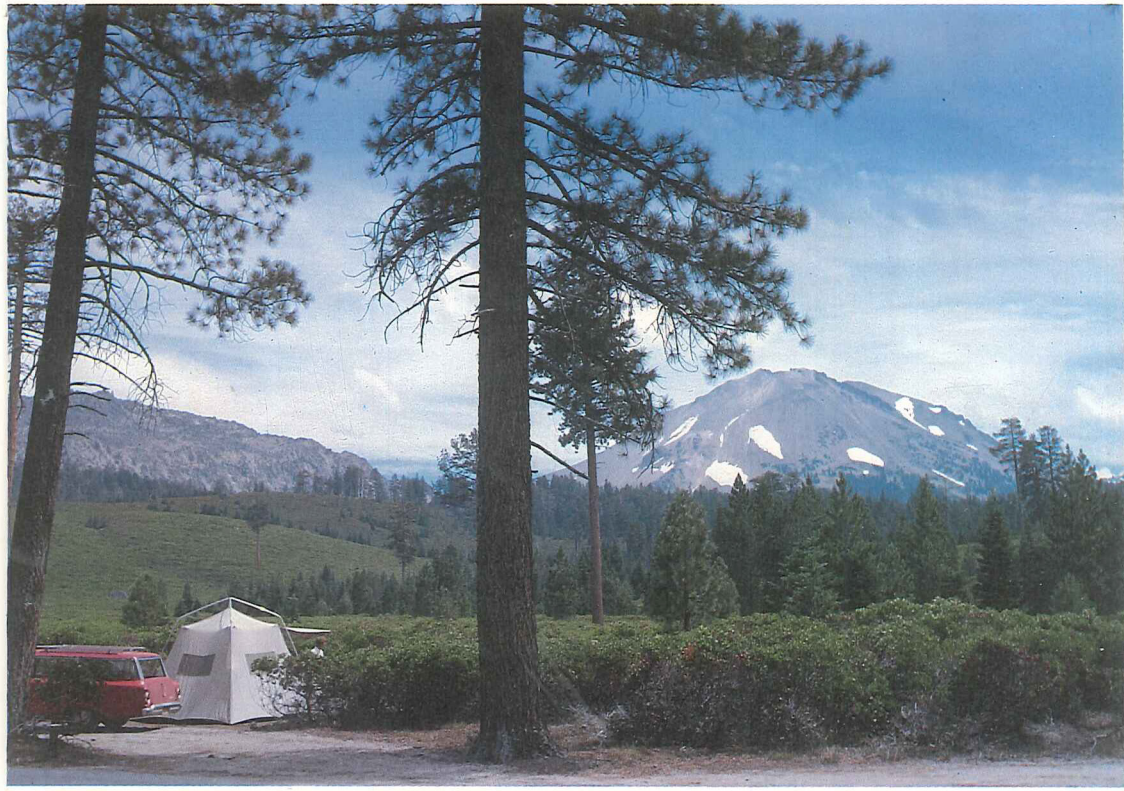
Krafla-området i 1979. Foto: S.Sjørring.

Krafla-området i Nordisland er et område præget af varme kilder og med kraftige dampudstrømninger, et såkaldt geotermalt område.De høje temperaturer skyldes tilstedeværelsen af vulkansk lava i kun nogle få kilometers dybde. Området har de senere år været ramt af en række vulkanudbrud (se VARV, 1980, 4), der hver gang har skabt bekymring for skæbnen af det omstridte Kraflakraftværk, der er beliggende i randen af dette meget aktive vulkanske område. I skrivende stund rapporteres igen om vulkanudbrud i Krafla-området, og kraftværkets skæbne er måske endnu en gang uvis.

VARV

NR. 3 BLADET MED DE ÆLDSTE NYHEDER 1984



BILLEDET HEROVER VISER VULKANEN MOUNT LASSEN I CALIFORNIEN. VULKANEN ER OPKALDT EFTER DANSKEREN PETER LASSEN. I DETTE NUMMER KAN DE LÆSE OM BÅDE VULKANEN OG PETER LASSEN.

TIL DAGLIG ER VI OMGIVET AF BÅDE RØDE OG GULE TEGLSTEN - FARVEN BESTEMMES AF LERETS MINERALOGI. VARV FORTÆLLER OM SAMMENHÆNGEN.

ILT-ISOTOPER ER ET NYTTIGT REDSKAB I GEOLOGI. DE KAN FORTÆLLE MEGET OM DANNELSE AF GRANITER. HVORDAN OG OM HVAD OMTALES.

ISSN 0105 - 6301 1984 - 10 - 08

RETTELSE **RETTELSE** **RETTELSE**

Vi har igen haft problemer med at sætte den rigtige tekst på de rigtige billeder. Denne gang gik det ud over Johs. Fabricius' fine mikroskopbilleder på side 61 i Varv 1984-2. Da billederne har en indbygget bogstav-tal-kode benyttes denne i følgende rettelser: Det nederste billede (E 1 33) hører til figurtekst 5, øverste venstre billede (B 1 11 5) hører til figurtekst 6, og øverste højre billede med koden (B 1 3 11) hører til figurtekst 7.
Tilsvarende er der sket fejl på side 60, hvor der i andet afsnit står (fig. 4), det skulle være fig. 5, og ligeledes skulle der i stedet for (fig. 5) stå fig. 6, for at der kommer overensstemmelse mellem figurtekster og teksthenvisninger.

Redaktionen beklager fejlene meget, vi prøver at passe bedre på i fremtiden.

Forsidebilledet er fotograferet af Poul Graff-Petersen, Geologisk Museum

VARV

Adresse: Tidsskriftet VARV, Geologisk Centralinstitut, Øster Voldgade 10, DK - 1350 København K. Telefon: 01 - 11 22 32
Kontor: Mandage 9 - 16, Anita Ege, andre dage kan henvendelse ske til Steen Sjørring.

Redaktion: Valdemar Poulsen (ansvarshavende), Asger Berthelsen, Jens Konnerup - Madsen, Steen Sjørring og Sven Laufeld (Sverige)

Renskrift: Gitte Sjørring

Montage: Jens Konnerup - Madsen og Steen Sjørring

Repro & tryk: Rosendahls Bogtrykkeri, Esbjerg

VARV udkommer fire gange årligt. Prisen er 56 kr. i abonnement. Abonnement tegnes ved at indsende beløbet til VARV, Postgiro 9 06 88 80 eller 46 Skr. til VARVs svenske postgirokonto 4388-5.

Adresseændringer eller fejl ved bladets levering bedes meddelt postvæsenet.
© 1984 VARV. Eftertryk af tekst og billeder kun efter aftale.

Akademiet for de Tekniske Videnskaber (ATV) undersøger for tiden *'Mineralstoffer i menneskets fødekæder'*. I rapporter registreres den værende viden om mineralernes betydning for mennesket, foreløbig om Selen, Zink og Nikkel, og i efteråret følger rapporter om Chrom, Cobalt og Bor. Nikkel-rapporten er på 33 A4 sider og fortæller, hvor man møder nikkel i dagligdagen. Vi kommer alle i berøring med nikkel, f. eks. i mønter, men også gennem en række vegetabilske stoffer, der har højt nikkel-indhold, som hasselnødder, havregryn, kakao og chokolade. Nikkel kan give allergi, 10 % kvinder og 1 % mænd har det, og antaltet synes at være voksende. De udsendte rapporter kan fås fra: ATV, Lundtoftevej 266, 2800 Lyngby, tlf.: 02 88 13 11. Hver rapport koster 50 kr.

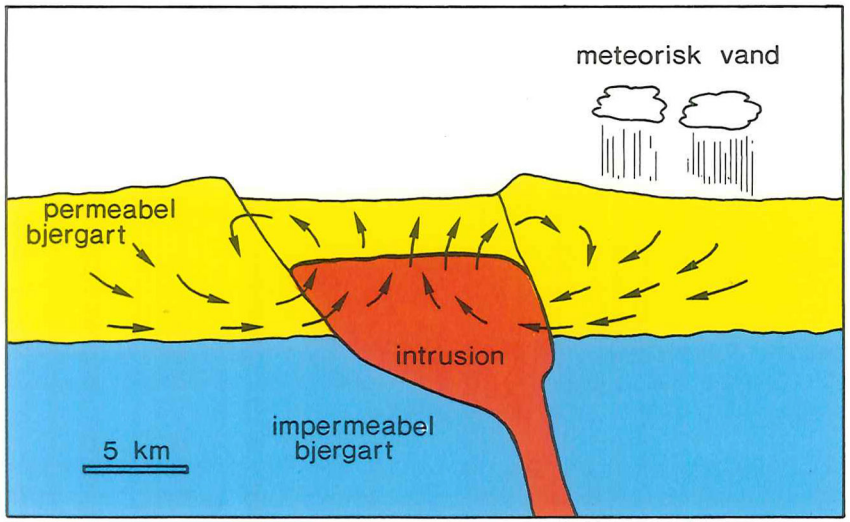
Fra forlaget *Stenonius* har vi modtaget: *Mineraler - en bestemmelses-håndbog,* skrevet af Chr. W. Bauditz. Bogen er på 83 sider og omfatter bestemmelsesnøgle for næsten 500 mineraler. Bogen bliver anmeldt i næste nummer af Varv, men de, der ikke kan vente, kan købe den på Geologisk Museum eller hos forlaget: Stenonius, c/o Chr. W. Bauditz, Hyldeager 7, DK 3210 Vejby. Pris 74 kr ved forudbetaling, ellers forsendes pr. postopkrævning plus porto.

Kender De Velikovsky ? *Wegner's Forlag* har udgivet: *Velikovsky i søgelyset* (redigeret af Jens Laigaard), 101 sider, pris 69,25 kr.
Velikovsky, der døde i 1979, fremsatte i sin tid hypoteser om kollisioner mellem Jorden og andre himmellegemer inden for historisk tid. Disse ideer er ved at blomstre op igen, og bogen søger gennem en række velskrevne artikler at belyse, om Velokovsky havde ret ? Kan hans tese bevises ? Kan den modbevises ? Er det videnskab eller ej ?

VARVs redaktion meddeler, at abonnementsprisen for 1985 nok bliver 60 Dkr eller 50 Skr, endelig besked meddeles i nummer 4, der udkommer i begyndelsen af december.

