskere har endog forestillet sig en videreudvikling, hvis dinosaurerne ikke var uddøde, og pattedyrene aldrig var kommet til at dominere på land. Her forestiller man sig, at en intelligent dinosauroid af 'raptor'-gruppens afkom var blevet dominerende i verden. Man har givet den helt fremadrettede øjne og kort snude og viser dinosauroiden helt opretgående som *Homo* (lignende væsener kendes fra Spielbergs 'Star Wars' o.a. science fiction film).

Men 'raptors' evne til at vurdere og huske, altså tænke som i filmen, er der absolut ingen basis for. Dog er den ene 'raptors' eftertænksomme trommen med kloen, mens den spekulerer over, hvor børnene er blevet af, temmelig fascinerende.

Velociraptor er dog den dromaeosaur, der har det lavest og smalleste kranium, så at gøre netop den særligt 'brainy' er imod de palæontologiske facts. Man 'ved' dog, at den nok var en slagsbror, for et helt skelet er fundet i Mongoliets øvre Kridt omklamrende hovedet af en komplet lille primitiv

'Raptor' er kælenavnet for den 'farligste' rov-dinosaur, *Velociraptor* (= 'hurtig røver') fra Kridttiden, den er mandsstor, oprejst, hurtigt løbende og springende på bagbenene, skarptandet med hvasse kløer på fingrene og en seglignende, bytteopsprættende 15 cm lang klo på 2. tå. I filmen er den tilmed gjort til den mest intelligente af dinosaurerne, den jager i flok, husker, vurderer, afprøver - og åbner døre!

Processen med gènmanipulation kan lyde simpel, men er det ikke som antydnet nedenfor. Har man virkelig rav så gammelt som dinosaurer? Og kan man virkelig finde dinosaur-DNA i ravmyggemaver? Er Spielbergs dinosaurer iøvrigt realistisk fremstillet? Hvad siger genetikere, molekylærbiologer og palæontologer om disse problemer?

DNA- og dets bevaring

Størstedelen af arvematerialet, DNA-et, udgør cellekærnernes kromosomer, hvorpå vore arveanlæg, géner, sidder. Det findes iøvrigt også i en særlig udformning, Mt-DNA, i hver celle uden for kernen, identisk i mængder af små *mitochondrier*. Disse er cellens energiproducenter, som altså har deres eget DNA, som kun nedarves på mødresiden, idet sædcellernes Mt-DNA falder af sammen med deres haler ved befrugtningen!

To af de 4 byggestene, nucleotiderne fra hvis rækkefølge den såkaldte 'geneske kode' i vore géner er opbygget, nemlig pyrimidinerne *cytosin* og *thymin*, er mere forgængelige end de to andre, nemlig purinerne *adenin* og *guanin* - især hvis der er vand og ilt til stede efter cellernes død. Molekylærbiologer mente i begyndelsen af 80'erne at kunne beregne, at DNA ville gå hurtigt i stykker og være helt gået til på få tusinde år - men de blev klogere.

Efter at Mt-DNA i indtørrede muskler fra museumseksemplarer af quaggaen (en sydafrikansk, zebra-art, som uddyddedes i 1883) var blevet opformeret til slægtskabsanalyse, opdagede man, at nogle få ægyptiske mumier på ca. 2500 år også havde DNA bevaret, dog noget nedbrudt. En ny teknik til opformering af bittesmå DNA-dele blev udviklet 1985, og man fandt ud af, at DNA fra et 13000 år gammelt kæmpedovendyr, *Mylodon*, og DNA fra pungulven (uddød i 1930'erne) var stærkt nedbrudt i småstumper, men ikke mere end i 4 år gammelt frosset kød!

