

er nogenlunde 'bevist' med *Maiasaura* fundene fra Montana, fordi de små fossile ungers skeletter ikke er så velforbenede, at ungerne selv har kunnet løbe rundt - de må have fået maden bragt af forældrene.

At formodentlig alle dinosaurer har haft en eller anden form for yngelpleje bør ikke undre, når f.eks. krokodiller har lidt yngelpleje og fugle oftest meget. Dinosaurer relaterer sig slægtskabsmæssigt til fuglegrenen.

Alle de animerede dinosaurer har unger. Det gælder næsehornsøglen *Triceratops*, kamøglen *Stegosaurus* og 'sumpøglen' *Apatosaurus* (= *Brontosaurus*). Modellerne er 1/2-3/4 størrelse. De fleste virker ret naturtro, men *Apatosaurus* er galt proportioneret. Halen er således alt for kort.

Misforholdene er dog intet imod den røde *Tyrannosaurus*, en rædsel, der skal være udstillingens blikfang i hallen. Den virker lidet imponerende, i halv størrelse og stående på taget af en bil. Proportionerne er helt forkerte, idet benene er for tykke, halen for kort og hovedet ikke for heldigt: det er en fejl at lade tænderne i underkæben rage uden for overkæben.

Informationer

Experimentariet vil gerne informere og opdrage om naturvidenskab - her om dinosaurer. Men der er desværre næsten ingen generelle informationer om fossilerne og deres baggrund. Skiltningen til de enkelte stykker er kort og rimelig, men eksempelvis er de systematiske navne på dinosaurgrupper ikke sat i ramme af dinosaurernes udviklingshistorie: et stamtræ ville have gjort underværker.

Selvom de udstillede dyr kommer til at optræde lidt perspektivløst uden disse informationer, skal udstillingen varmt anbefales, især for at nyde de fantastiske dinosaurer fra Gobi. Børn vil nok helt falde for robotterne.



SABELKATTE OG DERES UDVIKLINGSHISTORIE SET PÅ
BAGGRUND AF ET TANDFUND PÅ RHODOS.

LÆS ENDVIDERE OM :
DEN VULKANSKE AKTIVITET I KAP VERDE
Ø-GRUPPEN OG OM ÅRETS DANSKE DINOSAUR
UDSTILLINGER.

Forsidebillede: Formodet 'pimpstens-vulkan' på Santo Antão i Kap Verde ø-gruppen. Vulkanen ses lidt under midten af foto. Øverst ses øens sydkyst og en unge lavastrøm (mørk), der nåede kysten vest for Porto Novo (se kort på side 81).

Forfattere til artiklerne:

Bjarni Richter: Geologisk Institut, Øster Voldgade 10, 1350 Kbh. K

Susanne Plesner, Lisbeth Hansen og J. Richard Wilson: Geologisk Institut, Aarhus Universitet, 8000 Aarhus C

Niels Bonde: Geologisk Institut, Øster Voldgade 10, 1350 Kbh. K

Rettelse: Figurerne på side 38 og 39 i 1997, 2 er desværre ombyttet.

VARV

VARV udgives med støtte fra Kulturministeriets bevilling til almenkulturelle tidsskrifter.

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

Telefon: 35 32 24 00, Geologisk Institut

Redaktion: Asger Berthelsen, Bjørn Buchardt, Henrik Fougst, Bjørn Hageskov, Steen Mølgaard, Mikael Pedersen og Svend Pedersen (ansvarshavende).

Bestyrelse: Asger Berthelsen, Valdemar Poulsen, Bjørn Hageskov og Svend Pedersen.

Tekstredaktion: Svend Pedersen

Lay-out og grafik: Bjørn Hageskov

Repro og tryk: Levison+Johnsen+Johnsen a/s, København

VARV udkommer fire gange årligt. Prisen er 120 kr i abonnement for 1998. Abonnement kan tegnes ved at indsende beløbet til VARV, postgiro 9 06 88 80, eller 140 SEK til VARV's svenske postgirokonto: 4388-5, eller 140 NOK til VARV's norske postgiro: 0806 1923234.

Adresseændringer bedes meddelt VARV!

© VARV 1997. Eftertryk af tekst og billeder kan kun ske efter aftale.

Endnu nærmere slægtninge til fuglene er også vist, nemlig *Velociraptor* ('hurtig røver'), her kraniet af den 2 meter lange dromaeosaur. Dromaeosaurerne blev tidligere regnet som søstergruppe, d.v.s. nærmeste slægtninge, til øglefuglen *Archaeopteryx* og resten af fuglene. Fornylig har dog en sydamerikansk løbende 'dinosaur' eller 'halvfugl' fra midt i Kridt - *Unenlagia*, hvilket betyder 'halvt fugl' på indiansk - sneget sig slægtsmæssigt endnu nærmere på fuglene.

Også i Gobi Ørkenen har man fundet nogle små, mærkelige fossiler på ca. 1½ meter, som muligvis kan være ret nære slægtninge til fuglene. Den ene, *Avimimus* (dvs. fugle-eftertilignende), er dog en lidt fjernere slægtning end dromaeosaurerne og er snarere beslægtet med strudsegler og troodonter, små tobenede rovøgler med ret stor hjerne fra sen Kridt.

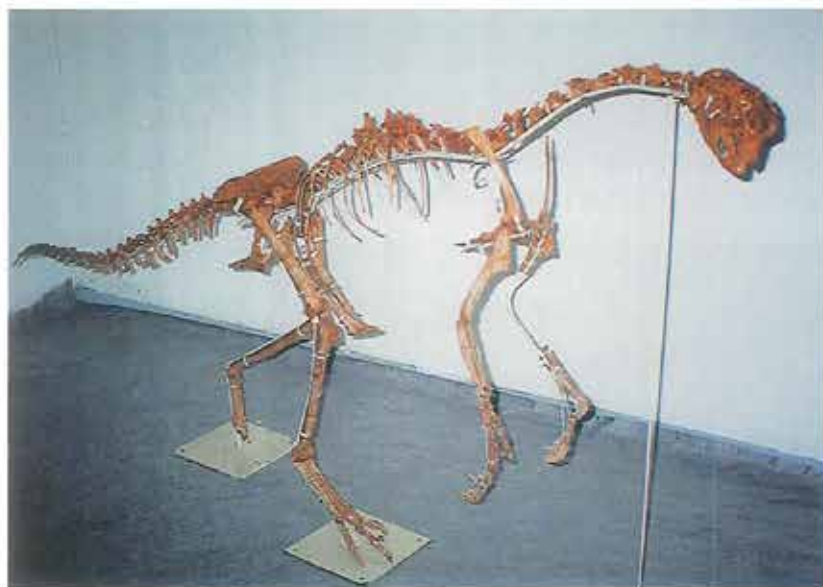
Endnu en lille, letbenet Gobi-dinosaur, ret fjernt beslægtet med de ovennævnte rov-dinosaurer, er også ret fuglelignende. Det er papegøjeøglen, *Psittacosaurus*, som hører til den store gruppe af planteædere kaldet Ornithischia på grund af deres fuglelignende bækken. Også fødderne er lidt fuglelignende med tre kraftige tæer, som peger fremad. På trods af kindtænder er kæberne ret næb-lignende. Der ses den forreste og separate knogle i overkæben, som viser at *Psittacosaurus* er beslægtet med næsehornsøglerne (ceratopsia).

Unger og adfærd er i fokus for Experimentariets udstilling. Der er en lille bitte nyfødt andenæbsøgle (hadrosaur) på 20-25 cm. Hadrosaurer er ellers mest udbredt i Nordamerika, men der er fundet nogle få former fra Asien og enkelte i Sydeuropa.

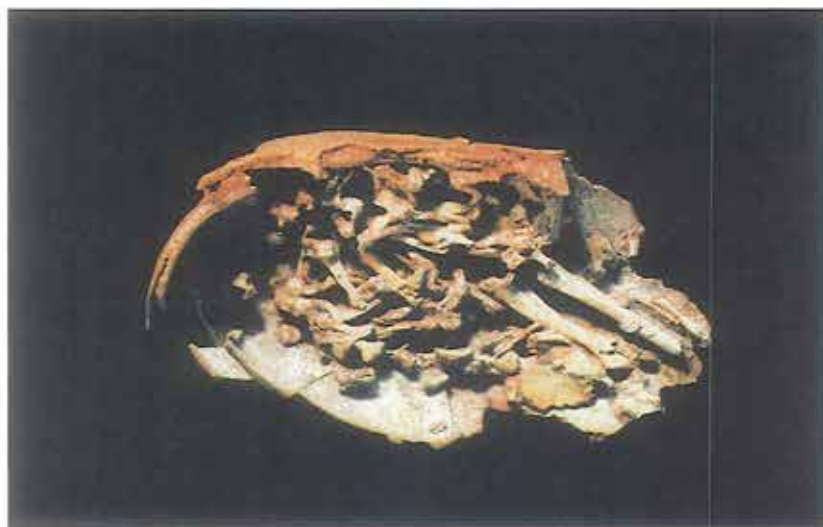
Animerede dinosaurer

Experimentariet har samtidigt en anden udstilling over samme emne, 'eggs & babies', med animerede dinosaur-robotter.