Samtidig beder Anita på Varvs kontor indtrængende om, at der ikke indbetales abonnement for 1985 førend girokortet kommer ! Indbetales der tidligere, skal vi 'slette' indbetaleren hos Avispostkontoret og derefter 'genanmelde' efter udsendelsen af girokort, hvis abonnenten ikke skal have nyt girokort tilsendt. Vent bare til girokortet kommer, men betal så (og gerne hurtigt).

meteoriske vand på ca. 350° C på dybder mindre end 2,5 km. Undersøgelser har endvidere vist at sådanne cirkulationssystemer kan være op til 3-4 km dybe og have en arealmæssig udbredelse på flere tusinde kvadratkilometre. Levetiden for sådanne geotermale systemer anslås typisk til en størrelsesorden af 100.000 til 1.000.000 år.



Figur 3. Skematisk geologisk profil gennem en intrusion visende et hydrotermalt cirkulationssystem. Pilene viser bevægelsen af det meteoriske vand.

Et andet vigtigt aspekt af cirkulationssystemer kan nævnes her, nemlig dannelsen af malmforekomster. Malmforekomster optræder ofte i forbindelse med granitiske intrusioner, og undersøgelser har vist, at en lang række af disse forekomster er dannet ved, at opvarmede meteoriske vandige opløsninger har udvasket metaller i nogle niveauer af de omgivende sedimentære bjergarter, transporteret metallerne rundt i opløsning i cirkulationssystemer, for igen at udfælde dem i koncentreret form som eksempelvis sulfider, når de vandige opløsninger har mistet noget af deres varme, for eksempel ved at være blevet blandet op med nyt koldere meteorisk vand. En lang række forekomster af bly og zink menes dannet på denne måde i forbindelse med 'fossile' geotermale systemer.

I moderne geotermale områder ses kun sjælden dannelsen af tilsvarende store malmforekomster på jordoverfladen. Afsætning af mindre mængder sulfider af eksempelvis kviksølv, arsen og antimon i nogle aktive varme kilder viser imidlertid klart, at der er en forbindelse mellem dannelsen af cirkulationssystemer og malmforekomster.

GEOLOGI & INDUSTRI

TEGL

af John Frederiksen og Hans Martin Friis Møller

Tegl er en fællesbetegnelse for lerprodukter, som efter formning og brænding ved temperaturer på omkring 1000 grader sammensintres til en fast masse. Fremstillingen af tegl har været kendt længe, men egentlig teglbrænding indførtes i Danmark først omkring 1150 af munkene, der kom hertil fra Sydeuropa.

Til fremstilling af tegl anvendes "ler". Ler er både betegnelsen for en kornstørrelse og for en jordart. Set som kornstørrelse er ler partikler, som er mindre end 0,002 mm, og selv som så små partikler kan der være tale om mange forskellige mineraler med vidt forskellige egenskaber. Jordarten ler er derimod et materiale, som er plastisk (formbart og sammenhængende) i naturfugtig tilstand. Erfaringsmæssigt har det vist sig, at der - alt efter lermineralsammensætningen i materialet - skal være omkring 12 - 14 vægt-% lerfraktion til stede, for at gøre en jordart formbar og dermed give den betegnelsen ler.

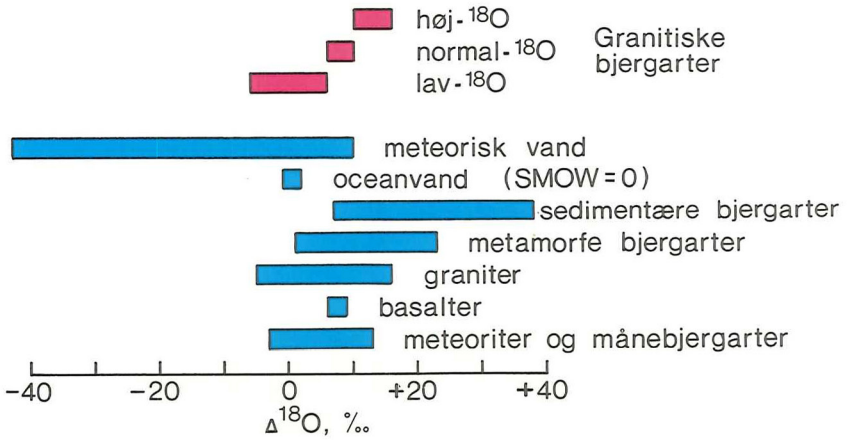
Figur 1. Teglværksgrav på nordsiden af Nybøl Nor. Foto: A. V. Nielsen, D.G.U.

Ler til tegl

Teglfremstillingen beror i høj grad på gamle traditioner udviklet på lokalt tilgængelige lerarter, og erfaringen viser, at meget forskellige lerarter kan brændes til tegl ved den rette behandling. Dog er nogle lerarter langt lettere at forarbejde end andre, og de bedst egnede typer er de, der giver tilfredsstillende produkter med de mindste udgifter til forbehandling, tørring og brænding.

Teglværkslerets kornstørrelsessammensætning spiller en betydelig rolle for det færdige produkts kvalitet og egenskaber. Inden for teglværksbranchen har man længe opdelt materialet i 3 fraktioner, en finfraktion, der omfatter kornstørrelser mindre end 0,00125 mm, en mellemfraktion bestående af partikelstørrelser mellem 0,00125 mm og 0,02 mm og en grovfraktion, der omfatter korn større end 0,02 mm. Omkring lige meget af hver fraktion kan give fortrinlige tagsten, mens man til mursten helst skal have et større indhold af mellem- og grovfraktionen. Hvis et lokalt udgangsmateriale indeholder for stor andel af finfraktionen, kan man iblande finsand, og er det ikke tilgængeligt i nabolaget, kan man i stedet for iblande knust brændt ler eller savsmuld (eller slet ingen ting) og alligevel få udmærkede teglprodukter ud af sine anstrengelser. Problemerne opstår næsten altid, når indholdet af finfraktionen er for stort. Da den færdige mursten gerne skulle have standardstørrelse (230 x 110 x 55 mm) er det ikke ligegyldigt, hvor meget den formede lersten skrumper ved tørring og brænding, og da der er en nær sammenhæng mellem indholdet af lerfraktion og jordartens evne til at indeholde vand, betyder et forhøjet indhold af lerfraktion ofte en forlængelse af tørretid og en længere (og dermed dyrere) brænding.

Figur 2. Når ler tørrer, skrumper det. I naturen kan det give ophav til sprækkedannelser, som helst skal undgås i formede teglprodukter. Foto: S.Sjørring.



Figur 2. Figuren viser de forskellige $\Delta^{18}O$ værdier, som geologiske materialer fra forskellige miljøer kan have. Øverst er med rødt vist opdelingen i granitiske bjergarter efter deres $\Delta^{18}O$ sammensætning.

af vandige opløsninger derimod været lavere, under ca. 450° C, vil de oprindeligt dannede magmatiske mineraler typisk være afløst af omdannelsesmineraler såsom lys glimmer, klorit og epidot. I disse tilfælde vil bjergarten bære synlige præg af denne omdannelse og af den tidligere tilstedeværelse af cirkulerende opløsninger.

Fossile og moderne geotermale systemer

Undersøgelserne af lav-^{18}O graniter har vist, at intrusion af bjergartssmelter i et højt niveau i jordskorpen således kan fungere som gigantiske 'varmemaskiner', hvor bjergartssmelten leverer den nødvendige energi til opvarmning af meteorisk vand og dannelsen af store vand-cirkulationssystemer i de omgivende bjergarter. Lav-^{18}O graniter kan betragtes som bunden af sådanne 'fossile' cirkulationssystemer, hvor selve cirkulationen er ophørt i dag og temperaturen af det meteoriske vand faldet til normale værdier igen.

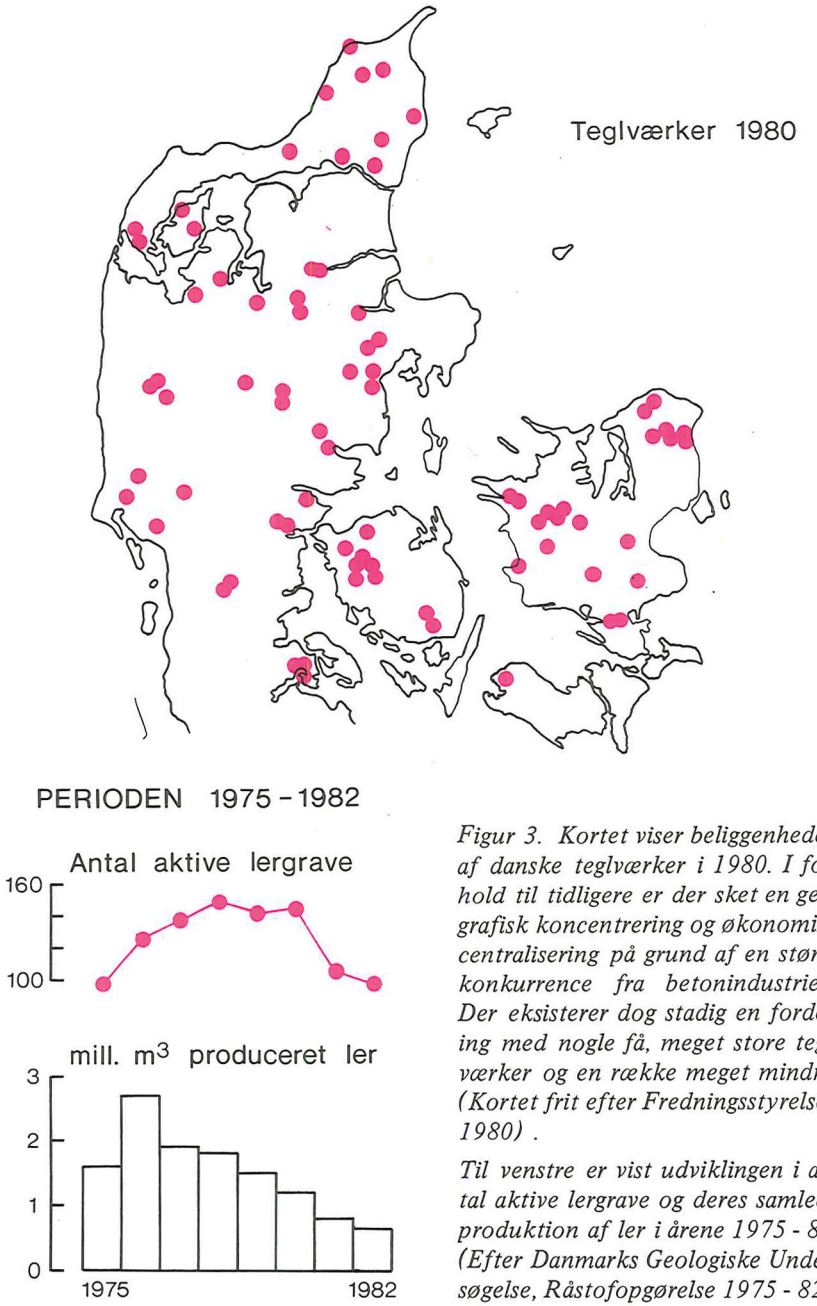
Moderne geotermale systemer optræder oftest i områder med aktiv eller ikke ret gammel vulkansk aktivitet. Mange sådanne geotermale systemer er de sidste 20 år blevet intensivt undersøgt med henblik på eventuel udnyttelse til produktion af elektricitet. Et eksempel på udnyttelse af geotermalt meteorisk vand er det geotermale område Larderello i Norditalien, der dækker omkring 2 % af hele Italiens totale energiforbrug, se VARV 1980-2.

