

Mosasaurerne

- Kridthavenes kæmpeøgler

Af geolog Johan Lindgren, Geologisk Museum, Københavns Universitet

Med sine langstrakte, næsten orme-lignende kroppe, kraftfulde kæber og store, koniske tænder var mosasaurerne virkelighedens svar på myternes søslanger. Deres aggressive adfærd kombineret med en ofte gigantisk størrelse må have gjort dem til et voldsomt og frygtet indslag i det hav, som dækkede Danmark under sen Kridttid.

En dag i begyndelsen af 1770-tallet blev arbejdet i en kalkgrube under Sint Pietersberg uden for Maastricht i Holland afbrudt under stor opstandelse. Årsagen var, at man i en skakt på mere end 30 meters dybde havde fundet resterne af et enormt dyr indlejret i kalkstenen. Stenbrudsarbejderne var ganske vist vant til at hakke fossiler ud af sedimenterne, men dette fund var specielt. Egnens lokale kirurg og naturvidenskabsmand, C. K. Hoffman, blev tilkaldt for at undersøge det, som viste sig at være et velbevaret kranium med massive kæber og store, koniske tænder. Vel vidende at man havde fundet resterne af et hidindtil ukendt dyr, tilbød dr. Hoffman at lede og finansiere det fortsatte arbejde.

Rygtet om udgravningen spredtes imidlertid hurtigt og kom snart en domkirkepræst ved navn Goddin for øre. Denne hævdede, at kraniet var fundet under hans mark og gjorde, i lighed med dr. Hoffman, krav på fundet. Tvisten løstes først ved en retslig afgørelse, som Goddin vandt, hvorved dr. Hoffman ikke bare måtte afgive fossilet, men også betale sagsomkostningerne. Mægtigt stolt over sin nyerhvervelse lod Goddin et kapel opføre til kraniet uden for sin private residens, så interesserede besøgere kunne beskue hans spektakulære monster.

Goddins lykke kom dog ikke til at bestå. I efteråret 1794 marcherede en fransk armé under general Klébers kommando ind i det sydlige Holland, og Maastricht kom under belejring. Fortet Sint Pieter udsattes for heftig beskydning, medens Goddins nært beliggende gods blev skånet. De franske artillerister havde fået strikte ordre om til enhver pris at skåne kapellet, hvor det efterhånden berømte fossil blev opbevaret.



Rekonstruktion af den ca. 3 m lange *Halisaurus sternbergi*. (Billedet er lavet af Javier Herbozo)

Goddin gennemskuede dog franskmændenes planer om at beslaglægge kraniet og lod i smug fossilet føre til Maastricht, hvor det der blev skjult. I november faldt staden dog for franskmændenes overmagt. Ifølge legenden udsatte General Kléber en belønning på 600 flasker vin til den eller dem, som kunne genfinde fossilet, og allerede følgende dag afleverede en håndfuld fornøjede grenaderer (soldater) det forstenede kranium til sejrherrene. I løbet af foråret 1795 ankom så "Le grand animal fossile des Carrières de Maastricht" (omtrent "Det store fossildyr fra Maastrichts stenbrud") til Muséum National d'Histoire Naturelle i Paris, hvor det kan ses den dag i dag.

Allerede inden fossilet blev bragt til Paris, var der mange spekulationer om dets slægtskab og oprindelse. Mange af datidens mest berømte videnskabsmænd var involverede i debatten, og meningene var mange! Faujas de Saint-Fond mente, at kraniet tilhørte en kæmpemæssig krokodille, medens andre fremtrædende videnskabsmænd som Van Marum og Pieter Camper var overbeviste om, at fossilet nedstammede fra en tandhval. Det var først i år 1800, at Pieter Campers søn, Adriaan, kunne vise, at kraniet hverken tilhørte en krokodille eller en hval, men i stedet for en gigantisk øgle. Han havde nemlig ved studier af kranier fra moderne pattedyr og reptiler fundet store lig-

heder mellem "Le grand animal de Maastricht" og nutidens varanøgler. Lighederne omfattede blandt andet de ydre næseåbningers placering foran øjenhulerne (hos hvaler og marsvin ligger de mellem øjnene) og underkæbens komplekse bygning af flere, mod hinandenvendte, elementer.

