



Grus er et vigtigt råstof i vores hverdag og der graves årligt cirka 25 millioner kubikmeter i vore grusgrave. Spørgsmålet om hvor længe vore grusressourcer slår til er et vigtigt spørgsmål som geologisk sagkundskab arbejder med. Selv om de mange grusgrave skæmmer landskabet er de dog en af vore vigtigste kilder til fornyet viden om grusets dannelsesmåde. Billedet er taget i en stor grusgrav vest for Horserød Hegn, NØ-Sjælland, hvor grusgravningen også har skabt dybe ar i landskabet. Det er på denne egn, at blokførende ler er blevet presset som en stor prop op gennem sandlagene. Se Varv 1973 nr 1. Denne nye strukturtype ville ikke være blevet opdaget, hvis det ikke havde været for de dybe grusgrave.

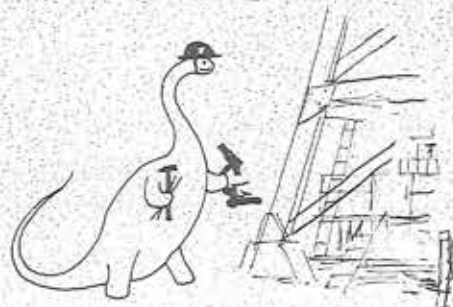


NEJ - BILLEDET FORESTILLER IKKE EN NYS UDSPRUNGET BLOMST ELLER EN SJÆLEN FORSTENING FRA FORTIDEN, MEN EN BOREKRONE AF DEN SLAGS, SOM LÆVER DYBE HULLER I DEN DANSKE UNDERGRUND. GEOLOGERNE ARBEJDER AKTIVT MED VED ALLE DYBDEBORINGER, OG EN GEOLOG FRA DANMARKS GEOLOGISKE UNDERSØGELSE FORTÆLLER OM, HVORDAN ARBEJDET VED EN BORING FORMER SIG MED DETS KRAV TIL BÅDE VIDENSKABELIG OG TEKNISK KUNNEN. DE KAN ENDVIDERE FÅ SVAR PÅ SPØRGSMÅLET, OM HVORDAN ELEFANTEN FIK SIN SNABEL - HVAD ER GRUS, OG HVILKE PROBLEMER ER KNYTTET TIL GRUSFORKOMSTERNE? - DET FÅR DE OGSÅ SVAR PÅ, OG SOM ET EKSTRA KRYDDER BRINGER DETTE NUMMER EN ARTIKEL OM INGEFÆRFAMILIEN, SOM NU ER FUNDET I DET JYSKE TERTIÆR.

apropos dybe boringer,

Den første danske dybdeboring blev udført på Frederiksberg (Grøndalseng) i årene 1894-1907. Boringen nåede 861 meter ned - uden at være nået gennem skrivelridtet. Man havde håbet at træffe på kullag fra Juraliden i ikke alt for stor dybde, da kulførende dannelser af denne alder ligger lige ved overfladen i Hålsingborgområdet. Nu ved vi ud fra de geologiske strukturer, at Juralagene i Københavnsområdet ligger på større dybder. Den omtalte boring tog med diverse uheld 13 år, mens en tilsvarende boring idag kan gøres på godt 3 uger.

I 1930'erne begyndte man at bore efter salt og olie i Sønderjylland, da lovende fund var gjort i Nordtyskland, men ingen af disse tidligere boringer, hvoraf den dybeste nåede ned til 1100 meters dybde, kom ned i Øvre Perm, hvor saltet findes.



VARV

Postadresse: Tidsskriftet VARV, Mineralogisk Museum, Øster Voldgade 5-7, 1350 København K. (tlf. (01)135001).

Redaktion: Valdemar Poulsen (ansvarshavende), Mona Hansen, Erling Bondesen, Søren Floris.

VARV udkommer fire gange om året. Prisen er 18.00 kr i abonnement. Abonnement tegnes ved indsendelse af beløbet til VARV, postgiro 68880.

VARV's plakater (10 kr), postkort i farver (8 for 7 kr), ekskursionsførere (Bornholm 14 kr, Stevns-Fakse-Møn 20 kr) og samlekasetter (til 6 årgange 8 kr) fås ved at indsende beløbet på postgiro 68880.

Alle henvendelser vedrørende adresseforandring, fejl ved bladets levering, og lignende bedes rettet til postvæsenet.

© 1973 VARV. Eftertryk af tekst og billeder kun efter tilladelse.

Spørgsmålet: Hvad bruger vi gruset til? kan kort besvares ved et blik på en oversigt, der findes i en publikation nr. 19, udsendt af Forureningsrådet i 1971. Den har betegnelsen: Jord. Råstofindvinding, bygge- og anlægsvirksomhed.

VEJBYGNING IALT		5-8 mill.m ³ /år
HERAF: ERSTATNINGSFYLD	1-2 mill.m ³ /år	
SUNDLIGKING	1-2 - -	
BÆRELAG(GASFALT&BETON)	1-2 - -	
ASFALTMASSE	4,5 - -	
ANDET (VEDLIGEHOLD M.V.)	0,5 - -	
JERNBANEBYGNING	0-0,5 - -	
FLYVEPLADSER	0-0,5 - -	
VANDBYGNING M.V.	3-4,5 - -	
ANLÆGSARBEJDER IALT	8-14 - -	
DRÆNING-MØRTEL-PLADSER M.V.	3-5 - -	
BETON	9 - -	
RÅVARER TIL BYGGEINDUSTRIEN	0,5-1 - -	
EXPORT	0,5-1 - -	
BYGGEARBEJDER IALT	13-16 - -	
TOTALT FORBRUG AF SAND, GRUS OG STEN TIL ANLÆGS- OG BYGGEARBEJDER	21-30 mill.m ³ /år	

Tallene kan siges at være det bedst mulige skøn over situationen. Indtil i dag har statistikken, med hensyn til danske råstoffer, været ret mangelfuld. Dette forhold vil sikkert bedres i de kommende år, idet vi har fået en ny lov vedrørende blandt andet grus - det vil da blive interessant at følge udviklingen: Vil man fortsat opgrave cirka 10% mere år for år, eller tvinges man ind i en stagnation af den ene eller den anden grund? Man kan tænke sig et sammenfald af to omstændigheder, dels at der ikke længere vil være brug for de store grusmængder, dels at gruset stadig bliver vanskeligere at finde og få fat på. Tiden vil vise det.

Sluttelig vil vi stille os selv det spørgsmål: Hvordan finder vi mere grus?

Herpå er nok kun et svar. Man må lede - men lede ud fra en baggrund af viden om de geologiske processer på jordoverfladen og om de terrænelementer og terrænformer, der er opstået på grund af disse processer. Imidlertid er man i sin søgen støttet af allerede udførte undersøgelser, kortlægning og især boringer.

Har man så foretaget den første velbegrundede indkredsning, kan man yderligere indkredse og verificere sin forekomst med geoelektriske modstandsmålinger (geoelektrik) og påfølgende boringer, men i dette emne er der stof til en anden historie.

P. Falkenberg

rer til typen morænedækkede glaciofluviale aflejningskegler. Kan man sandsynliggøre følgende: 1) toppunktets beliggenhed (det er samtidig gletscherportens placering), 2) om vandstrømmen har været kraftig - det ses af stenenes størrelse, 3) og kan man delvis afgrænse en grusforekomst, så har man herigennem nogle gode muligheder for at kunne forudsige i hvilke retninger, man kan finde mere grus under morænen.

Efter istiden er der ikke i det danske landskab sket så voldsomme ting, at grus er koncentreret i større mængder. Derimod er der langs kysterne sket en stadig nedbrydning og opbygning, ved at sand, grus og sten er siksakket med bølgeslaget hen langs stranden for at havne i odder og



aflejringerne danner, kan man med ret stor sikkerhed udpege grusforekomster her. Betegnelsen "ral" er ganske sigende for strandvoldsmaterialerne - men bruges dog ikke udelukkende om dem. Ved det langvarige slid i havstokken er de svageste materialer bortslidt og kornene blevet godt afrundede, derfor er strandvoldsgrus stærkt og let at bearbejde, hvilket gør det værdifuldt til beton.

Måske har gruseventyret i sin ral-version kulmineret. Dels er virkelig store dele af strandvoldsmaterialerne opbrugt og dels er graveaktiviteten på Jyllands vestkyst blevet stærkt indskrænket ved lov. En trøst er det, at ral stadig dannes, men pr. kubikmeter nedbrudt klint bliver resultatet ikke mange kg. Forudsat at raltagning fremmer nedbrydningen af kysten, hvad der synes at være noget om, er det meget fornuftigt at holde kraftigt igen med gravningen, især på Vestkysten.