I mange moderne geotermale systemer nås temperaturer for det cirkulerende

teristiske forskelle, der gør, at undersøgelser af ilt-isotop sammensætningen af en granitisk bjergart kan sige noget om de processer, der har påvirket bjergarten.
Det er således ved undersøgelser af ilt (og brint) isotoper de senere år blevet fastslået, at mange granitiske intrusioner, som er trængt op og størknet i den øvre del af Jordens skorpe (på mellem 2 og 10 km's dybde), har været udsat for store mængder af gennemsivende meteorisk vand. Meteorisk vand er vand, der for nylig har været i kontakt med atmosfæren, og enten stammer fra nedbør i form af regn eller sne, eller fra flod-, sø- og grundvand afledt fra nedbøren. Meteorisk vand findes som grundvand eller i sedimenters porer og har hyppigt en meget lavere $\Delta^{18}O$ værdi end bjergarter dannet dybt i Jordens kappe.

Når en bjergartssmelte, for eksempel et granitisk magma, trænger op i Jordens øvre skorpe, forårsager den en stærk opvarmning af de omgivende bjergarter. Størrelsen af denne opvarmning aftager gradvis væk fra intrusionen og medfører en forskellig opvarmning af det vand, der findes i de omgivende bjergarter. Hvor forholdene er favorable, det vil sige hvor de omgivende bjergarter er meget permeable og gennemtrængelige for vand (som mange sedimenter) eller stærkt opsprækkede, vil denne forskel i opvarmning af vandet i de omgivende bjergarter føre til dannelsen af nogle store vand-cirkulations systemer, og det meteoriske vand vil kunne blive sat i bevægelse og trukket ind mod intrusionen og op langs dens sider. Under størkningen af den granitiske smelte og den senere afkøling vil der ske en sammentrækning og en opsprækning af den dannede granit, og det cirkulerende meteoriske vand vil kunne trænge ind i selve graniten. Tilførslen af store mængder meteorisk vand med et lavt indhold af ^{18}O til den varme granit vil kunne medføre, at en del af granitens ^{18}O indhold udskiftes med ^{16}O således det cirkulerende meteoriske vand bliver rigere på ^{18}O (få en større Δ ^{18}O værdi) og graniten fattiger på ^{18}O (få en lavere $\Delta^{18}O$ værdi). Sådanne eksempler på lav-^{18}O graniter kendes nu fra en lang række områder og viser, at dannelsen af sådanne vand-cirkulationssystemer er en almindelig foreteelse. Det kan yderligere beregnes, at denne specielle type graniter, lav-^{18}O graniterne, må have fået deres karakteristiske lave $\Delta^{18}O$ værdier ved en udveksling af meteorisk vand ved forholdsvis høje temperaturer, oftest tidligt under dannelsen af vand-cirkulationssystemerne i forbindelse med selve intrusionen af granitmagmaet.

Reaktionen mellem den granitiske intrusion og de cirkulerende vandige opløsninger vil være meget afhængig af temperaturen og derfor kunne påvirke graniten i vidt forskellig grad. Har temperaturen været høj, over ca. 500-550° C, og derved tæt på granitens størkningstemperatur, vil de oprindeligt dannede magmatiske mineraler såsom kvarts, alkalifeldspat, plagioklas og biotit være bevaret stort set uforandrede. I sådanne tilfælde vil undersøgelser af ilt (og brint) isotoperne være den eneste mulighed for at vise den tidligere cirkulation af varme opløsninger gennem graniten og de omgivende bjergarter. Har temperaturen



Figur 3. Kortet viser beliggenheden af danske teglværker i 1980. I forhold til tidligere er der sket en geografisk koncentrering og økonomisk centralisering på grund af en større konkurrence fra betonindustrien. Der eksisterer dog stadig en fordeling med nogle få, meget store teglværker og en række meget mindre. (Kortet frit efter Fredningsstyrelsen 1980) .

Til venstre er vist udviklingen i antal aktive lergrave og deres samlede produktion af ler i årene 1975 - 82. (Efter Danmarks Geologiske Undersøgelse, Råstofopgørelse 1975 - 82).

Når kornstørrelsessammensætningen er i orden, kan man begynde at undersøge indholdet af kalk. Kalken ($CaCO_2$) er ofte koncentreret til mellemfraktionen (0,00125 - 0,02 mm). Et stort indhold af kalk kan give sprøde tegl, der ikke er så trykfaste, og yderligere vil et stort kalkindhold kræve mere energi ved brændingen, idet omsætningen fra $CaCO_2$ til CaO og CO_2 (kultveilte) finder sted under forbrug af energi. Teglværksler må ikke indeholde mere end 35 % kalk. Hvis lerets indhold af kalk er i form af kalksten, kan disse korn (blot de er større en 0,25 mm) give anledning til at stenen revner omkring kornene (deraf navnet: 'kalkspringere'). Ved en længere brændingstid (der er dyrere), kan kalken dog 'dødbrændes' og uskadeliggøres.

Røde eller gule sten?

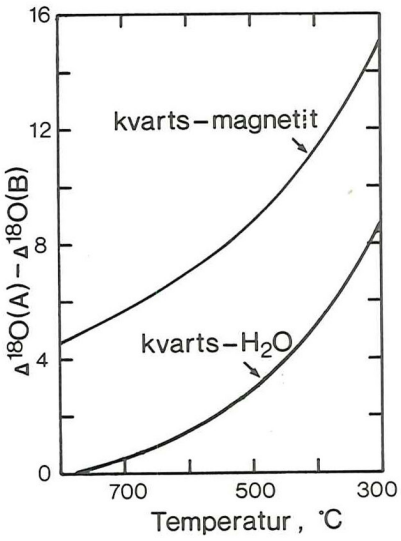
Ved brænding af ler til tegl er der flere faktorer, der styrer det færdige produkts farve, således har visse 'urenheder', der kan være finfordelt i grundmassen eller ligge som 'pletter', betydning for den endelige farve. Mest afgørende er dog indholdet (eller det manglende indhold) af kalk. Når kalkfrit eller næsten kalkfrit ler brændes ved temperaturer omkring 800-850 grader omdannes det jern, der altid findes i jorden til mineralet hæmatit (Fe_2O_3), der optræder med en kraftig rød 'pulverfarve', der farver det endelige produkt rødt. Hæves brændingstemperaturen til over 1050 grader omdannes hæmatit til andre jernmineraler, f.eks. til det sorte mineral cordierit. "Rødbrændende" ler brændt ved meget høje temperaturer giver derfor en mørk sten med en farve fra rødviolet mod blåsort.

Det har været fremført, at forholdet mellem CaO og Fe_2O_3 er afgørende for, om stenen blev gul eller rød. Hvis indholdet af CaO er større end 3 gange indholdet af Fe_2O_3 skulle det give gule sten. Nye undersøgelser bekræfter ikke umiddelbart denne 'regel', og det synes som om, at alene indholdet af kalk er af betydning for om stenen bliver rød eller gul, manglende kalk giver rød sten, tilstedeværelse af kalk giver en gul sten, idet der, når der er kalk til stede i leret ikke dannes den rødfarvende hæmatit, men andre mineraler, hvori jernet indgår uden at 'farve'. Det kan tilføjes, at brænding af lerarter med et meget ringe jernindhold giver hvide eller næsten hvide, lidet kønne sten, men sådanne råmaterialer optræder normalt ikke i Danmark.

Hvor finder man 'rødbrændende' og 'gulbrændende' ler?

I mange af vore lerholdige jordarter er der kalk til stede. Hvor disse jordarter har ligget nær ved jordoverfladen, har nedbøren, der er en svag syre, opløst kalken og transporteret den nedad i jorden, i de østdanske leromåder er kalken opløst ned til en dybde omkring 1 - 1,5 m, mens den kalkfri dybde i det vestlige Jylland er omkring 2 - 4 meter. Over 'kalkspejlet' vil leret være rød-brunt, 'rustent', og give røde sten, men den nedre del af det rødbrune ler kan stadigvæk indeholde kalk, og vil sammen med det underliggende gråblålige 'friske' ler give gule sten.

Forskellen i masse af de forskellige ilt-isotoper gør, at de fordeles forskelligt mellem for eksempel 2 mineraler, eller mellem et mineral og vand i ligevægt med hinanden. De siges at blive fraktioneret. Denne fraktionering af ^{18}O og ^{16}O isotoperne mellem for eksempel 2 mineraler kan tilnærmelsesvis udtrykkes ved forskellen i deres $\Delta^{18}O$ værdier. Da denne fraktionering er meget afhængig af temperaturen, men stort set ikke af trykket, anvendes forskellen mellem $\Delta^{18}O$ værdierne for 2 mineraler til en bestemmelse af den temperatur, de to mineraler sidst var i ligevægt med hinanden ved. For magmatiske bjergarter kunne denne temperatur være temperaturen før størkningen af bjergarten.



Figur 1. Forskellen i $\Delta^{18}O$ mellem mineraler i ligevægt med hinanden, eller et mineral i ligevægt med vand, kan bestemmes eksperimentelt. I figuren er vist resultatet af sådanne eksperimenter, hvor magnetit og kvarts er krystalliseret samtidigt ved forskellige temperaturer (øverste kurve). Nederste kurve viser forskellen i $\Delta^{18}O$ mellem kvarts og den vandige opløsning, kvartsen er udfældet fra, ved forskellige temperaturer. Analyseres for eksempel kvarts og magnetit i en granit, og fås $\Delta^{18}O$ for kvarts til 8.0, og $\Delta^{18}O$ for magnetit til 2.0, vil forskellen mellem dem være $\Delta^{18}O$ = 6.0. Af kurven kvarts-magnetit ses det, at dette betyder at de kan have været i ligevægt med hinanden, og graniten størknet ved ca. 700° C.

