



Kazbekbjergene (5009 m) i det centrale Kaukasus.

Se Kaukasus-artiklen i dette hefte.

VARV

Postadresse: Tidsskriftet VARV, Mineralogisk Museum, Østervoldgade 5-7, 1350 København K. (Tlf. Mi 5001).

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

VARV udkommer fire gange om året. Prisen er 11 kr i abonnement. Abonnement tegnes ved indsendelse af beløbet til VARV, postgiro 68880. (Moms inkluderet).

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

Eftertryk af tekst og billeder er kun tilladt med kildeangivelse.

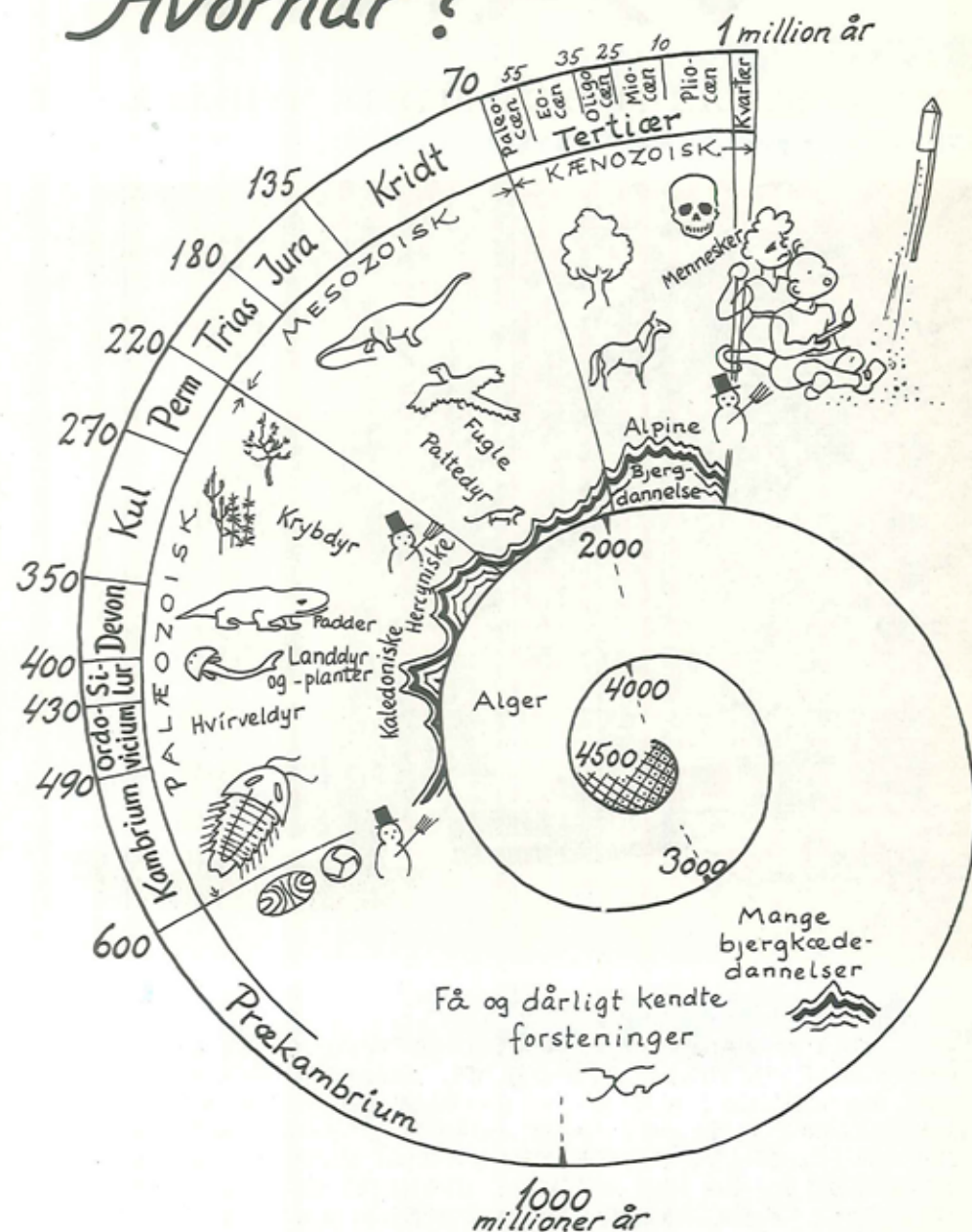
VARV

NR. 3 BLADET MED DE ÆLDSTE NYHEDER 1968



DER ER NATURLIGVIS MANGE GEOLOGISKE GÅDER OG EN AF DEM OMFATTES AF AFLEJRINGER SOM VIST HER. DISSE SÆRPRÆGEDE SANDSTEN ER SÅRE ALMINDELIGE I ALPERNE - HVORFRA BILLEDET ER HENTET - OG I BJERGKÆDERNE I DET HELE TAGET. GÅDEN OM SANDSTENENE HAR FUNDET SIN FORELØBIGE LØSNING GENNEM IHÆRDIGT STUDIUM I NATUREN, LABORATORIEFORSØG OG IKKE MINDST ET UTILSIGTET STORSTILET NATUREKSPERIMENT. INDE I BLADET BERETTES OM SANDSTENENE OG NATURENS LUNER, DER DENNE GANG BIDROG TIL FORSTÅElsen AF SÆRE PROCESSER OG STORSTILEDE NATURKRÆFTER SOM MAN IKKE NORMALT FORESTILLER SIG.

Hvornår?



FOR LØSBLOK - SAMLERE

Sidste år udkom i Holland en tysksproget bog om de nordeuropæiske typer af løse gletscherførte sten, "Geschiebe", som vi jo også her i landet har så rigeligt af.

Det er først og fremmest sedimenterne og deres forsteningsindhold, bogen handler om. Emner som ledeblokstalling og krystalline bjergarter behandles ikke eller næsten ikke.

Bogen blev oprindeligt skrevet af den i 1963 afdøde dr. Kurt Hücke i Tyskland, men den er nu ved udgivelsen blevet stærkt udvidet af Hamburg-professoren E. Voigt. På grund af sproget vil den næppe blive særlig udbredt her i landet, men der mangler desværre en tilsvarende behandling på dansk af det også for danske amatører så nærliggende emne, og derfor kan vi ikke lade være at gøre stensamlerne blandt vore læsere opmærksomme på denne ajourførte fremstilling.

