



For godt 25 år siden fandt man i Australien for første gang Prækambriske dyreforsteninger, og siden er fund af tilsvarende former gjort i Sibirien, Sydvestafrika, England - og for 6 år siden ved Cape Race på sydøstspidsen af Newfoundland, hvorfra billedet herover stammer (V.Poulsen fot.). Man ser aftryk af et par 20-25 cm lange søfjer, som er en slags koraller der også har nulevende repræsentanter. Bortset fra mindre støttelementer af kalk, der ellers ikke er påvist hos de Prækambriske former, består de udelukkende af bløddele (se Varv's tidsskema side 31). De spredte forekomster antyder, at de Prækambriske søfjer, gopler og orme må have haft en verdensomspændende udbredelse, og at der skal særlige omstændigheder til, for at aftrykkene af bløddelene kan bevares. På Newfoundland skyldes bevaringen en hurtig begravelse under slamstrømme af vulkansk aske, der er flydt ud i havet (de grå partier i billedet). Dyrelivet kan udmærket være begyndt længere tilbage i Prækambrium, og det mest ejendommelige er da, at evnen til at danne et fast skelet af kalk eller fosfat kom samtidigt i forskellige dyregrupper ved Kambriums begyndelse, muligvis som resultat af en uafhængig biokemisk udvikling inden for alt dyrelivs grundelement - den enkelte celle.

V.P.

VARV

NR. 1 BLADET MED DE ÆLDSTE NYHEDER 1974



KULDEGYSET FRA ENERGIKRISEN ER OVER OS, OG DET PLACERER MED DET SAMME GEOLOGI SOM ET AF DE MEST SAMFUNDSRELEVANTE FAG - FOR NOK KAN SPAREUDVALG NEDSÆTTE ENERGIFORBRUGET VED FORBUD MOD SØNDAGSKØRSEL MED MERE, MEN EN EGENTLIG LØSNING ER KUN MULIG, HVIS GEOLOGERNE KAN FINDE NYE FOREKOMSTER AF ENERGIRÅSTOFFER. FORSIDEBILLEDET (H.MICHEESEN FOT.) ER FRA DET STORE BRUNKULSLEJE "ZUKUNFT" GODT 50 KM NORDVEST FOR BONN I VESTTYSKLAND. HER BRYDES TERTIÆRTIDS BRUNKUL AF SAMME ALDER SOM DE JYSKE, MEN I TYSKLAND ER ENKELTE AF LAGENE OVER 100 METER TYKKE. OLIEMANGEL KAN HURTIGT SKABE INTERESSE FOR "GAMMELDAGS" ENERGIRÅSTOFFER, OG VARV VIL I FLERE ARTIKLER BEHANDLE ENERGIPROBLEMERNE SET MED GEOLOGENS ØJNE. INDLEDNINGSVIS PRÆSENTERES EN OVERSIGT OVER FORBRUGET FØR, NU OG I FREMTIDEN.

VARV er nu udkommet i 10 år. Ved at se på de første numre fra 1964 - som kan fås endnu - glæder Peter sig over, at den tekniske og billedmæssige kvalitet er gået stærkt frem, og vi håber, at vore trofaste læsere synes det samme. Vi må også konstatere, at VARV desværre har fulgt de sædvanlige prisstigninger, men med et abonnenttal på kun cirka 5000 er det ikke muligt at lave bladet billigere. Redaktionen har gennem de forløbne ti år ulønnet lavet hele bladarbejdet, så vores konto har kun været belastet af løn til en kontordame, som prøver at holde styr på abonnenterne, adresseændringer og så videre. Vi kan lide at tegne, klippe og klistre et blad sammen, og naturligvis giver VARV ikke underskud. På den anden side har redaktionen i geologiens interesse straks formøbet eventuelle overskud til udgivelse af ekskursionsførere og andet - så alt ialt balancerer regnskabet.

Hvis VARV må have lov til at fremsætte et "fødselsdagsønske" på 10-års dagen, så er det, at vi kan få flere abonnenter - så vi efterlyser friske initiativer fra læserne. Alle læsere, som i 1974 skaffer 10 abonnenter, deltager i en lodtrækning om en præmie til en værdi af cirka 350 kr - i form af et eksemplar af hele VARV's produktion af bøger med mere. Inden 1. december skal blot indsendes en navne- og adresseliste over læsere "kapret" i årets løb (husk eget navn), og vinderen vil få tilsendt præmien først i januar 1975.

P.S. En af VARV's grundlæggere, Søren Floris, har på grund af manglende tid måttet forlade VARV. Floris, som er far til vores Peter, har dog lovet, efter behov at vedblive med at teane Peter-dyr til os.

VARV

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

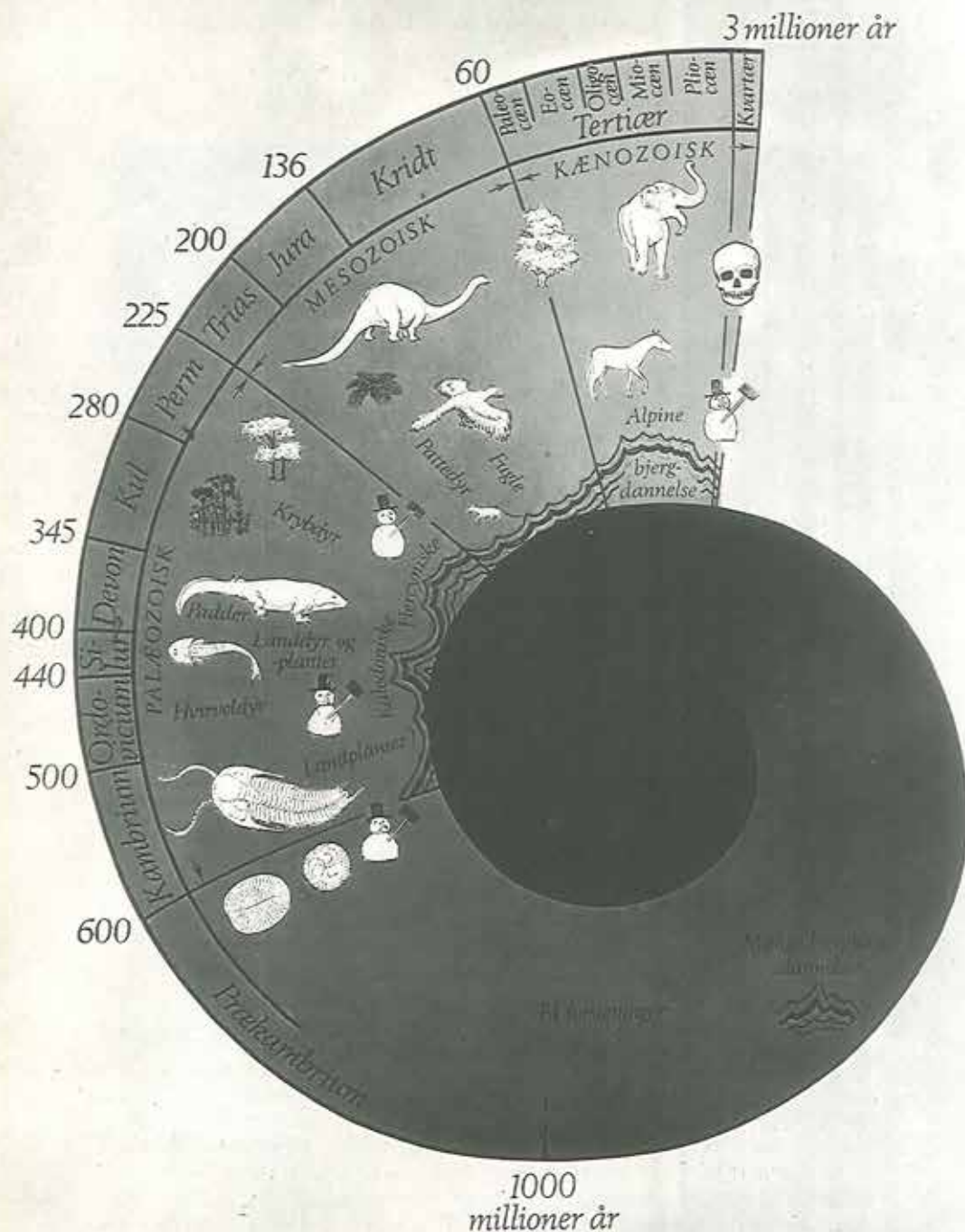
Redaktion: Valdemar Poulsen (ansvarshavende), Mona Hansen,
Erling Bondesen, Finn Surlyk.

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.

© 1974 VARV. Eftertryk af tekst og billeder kun efter tilladelse.



skønnede energibehov i 1980 - ja, produceres der som ventet 3 millioner tønder olie pr. dag i Nordsøen i 1980, vil produktionen kun dække væksten i Vesteuropas energibehov fra nu til 1980. En energimængde svarende til det nuværende forbrug og væksten i forbruget efter 1980 skal dækkes gennem import.