Når $^{18}O/^{16}O$ isotopsammensætningen af en bjergart eller et mineral skal bestemmes, skal ilten først trækkes ud af bjergarten eller mineralet. Denne ekstraktion foregår i et vakuum-apparatur kaldet en fluorinationslinie. Ekstraktionen foregår ved at lade nogle få milligram bjergartspulver reagere med det kraftige iltningsmiddel BrF_3 (Bromtrifluorid) i lukkede nikkelbeholdere ved temperaturer over 500° C. Herved ombyttes ilten i silikatmineralerne i bjergartspulveret med fluor, og ilten frigøres. Herefter lader man ilten reagere med kulstof fra en grafitstang, og $^{18}O/^{16}O$ isotop sammensætningen af den dannede kuldioxid gas kan derefter bestemmes på et massespektrometer. Apparatur til udførelse af disse analyser er installeret på Geologisk Centralinstitut ved Københavns Universitet.

Ilt isotoper og graniter

Ilt-isotop sammensætningen af forskellige typer af bjergarter viser nogle karak-

ILT-ISOTOPER OG GRANITER

af Niels Crosley Munksgaard

Ilt (O) er det almindeligste grundstof på Jorden. Det indgår i en lang række vigtige gasarter, væsker og faste stoffer, af hvilke mange er stabile over meget store temperaturområder. Disse træk gør ilt til et af de mest spændende grundstoffer, og i denne artikel skal omtales baggrunden for anvendelsen af ilt-isotoper indenfor geologiske undersøgelser af granitiske intrusioner.

Ilt isotoper

Isotoper af et grundstof er atomer, hvor kernen indeholder det samme antal protoner men forskelligt antal neutroner, og dermed forskellig masse. Ordet 'isotop' er afledt af det græske ord for 'samme plads' og fortæller, at isotoperne af et grundstof findes på samme plads i det periodiske system, de har samme atomnummer. Isotoper kan opdeles i stabile og ustabile (=radioaktive) isotoper. Isotoperne af ilt er stabile.

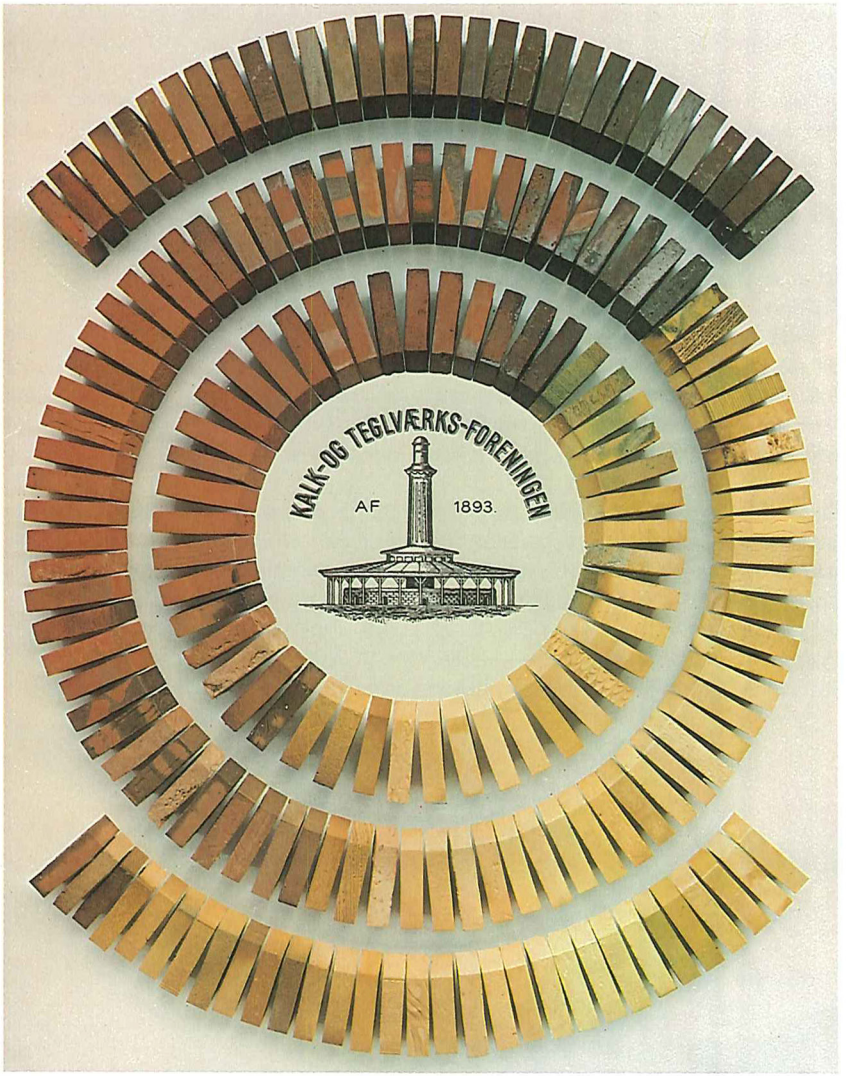
Ilt har i alt 3 stabile isotoper med atommasserne 16, 17 og 18. Den gennemsnitlige forekomst af disse 3 isotoper er: ^{16}O = 99,763 %, ^{17}O =0,0375 % og ^{18}O = 0,1995 %. På grund af de større mængder af ^{16}O og ^{18}O og deres større forskel i masse undersøges normalt forholdet mellem disse to isotoper.

Indenfor geologien er man oftest ikke interesseret i de absolutte mængder af de forskellige isotoper, men kun i afvigelsen af disse forhold fra et standard materiale. Det mest praktiske standard materiale for isotoperne af ilt (og brint = H) er havvand, og som international standard anvendes derfor i dag noget, der kaldes Standard Mean Ocean Water, eller forkortet SMOW. Fordelen ved dette er, at ilt-isotop analyser for vidt forskellige bjergarter og foretaget over alt i verden er direkte sammenlignelige.

Ilt-isotop resultater angives i forhold til ilt-isotop sammensætningen af SMOW-standarden på følgende måde:

$$\Delta^{18}O = \left(\frac{^{18}O/^{16}O \text{ i prøven}}{^{18}O/^{16}O \text{ i SMOW}} - 1 \right) \times 1000 \text{ }^{o}/oo$$

Det vil sige, at hvis en bjergart har en $\Delta^{18}O$ værdi på +10, så indeholder den 10 promille (eller 1 %) mere af den tunge ilt-isotop, ^{18}O, end SMOW standarden. Har bjergarten derimod en negativ værdi af $\Delta^{18}O$, indeholder den mindre ^{18}O end standarden.

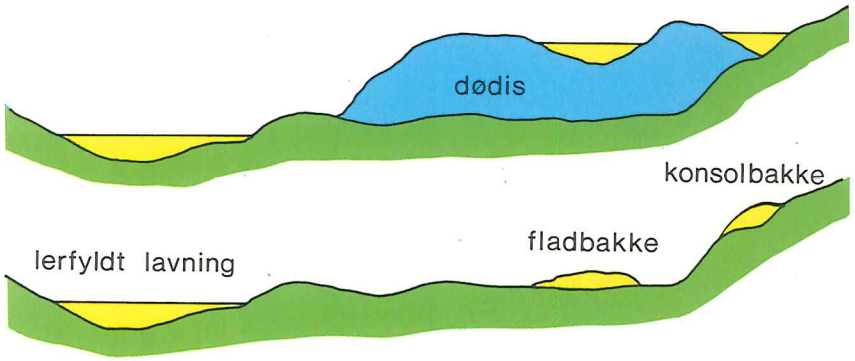


Figur 4. Et udvalg af de mange forskellige farver teglsten. Billedet er venligst stillet til rådighed af arkitekt Hans Rose, Kalk- og Teglinformation, Hasselager. Kalk- og Teglinformation har udgivet en række pjecer, brochurer og ideblade, og figuren herover eksisterer også som plakat (61 x 80 cm), pris 10 kr.

Rødbrændende ler ligger derfor nærmest overfladen og i tykkelser mellem 1 og 2 - 3 meter, og det vil igen sige, at der er begrænsede mængder til rådighed, hvis man ikke vil bruge det stenede isafsatte moræneler, der kan bruges, når stenene er fjernet, men det er en vanskelig (og dyr) proces. Det gulbrændende ler er derimod meget (og nok) af, hvilket også giver sig til kende i prisforskellen mellem gule og røde sten.

Til teglfremstillingen benyttes både tertiært og kvartært ler. Det tertiære ler er næsten altid fri for sten- og gruspartikler, og er derfor let at forarbejde, men ofte er det samtidig for 'fedt' (indeholder for meget finfraktion), og skal derfor 'magres' med sand, for at kunne anvendes. Omkring Skive i det nordlige Midtjylland graves oligocænt ler, og omkring Gram i Sønderjylland graves det berømte miocæne ler, der især er kendt af geologer på grund af lerets indhold af hele hvalskeletter, mængder af hajtænder og utallige muslinger og snegle. Gramleret er sort til gråsort og svovlholdigt. Derfor brændes leret ved en høj temperatur, og de færdige sten er næsten sorte inden for en ydre rød skal.

Det meste ler, der anvendes til teglfremstilling, graves fra kvartære aflejringer, og her har interessen især samlet sig om stenfrie lertyper, som f.eks. smeltevandsler, der desværre ofte kun optræder i begrænsede områder, enten som stækt isforstyrrede aflejringer eller som uforstyrrede mindre 'issøler-aflejringer'. Issøaflejringerne giver sig ofte til kende som særlige landskabstyper, som afrundede fladtoppede bakker, eller som flade 'hylder' (konsolbakker) klistret på eksisterende bakkede landskabsformer. På Sjælland har der været stor



Figur 5. Principskitse for dannelsen af fladbakker og konsolbakker. Bakkerne består ofte af lerede sedimenter, og det er heller ikke ualmindeligt at finde varv netop i denne type landskabselementer. Ved den almindelige isafsmeltning vil de højeste landskabsområder tit smelte frem først, omgivet af is, og der bliver herved gode muligheder for sødannelser. Det er derfor almindeligt at finde både fladbakker og konsolbakker i relativt høje områder, f. eks. ved Vissenbjerg på Fyn og syd for Knabstrup i det nordvestlige Sjælland.

EN TRAPPESTEN VED RANDLEV KIRKE

af Arne Noe-Nygaard

Umiddelbart op til vestenden af Randlev Kirke i Østjylland findes der på kirkegården nogle lave trin af natursten. Et af disse trin er sammensat af to symmetriske sten, der grænser op til hinanden. Begge sten er 120 cm på den lange led og ca. 50 cm på den korte led. Bjergarten er en amfibolitisk gnejs.

Man opfatter straks stenene som sammenhørende på grund af deres indbyrdes ensartethed, - men så er det, at en geolog et øjeblik studser. Der er jo ikke simpelthen tale om en sten, som en stenhugger har flækket. I så fald ville en ribbe (forhøjning) modsvares af en en rille (fordybning), og det er ikke det vi ser. Det ses måske tydeligst på det sted i begge sten, hvor tre ribber krydser hinanden.