Foruden 132 sider tekst er der 50 tavler med gennemgående fortrinlige fotos af et udvalg på et par hundrede forsteninger. Der er kort og figurer i teksten samt tabeller over de skandinaviske lagserier, hvorfra stene er kommet. En bogfortegnelse rummer ca. 280 henvisninger.

Bogen indledes med kapitler om målsætning og betydning af arbejdet med løsblokkene, om hjælpemidler, indsamling, præparation og opbevaring af en samling. Derpå følger fra side 35 til side 111 hovedafsnittet med gennemgang af overordentlig mange af de nordiske stentyper, hvis samlede tal går op i mange hundrede.

Stentyperne præsenteres i aldersfølge, og ud fra et fornuftigt synspunkt placeres de inden for Nordeuropas geologiske historie. Dermed leverer bogen en hel lille Skandinavien-geologi. De givne oplysninger synes gennemgående up-to-date og korrekte. Hvad der mangler af nyere synspunkter og detailviden om de skandinaviske lagserier svækker ikke bogens brugsværdi mærkbart.

Der er tale om et oversigtsværk om bjergarterne og forsteningsindholdet. Det er ikke en bog, man direkte kan bruge ved en fuldstændig bestemmelse af forsteningerne i sin egen samling - dertil kræves i almindelighed en nok så stor samling bøger. Dog kan man for almindelige forsteninger i reglen komme til en rimeligt sikker bestemmelse ved brug af bogens fortræffelige illustrationer.

Det fulde udbytte af værket får man sikkert først, når man i forvejen har et vist almindeligt kendskab til forsteninger og bjergarter.

DATA :

Kurt Hücke : Einführung in die Geschiebeforschung (SedimentärGESchiebe).