Elefanten - dyret med hale i begge ender - hører til den zoologiske gruppe Proboscidea. Det tilsvarende danske ord er det lidt pudsige Snabeldyr. Fund af forstenede knogler viser, hvordan snabeldyrene ændrer udseende gennem tiden - - -

HVORDAN ELEFANTEN FIK SIN SNABEL

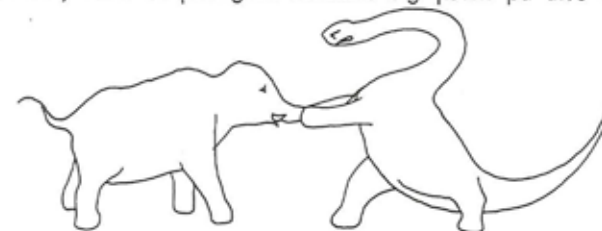
Giovanna Bortolotti Jensen

Pliocæntiden har for Snabeldyrene været en eksperimental-periode, hvor de udbredte og mangfoldiggjorde sig, samt specialiserede sig i et utal af arter - arter som een efter een forsvandt. De to nulevende, den afrikanske og den indiske elefant er de sidste repræsentanter af en gruppe, som er ved at forsvinde og som muligvis, selv uden menneskets destruktive indgreb, ville uddø i løbet af få tusinde år.

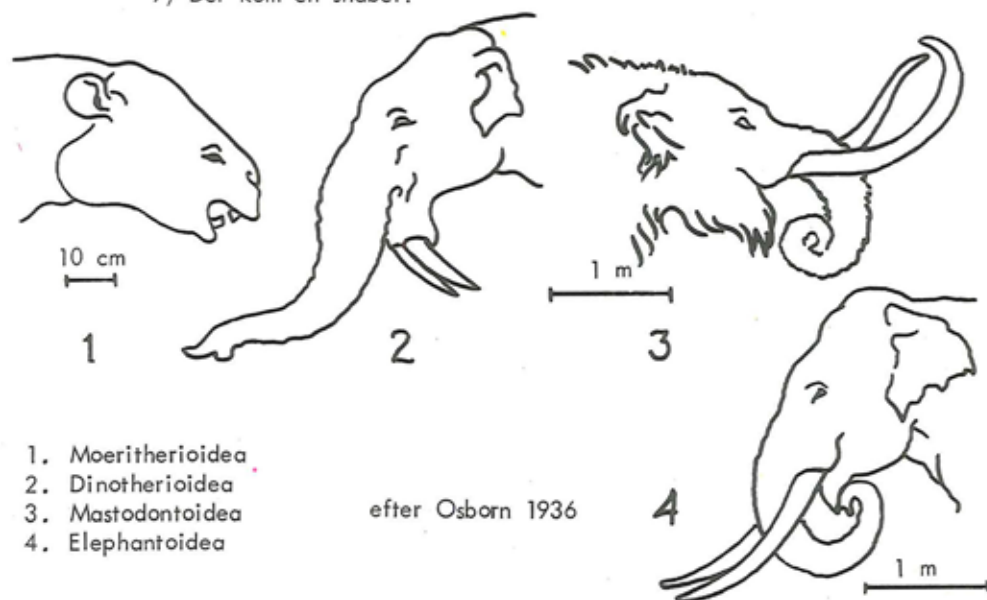
Elefanterne nedstammer fra en nær slægtning af Moeritherium, et sumpdyr på størrelse med et svin, der levede i Ægypten for cirka 50 millioner år siden, og som viser nogle interessante detaljer i kraniets struktur. Ansigtet var kort og kraniet langt. Øjet sad lige så langt fremme som den første kindtand, hvilke medførte et langt kindben. Nakken, som var bred og flad, var forudsætningen for en kraftig nakkemusculatur. Anden fortand var meget stor, og kindtænderne havde en dobbelt kam på tyggefladerne, bestående af fire brede knuder i to rækker. De andre tænder var meget små, eller også manglede de helt. Der var ingen snabel, men en meget bred overlæbe.

Fra denne forfader udvikledes forskellige linier, som selv om de afveg fra hinanden, var i besiddelse af nogle fremtrædende fællestræk:

- 1) Størrelsen tiltog.
- 2) Kindtænderne reduceredes i antal og blev meget lange, høje og specialiserede.
- 3) Kraniet voksede forholdsvis mere end kroppen og knoglerne fik luftfyldte kamre for at formindske den enorme vægt. Dette gør, at de let ødelægges og kun sjældent findes som forsteninger.
- 4) Nakken blev kortere.
- 5) Benene voksede i højden og der udviklede sig en kort, næsten rund fod, hvor kropsvægten fordelte sig jævnt på alle 5 tæer.



- 6) Den anden fortand udviklede sig til stødtand, mens første fortand og hjørnetanden forsvandt.
7) Der kom en snabel.



1. Moeritherioidea
2. Dinotherioidea
3. Mastodontoidea
4. Elephantioidea

efter Osborn 1936

Man kan godt generalisere og sige, at de sidste seks træk er en følge af det første.

De to hovedproblemer for et dyr af kæmpestørrelse er nemlig: Hvordan indtage tilstrækkelig føde, og hvordan bære den betydelige vægt.

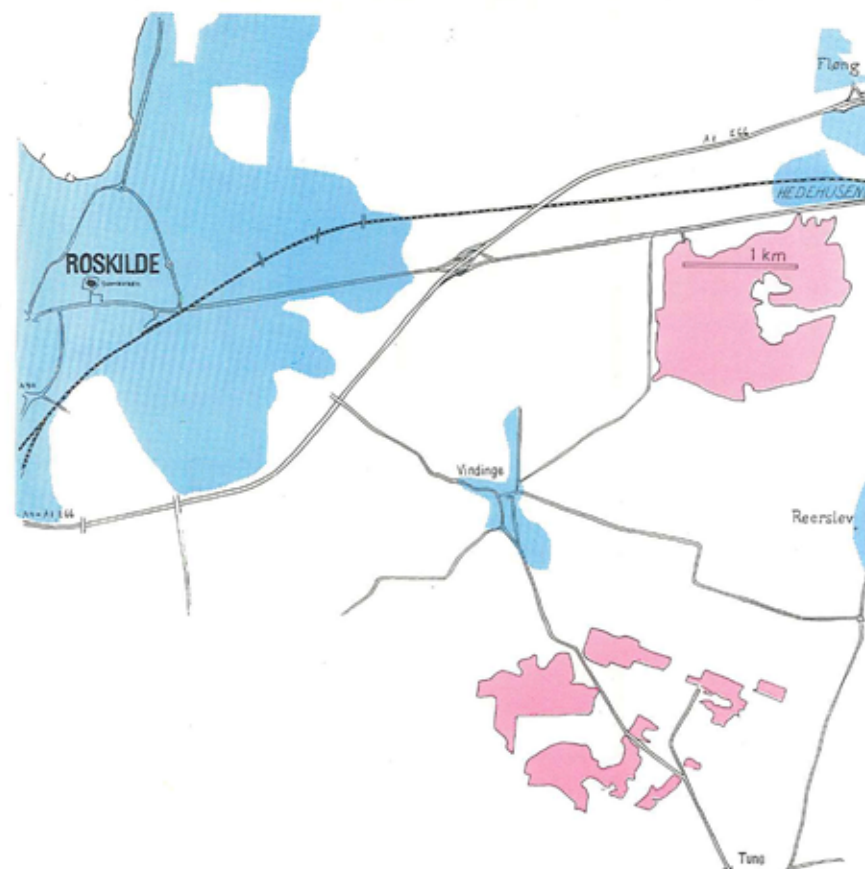
Nutidens elefanter har brug for at spise i ikke mindre end 12-14 timer i døgnet, og det samme gjaldt sikkert fortidens store snabeldyr, som også var planteædere. Foruden den deraf opståede "optagethed" melder andre vanskeligheder sig straks i forbindelse med at stille en så voldsom sult. Først og fremmest tændernes slid, som i tidens løb søgtes modarbejdet enten ved forøgelse af tyggefladerne og følgelig forlængelse af kæberne (Longirostrini, en gren af Mastodonerne), eller ved indførelse af et nyt system med vandret udskiftning af kindtænder. Fra den bageste del af kæben presser en ny kindtand den foranstående ud, når den er nedslidt (de fleste Mastodoner og Elefanter). Hos de mere avancerede elefanter findes kun fire tænder ad gangen i kæberne, udover stødtænderne. Her er den vandrette udskiftning nået til sin yderlighed, idet den inderste del af en kindtand stadig ligger skjult i kæben, mens den forreste del er slidt ned til tandkødet.



Det er især i Jylland - vest for hovedopholdslinien, der markerer ydergrænsen for isen under den sidste istid - man kan finde smukt udviklede, store aflejringskegler. De tegner sig med god tydelighed ved højdekurvernes forløb på for eksempel Geodætisk Instituts målebordsblade. Især er de tydelige i området Alheden sydvest for Viborg. Også ved Løsning-Hedensted, nordøst for Vejle, er der et smukt eksempel på en glacial flodslette å la aflejringskegle. Men skynd dig, kom og se den, thi om føje år er den bortgravet.