Problemet med at navngive fossilet var der stadig, og det var først år 1822, at et korrekt videnskabeligt navn publiceredes, nemlig *Mosasaurus*, efter *Mo'sa-*, det latinske navn på floden Maas (Meuse) og *-sauros*, som betyder øgle. Fundet af "Le grand animal de Maastricht" har ikke udelukkende haft betydning for forskningen omkring mosasaurerne, men også for palæontologien som helhed, da fundet på sigt bevirkede, at baron Georges Cuvier kunne vise, at jorden tidligere var beboet af nu uddøde dyr.

Mosasaurnes geologiske udbredning

Familien Mosasauridae omfatter en gruppe vandlevende reptiler, som under et geologisk set kort tidsafsnit i Kridtperioden på 25 millioner år, hurtigt overtog positionen som "superrovdyret" i havet. Familien underordnes sædvanligvis ordenen Sauria (som omfatter alle moderne øgler) i klassen Reptilia, selvom om nye undersøgelser har vist, at mosasaurerne nærmere er beslægtet med nutidens slanger (ordenen

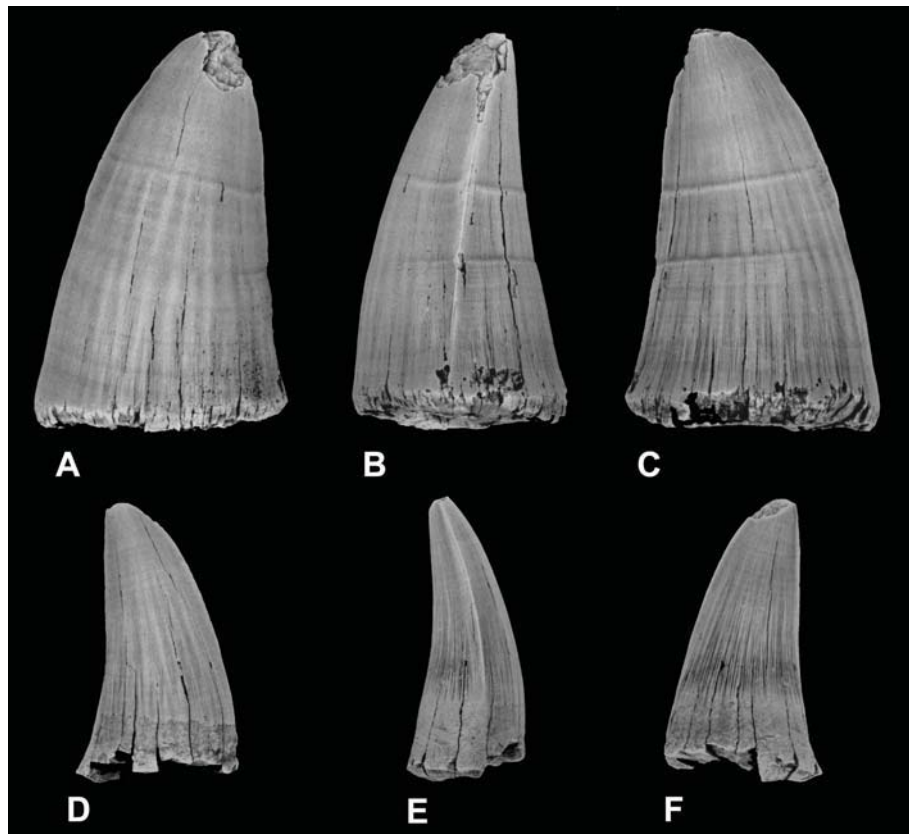
Ophidia). Fossiler af mosasaurerne dukker først op i lag afsat for ca. 90 millioner år siden. Under de følgende millioner år fik gruppen en nærmest global udbredelse og blev et vigtigt indslag i de tropiske, subtropiske og tempererede have, som dengang dækkede store dele af jordens overflade. I lighed med flere andre dyregrupper (bl.a. dinosaurerne) forsvandt mosasaurerne pludseligt for omkring 65 millioner år siden ved overgangen mellem perioderne Kridt og Tertiær.

