

GEOLOGI I DANMARK

KØBENHAVNS UNIVERSITET

Geologisk Institut &
Mineralogisk Museum

udstilling
undervisning
samlinger
laboratorier
forskning

GRØNLANDS GEOLOGISKE UNDERSØGELSE (GGU)

kortlægning
mineralske
råstoffer
laboratorier
forskning

DANMARKS TEKNISKE HØJSKOLE

Institut for
teknisk geologi

undervisning
samlinger
laboratorier
forskning

DANMARKS GEOLOGISKE UNDERSØGELSE (DGU)

kortlægning
registrering
af borer
råstoffer
laboratorier
forskning

ÅRHUS UNIVERSITET

Geologisk Institut

undervisning
samlinger
laboratorier
forskning

GEOTEKNISK INSTITUT

konsultation
laboratorier
forskning

DANSK GEOLOGISK FORENING

foredrag
udflugter
tidsskrift

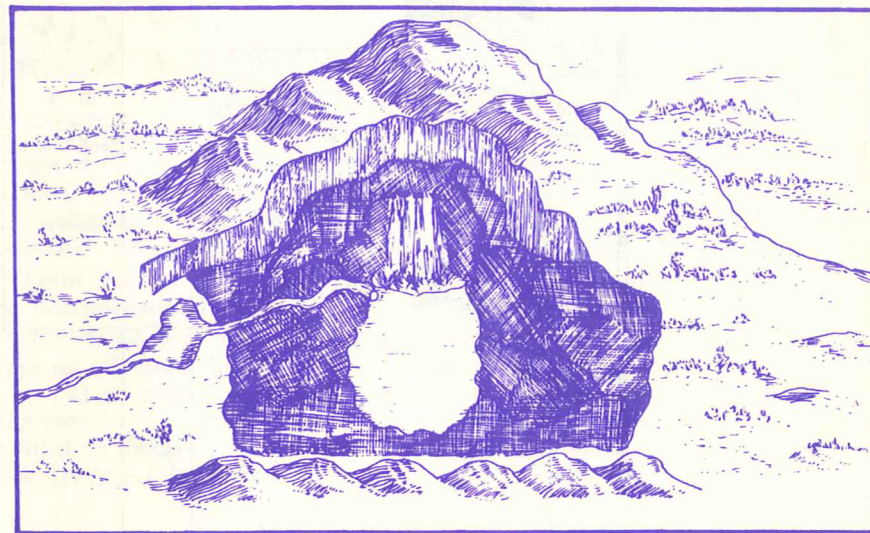
Ovenstående skema kan kun give et meget ufuldstændigt billede af den geologiske aktivitet i Danmark. Fra institutionerne rækker tråde ud til nabovidenskaberne, Atomenergikommissionen, Geodætisk Institut, Ingeniørfirmaer med flere - foruden til offentligheden. De enkelte institutter varetager mange opgaver, men fælles for dem alle er, at forskning indtager en fremtrædende position. Der er tale om forskellige laboratorier i de forskellige institutter, og dermed kommer den samlede forskning til at dække størstedelen af det geologiske fagområde - geologerne vil være rede til at møde morgendagens krav.

Dansk Geologisk Forening - Østervoldgade 7, København K - er for alle interesserede. Medlemmerne kan for årskontingentet (25 kr) overvære foredrag og modtager "Meddelelser fra Dansk Geologisk Forening" - et videnskabeligt tidsskrift, som udkommer 1-2 gange om året.

Ø

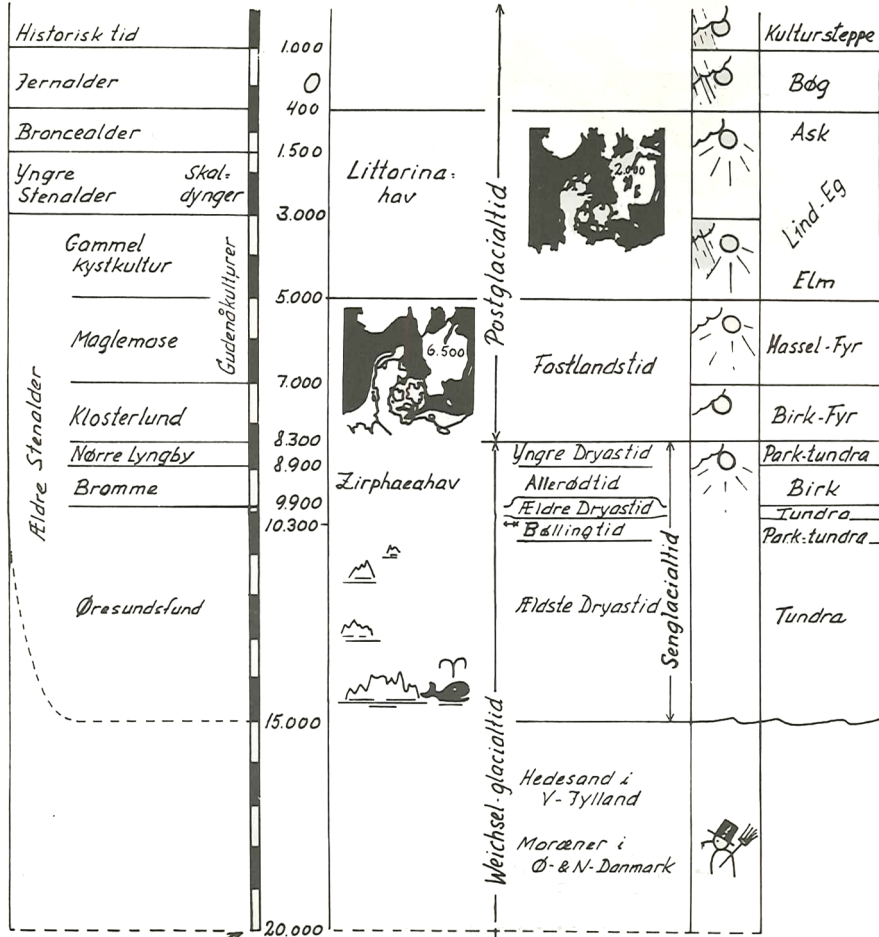
VARV

NR. 3. BLADET MED DE ÆLDSTE NYHEDER 1965



I GAMLE DAGE HAVDE MAN DE SÆRESTE FORESTILLINGER OM, HVAD DER GEMTE SIG UNDER JORDENS OVERFLADE. UD FRA VULKANISMENS OPTRÆDEN ANTOGES DET, AT JORDENS INDERSTE MÅTTE VÆRE FLYDENDE. NÆRMERE JORDENS OVERFLADE FANDTES ET VANDFØRENDE KANALSYSTEM, SOM FORBANDT UNDERJORDISKE SØER OG KOM FREM TIL OVERFLADEN SOM KILDER OG VANDLØB. BILLEDET HEROVER - EFTER ET STIK FRA 1678 - VISER ET SNIT GENNEM ET BJERG. NEDBØREN SAMLES I KANALER, SOM GENNEM STORE VANDFALD FØDER ET UNDERJORDISK BASSIN, HVORFRA VAND KAN LEDES UD TIL SØER O.S.V.

VORE DAGES VIDEN OM UNDERGRUNDEN ER BASERET PÅ EKSakte OPLYSNINGER - DE BEDSTE STAMMENDE FRA BORINGER. EFTER GODT 30 ÅRS BOREAKTIVITET I DANMARK TRÆDER ET RET DETALJERET BILLEDE AF VOR EGEN UNDERGRUND FREM - OG DETTE PRÆSENTERES I EN ARTIKEL SIDE 11.