I resten af landet kan man finde mange eksempler på aflejringskegler, men langt de fleste er små, som følge deraf indeholder de sjældent grus- og stenmasser af økonomisk betydning.

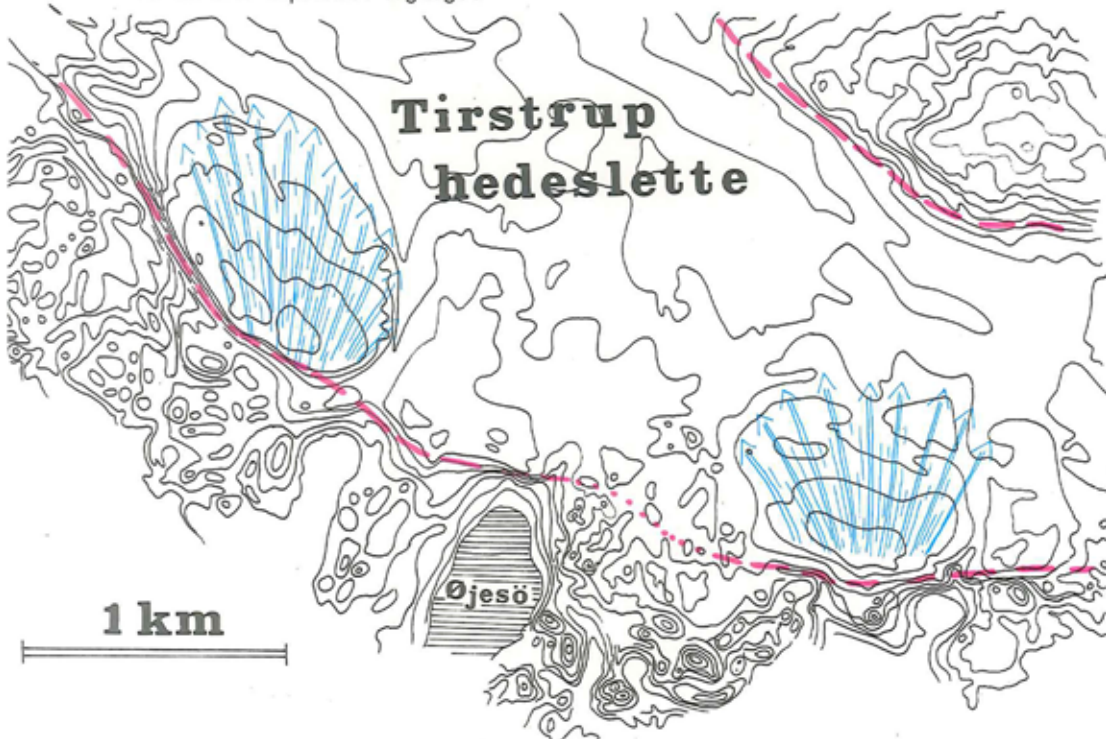
Under morænedækket findes utvivlsomt mange steder aflejringskegler. De er skjult under morænen, fordi indlandsisen i kuldeperioder avancerede frem over dem. I Københavnsområdets vestlige omegn drives en intensiv grusgravning på meget betydelige gruslag, som højst sandsynligt hø-



der. Disse vandmasser fra den bortseltende is skyllede ud fra israndens gletscherporte og med sig bragte de en pløret strøm af alle partikelstørrelser helt op til store sten. Leret og silten hvirvledes op i vandmasserne og løb til havs sammen med dem, medens sand og grus blev liggende undervejs. Undertiden, hvis en mindre smeltevandsstrøm på sin vej bredte sig ud i en issø, bundfældedes også ler og silt, men det er en hel historie for sig.

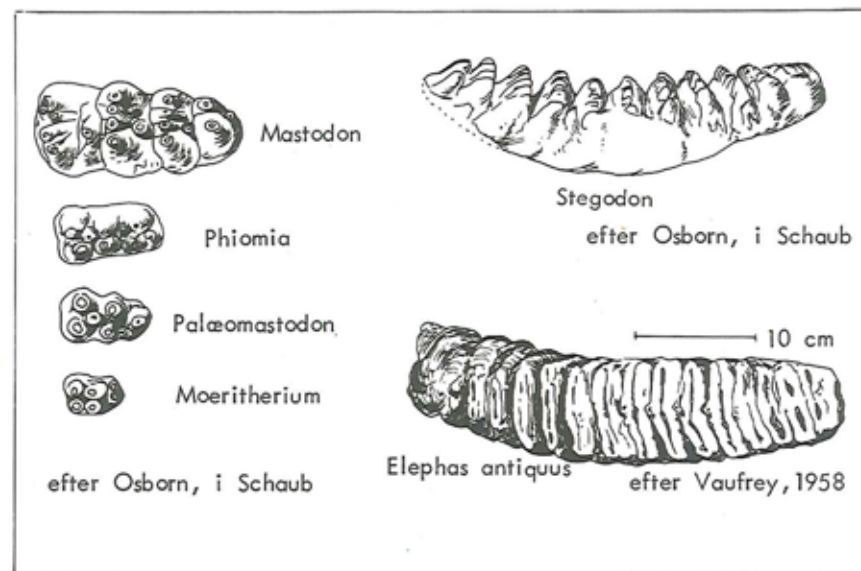
Løb smeltevandet i en rende eller et rør i isen, kunne vi få en ås (Varv 1969,1). Passerede vandet gennem en lille dyb sø i isen med så stor hastighed, at leret ikke nåede at bundfælde, fik vi materiale til en "hat-formet" bakke (Varv 1968,1).

Langt de største grusmængder hører til en tredje aflejringstype, der går under betegnelsen "aflejningskegle". Som kegle betragtet må den siges at være meget ufuldkommen, ja, der er vel nærmest tale om et udsnit af en lav kegle, som vi kan sammenligne med et ubeskædet stort stykke af af en lavt topformet lagkage.



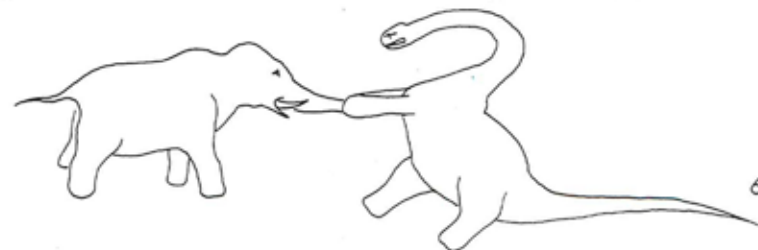
Terrænkort over en del af Tirstrup hedeslette på Djursland. Hedesletten, begrænset af de røde punkterede linier, er mod nordøst og syd omgivet af morænebakkeland. To aflejningskegler i tilknytning til et afsmeltende isdække, der lå mod syd og dækkede Mols, fremgår tydeligt af kurvebilledet.

Endvidere skulle et effektivt tyggeapparat på kort tid kunne hakke store mængder græs eller blade i meget små stumper. Da udførelsen af dette arbejde afhænger af antallet af riller og kamme på tanden, voksede tænderne i størrelse for at få plads til flere riller og kamme. Mønsteret på overfladen ændredes fra knuder til et større og større antal skarpe lameller (hos den indiske elefant når tallet op på 27-30).



Foruden at råde over en så perfekt hakkemaskine er det vigtigt at få en stor mængde føde indført i munden og at få et stort tryk overført til kæberne. For at munden kan åbnes mest muligt skal tyggemusklaturen være meget lang og virke i lodret retning. Dette opnås med et meget kort og højt kranie. Det kan ikke overraske at elefanterne er de pattedyr, som har det korteste og højeste hoved. Issen er kommet til at ligge meget højt i forhold til nakken, og denne ligger tæt ved skuldrene. Nakkemusklerne bliver kortere og kan bedre modvirke hovedets, snabelens og stødtændernes vægt.

For at kunne bære kroppen udvikledes benene som søjler, foden bredte sig, brysthvirvlerne voksede i antal på bekostning af lændehvirvlerne, og de blev kraftigere, brystkassen udvidede sig og sammen med benene og rygsøjlen dannedes en konstruktion af samme type som buen inden



for arkitekturen. Lige som for denne gælder det, at den styrter hvis de bærende søjler, det vil sige benene bøjer sig, selv meget lidt. Men benenes højde gør det vanskeligt at få munden ned til jorden, så føden bliver derfor samlet op ved hjælp af tænderne, som forlænges eller ligefrem tager form af en skovl, og med overlæben, som vokser i takt med benenes vækst og vokser sammen med næsen til en snabel.