Mest imponerende ved udstillingen er dog et komplet afstøbt skelet af andenæbsøglen *Maiasaura* ('den gode moderøgle' - mærkeligt nok uden hofteben) på 6-7 meter med en redefuld 'skelet-unger', mindre end ½ meter lange. Et animeret scenarie svarende til dette har endnu mindre unger på vej ud af æggene og en mor, der passer på dem. Denne yngelpleje



Utroligt flot præpareret skelet af Oviraptor, med det fugleagtige hoved.



Oviraptor-æg med foster.

SABELKATTE OG ET TANDFUND FRA RHODOS.



Bjarni Richter

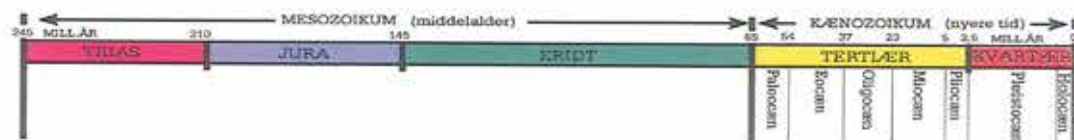
I efteråret 1996 blev der, under en dansk ekspeditions feltarbejde på Rhodos i Grækenland, fundet en mærkværdig stump af en tand i pliocæne sedimenter fra Apolakkia Formationen. Man var straks klar over, at det drejede sig om et rovdyr, og størrelsen ledte tanken hen på en sabelkat.

Sabelkatte

Ligesom *Tyrannosaurus rex* blandt dinosaurerne altid har tiltrukket sig speciel opmærksomhed, har sabelkattene været regnet for nogle af de mest spændende pattedyr, der nogensinde har levet. De er også blandt de bedst kendte pleistocæne dyr, da mange er blevet fundet i tjærepysterne i Branco La Brea, Los Angeles, Californien [Pleistocæn og andre omtalte tidsperioder fremgår af bjælken nederst på siden]. De amerikanske kattes skeletter, der hovedsageligt tilhører slægten *Smilodon*, er ekstremt velbevarede, og man har fundet knogler fra mere end 2.500 individer repræsenterende et tidsspan på over 25.000 år. Det er desuden et spændende aspekt, at de og mennesket har levet i samme område på samme tidspunkt.

Sabeltænder er ikke kun fundet hos katterfamilien (Felidae), men også hos andre rovdyr, f. eks. pattedyrenes triassiske forfædre, Cynodonta, og hos pungdyr som den sydamerikanske kødæder *Thylacosmilus* fra Pliocæn.

Denne udvikling af sabeltænder hos nogle kænozoiske katte er formodentligt en specialisering, som har gjort dem i stand til at nedlægge større og større byttedyr, f.eks. mammuter, næsehorn og andre store, tykhudede dyr. I mellem og øvre Tertiær var der mange gigantiske planteædere, og flere var meget større end de af deres slægtninge, som stadig lever.



Gennem årene har det været diskuteret, hvordan sabeltænderne virkede, og hvordan kattene brugte dem. De fleste forskere mener, at de kæmpestore sabler først og fremmest blev brugt som våben, så kattene kunne dræbe store byttedyr uden selv at blive dræbt eller alvorligt kvæstet. Men nogle har også påstået, at sabelkatte kun var ådselædere, da deres store tænder ikke kunne bruges til at dræbe, men kun til at partere ådsler. Endelig har den tanke været fremsat, at tænderne udelukkende havde social betydning.

Sabelkattenes udviklingshistorie

Sabeltænderne hos sabelkatte er et eksempel på, hvordan det samme eller et lignende træk kan udvikles flere gange inden for samme familie. Sabeltand-fænomenet er således opstået mindst to gange i kattefamiliens historie. Først hos underfamilien Nimravinae (der også omfatter Hoplophoneinae) og senere hos Machairodontinae (figur 1).

De ældste kattedyr, man har fundet, er *Eofelis* og *Aelurogale* fra øvre Eocæn i Eurasia. I Oligocæn udviklede de sig til Nimravinae (ældre sabelkatte) og Proailurinae. I Miocæn udviklede Proailurinae sig til Felinae (avancerede katte) og Machairodontinae (moderne sabelkatte). I Pliocæn blev Nimravinae mere eller mindre erstattet af Machairodontinae.

Både indenfor Machairodontinae og Nimravinae er der tale om to typer af sabelkatte. Den ene type var de såkaldte daggert-tand katte, som havde lange (15-17 cm), brede og tykke hjørnetænder med fine savtakker. De var relativt kortbenede, muskuløse og lidt langsomme. De har formodentligt haft problemer med at følge efter hurtigt bytte over længere afstande. Det var katte som *Smilodon* inden for Machairodontinae, og *Barbourofelis* indenfor Nimravinae (figur 1).

Den anden type var de såkaldte dolk-tand katte, med kortere (7-11 cm), brede og tynde hjørnetænder med grovere savtakker. De var mere langbenede og bedre egnede til at forfølge bytte.

Sabelkattene levede først og fremmest på den nordlige halvkugle, men de er dog også fundet fra Pliocæn i Afrika (*Homotherium* og *Megantereon*) og fra Pleistocæn i Sydamerika (*Smilodon*). Den berømte

ekspeditioner i 1920'erne. Man troede nemlig, at den åd de aflange æg fra den rede, ved hvilken den blev fundet. Man mente, at disse æg - de første kendte fra dinosaurer - måtte tilhøre aflejringens almindeligste dinosaur, den lille primitive næsehornsøgler (*ceratopsie*) *Protoceratops*. Denne vises der mange eksemplarer af på udstillingen, også nogle som kun er lidt over udklækningsstørrelse.



Den store strudseøgler Gallimimus og navngiveren Dr. Barsbold.

Det demonstreres, hvorfor disse ideer var forkerte. Der vises nemlig det meget vigtige nye fund af en *Oviraptor* (kaldet 'Big Mamma'), som synes at ligge på rede på de aflange æg med armene halvt sammenfoldede og støttende på håndroden lige uden for reden - ligesom en fugl, der beskytter sine æg. I dette tilfælde nok mod den sandstorm, som begravede familien. Altså ikke en æggerøver, men en beskyttende moder, der sætter livet til for afkommet! Også det endelige bevis udstilles, nemlig et foster af *Oviraptor* inden i et af de aflange æg, et uhyre sjældent fund. Nu ved vi til gengæld ikke, hvordan den almindelige *Protoceratops*' æg ser ud - trods fund af alle vækststadier.

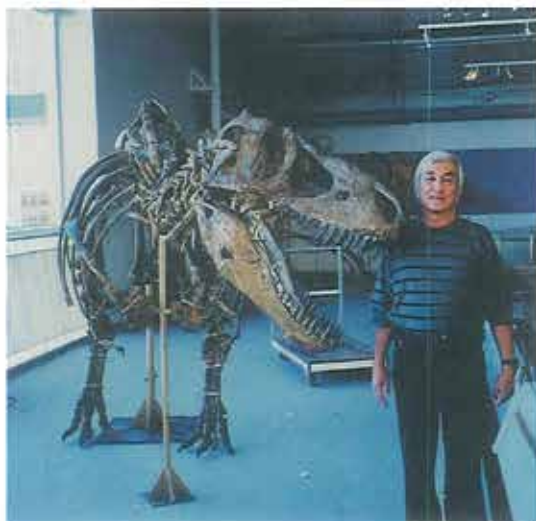
Denne demonstration af *Oviraptors* adfærd er det mest direkte og det vigtigste vidnesbyrd fra palæontologien, som viser, at de små rovøgler er beslægtede med fuglene. Dette bekræfter alle de anatomiske træk, som peger i samme retning (se stamtræ i næste nr. af VARV).

Det er en utroligt velbevaret og fint præpareret flok af skeletter, som er udlånt fra Videnskabsakademiets udstilling i Ulaanbaatar. En virkelig pragtsamling, hvor næsten alt er originale fossiler. Mange af de store skeletter er næsten komplette og type-eksemplarer. 'Dinosaurer, æg og unger' er udstillingens tema.

De voksne først: Der er to store rovøgler, *Tarbosaurus*, en lidt mindre og meget nær slægtning til *Tyrannosaurus*. Der er 4 af de tandløse strudseøgler, det unikke eksemplar af *Anserimimus* (uden skilt) og 3 af *Gallimimus* (kendt fra 'Jurassic Park'); navnene betyder gåse- og høns-efterslignere. Udstillingen viser den største kendte strudseøgle - samt det eneste fund af et ungt eksemplar. Dette er ca. 1 meter lang og næsten perfekt, men mangler forbenene.

