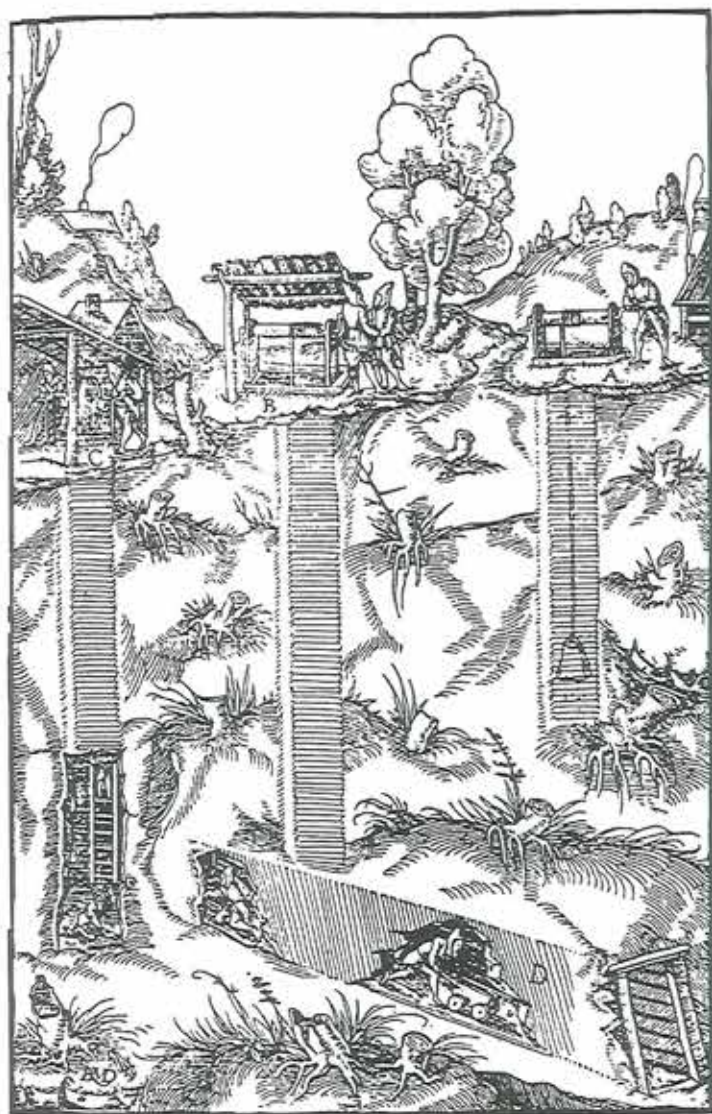




Minedrift. Efter Agricola 1556

VARV

NR 2 BLADET MED DE ÆLDSTE NYHEDER

1996



TAG MED VARV TIL RHODOS OG VESTSJÆLLAND
LÆS OM SØMUS OG KORSRIDDERE OG OM SPÆNDEN-
DE MARINE AFLEJRINGER

Forsidebillede: Lagflade ved Kallithea visende total gennemgravning. De enkelte spor er ca. 8 cm brede.

Forfatteren til artiklerne i dette nummer kan kontaktes på adressen:

Ulla Asgaard & Richard Bromley, Geologisk Institut, Øster Voldgade 10, 1350 København K.

Søren Skibsted, Ravnsholtvej 12, 3450 Allerød.

-----VARV-----

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

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

Telefon: 35 32 24 00, Geologisk Institut, København

Redaktion: Asger Berthelsen, Bjørn Buchardt, Henrik Foug, Bjørn Hageskov, Jens Konnerup-Madsen, Steen Mølgaard, Mikael Pedersen og Svend Pedersen (ansvarshavende)

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

Lay-out: Bjørn Hageskov og Svend Pedersen

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

VARV udkommer fire gange årligt. Prisen er 100 kr i abonnement for 1996. Abonnement kan tegnes ved at indsende beløbet til VARV, postgiro 9 06 88 80, eller 100 SEK til VARV's svenske postgirokonto: 4388-5, eller 100 NOK til VARV's norske postgiro: 0806 1923234.

Adresseændringer bedes meddelt VARV!

© 1996 VARV. Eftertryk af tekst og billeder kan kun ske efter aftale.

glemt - ialtfald blev hans videnskabelige indsats glemt, og idag huskes kan kun som forfatter til 'Münchhausens Eventyr'!



Hajhoved efter Steno 11669

For kommende læsere kan jeg nævne, at der er kapitler om Atlantis, syndflod til istid, slagsmålet om basalterne, granitproblemet, pilekviste og penduler med mere til at finde vand og skatte. Godt 500 personer, små og store mellem hinanden, er nævnt i teksten.

Bogen er fuld af små humoristiske vignetter, og der er en del illustrationer af ikke særligt fremragende kvalitet i teksten. Anmelderen havde gerne undværet nogle af vignetterne til fordel for portrætter af de markante skikkelser i den geologiske historie. Men denne mangel rokker ikke ved helhedsindtrykket - en dejlig bog - det kunne være en god gaveide til en geolog, eller hvad med at forkæle sig selv.

Valdemar Poulsen

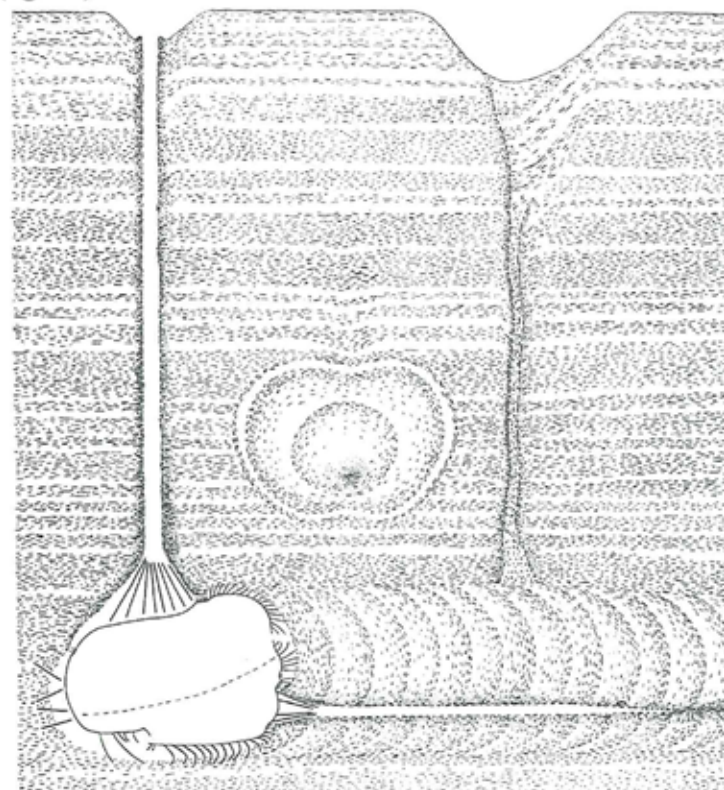
Naturligvis er der også et kapitel om kontinentdrift (23 sider), som er en gammel historie, og det kunne være passende som en slags læseprøve at gengive et afsnit fra indledningen til dette kapitel."Under 1600-talet började forskare diskutera frågan om hur djuren kommit till Amerika efter syndafloden. Människan kunde förstås ha tagit med sig husdjur men knappast ormar, rovdjur, sötvattensfiskar m.fl. Man kunde också fråga hur många fåglar det var som orkade flyga över Atlanten. A. Milne-Edwards föreslog 1667 att vattnet under syndafloden endast täckt bergen i Asien varför de amerikanska Anderna förblivit torra och på så sätt utgjort en tillflyktsort för djuren i Amerika. Året innan hade Francois Placet föreslagit att det funnits en ursprunglig storkontinent. Av denna hade en del, Atlantis, sjunkit ned och samtidigt pressat upp Amerika ur oceanens djup. Detta hände förstås i samband med syndafloden. Det turda vara det första försöket att förklara djur- och växtgeografiska problem med sjunkna kontinenter. Ännu under förra hälften av 1900-talet räknade man inom vetenskapen på allvar med sjunkna kontinenter. Förminskade kopior av de sjunkna kontinenterna eller smala landbryggor över Atlanten förslogs år 1677 av M. Hale. Kircher kom år 1675 med flera förslag till lösningar på problemet. Utom landbryggor tänkte han sig att somliga djur hade kommit över Atlanten genom att simma från ö till ö, men han uteslöt inte möjligheten att vissa djur rymt från fartyg som fört exotiska djur till olika djurparker."