Der blev i udviklingens gang eksperimenteret med antallet af stødtænder (4 i de fleste Mastodonter, 2 i Elefanter og Stegodon), med bøjningen (nedad og bagud i Dinotherium, ligefrem i Anancus, opad og bagud i Mammut) og med formen (Longirostrini hvis underfortænder antog den mest fantastiske udformning. Det skete i takt med underkæbens forlængelse, som begyndte i tidlig Oligocæntid med Palæomastodon og Phiomia.

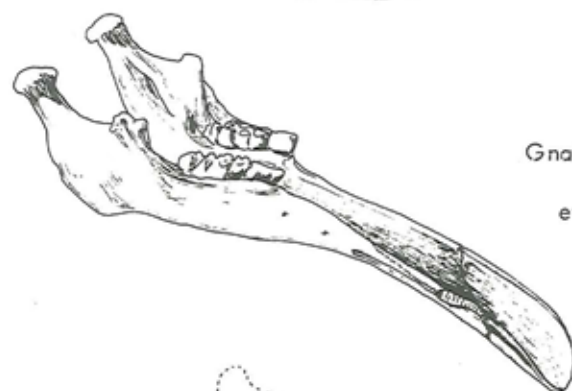
Trilophodon

efter Osborn



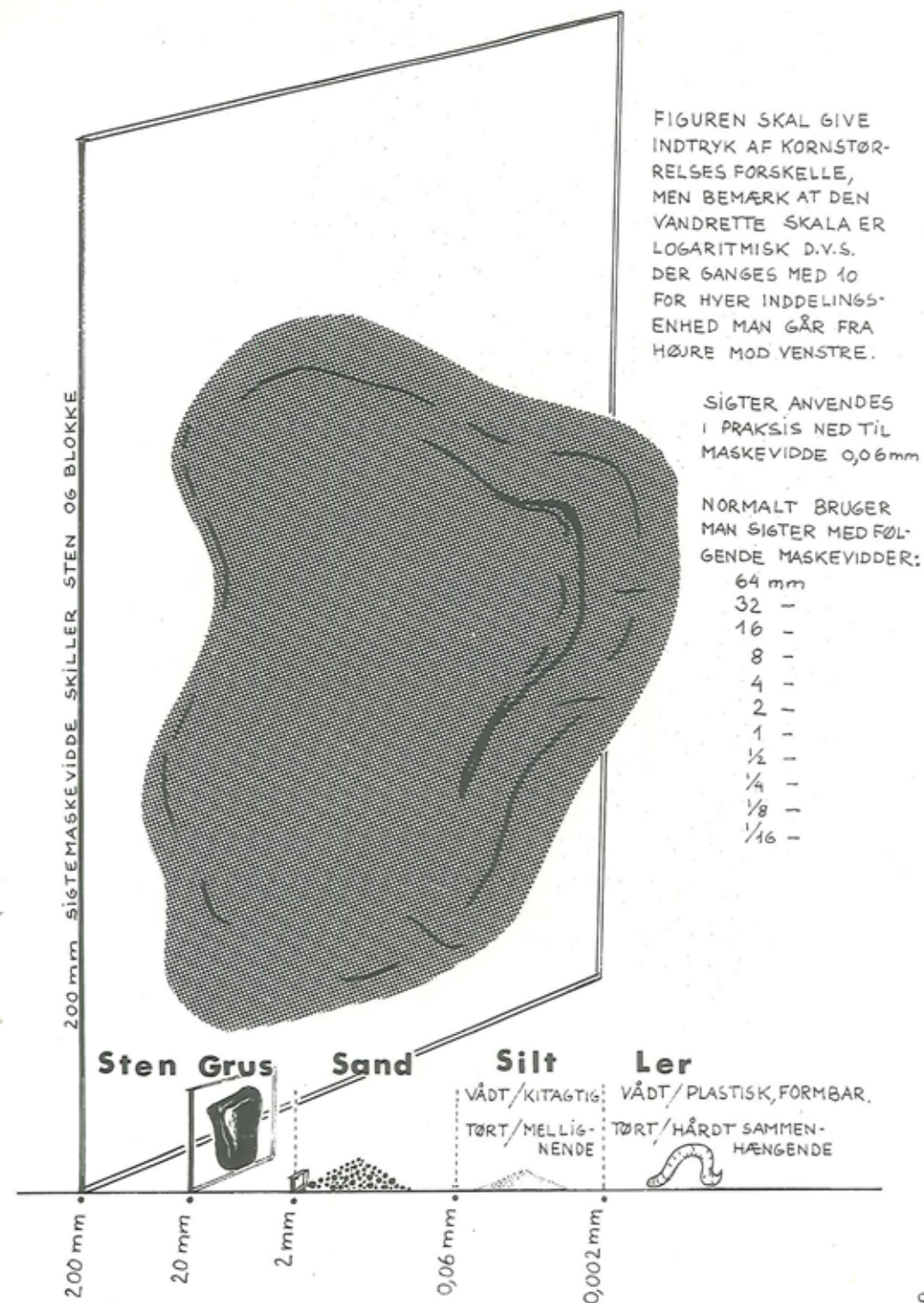
Gnathobelodon

efter Osborn



Platybelodon

efter Gregory



PLASTISK JORD KONTRA FRIKTIONSJORD

Normalt forstår vi ved jord en plastisk masse bestående af ler, silt, sand, gruspartikler og sten, hvori der iverdigt kan være luft, vand og organisk stof. Med andre ord, det øverste morænelerslag. En modsætning til denne plastiske masse, som er af umådelig værdi for dyrkningen - har vi vort grus. Det er den indre gnidning (friktion) mellem partiklerne, der g r gruset værdifuldt, og som gør, at man kan karakterisere sand, grus og sten som friktionsmaterialer. Det er deres stabilitet overfor tryk på grund af friktionsegenskaberne, deres ringe totaloverflade pr. kubikcentimeter og deres ringe evne til at hæve vänd op (ringe h rr rsvirkning), der tilsammen er grunden til, at de anvendes ved vejbygning og betonfremstilling. En udtømmende karakterist k af et friktionsmateriale er vanskelig at give, men tænk blot på at mineralsammensætningen, afrundetheden, renheden og den indre styrke er afgørende for, hvor stærk en beton bliver, n r i øvrigt cementindhold, vandmængde og blandingsgrad er i orden.

DEFINITION AF GRUS

er et spørgsmål om placering i forhold til andre kornstørrelser og et spørgsmål om almindelig sprogbrug. Sigter man råproduktet fra en grusgrav på en sigte med maskevidden 20 mm og tager det gennemfaldne og sigter endnu engang, nu på en 2 mm sigte, kan man med god ret og i  overensstemmelse med almindelig accepteret videnskabelig sprogbrug kalde det tilbageholdte materiale for grus. Yderligere kunne man sigte dette grus på en 6 mm sigte. Det gennemfaldne ville man kalde fint grus og det tilbageholdte groft grus. I almindelig tale kalder man det blandingsprodukt, som kornst rrelsesm ssigt strækker sig fra sand (2 mm) til sten (20 mm) for grus.

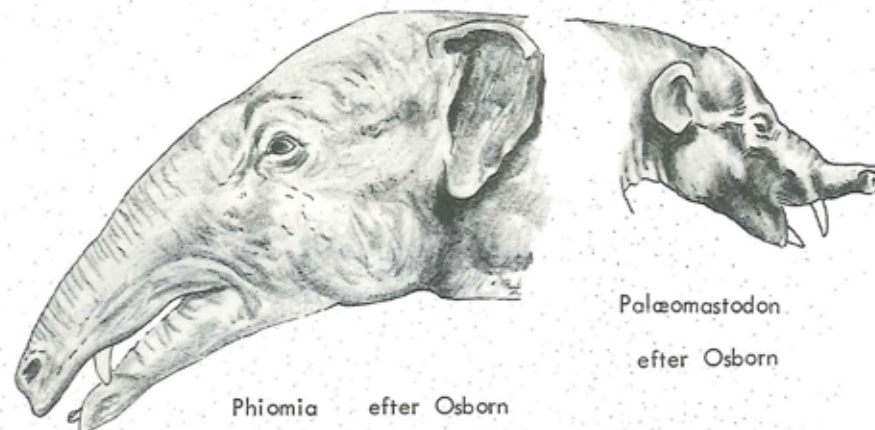
Der findes sikkert en interessant forskel i sprogbrugen fra egn til egn i landet. På min hjemegn, Fyn, ville man absolut kalde et materiale med kornstørrelse omkring 1-2 mm for grus og materiale på 10-20 mm for småsten. Til gengæld er der egne af Jylland, hvor sand faktisk først holder op med at være sand ved cirka 4 mm, medens betegnelsen grus godt kan bruges på et materiale med kornstørrelse selv omkring 20-30 mm.