Min forklaring på fænomenet er denne: En fritliggende istidsblok af en gnejsbjergart er i sin tid blevet frostsprængt på et skørt sted i stenen, og dens to halvdele har åbnet sig til hver sin side, måske er de endda faldet helt fra hinanden. De nyblottede flader er begge blevet udsat for forvitringsprocessernes angreb med samme styrke. Da de er dannet på samme tid, har de opnået at få samme opløsningsmønster.

Naturkløvet sten ved Randlev kirkes vestende. Foto: Poul Pedersen, Arhus.

Da de to sten stammer fra den samme udgangsblok, må de have ligget umiddelbart i hinandens nærhed, da de senere blev samlet ind til kirkebyggeriet. De har åbenbart - stadig som et par - netop passet til trappetrinnet.

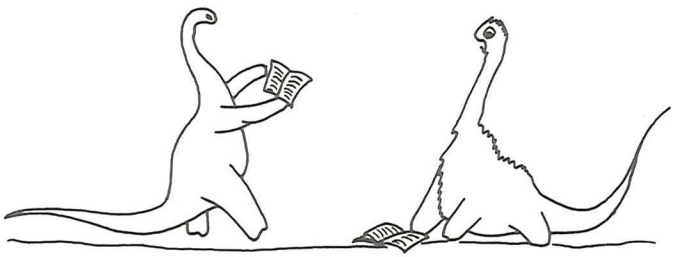
Intet som helst tyder i øvrigt på, at dinosaurerne 'slog' therapsiderne ud. Dinosaurerne var jo slet ikke 'dinosaurer' til at begynde med, og ganske troværdigt virker det heller ikke, at *Dinosaurerne dominerede landjorden i 140 millioner år,* når (s. 121) *dinosaurerne kun udgjorde omkring 5 procent af dyremassen* i deres miljø (at det drejer sig om en skrive- eller forståelsesfejl i T.N.'s referat af en amerikansk undersøgelse, gør ikke postulatet bedre).

Det efterfølgende afsnit, *Dinosaurus' død,* hvor den populære asteroide-forklaring på dinosaurernes endeligt diskuteres, er derimod acceptabelt, svarende til det niveau bogen stiler efter, og T.N.'s tanker over hvaler, aber og mennesker i næstsidste kapitel er på mange måder inspirerende og gode.

Bogens slutning, ligesom til dels dens begyndelse, er mere 'religiøs' end videnskabelig. Her taler forfatteren fra hjertet, - det er ærligt og skal ikke kritiseres.

Man genfinder sig selv og alle Jordens velmenende forældre i forslaget (s. 154) om: *...at fjerne langt de fleste af de omkring 50.000 atomvåben, der findes i verden i dag. At holde sig til måske under 1.000 for hver supermagt. Og at placere dem på steder, hvor de er usårlige, først og fremmest i oceanernes dyb.* Det minder om en hjemlig situation med barnet, der sidder tæt ved far og mor og slår på tromme. Far og mor vil gerne tale med hinanden, men kan ikke få ørenlyd, og foreslår: 'Vil du ikke ud at lege lidt ?' . Men det lille utyske har ikke den ringeste lyst hverken til at komme udenfor eller til at holde op med at tromme tæt ved forældrene, for det er jo dem, der skal høre det !

Jeg tror ikke, at forfatteren ville karakterisere sin bog som *science fiction.* Dog taget i udtrykkets egentlige betydning er den det. Den indeholder en god del citater af navngivne *scientists*, men også deres udsagn er i nogle tilfælde *fiction.* Forfatteren begiver sig fabulerende ud i videnskaberne. Han skal have ros for initiativet, og ingen bør fordømme ham for ikke at være alvidende. Men han skal have ris for sine sjuskefejl. Som *science* om de uddøde hvirveldyr er bogen ikke at anbefale.



Figur 6. Fladbakke ved Klippinge på Stevns halvøen. Foto: K. Gormsen.

Figur 7. Profil i en fladbakke ved Knabstrup, NV Sjælland. Der ses en tydelig overordnet lagdeling. Foto: S. Sjørring.

Figur 8. Udsnit af højre del af figur 7. Sandede og siltede lag er gule, lerede lag er blå. Der er ingen varv. Foto: S. Sjørring.

Figur 9. Senglacialt Yoldialer med skaller af Saxicava arctica *fra Vendsyssel Foto: S. Sjørring.*

teglproduktion baseret på flade issøbakker (f.eks. ved Knabstrup i NV-Sjælland), og på Fyn har området ved Vissenbjerg givet mange sten brændt af ler fra konsolbakker. Issøaflejringerne ved og omkring Nybøl Nor mellem Sønderborg og Flensburg har været grundlaget for en storstilet teglindustri med mere end 30 teglværker. Issøleret er her typisk varvigt, men optræder ikke i særligt store tykkelser (og giver sig heller ikke til kende som en særlig landskabsform). Meget af det varvige ler er opbrugt i området, og antallet af teglværker er kraftigt reduceret. Flere af værkerne bruger nu en blanding af issøler og moræneler i den fortsatte produktion.

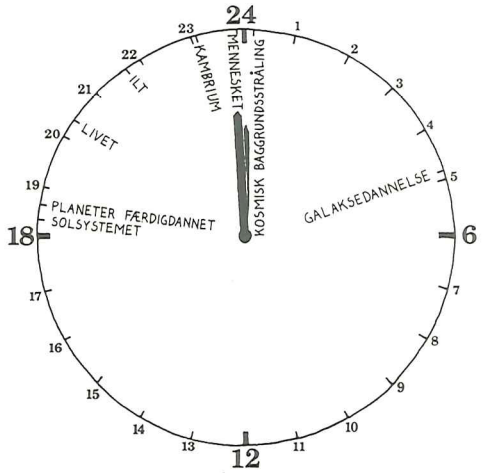
Specielt i Nordjylland anvender teglværkerne havafsatte leraflejringer, både senglaciale og postglaciale. De senglaciale aflejringer (Yoldia-Ler) er af god kvalitet, mens der stedvis er problemer med de postglaciale aflejringer, dels på grund af et forhøjet organisk indhold i kemisk form og dels på grund af et stort indhold af muslinge- og snegleskaller, der jo består af kalk. Skallerne kan dog sies fra mekanisk, hvilket så kræver, at man skal have leret opblødt til en tynd 'vælling', der igen skal homogeniseres og tørres.

En bog: Teglproduktionen i Danmark *(Råstofkontorets teknologiserie nr. 3, udgivet af Fredningsstyrelsen, 1980) kan anbefales de læsere, der vil vide mere om tegl, teglproduktion og produktionsøkonomi. 85 sider, illustreret, pris 20 kr.*

re et postulat som (s. 116) *Amfibierne er følsomme overfor et fænomen som kontinentaldrift, der akkurat kan fjerne kyst-grundlaget...* Sammenlignet med mængden af amfibier, der lever og har levet, er det meget, meget få, der kunne føle sig generet af nogle, selv lange, kyststrækninger forsvandt. De fleste amfibier kan ikke tåle saltvand, og med den nulevende strandtudse indregnet kendes der kun enkelte arter gennem Jordens historie, der menes at have holdt til i kystzoner.

Men på anden måde - som dog ikke omtales af T.N. - kan kontinentaldrift influere markant på dyrs udvikling, som det ses tydeligt i Australien: ved at glide gennem forskellige klimazoner, og ved at miste eller opnå kontakt med andre landområder påvirkes kontinenternes faunaer (og floraer).

I det hele taget går det ikke så godt, når T.N. argumenterer om de større uddøde dyr. Bogens vist ringeste afsnit i denne henseende er *Dinosaurus's succes* (s. 120-122). Her *slog* dinosaurerne *meget hurtigt therapsiderne næsten helt ud, da de kom til for omkring 200 millioner år siden,* og det endskønt *therapsiderne regnes for pattedyrenes umiddelbare forfædre,* altså står nærmere den menneskelige intelligens end dinosaurerne, som traditionelt regnes for beslægtede med de *dorske krybdyr....(firben og krokodiller..).* - Lad os i tankerne sætte T.N. ud på Ny Guinea foran *Crocodylos poporus.* Havde han kunnet tale den følgende dag, ville vi få at høre, at krokodillen i sine rette tropiske omgivelser er dødsens hurtig, behændig og frygtløs (men han blev desværre ædt). Man skal tage sig i agt for at bedømme dyr på syge eksemplarer livslangt isoleret på nogle få kvadratmeter beton i en kold zoologisk have.



Figur 3. I Kosmos eller Kaos *fortælles* historien om alle de forhold, der har skabt livet på jorden. *De 10-20 milliarder år, siden det nuværende univers tog sin begyndelse, er illustreret ved en urskive. Mellem kl. 18 og 19 dannedes Jorden og de andre planeter. Bogens beretning om de kosmiske processer er facinerende.*

Imidlertid er det, som T.N. gerne vil have læseren gjort opmærksom på - at det var de samme økologiske nicher, der var til rådighed i dinosaurernes tidsalder som i pattedyrenes, og at derfor dyr af samme generelle udseende udvikledes, eller (s. 119) *Det ser simpelthen ud til, at dinosaurerne blot udfyldte den plads, som pattedyrene siden overtog* - ikke så interessant, at det er værd at klippe en tå og skære en hæl for at formidle det ? Det synes jeg ikke. Der er intet nyt eller overraskende i, at forskellige legemer, der drives frem i samme medium, tenderer mod at antage samme form, nemlig den, der yder mindst mulig modstand mod omgivelserne. Dette gælder, som enhver kan se, fisk, hvaler, hvaløgler, undervandsbåde, torpedoer, blæksprutter ('sammenklappede') o.a. Så vidt er 'det aktualistiske princip' anvendeligt: at de fysisk/kemiske kræfter, som virker i naturen, er de samme i fortiden som i nutiden. At der er nogle dyr, der æder planter, og andre, der æder dyr, er det jordiske liv i en nøddeskal (jeg ved ikke, hvorfor T.N. mener, s. 116, at *Fødekæderne blev først for alvor til med kambrium*). Men hvorfor holde skjult, at livet var anderledes i Mesozoikum end i dag, og at de økologiske nicher, der var der, dengang dinosaurerne og deres samtidige levede, ikke var de samme som nu ? Tænk hvilken forskel det gør, f. eks. at der ikke fandtes græs: dyr af funktionel lighed med nutidens hest, zebra, gnu, steppebison, får, visse kænguruer osv. eksisterede ikke ! Og går vi endnu længere tilbage i tiden, bliver det hele stadig mere anderledes.