Et kapitel er viet til Rudolf Erich Raspe (1737-1794). Han ydede vigtige bidrag inden for kunsthistorie, litteratur, geologi, prospektering og grubeteknik. Han forestod antikvitets-samlingen hos landgreven af Hessen samtidigt med, at han var professor ved universitetet i Kassel. I 1769 skrev han et arbejde om elefant knogler fra Nordamerika, og var den første til at hævde, at de havde levet der og ikke var ført til stedet af kæmpefloder fra troperne. Desværre kunne Raspe ikke få sin økonomi til at hænge sammen og 'lånte' nogle kostbare mønter fra landgrevens samling. Han måtte flygte til England, hvor han var medlem af Royal Society. I England havde han et meget omskifteligt og fantastisk liv - var en overgang i gældsfængsel, arbejdede med minedrift og skrev en bog om de ældste oliemalerier. Han døde af sygdom i 1794 og blev

SØMUSENE OG KORSRIDDERNE

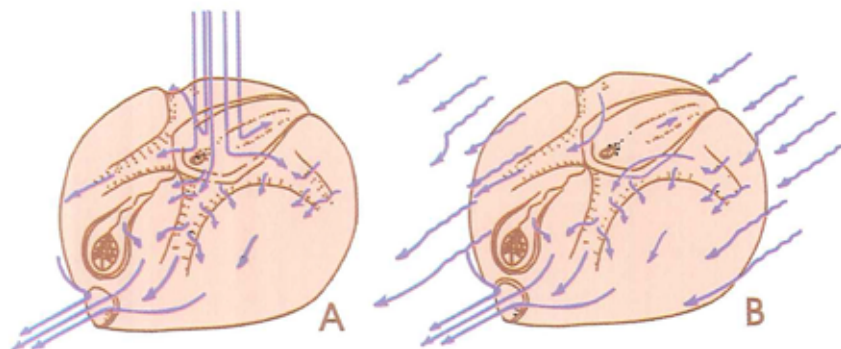
Ulla Asgaard & Richard Bromley

I Varv (1994,1) blev de irregulære søpindsvin behandlet. Her vil vi gå lidt nærmere på det bedst kendte og undersøgte irregulære søpindsvin: spatangoiden *Echinocardium cordatum* - populært kaldet sømusen. Den findes i vore farvande og langs Nordatlantens kyster, hvor den lever nedgravet i sand og sandblandet mudder til en dybde af op til 20 cm (figur 1).



Figur 1. Lodret længdesnit gennem sømus og dens gravegang. Læg mærke til den forladte, sammenstyrtede skakt og tværsnittet af en anden gravegang. Se teksten for forklaring.

Sømusen er en typisk spatangoid med hjerteformet omrids, der skyldes den indsænkede forreste radie (figur 2). Munden, der er nyreformet, ligger langt fortil på undersiden. Radierne omkring munden er forsynet med slimede penselformede podier til at samle mad op med og stoppe den ind i munden (figur 3). Der er 3 fascioler til stede.



Figur 2. Echinocardium i to situationer. For overskuelighedens skyld er pigge og podier udeladt. Bagenden med gat og dræn peger nedad mod venstre. De hvide bånd er de tre fascioler, som er karakteristiske for sømusen. Pilene angiver retningen af vandstrømmene hen over gællerne og bagud i drænet. A: stillesiddende eksemplar med skakt op til sedimentoverfladen. B: Sømus der graver sig fremad gennem groft sand. Her er vandstrømmen gennem sedimentet nok til at bringe oxygen til gællefelterne, og en skakt er ikke nødvendig.

Lad os lige repetere lidt. En fasciole er et bånd på skallens overflade forsynet med små morgenstjernelignende pigge, hvis skafter er forsynet med fimrehår, der skaber en strøm over skallens overflade. Morgenstjernernes piggede knop er forsynet med talrige slimceller. Slimen imprægnerer sedimentet ud for fasciolen, så vandet, der strømmer mellem skafterne på morgenstjerne, ikke kan undslippe ud i sedimentet nær fasciolen. Fasciolerne virker altså som pumper med ventiler nede i gravegangen.

undersøgt, om skelettet lå i en grav eller i urørte jordlag. På lignende vis gik det med fund af Neanderthal mennesket på kontinentet.



Det store skibsanker, som vulkanen Cotopaxi i Andesbjergene har spyet ud og som her ses delvis indesluttet i lava, er en spøg lavet af geologen A. Stübel ca. 1900. Han har ladet sin tegner indlægge ankeret i et fotografi for at gøre lidt grin med equadorianernes tro på myter. Men det ledte til, at præsidenten tilbød at stille 300 soldater til rådighed for at bjerge ankeret!

Den engelske apoteker Conyer fandt under en fossiljagt lidt før år 1700 en stenøkse sammen med elefantben, som han udstillede i sit vindue som bevis på, at urindbyggerne i England havde jaget elefanter med stenøkser. Han blev helt til grin - alle vidste jo, at den ældste kulturperiode var guldalderen, efterfulgt af sølv-, kobber- og sluttelig jernalderen. Ganske få år efter skrev J.G. von Eckart, som undersøgte gamle germaner- og hunnergrave, at forhistorien kunne inddeles i Stenalder, Bronzealder og Jernalder. Ingen forstod ham, og arbejdet blev oversat i årevis, men blev dog sluttelig anerkendt, blandt andet af den danske arkæolog Chr. Thomsen.

Apropos syndfloden - fra Platons dage til ind i 1700-tallet anså de fleste, at Jordens indre bestod af vand fordelt i forbundne huler, og dette vand kom ud i kilder og op gennem huller i oceanbunden. Syndfloden skyldtes udstømning af kolossale vandmængder, der dækkede selv de højeste bjerge. Efter syndfloden havde naturkræfterne - tænkte man sig - ændret sig helt. Vulkaner udspyede lava og aske, og derfor måtte der i jordindret være store huler med ild helt adskilt fra hulerne med vand.

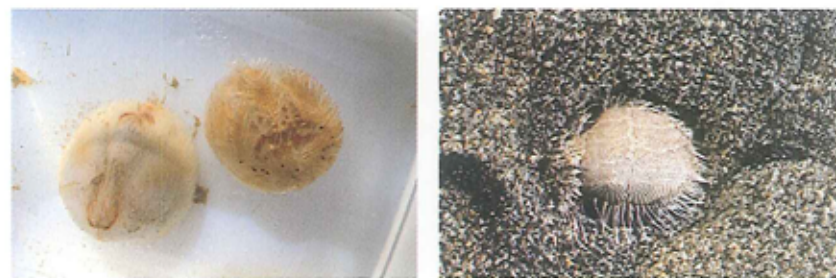
'Filurer' i bogens titel henviser til personer, som har lavet numre med geologiske observationer - enten mere uskyldigt (se illustration!) eller direkte ondartet svindel. Til sidste kategori hører bedrageriet med Piltown-mennesket, baseret på et kranium (uden forpartiet) og en ukomplet underkæbe fundet omkring 1910. Efter beskrivelse af fundene blev materialet indlemmet i British Museum's samlinger og var urørlige i mange år. Først omkring 1950 blev det muligt for Kenneth Oakley og andre at få fingre i materialet, og det viste sig, at kranium og kæbe var farvet kunstigt for at komme til at se ældre ud. Det mest menneskelignende ved kæben var de nedslidte tænder, men en nærmere undersøgelse viste, at sliddet var frembragt af et roterende slibeværktøj - derfor kunne man ikke se de afslørende knuder på tyggefladerne, som med det samme ville have fortalt, at kæben stammede fra en nulevende menneskeabe! Her er kun antydning, hvad det drejede sig om - i bogen fylder 'kriminalgåden' 14 sider.

Det forudgående kapitel på 16 sider fortæller blandt andet om vore virkelige forfædre og de berømte fund fra ca 1800 til idag. Et af de seneste er det næsten fuldstændige kvindeskelet - 'Lucy' - af Australopithecus afarensis fra Etiopien, og det viser, at mennesket rækker mere end 3 millioner år tilbage i tiden.