KONCENTRATION - FOREKOMSTMÅDE - OPSØGNING

Med kendskab til virkemåden hos naturens kræfter og ganske særlig til istidens afsmeltlingsforl b, kan man sige noget om den måde gruset forekommer på. Det som er almindeligt hos os - men ikke i den store verden i øvrigt - er at vi har haft en tid med meget store smeltevandsm ng-

Forlængelsen blev meget mere m rkb r i Trilophodon, hvis flade og vandrette underfort nder sammen med underk ben måler 1,5 m. Udviklingen fortsatte med skovlformede underfort nder hos Ambelodon og skeformede hos Megabelodon. Gnathobelodon havde underfort nder af form som skohorn, og Platibelodon havde en underkæbe, som først indsn vredes og så bredte sig ud med to kæmpestore skålformede fortænder, som st k ligefrem).

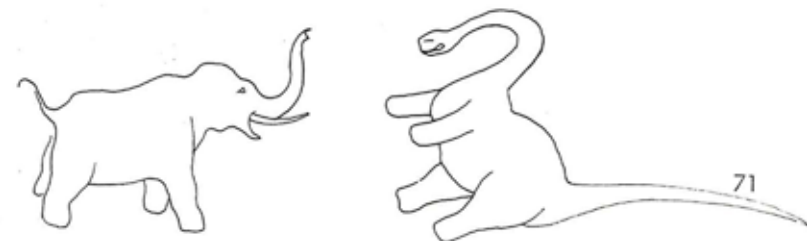
Men for at komme tilbage til snabelen. I begyndelsen må den have været meget kort og stiv (Pal omastodon, Phiomia, Tetrabelodon og så videre), have hvilet på den forlængede overkæbe og kun kunnet bevæges i spidsen. Men den kunne godt bruges til at gribe grene og blade med, ved at blive trykket mod undert nderne.



Da overkæben forkortedes igen i yngste Mioc ntid, kom snabelen til at hænge frit og udvikle sig til det fremragende redskab, som vi kender idag.

Snabeldyrene har som gruppe haft et langt liv - det meste af Terti rtid samt Kvartærtiden. De spredte sig fra Afrika til hele kloden undtagen Australien. De har haft repræsentanter ved  kvator og i arktiske egne, i lavlande og i bjerge. Og de har klar t den vanskelige rolle at være blandt de største levende og uddøde planteædende landdyr.

Giuseppe Bertolotti junior



Krydderi på det jyske Tertiær

af Eske Koch

Ingefær er vel de fleste bekendt. Smagen af dette krydderi er karakteristisk og velkendt fra især engelske kager (Ginger-biscuits). Krydderiet fremstilles især af den ægte ingefærplante (*Zingiber officinalis*), som dyrkes i Sydøstasien. Tilsvarende udnyttes Siam-ingefær (*Alpinia officinarum*). En hel familie, hvortil disse planter hører (*Zingiberaceae*), er en vidt udbredt skovbundsplante i urskoven i Sydøstasien.

Nu er begrebet ingefær også kommet ind i dansk natur, og det er sket ad en temmelig uventet vej: Ingefærfamilien har vist sig at være repræsenteret i den jyske brunkul flora.

I de sidste år, hvor brunkulsbrydningen foregik på Herningegnen, foretog en gruppe palæontologer fra Århus Universitet indsamling af plantefossiler i Midtkrafts leje ved Fæsteholt syd for Herning, hvor en stor brunkulsgrav var i drift indtil 1970 (figur 1).



Figur 1. A/S Carl Nielsens brunkulsgrav ved Fæsteholt i 1969

NOGET OM GRUS



af P. Falkesgård

Den mærkelige vare, som går under betegnelsen grus, er i disse år genstand for udnyttelse som aldrig før. Ja, man kan vel påstå, at brunkuleventyret var en spagfærdig parallel til, hvad der foregår i vore mange grusgrave i dag. De cirka 50 millioner tons brunkul, som blev opgravet over en længere årrække i Jylland, skal sammenlignes med de cirka 25 millioner kubikmeter grus, som nu hentes i grusgravene bare i løbet af et år. Det bliver til et pænt lastbillæs grus pr. person pr. år.

Hvad er det som gør grus så værdifuldt? Hvad bruger vi det til?

Nok er grus en jordart, men til forskel fra almindelig jord er den næsten fri for ler. Naturens eget maskineri - de geologiske processer på jordoverfladen - har løst, sorteret og koncentreret gruset for os. Det er vinden, gletscherisen og især vandet i form af vandløb og bølgeaktion, der er ansvarlige for de løse jordarters omformning, omsortering og omplacering, indtil de finder deres blivende sted og langsomt hærdes til klippe.

Når prøverne er beskrevet og om muligt aldersbestemt ved hjælp af deres indhold af fossilrester, er tiden inde til at sammenfatte iagttagelserne i geolog-journalen. Her skal geologen vurdere det foreliggende prøve- og datamateriale og forsøge at nå til en rimelig fortolkning, hvor der klart gøres rede for, hvad der er kendsgerninger, begrundede formodninger og ren teori.

Så gik den dag - og måske det meste af aftenen med.

Den vagthavende geologs arbejde ved et boretårn foregår ofte under en eller anden form for stressende omstændighed. Han kan have vejrforholdene imod sig: Der ligger måske meterhøje snedriver, som forhindrer ham i at nå frem til borestedet, eller vandet er frosset, så han ikke kan vaske sine prøver. Han har faglige problemer: Er prøverne "ægte" eller er de forurenede af yngre materiale? Hvilken formation, hvilken alder? Han har kommunikationsproblemer: Folkene på borestedet taler måske Texas-dialekt og bruger fagudtryk, hvis direkte betydning og videre konsekvenser han ikke kender. Disse stressende omstændigheder er - sammen med en følelse af at være på pletten - midt i begivenhedernes centrum, det der gør geologens arbejde ved et boretårn til en inspirerende oplevelse, som de, der har prøvet det, næppe ville have undværet.

Perik Stenlund

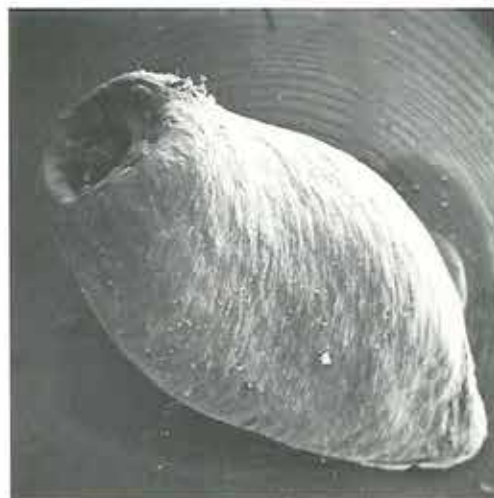


Figur 2. Palæontologer udslemmer fossiler i A/S Carl Nielsens brunkulsgrav

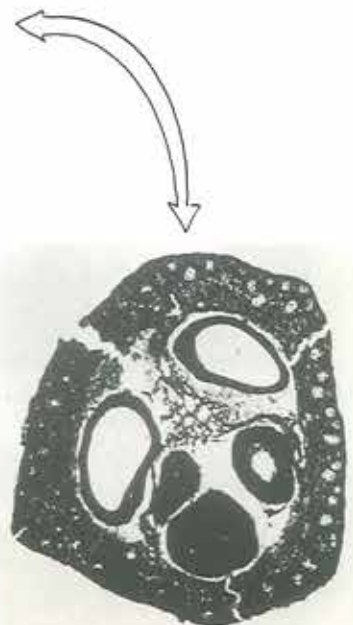


Figur 3. Fossil frugt af *Spirematospermum wetzleri* (Ingefær-familien). Målestokken er delt i centimeter.

I en lille deltastruktur viste der sig at være en vrimmel af plante-fossiler, som kunne udslemmes fra sandet (figur 2). Blandt de mest iøjne-faldende var store "banan"-lignende frugter (figur 3) med en træagtig "skræl". Indeni var den delt i 3 kamre, hvor der fandtes en mængde spiralsnoede frø, der også fandtes enkeltvis i sandet (figur 4). Tilsvarende



Figur 4. Frø af Spirematospermum wetzleri, forstørret cirka 10 gange



Figur 5. Tværsnit af Spirematospermum-frugt fra Fæsteholt. Frugten er delt i 3 kamre, hvori der ligger frø, som er snittet i forskellige niveauer.

fossiler var allerede velkendt fra mange lokaliteter med Tertiæraflejringer i Europa, langt østpå i Sibirien under navnet Spirematospermum wetzleri (Heer) Candler. Blot har man aldrig fundet så mange eksemplarer på en enkelt lokalitet (cirka 100 frugter og cirka 2000 løse frø). Fossilerne fra Fæsteholt var tilmed usædvanlig velbevarede, sådan at den finere anatomi kan undersøges i detaljer under mikroskopet.