Hurtig udtørring synes at være den bevarende faktor, men i 1990 udvandt man dog et rimeligt DNA-fragment fra et 17 millioner år gammelt blad af magnolie fra Miocæne søsedimenter i Idaho, USA. Her var bladet indlejret i iltfattigt sølér og DNA-et var bevaret i chloroplasterne, som er plantecellers energiproducenter. Senere er det også lykkedes med *Metasequoia*, sumpcypress, altså et nåletræ fra de samme sedimenter, hvori planteresterne til-

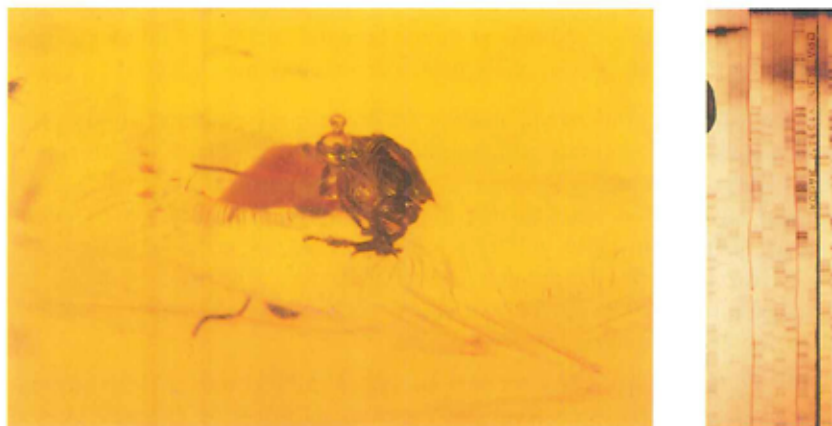
syneladende er bevaret i et næsten 'lukket system', selvom vand hurtigt skulle få DNA-kæderne til at gå itu.

Det har senere vist sig, at i ægyptiske mumier, som også er behandlet med harpiks, er DNA-et bedre bevaret end ellers - nok p.g.a. den steriliserende virkning mod bakterier og svampe. DNA kan altså bevares i millioner af år.

Rav

Et problem for filmen er ravets alder. De mængder af rav, der blandt andet findes i vort område, er såkaldt Baltisk rav med en alder på 40 til 50 mill. år og altså alt for ung til at indgå i et dinosaur-projekt.

I filmen forudsættes det, at store kvanta af rav fra Jura- og Kridt-tiden er tilgængelige, og der vises en ravmine fra den Dominikanske Republik. Der er ganske rigtigt meget dominikansk rav, også med de bedst bevarede fosiler i verden, herunder mængder af forskellige blodsugende insekter. Der er blot den hage ved det, at det ældste dominikanske rav er 45 mill. år gammelt og altså dannet mere end 20 mill. år efter, at de sidste dinosaurer var uddøde. DNA-stumper blev i 1992 identificeret fra ca. 30 mill. år gammelt dominikansk rav i bløddele fra både en termit og en bi. Indtil 1980 regnede man med, at rav- insekter kun var bevaret som 'tomme skaller', men harpiks/rav er altså fortræffeligt til opbevaring af store organiske molekyler.



Figur 2. Dominikansk rav med en lille brodløs bi (*Probleia dominicana*), stærkt forstørret, hvorfra man har isoleret og analyseret fragmenter af DNA. Til højre ses dele af to søjler til bestemmelse af nucleotider i DNA og sammenligning mellem dem optaget på film. Foto O.B. Berthelsen

T. rex (Tyrannosaurus) optræder i slutningen af Kridttiden, og er kendt af alle børn idag. *Velociraptor*, der er det skrækelige rovdyr, er omkring 80 mill. år gammel, altæderen *Gallimimus* (strudseøgler) er ca. 75 mill. år gammel, mens planteæderne er *Triceratops* eller næsehornsøgler, der optræder allersidst i Kridttiden og nogle andenæbsøgler, Hadrosaurer, som *Parasaurolophus*, der er ca. 75 mill. år gamle.