Helt tilbage i begyndelsen af 1800-tallet gjordes fund af vor nærmeste forfader, Cro Magnon mennesket, men da de lærte mente, at vi kun har været her på Jorden i ganske få tusinde år, blev den sande alder ikke erkendt. I 1823 fandt den fremtrædende geolog W. Buckland et eksemplar i en hule på sydkysten af Wales. Han mente, at den såkaldte 'Røde Dame' var begravet i den romerske tid, uden at han dog nøjere havde

Fasciolen på toppen af dyret indrammer topfeltet og den øverste del af den indsænkede forreste radie og leder vandstrømmen oppefra og ned over de fire radiers gællefelter. Indenfor fasciolen findes i den forreste radie lange podier med slimede pensler i spidsen. Disse podier graver en tunnel op til sedimentoverfladen og slimer væggene i den, så den holdes åben, så længe der er brug for den. Podierne kan også strækkes ud på havbunden og samle for eksempel ny-bundfældede muslingelarver eller forrådnende organisk materiale op.

Fødeparklerne trækkes ned i skakten og droppes så ned på den forreste radie, hvor små pigge i bunden af furen laver et slimbånd, der transporteres ned på undersiden under et dække af pigge, der fra furens sider krummes ind over denne. Slimbåndet falder ned på gravegangens bund under munden, og de slimede pensel-podier i radierne omkring munden samler slimbåndet med dets næringspartikler op og stopper det ind i munden. Mundpodierne kan også opsamle findelt organisk materiale (detritus) fra sedimentet under munden (figur 1 og 3). Bagtil under gattet findes en elliptisk fasciole, og omkring gattet en hesteskoformet (figur 2 og 3). Indenfor den elliptiske fasciole findes 3-5 par penselpodier, der danner et slimforet dræn bag dyret. Drænet kan stå åbent flere gange dyrets længde (fig. 1).



Figur 3. Til venstre to levende sømus i græsk solskin. De er 3 cm lange. De røde bånd på dyret til venstre er fascioler. De røde stjerner på det højre er de penselformede podier omkring munden. Til højre længdesnit gennem et eksperimentelt akvarium, hvor en sømus (2,5 cm lang) ses skråt fra siden i graveposition i sedimentet. Sporet er under den, idet den under dræningen af akvariet forsøgte at flygte opad mod sedimentoverfladen.

Sømusen graver sig frem ved at løsne sedimentet foran ved roterende bevægelser af nogle lange, lige pigge, der sidder fortil i interradierne omkring den forreste radie (figur 1). Det løsnede sediment transporteres rundt om dyret og bagud af den tætte 'pels' af pigge på sømusens sider. Piggene slår i bølger, der får pelsen til at ligne en bølgende kornmark i blæsevejr, når man anbringer sømusen i et lavt fad med havvand (figur 3). På denne måde efterlades det løsnede sediment af en serie bølger som 'urglas' (menisker) bag dyret. Selve fremdriften skyldes skub med de åreformede pigge, der sidder på de to store bundplader bag munden (figur 1 og 3). Når sømusen periodisk sidder stille, går pelsen i 'tomgang' og efterlader ekstra meget slim i den sidste menisk. Menisker, dræn og skakter danner tilsammen et karakteristisk spor (figur 1). Sporene kan med tiden blive til sporfossiler, idet slimet virker som en fremkaldervæske, der lokalt kan fremme cementeringen af det løse sediment (figur 4-6) eller føre til udfældning af mineraler, der giver farveforskelle. Det sidste kan ses i sandklinter fra øvre Tertiær (Miocæn) ved Hagenør på den jyske side af Lillebælt nær den gamle Lillebæltbro.



Figur 4a. Fæstningsmur og voldgrav omkring middelalderbyen Rhodos. Terrasserne på voldgravens sider er ar efter brydningen af stenene til muren og borgen.

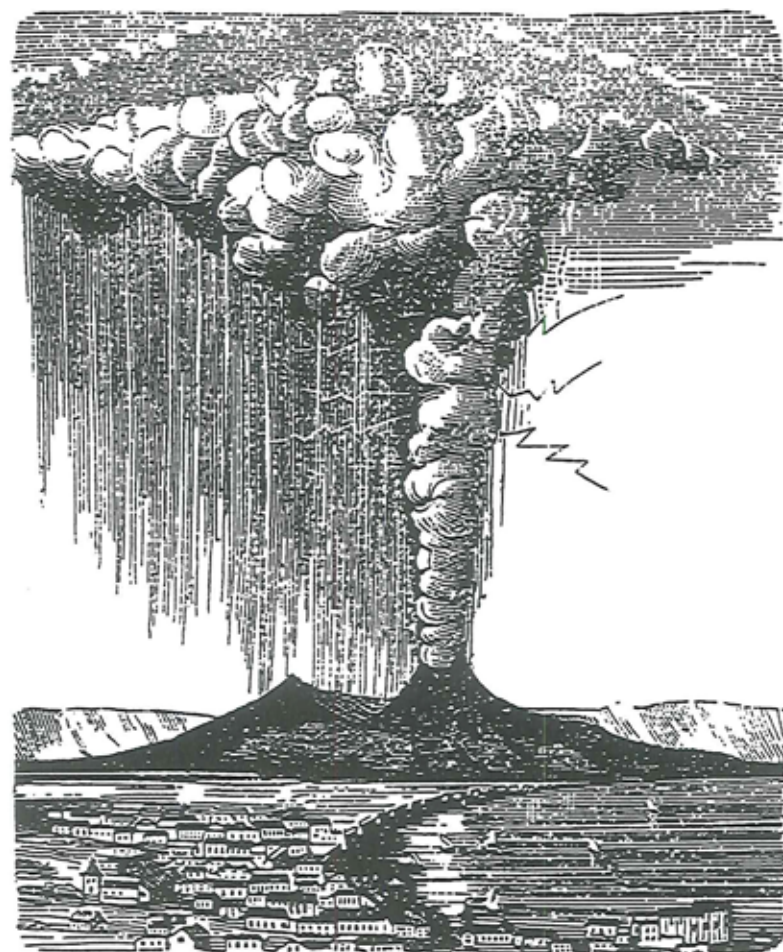
fik værdier fra 410 til 2200 millioner år. Dermed blev Jordens alder mange gange ældre end antaget ud fra alle de tidligere beregninger. Da resultaterne slog igennem, var mennesket ikke længere slutmålet i skabelsesprocessen, men kun et moment i verdens udvikling.



Antikkens opfattelse af dannelsen af den bandede kvarts-variant Onyx. Tårer af Onyx drypper ned fra træet Onica.

Lige fra Oldtiden har mennesket været bekendt med forstenede dyrestykker, men helt frem til begyndelsen af 1700-tallet mente mange, at det var 'udkrystalliseringer', der skyldtes en speciel formgivende kraft i jordlagene. Efter at forsteningerne endelig blev anerkendt, måtte de begravede snegle og muslinger oppe i bjergene være vidnesbyrd om den bibelske syndflod. Scheuchzer blev berømt på beskrivelsen af et skelet, tolket som resterne af et barn druknet under syndfloden. Franskmanden Cuvier, grundlæggeren af den sammenlignende anatomi, kunne senere vise, at skelettet stammede fra en kæmpesalamander!

formodet helt smeltet Jord. Andre forsøg byggede på aflejringshastigheder eller havets stigende saltindhold - sidstnævnte gav en alder på 90-99 millioner år.



Vesuv's udbrud i 1822 efter G.P. Scrope (bogens forside)

Kort efter Becquerel's opdagelse af radioaktiviteten antydede Rutherford i 1906, at nedbrydningsrækken fra uran til bly med en konstant nedbrydningshastighed måtte kunne bruges til datering af mineraler og allerede næste år bestemte Boltwood alderen af nogle uranmineraler og



Figur 4b: Gader i den gamle by med jordskælvsbuer og byggesten med sømusspor.

Sømusen graver i sand ned til ca. 20 centimeters dybde, medens den i finkomet sediment graver mere overfladisk (2 - 5 centimeter under overfladen).

De cementerede spor skal man udenlands for at se. Her kommer omsider korsridderne ind i billedet.