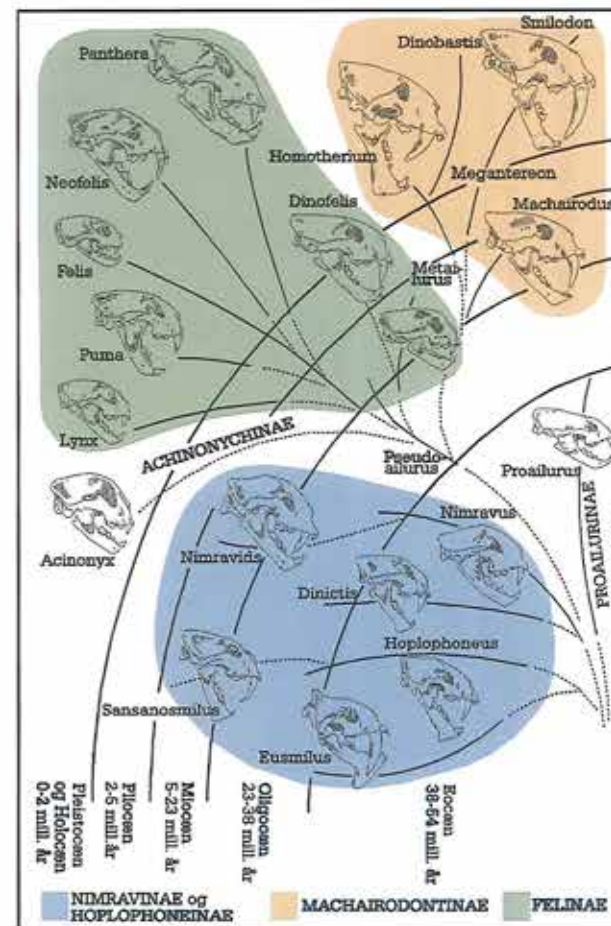
Den store *Tarbosaurus* og *Gobi*-ekspeditionernes veteran Dr. Barsbold (Mongoliets Videnskabsakademi).

Dr. Barsbold var i Danmark for at opstille de værdifulde skeletter, hvoraf nogle er typer, som han selv har navngivet.



Deinocheirus ('kæmpehånd') - med over 2 meter lange arme endende i 3 frygtindgydende kløer - er muligvis en slags kæmpemæssig strudseøgle, men der kendes intet andet af den. Ligeledes er der hidtil kun fundet forlemmer og de helt uhyggelige seglformede kløer af *Therizinosaurus*. Udstillingen viser armene, der har en midtfinger med en klo på ½ m!

Den mest interessante rov-dinosaur i øjeblikket er *Oviraptor*, som blev navngivet 'æggerøver' allerede efter de første amerikanske Gobi-

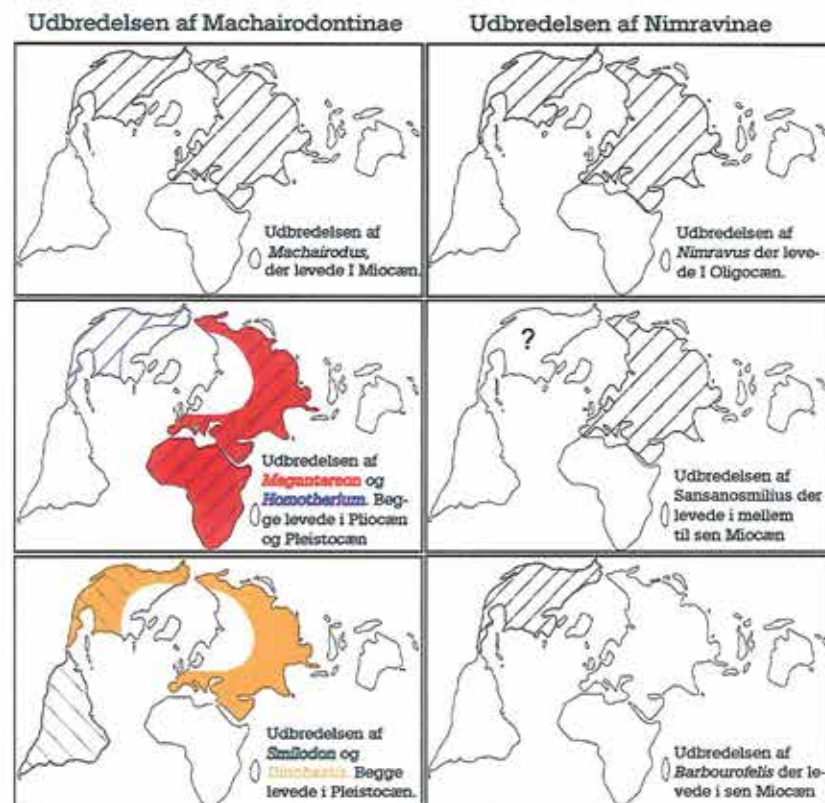


Figur 1. Et oversigtsbillede af felidernes udvikling. De tre vigtigste slægter er markeret med farve (modificeret fra Thenius, 1980).

danske naturforsker P.W. Lund beskrev dem i 1830-erne fra sine hulefund nær Lagoa Santa i Brasilien (disse fossiler findes nu på Zoologisk Museum i København). Sabelkattene kom aldrig til Australien (figur 2).

De ældre sabelkatte var spredt i Eurasia og Nordamerika igennem Oligocæn og Miocæn (figur 2). Landbroen over Bering-strædet var mere eller

mindre åben i nedre og mellem Tertiær. Derfor var en udveksling af plante- og dyrearter mellem Nordamerika og Eurasia mulig på dette tidspunkt. Først i øvre Miocæn blev landbroen overskyldet af havet, hvorefter den mere eller mindre har været under havniveau gennem øvre Tertiær og Kvartær. Den var dog landfast i flere af istiderne.



Figur 2. Fordelingen af de vigtigste sabelkat-slægter. Kortene viser forskellige slægter på forskellige tidspunkter. Placeringen af kontinenterne er ikke helt korrekt for de angivne tidspunkter, da de er indtegnet i nuværende beliggenhed. Der blev ikke dannet landbro mellem Afrika og Eurasia før midt i Miocæn og mellem Syd- og Nordamerika før midt eller øvre Pleistocæn. Bering-landbroen var dog mere eller mindre åben indtil midt i Tertiær, men efter sen Miocæn er den lukket næsten hele tiden, bortset fra under stærke nedisninger i Pleistocæn.



Imponerende Omeisaurus med 'kølle' på halespidsen.

Det er en fin samling af dinosaurskeletter, som Zigong museet har ladet os nyde og imponeres af her i landet. Blot er det synd, at der næsten ingen besøgende var i teltet i Eskelunden i Viby.

Mongoliet i Hellerup

Der står langt mere blæst omkring Experimentariets store satsning (fra 3. oktober til midt i april) med masser af ægte dinosaurer fra Mongoliets mellemste til sene Kridt i Gobi Ørkenen, samt animerede, japanske dinosaurmodeller i 1/2-3/4 størrelse.

verdens ældste komplette eksemplar). Desuden sås to andre ganske små plantæedere (ornithopoder, der er ca. 1½ meter lange), en primitiv fabro-saurid, *Agilisaurus* og en lidt mere avanceret hypsilophodont, *Yandusaurus*.

Fra samme fauna fremvistes også kraniet af en langhalet flyveøgle, *Augustinariapteris*. Fra Sen Jura var der en stor rov-øgle, *Yangchuanosaurus*, 9 meter lang med et frygteligt gebis, samt dens bytte: en imponerende 7 meter lang stegosaur, *Tuojiangosaurus*. Alle fund er gjort nær og i Zigong i Sichuan provinsen.

DINOSAURERNES ÅR I DANMARK

Niels Bonde

I øjeblikket ruller en dinosaurfeber over landet, bl.a. forårsaget af Spielberg/Crichton filmen 'The Lost World' eller forventningen til den (se anmeldelse i næste nr. af VARV).

Kina i Aarhus

Der kom for første gang ægte dinosaurer til Danmark, da Dr. Yang (herboende kineser, mediciner, handelsmand) fik fragtet 6 store skeletter fra Jura fra Zigong museet i Sichuan Provinsen i Kina til Århus, hvor de fra maj til september har været udstillet i et stort rundt telt sammen med 30 andre dinosaurrester. Tre af skeletterne bestod for størstedelens vedkommende af originale knogler (bortset fra kranierne), mens resten var gode afstøbninger. De mindre fragmenter - isolerede knogler, tænder, æg og ledsagefauna - var stort set ægte.

Skeletterne var meget imponerende, især den kæmpestore 'sumpøgle' sauropoden *Omeisaurus* fra Mellem Jura. Den har været over 20 meter lang og har båret det lille hoved oppe i 8 meters højde. Sandsynligvis har den vejjet over 10 tons. Kolossalt lange ribben gjorde halsen ret stiv. Den lange hale endte i en lille 'kølle', der muligvis har været et forsvarsvåben.

Mellem Jura er globalt dårligt repræsenteret blandt dinosaurfaunaer. Der optræder nogle gode fund fra Argentina, mens det i resten af verden mest er fra Tidlig og Sen Jura, man finder kontinentale dinosaurfaunaer. På udstillingen sås 4 store og 2 små komplette dinosaurer fra Mellem Jura: *Shunosaurus*, en lille (10 meter lang), primitiv sauropod, af hvilken man har udgravet et dusin skeletter; *Gasosaurus*, en lille (ca. 4 meter lang), ret primitiv rovøgle (theropod) med reducerede forlemmer; *Huayangosaurus*, en 4½ meter lang primitiv kamøgle (stegosaur -

I Miocæn opstod *Machairodus* i Eurasia. Det var den første af Machairodontinae, og den eksisterede samtidigt med *Sansanosmilus*, som var den sidste af Nimravinae. De uddøde sandsynligvis begge i nedre Pliocæn i Eurasia. I Nordamerika uddøde Nimravinae først senere. Den sidste slægt var her *Barbourofelis*.

Machairodus udviklede sig til *Megantereon* og *Homotherium*, og de erstattede deres forfader. *Homotherium* var den af alle sabelkatte, der havde den største udbredelse, og der er fundet fossiler af den i Nordamerika, Europa, Asien og Afrika (figur 2).