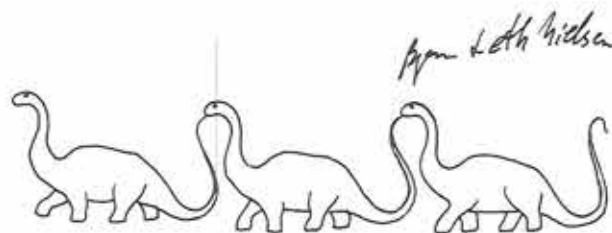
Herausgegeben und erweitert von Ehrhard Voigt, 1967.

Forlaget : Nederlandse Geologische Vereniging, Oldenzaal, Holland.

Prisen ligger antagelig omkring 35 danske kroner.



mationer. I den centrale del af kæden har foldningen og omdannelser af bjergarterne imidlertid i stor udstrækning ødelagt og ukendeliggjort de fleste forsteninger i lagserierne, og først efter et langvarigt og omhyggeligt arbejde er det lykkedes geologerne ved universitetet i Tbilisi at finde frem til disse lags aldersfølge. Lettere har det været syd for hovedkæden, hvor lagenes omdannelse og foldning er mindre kraftig, således at forsteningerne er mere velbevarede. Man har i kridttidsdannelserne her et stort antal arter, som vi også har i det danske kridt, men tillige arter, der er fremmede for os. Nær byen Kutaisi kan man for eksempel på en blottet lagflade fra ældste kridttid se fodspor fra tre arter af dinosaurier (kæmpeøgler). Sporene er sat, da dyrene i fjern fortid vandrede gennem det endnu ikke hærtnede kalkslam. Når man besøger en sådan lokalitet kan man med lukkede øjne og koncentration forestille sig dette fortidssceneri.



NUTID FORKLARER FORTID

af erling bondesen

FILOSOFISK BAGTANKE

I geologien anvendes i vid udstrækning det såkaldte aktualitetsprincip - det vil sige: "Sådan som processerne udspilles i naturen i dag, således må man antage, at det har foregået også i fortiden". Dette er et af de mest grundlæggende filosofiske principper for geologisk tankegang. Som aflejringerne dannes på en kyst, på havbunden, i en sø, i en flod, i en ørken, således har det været alle dage, i tertiærtiden - i kultiden - i præ-kambrisk tid. Man har således ved at sammenligne nylig dannede aflejringer med gamle aflejringer blottet i bjergkæderne, kunnet danne sig et indtryk af aflejningsmiljø og af de faktorer, der har medvirket ved aflejringen.

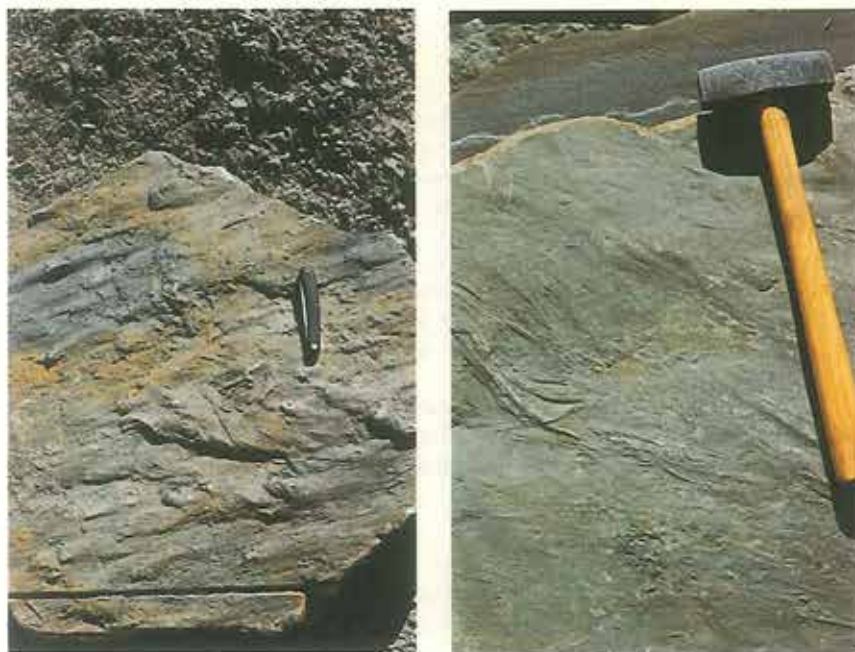
Der er dog mange gamle aflejringer som det har været vanskeligt at forstå, dels fordi de med tiden har ændret udseende og dels fordi det ikke har været muligt at finde nutidige paralleller.