Et populært rejsemål for de fleste danske charterselskaber er den græske ø Rhodos. På øens nordøstspids ligger øens største by med samme navn. Dens kerne rummer Europas største og mest velbevarede korsridderby - komplet med beboelseskvarterer, fæstning, ringmur med porte og voldgrav. Byen har en lang historie, der er lag på lag under den. Først en dorisk by, der blev anlagt omkring 400 år f. K., så en hellenistisk, så en byzantinsk med lidt overpræg af Venedig og Genoa og endelig korsriddernes. Fælles for dem alle var, at de brugte den lokale sten, som er en lavtvands-kalksandsten fra nedre Pleistocæn. Den er gennemgravet af sømus (figur 4).



Figur 4c: Nærbillede af sten med sømusspor fra Skt. Paul's port, Rhodos.

Alle steder i byen kan man købe et turistkort. På den ene side er der et kort over hele øen. Det ser imponerende ud med veje og byer - indtil man prøver at køre efter det! Prøv ikke at spørge efter et rigtigt topografisk kort, sådanne er en velbevogtet hemmelighed her få km fra Tyrkiet. Men på bagsiden findes et forholdsvis nøjagtigt kort over den gamle bydel. Med det i hånden kan man jage murstykker med særlig fine spor. Bedst er portområderne og muren ved havnen, samt det sydøstlige hjørne, der er det gamle jødekvarter, som blev bombet i slutningen af 2. Verdenskrig. Bomberne har blottet mange små byzantinske kirker og hellenistiske ruiner, begge dele er dejligt fri for puds og fulde af sømusspor!

Busserne er billige på Rhodos. Busstationen er ved den gamle tyrkiske bazar udenfor muren. Tag en bus til Kallithea, som ligger ved kystvejen til Faliraki ca. 9 km syd for Rhodos by. Her ved kurstedet - en perle af fascistisk beton-arkitektur fra den italienske besættelse, hvor partipampere betalte formuer i håbet om at få deres mave-, tarm- og leverproblemer skyllet bort - findes de mest imponerende søpindsvinespor

ANMELDELSE

Nils Edelman: 'Filosofer, forskare och filurer ur geologins historia'. Eget forlag. Distribution: Sveriges Geologiska Undersökning, Uppsala. 330 sider.

Endelig - en anderledes bog om geologi, hvor læseren virkelig får noget for pengene. Forfatteren er pensioneret professor i mineralogi og geologi ved Åbo Akademi i Finland, men skriver her med en helt ungdommelig begejstring. Sproget i den svenske version flyder let, og det er anmelderens tro, at sproget ikke vil volde vanskeligheder for nogen læser. Bogen var oprindeligt tænkt at skulle skildre den geologiske videnskabs historie for geologistuderende, men også med hensyntagen til ældre geologers behov. Dog kan bogen læses med stort udbytte af enhver, som er interesseret i naturvidenskab - det hører i virkeligheden til 'almen dannelse'. Læsere uden geologiske forudsætninger kan bagest i bogen hente hjælp i et tidsskema og en liste med forklaring af geologiske fagudtryk.

Titlen - 'Filosofer, forskare och filurer ur geologins historia' - fortæller direkte, at bogen handler om *m e n e s k e r*, og rækker fra de græske filosoffer (ca 500 f.Kr.) til nutiden. Det er lykkedes forfatteren at skildre tidernes skiftende opfattelser af de geologiske processer, bjergarter og forsteninger. Hele vejen igennem sættes opfattelserne i relief af samtidens viden, religiøse tro og overtro. Læseren uden geologisk baggrund lærer samtidig meget om geologi.

Tag bare et begreb som tid. Aristoteles hævdede, at Jorden var 'evig' og altid havde eksisteret. Ud fra studier af Bibelen var man dog i 1500-1600 tallet nået til, at Jorden var omkring 6000 år gammel, og det er helt afgørende for tolkningen af de geologiske observationer. Opfølgning af en bjergkæde, som tager millioner af år, vil inden for Bibelens tidsramme på 6000 år virke eksplosionsagtig - førende til, at de store geologiske begivenheder måtte skyldes 'katastrofer'. Efterhånden begyndte enkelte lærde at tro på en højere alder, således regnede Buffon (1744) sig frem til 75000 år ud fra afkølingshastigheden for en

ved Skelbro. Det havde været bedre at se den overlejrende Dicellograptus-skifer ved Skelbro og derfra følge stien ned til stranden ved Risegård for at se Triaslagene - derefter op til vandfaldet i toppen af Dicellograptus-skiferen.

Her ses iøvrigt i toppen af Dicellograptus-skiferen det samme forvitrede pyritlag som vist i figur 69, og som altså ikke er et bentonitlag. Toppen af vestvæggen ved vandfaldet er Tretaspisskifer. I 'menuen' til Risegård er Dicellograptus-/Tretaspisskifer af uforklarlige grunde blevet til Cyrtograptus-skifer.

Lok.21, s.81 er Hasle Klinkerfabriks lergrav med sand, ler og kul fra Jura. Her har forfatteren forsømt at omtale de kaoliniserede granitblokke i de sandede lag i nordvæggen ført ud af mudderstrømme fra Nykerhorsten østfor. På dette sted har man en sjælden chance for at se en rækkefølge af begivenheder: 1) Længs forkastninger er granit skudt op som en horst, 2) dæklagene er derefter fjernet ved erosion, 3) den frit eksponerede granitoverflade er forvitret under betingelser førende til kaolindannelse, 4) på flodsletten vest for er aflejret sand og ler, og vegetationen har bredt sig på fladerne mellem flodarmene, 5) vanddrækkent forvit ringsmateriale er af mudderstrømme ført et stykke ud på flodsletten neden for, og er senere dækket ved den fortsatte aflejring på sletten, og 6) på et senere tidspunkt har en ny forkastningsfase kippet lagene, der nu hælder mod øst.

Anmelderen kunne have ønsket sig et lidt større geologisk kort over Bornholm i stedet for det lille kort side 47 - f.eks. kunne farvefotoet over side 10-11 have været udeladt til fordel for et kort over 2 sider.

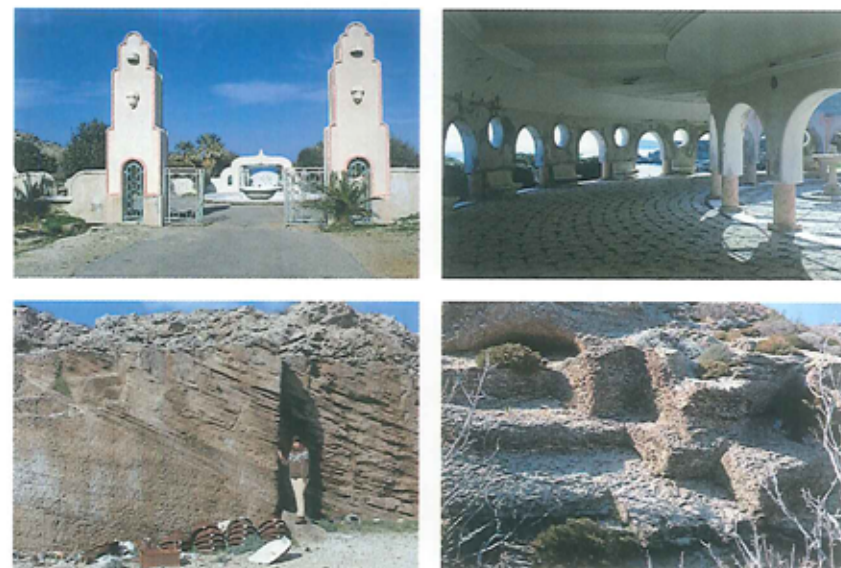
Man skal ikke lade sig gå på af de kritiske bemærkninger, for den lille bog vil i dens helhed være til stor glæde for mange naturglade turister på øen. Sproget er letflydende, og man må sige, at bogen må have gode chancer for at nå det erklærede mål fra forordet.

Iøvrigt: Læs også VARV's guidehefter, hvis De vil vide mere.

Valdemar Poulsen

(figur 5). På lagfladerne er kilometer af spor, men det er sjældent at finde sømusene selv. Når sømus bliver senile eller syge, kan de ikke holde pumper og ventiler igang. Under den truende iltmangel graver de sig op til sedimentoverfladen - her uden strømmen over gællefelterne dør de paradoxalt nok af iltmangel! De æggeskaltynde, porøse skaller knuses let af den mindste bølgebevægelse.