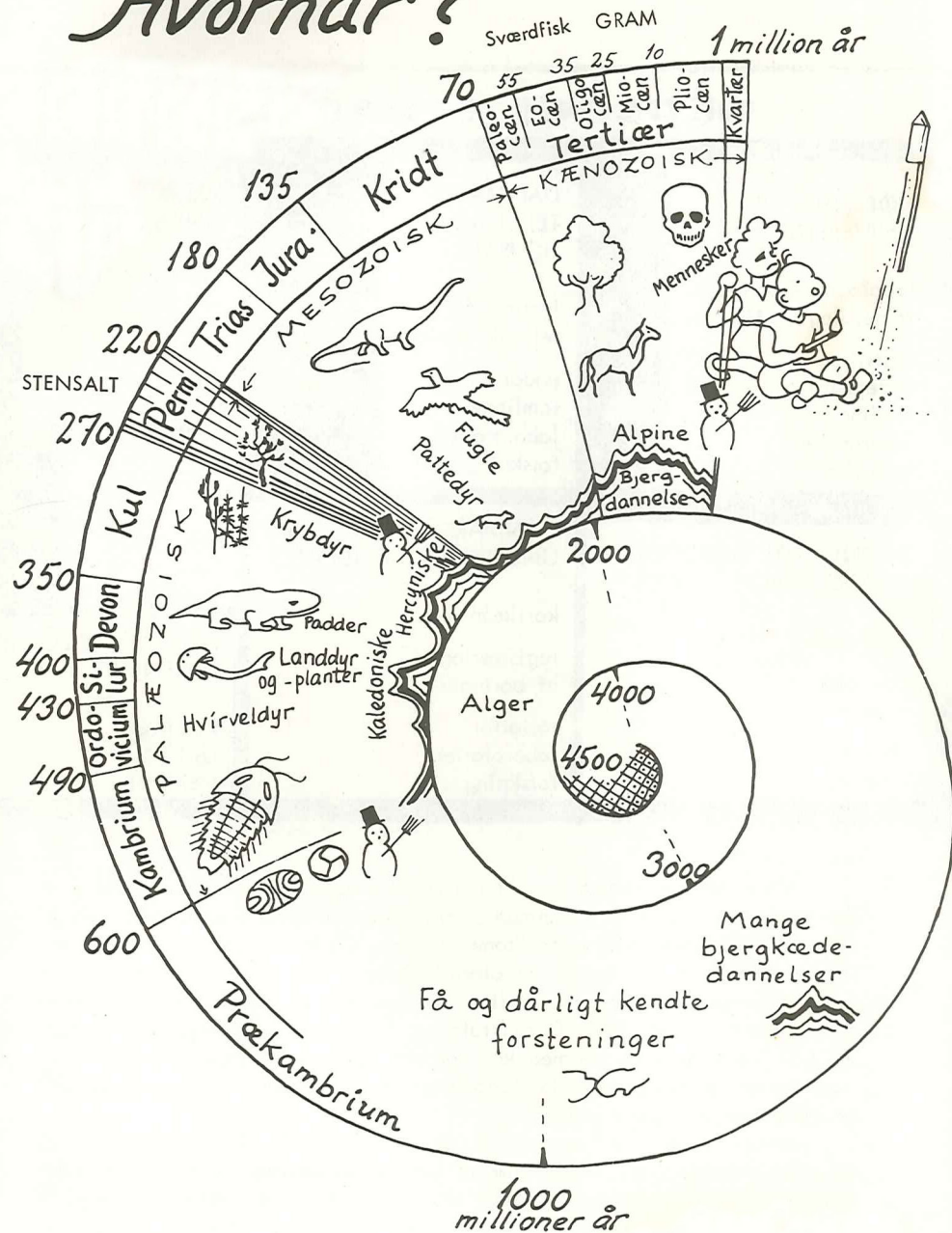
20.000 år

Første spor af mennesker i Danmark	Weichsel-glaciale tid	2 varme perioder + begyndelsen	
	Eem-interglaciale tid	Skærumhede-hav?	
	Soale-glaciale tid	Moræner 2 varme perioder	
	Holstein-interglaciale tid	Holstein-hav Moser	
	Elster-glaciale tid	Moræner 2 varme perioder?	
Ca. 1/2 million år	Cramer-interglaciale tid	Hav? Moser?	
	3 glacieltider - ikke påvist i Danmark		
Ca. 1 million år			



Kvartær-tid

Hvornår?



TIDERNE SKIFTER



PERM. Perioden har navn efter distriktet Perm i Rusland. Den hercyniske foldning foregik endnu i nedre Perm - ledsaget af landhævninger af store dele af Europa, USA og nordlige Asien. Som følge af det høje landskabsrelief aflejredes på land, i søer og floder grove sandsten - ganske som efter den kaledoniske foldning. Ved landhævningen sænkedes grundvandsspejlet, og udtørringen påvirkede på afgørende måde den organiske verden.

Kultidens fugtighedselskende planter og træer gik stærkt tilbage, mens de første nåletræer fik fodfæste. Krybdyrene vandt stor fremgang, da de - som i dag - i deres livscyklus var helt uafhængige af vand. Paddene kan ikke løsrive sig fra vandet - æglægning og larveudvikling foregår her, og den nedrepermiske udtørring bevirkede, at et stort antal paddeformer gik helt til grunde.

I Middelhavs-området og rundt om Stillehavet aflejredes materiale i de havbælter, der senere i den geologiske historie skulle blive udsat for den alpine foldning. Blandt dyrene her bemærkes især brachiopoder (armfodder) og ammoniter.

I øvre Perm skyllede havet adskillige gange ind over de hævede områder, og i kalkserierne findes lag af stensalt og andre typiske inddampningsminerale. Havet er i perioder trængt ind i delvis afspærrede bassiner, og i det tørre varme klima har fordampningen bevirket udfældning af salte i rækkefølge efter deres opløselighed. Gentagelser af saltrækkefølgen viser vandfornyelse ved ny indtrængen af havet.

Aflejringer fra Perm har betydelig økonomisk interesse - dels kan der forekomme værdifulde salte, og dels kan saltlagenes strukturer i helde tilfælde virke som "oliefælder".

Permaflejringer er påvist i mange dybdeboringer i Danmark. Nedre Perm repræsenteres af landaflejringer og vulkanske bjergarter beslægtet med Oslo-områdets samtidige lavaer. Øvre Perm er repræsenteret af havaflejringer med saltlag visende op til 5 inddampningsfølger. (Saltet i Danmarks undergrund vil blive omtalt i næste nummer af Varv).

NP

Sværdfisk, Hajer m. fl.

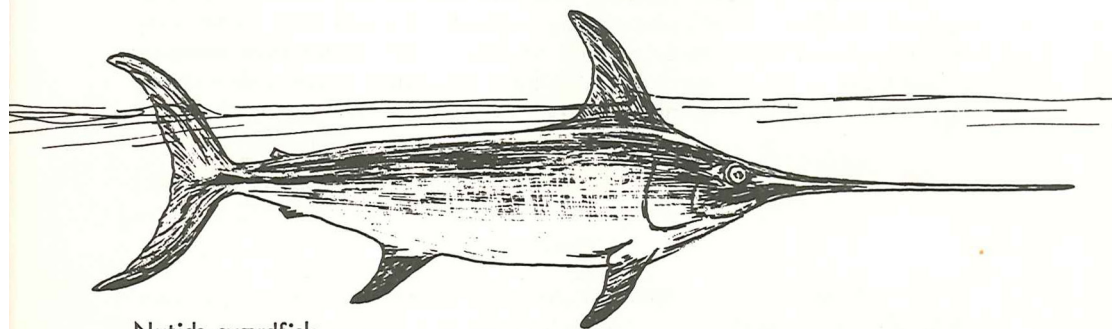
fra 'PLASTISK LER'

af N. Bonde

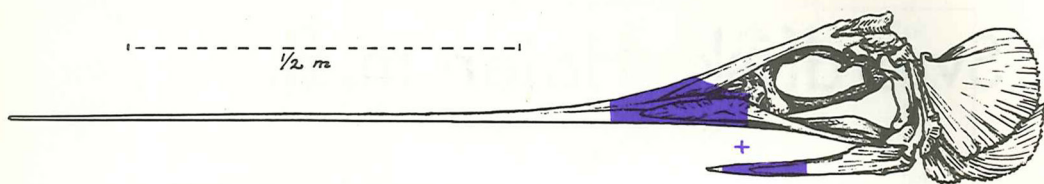
Det nedre-eocæne, fede "Plastiske ler", som bevirker udskridninger i visse af vore klinter, regnes normalt for at være meget fattigt på forsteninger, en opfattelse som måske nu bør revideres.

Der er i løbet af det sidste års tid fundet flere fiskerester i "Plastisk ler" i Lillebælts-klinterne ved Røjle (Fyn) og Trelde Næs (Jylland). "Plastisk ler" er rødt, grønt eller gråligt og indeholder bl.a. hårde, tunge svovlkiskonkretioner (se Varv 1964, 1); også knogler af større fisk er stærkt imprægneret med svovlkis, de er sortgrønne og meget modstandsdygtige og vil kunne findes udskyllet af leret som rullesten på stranden.

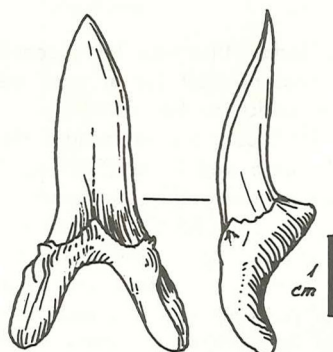
Af fiskerester er der skæl og rester af meget skrøbelige, små, silde-lignende fisk, hajtænder og store hajhvirvler, et kæbestykke af en makrelfisk så stor som en tun, samt hvirvler og dele af sværdet fra store sværdfisk (se Varv 1965, 1).



Nutids-sværdfisk



Kranium af nulevende sværdfisk. Et stykke som det afmærkede er fundet i "Plastisk ler" ved Trelde Næs.



Hajtand fra eocæn.

Foreløbig har vi altså flest rester af de store rovfisk, som har jaget sild, makreller og andre småfisk i den havbugt, der i ældre eocæn for ca. 50 millioner år siden dækkede hele Danmark og dele af Nordtyskland, Holland, Belgien, Nordfrankrig og Sydengland. Fra alle disse steder kendes fiskerester af lignende art som de nævnte - især findes store mængder af hajtænder - og talrige rester af mindre fisk findes i det tildels samtidigt aflejrede moler i Nordjylland (se Varv 1965, 2).

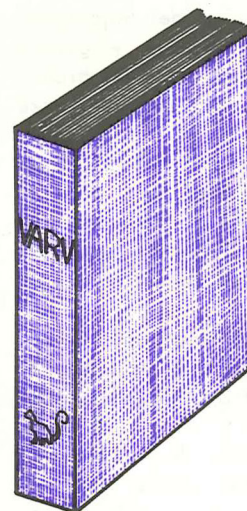
Niels Borde

På Mineralogisk Museum i København modtages meget gerne besked om alle forsteningsfund fra "Plastisk ler".