EN GÅDE

En sådan aflejringstype er den der er afbildet på forsiden af dette Varv-nummer. Billedet stammer fra Alperne, hvor man plejer at bruge betegnelsen "flysch" for sådanne aflejringer.

Kort sagt er flysch sandsten, men af en særlig type, hvor der mellem sandskornene er særlig meget leret substans. Sandskornene kan være kalkkorn, kvarts eller feldspatkorn, stumper af fremmede elementer som skifer, vulkanske bjergarter, forsteninger med mere. Bjergarten går også ofte under betegnelsen "gråvække" fordi den oftest er af lysere eller mørkere grå farver. Karakteristisk er det også, at der i disse aflejringer findes en blanding af ting, der hører hjemme højest forskellige steder. Der er for eksempel dyrerester fra såvel lavt, som mellemdybt og dybt vand og dyrerester fra såvel blød bund som sandet bund alt blandet sammen i samme sediment. For at gøre forvirringen total kan sådanne aflejringer indeholde forsteninger fra flere forskellige ældre tidsafsnit.

Lagene er aflejret med en dårlig sortering af kornene, for fjerntransporterede korn, der er fint afslidte og rundede findes side om side med korn der er skarpkantede og derfor kun transporteret over korte strækninger. Der er dog meget ofte og helt karakteristisk for flyschaflejringer en grov sortering af kornene i en slags varv med de groveste bestanddele i bunden af en lag-enhed og med det finere materiale - ler og fint sand - dominerende i toppen. Aflejringerne består af hundredvis af skarpt adskilte lag-enheder hvis tykkelser varierer fra få centimeter til mange meter. De enkelte lag-enheder udstrækker sig mange kilometer og må oprindeligt have haft en anelig udbredelse. Ofte er der ved undersiden af lag-enhederne furer og striber, fortrinsvis i ganske bestemte retninger.



Flysch-lagflader

EN LØSNING ?

Man har gættet på, at de enkelte lag var aflejret hurtigt eventuelt som slamstrømme, der har kunnet transportere endog ret grove bestanddele. Sådanne slamstrømme vil kunne udbrede sig over store områder og præge de omtalte furer og striber under sig i havbunden. Efterhånden som hastigheden i slamstrømmen tager af vil de groveste og tungeste bestanddele aflejres i bunden af den mobile sedimentmasse og senere det finere materiale, der således kommer til at ligge øverst. Sådan har man forestillet sig mekanismen, og man har efterlavet processerne i laboratoriet i store modelbassiner. Man har herved kunnet vise, at havbunden ikke behøver at skræne mere end nogle få grader før sådanne slamstrømme kan udbredes, hvis ustabil aflejrings sediment først er kommet i bevægelse. Efter mekanismen er aflejringerne også blevet kaldt "turbiditer" og slamstrømmene "turbidity currents".

Det har været vanskeligt at observere sådanne slamstrømme i naturen, fordi mennesker sjældent opholder sig der hvor de må forekomme - på havbunden et godt stykke fra kysterne. Rigtigheden af tolkningen af flyschlagene har da også jævnligt været draget i tvivl.

kasus har haft deres egne nedisninger, medens store dele af Nordeuropa var dækket af den skandinaviske indlandsis. Lavastrømmene i Kaukasus er meget velbevarede og tydelige. Som store tunger er lavaen gledet ud i dalene, og tungernes fronter afsluttes ofte stejlt, hvorved de står i kontrast til dalenes øvrige landskabsformer. Ved afkølingen af lavaen har sammentrækninger fremkaldt sekskantede søjlestrukturer. Billedet viser såkaldt søjlebasalt med en sjælden vifteform. Normalt står alle søjlerne lodrette, således at lavastrømmenes fronter ligner palisader.