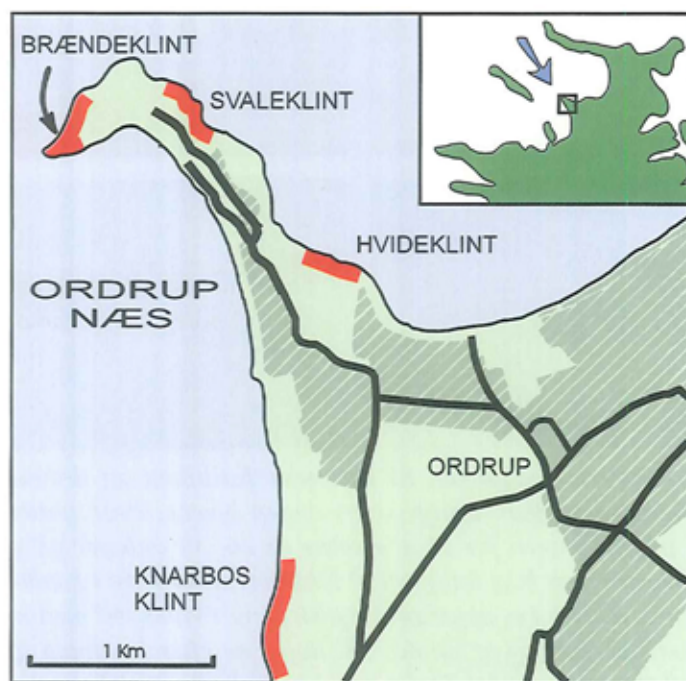
Korsriddernes periode på Rhodos blev kort. De købte øen fra Genoa 1309, og byen blev erobret af sultan Soliman efter en lang belejring i 1522. Med Solimans tilladelse satte korsridderne sejl for en anden ø, der også engang var søpindsvinenes tumleplads; men det er en anden historie.



Figur 5: Øverst: Indgangen til kurstedet Kallithea og drikkehallen med brønden i midten. Længs ydervæggen bænke, hvor patienterne ventede på virkningen for så at storme de ca. 50 toiletter på ydersiden af buegangene bag fotografen! Nederst: til venstre i stenbruddet nedenfor kurshallen ses storskala krydslejring i kalksand med nederst total gennemgravning af sømus. Til højre ar efter brydning af byggesten til det kursted, der fandtes ved Kallithea i Antikkens tid, hvor Hippokrates siges at have praktiseret for en tid.



Figur 6. Til venstre: lagflade med skaktåbninger. Læg mærke til den hårdt cementerede zone omkring åbningen, der skyldes det oprindelige slimindhold i sedimentet (skala er 5 cm). Til højre: denne sømus (bredde ca. 6 cm) døde i sin gravegang! *Kallithea*.



Figur 1: Oversigtskort over Ordrup Næs.

Forfatteren vil med denne lille bog (som kan være i ekskursionstasken) gøre den bornholmske geologi tilgængelig for alle, der vil søge lidt dybere forståelse for denne side af øens natur.

Dette mål søges nået med et afsnit, som forklarer - i denne sammenhæng - vigtige geologiske begreber. Derefter følger en beskrivelse af den godt 1700 millioner år lange geologiske udviklingshistorie, og endelig er der beskrivelser af 26 tilgængelige lokaliteter.

Det er anmelderens mening, at den lille bog kan være et supplement til Bornholms geologi skildret i VARV-hefterne fra 1988-1989, hvorfra forfatteren har fået lov til benytte mange figurer.

Nu drejer det sig om førsteudgaven, og det skulle være mærkeligt, om der ikke var et og andet, som kunne rettes inden en ny udgave ser dagens lys. I den forbindelse har anmelderen en række kommentarer.

I afsnittet om geologiske begreber viser figur 31 et farvefoto af Faxekalk som eksempel på kalksten. Faxekalk har ikke relevans her, og et foto af et håndstykke af en bornholmsk kalksten havde været bedre - iøvrigt er det ikke et særlig vellykket billede.

Om Nexøsandstenen siges det side 33, at de nederste par meter består af usorteret materiale - det gælder imidlertid ikke altid, og i en tør sommer kan man f. eks. i Øleå nær Gadeby se særdeles velsorteret og enskornet sandsten direkte overlejrende grundfjeldet.

Anmelderen foretrækker betegnelsen Hardebergasandsten for Nexøsandsten og Balkasandsten, men det er ikke endnu slået igennem.

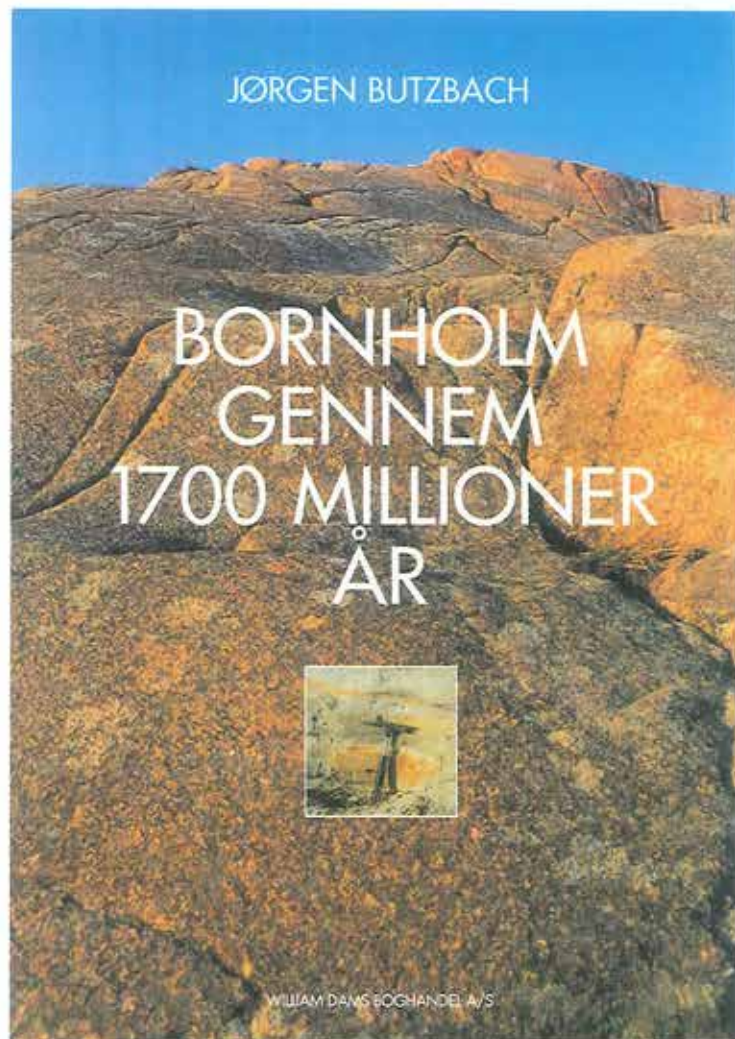
Side 38 kommer de første af en række glimrende fossiltegninger lånt fra VARV. Forfatteren kunne i forordet have nævnt, at de er udført af tegner Christian Rasmussen, som i sin tid gav VARV tilladelse til at bruge tegningerne, der var fremstillet til et andet formål.

Side 41 omtales vulkanske askelag (bentonit) i de ordoviciske lerskifre, men figur 69 fra væggen under Vasegård ved Læså viser ikke bentonitlag. Der er her tale om afblegede skifre omkring en horisont med forvitret pyrit, som er knyttet til en sedimentations afbrydelse i skifersekvensen.

Under lokalitetsbeskrivelserne følger Cyrtograptusskiferen ved Slusegård (lok. 17) efter beskrivelsen af Orthoceratitkalken (Komstadkalk)

ANMELDELSE

Jørgen Butzbach: **Bornholm gennem 1700 millioner år.**
William Dams Boghandel A/S, 3700 Rønne. 88 sider, 146
illustrationer (kort, tegninger, farvefotos).