Triceratops



'Raptor'

Hovedskurken 'raptor', der er menneskestor, er genskabt ekstremt hurtig, som en gepard, og meget hurtigere end man havde forestillet sig, siger filmens palæontolog Grant. De kan springe enormt højt og langt med de store, seglformede kløer fremme for at flænse byttet. Dette er præcist, som den amerikanske palæontolog J.Ostrom forestillede sig, da hans beskrivelse af den nære slægtning *Deinonychus* - det vil sige 'kæmpeklo' - revolutionerede ideerne om dinosaurer, ved at gøre disse hurtige og adrætte, i stedet for det traditionelle billede af 'sløve' store krybdyr. Det er dog fejlagtigt, at den store klo sidder på midttåen, som Grant siger ude i felten ved udgravning af en meget stor 'raptor'. Den sidder på 2. tå og kan hæves op under gang/løb, som det vises i filmen. Læg også mærke til deres fodaftryk, som kun viser 2 tåaftryk, ligesom sporene væk fra den fundne rede med knuste æggeskaller.

De er altså fra 'raptor'-unger - dem skal vi nok høre mere om i "Jurassic Park II", som der allerede er tegnet kontrakter til (med de 'overlevende'). Fascinerende er det, at medens filmindspilningen foregik, blev der faktisk udgravet en 'raptor' så stor som den største i filmen - ca. 6 m lang, fra tidlig Kridt i Utah (kælenavnet er nu 'Utahraptor').

De er altså fra 'raptor'-unger - dem skal vi nok høre mere om i "Jurassic Park II", som der allerede er tegnet kontrakter til (med de 'overlevende'). Fascinerende er det, at medens filmindspilningen foregik, blev der faktisk udgravet en 'raptor' så stor som den største i filmen - ca. 6 m lang, fra tidlig Kridt i Utah (kælenavnet er nu 'Utahraptor').

opstår i sjældne tilfælde hanner! 'Livet finder altid en udvej, kan ikke afgrænses', siger kaos-matematikeren Malcolm i filmen.



Figur 3. Kunstig 'raptor' fødes lige foran parkejer Hammonds ansigt. Han prøver at få den præget på sig selv, ved at være det første den ser. UIP Foto

Dinosaurerne

Filmens har 7 arter i alt, halvt så mange som i bogen. Filmens dyr er lavet som modeller i naturlig størrelse, som dele af sådanne og som små modeller. Men de fleste er ren computergrafik udviklet til denne film ved en teknik, hvor blandt andet små modeller kobles til computeren via elektroder og overfører bevægelserne til skærmen.

I filmen optræder kun to arter fra Jura-tiden: *Dilophosaurus* ('spitter') fra tidlig Jura omkring 200 mill. år gammel og *Brachiosaurus*, kæmpen fra sen Jura og tidlig Kridt (150-120 mill.). Fem er fra Kridt (145-65 mill.). Man undres derfor over, at titlen ikke er 'Cretaceous Park', for i bogen er forholdet lige sådan: 4 jurassiske former mod 11 fra Kridttiden.



'Spitter', set forfra

Rav fra Kridt-tiden er dog forholdsvis almindeligt, også med indesluttede fossiler, det ældste er 130 mill. år og stammer fra Libanon. Derimod er der kendt meget lidt rav fra Juratiden, blandt andet nogle bittesmå stykker fra Bornholm, både fra Rønne og Bagå formationerne fra tidlig og mellem Jura. Det ældste rav, der med sikkerhed er identificeret som rav, er samtidigt med de ældste dinosaurer fra sen Trias-tid (ca. 225 mill. år i Argentina). Men der er beklageligvis ikke fundet fossiler i Trias-Jura-ravet - planterne har dengang måske ikke udsvedt større klumper af harpiks. Dette udelukker *Dilophosaurus* ('spitter') fra filmhistorien, da det eneste kendte fund er 200 mill. år gammelt. Titlen på bog og film burde i stedet således have været 'Cretaceous Park', for samtidigt med dinosaurerne både i tidlig og sen Kridt-tid er der rav med insekter.