Der var en lang tid af Jordens historie, hvor alle hvirveldyr lignede fisk, og hvor organismerne til stadighed måtte opholde sig i vandet som beskyttelse mod solstråler, der er farlige for levende celler (det var før ozonlagets dannelse i atmosfæren, som også T.N. gør opmærksom på). Livet på Jorden er præget af længring, *udvikling* i ordets bedste betydning, og ikke af en monoton gentagen af sig selv.

Kontinentaldrift, eller mere moderne: pladetektonik, indgår også i bogen. Det sædvanlige eksempel med Sydamerikas østrand, der passer ind i Afrikas vestrand, luftes endnu engang. Og *Det anslås at Europa og Amerika idag fjerner sig fra hinanden med en hastighed af omkring en centimeter om året* (s. 81). Andre mener, at det går hurtigere, men det er nu ikke så væsentligt, eftersom hastigheden er varierende. Der er mere grund til at anholde udsagnet om *jordoverfladen som sammensat af en håndfuld plader* (s. 84). Hvad er 'en håndfuld plader' ? Skal det sammenlignes med f. eks. en håndfuld salt, hvor man tæller saltkornene, og er det så groft eller fint salt ? Eller har det noget at gøre med antal fingre, der er på en hånd, altså 5 ? I så fald er det forkert. Alene i Middelhavsregionen er der flere end 5 plader.

T.N. synes at mene, at kontinentaldrift har en vældig betydning for visse dyregruppers opkomst og nedgang. I erkendelse af, at alt influerer på alt, kan man naturligvis ikke udelukke, at bevægelser af klodens landområder også påvirker organismernes udvikling. Men det er yderst tvivlsomt, om det skulle rimeliggø-

NY BOG

E. Rancke-Madsen: Grundstoffernes Opdagelseshistorie. Gads Forlag, København 1984. 140 sider, illustreret. Pris 134,20 kr.

Grundstoffernes Opdagelseshistorie er en velskrevet og letlæst bog omfattende samtlige kendte grundstoffer.

Til hvert enkelt grundstof, som nu rettelig bør kaldes *element,* omtales de personer, der knytter sig til elementets opdagelse. Vi får at vide, hvorledes elementet fik sit navn, og hvorledes det blev fremstillet første gang.
Nogle af elementerne har ikke en men flere 'opdagere', der uafhængigt af hinanden har fremstillet og navngivet samme element. Andre elementer som f.eks. jern, kobber, sølv og svovl har været kendt siden oldtiden, og de har derfor intet navn knyttet til deres opdagelse.
Gennemgangen af de nu påviste 109 elementer er ordnet kronologisk. Af hensyn til overskueligheden har forfatteren dog samlet beslægtede elementer opdaget inden for en begrænset tidsperiode i samme afsnit. Det er alligevel blevet til ikke mindre end 41 afsnit, men til gengæld er der også blevet plads til at beskrive, hvorledes kemikerne efterhånden er nået frem til en systematisk opstilling af elementerne i det såkaldte *periodiske systen.*
Det kan næppe undre, at Rancke-Madsen har haft en vanskelig opgave i at samle opdagelsen af 109 elementer i en bog på kun 140 sider. Beskrivelsen af de enkelte elementers opdagelseshistorie er meget kortfattet. Som geolog kunne man ønske sig mere om elementernes forekomst i naturen, og en kemiker kunne måske tænke sig fremstillingsprocesserne beskrevet mere indgående. Skulle sådanne ønsker have været tilgodeset, havde bogen nok fået det tredobbelte omfang. Til gengæld ville man i højere grad have fundet teksten mere udtømmende og bogen anvendelig som opslagsværk, hvad den næppe er nu.
I sin nuværende form giver Rancke-Madsen's bog en letlæst og bestemt underholdende oversigt over elementernes opdagelseshistorie, og den lille bog finder sikkert plads på hylderne i ethvert skole- og kommunebibliotek.

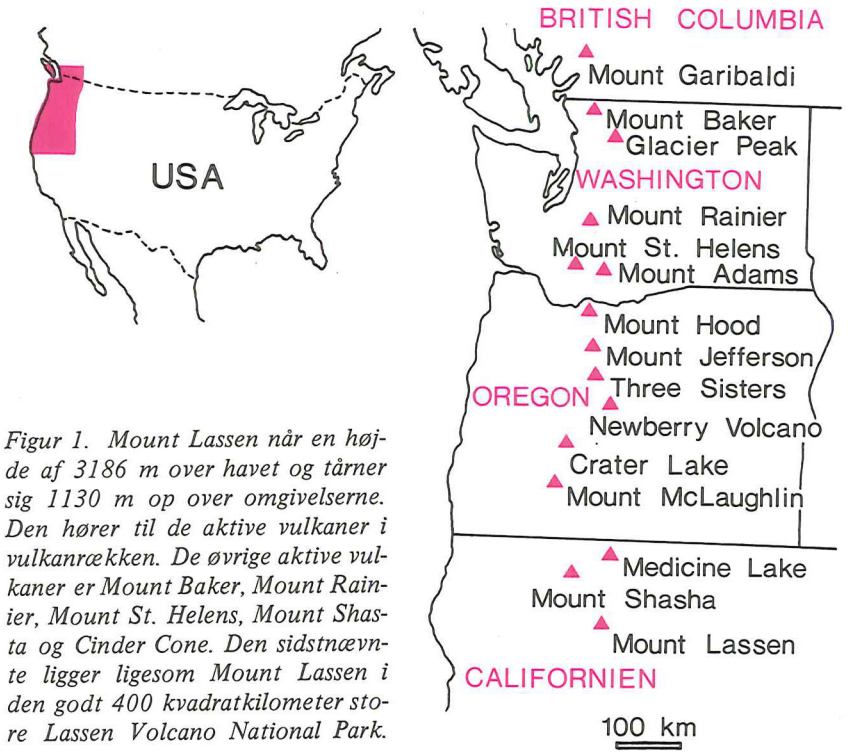
Ole Larsen

Mount Lassen

SMEDENS VULKAN

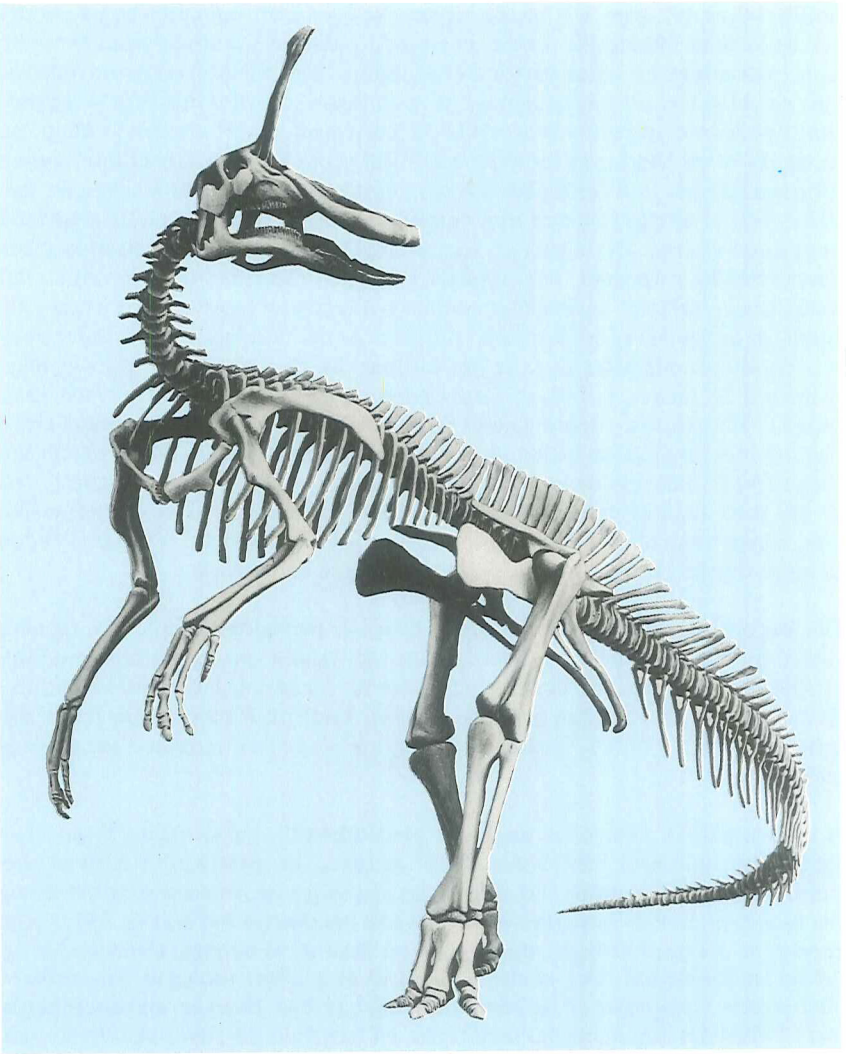
af Gunni Jørgensen

Den snetoppede vulkan, Mount Lassen - eller Lassen Peak - er den sydligste forpost i en vulkanrække, der i det vestlige USA strækker sig fra det nordlige Californien gennem Oregon og Washington til den sydlige del af British Columbia i Canada.



Figur 1. Mount Lassen når en højde af 3186 m over havet og tårner sig 1130 m op over omgivelserne. Den hører til de aktive vulkaner i vulkanrækken. De øvrige aktive vulkaner er Mount Baker, Mount Rainier, Mount St. Helens, Mount Shasta og Cinder Cone. Den sidstnævnte ligger ligesom Mount Lassen i den godt 400 kvadratkilometer store Lassen Volcano National Park.

Spanierne kaldte bjerget St. Joseph's Mountain, men det nuværende navn, Mount Lassen, kom i brug i 1850'erne. Det er såvidt vides den eneste aktive vulkan i verden, der er opkaldt efter en dansker: smeden Peter Lassen, der udvandrede til USA i 1830, og som regnes for at være den første kolonisator af det nordlige Californien.



Figur 2. Tsintaosaurus *er en hadrosaur, andenæbsøgle fra sen Kridttid i Kina. Ligesom sine nordamerikanske slægtninge havde den tætstillede rækker af skarpe tænder bagerst i munden, der utvivlsomt, da dyret levede, var afskærmet til siderne af kinder som hos heste - den var en avanceret planteæder. I* Kosmos eller Kaos *er vist kraniet af* Tsintaosaurus, *som her med en 'opsats'. Men nu menes 'opsatsen' at være næseknoglerne galt sat på under rekonstruktionen. Skelettet er 7 meter langt og kan beses i Peking. Billedet er lånt fra kataloget til udstillingen* Dinosaurs from China *i Sydney, Australien 1983.*

af dinosauren *TSINTAOSAURUS,* nemlig *det store horn,* nok mindre gådefuldt end T.N. havde mulighed for at vide, da han valgte billedet. Man mener nu, at 'opsatsen' er en fejlrekonstruktion, en fejlpåsætning af næsebenene, der burde ligge fladt ned på oversiden af kraniets pande-snuderegion.