ORDRUP NÆS

- en 'ny' lokalitet for marint kvartær på Sjælland

Søren Skibsted

I 1974 fandt nu afdøde geolog og tidligere VARV-redaktør Steen Sjørring en lille forekomst af kvartært, marint ler med fragmenter af marine mollusker (muslinger) i en af klinterne på Ordrup Næs i NV-Sjælland. Det umiddelbare indtryk var dengang, at leret var aflejret i Eem interglacial tid. En foraminiferanalyse antydede imidlertid, at det måske i stedet drejede sig om en interstadial, marin aflejring, idet foraminiferfaunaen svarede til den øvre del af den såkaldte Skærumhede Serie fra mellem Weichsel, der er velkendt fra borer og daglokaliteter i det nordlige Danmark (se VARV 1989, 2: Danmark i Istiden).

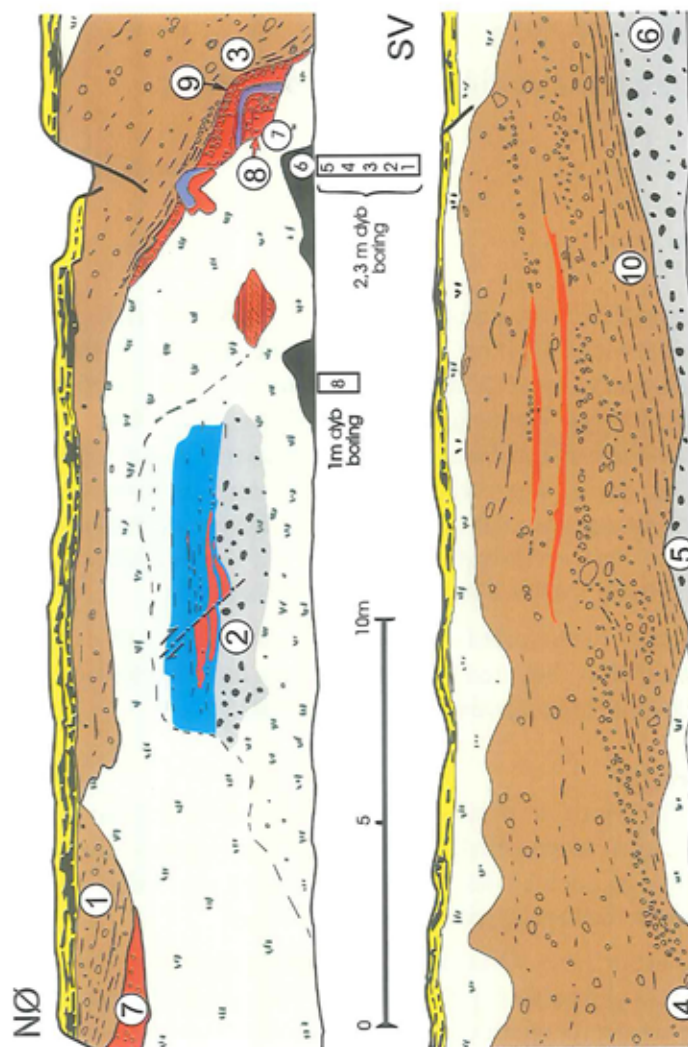
Herefter 'forsvandt' forekomsten tilsyneladende, men under en rekognoscering i området i 1989 fandt denne artikels forfatter marint ler blottet i Brændeklint (figur 2) yderst på Ordrup Næs.

Glaciale aflejringer

Ordrup Næs udgør en del af et israndsstrøg dannet under Bælthavfremstødet nær slutningen af Weichsel istiden. Lokalt kan dette israndsstrøg følges fra Odsherred-buerne (med Vejrhøj) til Samsø via Ordrup Næs, Sejerø og en række mellemliggende undersøiske rygge.

Fire klinger (Knarbos Klint, Brændeklint, Svaleklint og Hvideklint) beretter om halvøens glacialgeologiske historie. Flere af profilene viser en kompliceret strukturel og stratigrafisk opbygning. Desværre er blotningsgraden for tiden mange steder dårlig på grund af skred eller tilgroning. De data, der præsenteres her, bør derfor betragtes som foreløbige.

Klinterne er opbygget af op til tre (fire?) forskellige till(moræne)-enheder samt grovkornede iskontaktsedimenter og smeltevandsaflejringer.



Figur 2: Skitse af den centrale del af Brøndeklint. Sort: Marint ler. Gråt og brunt: Till. Rødt: Smeltevandssand og -grus. Blåt: Smeltevandssand. Gult: Flyvesand med recent jordbund. Lys grøn: Skred/ikke blottet. Store numre angiver prøver af till- og smeltevandssedimenter, se fig. 5. Små numre angiver prøver af marint ler m.v., se fig. 5.

Alle till-enhederne regnes for at være aflejret i Weichsel: Den nedre enhed under det Norske fremstød (Kattegat Till) og den mellemste enhed under fremstødet, der nåede frem til Hovedopholdslinien (Midt Danske Till). Den øvre till er aflejret af en ungbaltisk is og kan måske opdeles i

Som det fremgår, optræder der i NV-Sjælland flere steder interessante kvartære, marine aflejringer, hvoraf flere måske er ældre end tidligere antaget. Dette er i sig selv ganske spændende, idet vor viden om udbredelsen af aflejringer fra bl.a. sen-Elster og Holstein i Vest- og NV-Sjælland stadig er meget fragmentarisk. Det hænger bl.a. sammen med, at store dele af eventuelle ældre glaciale og interglaciale aflejringer på Sjælland sandsynligvis er fjernet ved erosion under yngre glaciationer.

Lidt om foraminiferer

Foraminiferer er små encellede dyr (ofte 0,1-1,0 mm store), der lever i salt og brakvand. De har med få undtagelser en fast skal af kalk, der består af et eller flere kamre adskilt af skillevægge (septa). I det yderste kammer har skallen en åbning (apertur), og hos de fleste foraminifergrupper er skallen gennemsat af små porer (foramen).

I kamrene er det levende væv (plasmaet) forbundet gennem et eller flere små huller i skillevæggene, således at dyret udfylder og lever i hele skallen. Fødeoptagelse og bevægelse sker ved hjælp af såkaldte pseudopodier, der er nogle små trådformede udløbere af plasmaet, der trænger ud gennem apertur og porer.

Foraminiferer lever som 'svævende' individer i vandmasserne (planktoniske) eller nær bunden i lavvandede områder (benthoniske). En del arter lever endvidere i symbiose med visse alger. Føden kan bl.a. bestå af mikroskopiske kiselalger (diatomeer), men nogle arter er rovdyr, og andre igen henter næring fra dødt organisk stof.

Foraminiferer er velegnede til palæoekologiske tolkninger af det marine miljø - bl.a. i kvartærtiden. I artikler og afhandlinger om dette emne møder læseren ofte betegnelser som højarktisk, arktisk, boreal og lusitansk, der angiver forskellige marinøkologiske zoner. I vores del af verden finder man i dag arktiske forhold i de nordligere dele af Nordatlanten (f.eks. i Grønlandshavet), mens varmere, boreale forhold optræder i vore indre farvande, Østersøen og Nordsøen. Endnu varmere, lusitanske forhold findes f.eks. i havet omkring Irland og syd for den Engelske Kanal.

elementer er relativt lavt i de marine aflejringer ved Ordrup Næs, skønnes disse at repræsentere en transgression - enten i en tidlig del af en interglacial periode eller i den allerseneste del af en glacial periode. En aflejring fra slutningen af en glacial periode ville dog normalt indeholde kølige arter, som f.eks. *Cassidulina reniforme* (figur 6.2) og *Heynesina orbiculare* (figur 6.3), men lave saliniteter ved Ordrup Næs kunne have udelukket disse arter til fordel for *Elphidium albiumbilicatum*.

Det skal til slut nævnes, at der flere steder i regionen tidligere er fundet kvartære, fossilførende, marine aflejringer i istidslagene.

I en mergelgrav nær Høve, 8 km øst for Ordrup Næs, blev der i 1894 fundet lagdelt, stenfrit ler med store mængder marine mollusker, hovedsageligt af arten *Macoma (Tellina) baltica*. Denne forekomst er såvidt vides aldrig blevet 'sikkert' stratigrafisk bestemt.

På sydkysten af Røsnæs mellem Kongstrup og Skamsbæk Mølle blev der før 1894 fundet en flage(?) af fossilførende, marint ler. Datidens geologer mente, at leret nok stammede fra Eem interglacialen.