Mosasauruskelettet

Mosasaurerne er nok de dyr, som udseendemæssigt svarer mest til den almindelige forestilling om en stor søslange (figuren øverst på forrige side). De muskuløse, undertiden mere en meter lange hoveder havde et skrækindjagende gab fyldt med store og skarpe tænder som sad forholdsvis spredt i kæberne. Hovedknoglerne var arrangeret i funktionelle enheder som, i det mindste primitivt, kunne bevæges i forhold til hinanden. En lignende konstruktion, bestående af løst forankrede hovedskalselementer, genfindes også hos visse af nutidens firben og alle slanger. Leddet mellem underkæben og kraniet udgjordes af en massiv, cirkulær knogle, det såkaldte “kvadraten” (den tilsvarende knogle sidder hos os pattedyr i mellemøret). Dengang dyret levede, dækkedes knoglens yderside af en følsom membran, som delvist var forbenet. Membranen fungerede ligesom et filter og lader lydølger med visse frekvenser slippe igennem, medens andre forhindres. På den måde kunne mosasaurerne sortere afvigende lyde ud fra havet rundt om og lede disse ind i det indre øre. Trods sin primitive konstruktion fremmede undervandshørelsen sandsynligvis lokaliseringen af byttet, når mosasaureren var på jagt.

Foruden sammenføjnningen mod kraniet havde underkæben også en ekstra samling. Denne sad midt på kæben og kan have været anvendt til at absorbere det tryk, som opstod, når kæberne med voldsom kraft slog sammen om byttet. Øjenhulernes størrelse og udformning tyder på, at mosasaurerne havde et bredt synsfelt. En sklerotisk ring, dvs. en krans af små knoglestykker, omgav øjeæblet og holdt dets omkreds konstant, hvilket fremmede fokusering.

Brystet var mere fyldigt i den forreste del af kroppen, end det er sædvane hos firben i dag, og de slanke sider gled sandsynligvis umærkeligt over i halens kødfulde basis bagtil. Halen var relativt kortere end hos nutidens firben, men var høj og “trykket” på siderne for effektivt at kunne drive dyret fremad i vandet. Lemmerne var omformede arme og ben, som udgjorde korte og finneagtige “årefødder”. Fossile hudaftryk har vist, at skindet bestod af rombiske eller diamantformede skæl, som var fra en til et par millimeter i diameter. Nogle arter var forholdsvis små som den knap 3 meter lange *Halisaurus sternbergi*,



Tandfossil fra et fuldvokset individ (A-C) og en unge (D-F) af arten *Tylosaurus ivoensis* fra Kristianstadbassinet, som er ca. 80 millioner år gamle. A, D: labialvly, B, E: distalvly, C, F: lingualvly. Tænderne er vist i naturlig størrelse. (Foto: Forfatteren)

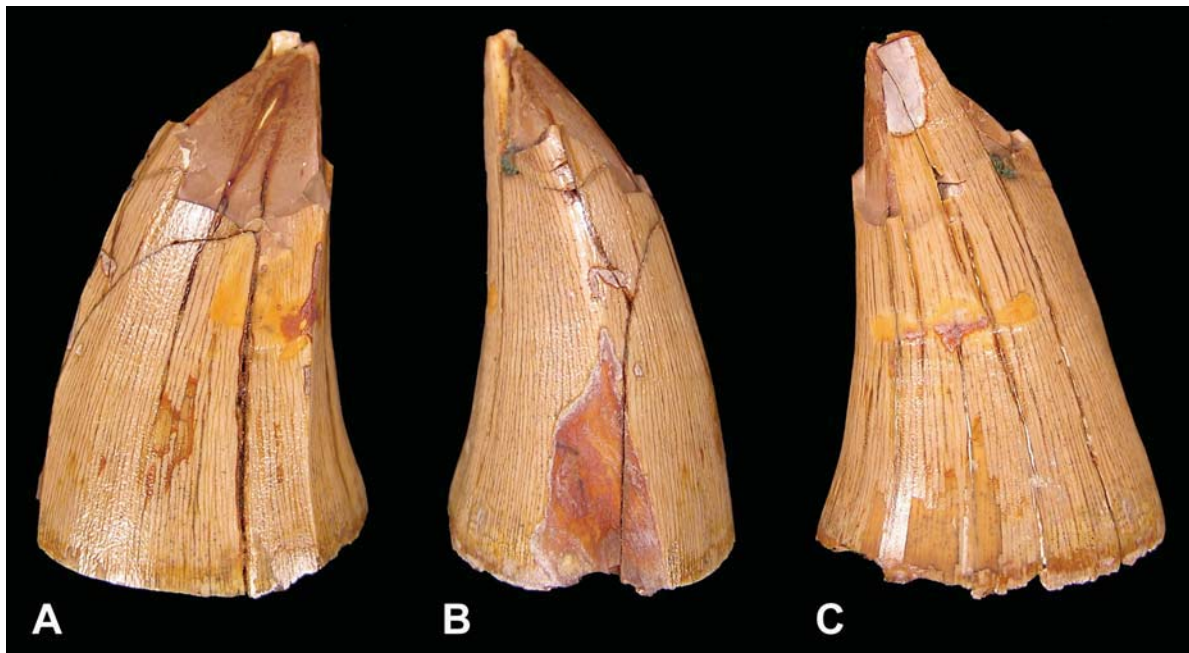
medens andre nåede gigantiske proportioner som den 13 meter lange *Hainosaurus bernardi* og den op til 15 meter lange *Mosasaurus hoffmanni*.