De dystre perspektiver understreges af, at de er baseret på skøn over de totale olieressourcer, det vil sige de kendte olieletter plus de endnu ikke opdagede letter, som man mener må findes i jordklodens sedimentbassiner. De tidligere skøn over oliereserverne omfattede kun kendte og opmålte forekomster i kendte olieletter. Selv om de forskellige skøn over de totale olieressourcer afviger betydeligt, er forskellene dog ikke større, end at de med den forventede vækst i forbruget kun svarer til få tiårs forbrug af olie. Skønnene over de totale olieressourcer er baseret på det nu erhvervede kendskab til størrelse og opbygning af jordklodens sedimentbassiner, også de undersøiske på sokkelområderne, samt til den oliemængde man kan pumpe op fra tilsvarende bassiner, hvor olie er påvist og er under udvinding.

Man må altså konstatere, at der uundgåeligt vil blive knaphed på olie, om ikke nu, så i løbet af få tiår. Det må samtidig erkendes, at de færreste lande har ført en så fremsynet energipolitik, at de ikke vil blive ramt af en international energikrise. Canada er et af de få lande, som har sikret sin energiforsyning. De fleste lande, og blandt dem Danmark, har slet ikke haft og har fortsat ikke nogen energipolitik. Man har troet fast på, at olie og gas fortsat ville flyde i en rigelig og billig strøm og har efterhånden opgivet andre energiråstoffer af prismæssige, praktiske eller miljømæssige grunde. Og nu står man så med risiko for mangel på olie og gas og uden at have alternative energikilder inden for umiddelbar rækkevidde. Det gælder jo for alle alternative muligheder, at enten er de endnu ikke udviklet, idet man ikke har investeret i den nødvendige forskning, eller også tager det 5 til 10 år fra beslutning er truffet til energiforsyning kan etableres.

I forskningen rettet mod udvikling af alternative energikilder og i jagten på nye forekomster af energiråstoffer indgår geologisk viden og geologiske metoder i meget betydelig grad. Mange geologer er allerede beskæftiget inden for energisektoren - først og fremmest ved prospektering efter nye forekomster samt som driftsgeologer i olieletter, kulminer, uranminer og så videre. Der er også ydet en betydelig indsats med hensyn til udvikling af nye prospekteringsmetoder, og omfattende undersøgelser er udført for at forstå det geologiske miljø og de processer, som frembringer forskellige energiråstoffer. Trods dette må det konstateres, at store arbejdsområder er mere eller mindre uopdyrkede, og at der er behov for en intensiveret geologisk indsats på energiområdet. Disse arbejdsfelter vil blive behandlet i efterfølgende artikler, som vil blive koncentreret om geologiske aspekter af kerneenergi, fossile brændsler, geotermal energi (jordvarme), samt vandkraft og andre såkaldt alternative energiformer.

Henry Hansen

Jagten på URAN

af Agnete Steenfelt og Bjarne Leth Nielsen

En del specielle fagudtryk anvendes i teksten. Deres betydning fremgår af nedenstående ordliste.

Alfa- og beta-stråling: Kortrækkende radioaktiv partikelstråling.

Gammastråling: Langtrækkende radioaktiv elektromagnetisk stråling. Ligner røntgenstråling, men har kortere bølgelængde.

Gamma spektrometer: Instrument med scintillationstæller til bestemmelse af energifordelingen af gammastråling. Gammastråling fra isotoperne i de radioaktive henfaldsrækker (se artiklen) udsendes med forskellig energi.

Geigertæller: Instrument til måling af radioaktiv stråling ved ioniserings-effekt. Er mindre følsom end scintillationstælleren.

Isotoper: Atomkerner med samme atomnummer, altså hørende til samme grundstof, men med forskellig vægt.

Radiometri: Måling af radioaktiv stråling.

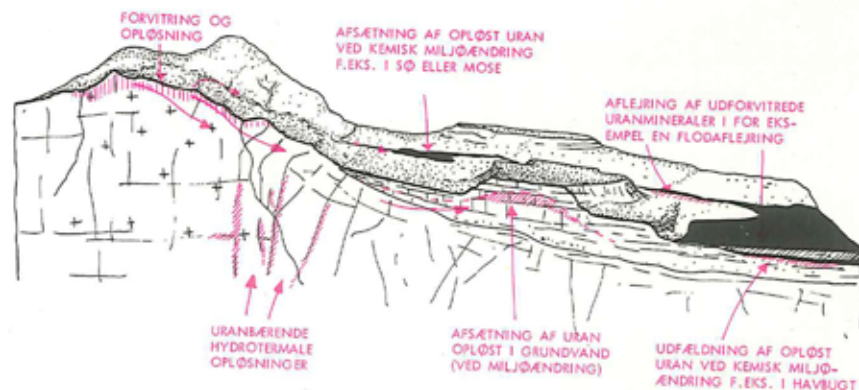
Scintillationstæller: Instrument til måling af gammastråling. Gammastråler fremkalder scintillationer (udsendelse af lysglimt) ved passage og anslag af atomerne i visse stoffer. Disse stoffer anvendes i detektorkrystaller.

Den nuværende oliekrise viser, hvor afhængig mange landes energiproduktion er af tilførslen af olie udefra. Situationen har derfor forstærket interessen for at finde energiråstoffer inden for landenes egne grænser. I Danmark arbejder man således på at undersøge mulighederne for at skaffe olie dels fra Nordsøen, dels fra et område ud for Grønlands vestkyst, og desuden er en fornyet uraneftersøgning i Grønland påbegyndt. Mens olieeftersøgningen foretages af private selskaber på koncessionsbasis, varetages uraneftersøgningen af Grønlands Geologiske Undersøgelse, idet al prospektering og udnyttelse af radioaktive grundstoffer unddrages koncessionerne til private selskaber.

Vi vil her beskæftige os med denne uraneftersøgning, og først se på, hvordan og hvor en uranforekomst kan dannes, og dernæst komme nærmere ind på, hvordan uraneftersøgningen foregår.

HVORDAN DANNES URANFOREKOMSTER ?

Uran findes i naturen i ganske ringe mængde i alle bjergarter. For eksempel indeholder den vulkanske bjergart basalt gennemsnitlig 0,5 gram pr. ton bjergart og en granit gennemsnitlig 5 gram pr. ton. Under specielle betingelser kan uranet koncentreres ved indvirkning af fysiske og kemiske processer og danne en uranforekomst med uranrige mineraler, hvoraf de vigtigste er uraninit UO_2 og uranbeglende U_3O_8 . Herunder er vist hvordan dannelsen af sådanne uranforekomster kan foregå.



Udgangsbjergarten vil ofte være granit, syenit, vulkansk materiale eller uranbærende sedimenter. Et vigtigt udgangsmateriale er også de varme vandige opløsninger, der dannes i slutningen af et magmas størkning. Opløsningerne indeholder ofte uran og andre økonomisk vigtige metaller. Metallerne og uran udfældes som mineraler på gange og i sprækkezoner (hydrotermale forekomster).

Når en uranholdig bjergart forvitrer, transporteres forvittringsmaterialet væk og under transporten sker der en sortering af det transporterede materiale, hvorved uranmineraler ved aflejringer kan koncentreres på bestemte steder.

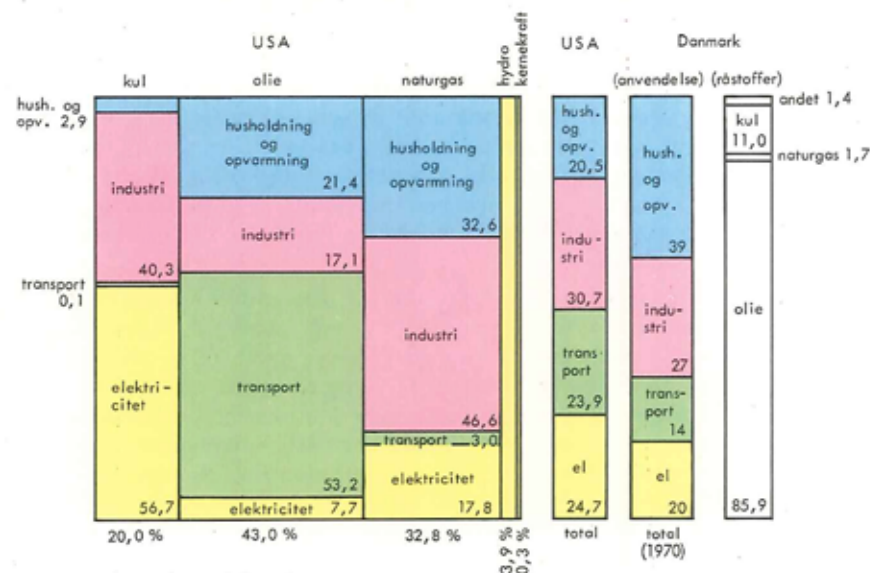
De fleste uranmineraler er forholdsvis letopløselige og opløsning og genudfældning af uranmineraler er en vigtig proces i dannelsen af uranforekomster. Udfældningen vil for eksempel finde sted, hvor der sker en pludselig ændring i det fysisk-kemiske miljø, som ændring i temperatur, iltforhold eller surhedsgrad. I sedimenter kan udfældningen af uranmineraler være afhængig af sedimenternes struktur og deres gennemtrængelighed for vand - deres permeabilitet. De største uranreserver i verden findes i sandsten og konglomerater, blandt andet i Canada og USA. Et eksempel på en uranforekomst i sandsten er vist på figur 2.

pessimistiske af eksperterne havde ventet det. Den nuværende situation er ikke et udtryk for, at der er en global oliemangel. Men de prisstigninger, som de olieproducerende lande har indført, har bevirket, at forsyningsforholdene vil være væsentligt ændrede - selv når der igen lukkes op for oliehanerne.