I Nordamerika udviklede *Megantereon* sig videre til alle tiders mest berømte sabelkat, *Smilodon* (figur 1). Den hærgede her sammen med *Homotherium* og *Dinobastis* - mange mener i øvrigt, at *Dinobastis* burde kategoriseres som en *Homotherium*. *Smilodon* er den eneste ikke-pungdyr sabelkat, som er blevet fundet i Sydamerika, og den erstattede pungdyret *Thylacosmilus*, der uddøde i nedre Pliocæn.

Sabelkattene (Machairodontinae) uddøde først i Eurasia (det skete midt i Pleistocæn), men en resterende population overlevede i England indtil øvre Pleistocæn. Sabelkattene i Nordamerika levede dog helt op til den store uddøen ved begyndelsen af Holocæn (ca. 10-11.000 år før nu).

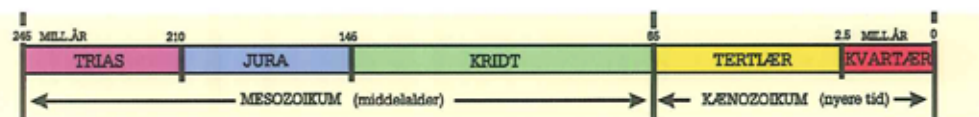
Man ved ikke, hvorfor sabelkattene uddøde, men årsagen skal sandsynligvis søges i deres specialisering i store byttedyr. De fleste af disse store langsomme planteædere uddøde i mellem og øvre Pleistocæn som følge af klimaændringer, der igen førte til ændringer i vegetationen. Så bukkede også sabelkattene under.

Mennesket kan dog have medvirket til deres uddøen i Nordamerika. Her jagede vore forfædre store planteædere, f.eks. mastodonter, og derved blev de rivaler til sabelkattene. Det er højst sandsynligt, at sabelkatte og mennesker har mødt hinanden, men der er ikke nogen beviser for det.

De eneste af kattefamilien, der overlever til vore dage, er Felinae - de moderne katte (figur 1).

Sabelkattenes adfærdsmønster

Som nævnt har der været flere slægter af sabelkatte og endnu flere arter.



De bedst kendte er slægterne *Smilodon* og *Homotherium* fra sen Pleistocæn i Nordamerika.

De forskellige slægter udviser store variationer i størrelse og form, hvilket må skyldes forskelle i levevis og byttedyr. Lemmernes udseende kan muligvis anvendes til at få flere informationer om, hvordan dyrene så ud og levede. I en nylig undersøgelse har man, udfra oplysninger om nulevende rovdyr, forsøgt at bruge knoglemorfologien til at bestemme dyrenes vægt og jagtmetoder.

Nulevende rovdyr kan inddeles i tre grupper efter jagtmetode:

1) Løbende jægere. Denne gruppe omfatter hunde, hyæner og ulve, som løber efter bytte, rimelig hurtigt og over lange afstande. Også geparden, som jager i høj fart over en kort afstand for derefter at bruge forbenene til vælte byttet, hører til denne gruppe.

2) Bagholds-jægere. Denne gruppe inkluderer fra mellemstore leoparder til store løver og tigre. Disse jægere nærmer sig byttet skjult af bevoksningen, hvorefter de fanger det efter en kort sprint. Byttet fastholdes af forbenenes kløer, mens det dræbes - oftest ved bid i halsen/luftrøret, så byttet kvæles.

3) Joggende jægere. Denne gruppe omfatter de rovdyr, som plejer at gå eller løbe langsomt. Her findes de fleste nulevende bjørne.

Knoglemorfologien hos disse grupper af rovdyr er blevet studeret og sammenlignet med de uddøde felider i et forsøg på at bestemme, hvilken gruppe de tilhørte. Metoden giver også mulighed for at bestemme dyrenes sandsynlige vægt. I den nedenstående tabel er nogle arter sammenlignet.

Art	Vægt	Jagtmetode
<i>Smilodon fatalis</i>	ca. 360-420 kg	baghold/jogger
<i>Homotherium serum</i>	ca. 145-230 kg	baghold/løber
<i>Machairodus coloradensis</i>	ca. 130-225 kg	løber

Tabel 1. Kropsvægt og jagtmetode hos nogle arter af sabelkatte.

Det mest forbausende resultat er, at *Smilodon* var næsten 50% tungere, end man havde troet, d.v.s. den vejede op mod 400 kg. Det virker som en

end pimpstensudbruddet, indeholder kappenoduler og må være transporteret hurtigt direkte fra kappekilden. Den fonolitiske pimpsten derimod må have udviklet sig i et magmakammer.

Som det fremgår af denne artikel, har der, selv indenfor et så relativt lille område som Santo Antão, været stor variation i typer og mængder af vulkanske bjergarter i løbet af den tid, øen har haft aktiv vulkanisme. Fælles er dog, at alle ekstrusionsprodukter er undermættede. Igennem forfatternes studier af disse bjergarter fra Santo Antão vil der blive forsøgt opstillet modeller for dannelsen af smelterne og deres udvikling for på denne måde at undersøge de processer, der foregår i kappen og i magmakammerne.



Figur 11. Det lyse fonolitiske pimpstenslag ligger som en marker (et let genkendeligt og karakteristisk lag), der findes mange steder på øen. På foto ses scorieaflejringer både under (rødlige) og over (sorte) pimpstenslaget.

På store dele af Santo Antão er fundet områder dækket af hvide, fonolitiske pimpstensaflejringer (figur 5), som formodes at stamme fra samme udbrud. Den formodede pimpstensvulkan ligger i 'calderaen' (se forside), og pimpstens-aflejringerne ligger som en vigtig 'markerhorisont' (d.v.s. en karakteristisk og letgenkendelig horisont) over det meste af øen (figur 11). Den nævnte cirkelformede dal blev dannet længe før pimp-stensudbruddet.

Store dele af øen er dækket af brunsorte scorieaflejringer, der er ekstruderet fra mange små vulkanbygninger. Nogle af disse vulkaner har udelukkende produceret aske og scorie, andre har også produceret lokale lavastrømme. Scorieaflejringer dækker den ældre sekvens af lavastrømme og gange, og de er selv oftest dækket af pimpstens-aflejringerne. Dog er pimpstenen lokalt dækket af de yngste scorieaflejringer (figur 11). Som nævnt tidligere er alderne på de vulkanske begivenheder på Santo Antão ukendte, men de yngste scoriekegler viser næsten ingen tegn på erosion og kan ikke være mange tusinde år gamle. Der er ikke observeret udbrud i historisk tid - dvs. siden 1462, da øen blev 'opdaget'.

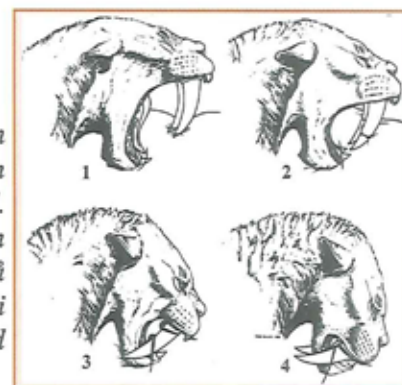
Pimpsten er brudstykker af oppustet magma, der under udbruddet slynges højt op i luften. Pimpsten indeholder en enorm mængde gasbobler og kan derfor ofte flyde på vand.

Scorier er porøst materiale (som pimpsten). Scorier dannes af gasholdig lava, der næsten størkner fuldstændig, mens det slynges gennem luften.

Ignimbriter er aflejringsprodukter fra såkaldte 'nués ardentes'. Ignimbrit består af varm aske, der ofte indeholder bl.a. pimpsten, krystaller og gas. De faste partikler holdes oppe af gasserne, og derfor er gnidningen mod underlaget lille. Materialet kan af denne grund bevæge sig meget hurtigt.

På den sydlige del af øen er der en markant lavastrøm (vest for Porto Novo på figur 5), der strømmede ud fra en vulkan på højdedraget nær midten af øen og nåede kysten over 10 km væk. Denne lava, der er yngre

imponerende vægt for et kattedyr, der var lidt lavere og lidt kortere end en moderne løve, som kun vejer omkring 200 kg. *Homotherium* og *Machairodus* var mindre end *Smilodon*, og de vejede nogenlunde det samme som en løve.



Figur 3. En model for hvordan *Smilodon* kunne bruge kæben som anker til at udføre det dødelige bid. På denne måde kunne sabelkatten bruge sine store muskler bagest på kraniet til at presse tænderne ind i dyret og derved flå et stort stykke ud af byttet, før det nåede at reagere.

Det næste spørgsmål, man kan stille sig, angår disse kattes fødeemner? Undersøgelser af knogler fra deres formodede huler viser, at langt de fleste stammer fra unge mammutter. Desuden er der fundet knogler fra andre tykkudede planteædere. Det kan derfor konkluderes, at både *Smilodon* og de mindre sabelkatte primært spiste mammutter og andre elefanter. At jage og dræbe en mammut har ikke været risikofrit, også selvom der var tale om et ungt eksemplar. Sabelkatten har skullet nedlægge et stort bytte (måske et par tons) uden selv at dø eller komme alvorligt til skade. I denne situation har den haft brug for sin store vægt og de drabelige tænder.