DNA er tidligere i år blevet isoleret fra en snudebille i Libanon-ravet fra tidlig Kridt-tid, men om blodcellers DNA fra stikinspektors maver vil kunne bevares er uvist.

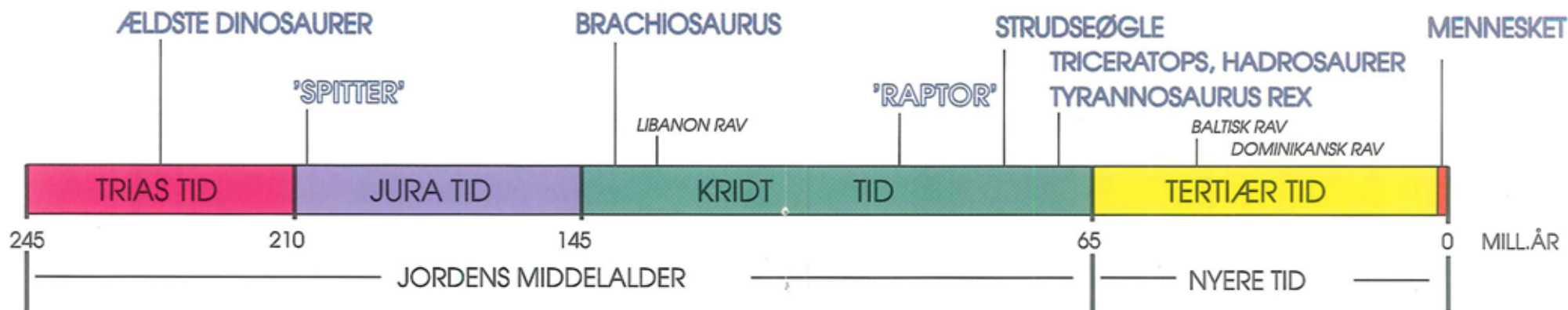
Forskere har dog nu fraserteret rav med stikkende mitter i fund fra sen Kridt-tid i Canada for at undersøge, om blod skulle være bevaret i dem. Blod fra ofrene er vist nok ikke fundet i mitterne, men det er da værd at bemærke, at det molekylærbiologer for bare få år siden anså for helt urimeligt, nu har vist sig realistisk - der er bevaret 130 millioner år gammelt DNA.

En anden forudsætning for filmens genskabelse af dinosaurerne er, at deres blodlegemer indeholder kerner med genetisk information. Det er ikke konstateret, men da både nulevende fugle og krokodiller - til forskel fra pattedyr - har kerner i de røde blodlegemer, er der ingen grund til at tro, at dinosaurerne ikke også havde det.

Helt essentielt for dinosaurers genskabelse er det naturligvis, om man nogensinde finder tilstrækkelig mange fragmenter af dinosaur-DNA fra Jura og Kridt, hvad enten det er fra blodsugende insekter eller dinosaur-fragmenter med en ganske særligt heldig bevaring. Måske er det bedste bud i dag, at dinosaur-DNA-fragmenter kan findes i bevaret blødvæv, måske blod fra dinosaurerne selv. Der er i år rapporteret om knogler med bevaret væv 'der ligner blod'. Hvorvidt DNA er bevaret i dette væv er endnu ikke undersøgt.

Génmanipulation

Hvis man kan få 'ofrenes' DNA-stumper ud af ravmyggemaver, skal det meget ukomplette fossile DNA først sammenlignes med de nærmeste nulevende slægtnings DNA, her altså fugles og krokodillers - men deres DNA er jo ikke bare tilnærmelsesvis velkendt i dag, kun ganske få regioner af DNA er kendt fra et fåtal af arter.