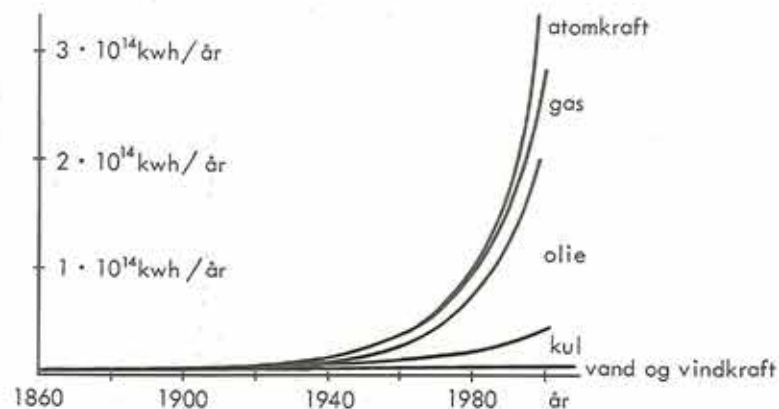
Energi har til nu været billig og mange mener for billig. Sammenlignet med prisudviklingen ellers har energiprisen faktisk været faldende indtil for få år siden.

Højere priser på olie, naturgas og kul vil gøre alternative energikilder attraktive, ja måske bidrage til at fjerne en af ulemperne ved kraftfremstillingen, nemlig spildvarmen, idet det formentlig nu vil kunne betale sig at udnytte denne varme til opvarmning med mere.

Oliekrisen kom nogle tiår tidligere end skønnet af en række af de eksperter, som har udtalt sig om dette spørgsmål. At en knaphed på olie og naturgas nødvendigvis må indtræde på et eller andet tidspunkt er en direkte følge af den stærke vækst i energiforbruget. Fortsætter væksten i forbruget af olie med samme fart som gennem de seneste år, vil det for eksempel kræves, at der hvert år skal findes to nye oliefelter af samme størrelse som det nye store felt i Alaska - såfremt forholdet mellem reserve og årlig produktion skal være opretholdt i 1980. De store fund af olie og gas i Nordsøen vil formentlig kun kunne dække 15 % af Vesteuropas



Energiforbruget i USA og Danmark i 1970 fordelt på anvendelser og råstoffer. Tallene angiver den procentvise fordeling. (Data for USA efter H.C.Hottel og J.B.Howard, 1971, for Danmark efter Bent Elbek, 1973 og V.Buchwald, 1973).



Væksten i energiforbruget fordelt på råstoffer. Angivet som kilowatt-timer/år.

Et spørgsmål, som mange - også geologer - stiller, og har stillet lige siden tyverne, er, om den forhåndenværende beholdning af energiråstoffer vil kunne blive ved med at levere de stadig større energimængder, som er en forudsætning for fortsat vækst i levestandarden for alle Jordens folk? Indtil for få måneder siden blev sådanne advarende udtalelser afvist som urealistiske, og det er da også en kendsgerning, at de opmålte reserver af olie og gas har været støt stigende gennem de seneste tiår, på trods af det stærkt voksende forbrug. Der var således i 1938 påvist reserver af olie til dækning af det daværende forbrug i 15 år, i 1950 var tilsvarende påvist reserver til 25 års forbrug og i 1968 til 30 år. I mellemtiden var forbruget endda flerdoblet. Der har også periodevis været overskudskapacitet i en række olieproducerende lande.

Påpegnen af den risiko, der er forbundet med, at en meget betydelig del af de kendte oliereserver findes i ganske få lande - til dels såkaldt politisk ustabile lande, og ikke mindst i Mellemøstens arabiske lande - blev også afvist, blandt andet under henvisning til de kortvarige og ubetydelige følger af Suez-kanalens lukning i 1967. Så sent som i september 1973 udtalte den administrerende direktør for et af vore store el-selskaber, at den da erkendte energiforsyningskrise i USA først og fremmest skyldtes lokale forhold, nemlig prispolitikken med hensyn til naturgas og miljøaktivisternes succes med at forsinke udbygningen af kraftværkerne. Han mente ikke, at denne lokale knaphed på olie ville brede sig til andre lande, idet han skønnede, at der ville være rigelige mængder olie til rådighed i de nærmeste århundreder, og at der også er store reserver af gas og kul. Miljømæssige og prismæssige forhold kunne dog hindre en udbygning i den ønskede takt. De politiske forhold i det mellemste Østen blev ikke anset for nogen trussel mod olieforsyningen.

Men begivenhederne i oktober 1973 viste netop, at olieforsyningen kan bringes i fare af de politiske forhold i Mellemøsten, og dermed indtraf den fra flere sider forudsete knaphed på olie tidligere end selv de mest



Figur 1. Uranbrydning i sandstensforekomster i USA. Lucky McMine i Wyoming.



Figur 2. Måling af radioaktivitet fra fly i grundfjeldsområde i det centrale Østgrønland. Områdets topografi kan i høj grad besværliggøre sådanne målinger.

Næsten lige så vigtige er de forekomster, hvor uranen findes i årer og på sprækkeflader for eksempel i en forkastningszone. Denne forekomsttype har normalt et højt indhold af uran, men har til gengæld sjældent stor udstrækning.

De uranforekomster, der er påvist i kulbjergarter, sorte skifre og i havbundssedimenter (især fosforit) har sjældent særlig stor lødighed, og mange udnyttes ikke. De kan dog få stor betydning i fremtiden, når de rigeste forekomster er udtømt.

Et grundigt kendskab til geologi og geologiske processer er nødvendigt for at kunne vurdere, hvor de ovennævnte processer kan have ført til en koncentration af uran. Især er viden om kendte forekomsters geologi og dannelseshistorie vigtig når man skal udpege nye områder, hvor en uraneftersøgning med fordel kan iværksættes.

Under en uraneftersøgning vil man ofte først prøve at finde egnede udgangsbjergarter, og derefter fortsætte med detaljerede undersøgelser af bjergarternes omgivelser. Hertil har man stor hjælp af instrumenter, der måler radioaktiv stråling - geigertællere.

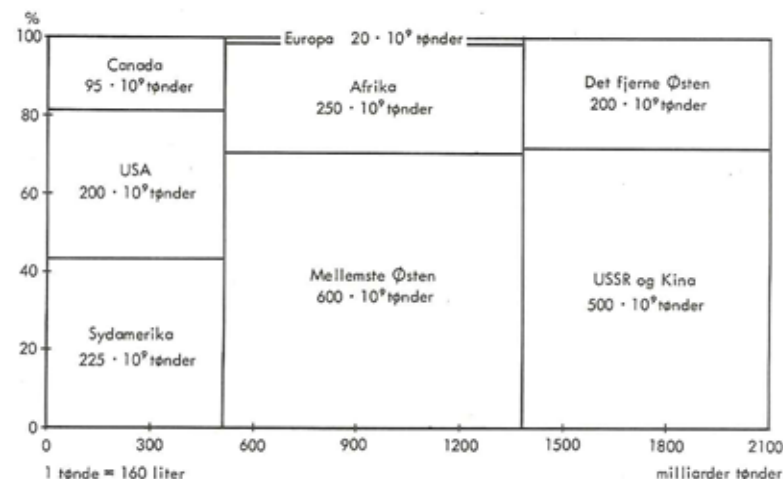
HVAD ER RADIOAKTIVITET ?

Uran er et ustabilt grundstof. Det omdannes spontant til et nyt og lettere grundstof, der igen omdannes til et nyt og lettere grundstof og så videre, indtil serien ender med en stabil blyisotop. Halveringstiden er det tidsrum, der forløber, indtil den halve mængde af et af grundstofferne i serien er omdannet til det næst følgende. Halveringstiderne mellem de enkelte led varierer fra brøkdele af et sekund til mange millioner år. Hvis ingen af seriens grundstoffer fjernes (det kan ske for eksempel ved opløsning eller afgasning), vil man efter et helt gennemløb af serien have et konstant mængdeforhold mellem de indgående grundstoffer - serien er i radioaktiv ligevægt. Man kan derfor ved at bestemme mængden af et vilkårligt grundstof i serien, teoretisk udregne mængden af alle de øvrige, blandt dem også uran.