I mange år har det været diskuteret, hvordan sabelkattene brugte deres sabler. Den mest populære ide har været, at de brugte tænderne til at dolke eller skære byttet i halsen eller maven. De havde nogle særlige muskler - fasthæftet på den bageste del af kraniet - som kunne bevæge hovedet skarpt nedad, således at de kunne drive tænderne ind i byttedyret. Tænderne kunne kun benyttes i deres fulde længde, hvis munden var åben under denne operation. Kæben kunne åbnes mellem 95° og 120°, så den ikke var i vejen.

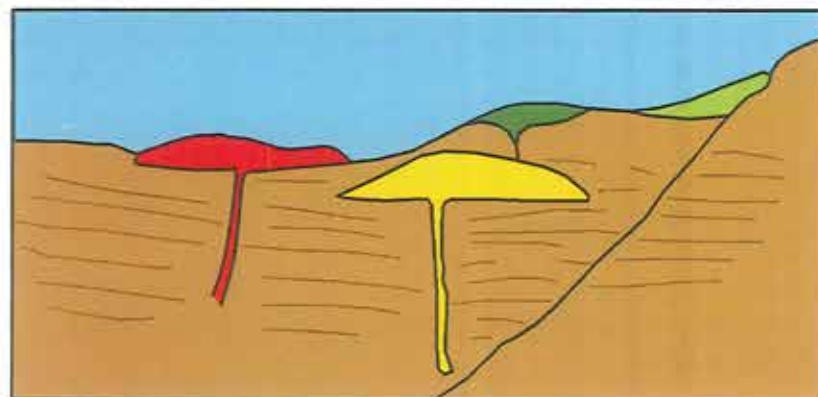
En ny undersøgelse viser, at *Smilodon* sandsynligvis brugte sin kæbe

som et anker til at drive tænderne ind, formodentligt i bugen, og på denne måde få et stykke ud af dyret (figur 3). Tænderne kunne tåle en stor belastning forfra og bagfra, men ikke fra siden. Derfor var det meget risikabelt at bruge dem på en muskuløs hals i bevægelse med masser af sener og knogler. Der er fundet meget få sabler, som er knækket, medens dyret var i live. De bærer også kun meget sjældent præg af slid. Dette antyder, at de kun er brugt mod de blødeste dele af byttet.

Vi må forestille os en jagtscene med en jagende sabelkat således: Katten venter på, at en af de mindre mammuter vandrer lidt væk fra resten af flokken. Den sniger sig ind på dyret, gemt i bevoksningen, til den kommer så tæt som muligt. Pludselig springer katten på den unge mammut, og den bruger sin fart og vægt til at vælte det overraskede bytte. Sablerne drives ved hjælp af underkæben dybt ind i byttedyrets bug, og der flås et stort stykke ud, hvorved mange blodårer bliver skåret over. Sabelkatten slæber dernæst det døende bytte væk, hvis ikke den venter på, at dyret går i chok eller bløder ihjel. Hvis moderen eller de andre mammuter skulle prøve at komme til hjælp, kunne det måske være en god ide at holde lidt afstand, indtil de forlader den døde eller døende mammutunge - også selv om det tager lidt tid.

Det er muligt at slutte sig til meget ved at studere knogler af uddøde dyr. F.eks. er det muligt at udlede noget om dyrenes livsstil. Der er blevet fundet mange deformerede og skadede knogler af *Smilodon*-individer. Mange af dem viser, at de har helet, selv om det kan have taget flere måneder, og dyret umuligt har kunnet jage selv i denne periode. Den eneste mulighed for, at sådan et skadet dyr har kunnet overleve, er at nogen har bragt det mad, eller at det fik lov til at dele bytte med andre katte. Dette antyder, at *Smilodon* var et socialt dyr, der levede i familiegupper, ligesom løver gør i dag.

Der er ikke fundet mange beskadigede og senere helede *Homotherium*-knogler. Dette synes at vise, at de har været mere enlige jægere, som kun har arbejdet sammen i grupper bestående af en mor og hendes unger. Derfor havde en skadet *Homotherium*, der ikke kunne jage, meget lille eller ingen mulighed for at overleve.



Figur 10. Foto og skitse af en bjergvæg, hvor der ses gange som tilførselskanaler til bl.a. en lakkolit og nogle vulkaner. Især fremtræder skitsens gule lakkolit med sin tilførselskanal tydeligt på foto.

det overstiger trykket i magmakammerets omgivelser. Det efterfølgende udbrud vil da blive eksplosivt. Eksplosiviteten stiger også, når smelten er sejtflydende, og i dette tilfælde er der tale om et sejtflydende fonolitisk-magma. Magmaet ekstruderes ikke i form af lavastrømme, men primært som pimpsten.



Figur 9. En gang, der står som en 8-10 m høj lodret mur, fordi lavabjergarterne omkring den er forvitret væk.

Et magma trænger igennem jordskorpen, hvor der er en svaghedszone. Så længe jordskorpen kun revner lodret opad, vil magmaet trænge igennem her på sin vej til overfladen. Opstår der derimod en svaghedszone i det vandrette plan, inden jordoverfladen nås, vil magmaet brede sig til siden og danne en intrusion. Det er mest almindeligt, at der dannes en sill, som er en flad intrusion beliggende parallelt med de eksisterende lag (lavastrømme eller sedimentære lag). Intrusionen kan imidlertid også have en hat-form som vist på figur 10. Dette kaldes en lakkolit. I nogle tilfælde ses det, at gangene fungerede som tilførselskanaler for nutidige vulkaner.

Pimpstensudbrud og scoriekegler

De yngste udbrudsprodukter på Santo Antão består af pimpsten, scoriekegler og lavastrømme af ringe udbredelse. Krystallisation i et magmakammer under en oceanø kan føre til dannelse af restsmelter af f.eks. fonolitisk sammensætning. Magma indholder en lille del vand i opløsning, og under krystallisation af mineraler der ikke indholder vand, vil vandtrykket i restsmelten stige. Trykket kan øges så meget, at

Apolakkia Formationens geologiske forhold

Apolakkia Formationen ligger ved Rhodos' sydvestkyst og er velblottet. Aflejringerne viser en rytmisk vekslen mellem organisk-rigt og organisk-fattigt ler, lokalt afbrudt af sand- og gruslinser. Sand- og gruslinserne udgør ca. 10 % af lithologien. De repræsenterer flodarme, der har eroderet sig ned og er udfyldt med først grove, senere fine sediment. Sand- og gruslinserne kan være op til 4 meter tykke og viser ofte små- og stor-skala krydslejring.



I den mere finkornede del af Apolakkia Formationen findes ferskvandsmollusker i store mængder sammen med små stumper af forstenet træ og nogle enkelte knogler af hvirveldyr. Formationens tykkelse er ca. 500 m, og dens lithologi og strukturer antyder et palæomiljø bestående af sumpe og søer, gennemskåret af mæandrerende åer og floder.

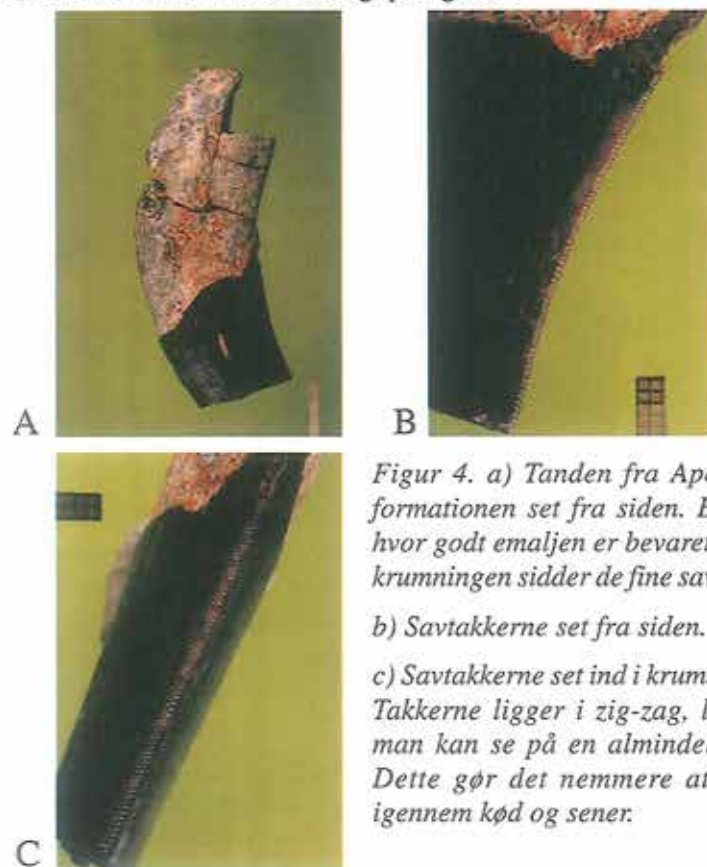
I 1969-70 blev der fundet flere forskellige knogler fra hvirveldyr i formationen. Disse knogler tilhørte mindst 9 familier af pattedyr, og derimellem var to rovdyrfamilier. Det drejer sig om hyæner (*Hyaena*) og hunde (*Canidae*). De almindeligste fossiler fra denne lokalitet var knogler af heste (*Hipparion*) og hjorte (*Cervus*), medens andre var sjældne.

Biostratigrafien i Apolakkia Formationen indikerer, at formationen stammer fra mellem Pliocæn, og faunaen ser ud til at være en blandning af dyr fra Europa og Asien. Biostratigrafien viser ikke ændringer op gennem formationen, hvorfor man må tro, at aflejringerne skete relativt hurtigt. Det antyder, understøttet af lithologien, et relativt fugtigt miljø med få skove.