Til forskel fra os pattedyr, som kun har to udskiftninger af tænderne, fornyede mosasaurerne regelmæssigt deres tænder. Dette bevirkede, at de altid havde velfungerende tænder i kæberne og således var godt bevæbnede under hele deres levetid. Tænderne var magen til dem, man ser hos thecodonterne (krybdyr der er forfædre til krokodillerne), hvilket indebærer, at de sad fast i store fordybninger i kæbebenet og kun hæftet fast til knoglen under en sen fase i tandudviklingen. Tandkronerne var opbyggede af en benlignende substans (dentin), som omsluttede en indre hulhed (pulpa). Dentinet var på sin side dækket af et tyndt lag beskyttende emalje. Tænderne havde ingen rødder i ordets egentlige forstand, men snarere en forbenet basis (sokkel), der havde form som en “opsvulmet” cylinder. Generelt minder en mosasaurtand om en svagt bagudskrånende kegle, der var udstyret med en skarp kant og ofte en ydre ornamentering i form af vertikale facetter i overfladen eller lave rygge. Kanten deler kronen i en ydre og en indre del, der set i tværsnit kan være lige store eller forskelligt udformede. Den indre side (lingualsiden) er ofte U-formet, medens den ydre (labialsiden) er noget fladtrykt. Hos mange større arter har kronernes basis stor overflade, hvilket tyder på en tilpasning i retning af at klare de tryk, som opstod, når

tænderne presseses sammen om et stort bytte, der kæmper voldsomt for sit liv. Alle “medlemmer i gruppen” var også udrustede med et ekstra sæt tandudstyr i form af svælg-tænder (pterygoidtænder), som anvendtes, når føden førtes ned i svælget. Når en tand erstattedes, blev der indledningsvis efterladt en mindre hulning i den bagerste del af den udtjente tands basis. Noget senere brød den nydannede tand gennem soklen og bevægede sig ind i den stadig voksende hulning. I begyndelsen hældede erstatningstanden bagud, men drejedes under processen til en mere vertikal og funktionel position. Under udskiftningens slutfase løsnedes den gamle tand fra sin basis, hvorved den slidte krone faldt ud. Erstatningstanden kunne nu vokse over kæbebenets kant og overtage sin forgængers plads i tandrækken.

Alt i alt giver ovenstående et billede af aktive rovdyr, som jagede ved hjælp af et godt syn og en god hørelse under vandet. Under jagten gled mosasaurerne langsomt frem gennem vandet, imens de forsøgte at lokalisere potentielt byttet. Angrebene var eksplosionsagtige, hvilket var en forudsætning for succes, da havølgerne sandsynligvis ikke var hurtige nok til at kunne forfølge byttet over længere strækninger. Mosasaurerne svømmede med bugtende bevægelser som hovedsageligt frembragtes af halen og den bagerste del af kroppen. Finnernes størrelse og form tyder på, at de ikke havde nogen aktiv del i fremdriften, men snarere fungerede som styreorgan.

Tabt tand fra et fuldvoksnet individ af arten *Mosasaurus hoffmanni* fra Aalborg, set fra: (A) labialvy, (B) mesialvy, og (C) lingualvy, x 1,5. Bemærk de tydelige mærker ved basis (B) og på toppen (C) af tanden, som sandsynligvis er opstået ved slitage, da en eller flere tænder i modstående kæbe havde fået slidt deres overflade ned. x 1.5. (Foto: Forfatteren)



Kraniets relative bevægelighed viser, at mosasaurerne for det meste slugte deres byttedyr hele, hvorved føden hovedsageligt må have omfattet mindre fisk og blæksprutter, selvom de større medlemmer i gruppen formodentligt var i stand til at fortære næsten alt, som de mødte på deres vej. Nogle af slægtens medlemmer (*Globidens* og *Carinodens*) var udrustede med massive, kugleformede tænder som en tilpasning til en kost bestående af skalbærende mollusker og søpindsvin.