Ved omdannelsen af hver enkelt af seriens grundstoffer til det efterfølgende frigøres energi, der udsendes som radioaktiv stråling. Det kan enten være alfa-, beta- eller gammastråling. Ved at måle strålingsintensiteten kan man således bestemme koncentrationen af uran i den bjergart, man måler på. Ved bestemmelser af en bjergarts indhold af uran og thorium benytter man ofte gammastrålingen fra de radioaktive isotoper bismuth (Bi-214) og thallium (Tl-208).

URANEFTERSØGNING I GRØNLAND

Siden 1971 har Grønlands Geologiske Undersøgelse foretaget en eftersøgning af radioaktive grundstoffer i det centrale Østgrønland. Før dette projekt begyndte, havde man sammen med Petrologisk Institut ved Kø-



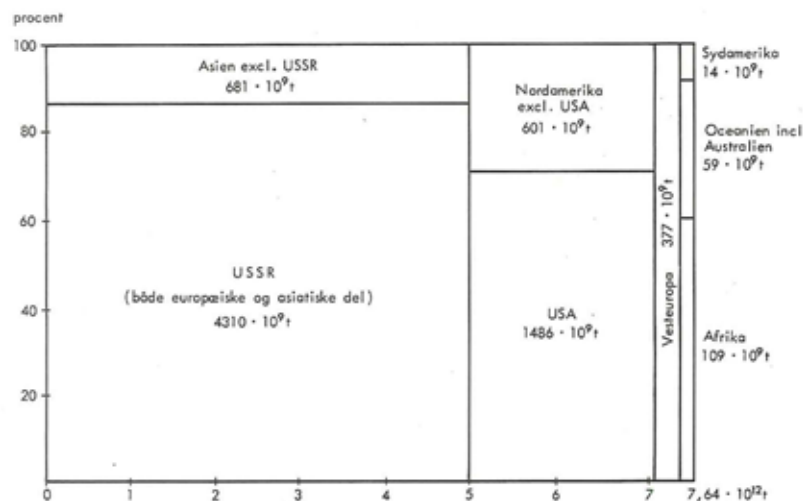
De totale ressourcer af olie, også i endnu uopdagede forekomster angivet i milliarder tønder (å 160 l).

(Efter M.K. Hubbert 1971, Scientific American, sept. 1971).

sporet USA's industri, el-værker og befolkning til at gå over til gas. Et resultat heraf er, at produktionen af naturgas i USA nu er ved at toppe, og at man kan begynde at se en ende på reserveerne. Det er en af årsagerne til de seneste års energikrise i USA, og man må imødesee, at det igen vil blive nødvendigt at fremstille gas ud fra kul i løbet af få år.

Ovenstående oversigt viser, at de fossile brændsler dækker mere end 90 % af den totale energiproduktion. De øvrige registrerede energikilder, først og fremmest vandkraft og atomkraft, dækker tilsammen kun få procent af det nuværende energiforbrug. Hertil kommer den lokale anvendelse af træ, tørv, vandkraft og vindkraft, som ikke indgår i statistikken. Det skønnes, at træ for tiden bidrager mere til energiforsyningen end uran, men udviklingen synes at gå i retning af, at atomkraft baseret på uran vil levere op mod halvdelen af el-energien i slutningen af dette århundrede.

Væksten i energiforbruget er væsentlig hurtigere end væksten i Jordens befolkningstal. Menneskeheden fordobles hvert cirka 30 år, mens energiforbruget fordobles hvert cirka 10 år. Det indebærer, at energiforbruget pr. indbygger nu vokser 1,0 % om året i USA, men 1,3 % i gennemsnit for indbyggerne i den øvrige del af verden. USA's befolkning, som udgør 6 % af jordklodens befolkning, tegner sig imidlertid for cirka 33 % af det totale energiforbrug. En stigning på 1 %/år/indbygger i USA er derfor en væsentlig større post end væksten pr. indbygger i den øvrige del af verden. Den lavere stigningstakt i USA er dog et udtryk for, at USA er nærmere ved at være mættet med energi end den øvrige del af verden.



Jordklodens totale udnyttelige kulreserver på $7,64 \times 10^{12}$ ton fordelt på områder.

(Efter M.K.Hubbert, 1969, Scientific American, sept. 1971).

Kul var den vigtigste energikilde indtil 1965, da olie overtog rollen som det vigtigste energiråstof. I årene fra 1860 til 1914 steg forbruget af kul gennemsnitligt 4,4 % om året, svarende til en fordobling på 16 år. I årene efter 1914 voksede forbruget af kul med cirka 1 % om året, dog i de seneste år med 3,5 % pr. år svarende til en fordoblingsperiode på 20 år. Kul dækker nu cirka 30 % af den globale energifremstilling.

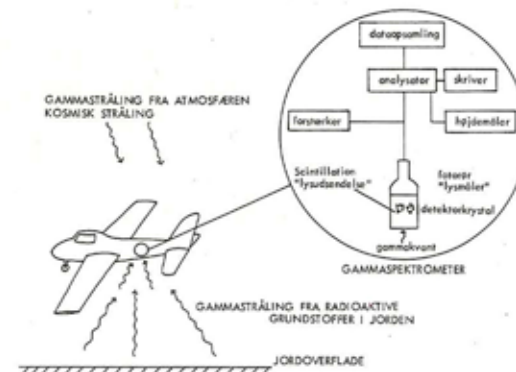
Olie blev først udvundet i kommerciel målestok i Rumænien i 1857 og i USA i 1859. Forbruget voksede langsomt til cirka 1890, siden da er produktionen steget med cirka 7 % om året svarende til en fordobling hvert tiende år. Det vil sige, at vi i de sidste cirka 10 år har brugt lige så meget olie, som der blev brugt fra 1857 til cirka 1960. Produktionen ventes at toppe omkring år 2000, hvilket indebærer, at omkring 80 % af den totale oliebeholdning vil være brugt i løbet af blot cirka 60 år. Olie dækker nu 50-60 % af jordens energiforbrug. I 1970 blev 17 % af den producerede olie udvundet fra undersøiske oliefelter.

Naturgas er kommet senere ind i billedet end kul og olie og dækker nu cirka 10 % af den totale energiproduktion. Indtil 1940'erne benyttede man især gas fremstillet ud fra kul til opvarmning og i husholdningerne, mens man samtidig lod kolossale mængder naturgas gå til spilde i oliefelterne. Naturgas har imidlertid siden da fortrængt den syntetiske gas i mange lande. I USA for eksempel er forbruget af naturgas i gennemsnit vokset med 6-7 % pr. år siden 1940'erne. Denne voldsomme vækst er dels betinget af gassens gode egenskaber, dels af en prispolitik, som har an-

benhavns Universitet arbejdet med de snart længe kendte uranforekomster ved Narssaq i Sydgrønland (se Varv 1967,2). Undersøgelsen af disse forekomster er foreløbig afsluttet fra geologisk side, og alt tyder på, at forekomsterne ikke vil kunne udnyttes rentabelt med de nugældende priser på uran.

I Østgrønland er man herefter begyndt på en rekognosceringsundersøgelse efter uran i et meget stort landområde, der strækker sig fra 70° til 76° nordlig bredde. Østgrønland blev valgt, fordi mange af de betingelser som uranforekomster andre steder i verden er dannet under, er til stede her. Geologien inden for området dækker et vidt spektrum både med hensyn til bjergartstyper og deres aldre. Sammensætningen varierer fra graniter og gnejs via krystallinske skifre og svagt omdannede sedimente til helt uomdannede sandsten og lersten. Hvis man ser på "tidssneglen" side 31, får man indtryk af det store spænd i alder af bjergarterne. De repræsenterer de fleste perioder fra Prækambrium helt op til Tertiær- og Kvartærtiden. Inden for dette tidsrum er bjergarterne blevet præget af mange geologiske begivenheder, der kan have betydning for dannelsen af en uranforekomst. Den kaledoniske foldning, dannelse af graniter, senere jordskorpebrud (forkastninger) og nedbrydning og aflejring i sedimentationsbassiner, er eksempler på processer, som kan være kontrollerende for en malm-dannelse.

Det udvalgte områdes størrelse gør det til en næsten uoverkommelig opgave at gennemse det med geigertællere til fods. Dette var den klassiske metode, dengang uran begyndte at få økonomisk betydning, først af militære årsager og senere som brændsel i atomkraftværker. Som følge af den hurtige teknologiske udvikling er det nu blevet muligt at eftersøge uran fra luften. Den gammastråling, der udsendes ved nedbrydningen af uran, absorberes kun delvist i atmosfæren, og med store scintillationskristaller, der er langt mere følsomme end geigertællere, er det muligt ved langsom flyvning i lav højde at kortlægge fordelingen af de radioaktive grundstoffer i de bjergarter, der overflyves (se figur 4). Figur 3 viser det gammaspektrometer, som GGU anvender ved uranefterfølgningen i Grøn-





Figur 3. Gammaspektrometeret, der anvendes i Østgrønland, er installeret i et fly af typen Britten-Norman Islander. Detektor-krystallerne er monterede i den grå kasse i forgrunden.