Under den følgende laboratorieundersøgelse blev det muligt at beskrive denne fossile frugt (kapsel) så grundigt, som havde den været plukket af en levende plante. Kapslens 3-rummede indretning (figur 5) og frø-



Det er hårdt arbejde at lave borer. (A.P.Møllers informationstjeneste)

kalk, stensalt, lerskifer, sandsten, moræner og så videre for blot at nævne et par eksempler. Dernæst må man karakterisere bjergarten nærmere, blandt andet ved dens farve, kornstørrelse, hærdeningstilstand og eventuelle indhold af ledsagende bestanddele, såsom mineralerne glaukonit, glimmer, svovlkis og forkullede planterester, skaller og andre fossilrester med mere. Har man kærneprøver til rådighed kan man yderligere gøre iagttagelser over lagdeling, laghældning, glideflader, gange, brudzoner, sprækkefyldninger og så videre.

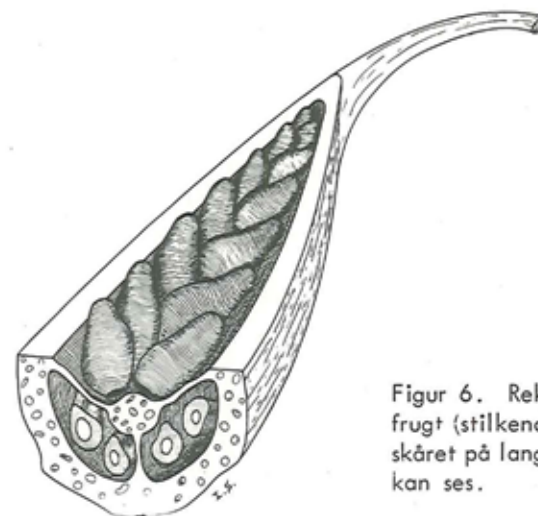
Det er altid meget spændende, når der kommer en kærneprøve op, og der råder en hektisk stemning ved boretårnet. Alle er på benene, selv om det er midt om natten og hundekoldt. Et mundheld blandt borefolk siger: "Borekærner er som børn ... de kommer som regel om natten". Bore-entreprenørfirmaets leder på stedet, "Toolpusheren" tæller diamanterne på kærneboret og ser betænkelig ud. Boremesteren bortforklarer kærnetabet - hvis der mangler noget af kærnen - hvad der langt fra altid er tilfældet. Det sker endog, at kærnelængderne er større end den borede distance, normalt dog kun hvis man tager flere kærner efter hinanden og ikke har fået hele foregående kærne med op. Til sidst bæres kærnen ned til geologernes arbejdsrum. Her bliver den beskrevet, og der bliver udtaget små stykker til typestykkesaamlingen, idet geologerne har brug for sammenligningsmateriale til illustration af beskrivelserne og til videregående undersøgelser. Derpå sømmes kærnekasserne ret omgående til og fragtes til de laboratorier, hvor de tekniske undersøgelser skal foretages.

boremudders tilbagevenden til jordoverfladen. Det man beregner på er altså gasbobler af simpel form, medens det, man vil vide noget om, er bevægelseshastigheder hos tunge, uregelmæssigt formede bjergartsfragmenter. Det bliver altså en tilnærmet korrektion af boredybderne, man opnår, men ved hjælp af de geofysiske borehulsmålinger (schlumberger logs) kan man foretage yderligere korrektioner.

Man noterer også andre tekniske enkeltheder, såsom borehullets hældning, mejseltypen og dybderne ved hvilke der er sket udskiftning af boremejsler og tilføjet nye borerør til borestammen. På grundlag af boretiderne kan man optegne en boretidskurve, som kan være til hjælp blandt andet ved fastlæggelsen af grænsen mellem to bjergarter. Det er ofte sådan, at ændringer i bjergarterne først efter en vis tid markerer sig i prøverne. Dette har flere årsager. Dels er prøverne, som nævnt, forsinkede, dels er der en vis afstand mellem de udtagne prøver, som regel 3-10 m, og dels bliver den "ny" bjergart knust og opblandet med så store mængder af boremudder og cuttings af den "gamle" bjergartstype, at der simpelthen går en vis tid før koncentrationen af den "ny" bjergart er stor nok til, at den kan gøre sig gældende.

Den vagthavende geolog er nu næsten færdig med den tekniske del af sine pligter. Han noterer dybderne for udtagelsen af prøverne og sammenholder dem med de dybdetal, der er skrevet på prøveposerne. Så er det slut med selskabeligheden. Nu skal der bestilles noget. Vel ankommet til geologskuret - eller, hvis man er til søs, det anviste lukaf, går man i gang med at dele prøverne i et arbejdsæt og et referencesæt, der etiketteres omhyggeligt og pakkes hver for sig. Ved passende lejlighed afsendes prøvesættene til DGU, men aldrig samtidig. Skulle det ene prøvesæt gå tabt, har man det andet. Det er i en vis forstand uerstattelige sager, det drejer sig om. Men inden man når så langt, skal prøverne beskrives. Man udtager små mængder af arbejdsprøverne og befrier dem så vidt muligt for boremudder ved forsigtig skylning med rent vand - hvis man da har adgang til dette værdifulde hjælpemiddel. Ved boreriger på havet er der selvsagt ingen nød, men vandforsyningen kan undertiden være et problem ved landboringer.

Nu skulle vi så være klar til at beskrive prøverne. Det er en god ide straks at kontrollere om prøven indeholder noget nyt i forhold til de overliggende prøver. Der kan for eksempel være et tydeligt ændret mængdeforhold mellem de tilstedeværende bjergarter, eller der kan være småændringer i en eller flere af bjergartstypernes kornstørrelse, farve eller indhold af underordnede bestanddele. Der kan også være dukket en ny bjergart op. Man samler nogle cuttings af den nye type i et prøveglas eller i en lille præparatæske med gennemsigtigt låg, en såkaldt slide, hvorpå man nummererer og beskriver bjergartstypen så detaljeret som muligt. Til hjælp har man et mikroskop og nogle få kemiske reagenser. Først drejer det sig om at fastslå hvilken bjergart, der er tale om, altså om det er



Figur 6. Rekonstruktion af en halv frugt (stilkenden), som igen er overskåret på langs, så frøenes placering kan ses.

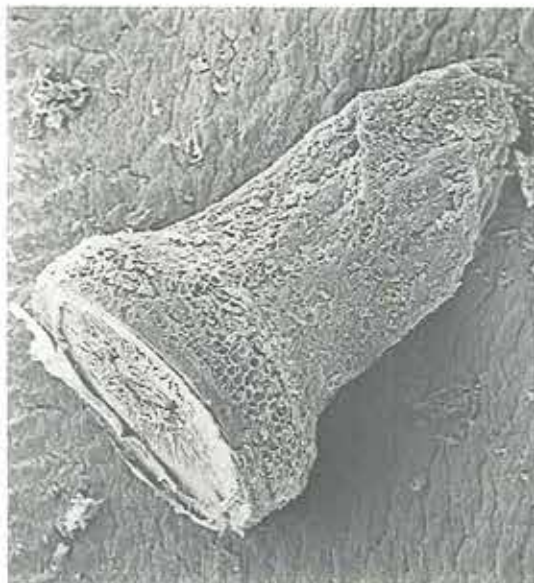
enes fastheftning og orientering i kapslen og så videre (figur 6). Frøene sidder orienteret således, at det selv på stumper af frugten kan lade sig gøre at bestemme stykkets placering i forhold til spids og stilk.

Selve frøet er et kapitel for sig. Frøets skal er meget hård, og har også været det i levende tilstand på grund af den tykvæggede forveddede cellestruktur. Den indre overflade er beklædt med et celleglag, der svarer til overhuden på et blad. Cellerne i dette lag indeholder kiselkorn, og det er et karakteristisk træk for de nulevende planter af ingefærfamilien (Zingiberaceae).

Frøet har form som en lille flaske (figur 7). I hulrummet har den levende kim ligget. Kun svage rester af kimen er bevaret. I "halsen" har siddet en prop af et særligt væv, som udstødtes af kimroden ved frøets spiring. Den prop er ofte stadig bevaret i halsen af frøet, som da altså ikke har nået at spire (figur 8).



Figur 7. Længdesnit af frø visende den flaskeformede hulhed, hvori frøet har ligget. I halsen ses rester af "proppen", som kimroden har kunnet udstøde ved spiringen.



Figur 8. "Proppen" fra frøets hals i cirka 120 ganges forstørrelse

Frøene hos ingefærfamiliens planter har oftest en frøkappe. Denne består af et trådet væv, som udgår fra frøets ene ende og omvæver dette. Trådene er tyndvæggede og saftspændte og ofte stærkt farvede og velsmagende, hvor den forekommer hos nulevende planter. Trådvævet tjener til lokkemad for dyr, som kan sprede frøene. Elektronmikroskopiske optagelser viser også spor af dette forgængelige væv på *Spirematospermum*-frø fra Fæsteholt.