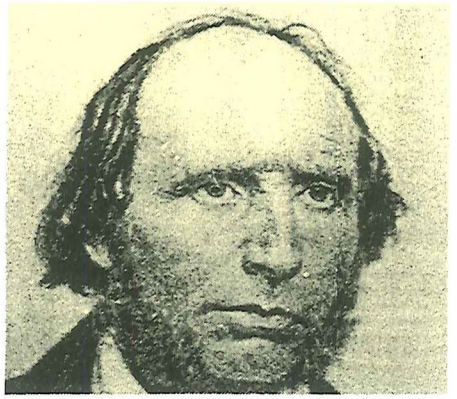
Foruden et sort/hvidt fotografi foran hvert kapitel er der spredt i teksten enkelte stregtegninger. Den på side 86 viser imidlertid ikke rigtigt det, den skulle: kontinenterne er ikke samlet i det annoncerede superkontinent Pangaea. Uden at hæfte sig for meget ved de talrige øer, der på en prik ligner dem, vi kender fra nutidens atlas, Baffin Island, Grønland, Storbritannien, Irland osv., ser man, at også Amerika'erne ligger ærbart adskilt fra Den gamle Verden, og at Australien, så vidt det kan anes på kortet, ikke hænger fast ved noget andet kontinent. Hvordan kunne så Triastidens store, tunge therapsid (et pattedyrlignende krybdyr) *Kannemeyeria* i Argentina så parre sig med *Kannemeyria* i Sydafrika og have en nær slægtning i Australien ?

T.N. mangler en dybere fornemmelse for det levende i naturen. Det er trist, at bogen ikke alene er præget af denne manglende fornemmelse, men også af fejl, som kunne have været undgået ved at slå op i en lærebog i palæontologi eller spørge en udøver af de relevante dele af faget. Alle ville ryste på hovedet, hvis jeg hævdede, at en ko er et næsehorn, eller en kat et pindsvin. Men det ville faktisk være mindre forkert, end når T.N. skriver, at en ichtyosaur (hvaløgle) er en dinosauer (s. 119). Der fandtes ingen havlevende eller i det hele taget hvallignende dinosaurer. T.N. ønsker at formidle ideen, at *Der eksisterede en dinosaur for hver slags pattedyr, vi kender idag* (s. 119). Ud over *svømmende dinosaurer - ichthyosaurer* nævner han som eksempel *dinosaurer, der kunne flyve,* svarende til flagermus. Men flyveøgler, pterosaurer, er heller ikke dinosaurer. Og hvilke dinosaurer lignede nutidens arktiske og antarktiske dyr, som sæler, isbjørne, lemminger og søløver ? Hvilke dinosaurer svarede til den omfattende gruppe af pattedyr, som kaldes primaterne, hvortil menneskene hører ? Hvilken dinosaur var en parallel til muldvarpen ?

T.N. er primært optaget af processer, forløb, årsagssammenhænge, som kan erkendes i naturen, den fortidige såvel som den nutidige. Han anskuer naturen grundlæggende forskelligt fra den måde, på hvilken forrige generationers formidlere af videnskabelig erkendelse omtalte den. I stedet for at fokusere på den enkelte art og beskrive den, eller studere faunaer/floraer, eller endnu mere 'moderne': at se på populationer, tager T.N. den biologiske masse og analyserer den, nærmest som en kemiker ville analysere sit materiale. I harmoni hermed er det, at T.N. nævner mange eksempler fra mikrobiologien. Men hvad dyrene egentlig er og var, synes han ikke at kere sig om. For et antropocentrisk livssyn, som det T.N. dybest set repræsenterer, er denne 'upersonlige' og 'kemiske' måde at anskue dyr på ligetil og problemfri. Og den har givetvis sin sandhedsværdi, men den er ikke uangribelig.

Peter Lassen blev født den 7. august år 1800 i Farum nordvest for København. Han blev udlært smed - et næsten profetisk valg af hverv, når man tænker på hans senere forbindelse med vulkanen - men da det begyndte at knibe med at skaffe sig beskæftigelse, emigrerede han til Amerika, landet så mange drømte om. Via Boston kom han til Missouri, hvor han virkede som smed, samtidig med at han opkøbte og dyrkede jord. I 1840 kom han til Californien, hvor han i Santa Cruz oprettede den første savmølle i staten. Hans urolige pionerånd drev ham videre, og med mulæsler, kreaturer og heste drog han til Sacramento dalen. Han grundlagde en by, Benton City, og oprettede en frimurerloge her. En kort tid var han den første og eneste dampskibsejer ved Øvre Sacramento. Han gjorde en meget stor indsats for at finde de bedste ruter over Sierra Nevada bjergkæden for emigranternes vogntog, og mange lokaliteter bærer i dag hans navn, bl.a. Lassen Meadows, Pete Creek, Pete Creek Valley, Lassen Butte, amtet Lassen County og skovområdet Lassen National Forests, der ligger lige syd for Lassen Volcanic National Park. Byen Janesville blev omdøbt til Lassen, og flere gader bærer hans navn.

Den 26. april 1859 blev han dræbt af en indianer, til trods for at han ofte optrådte som mægler mellem kolonisterne og indianerne. Han er begravet under en kæmpefyr, en *Sequoia gigantea,* i Honey Lake Valley på den jord, han selv ejede, og frimurerne rejste et mindesmærke på hans grav. Også i Farum findes en mindesten for ham, fig. 3.



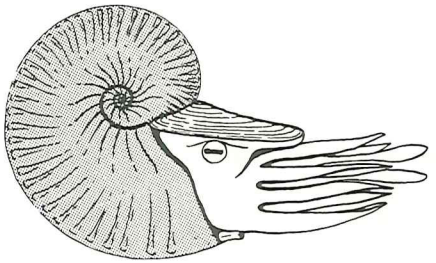
Figur 2. Peter Lassen. Efter Farum Nyt *1982.*

Mount Lassen, vulkanen der bærer vor landsmands navn, ligger i den sydøstligste ende af Cascadebjergene, hvis dannelse startede for 70 millioner år siden. Vulkanske bjergarter vidner om, at talrige - længst forsvundne vulkaner var i virksomhed i de følgende 30 millioner år. Efterhånden som området hævedes, dannedes der, fortrinsvis øst for de gamle vulkaner, store spalter i jorden, hvorfra basaltisk lava strømmede ud, og i løbet af 25 millioner år opbyggedes et af Jordens største plateaubasalt-områder, det ca. 650.000 kvadratkilometer store Columbia River Plateau. Plateaubasaltlava, også kaldet flodbasaltlava, er letflydende, meget varm lava, som danner vidtstrakte, ofte tykke lavastrømme, der efterhånden kan opbygge et plateau bestående af lag på lag af disse strømme.

Figur 3. Mindestenen for Peter Lassen i Farum. I baggrunden ses Rådhuset. Ole Bang Berthelsen fot.

For ca. 12 millioner år siden ændrede lavaerne karakter, de blev mere kiselsyrerige og mindre letflydende. Hvor der før dannedes vidtstrakte lavamarker, opstod der nu vulkanbjerge. Inden for den sidste million år er en del af de meget markante vulkaner blevet til: Mount Hood, Mount Shasta og Mount Rainier. Mount Lassen blev dannet på nordøstflanken af en stor vulkan, Mount Tehama, hvis rester endnu ses sydvest for Mount Lassen. En 'prop' af dacitisk lava trængte op gennem allerede dacitiske lavastrømme (dacit indeholder mere kiselsyre end basalt). 'Proppen' voksede til en stejl vulkansk dome. Gennem revner og sprækker i domens overflade trængte spidser af dacitisk lava op, og forvitringsmaterialet herfra aflejredes på vulkandomens sider, således at vulkanens kontur efterhånden blev mindre stejl.

Ofte har vulkanske domer slet intet krater, de får deres tilvækst nedefra og indefra på en sådan måde, at de inderste lag er de yngste, og det er ikke altid, at lavaen gennembryder de ældre overfladelag. En sådan vulkan kaldes en endogen dome, og Mount Lassen tilhører denne type, men er dog bemærkelsesværdig ved at have 4 kratere, der alle har været sæde for betydelige eksplosioner. I historisk tid har Mount Lassen kun haft udbrud i perioden 1914 - 1917. Før den tid har hverken spanierne, der tidligt underlagde sig Californien, eller nybyggerne og indianerne berettet om vulkansk aktivitet i denne vulkan. På bjergets top var der før 1914 et ovalt krater, 110 m dybt og godt 3 km langt. Det indeholdt en lille sø.



Figur 1. Ammoniter er uddøde blæksprutter, hvis krop var beskyttet af en indrullet, kamret skal. Sådanne skaller findes ofte fossilt, og et smukt eksemplar (til højre) er afbildet i Kosmos eller Kaos. *Skønt billedteksten i bogen kalder det et* krebselignende havdyr, *er dog ammoniter andetsteds i bogen omtalt som blæksprutter. Billedet til venstre viser en rekonstruktion. Det er lånt fra Barthel, 1978,* Solnhofen.

Sproget er generelt udmærket, varieret, nu og da med lidt søgte ord, men det er nødvendigvis ikke af det onde, - det holder den læsende sprogligt vågen at blive prikket til med ord, som er anderledes end forventet. Teksten igennem er der nogle skrive- og trykfejl, hvoraf den værste nok er (s. 27, 1.9) *millioner* i stedet for *milliarder,* hvis udsagnet om livets tilblivelse ellers skal ligne det, geologerne forestiller sig (de fleste mener nu, at livet er ældre end 3 milliarder år - hvad for resten T.N. også mener på s. 101). Af andet ordmæssigt skal nævnes, at det er inkonsekvent at skrive *jorden,* som navnet på planeten, med lille begyndelsesbogstav, når de øvrige planeters navne skrives med stort. Og at *skabe* er misvisende som udtryk for tilblivelsen af elementer i universet. *At skabe* forudsætter en skaber, et væsen. Ordet bærer i sig stærke hentydninger til religiøse beretninger.