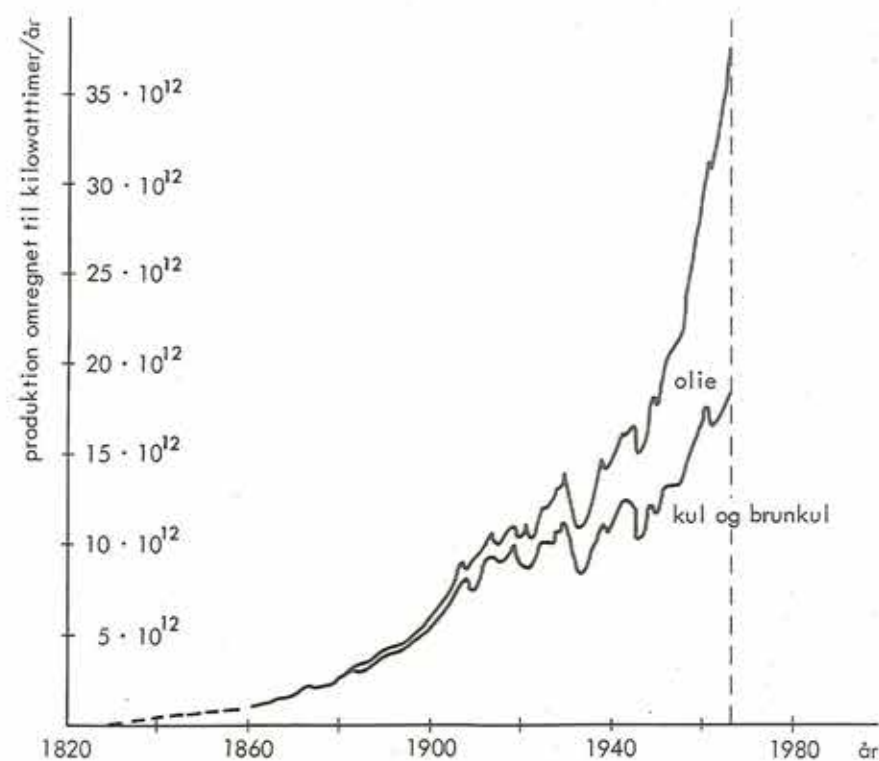
Figur 4. Ved flymåling af jordens radioaktivitet flyves der langsomt i lav højde over terrænet. Bemærk moskusokserne på jorden foran flyet. I den lange bom bagest i flyet sidder sensoren ("føleren") til magnetiske målinger, der udføres samtidig med de radiometriske.

energikrise og geologi

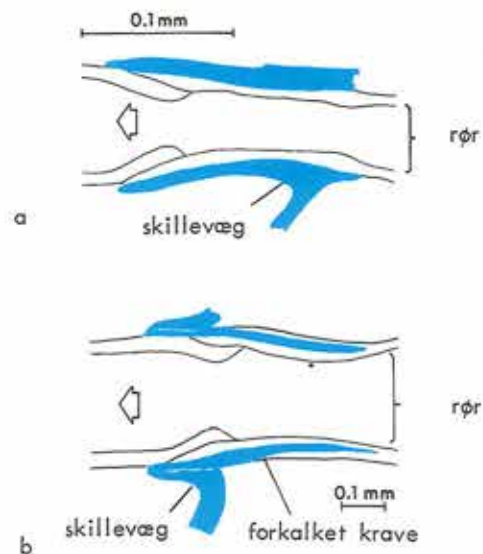
af Henning Sørensen

Siden cirka år 1860 har rigeligheden på geologisk dannede energiråstoffer, først og fremmest de såkaldte fossile brændsler været en væsentlig årsag til de industrialiserede landes økonomiske vækst og udvikling. Indtil da var træ den dominerende energikilde. De fossile brændsler omfatter tørv, kul, olie og naturgas.

Kul har ganske vist været benyttet som brændsel i 700-800 år, men indtil år 1860 i beskeden målestok. Det var James Watt's opfindelse af dampmaskinen, som satte gang i udnyttelsen af jordklodens beholdning af fossilt brændsel.



Den globale anvendelse af olie og kul omregnet til kilowatttimer/år. (efter M.K.Hubbert, 1969)



Figur 11. Siphon hos *Lytoceratida* (a) og *Phylloceratida* (b). Bemærk de forkalkede kraver i siphonrøret hos sidstnævnte. Pilen peger mod beboelseskammeret.

nemgik tidligere en lignende krise – nemlig ved overgangen mellem Perm og Trias. Det er endnu et spørgsmål, om skalstrukturerne viser mere variation hos former fra Trias og tiden inden. På grund af den dårlige bevaringstilstand hos de gamle former er det tvivlsomt, om man nogen sinde vil få spørgsmålet besvaret.

Det er fristende at sammenligne skalstrukturerne hos ammonitterne med skalstrukturerne hos den nulevende nautil – den eneste nulevende blæksprutte med en udvendig, kamret skal. Den lever i sydøst-asiatiske farvande, og skallerne skylles op på strandbredder i store mængder og finder herfra vej til souvenirboder verden over. Nautilskallen består godt nok af et perlemorslag, omgivet af et indvendigt og udvendigt prismelag, men det udvendige prismelag går over i et lag af helt uregelmæssig struktur, som slet ikke findes hos ammonitter.

De her omtalte strukturer fortæller om, hvordan man kan benytte skalstrukturer til slutninger om ammoniters udvikling og slægtskabsforhold og om deres fosterudvikling. Man kan imidlertid nå langt videre med skalstrukturer ved nøjere studier af enkeltkrystallerne og deres indbyrdes relationer, og det vil blive berørt i en kommende artikel.

Tove Biskup



Figur 5. Uranmineraliseret flussspat-åre syd for Mesters Vig. Flussspaten er mørkviolet på grund af den radioaktive bestråling. Instrumentet er en af de typer feltscintillometre, GGU anvender.



Figur 6. Rhyolit- og tufbjergarter omgivet af Devone sandsten. Rhyoliten, der er beriget på radioaktive grundstoffer, er stærkt rødfarvet på grund af iltning.

land. Instrumentet er konstrueret af fysikere på atomforsøgsstationen, Risø, og på regnemaskinerne samme sted behandles de radiometriske data, der under flyvningen bliver opsamlet på hulstrimmel.

Det primære formål med rekognosceringsflyvningerne er at finde frem til områder, hvor bjergarternes indhold af radioaktive stoffer er højere end det gennemsnitsindhold, der er normalt for tilsvarende bjergartstyper. Når det er gjort for hele området, kan en mere systematisk eftersøgning begynde i de nu stærkt begrænsede landområder. Det kan foregå ved detailmåleflyvninger med helikopter og scintillometermålinger direkte på bjergarterne i felten. Også geokemiske undersøgelser og en detaljeret geologisk kortlægning kan tages i anvendelse på dette trin af eftersøgningen.

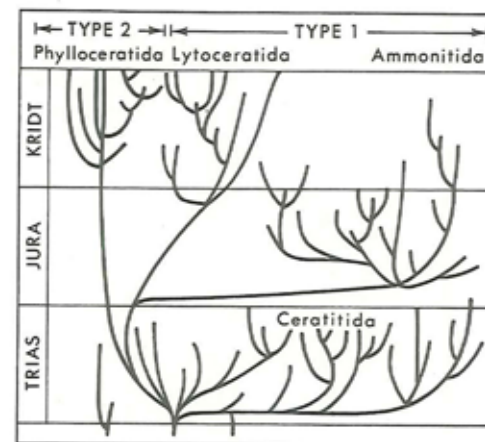
De foreløbige resultater fra Østgrønland har peget på flere geologiske formationer, hvor en nøjere eftersøgning er berettiget. Syd for Mesters Vig er der i en nord-syd gående hovedforkastningszone, der har været aktiv i et langt tidsrum efter den kaledoniske foldning, enkelte steder konstateret en markant stigning i radioaktiviteten. Feltarbejdet har været koncentreret om en uranmineralisering i denne zone. Mineraliseringen omfatter flussspat og uranbeglende udfældet i sprækker (se skemaet). Mellem Mesters Vig og Daneborg er der konstateret forøget gammastråling over rhyolit- og tufbjergarter (se figur 6). I begge områder knytter interessen sig yderligere til de omgivende sedimentområder, hvor uran kan være udfældet, eventuelt i forhøjede koncentrationer.

Ud over disse to eksempler er der under flyvningerne påvist områder med overskud af radioaktiv stråling i flere andre geologiske miljøer, blandt andet inden for det kaledoniske krystallinske bjergartskompleks. Alle disse områder skal undersøges nærmere i de kommende somre. De fleste steder vil anomalierne utvivlsomt vise sig at være uden økonomisk interesse - enten ved at være for ubetydelige eller ved at være domineret af thorium. Først når området er færdigundersøgt efter de her skitserede linier, vil en samlet bedømmelse af uranmineraliseringerne være afgørende for en fortsat og mere intensiv økonomisk geologisk virksomhed i Østgrønland.