I løbet af undersøgelsen opdagedes at denne frugt meget ligner frugten af en nulevende repræsentant for ingefærfamilien (*Cenolophon oxy-mitrum*). Materiale af denne form var fundet af en botaniker, professor Kaj Larsen (Århus), under en rejse i det nordlige Thailand, således at disse to nære slægtninge indenfor ingefærfamilien, som hidtil var adskilt af en aldersforskel på 20 millioner år, nu mødtes på samme arbejdsbord i Århus Universitets Geologiske Institut. Planterne er så nært beslægtede, at *Spirematospermum* egentlig med lidt god vilje kunne kaldes *Cenolophon* (figur 9).

Spirematospermum er den eneste repræsentant for den tropiske og subtropiske flora, som er almindeligt forekommende i Fæsteholts brunkulsfloraen. Enkelte andre planter med slægtskab til tropiske former findes også i brunkulsfloraen, men dog kun i enkelte eksemplarer.

Spirematospermum's tilhørsforhold var længe et problem, men det er løst nu. Tilbage står kun problemet vedrørende dens rolle i vor Tertiære flora. Voksede den her eller er den kommet rejsende langvejs fra, transporteret af den store Tertiære flod, hvis delta udgør en stor del af den Miocene lagserie i Jylland?



Detalje fra boreplads. Skylleprøverne udtages på sigterne i forgrunden af billedet.

I princippet udfører den vagthavende geolog en en-mands undersøgelse af det foreliggende materiale. Lad os som et eksempel følge en typisk arbejdsdag ved en olieboring. Det første man foretager sig, er at op-søge borefirmaets geologer for at høre nyt. Hvilken dybde er man nu nået ned i og hvordan forløber borearbejdet? Har man skiftet boremejsel for nylig, eller skal man snart gøre det? Hvilken formation er man i og hvordan ser bjergarten ud? Man kigger på et par prøver i fællesskab og danner sig en foreløbig mening om tingene. Den vagthavende geolog noterer derpå forskellige data fra de tekniske journaler. Der er for eksempel oplysninger om "lag time" (forsinkelsestid), det vil sige, den tid et bjergartsfragment må forventes at bruge på at nå fra borehullets bund op til jordoverfladen, og "lag distance" (forskellen mellem virkelig og tilsyneladende dybde) altså tykkelsen af den lagserie, som er blevet gennemboret i løbet af den tid, et bjergartsfragment har været undervejs op fra borehullets bund. Disse oplysninger benyttes ved beregningen af den dybde, skylleprøverne i virkeligheden stammer fra, idet prøverne fra borestedet er forsynet med dybdeangivelser, der er for store, nemlig de dybder boret befandt sig i, da prøverne blev udtaget ved jordoverfladen. "Lag time" og "lag distance" angivelserne er ikke sikre værdier, fordi de er beregnet på grundlag af den tid, der går fra man indfører et gas-sporstof i boremud-deret ved jordoverfladen og til man registrerer det på gasdetektoren ved



Mandskabet kommer til boreplatformen med helikopter - eller som her med forsyningsskib - hvorfra de sættes om bord med bådmandsstol. (A.P.Møllers informationstjeneste)



Det er meget vigtigt for borearbejdets gode forløb at værktøjet hele tiden er i allerbedste stand. Her monteres en ny boremejsel (tri-cone bit). (A.P.Møllers informationstjeneste)



Figur 9. Ingefærplanten *Cenolophon oxymitrum* fra Thailand. Formindsket cirka 6 gange. (Botanisk Institut, Århus Universitet)



Figur 10. Rekonstruktion af Ingefærplanten (*Spirematospermum wetzleri*) fra brunkulsaflejringerne ved Fæsteholt.

B. Eske Koch

En million Volt



Een million volt elektronmikroskopet på Metallografiska Institutet i Stockholm er fremstillet af det japanske firma Jeol. Det er 6,6 meter højt. Elektronerne accelereres med 1000000 volt oppe i den store tank, før de skydes ned gennem selve mikroskopet. Overalt hvor elektronerne rammer noget - for eksempel filmen - frembringes en meget hård røntgenstråling, som mikroskopøren beskyttes mod af cirka 15 cm tykke vægge bestående af bly og jern. Som følge af den store hastighed er elektronens masse ifølge relativitetsteorien vokset til 2,9569 gange hvilemassen.

han ikke forstå, hvad han hører og ser på borestedet, og er han ude af stand til at skabe et godt forhold til borefolkene, vil han uvægerligt blive isoleret fagligt og socialt og er dermed ude af stand til at løse sin opgave.

Valget af boremetode indretter sig naturligt nok efter formålet, idet man i princippet vælger den billigste metode, der kan give tilstrækkeligt gode resultater. Vandforsyningsboringer udføres ofte med sandspand, det vil sige et meterlangt, svært stykke stålør, som er ophængt i en stålwire og som forneden er lukket med en klap- eller kugleventil. Sandspanden knuser ved sit fald bjergarterne i borehullets bund, og de løsnede brokker presses gennem bundventilen op i sandspanden. Når den er fyldt, hentes den op til jordoverfladen og tømmes ud af den øvre ende. Også en del boringer med andre formål bliver udført med denne metode, der sædvanligvis giver ret gode, men knuste prøver. Der er en risiko for at sandspanden på vej ned gennem borehullet kan rive brudstykker af bjergarter fra højere niveauer med ned, således at prøverne eventuelt kan være en blanding af materiale fra flere niveauer. Geologerne er opmærksomme på denne mulighed, når de beskriver prøverne. I mange tilfælde forhindrer man, at der kan ske nedfald ved at presse et stort stålør, et forerør, ned i borehullet efterhånden som arbejdet skrider frem. Der er også den mulighed, at man kan tage "intakte" prøver med passende mellemrum, så geologen får nogle faste holdepunkter, når han skal beskrive lagserien. Intakte prøver skaffer man ved at presse eller banke et prøverør ned i de faststående jordlag i borehullets bund. Denne metode benyttes meget ved byggegrundsundersøgelser i lagserier fra Kvartær- eller Tertiærtiden, hvorfra forholdsvis bløde aflejringer af ler, mergel, sand eller dynd er dominerende. Skal man have intakte prøver fra hårdere lag, som kalksten, sandsten eller skifre, er det nødvendigt at benytte kærneborring. Denne metode benyttes jævnligt ved forundersøgellesboringer for broer og tunneler, og også ved boringer efter gas, olie og salt bliver der i et vist omfang taget kærneprøver. Olieboringer udføres ellers hovedsageligt ved skylleborring, en boremetode, ved hvilken der benyttes roterende bor og boremudder, som pumpes ned gennem borerørene og spuler bjergartsspånerne væk fra borehullets bund. Boremuddet vender tilbage til jordoverfladen i hulrummet mellem borehullets væg og borestammen og bringer bjergartsspånerne med op. Når boremuddet kommer op til boretårnet igen, bliver borespånerne siet fra, og boremuddet bliver rensat for urenheder, inden det igen bliver pumpet ned i borehullet. De frasierte bjergartsspåner, "cuttings", udgør sammen med boremudder og eventuelle urenheder de "skylleprøver", som geologerne har til rådighed ved beskrivelsen af lagserien. Teknikken ved planlægningen og udførelsen af olieboringer er iøvrigt omtalt i Varv (1965,4).

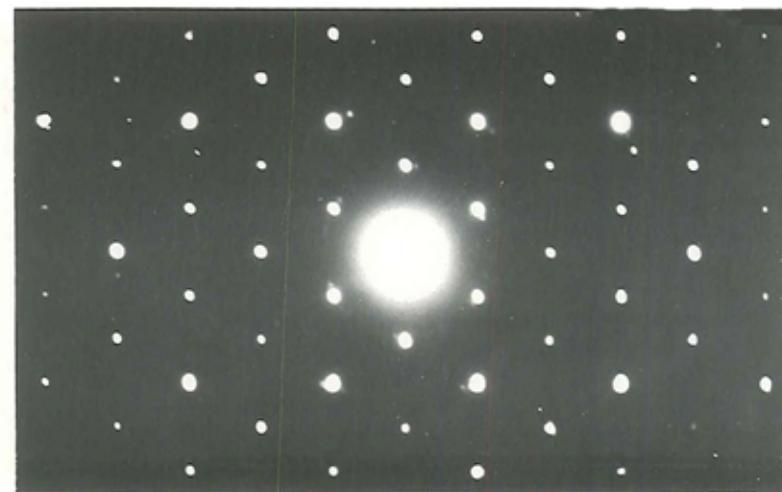
Man kan kun gætte om hvor mange boringer, der hvert år udføres i vort land. Tager man alle kategorier med, løber det måske op i femcifrede tal, men det er langt fra alle boringer, der kommer til geologernes kendskab. Danmarks geologiske Undersøgelse (DGU), der er et videnskabeligt arbejdende institut under Ministeriet for Offentlige Arbejder, modtager hvert år indberetning om cirka 4000 boringer. Heraf er godt 65% vandforsyningsboringer, medens resten er udført med henblik på at belyse jordlagenes tekniske egenskaber, for eksempel deres bæreevne eller deres anvendelighed som råstoffer. Desuden fører DGU, på statens vegne, tilsyn med alle boringer efter gas og olie, såvel på land som på den danske del af kontinentalsokkelen. Endelig må det nævnes, at DGU's egen boresektion til stadighed supplerer geologernes viden ved at udføre boringer med rent videnskabelige formål, blandt andet på steder hvor ingen andre er interesseret i at bore.