Rhodos var landfast med Tyrkiet indtil nedre Pleistocæn, og derfor er det ikke forbavsende, at faunaen i Pliocæn til en vis grad er repræsentativ for Eurasia.

Tanden

Den omtalte tand blev fundet i den nederste del af Apolakkia Formationen, hvor den lå i grus nedenunder en grusfyldt, 3-4 meter tyk kanal, der var skåret over. Kanalen havde eroderet det underliggende ler. Tanden er knækket og mangler spidsen og lidt af roden. Den blev fundet som 4 stumper, og den repræsenterer den del, hvor roden og kronen mødes. Det er en tynd og knivagtig tand med ret fine savtakker på den bageste skærekant. Der er ingen savtakker på forsiden, dog kan der muligvis have været nogle på den manglende spids. Kronen har stadig velbevaret emalje, og grænsen mellem krone og rod er tydelig (figur 4). En rekonstruktion af tanden er forsøgt på figur 5.

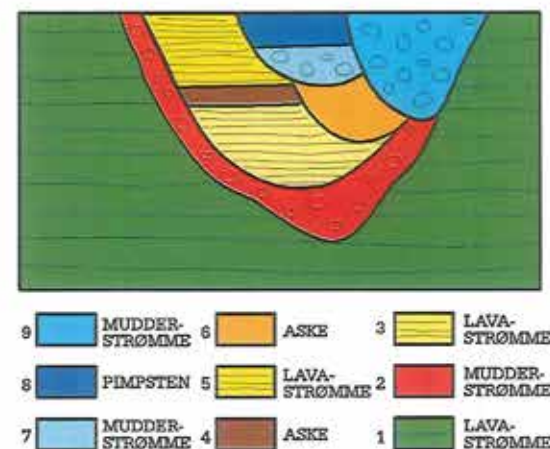


Figur 4. a) Tanden fra Apolakkia formationen set fra siden. Bemærk hvor godt emaljen er bevaret. Inde i krumningen sidder de fine savtakker.

b) Savtakkerne set fra siden.

c) Savtakkerne set ind i krumningen. Takkerne ligger i zig-zag, ligesom man kan se på en almindelig sav. Dette gør det nemmere at skære igennem kød og sener.

imponerende halvcirkel. Det er fristende at betragte denne dalstruktur som en caldera, men indtil videre er der hverken fundet rester af udbrudsmateriale fra en eventuel calderadannelse eller tegn på en ringforkastning.



Figur 8. Tegning af daludfyldninger.

Gangsværme

Lavasekvenserne er skåret af mange magmatiske gange (dykes); se figur 9 og 10. Magma, der størkner i sprækker, kaldes gangintrusioner eller blot gange. Disse er ikke vist på figur 5, men i nogle områder er det gangene, der præger landskabet. På grund af deres resistens overfor forvitring i forhold til lavastrømmene står de frem i landskabet nærmest som rester af gamle mure (figur 9). Gangene fra en enkelt sværme har en nogenlunde konstant orientering, og sammensætningen varierer fra primitiv til udviklet - f. eks. fra basalt til fonolit. De skæres af yngre sværme med andre orienteringer, men med samme sammensætningsvariationer. Indtil videre er der konstateret mindst fem generationer af gange på øen. Gangene var formodentlig tilførselskanaler til yngre vulkaner, hvis produkter sandsynligvis i stor udstrækning er borteeroderede. Den kemiske sammensætning af gangsværmene afspejler derfor den yngre vulkanske udvikling på øen.

Hullerne dannes når en gasfase opløst i magmaet frigives som et resultat af faldende tryk. Denne vekslen i lavasekvenser er tegn på, at den magmatiske aktivitet har ændret karakter med tiden.

Figur 5 viser, at den ældre del af øen overvejende består af lavastrømme, der hælder fra midten af øen og ud mod kysterne. Det tyder på, at kilden for disse lavaer var beliggende på midten af øen. Den oprindelige vulkan - eller serie af vulkaner - er nu borte, og øens oprindelige maksimale højde kendes ikke.

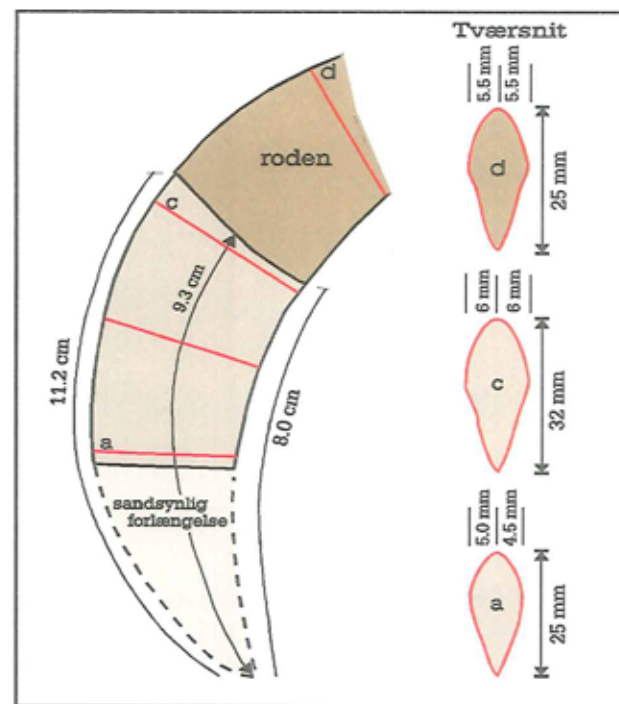
Under opbygningen af oceanøen har der været perioder med stilstand og voldsom erosion. Erosion på grund af regn dannede kløfter og dale, ad hvilke erosionsprodukter førtes ud i havet. Når først en dal bliver dannet på en vulkanø, kan den fungere som en kanal ikke alene for vand, men også for lava- og mudderstrømme. Disse dalaflejringer bryder den regelmæssige lagvise opbygning af vulkankomplekserne. Derfor kan gentagne perioder med erosion og vulkanudbrud føre til et meget forvirrende billede, hvor yngre lava- og mudderstrømme, samt lokale flodaflejringer, kan komme til at ligge i niveau med ældre (figur 8). Sådanne daldannelser er sket gentagne gange på Santo Antão, og det kan derfor være svært at udrede aldersfølgen. Nogle af de yngre lavastrømme, der forekommer som daludfyldninger i den nordlige del af øen, indeholder blålige eller grønne strøkn af mineralet haüyne, som er et svovlholdigt medlem af sodalit mineralgruppen.

Mange oceanøer er præget af en stor omtrent cirkelrund dal beliggende ca. midt på øen. Disse dale, som kaldes for calderaer (italiensk for kedel), bliver dannet i forbindelse med eksplosive vulkanudbrud, hvor et magmakammer hurtigt bliver helt eller delvist tørt for magma. "Taget" af magmakammeret synker derefter ned i det tømte kammer samtidig med, at der udvikles en ringformet forkastning. Et af de veldokumenterede calderadannende udbrud fandt sted på øen Santorini i det Græske Øhav i år 1645 f. kr. (det minoiske udbrud). Imponerende calderaer findes også omkring vulkanen Teide på Tenerife på de Kanariske Øer og omkring vulkanen Pico de Cano på Fogo på Kap Verde Øerne.

På Santo Antão findes der en omtrent cirkelrund dal beliggende ca. midt på øen (figur 5). Især den vestlige væg er meget velbevaret som en stejl skrænt, der rejser sig ca. 1000 m over dalbunden og danner en

Det er vanskeligt at bestemme art eller slægt ud fra en tand, som ikke er komplet. Men denne tand har iøjnefaldende karaktertræk, og desuden kan man indhente informationer fra de sedimenter, den højst sandsynligt stammer fra.

I mellem Pliocæn levede der i Eurasia mindst to slægter af sabelkatte, *Homotherium* og *Megantereon* (figur 1 og 2). Muligvis levede også endnu en sen *Machairodus* på dette tidspunkt. *Megantereon* kan man udelukke, da dens hjørnetænder er mere ovale i tværsnit, har større lighed med en daggert-tand, og desuden aldrig er savtakke. *Homotherium* har man flere fund af fra Østeuropa fra denne tidsperiode, men ingen af *Machairodus*. Derfor kan man med rimelig sikkerhed konstatere, at tanden kun kan stamme fra en *Homotherium* sp.



Figur 5. Tegning af tandens linier og en mulig fortsættelse af tanden. Der er taget hensyn til udformningen af form og linier af en *Machairodus* sabel. Den kan dog have været kortere og krummere.

I følgende tabel er anført nogle mål for hjørnetænder af forskellige arter af sabelkatte sammenlignet med tanden fra Apolakkia (tabel 2).

Art	kronelængde	bredde	tykkelse
Apolakkia tanden	ca. 90	32,0	12,0
<i>Homotherium teilhardipiveteau</i>	70,0	30,0	10,7
<i>Homotherium ultimus</i>	70,0	31,0	12,0
<i>Homotherium ultimus</i>	62,0	31,0	11,0
<i>Homotherium ultimus</i>	71,0	32,0	
<i>Homotherium ultimus</i>	27,0		
<i>Homotherium ultimus</i>	56,0	25,0	
<i>Homotherium latidens</i>	73,5	30,0	12,5
<i>Homotherium latidens</i>	73,5	33,0	13,0
<i>Homotherium crenatidens</i>	70,0	29,0	11,5
<i>Smilodon californicus</i> (målt på en afstøbning)	150,0	37,0	15,0
<i>Machairodus coloradensis</i>	111,0	34,8	14,5
<i>Machairodus</i> sp.	71,5		

Tabel 2. Mål for hjørnetænder (i mm) af nogle arter af sabelkat.