Agnese Steenfeldt

Bjarne Leth Nielsen

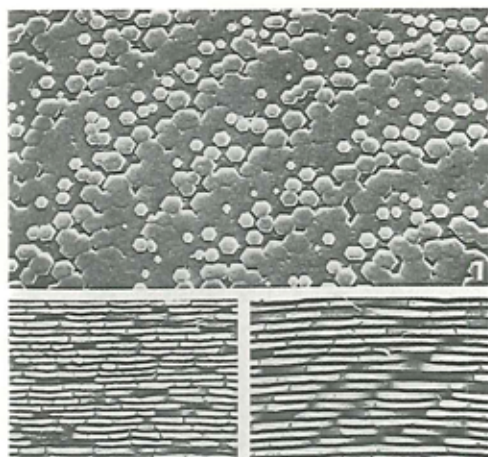
GEOLOGIEN OG MENNESKET er titlen på en bog, der ved nytårstid udkom i Norge på Gyldendal Norsk Forlag. På 293 sider og med 164 illustrationer hvoraf 20 er i farve behandler bogens otte forfattere alle geologiens discipliner på en fortræffelig måde. Bogen er skrevet på et sprog, der er let læseligt og forståeligt også for danske interesserede, som den kan anbefales til. Bogen vil blive anmeldt i næste nummer af Varv.



Figur 10. Ammoniters udvikling i Trias, Jura og Kridt.

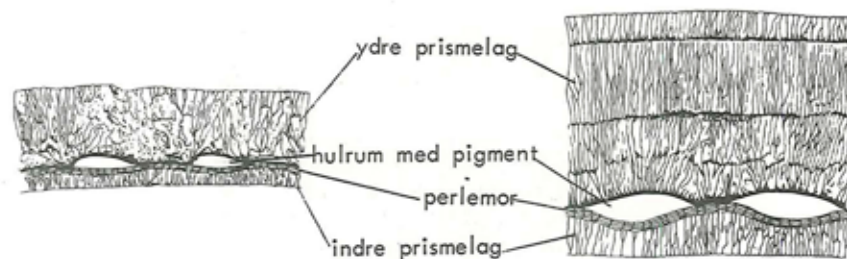
Skaltype 1 er vidt udbredt blandt de to ordener Lytoceratida og Ammonitida i Jura og Kridt, mens type 2 er udbredt blandt Phylloceratida (figur 10). Inden man kendte noget til de nævnte ordeners skalstrukturer, mente en del forskere, at Ammonitida stammede fra flere forskellige grupper - dels lytoceratider og dels phylloceratider. Skalstrukturernes helt afvigende karakter hos phylloceratiderne tyder på, at de allerede blev etableret tidligt i Trias og at de siden udviklede sig helt isoleret fra andre grupper, som vist i figur 10. Man har længe vist, at lobelinierne (kammer-skillevæggenes spor på skallens inderside, tydelige at se på stenkerner), også er helt afvigende hos phylloceratiderne, og det vestgrønlandske materiale har desuden vist, at også siphon har en bygning, der afviger fra de øvrige (figur 11). De har således udviklet forkalkede perlemorskraver i de organiske rør, der forbinder septrerne. Kraverne strækker sig bagud fra septalkraverne - ja, i unge vækststadier næsten helt tilbage til det foregående septum. Lignende dannelser synes at være til stede i siphon hos de ældre ammoniter fra Karbon og Perm. Phylloceratiderne udviser iøvrigt også en række andre konservative karakterer i deres bygning.

Grunden til skalstrukturernes ringe variation hos ammoniter fra Jura og Kridt er formodentlig, at gruppen var lige ved at uddø på overgangen mellem Trias og Jura, hvorfor de 800 slægter, der er kendt fra Jura og Kridt, er udviklet ud fra ganske få overlevende former. Ammoniterne gen-



Figur 8b

Type 2 (figur 9) har kun udviklet et ganske tyndt bølget perlemorslag, opbygget på samme måde som type 1, og ligeledes omgivet af et indvendigt og udvendigt prismelag. Det udvendige prismelag er imidlertid af helt afvigende struktur, idet det i sene vækststadier dels bliver meget tykt i forhold til de andre lag og dels bliver flerlaget. En anden strukturaftvigelse er, at prismerne ikke længere er parallelle, men danner strålede bundter. Yderligere er der hulrum mellem perlemorslagets "bølger" og det udvendige prismelag. I de hulrum er fundet små korn af mineralet svovlkis, som kan udgøre de nu omdannede rester af et tidligere jernholdigt farvestof (pigment). I tidlige vækststadier var hulrummene med pigment meget dominerende i forhold til det ydre prismelags tykkelse, og pigmentet må have kunnet ses udefra gennem prismelaget og har derfor virket ind på skallens farvespil - formodentlig af betydning som camouflage.



Figur 9. Snit gennem Phylloceras-skæl. a: tidligt vækststadium, forstørret cirka 150 gange. b: sent vækststadium, forstørret cirka 120 gange.

KOBBER i CHILE

af Hans Urban

Chile - landet på den vestlige side af det sydamerikanske kontinent - strækker sig fra den 17. til den 56. sydlige breddegrad. Denne længde på 4225 km svarer nogenlunde til afstanden mellem København og Saharas sydlige begrænsning. Med en gennemsnitsbredde på 180 km er Chile således 24 gange længere end det er bredt. Der bor omtrent 8 millioner mennesker på de 741.767 km². Kun 7 % af jorden er agerjord, mens 9 % er græsarealer. Store dele af landet kan ikke dyrkes. Ørkenområder udgør 150.000 km², 20.000 km² er højfjeldsområder (Cordillererne) og 35.000 km² består af delvis nedisede bjergområder i landets sydlige dele.

Det er specielt Nordchile vi skal se lidt nærmere på i denne omgang. Nordchile kaldes også "det Store Norden" eller "Ørkenchile". Landet er ekstremt tørt og har derfor kun en yderst sparsom vegetation, hvis det ikke er nøgen ørken. Den gennemsnitlige regnmængde i de sydlige dele af Nordchile er 2 mm per år - i de nordlige dele er det almindeligt, at det kun regner en gang hvert tiende år. Den gennemsnitlige årstemperatur i disse nordlige dele af landet ligger på 18° C.

Nær ved kysten rejser Kystcordillererne sig til en højde på over 1500 m. Mellem disse kystbjerge og de indre, Højcordillerer, findes brede sænkninger, som er opfyldt af saltpander ("salarer"). Her findes også landets eneste nord-syd gående vej. Øst herfor stiger landet ret jævnt over bjergrygge og højsletter op til Højcordillererne. Højfjeldsområderne ligger mellem 3000 og 4000 meter over havet, men unge vulkanbjerge når endnu 2000 meter højere op, så bjergtoppene kommer til at ligge 6-7000 meter over havet.

Sletterne og bjergene er øde og golde, men uden Atacama-ørkenen, som disse områder også kaldes, kunne Chile slet ikke eksistere. Den strækker sig næsten 1500 km fra nord til syd og netop her findes Chiles vigtigste forekomster af kobber, jern, salpeter, guano og svovl. Kobberreserverne, som findes i Atacama-ørkenen, regnes for at være de største reserver, som noget land kan opvise.

Minedriften er, og har i mere end hundrede år, været Chiles vigtigste erhverv. Således produceredes der i 1972: 783.522 t kobber, 12.000.000 t jernmalm, 5.500 t molybdæn, 24.795 t mangan, 1.983 t zink, 743 t bly, 3.447 kg kviksølv, 155.925 kg sølv, 1.842 kg guld, 4.500 t salpeter, 22.500 t svovl samt 9.000 t pyrit (svovlkis).



Her hænger kapitalisten, som har udnyttet den chilenske kobberrigdom i alt for høj grad.

Chuquicamata.

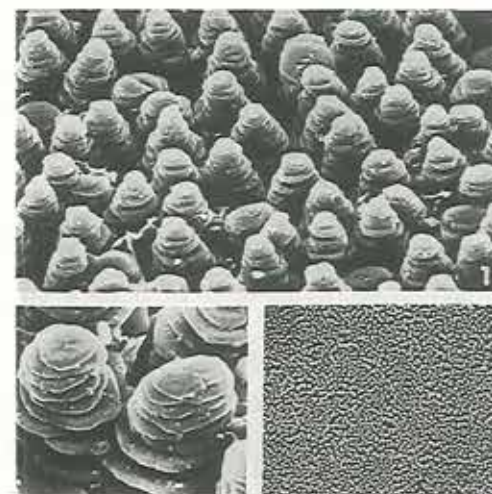
De første kobberminer i Chile kan dateres til det 16. og 17. århundrede. Men en virkelig opblomstring af bjergværksvæsenet i Chile begyndte tidlig i det 19. århundrede, lige efter befrielsen fra det spanske koloni-herredømme. I midten af det 19. århundrede blev en intensiv udvikling af kobberminerne påbegyndt, og i årene 1860 til 1880 indtog Chile førstepladsen blandt verdens kobberproducerende lande. Højdepunktet i denne udvikling var året 1876, hvor Chile leverede 38 % af verdens kobber. I 1880 overtog USA førstepladsen og samtidig kom Chile på andenpladsen, en stilling som Chile - med undtagelse af en kortvarig depressionsperiode under første verdenskrig - har holdt indtil i dag.

	malmreserver	kobbermetalindhold
1. Chuquicamata	875.000.000 t	14.000.000 t
2. El Teniente	600.000.000 t	11.000.000 t
3. El Salvador	375.000.000 t	5.000.000 t
4. La Exotica 5. La Andina		

Tabel 1



Figur 7. Brudflade af perlemor fra ammonit. Forstørret cirka 1050 gange.