0154 (Mi) 5001*



interesse for Samlebind ?



VARV sysler med tanken om at fremstille pæne og solide samlebind. Den endelige pris vil afhænge af læsernes interesse - så vi vil anmode interesserede om at skrive til os på et åbent brevkort.

Samlebindet vil blive udført i en svær kvalitet pap, ryg og sider beklædt med hel-lærred i en pæn farve. Bindet kan rumme 4 årgange, og de enkelte numre kan let indsættes og udtages.

Pris ca. 10 - 12 kr.

I næste nummer vil være vedlagt et girokort. Indbetaling gælder samtidig som bestilling af samlebindet.

med venlig hilsen

Redaktionen

VARV

Postadresse: Tidsskriftet VARV, Mineralogisk Museum, Østervoldgade 5-7 København K. (Tlf. *Mi 5001).

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

VARV udkommer fire gange om året. Prisen er 8 kr i abonnement. Abonnement tegnes ved indsendelse af beløbet til VARV, postgiro 68880.

Alle henvendelser vedrørende adresseforandring, fejl ved bladets levering o. lign. bedes rettet til postvæsenet.

Eftertryk af tekst og billeder er kun tilladt med kildeangivelse.

Trykt hos Beck's offset trykkeri.

Rester af benfisk forekommer især i form af forskellige slags øresten (de har siddet i øreregionen og tjent som ligevægtsorganer). De er karakteristiske for hver slags fisk. Fund af hajtænder er ikke så sjældne. På grund af deres størrelse er de blanke, spidse tænder noget af det mere attraktive for en samler. Ellers finder man enkelte ryghvirvler af forskellige fisk.

Omkring århundredskiftet fandtes en del rester af en stor havskildpadder her i Gram. En del af fundet kan ses i Mineralogisk Museum i København, men størstedelen kom til det naturhistoriske museum i Hamburg, hvor de gik til grunde under bombardementerne i sidste verdenskrig. Det drejer sig om rester af skjoldet.

Der er også fundet knogler af sæler. Ryghvirvler af hvaler findes ret ofte, og i 1925 fandtes det meste af skelettet af en stor bardehval (kranium, ryghvirvler og ribben). Hovedet alene målte ca. 1,5 m i længden. Skelettet blev - indstøbt i en træramme - sendt til København, hvor der desværre endnu ikke har været plads til at bearbejde og udstille det.

Det er et ret fuldstændigt billede af dyrelivet i det daværende hav, vi får på grundlag af alle disse forsteninger. Og den, som tager til Gram for at redde sig en samling muslinger, snegle, mosdyr og eventuelt hajtænder, hvalknogler eller andre morsomme ting, kan være sikker på ikke at drage tomhændet hjem. For både den interesserede amatør og enhver, der vil have et indtryk af forholdene i et hav, som for 10-15 millioner år siden dækkede store dele af Danmark er Gram en stor seværdighed - en geologisk oase.

Leif Bank Rasmussen

Lag-serien	
i <u>GRAM</u> <u>TEGLVERKSGRAV</u>	
	Moræne-ler, Saale-glacialtid
	Gram-finsand (gråt, glimmerholdigt og leret), Miocæntid
	Gram-ler (gråt, glimmerholdigt, tidligere kaldt Astarteler), Miocæntid

den er fin med



kompasset

af T. Jørgart

Jordmagnetismen hører traditionelt til det kompleks af store gåder som vedrører universet og Jorden. Man har længe måttet antage, at endnu ubekendte fysiske love var virksomme, men med opbydelsen af al tilgængelig matematik er det lykkedes at finde en rimelig forklaring ud fra det bestående grundlag. Umiddelbart vil det måske virke forbløffende at et så indviklet emne fremlægges her, men det bunder i at den nævnte indviklede matematik til vort formål lader sig omsætte i en simpel regel om magnetiske kraftlinier.

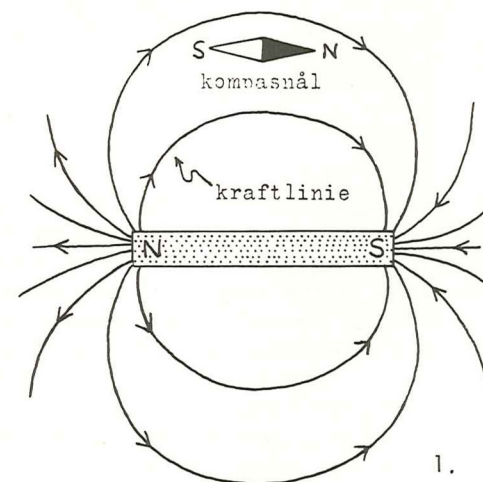
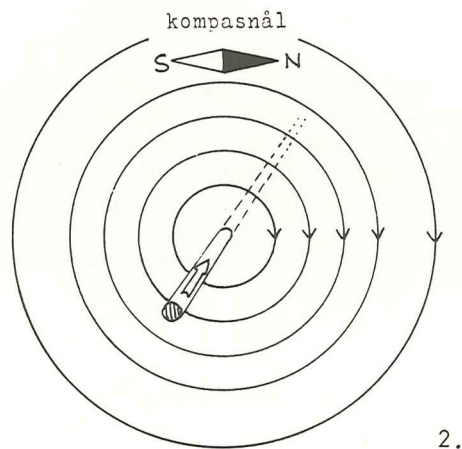


Fig. 1 skal vise hvad magnetiske kraftlinier er. Figuren forestiller en almindelig stangmagnet med en nordpol (N) og en sydpol (S). Linierne der går fra N til S er de omtalte kraftlinier. Det er linier som ikke fin-

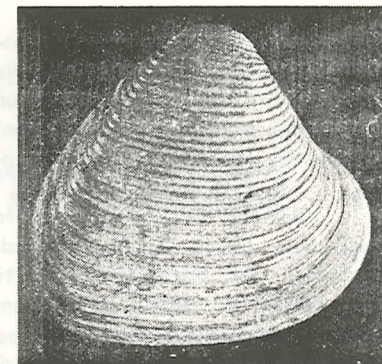
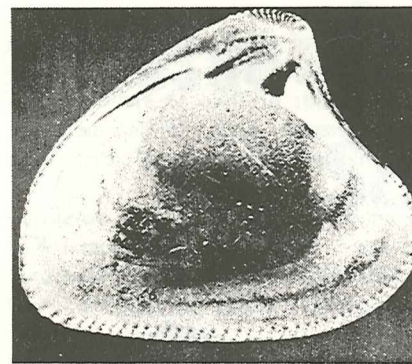
des i virkeligheden, men som tegnes til hjælp for øjet og forståelsen. Hver enkelt linie tegnes, således at en kompasnål anbragt i et punkt på linien stiller sig langs med denne, med nordpolen i pilenes retning. Et sådant område hvori der går magnetiske kraftlinier kaldes et magnetfelt. Kraftliniernes antal og tæthed viser styrken af magnetfeltet - jo stærkere magneten er, jo flere kraftlinier må man tegne for at give det rette billede. Det ses på figur 1, at liniene ligger tættest nær ved polerne svarende til, at magnetfeltet er kraftigst her, hvad enhver kan overbevise sig om med en magnet og et søm.



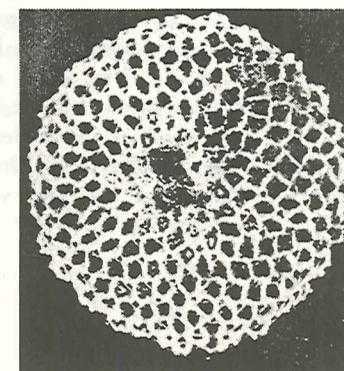
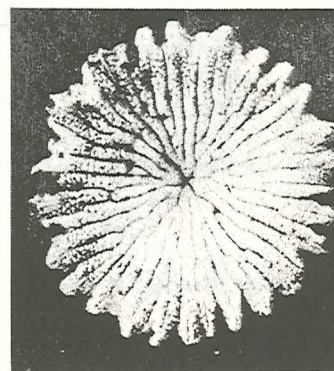
Magnetfelter opstår også rundt om strømførende ledninger. Fig. 2 viser, at magnetfeltet følger uret, når en elektrisk strøm går ind mod papiret.

Særligt interessant er magnetfeltet omkring en strømførende ring - fig. 3 - fordi det ligner jordens magnetfelt. Men denne lighed betyder nu ikke, at Jordens felt netop stammer fra "en strømførende ring". Det må erindres, at kun de dele af magnetfeltet, der ligger over jordoverfladen kan måles direkte. Hvad der er inden i Jorden bliver kun gætteværk.

At det er el-strømme der i sidste ende fremkalder magnetfeltet, tør man nok påstå, men forskellige forhold bevirker, at strømmenes forløb bliver kompliceret. Forståelsen af Jordens magnetfelt lettes dog ved en simpel regel: Har man et kraftlinie-felt i en ledende væske (flydende metal), vil en strømning i væsken bevirke en deformation af feltet som om kraftlinierne var "limet" til væskedelene.



Astarte-muslinger kan man ikke undgå at finde mange af, og dertil kommer en del andre muslinger, og en lang række forskellige smukke snegle.