Alle disse mange boringer registreres i borearkivet og er til rådighed for alle interesserede, offentlige myndigheder såvel som private. En borings placering er vist med en lille rød plet med vedføjte borearkivnummer på kort i målestoksforholdet 1:20.000, og oplysninger om boringen findes i journalerne under det pågældende nummer. Ved hjælp af disse oplysninger kan man danne sig et ganske godt indtryk af forholdene de fleste steder i landet. Men det er naturligvis ikke helt det samme som selv at være på pletten.

Det sker, at en boring er af så stor interesse, at DGU beslutter sig for at sende geologer til borestedet for at følge arbejdet på nærmeste hold. Den personlige kontakt med borefolkene giver mulighed for at drøfte geologiske og tekniske problemer undervejs og for at få opklaret eventuelle misforståelser eller fejl, som det kan være mere end vanskeligt at få rettet sidenhen.

I tidligere numre af VARV kan man finde eksempler på projekter, hvor DGU har haft geologer på borestedet, blandt andet forundersøgelserne for faste forbindelser over Storebælt (1964,3) og Øresund (1967,2), og for en dansk saltproduktion (1966,4).

Geologens arbejde ved et boretårn omfatter dels en registrering af den tekniske gennemførelse af borearbejdet, dels en første beskrivelse af boreprøverne og videre ekspedition af prøver og data til DGU. Det lyder enkelt, og er det for såvidt også - ihvertfald i teorien, men i praksis har geologen på borestedet som regel hænderne fulde. Går borearbejdet godt, vælter det ind med prøver, der skal beskrives, etiketteres og pakkes - går det derimod dårligt, bliver geologen nemt involveret i borefolkernes drøftelser af problemerne, og så får han travlt med at mobilisere sin viden og fantasi for - om muligt - at bidrage til en klaring af problemerne. Og så af den grund må geologen have et vist kendskab til boreteknik og registrering af boredata. Det er ikke nok, at han kan beskrive prøver. Kan



Perlemor fra *Saghalinites wrighti* (ammonit) fra Agatdalen, Grønland. 1 million volt. 0 x forstørret. Den her undersøgte aragonitkrystal måler 0,001 x 0,001 x 0,0002 mm.

Udviklingen stiller stadig større krav til den geologiske forskning.

Den sidste udfordring er en million volt elektronmikroskopet, som gør det muligt at undersøge præparater på 0,001 mm's tykkelse med en opløsningsevne på 0,0000006 mm = 6 Å.

Elektronmikroskopet giver dels direkte billeder af præparatet (stenen) dels en særlig type billeder - diffraktionsbilleder - som det her vi-
ste. Her er forstørrelsen egentlig nul.

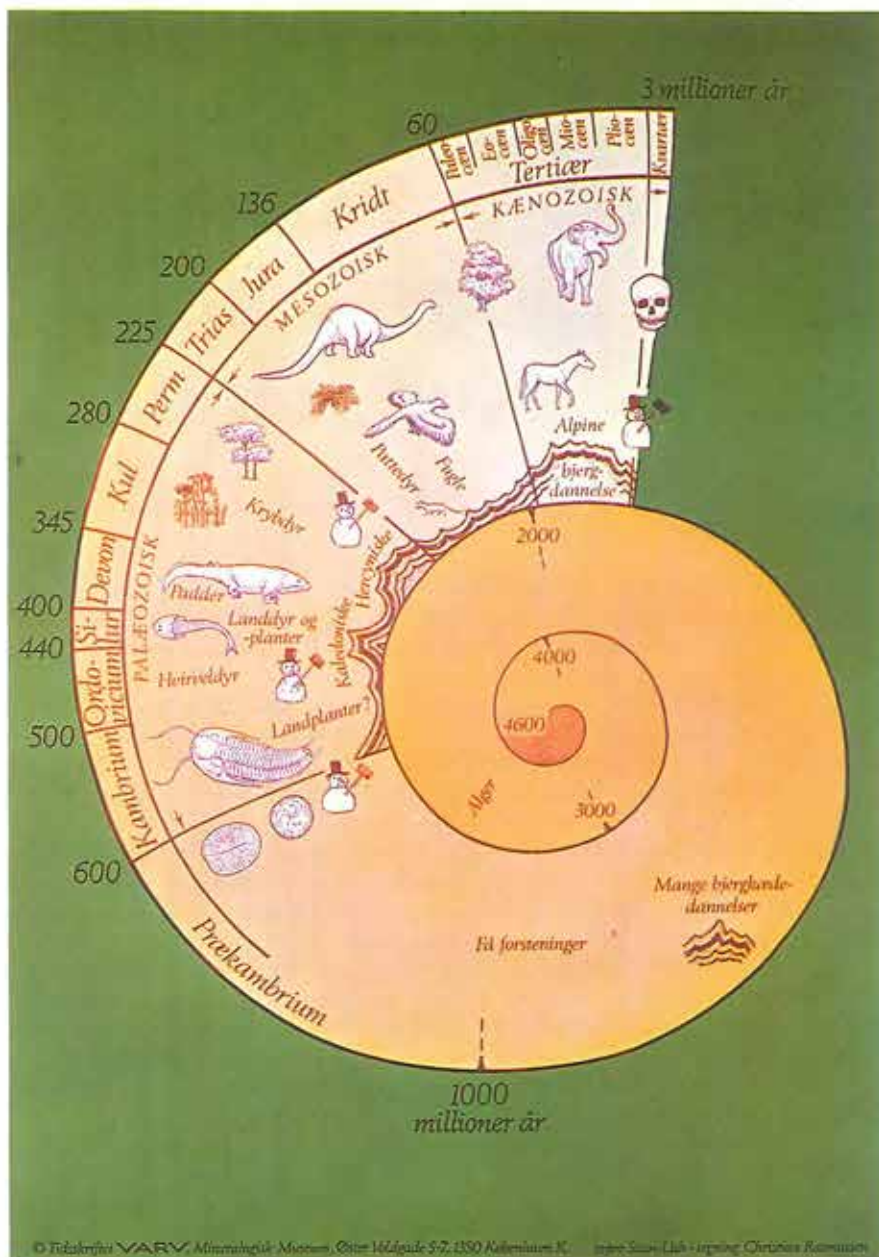
Billedet viser elektronstrålernes afbøjning i en krystals gitter. Elektronerne opfører sig som bølger med en bølgelængde på 0,0087 Å (1 Å = 1 Ångstrøm = 0,0000001 mm) og de adlyder loven for elektromagnetiske bølger (Braggs Lov). Den lyse plet i midten er den uafbøjede stråle, mens de mindre pletter udenom er stråler, der er afbøjede i overensstemmelse med afstanden mellem atomlagene (gitterplanerne i krystallen).

Braggs Lov siger forenklet $d = \frac{a}{\sqrt{h^2 + k^2 + l^2}}$, hvor a er afstanden fra centrum ud til den enkelte lyse plet, og hvor d er afstanden mellem atomlagene (gitterplanerne) i krystallen. De inderste pletter i billedet får således d -værdi på $\frac{45,6 \text{ Å} \times \text{mm}}{11,0 \text{ mm}} = 4,23 \text{ Å}$. Dette svarer til afstanden mellem atomlagene parallelt med prismefladen {110} hos den aragonit - CaCO_3 - der opbygger ammoniternes perlemor.

Varv bringer senere en artikel om millionvolt-undersøgelsen af perlemor.

Vi har ikke et millionvolt-elektronmikroskop her i landet, men er så heldige at kunne leje os ind på svenskernes for kun 200 sv.kr. i timen. Mikroskopet koster cirka 1 million kroner om året i drift og afskrivning.

Harry Michelson



A.P. Møllers informationstjeneste.

Geologen på pletten

af Erik Stenestad

Hensigten med denne artikel er at beskrive et lille hjørne af geologernes vidtstrakte arbejdsområde, nemlig indsamlingen af de geologiske oplysninger ved borearbejde. Det er et vigtigt stykke arbejde, som til tider kan være betydeligt mere interessant og spændende end man måske umiddelbart forestiller sig. Især kan arbejdet ude ved de store boretårne og på boreplatformene i Nordsøen være overordentligt fascinerende. Medens boret trænger 3-4 km ned i undergrunden, gennemrejser geologen de skiftende landskaber fra de sidste 200 - 300 millioner år.