Som det ses af tabellen, passer tanden meget godt med *Homotherium* med hensyn til tykkelse og bredde, men højden af kronen er rent gætteværk, og den kan godt have været kortere.

Det bliver ikke i denne artikel forsøgt at artsbestemme tanden, da det ville kræve meget arbejde, hvis det overhovedet ville være muligt ud fra en tand, der ikke er hel. Ifølge en forfatter har der levet nogle arter af *Homotherium* i Eurasia fra mellem til øvre Pliocæn - *H. nestianus*, *H. davitasvili*, *H. crenatidens* og *H. darvasicum*. Disse er alle meget tæt beslægtede og slås ofte sammen til én art - *Homotherium crenatidens*. Derfor er det sandsynligt, at tanden stammer fra en *H. crenatidens*.



Figur 7. Forvittringshorisont i toppen af et lavalag. Rustfarven opstår p.g.a. oxidation af jern. Over den nederste forvittringshorisont ses tynde askelag, endnu en forvittringshorisont og derefter en tyk, massiv, delvis søjleopsprækket lavastrøm (søjleopsprækning opstår p.g.a. lavaens sammentrækning under afkøling). Hammerskaftet er 80 cm langt.

på aflejringerne og - i tilfælde af relativt unge aflejringer - til ^{14}C dateringer. Indtil videre er der ikke fundet organiske rester, der afspejler langvarige ophold mellem udbruddene på Santo Antão. Dette indebærer, at vi ikke med denne metode kan bestemme de vulkanske bjergarters alder. I de fleste tilfælde lader det sig slet ikke gøre at datere med denne metode på grund af bjergarternes høje alder. Med henblik på at bestemme den absolutte alder af de geologiske begivenheder på Santo Antão vil der i fremtiden bl.a. blive udført Ar/Ar-aldersbestemmelser (VARV 1985, 4).

Sammensætningen af lavasekvenserne varierer med tid og sted. Der kan f.eks. være tale om en tyk serie massive lavastrømme karakteriseret af store strøkorn af olivin og klinopyroksen, efterfulgt af en serie tynde porøse (vesikulære) lavastrømme uden strøkorn vekslende med pyroklastiske aflejringer. De vesikulære lavaer er fulde af huller (vesikler).



Figur 6. Et eksempel på tykke sekvenser af lavastrømme. Det ses, at de enkelte strømme ofte har ringe tykkelse, men stor udbredelse. Husene i nederste højre hjørne er skala. Lavastrømmene skæres af nogle gangintrusioner over husene.

Undersøger man de massive lavasekvenser nærmere, finder man tegn på forskellige bjergartssammensætninger. Indenfor sådanne serier veksler lavastrømme med pyroklastiske aflejringer. Pyroklastiske aflejringer kan f.eks. være aske og pimpsten. Disse aflejringer dannes ved eksplosive udbrud i modsætning til lavastrømme, der flyder relativt stille og roligt ud af vulkanen. På Santo Antão drejer det sig om vulkansk aske. Ofte finder man de pyroklastiske aflejringer i bunden af lavastrømmene, hvilket viser, at udbruddet har ændret karakter fra først at være eksplosivt til senere at blive mere roligt. Over lavastrømmene ser man til tider nogle rødlige aflejringer med en tykkelse på op til 70 cm (figur 7). Det er toppen af en lavastrøm, der er blevet forvitret, fordi der ikke har været uafbrudt vulkansk aktivitet.

Hvis der går lang tid mellem udbruddene, kan der udvikles lag af jord og evt. vegetation på den forvitrede lava. Vegetationen bliver ødelagt af det næste udbrud, og vegetationsrester kan bruges til bestemmelse af alderen

Så vidt forfatteren har kunnet gennemskue litteraturen, er der kun en gang tidligere fundet rester af en sabelkat på Rhodos. Det var en *Machairodus aphanistus* fra Kalithies, men den stammer fra mellem til øvre Miocæn.

Det ser ikke ud til, at sabelkatte er blevet fundet på andre øer i Middelhavet, i hvert fald ikke i den østlige del. Derfor kunne det være spændende at få at vide, om sabelkatte overlevede på Rhodos efter at forbindelsen med Tyrkiet forsvandt. Hvis de gjorde, hvad har de så levet af? Der levede minielefanter på Rhodos i Pleistocæn, så måske også sabelkatte?

Tanden bliver overført til universitetet i Athen, hvor der er aktiv forskning i plio-pleistocæne pattedyrfaunaer.



Sabelkat-kranium (Smilodon) Målestokken er 10 cm..

SANTO ANTÃO

EN AF KAP VERDE ØERNE

Susanne Plesner, Lisbeth Hansen og J. Richard Wilson

Kap Verde Øerne er en øgruppe bestående af 18 øer, hvoraf 10 er beboede. De ligger i Atlanterhavet fra 300 til 600 km vest for Senegals kyst mellem 15° N og 17° N (figur 1). Øerne inddeles i to grupper på baggrund af deres placering i forhold til de dominerende vinde. Den nordlige kæde (Barlavento eller vind-øerne) omfatter Santo Antão, São Vicente, São Nicolau, Santa Luzia, Sal og Boavista; den sydlige kæde (Sotavento eller læ-øerne) består af Brava, Fogo, Santiago og Maio.

Kap Verde Øerne hører geologisk til indenfor kategorien oceanøer, idet de ligger midt på en lithosfæreplade med oceanisk skorpe. De er, som f. eks. De Kanariske Øer, dannet af et hotspot, der er karakteriseret ved en anden magma-type end den, der dannes ved de midt-oceaniske rygge.



Geologien på Santo Antão er repræsenteret ved tre forskellige typer af magmatisk aktivitet:

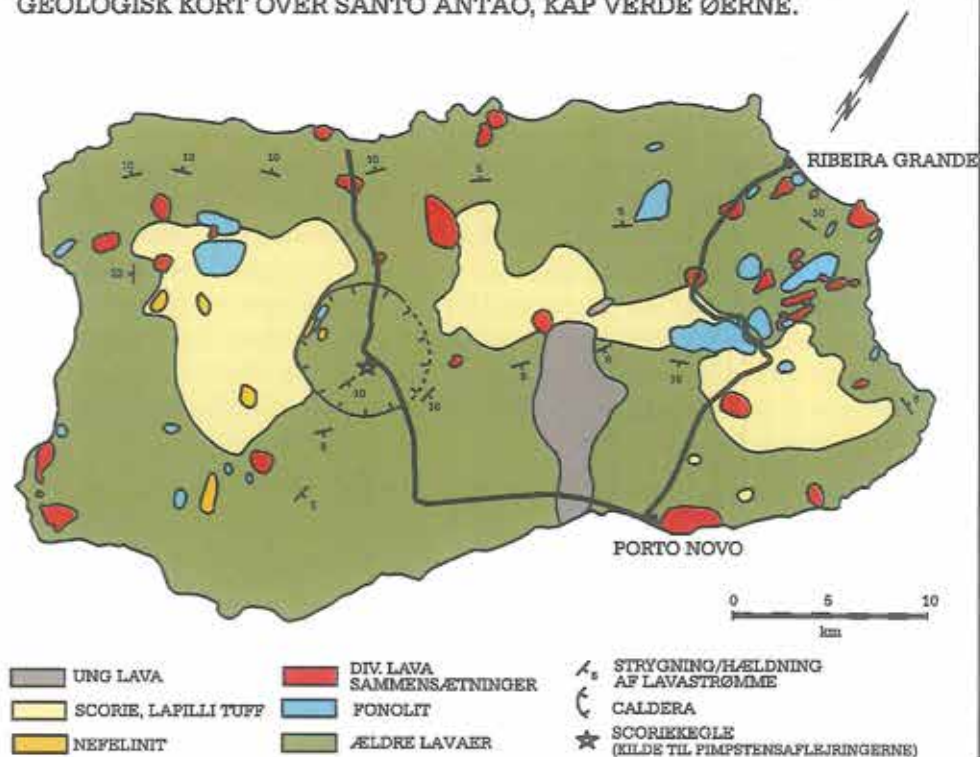
- 1) Sammenhængende lavastrømme med stor udbredelse.
- 2) Gangsværme, der skærer gennem de ældre lavastrømme.
- 3) Pimpstensudbrud og scoriekegler.

Der forekommer også enkelte ignimbriter, som dog ikke behandles her. Endvidere findes mudderstrømsaflejringer, der er med til at gribe forstyrrende ind i det geologiske billede. De dannes typisk i floddale af vand og opslemmet materiale, ofte i forbindelse med vulkanudbrud.

Lavastrømme

På andre af Kap Verde Øerne (for eksempel Maio, figur 1) består det geologiske fundament af sedimente - men det er ikke tilfældet på Santo Antão. Her består det geologiske fundament af lavastrømme, som nogle steder danner mange hundrede meter tykke sekvenser (figur 6). Disse lavastrømme har en forholdsvis stor udbredelse, fordi de var letflydende, da de flød ud.