8a.

Figur 8. Skæl-rand af snegl (a) og af musling (b). Forskellen mellem den "stakkede" perlemor og den "murstenslagte" perlemor ses tydeligt. (efter W. Wise). (a) forstørret cirka 2000 gange, (b) forstørret cirka 1150 gange.

levende blæksprutter med små æg. Den teori kan dels forklare det markante ophold i væksten ved opsvulmningen, dels mange ammonitarters store geografiske udbredelse. Nogle mener, at ammoniter ligefrem havde et larvestadium, hvor larven havde et "svømmesejl", som det kendes hos larver af mange marine snegle. Hvis det er rigtigt, har ammoniterne gennemgået en fuldstændig forvandling. Ægte larvestadier er imidlertid ikke kendt hos de nulevende blæksprutter, hvorfor teorien må anses for tvivlsom.

Skalstrukturerne hos udvoksede ammoniter fra Trias-, Jura- og Kridt-tid viser ikke megen variation i sammenligning med andre bløddyr som muslinger og snegle, der udviser en uhyre mangfoldighed af strukturer, og som desuden kan være opbygget af såvel aragonit som af kalkspat.

Kun to hovedtyper af skalstrukturer er kendt hos ammoniter fra Jura og Kridt.

Type 1 (figur 6) har et tykt perlemorslag omgivet af et relativt tyndt indre og ydre prismelag. Perlemorslaget består af lagvise stakke af mangelkantede aragonitkrystaller, som er cirka 0,0003 mm høje og som er adskilt af tynde organiske lag, der også adskiller de enkelte krystallag (figur 7). En lignende type perlemor findes hos andre bløddyr, for eksempel snegle, mens muslinger som regel har en anden type perlemor udviklet, idet aragonitkrystallerne her er "murstenslagte". Ved skallens rand ser man tydeligt forskel på de to typer, idet vækstmønsteret er ganske forskelligt (figur 8a og 8b).



indre prismelag

ydre prismelag

perlemor

Figur 6. Snit gennem Scaphites-skål. Forstørret cirka 1350 gange.



Atacama-ørkenen med Højcordillererne i baggrunden. Forrest i billedet ses erosionsformer i saltbjergarter. Den rødbrune farve skyldes et tyndt overtræk af ørkenstøv. Bagved lavningen, der indeholder Salar de Atacama. I baggrunden vulkanerne i Højcordillererne set mod den argentinske grænse.



Udsnit af dagbruddet i Chuquibambilla kobberminen. Hver bæk er cirka 18 meter høj.
Fotos Vagn Jensen.

At Chile har kunnet holde andenpladsen skyldes først og fremmest 5 mineselskaber, der er verdenskendte, og som gerne kaldes "Chiles Fem Store". Navnene på disse fem - samt malmreserverne og kobbermetalindhold i de tre største af dem, findes i tabel 1. Chuquicamata eller kort "Chuqui" hører til en af verdens mest berømte gruber og har altid båret navnet "the king of mines" - minernes konge. Ved siden af de "Fem Store" findes der en halv snes mellemstore kobberforekomster samt cirka 1200 små miner. Malmreserverne regnes til over 3 milliarder tons med et kobberindhold på 1,3 - 1,9 %.

Samtlige forekomster ligger på den vestlige skråning af Højcordillerne og kaldes efter deres dannelsesmåde "imprægnationsforekomster". Forekomsterne ligger normalt i fuldstændig omdannede magmatiske dyb- og dagbjergarter (porfyriske granodioriter, dacitiske og andesitiske lavæ med mere). Efter dannelsen af dybbjergarterne og lavaerne gennemgik disse af kisel- og metalholdige opløsninger. Derved omdannedes bjergarterne, og deres oprindelige mineraler blev næsten fuldstændig erstattet af kaolin og sericit. Samtidig nydannedes også betydelige mængder kvarts, og metalindholdet i de gennemgik varme opløsninger udskiltes. På denne måde blev de fintfordelte kobbermineraler i bjergarterne til. Kobbermineralerne "imprægnerede" således bjergarterne. Typiske forekomster har sædvanligvis en op til 100 m tyk udvaskningszone på toppen af forekomsten. På grund af den kraftige forvitring i ørkenoverfladen blev kobbermineralerne opløst og metallerne transporteret nedad af det nedrivende vand. Dybere nede indgik metalindholdet i dannelsen af nye malmmineraler, og her skete således en ekstra berigelse på kobber i allerede "imprægnerede" bjergarter.

Ved siden af "imprægnationsmalme" findes kobbermineralerne også tit i årer og sprækker, som gennemsetter de magmatiske bjergarter.

De chilenske kobberminer har økonomisk set altid været en god forretning. Det er derfor ikke overraskende, at alle de store kobberforekomster blev overtaget af amerikanske storkoncerner som for eksempel ANACONDA, KENNECOTT og BRADEN. I 1956 kunne Chile således financere 70 % af sine statsudgifter ved hjælp af de afgifter, de tre nævnte koncerner ydede til staten. Men hvor godt kobberminerne i virkeligheden kørte fremgår af det forhold, at Kennecott selv ved de meget lave kobberpriser i årene 1958 - 1963 kunne udbetale en dividende på 100 % (5 dollar/år for en 5 dollar aktie!).

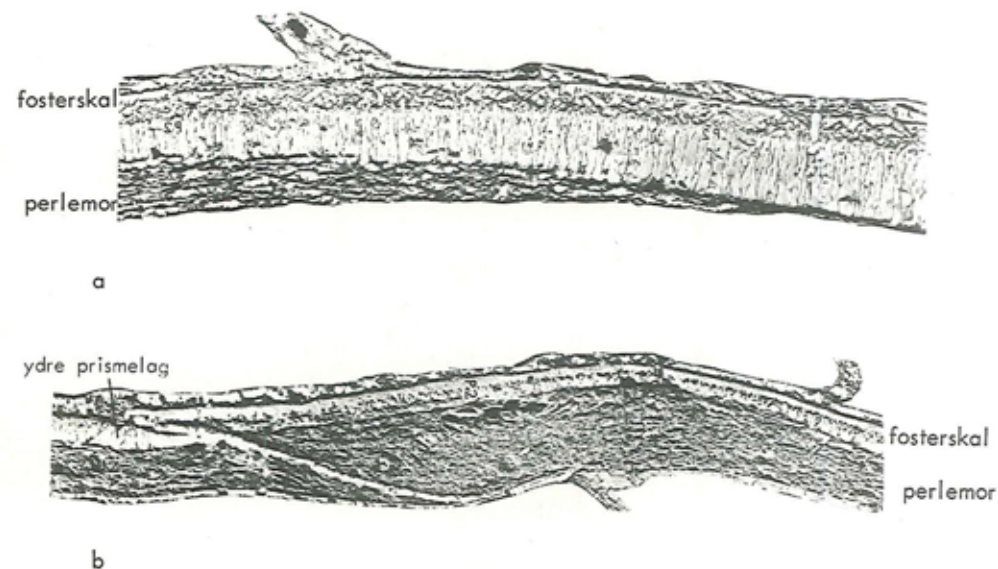
I tiden efter sidste verdenskrig opstod i mange u-lande en følelse af at blive udnyttet af de store kapitalistiske koncerner. Denne opfattelse blev styrket ved, at ledelsen af de enkelte mineforetagender over alt lå fast og sikkert i hænderne på amerikanske moderselskaber, og topstillinger blev altid besat med amerikanske forretningsfolk og ingeniører.

Det var Zambia i Afrika, som var det første land til at begynde nationaliseringen af de kobberproducerende selskaber. Begrebet "Zambiasering" blev til, og det indebærer, at u-landet overtog 51 %, altså majoriteten af aktierne i kobberminerne. "Zambiasering" gennemførtes også i Chile, men gruberne og smelteværkerne arbejdede videre under ledelsen af

I en afstand af knap en vinding fra begyndelseskammeret findes hos alle ammonitskaller en opsvulmning (figur 4). Den er på den ene eller anden måde sat i forbindelse med en ændring i ammoniternes tidlige udvikling.