Af de mindre dyreformer findes mange brudstykker eller hele eksemplarer af små cirkelrunde kolonier af mosdyr (bryozoer). De ligner små afrevne blomster og er svagt skålformede. Oversiden har uregelmæssige linier i et stjernemønster og er dækket af små huller. På undersiden findes talrige små åbninger, i hvilke dyrene har siddet. Disse forsteninger kaldtes tidligere alle for Lunulites - "månesten" -. Nu har nogle af dem fået andre navne.

Hvis man betragter slemme-rester af leret under mikroskop, ser man talrige smukke skaller af mange forskellige slimdyr (foraminiferer) og en del små skaller af muslingekrebs (ostracoder). Man lægger også mærke til de mange rester af søpindsvin, som man ellers aldrig finder hele skaller af i leret.

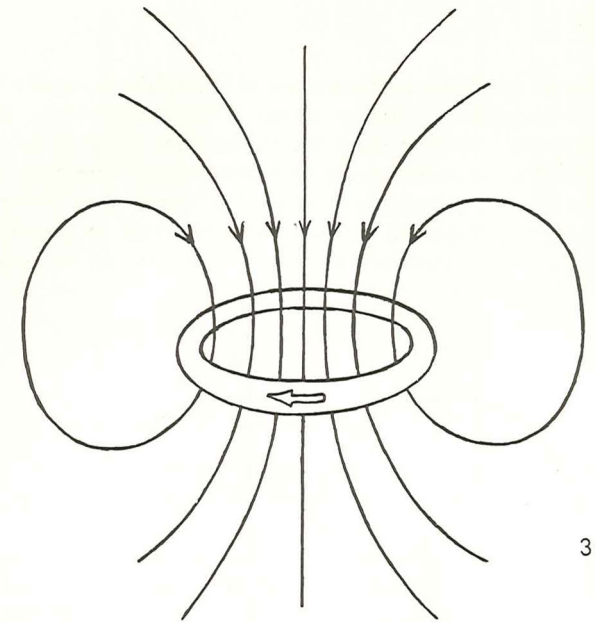


Før vi ser på disse ting, må vi lægge mærke til det mørke, fede ler. Hvis det er fugtigt vejr, stifter man særlig intimt bekendtskab med det, hvis man forsøger at gå i lergraven, da det klæber til fodtøjet. Man vil i løbet af kort tid slæbe rundt med gevaldige lerprøver på støvleme. I fugtig tilstand er det meget mørkegråt, men i tør tilstand er det mere mellemgråt. Brækker man en klump ler, ser man at det indeholder en del ganske små lyse glimmerblade, hvorfor det også kaldes glimmerler, ligesom andre af den yngre tertiærtids lerarter, der dog ofte indeholder langt flere og større glimmerblade. Løjnefaldende er også små nåle eller stængler af svovlskis. Ganske små klumper af dette mineral er talrige i leret, og i røgen fra teglværkets skorsten lugter man tydeligt svovlindholdet. Leret indeholder ingen sandkorn, men slemmer man det i en fin sigte, bliver der utallige små aflange og runde mikroskopiske legemer tilbage. Det er muligvis ekskrementer af orme og andre små havdyr. Små kom af et grønt mineral, der hedder glaukonit, ser man tit i slemmeresterne.

Ofte støder man i leret på store lysebrune ovale klumper. Det er såkaldte "krabbepoller", hvor leret i en vis afstand uden om et krabbeskjold, et sneglehus eller lignende, er blevet så kalkholdigt, at det er blevet til hård sten (kalkkonkretioner). Slår man dem i stykker finder man ofte aftrykket af krabber inden i - deraf navnet.

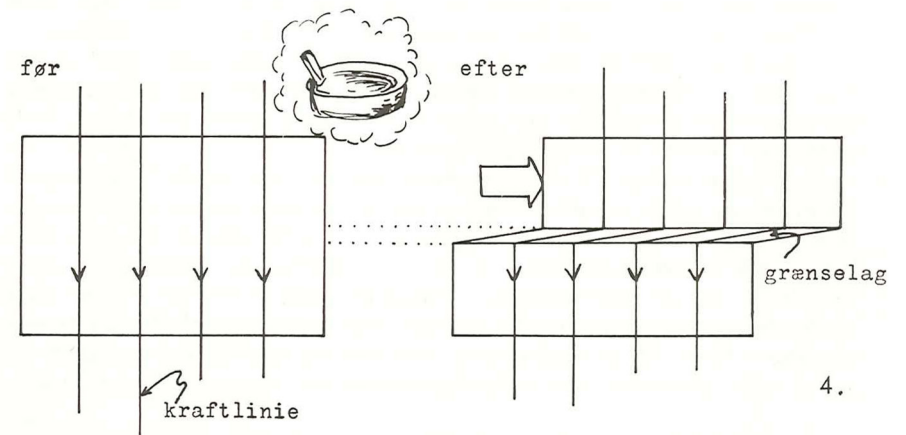
Leret er næppe blevet aflejret på væsentlig dybere vand end omkring 50 m - men det ved man ellers meget lidt om. Havbunden har i hvert tilfælde været blød og var befolket af et rigt dyreliv, hvis rester vel nok er det mest spændende, lergraven har at byde på.

Rundt omkring i leret finder man, selv ved et flygtigt besøg, mange muslinger og snegle af så fremmedartet et udseende, at man hurtigt kan se, at det er helt andre arter, end dem, man i nutiden finder på stranden. Mest almindelig er en ret stor, trekantet musling med fine riller på ydersiden. Den tilhører slægten Astarte og gav tidligere anledning til, at leret kaldtes Astarte ler, fordi dens skaller er så almindelige deri. Nu foretrækker man ofte navnet Gram-ler, da man derved kan fastslå, at man tænker på netop den type ler, som findes i teglværksgraven ved Gram. Den art af Astarte som findes i Gram-leret, både her ved Gram og i samtidige lag andre steder i Jylland, har navn efter lægen i Gram i midten af 1800-tallet, Martin Reimers, så muslingen hedder Astarte reimersi. Læge Reimers gjorde i sin tid geologerne opmærksom på forekomsten ved Gram og samlede selv mange forsteninger i lergravene.



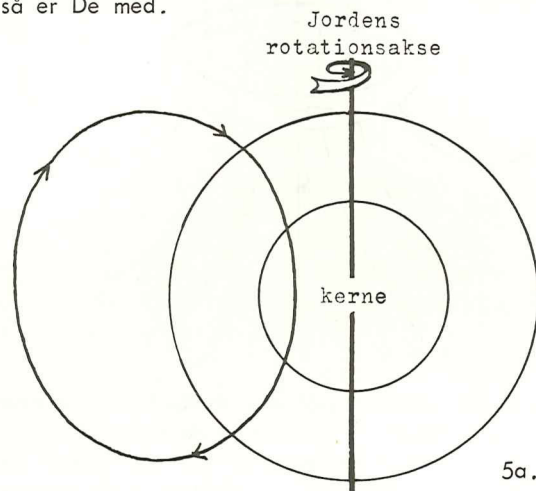
3.

Fig. 4 der kunne være en skål med kviksølv hvis øverste lag sættes i bevægelse, viser princippet. - Det ses af de tætliggende linier i grænselaget, at feltet her er meget stærkere end før. Den energi som feltet har fået, er taget fra væskebevægelsen, hvilket er ensbetydende med at de tætte kraftlinier virker som en elastik, der forsøger at trække den flyttede væskedel tilbage. Det skal påpeges, at springet fra matematikken til tommelfingerregel svarer til en grov forenkling.



4.

En lignende strækning og fortætning af kraftlinier foregår i jordindret, som fra 2900 km's dybde og indefter netop er flydende metal. Man tænker sig, at en opvarmning i Jordens indre får strømninger til at stige opad i den flydende kerne. For balancens skyld må andre væskestrømninger da gå indad. Disse indadgående strømninger kommer fra "egne" med større rotations-hastighed og denne bringer de nu med ind, hvorved Jordens allerinderste accellereres. Prøv at svinge en sten rundt i en snor og lad den vikle sig om armen, så er De med.



Hvad det betyder for kraftlinierne viser figur 5. a: kun en enkelt kraftlinie er vist. b: kraftlinien er trukket ud. c: tænker man sig hele kraftliniefeltet udsat for den behandling forstår man, at linierne vil komme til at ligge meget tæt og beregningerne viser da også, at feltet bliver 25-100 gange stærkere heraf. Denne energi er så til gengæld frataget kernens rotation, idet kraftlinierne holder igen som spændte elastikker. Da dette felt ligger dybt inde i Jorden kan man ikke måle det ved overfladen.

Vi er nu nået så vidt, at vi har fundet en mekanisme, der kan levere magnetfeltet den fornødne energi. Vort næste problem er hvorledes, der bliver lavet et felt, der kan måles - eller med andre ord et felt, hvis kraftlinier stikker ud gennem jordoverfladen.