Spektakulære fossiler fra Kansas i USA har vist, at ikke engang mosasaurerne var sikre i Kridthavet. Specielt interessant er et fund af en serie knogler fra et individ af slægten *Platecarpus*, som er vokset sammen som følge af omfattende knogledannelse. En undersøgelse af knoglerne har vist, at knogledannelsen skyldes en alvorlig skade, som opstod, da mosasauren blev angrebet af en kæmpemæssig haj. Hajen bed det uheldige dyr med så voldsom kraft, at tænderne trængte langt ind i ryggraden. På en eller anden måde slap dyret med livet i behold, men de omfattende skader bevirkede en kraftig knogledannelse som følgen. Det var dog ikke udelukkende store hajer, som udgjorde en potentiel trussel mod den enkelte mosasaurer, men også større artsfæller. Om dette vidner bl.a. et velbevaret skelet af den fuldvoksne *Tylosaurus*, i hvilken man fandt ufordøjede rester af en mindre *Clidastes*.

I den senere tid har en del af debatten om mosasaurerne drejet sig om, hvorvidt de lagde æg eller fødte levende unger. Spørgsmålet skyldes, at på trods af at der kendes til flere end 100 mere eller mindre komplette skeletter, kommer forbavsende få fra virkeligt unge individer. Et nyligt opdaget fossil af en mosasaurus med to små skeletter bevaret inden i sig støtter teorien om, at mosasaurerne i lighed med fiskeøglerne (ichthyosaurerne), fødte levende unger.

Som kuriosum kan nævnes, at havøglerne ofte tidligere blev afbildet med en bølgende rygkam. Rekonstruktionerne var baseret på et mosasaurusfund med mærkelige tapper langs med den forreste del af kroppen. Senere gennemførte undersøgelser har dog vist, at der aldrig har eksisteret en rygkam, men at det er en fejltolkning af de bruskringe, som en gang støttede dyrets luftvej. Bruskringens unaturlige placering skyldes, at struben blev trykket op mod ryggen under et tidligt stadi af fossiliseringen.

Paleobiogeografi

Efter fund af dømme havde mosasaurerne en verdensomspændende udbredelse, og man antager, at de var almindelige i alle tropiske, subtropiske og tempererede have i sen Kridttid. Mosasaurusfossiler er fundet på alle kontinenter, inklusive Antarktis. Mest velbevaret og komplet er skeletterne fra etagen Maastricht, og som findes i Holland og Belgien, samt de fund som blev gjort i den såkaldte Niobraraformationen (formationen strækker sig tidsmæssigt fra Coniac til tidligste Campan) i Kansas, USA. Omfattende materiale er ligeledes samlet ind i det nordlige Afrika (i Niger og Nigeria findes bl.a. en del af et lag, som har

fået navnet “*Mosasaurus Shales*”) og på New Zealand. Mere sporadisk forekommer rapporter om mosasaurusfossiler fra Asien. Ud over fund i ovennævnte lande er man stødt på fossiler af mosasaurer om end fragmentariske i bl.a. Sverige (figuren øverst på forrige side), England, Spanien, Bulgarien, Polen og Rusland.

Det danske skrivekridts mosasaurer

Endog det danske skrivekridt har vist sig at indeholde et levn af dyregruppen. Frem til for få år siden omfattede fundet kun nogle tandkroner (hvoraf en enkelt tilhørte et individ af arten *Mosasaurus hoffmanni*) fra Aalborg og “Dania” ved Mariager (figuren ovenfor). Fossilerne er fra Kridttidens sidste del (etage) nemlig Maastricht. Tidligere i år gjordes der dog et spektakulært fund af en dansk privatsamler på den verdensberømte Kridtlokalitet, Stevns Klint, på Sjællands sydøstkyst. Fundet omfatter adskillige fragmenter af et mosasauruskranium, og en tilhørende tand viser, at fossilet tilhører en mosasauruslægt ved navn *Plioplatecarpus*. Denne slægt er åbenbart en af de sidstlevende, inden den store masseuddøen ved Kridttidens slutning, hvor mosasaurerne helt uddøde.

NYHED!

ES 10-64 Ny elektrodeselektor til Terrameter

NYHED!

Vibracloc vibrationsmåleinstrument

SAS 4000, SAS 1000, SAS LOG og LUND Imaging System, resistivitetssystem

WADI, VLF elektromagnetisk system, TERRALOC og RAS-24 seismograf RAMAC georadar

Dyno Nobel Danmark A/S

Telefon 43 45 15 38

Homepage www.dynonobel.dk