Derfor har 'Parken' kolossal computerkraft til hurtig DNA-sekvens analyse og sammenligning, og det fremstilles, som om laboratoriet på 5 år har knækket den nød at kunne genkende de bevarede DNA-stumper (der selvfølgelig må være noget forskellige fra de tilsvarende regioner hos nutidige slægtninge), så at man kan vide, hvad der mangler. 'Hullerne' i det fossile DNA udfyldes så med de relevante indspejlede regioner fra padde-, krybdyr- og fugle-DNA.

Det forekommer helt urealistisk, for i dag er end ikke menneskets *genom* - vor samlede arvemasse - fuldstændigt kendt trods investering af milliarder af \$ og mængder af forskerårsværk.

Skulle det alligevel lykkes at rekonstruere et helt 'dinosaur-genom', altså i det mindste hele kernens DNA som en streng, så er der mange yderligere problemer.

Dinosaur-avl

Det må være vanskeligt at 'génskabe' dinosaurer. Udover de g nmanipulatoriske problemer er det næppe helt uden vanskeligheder at få fosterudviklingen til at forløbe.

I bogen anbringes det rekonstruerede dinosaur-DNA i ægceller fra krokodiller og anbringes i kunstige æggeskaller af plastik - sådan! Det er alt, hvad der siges om den problematik - og i filmen antydes det blot, at DNA-et anbringes i strudse g til udrugning. Hvordan man f r DNA foldet rigtigt sammen, sk ret op i rimelige kromosomer og puttet ind i en tømt kerne-membran, er muligvis et uovervindeligt problem.

Mens kerneudskiftning er gjort i pattedyr, og det er vist, at ægceller anbragt i rugem dres moderkage af samme art (eller en meget nærtstående) faktisk kan udvikle et levedygtigt foster, s  er problemerne med at skabe det rigtige miljø til fostre af dyr med æggeskaller nok meget værre. Kan vi forestille os

at det kan foregå i et plastik g med en passende n ringsv dske og mulighed for luftudskiftning gennem porer? Næppe, det forekommer helt usandsynligt. Skulle sådanne småproblemer en dag blive overvundet, lyder det jo ret simpelt at avle dinosaurer.

Æggene bliver i filmen vendt i lune rugemaskiner i fugtig luft - skallerne må nødvendigvis være gennemtrængelige både for luft og v de - og efter et par måneder klækkes de. Udbyttet er i følge bogen temmelig magert, under 0,5%. Filmens overser ganske disse tekniske detaljer og viser blot en rørende 'raptor'-fødsel. Hvis man regner lidt på bogens oplysninger, så må der have været gjort langt over 50000 dyrknings- forsøg på de 5 år, for at producere de godt 200 levende dyr i parken, det vil sige over 30 kl kninger om dagen. Sammenfattende om genteknologien og opdr tsmetoden kan siges, at det med garanti ikke kan gøres i dag.

Ved produktionen af dyrene forsøger man at sikre, at individerne ikke er i stand til at formere sig, således at alle dyr laves kunstigt i laboratoriet. Man laver kun hunner, som derefter gøres sterile ved bestråling. Alligevel viser filmen en rede med klækkede dinosaur- g, hvilket implicerer, at dyrene i parken trods alt formerer sig ukontrolleret ved egen hjælp. Forklaringer lyder, at dels er steriliseringen måske ikke effektiv, og dels er nogle af populationerne i stand til at skifte køn under specielle omstændigheder, det siges at være kendt fra nogle Vestafrikanske frøer. Dette padder-DNA, som er skyld i, at dinosaurerne er i stand til at formere sig på denne måde, er ligesom krybdyr- og fugle-DNA blevet brugt til at udfylde hullerne mellem de stumper af DNA, der er isoleret fra røvet.

Man kan undre sig over denne komplicerede forklaring, da det ville have været enklere at påstå, at dyrene formerede sig ved jomfrufødsel af hunner, hvilket i dag er kendt fra flere familier af  gler. Hos et jomfruf dt firben