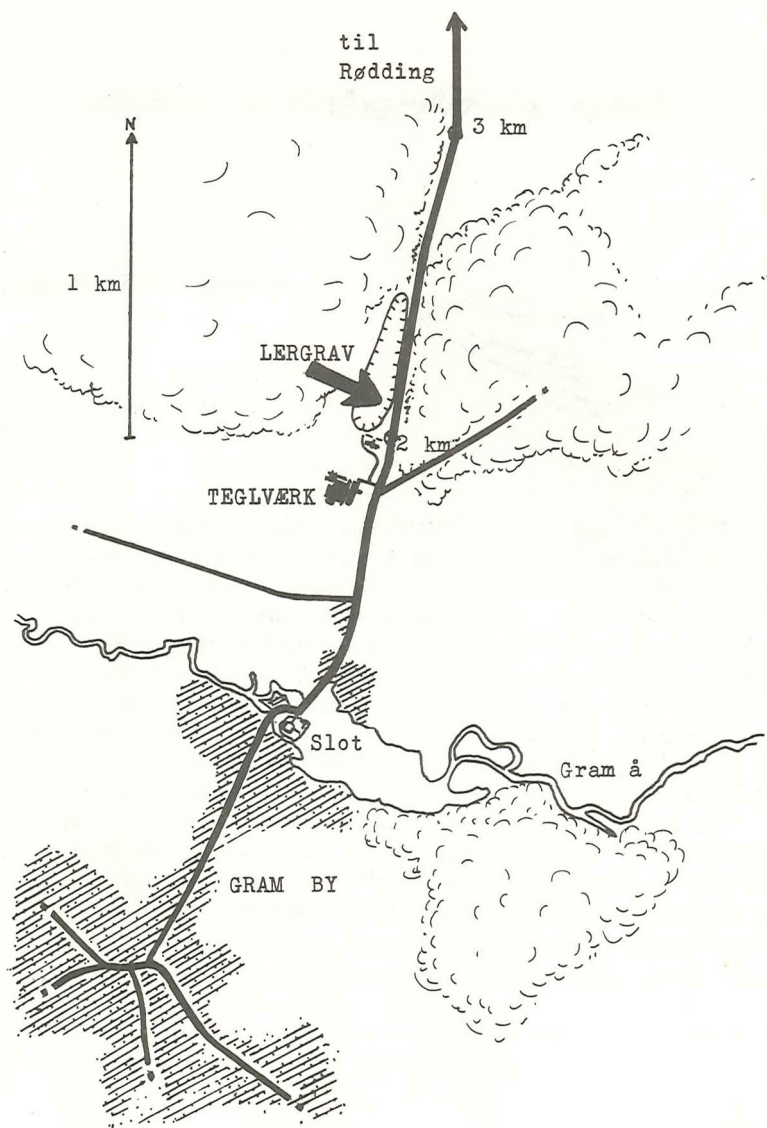
Vi søger tilflugt til de forannævnte op- og nedstigende strømninger i jordindret og vil se på en strømningens opstigning langs jordens omdrejningsakse - mod nordpolen. Man må gå ud fra, at bevægelser fra alle sider inderst inde i Jorden medvirker til at danne denne opstigende gren. Herved vil der ske en højredrejning - følgende jordens rotation - idet disse tilgående strømninger kommer fra områder med større hastighed. Under opstigningen får vi da en væskestrøm, som snor sig opefter mod uret som figur 6 viser (forveksl ikke strømningenslinierne på figuren med kraftlinier).

Leret er nemlig afsat på bunden af et hav, der i tertiærtidens sidste del, i den såkaldte miocæn-tid, dækkede Vest- og Midtjylland, samt den vestlige del af Sønderjylland. Havet var i virkeligheden datidens Vesterhav, og foruden over de nævnte dele af Danmark gik det langt ind over de områder, som nu udgøres af Nordtyskland, Holland og Belgien. Derimod er det ikke sikkert, at det har strakt sig ind over det nuværende Storbritannien. Man mener, at Kanalen ikke eksisterede dengang, og at England var landfast med Frankrig. Vesterhavet var sandsynligvis kun åbent mod nord.

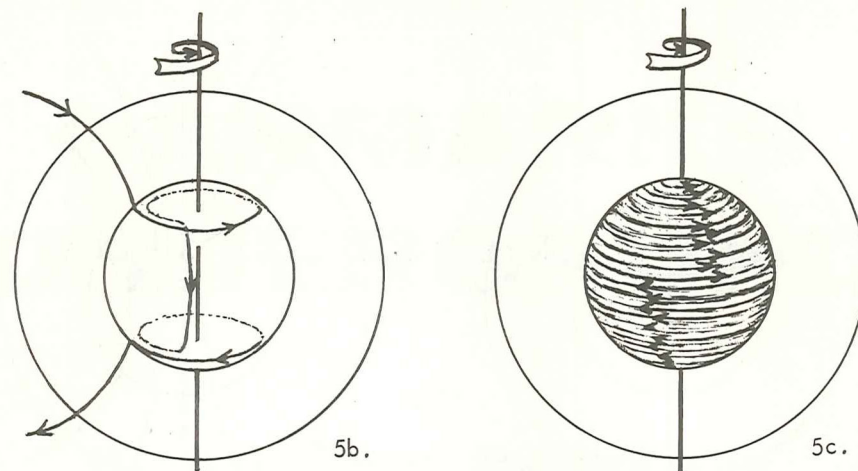
Ind over det vestlige Danmark blev der i dette hav aflejret tykke lag af mørkegråt ler, som senere blev dækket af istidens jordlag, men som mange steder i Jylland når så tæt op mod jordoverfladen, at det kan udnyttes til teglværksbrug. Et af disse steder er egnen nord for Gram, hvor der har været gravet siden 1857. Forekomsten her er blevet klassisk og besøges årligt af mange mennesker, både skoler og interesserede enkeltpersoner. Dette skyldes ikke mindst de mange levninger af muslinger, snegle, mosdyr, fisk og andre havdyr, som findes i leret.



Set mod syd.

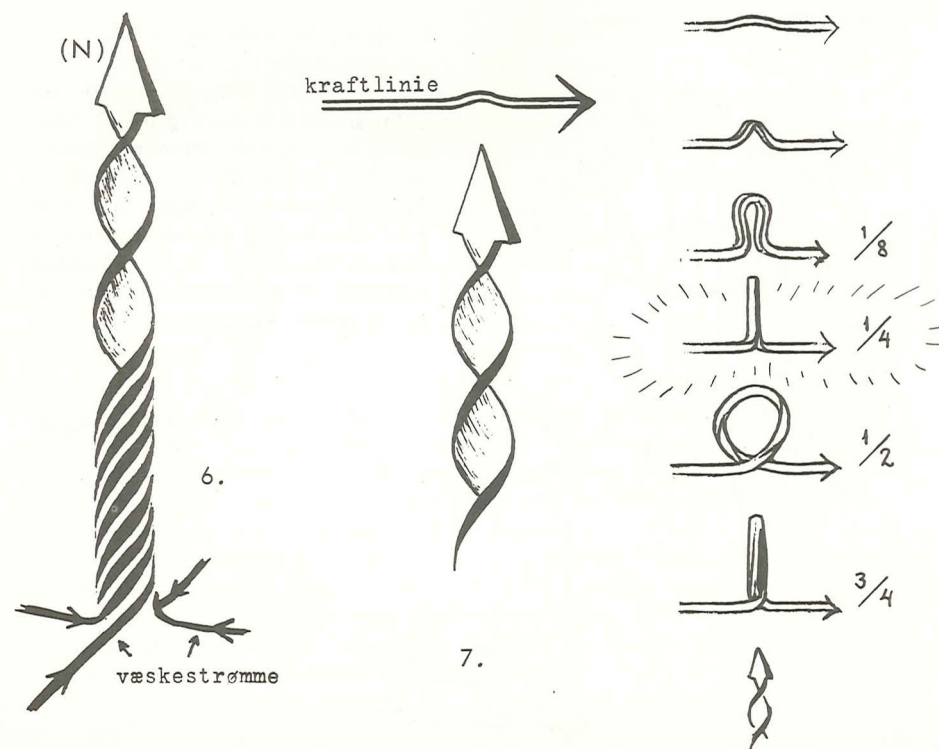


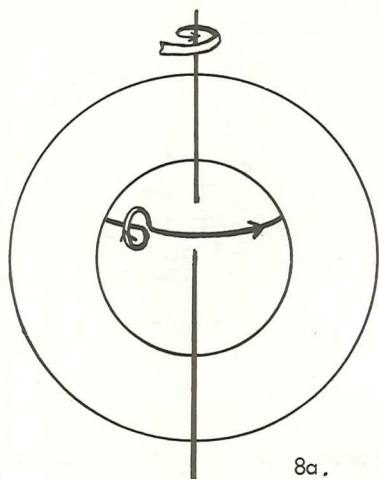
Det er ikke blot disse kendsgeminger, som gør stedet seværdigt. Gram gods har også noget så prosaisk som et teglværk, der ligger i den sydlige udkant af skoven, nord for slottet. Dette teglværk skal have ler, og det får det fra en stor grav nord for bygningerne. I samme øjeblik vi, efter indhentet tilladelse i teglværket, har betragtet denne lergrav står vi på grund fra en af de sidste perioder før istiderne.



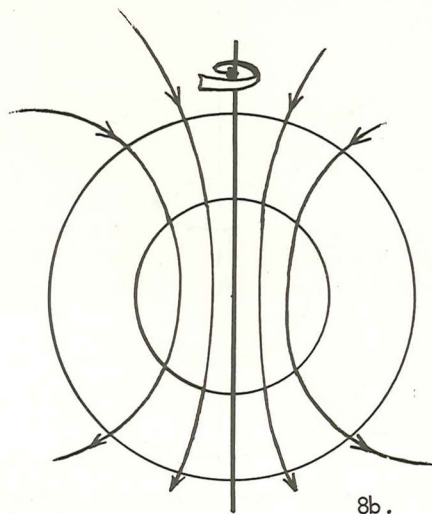
Dette vil være tilfældet for enhver opstigende væskestrøm på den nordlige halvkugle, men virkningen aftager mod ækvator og på den sydlige halvkugle er den lige omvendt.