I den nu nedlagte Slettenshage Lergrav nær Ulstrup på Røsnæs blev der omkring 1970 fundet en flage af fossilførende, marint ler indlejret i en foldet till-bænk af formodet Weichsel alder (VARV 1970,3 og VARV Ekskursionsfører nr. 3, 1975). Udfra molluskfaunaen blev leret henført til Eem interglacial tid.

I 1987 undersøgte Karen Luise Knudsen foraminiferfaunaen fra denne flage og fandt bl.a., at leret ikke indeholdt nogle lusitanske former, hvilket ellers er typisk for Eem-faunaer i området. Bl.a. på den baggrund tolkes det marine ler nu i stedet som værende af Holsten interglacial oprindelse - en antagelse der også støttes af aminosyredateringer af molluskskaller fra leret.

I VARV's Ekskursionsfører nr. 3 (1975) nævnes en anden (nu også forsvunden) flage af marint ler indlejret i en till-bænk i klinten ved Charlesvej på sydkysten af Røsnæs. Undersøgelser af foraminiferfaunaen viste dengang: "...at en marin, arktisk-boreoarktisk fauna med enkelte boreale former er blevet opblandet. Faunaen må formodes at tilhøre en marin, kølig interstadial aflejring fra ældre Weichsel, men den lader sig ikke direkte sammenligne med andre interstadiale faunaer".

to separate enheder afsat i forbindelse med henholdsvis det Østjyske fremstød og Bælthavfremstødet.

Iskontaktsedimenterne, der ses tydeligst i Brændeklint og Knarbos Klint, fremtræder som en blokrig till eller som matrixunderstøttet grus og blokke. Som navnet antyder, dannes disse sedimenter i direkte kontakt med isen eller i umiddelbar nærhed af denne. I et glacialt landskab er de således med til at markere steder, hvor isranden har ligget nogenlunde stationær i kortere eller længere tid - f.eks. randmoræner.

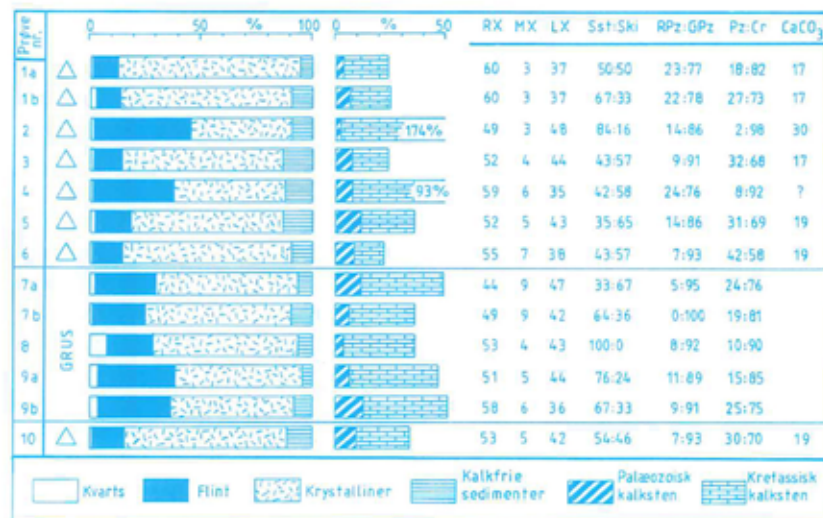


Figur 3: Den centrale del af Brændeklint, juni 1996. Ved spaden (skaftet er inddelt i 10 cm intervaller) ses den ene af de to blotninger af blågråt marint ler. Lidt til venstre herfor ses den anden blotning i klintfoden neden for de nedskredne græstuer. Den foldede lagserie, hvorfra prøverne 3, 8 og 9 samt den marine prøve på figur 2 er udtaget, ligger skjult under skredet lige til højre for spaden.

Iskontaktsedimenter præges ofte af ekstreme skift i kornstørrelser og sedimenttyper. Blandt sidstnævnte kan nævnes: flow-till ('flydemoræne'), meget grovkornede smeltevandsaflejringer samt grusede, stenede eller blokrige tills ('morænegrus') sammensat af materiale, der er dum-

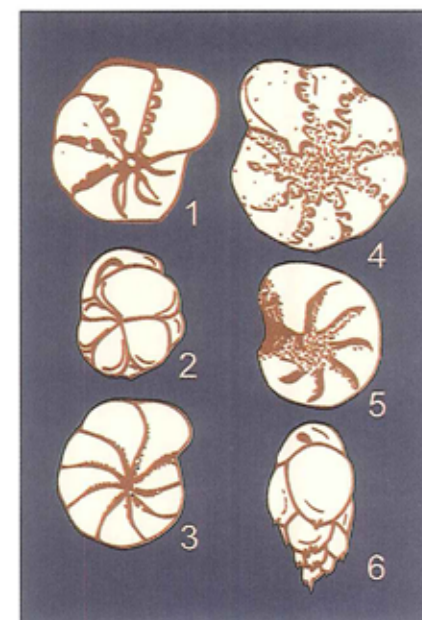
pet ned fra isranden eller smeltet ud af denne. Desuden ses ofte forskellige glacialtektoniske strukturer, opstået ved istryk eller sammensynkning af sedimenterne langs selve iskontaktzonen.

På Ordrup Næs er iskontaktsedimenterne afsat i forbindelse med Bælthavfremstødet, der også er ansvarlig for de yngste deformationer i området. I klinterne viser folder, forkastninger og overskydninger dominerende istryksretninger fra SSV og SV, og det stemmer godt overens med israndens lokale orientering i området (nordvest-sydøst) under Bælthavisens maksimale udbredelse.



Figur 4: Fingrusanalyser af glaciale sedimenter i Brændeklint i fraktionen 2,8-4,75 mm udført efter metoden beskrevet i VARV 1992,3. Krystalline korn er endvidere opdelt i røde (RX), mørke (MX) og lyse typer (LX). Sst:Ssk angiver forholdet mellem sandsten og skifre/ler- og siltsten i de kalkfrie sedimenter. RPz:GPz er forholdet mellem røde og grå palæozoiske kalksten og kretassiske/ynge kalksten. CaCO₃ angiver kalkindholdet i till-enhedernes matrix (materiale mindre end 1 mm). Alle tal er opgivet i procent. Prøvenumrene henviser til fig.2.

svingninger i temperatur og salinitet. Den forekommer i to former, nemlig den arktiske form *clavata* (figur 6.1) og den boreale form *selseyensis* (figur 6.4). Begge disse former forekommer i det her undersøgte materiale, men generelt er den varme form mest almindelig.



1-3: Arktiske foraminiferer:

1. *Elphidium excavatum* forma *clavata*.
2. *Cassidulina reniforme*.
3. *Heynesina orbiculare*.

4-6: Boreale foraminiferer:

4. *Elphidium excavatum* forma *selseyensis*.
5. *Elphidium albumbilicatum*.
6. *Bulima marginata*.

Figur 6: Tegninger af nogle af de foraminiferer, der forekommer i det marine ler i Brændeklint og Svaleklint.

En anden foraminifertype, *Elphidium encertum*, som er almindelig i den øverste prøve fra boringen ved Brændeklint (marine prøve nr. 6, figur 2 og 5) indikerer et borealt klima samt højere og mere stabil salinitet. Den er i dag meget almindelig lige under springlaget i Kattegat og i den vestlige Østersø.

Lagserien i boringen ved Brændeklint repræsenterer således en fremadskridende transgression i et køligt borealt miljø, fra helt lavt vand med reduceret salinitet i prøve 4 til dybere vand (måske omkring 20 m) med højere og mere stabil salinitet i prøve 6. Da indholdet af kølige

vestjylland. Faunaerne menes at stamme fra slutningen af Elster istiden (VARV 1992,3). Dette peger i retning af, at de marine aflejringer ved Sorø måske også er fra sen-Elster og ikke, som tidligere antaget, fra Weichsel.

Det marine ler på Ordrup Næs er undersøgt af foraminiferanalytikerne Karen Luise Knudsen og Anette Mønsted Petersen, Aarhus Universitet. K.L. Knudsen oplyser, at de fundne faunaer enten er interglaciale eller fra overgangen fra en glacial til en interglacial periode. De ligner slet ikke de Eem-faunaer, vi kender fra det sydlige Danmark ('Y-faunaer') - bl.a. mangler de ellers så karakteristiske lusitanske (mere varmekrævende) former helt. Ved faunistisk sammenligning viser det sig endvidere, at Ordrup Næs faunaen ligner faunaen i Zone B i Sorø-boringerne. Netop denne faunatype må være ret tæt på helt interglaciale forhold, og det anses derfor for en mulighed, at det marine ler fra Ordrup Næs også er fra sen-Elster - eller måske endda fra begyndelsen af den efterfølgende Holstein interglacial.