Illustrationsmaterialet er teknisk set vel så godt, som det kan være i en bog af denne type, men det bør bl.a. påtales, at der ikke står *Fot. Peter Appel* under *STROMATOLITTER fra Australien* - det er dog betinget af initiativ, økonomi og imødekommenhed hos Peter Appel, at billedet kan trykkes i bogen - når der under seriens sidste billede, *NERVESYSTEMET,* som formentlig er kopieret fra en publikation, står *af Robert Demarest.* Hvorfor der under billedet af den gennemsavede forstenede skal af en *AMMONIT,* som er en slags blæksprutte, står *et krebselignende havdyr,* er mig en gåde. Derimod er det gådefulde ved kraniet

KOSMOS ELLER KAOS

Palæontologiske tanker over bogen *KOSMOS ELLER KAOS. Ni kapitler af verdens historie.*

Forfatter: Tor Nørretranders. Forlag: Tiderne skifter, København 1984, 168 sider, illustreret. Pris 135 kr.

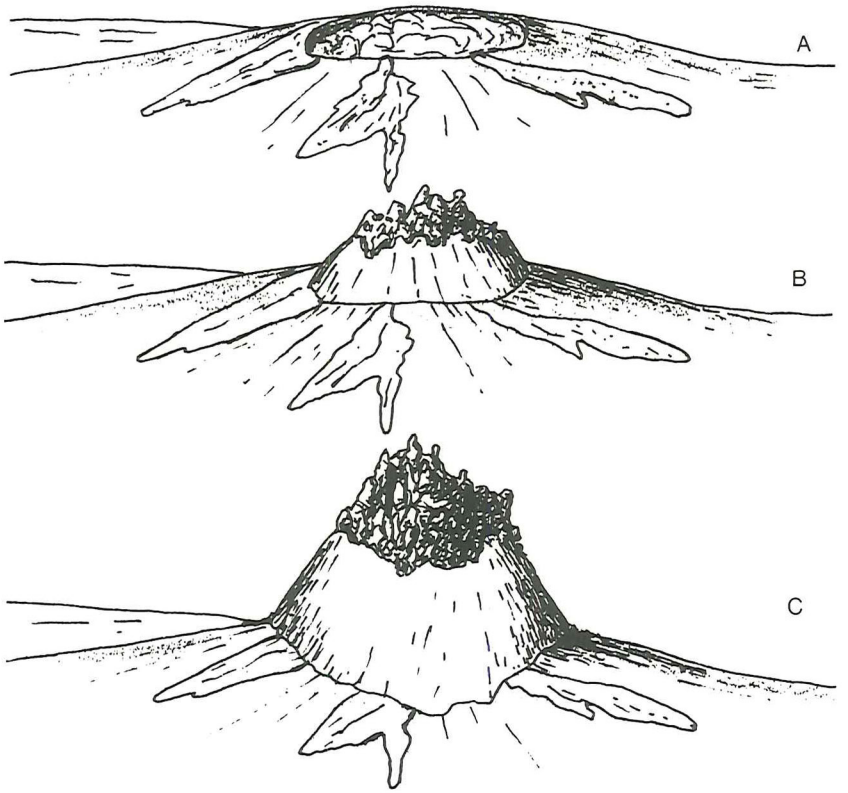
af Ella Hoch

Mange læsere kender Tor Nørretranders fra forskellige dagblades naturvidenskabelige spalter. For nylig bearbejdede han sin artikelserie i FDB's blad *Samvirke* til en bog med ovennævnte titel. Heri er han interesseret i astronomiske og fysiske problemer og bekymrer sig om menneskehedens fremtid. Det er udtrykt således i forordet: *Der er en meget dyb sammenhæng mellem den kosmiske orden og de problemer, mennesker står over for i dag.*

Det er en prisværdig baggrund for at skrive en bog. Dog kunne *i dag* have været udeladt, for så langt tilbage, som man har spor af kultur, har menneskene tilsyneladende set en sammenhæng mellem egne problemer og det kosmiske. Det er ophav til religionerne, og T.N.'s bog har også anstrøg af religiøsitet.

Som palæontolog - uden dybere indsigt i astronomi og fysik - kan jeg ikke kritisere bogens indhold fra disse videnskabelige sfærer, men forfatteren bevæger sig også ind i geologien og palæontologien. Jeg vil forsøge at gengive noget af det, der faldt mig ind ved mødet med ham dér.

Indledende skal det fremhæves, at der er mange passager i bogen, som på forståelig, ind imellem på særdeles pædagogisk måde, som f. eks. i sammenligningen med skøjteløberen (s. 69), oplyser om øjeblikkets viden om fænomenerne i verdensrummet, - og om øjeblikkets mangel på viden om samme: i begejstringen over vor (specielt amerikanernes - T.N. synes bedst eller udelukkende at forstå dansk- og engelsksprogede kilder) imponerende indsigt, glemmer T.N. ikke at markere de grænser, som enhver, der har trang til at gå videre med sagen, skal kende. Blandt andet derved hæver hans arbejde sig over det, som kunne kaldes 'popularisering i dårlig betydning'. En konstatering som *Der er kolossale praktiske problemer med at foretage måleserier over et så langt spand af år* (s. 67) er vigtig for at knytte begejstringen fast på vort daglige fundament. Og hvor ofte har man ikke ærgret sig over andre forfattere, der udelader ord som *jordisk* i postulater af typen *Man kan ikke tænke sig jordisk liv uden flydende vand* (s. 71). Man skal jo netop kunne forestille sig helt andre slags liv uden for Jorden - såfremt man vil lege med.



Figur 4. Mount Lassen's tilblivelse. A: For ca. 5000 år siden dannedes en lavaprop i et flankekrater på en kegleformet vulkan, hvis sider endnu kan spores i omgivelserne. B: Proppen voksede til en stejl dome, der efterhånden helt skjulte krateret. C: Gennem revner og sprækker i domens overflade trængte spidser af dacitisk lava op. Forvitringsmateriale aflejredes på vulkanens sider, således at vulkanens kontur blev mindre stejl.

Kl. 17 om eftermiddagen den 30. maj 1914 var vulkanens Tornerosesøvn forbi. Uden at beboerne i omegnen havde bemærket forvarsler af nogen art, f.eks. jordskælv, skete der et kort, eksplosivt udbrud, og en søjle af damp og aske skød op fra topkrateret. Efter eksplosionen observerede en skovarbejder, at der lidt nordvest for det gamle krater var dannet et nyt, hvorfra der steg damp op. Det nye krater var en halv snes meter langt, og i forbindelse med det var der yderligere opstået to ca. 30 meter lange revner, der forløb mod øst og vest fra krateret. Muligvis er smeltevand fra sneen på vulkanens top trængt ned gennem tidligere dannede jordskælvsrevner, er blevet ophedet og har fremkaldt små dampeksplosioner. De bjergartesfragmenter, der slyngedes ud, var ikke i stand til at smelte sneen, de landede på.

I løbet af det første år skete der i Mount Lassen ca. 150 eksplosioner, men de fleste af dem var meget milde. I marts 1915 havde det nye krater en diameter på godt 300 meter. Den 19. maj 1915 steg der i løbet af natten glødende, sejgtflydende dacitisk lava op i topkrateret og flød ud gennem to hak i kraterranden. Fra hakket i den sydvestlige side bevægede en lavatunge sig langsomt et kort stykke ned ad vulkanens top. Fra det nordøstlige hak, hvor bjergsiden er meget stejl, dumpede lavaen ned i klumper. Varmen fra udbruddet smeltede sneen, og smeltevandet gennemvædede det løse materiale, som var blevet aflejret under de tidligere 150 eksplosioner. Resultatet blev, at der opstod en mudderstrøm, som flød ned ad nordøstsiden og fortsatte endnu ca. 18 kilometer ud over landskabet. Mudderstrømmen, som fuldstændigt ødelagde det berørte område, blev senere kaldt the Great Mudflow, den Store Mudderstrøm, og er sine steder op til 6 meter tyk. Ingen mennesker blev dræbt, fordi det var så tidligt på året, at kvægejerne endnu ikke var taget ud til græsningsområderne. Også mindre mudderstrømme blev dannet ved snesmeltningen, men de nåede næppe uden for vulkanens basis.

Der skulle kun gå tre dage efter fremkomsten af den ødelæggende mudderstrøm, før næste dramatiske scene udspilledes. Om eftermiddagen den 22. maj skete der en voldsom eksplosion, som slyngede damp og aske til vejrs i en over 9000 meter høj paddehattesky, der kunne iagttages over hele det nordlige Californien. Ved eksplosionen blev der dannet et nyt krater.

Det Store Eksplosive Udbrud, the Great Explosive Eruption, som det blev kaldt, var ikke blot opadrettet, trykbølgen, the Great Hot Blast, gik også sideværts og nedad. Blandingen af hed damp og brændende varme lavapartikler slyngedes med forfærdende hast ud fra vulkanen, ned ad flanken og videre bort ad samme vej, som mudderstrømmen havde fulgt. Hvor denne dækkede landskabet, var alt i forvejen totalt ødelagt, men hinsides mudderstrømmens grænse var trykbølgen så kraftig, at alle træer i et skovbælte inden for 5 kilometers afstand fra vulkanen, blev væltet om med trækronerne pegende væk fra Mount Lassen. Efter denne sidste store kraftudladning ebbede aktiviteten ud. Der fulgte mindre eksplosioner de følgende år lige til juni 1917, hvorefter der ikke længere var tale om egentlige udbrud.

Et stort område rundt om vulkanen er udlagt til nationalpark. Lassen Volcanic National Park blev efter en kongresbeslutning etableret i 1916. Flere vulkantyper er repræsenteret inden for dette område, f.eks. skjoldvulkaner, domer og slaggevulkaner. Cinder Cone, af sidstnævnte type, havde udbrud 1850 - 1851. Desuden findes varme kilder, svovl- og mudderpøle.

Parkområdet blev i 1929 udvidet og omfatter nu godt 400 kvadratkilometer. Ved en 3-dages invielsesfest, efter at der også var blevet anlagt automobilveje i området, blev Peter Lassen hyldet i en tale af USA's indenrigsminister Wilbur.

Figur 5. Mount Lassen. Foto: Thomas Blume.

Et kunstigt udbrud, elektrisk antændt, blev udløst efter talen, og om aftenen igangsattes et kæmpemæssigt fyrværkeri fra Mount Lassen's krater, og talrige bål lyste op over det store bjergmassiv. Den herhjemme så lidet kendte danske pioner har næppe kunnet få en mere pompøs hyldest.

P.S. Geologisk Museum i København fortæller, i 125-året for Peter Lassens død, i en enkelt montre historien om 'Mount Lassen - Smedens Vulkan'.

Litteratur

Day, A.L. & Allen, E.T., 1925: The Volcanic Activity and Hot Springs of Lassen Peak. Carnegie Inst. of Washington.

Schulz, P.E., 1959: Geology of Lassen's Landscape. Lassen Volcanic National Park, Mineral, California.

Vogel-Jørgensen, T., 1937: Peter Lassen af California. Berlingske Forlag.