Og nu er vi næsten ved vejs ende. For disse strømninger er jo helt ideelle som løftestænger for det stærke magnetfelt, der nærmest pakker jordkernen ind (figur 5c). Virkningen på en enkelt kraftlinie ses på figur 7. Her er det vist, hvordan væskestrømmen magter at vride en kraftlinie.



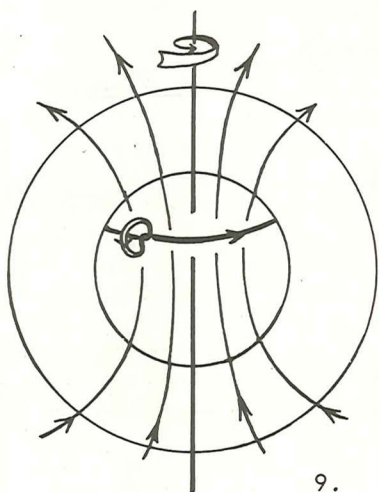


8a.



8b.

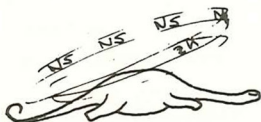
Figur 8a viser den forvredne kraftlinie på dens plads i Jorden. Mange linier af den slags må opstå og de vil tilsammen give Jorden et magnetfelt som figur 8b - bemærk ligheden med magnetfeltet figur 3. - Her er det forudsat, at snoningen af det stærke felt ikke har været for langt fra $1/4$ omgang. Men hvad hvis den har? Det må vel kunne forekomme, at kraftlinierne snos mere.



9.

På figur 9 ser man, at kraftliniens retning ved $3/4$ snoning bliver modsat d.v.s. syd bliver nord og omvendt. - Og det er der i øvrigt heller ikke noget i vejen for. Meget tyder nemlig på, at magnetfeltets retning skifter med mellemrum på nogle få millioner år. Men det er en anden historie.

I jørgen



Den geologiske oase



ved **GRAM**

af L. Banke Rasmussen.

En tysk geolog kaldte i 1840'erne Gram i Sønderjylland for en oase midt i en ufrugtbar egn, og sandt er det, at det er venligere omgivelser, som møder en, når man fra næsten alle verdenshjørner nærmer sig skovene og engene ved Gram. Mest slående er landskabets forandringer, når man kommer fra vest og har passeret de gamle sandede flodsletter, som smeltet vandet dannede, da isen smeltede bort under den sidste istid. Både her og på de svagt kuperede bakker, som stammer fra en ældre istid, er terrænet skovløst og bart. Hist og her, som ved Spandet sydøst for Ribe, findes rester af forblæst egekrat, men det er først ved Gram, - midt inde i Sønderjylland, - at bøgeskovenes lyse og venlige masser kommer en imøde.

Og ved Gram å (eller Fladså, som den også kaldes), der strømmer forbi Gram ved slottet (bygget dels i slutningen af middelalder, dels i 1670'erne og i slutningen af 1700 tallet) ligger grønne enge og mølledamme, mod syd begrænset af en pragtfuld slotspark. Det føles virkelig, som er man kommet til en oase.



Også forskydninger af jordlagene langs brudlinier er foregået i løbet af tertiær-perioden. På undergrundskortet ser man således, at lag fra eocæn støder direkte op til skrivekridtet på Lolland og Falster. I borerer er der her påvist en lodret forskydning på omkring 200 m i lagserien. Mange andre forskydninger skjuler sig uden tvivl under istidens jordlag. Kun på Bomholm findes så mange blotninger af undergrunden at man kan se, hvorledes lagserien er gennemskåret af talrige forskydninger.

Den lagserie på flere kilometers tykkelse, som siden perm-perioden er lagt oven på saltaflejringerne, udfører et vældigt tryk, og da saltet har ringe stivhed, er det blevet forskudt og koncentreret i buler, hvor trykket var mindst. Her er det lette salt presset i vejret. De omliggende lag er blevet gennemsat af revner og forskydninger og er mange steder blevet stejlt stillet. På undergrundskortet ses de oppressede lag over saltmasse omgivet af yngre lag. Denne oppresning er antagelig sket gradvis gennem lang tid, men det er dog sandsynligt, at den var særlig kraftig i tertiær-perioden, da de overliggende lag havde nået betydelig tykkelse, og bevægelser i Jordskorpen samtidig med Alpemes foldning har kunnet fremskynde oppresningen. Det viser sig da også, at de yngste lag, som man kan se er oppresset omkring saltmasserne stammer fra eocæn. De ændringer af lagstillingen, som kan findes hvor undergrunden indeholder lag af salt, har stor interesse ved eftersøgning af olie, idet olien på grund af sin ringe vægt er tilbøjelig til at sive op efter og kan koncentreres hvor porøse, hældende lag dækkes af ugennemtrængelige lag.

Endnu er der langt mellem de borerer og blotninger, som kan give et indblik i Danmarks undergrund. Det gælder navnlig de dybest liggende lag. Det er derfor også kun hovedtrækkene, man foreløbig kender. Efterhånden som nye borerer bliver udført og prøverne bliver undersøgt, vil nye detaljer blive afsløret. Hver ny dybdeboring bliver derfor også fulgt af geologerne med den største spænding og forventning.



DANMARKS UNDERGRUND

af

H. Wienberg Rasmussen
tegninger: Chr. Rasmussen

Gengivelse af tegningerne er kun tilladt
efter aftale med forfatter og tegner.

Det yngste afsnit af Jordens historie betegnes kvartær-perioden. Den har været omkring 1 million år, og i løbet af den tid er Danmark 3 gange blevet dækket af indlandsis, som fra Skandinaviens fjelde bredte sig ud over store dele af Nordeuropa. Indlandsisen har afhøvlet landoverfladen og efterladt et dække af løse jordarter, som er aflejret af isen og smeltvandsfloderne. De ældre lag, som ligger under dette dække af kvartær-periodens jordlag betegnes undergrunden.

De kvartære jordlags tykkelse varierer fra sted til sted. Den kan nå op mod 250 m, men er de fleste steder mindre end 50 m. Kun ganske få steder mangler kvartære lag helt. Lag fra undergrunden er hist og her blotet i kystklinter og langs vandløb og er tilgængelige i kalkbrud, mange lergrave og andre udgravninger. De kendes tillige fra talrige borerer efter vand og fra de dybe borerer, som hovedsagelig i årene 1947-1959 blev udført for at undersøge mulighederne for olieforekomster i undergrunden.

Den lagserie, som udgør undergrunden, er dannet i løbet af Jordens historie fra de ældste tider indtil kvartær-periodens begyndelse. Lige som man kan inddеле kulturens historie i afsnit som oldtid, middelalder og nyere tid, med talrige underafsnit, kan Jordens lange historie deles i urtid (prækambrium), oldtid (palæozoisk tid), middelalder (mesozoisk tid) og nyere tid (kænozoisk tid), og hver af disse deles i afsnit, som betegnes jordperioder. Jordlagene er aflejret oven på hinanden, så de ældste lag ligger nederst og de yngste lag ligger øverst. I skemaet er periodernes navne angivet i samme orden.

Da indlandsisen i kvartær-perioden bredte sig ud over Danmark, har den de fleste steder høvlet de øverste lag af undergrunden bort. De steder, hvor lagene lå højt, har isen fjernet mest, og det er derfor ikke overalt de samme lag, som danner toppen i den del af undergrundens lagserie, som er bevaret under de kvartære jordarter.

På grundlag af iagttagelser af undergrundens lag i blotninger og boringer er fremstillet et undergrundskort, som viser, hvilke lag der findes umiddelbart under det kvartære dække. Undergrundskortet er således ikke et udtryk for de enkelte lags fulde udbredelse i undergrunden, men viser kun det snit, som isen har skåret gennem lagserien.

De ældste bjergarter i Danmark stammer fra Jordens urtid og har en alder af omkring 1.500 millioner år. Det er granit, gnejs og lignende bjergarter, som findes på Bornholm, og som i øvrigt udgør undergrunden i størstedelen af Sydnorge, Sverige og Finland. Undersøgelser af disse bjergarter og sammenligning med tilsvarende bjergarter i gamle bjergkæder viser, at granitten og gnejsen er dannet ved stort tryk og høj temperatur adskillige kilometer under Jordens overflade og har udgjort de dybeste dele af store foldebjerger. Efterhånden som bjergene smuldrede bort blev de dybere liggende dele hævet op mod overfladen, og efter at omkring en milliard år var forløbet, altså ved slutningen af urtiden for ca. 600 millioner år siden, lå granit og gnejs nær overfladen, kun dækket af rester af smuldringsmateriale, som vi nu finder i form af den rødlige Nekst-sandsten på Bornholm.