Det bør dog understreges, at der endnu er store usikkerheder forbundet med sådanne aldersbestemmelser. Man kender nemlig nu også lignende faunaer fra formodede sen-Saale aflejringer i Vestsverige og fra formodede tidlig-Weichsel aflejringer omkring Sydsjælland.

I september 1995 fandt forfatteren endvidere marint ler i en stærkt tilskreden del af Svaleklint (figur 1), hvor det var blottet i foden af en mindre skredtunge, der nu er forsvundet. En foraminiferanalyse viser, at faunaen i leret i Svaleklint ligner faunaerne i de øvrige prøver fra Ordrup Næs (figur 5). Arterne *Elphidium albiumbilicatum* og *Elphidium excavatum* dominerer helt i prøven, og kun meget få andre arter forekommer. En sammenligning med de marine aflejringer ved Sorø viser, at der er særlig stor lighed med den øverste marine prøve fra Bjernede.

Faunaerne fra Svaleklint og Brændeklint tyder på relativt lavt vand og reduceret salinitet (saltholdighed) under aflejringen. Temperaturen har været som i området i dag, eller måske en smule koldere. *Elphidium albiumbilicatum* er almindelig i boreale lavtvandsfaunaer, men forekommer derudover ofte i subarktiske områder med reduceret salinitet. *Elphidium excavatum* er en lavtvandsform, som tolererer relativt store

Smeltevandsaflejringerne består primært af ler, silt og sand, mens grus kun stedvist findes i større mængder. Fedt smeltevandsler optræder især i den nedre del af lagserien i Hvideklint, Svaleklint og Brændeklint, hvor det synes knyttet til det (de?) ældre isfremstød i området. Lerets kalkindhold er op til 38%, og det indeholder ingen eller kun ganske få omlejrrede kvartære foraminiferer, mens indholdet af omlejrrede prækvartære former stedvist er højt. I leret ses flere steder små forkastninger med blanke glideflader.

På figur 4 er vist nogle fingrusanalyser af till- og smeltevandsaflejringer i Brændeklint. Ved en sammenligning af till-prøverne er det muligt at skelne mellem mindst to forskellige enheder i profilet på figur 2. Den ene af enhederne repræsenteres af prøvene 2 og 4, som klart skiller sig ud fra de øvrige prøver ved et højere indhold af flint og kretassisk kalksten (d.v.s. kalksten fra Kridt) samt kalk i matrix.

Prøverne 7-9 fra smeltevandsgrus ligner hinanden og kan ikke uden videre opdeles i forskellige stratigrafiske enheder. Læg mærke til, at gruset generelt indeholder mere flint og kretassisk kalk end till-sedimenterne - et forhold, der er typisk for Weichsel-aflejringer mange steder på Sjælland.

Med hensyn til till-enhedernes indhold af omlejrrede foraminiferer (se s. 59) er der fra Brændeklint indtil videre kun undersøgt to prøver (nr. 4 og 5, se figur 2 og 4). De indeholder et spektrum af arter, der ligner hinanden meget. Især sammensætningen i prøve 5 minder om den, man finder i den 'norske moræne' (Kattegat Till). Denne faunasammensætning kaldes ofte en 'X-fauna', og den menes at være oparbejdet fra marine aflejringer tilhørende den førnævnte Skærumhede Serie. Prøve 4 indeholder 48 kvartære og 35 prækvartære individer pr. 100 g, mens prøve 5 indeholder 98 kvartære og 176 prækvartære individer pr. 100 g. At faunaerne i de to prøver ligner hinanden (selvom fingrusanalyserne taler for, at de repræsenterer to forskellige enheder/isfremstød) kan skyldes, at foraminiferet materialet i prøve 4 til dels består af opblandet ('fortyndet') materiale fra den ældre 'prøve 5 till'. Begge enheder er afsat fra nordlige eller nordøstlige retninger, og det er således muligt, at prøve 5 (og 6) repræsenterer Kattegat Till og prøve 4 (og 2) Midt Danske Till.

Marine aflejringer

Det marine ler træder periodevist frem i klintfoden i Brændeklint (figur 2 og 3). Det er hårdt og massivt og har i tør tilstand en karakteristisk lys blågrå farve. I modsætning til leret fra 1974 indeholder det ingen synlige skalfragmenter. Kalkindholdet er ca. 8%. Lagserien er på dette sted glacialtektonisk forstyrret og er ofte mere eller mindre skjult under skred. Det er derfor ikke muligt at udrede lejringsforholdene med sikkerhed - samt at bedømme hvor stor forekomsten egentlig er -, men det drejer sig sandsynligvis om en mindre flage, der er blevet indarbejdet i de glaciæle sedimenter.

Analysen af lerets foraminiferfauna (samt genundersøgelser af materialet fra 1974) bekræfter, at faunaerne i 1974- og 1989-materialet er identiske og at de derfor må stamme fra samme aflejring og sandsynligvis også fra nogenlunde samme stratigrafiske niveau.

Endvidere antyder analyserne, at leret måske er ældre end tidligere antaget.

Inden dette belyses nærmere, skal der i korte træk ses på en række boringer gennem kvartære, marine sedimenter, som geologen Hilmar Ødum i 1933 beskrev fra Bjernede, Fjenneslev og Nordruplund nær Sorø i Vestsjælland. De marine sedimenter, der her over- og underlejres af glaciæle aflejringer, består af 8-35 m mægtige lag af fedt ler, der er sandholdigt i de øvre dele. Udfra indholdet af mollusker karakteriseredes faunaen dengang som nordlig boreal til boreoarktisk (se VARV 1989,2), og hele den marine serie korreleredes til Skærumhede Serien i Weichsel.

I slutningen af 1980'erne blev foraminiferfaunaen i disse marine sedimenter genundersøgt af foraminiferanalytiker Anne-Lise Lykke-Andersen. Resultaterne af disse undersøgelser er publiceret i Årsskrift For Dansk Geologisk Forening 1987-89, p. 77-80.

De marine lag ved Sorø er inddelt i to foraminiferzoner, A og B. Aflejringsmiljøet i den nedre zone A er tolket som et arktisk lavtvandsmiljø og i den øvre Zone B som arktisk til boreoarktisk og med generelt stigende temperaturforhold op efter i lagserien. Vanddybden har i begge zoner næppe været over 20 m.

LOKALITET	LITHOLOGI	PRØVE NR.	KVARTÆRE FORAMINIFERER							Antal kvartære pr. 100g	Antal prækvartære pr. 100g	
			Elphidium excavatum	Elphidium albumbilicatum	Elphidium incertum	Heynesina orbiculare	Bulimina marginata	Elphidium williamsoni	Elphidium asklundi			Islandiella norcrossi
BRÆNDEKLINT - BORING 1989		6	72	4	24	(1)					4000	0
		5	37	63		(1)					4000	0
		4	15	83	2		(1)				342	18
		3	(3)	(12)	(3)		(2)	(1)	(1)		20	8
		2	(1)								1	20
		1									0	0
BRÆNDEKLINT 1995		7	91	2		(3)		5	(2)		11000	36
		8	64	35		(1)		(1)			3200	0
ORDRUP NÅS 1974		1	A	D	X						Rige faunaer	—
		2	A	D								
		3	A	D								
SVALEKLINT		P3-1	47	50	(1)	1					4800	0

Ler

Ler med makrofossiler

Sandet ler

Sand med enkelte sten

Sand

FORAMINIFERER:

72 = % af samlede antal kvartære f.

() = Selve individ-antallet

A = Almindelig

D = Dominerende

X = Til stede

Figur 5: Forenklet skema over de marine aflejringeres indhold af kvartære foraminiferer, samt antallet af prækvartære foraminiferer pr. 100 g prøve. De fleste af prøvenumrene henviser til fig. 2. Uddybende forklaring i tekst.

Der er endvidere påvist stor overensstemmelse mellem Sorøfaunaerne og lignende faunaer fra Esbjerg, Tomskov og Inder Bjergum i Syd-