GEOLOGISK KORT OVER SANTO ANTÃO, KAP VERDE ØERNE.



vulkan. I nogle tilfælde kan fragmenter af kappen blive transporteret med magmaet op til overfladen. Tilstedeværelsen af disse såkaldte kappenoduler i vulkanske ekstrusionsprodukter er tegn på, at magmaet blev transporteret relativt hurtigt fra kappekilden til overfladen. I disse tilfælde kan der ikke være tale om, at magmaet har opholdt sig i et magmakammer.

Hvis magmaets densitet er højere end omgivelserne, er magmaets opdrift ikke tilstrækkelig til, at det straks kan trænge frem til Jordens overflade. Magmaet kan således samles i et magmakammer, og det er ikke ualmindeligt, at der forekommer magmakamre under oceanøer; i disse tilfælde kan magmaet begynde at krystallisere i dybet. Det første mineral, der udkrystalliserer, vil normalt være olivin ($(\text{Mg,Fe})_2\text{SiO}_4$), og sammensætningen af restsmelten i kammeret vil ændres tilsvarende væk fra olivin (figur 4). Olivin indeholder mindre SiO_2 end typisk MORB, hvorfor magmaet vil udvikle sig mod en mere SiO_2 -rig, d.v.s. rhyolitisk sammensætning. De undermættede magmaer, der tit dannes under oceanøer, kan til gengæld indeholde mindre SiO_2 end olivin. I disse tilfælde vil krystallisation af olivin resultere i udviklingen af smeltesammensætninger med meget lave SiO_2 -indhold. Andre mineraler end olivin - for eksempel klinopyroksen og magnetit - vil også kunne krystallisere i magmakammeret. Idet klinopyroksen indeholder mere SiO_2 end olivin, vil udfældning af dette mineral drive smelten mod en endnu mere undermættet sammensætning. Udfældning af magnetit (Fe_3O_4) vil derimod resultere i en SiO_2 -berigelse i smelten. En almindelig vulkansk bjergart på Kap Verde Øerne er fonolit, hvilket er en god indikation for tilstedeværelsen af et magmakammer, hvor både olivin og magnetit (samt sandsynligvis andre mineraler) er udfældet.

Santo Antão

Øen Santo Antão har et areal på ca. 780 km². Det højeste punkt ligger ca. 1900 m over havets overflade og befinder sig på den vestlige del af øen. På figur 5 ses et forenklet geologisk kort over øen, hvor de vigtigste bjergartstyper er repræsenteret. På figuren ses ligeledes tegn, som angiver orientering (strykning og hældning) for de ældre lavastrømme.

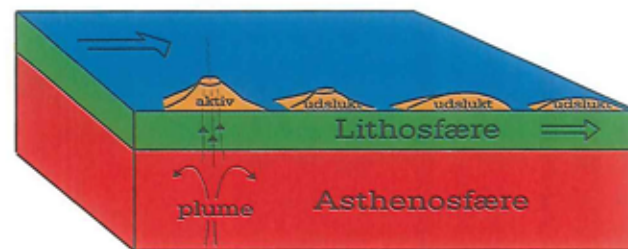
Figur 5. Forenklet geologisk kort over Santo Antão med de vigtigste bjergartstyper og angivelse af deres strykning og hældning. (Modificeret efter Bebiano, 1932).

Når man betragter oceanøer, er det værd at bemærke, at de vokser op fra oceanbunden, der ofte ligger fire til fem kilometer under havniveau. Dette fænomen ses f.eks. syd for Hawaii, hvor vulkan-’øen’ Loihi rejser sig 3 km over havbunden, men stadig er over 1 km under havoverfladen. Når geologer undersøger vulkanøer, er det kun ’toppen af isbjerget’, der er tilgængelig; langt størstedelen ligger under havets overflade.

Generelt om oceanøer

Et hotspot kan karakteriseres som et stationært vulkansk område med direkte forbindelse ned til den plastisk flydende og delvis opsmeltede kappe (asthenosfæren). Antager man, at der med mellemrum er udbrud, vil der opstå en række af øer, når lithosfærepladen passerer henover området. Disse øers indbyrdes placering afspejler derved lithosfærepladens bevægelsesretning. De øer, der ligger lige over hotspot’et eller i umiddelbar nærhed af det, vil have aktive vulkaner (figur 2). Jo længere man er væk fra hotspot’et i pladens bevægelsesretning, desto ældre og mere nederoderede vil vulkanøerne være.

I Kap Verde Øernes tilfælde har der været tale om to hotspots eller om aktivitet fra to steder i det samme hotspot. Aktiviteten har i det ene tilfælde vist sig ved dannelsen af de nordlige øer og i det andet ved



Figur 2. Oceanøer dannes i forbindelse med et hotspot. Udbredelsen af øerne afspejler bevægelsen af den oceaniske skorpe over hotspot’et.

Figur 1. Kap Verde Øerne ligger i den østlige del af Atlanterhavet på det Kap Verdiske ’Plateau’, 15°-17°N og 300-600 km vest for Senegal. Kap Verde Øerne består af 10 beboede og en række mindre ubeboede øer. Øerne var en portugisisk koloni indtil 1975, hvor de blev selvstændige. Der er en international lufthavn på Sal, og hovedstaden Praia ligger på Santiago. Det officielle sprog er portugisisk, mens befolkningen taler et lokalt kreolsk sprog.

dannelsen af de sydlige. Øernes placering på lithosfærepladen afspejler pladens østlige bevægelsesretning, da de ligger øst for Atlanterhavets midt-oceaniske ryg. De ældste bjergarter på Kap Verde Øerne er sedimenter fra Jura, der hviler på oceanplade-basalter, mens den vulkanske aktivitet først startede i Tertiær. Fogo og Brava er de eneste af de 18 øer, hvor der har været udbrud i historisk tid; den seneste vulkanske aktivitet var på Fogo i april 1995 (figur 3). I denne artikel vil vi behandle Santo Antão, som er den vestligste ø - dvs. den yngste - i den nordlige kæde.



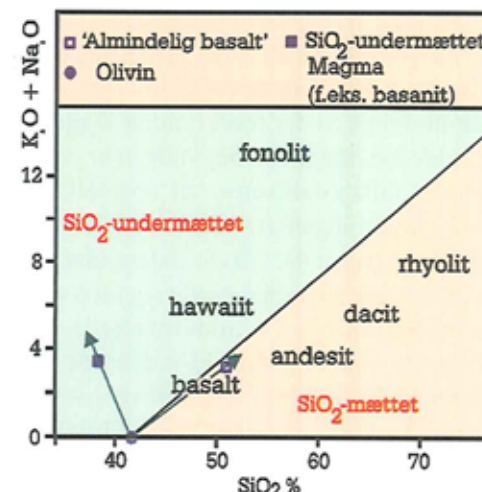
Figur 3. I forgrunden en lille vulkan, der producerer røg. Den blev dannet i 1995 på flanken af vulkanen Pico de Cano på øen Fogo. Pico de Cano hæver sig ca. 1200 m over calderabunden, der ligger ca. 1600 m over havet.

Magmaet ved en midt-oceanisk ryg - som leverer materiale til den oceaniske skorpe - er dannet ved relativ kraftig opsmeltning af kappen på ringe dybde. Dette giver meget ensartede basaltiske sammensætninger - den såkaldte Midt Oceanisk Ryg Basalt (MORB). Under oceanøer er opsmeltningen derimod ofte mindre og starter i kappen på stor dybde. På oceanøer vil man kunne finde magmaer af meget forskellig

sammensætning afhængig af graden af opsmeltning i kappen - bl.a. undermættede. I undermættede magmaer (undermættede med hensyn til SiO_2) kan mineralerne kvarts (SiO_2) og orthopyroksen ($(\text{Mg,Fe})_2\text{Si}_2\text{O}_6$) ikke dannes. Der forekommer derimod SiO_2 -fattige mineraler som olivin ($(\text{Mg,Fe})_2\text{SiO}_4$) og nefelin. Andre undermættede mineraler er sodalit og melilit.

Figur 4. TAS diagram, hvor det Totale indhold af Alkalimetaloxyder ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$) er plottet mod Silika (SiO_2). Diagrammet bruges bl.a. til klassifikation af vulkanske bjergarter.

Bemærk inddelingen i undermættede/mættede bjergarter samt de typiske udviklingstrends. Bemærk endvidere placeringen af olivin. Hvis dette mineral krystalliserer i en smelte, som har en sammensætning til højre for olivin, vil restsmelten blive yderligere mættet med SiO_2 (og alkalimetaller). Men hvis smelten, som det er tilfældet på Santo Antão, har en sammensætning til venstre for olivin, og olivin krystalliserer, så vil smelten blive yderligere undermættet m.h.t. SiO_2 , men beriget med alkalimetaller.



Med stigende grad af undermætning kaldes de bjergarter, der dannes, for alkali basalt, basanit, nefelinit og melilitit. De vulkanske bjergarter kan klassificeres ved hjælp af et diagram, hvor man plotter bjergartens indhold af de vigtigste alkalimetall-oxider (*dvs. Na_2O plus K_2O) mod silika (SiO_2) - et såkaldt TAS diagram (TAS = total alkali versus silika) (figur 4).

Et magma, der dannes ved delvis opsmeltning af kappen, kan i visse tilfælde stige direkte op til overfladen, hvor det bliver ekstruderet fra en