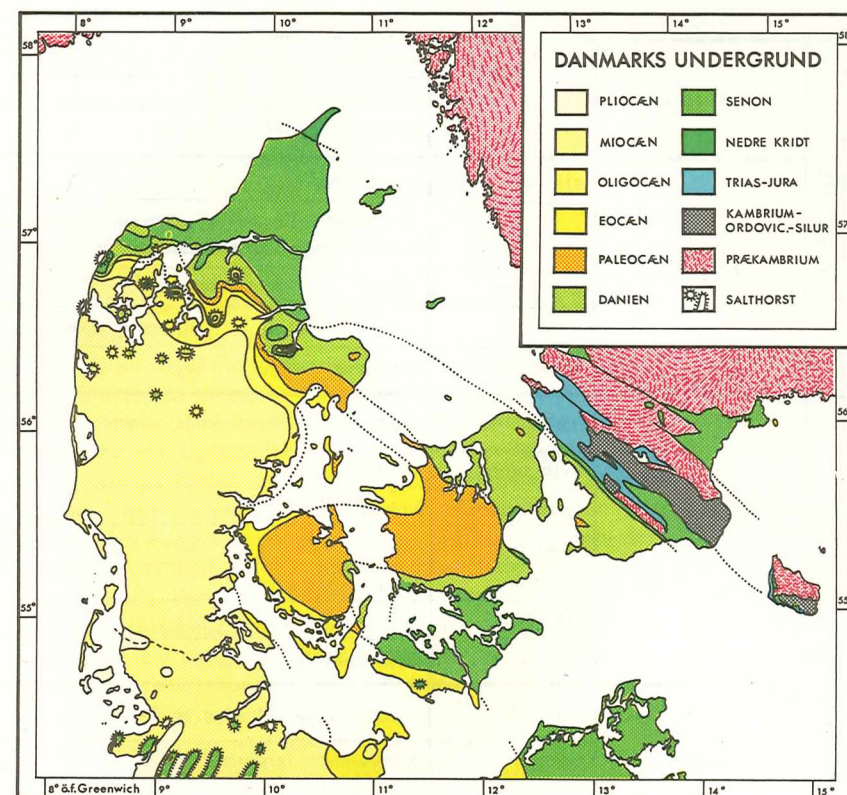
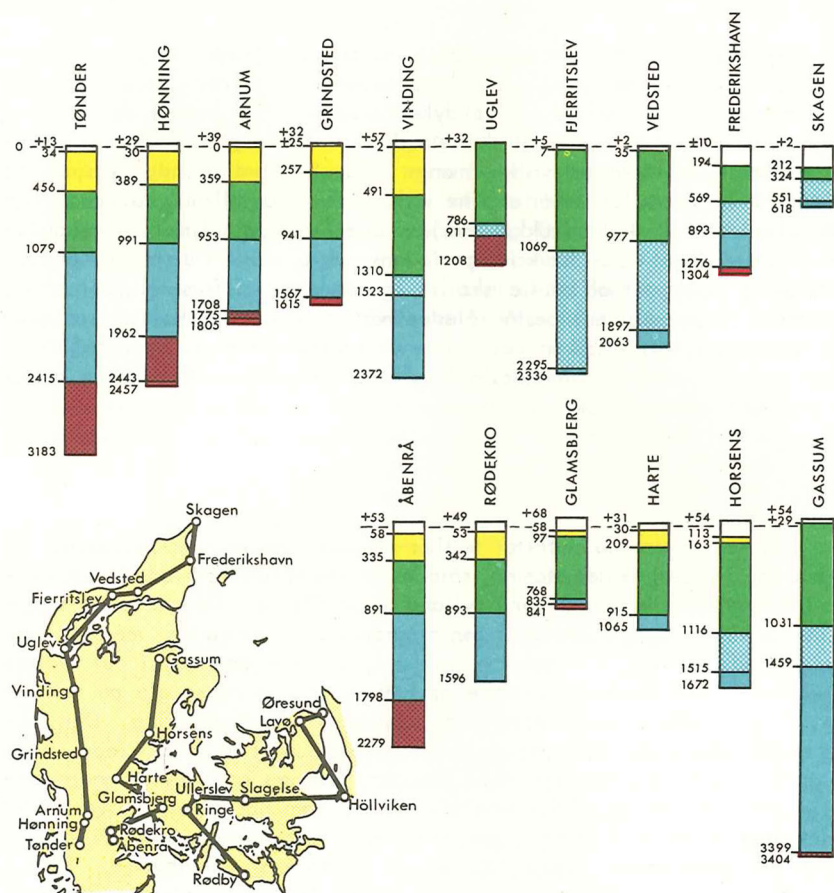
De lag, som efter urtiden er aflejret i Danmark er praktisk talt alle aflejret i havet. På landjorden nedbrydes bjergarterne af sol og vind, frøst og vandløb. Smuldringsmaterialet føres af sted med floderne for før eller siden at ende i havet, hvor de de fleste steder er bevaret i fred lige siden. I lagene findes ofte rester af forstenede dyr og i enkelte tilfælde forstenede planter. Det er forskellige arter af planter og dyr, man finder i de forskellige lag. Takket være livets rige variation og udvikling gennem tiderne er forsteningerne blevet det vigtigste middel til at genkende aflejringer fra de enkelte jordperioder og mindre tidsafsnit.

Ved begyndelsen af Jordens oldtid skyllede havet ind over Sjælland, Bornholm og en stor del af den skandinaviske halvø. Lagserien fra den første jordperiode, kambrium, begynder med sandede kystaflejringer, som vi nu finder bevaret på Bornholm som hvidlig kvartsitisk sandsten og grønlig, leret sandsten. I kvartsiten er enkelte steder fundet karakteristiske græsgange efter orme i havbunden, og i grønsandstenen findes små, kræmmerhusformede huse af uddøde dyr. Derefter fulgte lag af ler, som blev aflejret i stillestående, iltfattigt vand. De dyr, som døde i vandet, gav vandet og bundens lerslam et stinkende indhold af stoffer fra forrådnelsen. Disse lag ses nu som sort skifer, der indeholder så meget organisk stof, at de kan brænde. I tidligere tid har man, navnlig i Sverige, brændt sådanne

land og Midtjylland er ferskvandslagene dominerende mens havaflejringerne dominerer mod vest. Kystens beliggenhed i Jylland har vekslet frem og tilbage i løbet af miocæn. I havaflejringerne er snegle og muslinger hyppige, mens man enkelte steder i ferskvandslag af ler og brunkul finder rester af kæmpefyr og andre træer. Brunkullene benyttes i rig udstrækning som brændsel især ved el-værker i Jylland, mens ler fra oligocæn og miocæn benyttes til teglsten. Den øverste etage i den tertiære lagserie, pliocæn, er kun få steder bevaret og omfatter sandede kystaflejringer i Sønderjylland og muligvis flodaflejringer af sand andre steder i Jylland.

Ser man nu på lagenes udbredelse på undergrundskortet, så finder man de ældste lag mod øst, hvor granit, gnejs og lag fra den ældste del af Jordens oldtid er blottet mange steder på Bornholm - ligesom i Skåne. Længere vestpå fortsætter disse lag på større dybde og dækkes af yngre lag. Lagene hælder dog ikke jævnt som en flade, men danner de to bassiner, som er omtalt foran. Kun ved det danske bassins nordrand i Vendsyssel og på den fynsk-jyske ryg, som adskiller de to bassiner, er boringer nået ned i urtidens gnejs. I det gennemskårne blokdiagram (side 16-17) er lagenes forløb i større dybde angivet på grundlag af dybdeboringer. Man ser, at de enkelte perioders aflejringer har størst tykkelse midt i bassinerne og tynder ud henimod randen. Ved den fortsatte nedsynkning har lagene efterhånden fået et bølget forløb, som er mest udpræget for de ældre lags vedkommende, idet disse lag har været udsat for den mest langvarige nedsynkning, mens de tertiære lag kun har deltaget i nedsynkningen i de få millioner år, som er forløbet siden disse lag blev dannet.

Ved isens afhøvling af undergrunden er skåret et forholdsvis jævnt og fladt snit gennem lagserien. På undergrundskortet viser lagenes hældende og bølgede struktur sig ved et slynget forløb af de enkelte perioders aflejringer, og lige som i de lodrette snit er det også på kortet de ældste lag, som har det mest slyngede forløb. Særlig tydelig er forskellen mellem forløbet af de eocæne lags nedre og øvre grænse. Der må således være sket en kraftig nedsynkning i løbet af den eocæne tid. Også andre steder i verden foregik omkring denne tid betydelige ændringer i jordlagenes beliggenhed. Først og fremmest må her nævnes kulminationen af Alpernes, Himalayas og andre store bjergkæders foldning. Disse bjergkæder udgør i nutiden Jordens højeste områder, og deres dannelse har lige som andre store foldninger været ledsaget af en sænkning af havet. Det er derfor, at Europa i dag fremtræder som et stort, sammenhængende fastland - skønt opbygget af havaflejringer.



skifre for at udvinde alun af asken. Derfor kaldes skiferen også alunskifer. Foruden skifer indgår enkelte lag og klumper af kalksten i lagserien. I lagene findes en del forsteninger, navnlig trilobiter, som er en uddød gruppe af leddyr, der i det ydre kan minde om krebsdyr.

I lagserien fra de to efterfølgende perioder, ordovicium og silur, veksler skifre og grå kalksten. I disse lag findes andre arter af trilobiter, men i skiferen findes tillige mange forsteninger af en anden uddød dyregruppe, graptoliterne. I enkelte lag veksler skiferen med gråt ler, som er dannet ved forvitring af asken fra vulkanske udbrud.