Undersøges skalstrukturen af de tidlige dele af skallen (figur 5a-b), viser det sig, at begyndelseskammerets skal, der kun er 0,01 mm tyk, er opbygget af uregelmæssige små krystaller, som indadtil har en mere regelmæssig prismatisk opbygning end udadtil. Men mod begyndelseskammerets yngste rand tynder prismelaget ud og giver plads for et nyt prismelag med næsten samme struktur. Først ved den karakteristiske opsvulmning af skallen ses begyndelsen til de skallag, som er typiske for den voksne ammonit: et perlemorslag, omgivet af et ydre og et indre prismelag. Strukturen af opsvulmningen, med et prismelag, der forløber fra inderside til yderside af skallen, tyder på, at der her skete et ophold i dyrets vækst.

Den markante opsvulmning og de specielle skalstrukturer i skallens tidligste dele tyder på, at skallen indtil opsvulmningen tilhører et fosterstadium. På grund af den ringe størrelse af fosterstadiet (diameteren er kun 1-2 mm) må man formode, at ammoniter lagde små æg. Yngelen havde sandsynligvis enkelte særlige træk i den første tid som tilpasning til en planktonisk levevis, svævende i de øvre vandmasser, ligesom yngel af nu-



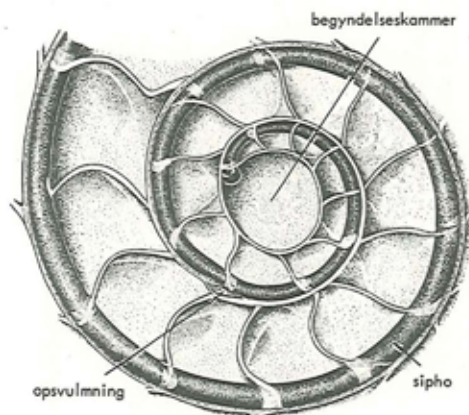
Figur 5. Slutningen af fosterskallen (a) og skalopsvulmningen (b) ved slutningen af første vinding. (a) forstørret cirka 1100 gange, (b) forstørret cirka 400 gange.

ammoniterne bevarede på lignende måde, og her er de så almindelige, at der ligefrem er vokset en smykkeindustri op, baseret på deres perlemor. I danske Kridttidsaflejringer er skallerne aldrig bevaret, kun de nu bjergartsfyldte hulrum fortæller om fordums herlighed.

Saves en spirallullet ammonitskal igennem på tværs af oprulningsaksen fås et snit, der viser de inderste vindinger, det vil sige de vindinger, der dannedes under dyrets fosterudvikling og efterfølgende vækst (figur 3-4). Alle ammoniter havde et næsten kugleformet begyndelseskammer, som blev omgivet af en spiralsnoet, kammerdelt skal. Kamrenes skillevægge, septerne, er gennembrudt af et rør, siphon. Skallens yngste kammer, beboelseskammeret, omfatter $\frac{1}{2}$ -1 vinding. Her "bor" dyret - fæstnet til skallen ved stærke muskler. Efterhånden som dyret voksede, tilføjedes nye septer bag kroppen, og muskelfæsterne rykkede fremefter. Det vil sige, at den kamrede skal helt ind til centrum repræsenterer gamle "lejligheder", som blev forladt i takt med dyrets vækst.

Den kamrede skal må have fungeret som et vægt- og trykdulignende (hydrostatisk) apparat. Vægten af dyr + skal kunne formentlig ændres ved udveksling af væske og luftarter gennem den karfyldte siphons væg - som hos den nulevende nautil, der har en kamret skal, som meget ligner ammoniternes.

Ved at bruge et elektronmikroskop til at studere skalstrukturen, kan man få et fingerpeg om ammoniters fosterudvikling og om nogle af ammoniternes afstammingsforhold. Elektronmikroskopet er beskrevet i Varv 1966 nummer 2.



Figur 4. Snit gennem de inderste vindinger af en Scaphites. Cirka 50 gange forstørret.

det samme tekniske og administrative personale og det vil sige, at de køres videre på "amerikansk maner".

Præsident Allende gik den 16. juli 1971 endnu et skridt videre ved at nationalisere alle Chiles kobberproducerende selskaber 100 %. Nu udskiftedes også det amerikanske personale med chilensk. Tabet for de amerikanske moderselskabers vedkommende var enorme. Således vurderedes for eksempel Anacondas anlægskapital i Chile til over 1 milliard dollars.

Sammen med Zambia, Peru og Congo dannede Chile et råd, som skulle tage sig af koordinering af produktion og salg af disse fire landes kobberressourcer. I dette råd, CIPEC (Conseil des Pays Exportant du Cuivre), forenedes 40 % af verdens kobberproduktionskapacitet.

Men forholdene for den chilenske kobberproduktion udviklede sig ikke særlig heldigt efter nationaliseringen. Arbejderne strejkede, det tekniske personel manglede erfaring i grubedrift, der var mangel på vand til malmenes oparbejdning og problemer med metaludvindingen. Alt dette og endda sabotage førte til en kraftig tilbagegang i kobberproduktion for de tre største selskabers vedkommende. Produktionstallene var således for disse tre gruber i årene 1970 og 1971:

Chuquibambilla	i 1970: 289.000 t	og i 1971: 275.000 t,
El Salvador	i 1970: 102.000 t	og i 1971: 94.500 t,
El Teniente	i 1970: 195.000 t	og i 1971: 162.000 t kobber.

Den samlede kobberproduktion i Chile øgedes alligevel i samme periode fra 589.000 t til 629.000 t. Dette skyldtes, at to nye store gruber (La Exotica og La Andina) var kommet i produktion i 1971.

Ser vi til slut på Chiles samlede kobberproduktion fra 1970 og den forventede frem til 1976, så kan det allerede nu konstateres, at målet for årene 1973 - 1976 sikkert ikke kan nås. Men det fremgår alligevel af tallene, at der vil være tale om en konstant, omend også mindre, stigning i kobberproduktionen - i forhold til andre lande.

1970:	732.650 t	1973:	859.500 t
1971:	779.990 t	1974:	869.000 t
1972:	797.300 t	1976:	900.000 t

Tabel 2: Chiles samlede og forventede kobberproduktion 1970 - 1976.

De seneste produktionstal viser desuden, at de "Fem Store" nåede rekordproduktioner i november 1973. Hertil kommer, at flere hundrede millioner tons nye malmreserver blev fundet i ørkenen i løbet af 1973.

Fremtiden for Chiles kobberproduktion, og dermed også et væsentligt grundlag for landets velstand, synes derfor at være lidt lysere, end omverdenen regner med. Det er dog yderst tvivlsomt, om de nationaliserede kobberselskaber vil kunne bringe de gyldne dage med kæmpestore gevinster tilbage efter det systemskifte, der den 11. september 1973 førte til juntastyret og præsident Allendes død.

Hans Urban

Ammoniters Skalstruktur

af Tove Birkelund

Ammoniter er betegnelsen for en særlig gruppe blæksprutter, som er kendt fra Devon-tiden til og med Kridt-tiden - omkring 340 millioner år af Jordens historie - og inden for dette tidsrum myldrede havene med tusindvis af arter, fordelt på godt 1500 slægter. Næsten alt, hvad man ved om ammoniter er baseret på kendskab til skallerne, idet bløddelene praktisk talt ikke har efterladt sig spor.

Ammonitskaller bestod af calciumkarbonat, der i naturen kan optræde som to forskellige mineraler, hvoraf det ene (kalkspat) er stabilt, mens det andet (aragonit) er ustabil og derfor let omdannes til kalkspat. Desværre bestod ammonitskallerne af aragonit, hvorfor de fleste er opløst eller omdannet til kalkspat. Dermed er de finere detaljer i skallernes opbygning gået tabt. Uomdannede ammonitskaller er derfor meget sjældne i de ældre aflejringer (Devon-Karbon-Perm). De mest berømte fund fra ældre lag stammer fra asfalsløer i Oklahoma, hvor ammonitskaller fra Karbon-tiden er bevaret, uden at der er sket den mindste omdannelse. Fra de yngre lag (Trias-Jura-Kridt) derimod, er det mere almindeligt at finde velbevarede ammonitskaller med oprindelige finstrukturer. De er bedst bevaret i lerede aflejringer, allerbedst hvis der hurtigt efter aflejringen udskiltes kalk som boller (konkretioner) omkring skallerne. Netop denne bevaring i "gavepakke" er vi så heldige at have i de vestgrønlandske Kridttids-aflejringer (figur 1-2). Også i en del nordamerikanske Kridttidsaflejringer er



Figur 1. Ammoniten *Scaphites* fra Vestgrønlands Kridttids-aflejringer. Perlemorglansen opstår ved lysbrydning mellem de tynde krystallameller. Svagt forstørret.



Figur 2. Ammoniten *Saghalinites* fra Vestgrønlands Kridttids-aflejringer. De bugtede kamerskillevægge ses, hvor skallen mangler (øverst til højre). Cirka naturlig størrelse.



Figur 3. Snit gennem ammoniten *Scaphites*. Kammerhulrummene er udfyldt af grovkrystallinsk kalkspat, mens det åbne beboelseskammer er udfyldt af leret sediment. Svagt forstørret.