LAGSERIEN I DANMARK

Mill.år	Perioder	Etagér	Formationer
1 			

tigt, og aflejringen af kalk blev dominerende. Den nederste del af kridt-periodens lag af sand, ler, mergel og kalksten er blottet flere steder på Bornholm og kendes tillige fra de dybe borer i den øvrige del af landet. De øverste lag består af skrivekridt og kalksten, som ikke er bevaret på Bornholm, men er synlige mange steder i Nordjylland, Sydsjælland og Møn. Skrivekridtet består af fine kalkpartikler udskilt af havvandet og mikroskopiske kalkplader (kokkolither) fra encellede organismer, som har levet i havet. Kalkstenen fra kridt-periodens sidste afsnit (danien) er hovedsagelig opbygget af knuste skaller og skeletter af forskellige havdyr. Limstenen (bryozokalken) består således mest af itubrudte skeletter af mosdyr (bryozoa), mens kalken ved Fakse er en koral-banke, og den finkornede kalksten, som er almindelig i Jylland og omkring København består af små kalk-korn og kokkolither.

Jordens nyere tid omfatter tertiær-perioden og kvartær-perioden. De yngste lag i undergrunden stammer således fra tertiær-perioden. De kendes fra blotninger mange steder i Jylland og på Føme. Den nederste etage af den tertiære lagserie består af den grågrønne paleocæne mergel, som kan ses ved Lellinge, i Nordvest-Sjælland, ved Kerteminde, i det sydlige Djursland og ved Randers. Enkelte af lagene er rige på snegle og muslinger. Nogle steder graves mergelen og udnyttes til jordforbedring. Den næste etage eocæn, omfatter mo-leret på Mors og Fur og det fede, røde og grå plastiske ler, som ses ved Lillebælt, Refsnæs og enkelte andre steder. Mo-leret består af ler med kiselalger, som har levet i havet. Det indeholder forsteninger af fisk, søstjerner og andre havdyr, men tillige insekter og landplanter, som er drevet ud fra en kyst i nærheden. Både i mo-leret og i den nederste del af det plastiske ler findes omkring 200 tyn-
de, sorte lag af vulkansk aske. Undersøgelser af askens komstørrelse og udbredelse tyder på, at den stammer fra meget store vulkanudbrud nord for Danmark, måske i det sydligste Norge. Meget af asken er faldet på land og er ved forvitringen omdannet til ler, som floderne har ført ud i havet og aflejret som det plastiske ler. Der er kun fundet få forsteninger, blandt andet krabber, i det plastiske ler ved Lillebælt. Oligocæn-etagen omfatter ligeledes overvejende lerede havaflejringer. De kendes fra Salling og Østjylland, men mangler i Sønderjylland. I det nordligste Jylland og på Føerne ligger det snit, som istidens indlandsis har skåret gennem lagserien for dybt til at vi kan vide, om lag fra denne og de følgende etager har været aflejret. Ved Middelfart er oligocæne lag til stede som rustbrun jern-sandsten med aftryk af talrige muslinger og snegle. Fra miocæn-etagen findes i Jylland både havaflejringer af glimmerler og glimmersand og ferskvandsaflejringer af glimmerler, glimmersand og brunkul. I Østjyl-

835 m og ved Frederikshavn i en dybde af knap 1300 m. Hvor lagserien er tykkest er den ikke gennemboret, men anslås til mindst 4500 m. En ned-synkning på mellem 3 og 4 km i løbet af 250 millioner år svarer til gennemsnitlig lidt over 1/100 mm årligt.

Allerede fra begyndelsen af perm findes i bassinerne sammenskyllede lag af rødligt eller brunligt sand og ler aflejret af vandløb, og i øvre-perm trængte havet ind i bassinerne i Tyskland og Danmark. Klimaet var dengang ørkenagtigt - varmt og tørt - i Nordeuropa. Det fremgår af, at der næsten ikke findes lag af sand og ler, som ellers plejer at blive ført med floder ud i havet. Men selve havvandet indeholder forskellige opløste salte. Det vand, som fordampede fra overfladen af de lave bassiner, blev erstattet af nyt havvand, som lejlighedsvis trængte ind over lave tærskler fra oceanet. Indholdet af opløste stoffer blev derved gradvist forøget og og koncentreret og begyndte at udskilles på havbunden som kalksten, anhydrit (vandfri gips), stensalt og til sidst eventuelt de lettest opløselige kalisalte. Man finder i Danmarks og Tysklands undergrund betydelige lag af salt fra perm-perioden, som til sidst fyldte de lave bassiner.

I begyndelsen af Jordens middelalder, perioderne trias og jura, gennedannedes bassinerne ved den fortsatte nedsynkning, og der aflejredes hovedsageligt ler og sand. Det er dels ferskvandsaflejringer, dels havaflejringer, afhængig af om aflejringen holdt trit med bassinernes nedsynkning. I trias dannedes hovedsagelig ferskvandslag af sandsten og lersten med røde og brune farver. Klimaet var fortsat varmt og tørt, og der indgik enkelte lag af kalk, anhydrit og stensalt, som er udskilt af havvand, der lejlighedsvis trængte ind over de laveste områder. De røde lerlag fra sidste del af trias findes også i et lille område ved Bornholms sydkyst. Før slutningen af trias trængte havet ind i det danske bassin, hvor der dannedes skifre og sandsten med muslinger, ammoniter, rester af fisk og andre forsteninger. Samtidig blev klimaet mere fugtigt, og i borer i Vendsyssel og enkelte steder i den sydlige del af landet er fundet ferskvandsaflejringer med plantester og ubetydelige kullag vekslende med kystaflejringer. Lag fra jura-perioden mangler på den fynsk-jyske ryg og i Sønderjylland - som åbenbart var land, men i Nordjylland er fundet havaflejringer af skifer og lersten med talrige forsteninger, og den nederste del af denne lagserie findes også i borer på Sjælland - mens man ved Rødby, i Skåne og på Bornholm finder ferskvandsaflejringer med brunkul fra nedre-jura vekslende med enkelte kystaflejringer.

I det sidste afsnit af Jordens middelalder, kridt-perioden, bredte havet sig ud over hele Danmark. Tilførslen af ler og sand mindskedes hur-

Fra de to følgende perioder, devon og karbon findes ingen aflejringer i Danmark. Det skyldes, at havet havde trukket sig tilbage fra Danmark og fra størstedelen af Nordeuropa. Forklaringen på denne ændring i havets udbredelse må være, at på den tid opstod nogle af Jordens største bjergkæder, deriblandt den norske fjeldkæde og senere de mellemeuropæiske bjerge. Disse bjerge består af lag, som er aflejret i havet og derefter er foldet sammen og hævet, så de nu rager højt op over havet. Ved de store bjergkædefoldninger er mange millioner km³ af bjergarter rundt om i verden hævet op af havet, og det medførte en sænkning af havets overflade. Derfor er alle store bjergkædefoldninger ledsaget af en midlertidig tilbagetrækning af havet.

Aflejringer fra begyndelsen af Jordens oldtid var især knyttet til randen af urtidens skandinaviske kontinent. Med de store foldninger opstod i løbet af perioderne devon og karbon et kontinent, som omfattede størstedelen af Nord- og Mellemeuropa, og i den følgende periode, perm, udløstes mange steder den spænding og uligevægt, som ved foldningerne var opstået i det europæiske kontinent. I en boring ved Slagelse, som når ned til lag fra begyndelsen af Jordens oldtid, ser man derfor, at disse gamle lag er blevet mere eller mindre skråt stillede, mens de yngre lag, som ligger ovenpå, ligger vandret og uforstyrret. I Oslo-området opstod kilometer-dybe spækkezoner, gennem hvilke lava trængte op til overfladen og størknede som porfyr og andre bjergarter, og tilsvarende sprækker, forskydninger og lavabjergarter kendes fra Harzen. I Danmark er lignende porfyr og lava fra begyndelsen af perm-perioden fundet i dybe borer ved Rødby på Lolland og ved Rødekro nær Åbenrå.

I området mellem urtidens skandinaviske kontinent og de nye, mellem-europæiske bjerge bevirkede uligevægten i kontinentet, at store områder af jordskorpen begyndte at synke ganske langsomt, så der opstod langstrakte lavninger adskilt af rygge. De dybe borer efter olie i Nordtyskland, Polen og Danmark viser, at et sænkingsområde strækker sig fra Nordjylland over Sjælland og videre ned mod Polen. Dette område kaldes det danske bassin. Det afgrænses mod nord af granit og gnejs fra urtiden, som findes i Skåne og er fundet i en boring ved Frederikshavn. Mod syd begrænses det danske bassin af en ryg i undergrundens lag fra Vestjylland over Fyn mod Lolland, mens Sønderjylland danner kanten af et nordtysk bassin. Sænkningen i disse bassiner har foregået lige siden perm-perioden for omkring 250 millioner år siden - og foregår stadig. Havaflejringer har gang på gang udfyldt bassinerne, men de er bestandigt genopstået ved den fortsatte nedsynkning. Disse bassiner er derfor nogle af de vigtigste aflejringsområder i Nordeuropas geologiske udvikling siden perm. I midten af bassinerne, hvor sænkningen var kraftigst, blev der plads til de tykkeste lagserier, og alle lagene tynder ud mod bassinernes rand. Ved Glamsbjerg på den fynsk-jyske ryg findes lag, som er ældre end perm i en dybde af kun