Midt i denne demonstration af de største geologiske kræfter, tvinges man til også at standse ved fænomener i mindre imponerende skala. Jernholdige kilder og karbonatkilder har nær deres fremspring afsat betydelige mængder af rød okker og travertin (en lagdelt kildekalk).



Rød okker ved kildevæld i Kaukasus.

I øvrigt er Kaukasus berømt for sit mineralholdige vand. Vandet der smager i retning af tonicvand, tappes uden tilsætning af uorganiske salte direkte på flasker, der distribueres til størstedelen af Sovjetunionen.

Gør vi vor skala endnu mindre, kunne man spørge: Findes der forsteninger i Kaukasus? Det gør der, og det er blandt andet ved hjælp af sådanne, at man har bestemt alderen på de foldede Jura- og Kridtfor-

eroderet stærkest i de bløde bjergarter, og dalen er på disse steder bred, medens den er snæver med stejle sider, hvor den skærer igennem antiklinalerne. Denne udformning fra naturens hånd er tidligere i fuldt mål blevet udnyttet af befolkningen til forsvar mod fremtrængende fjendtlige folk, og fæstninger og signaltårne er anbragt på strategisk vigtige positioner talrige steder langs hærvejen.

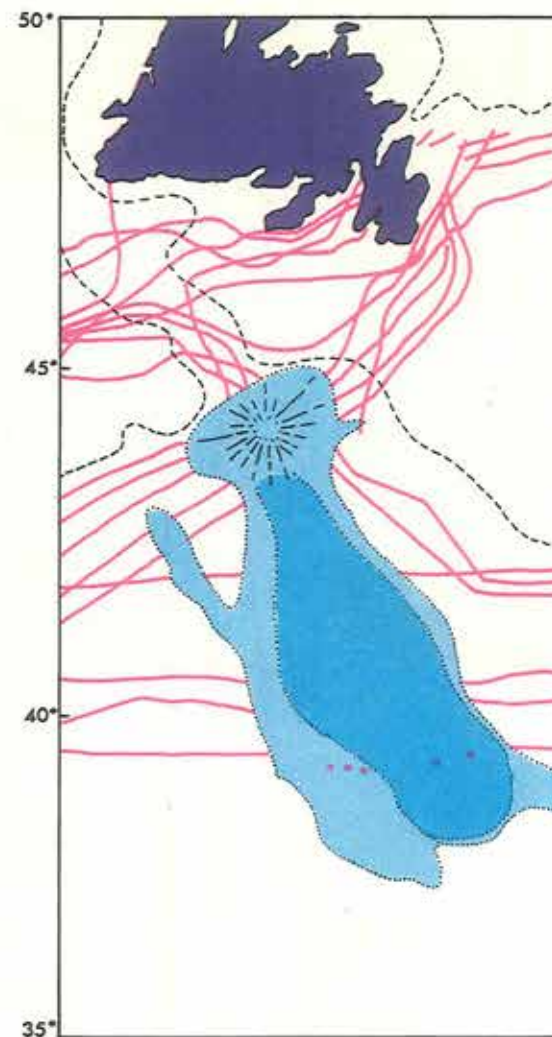
Opbygningen af foldekæden er knap så simpel som skitseret (med foldede Jura- og Kridtformationer). Da sedimenterne blev foldet, indgik i foldningen brudstykker af de granitiske bjergarter, der havde udgjort bunden af sedimenternes aflejringstrug. Sådanne krystalline granitmassiver ses mange steder i Kaukasus. Massiverne er ikke selv foldede, men ligger som store øer i et hav af omgivende foldede sediment.

Ikke alle steder har bjergarterne ved foldning kunnet føje de kræfter der påvirkede dem. Lagene er så i stedet revet over, og forkastningerne, der giver afbrydelser i den naturlige aldersfølge for bjergarterne, komplicerer det geologiske billede.

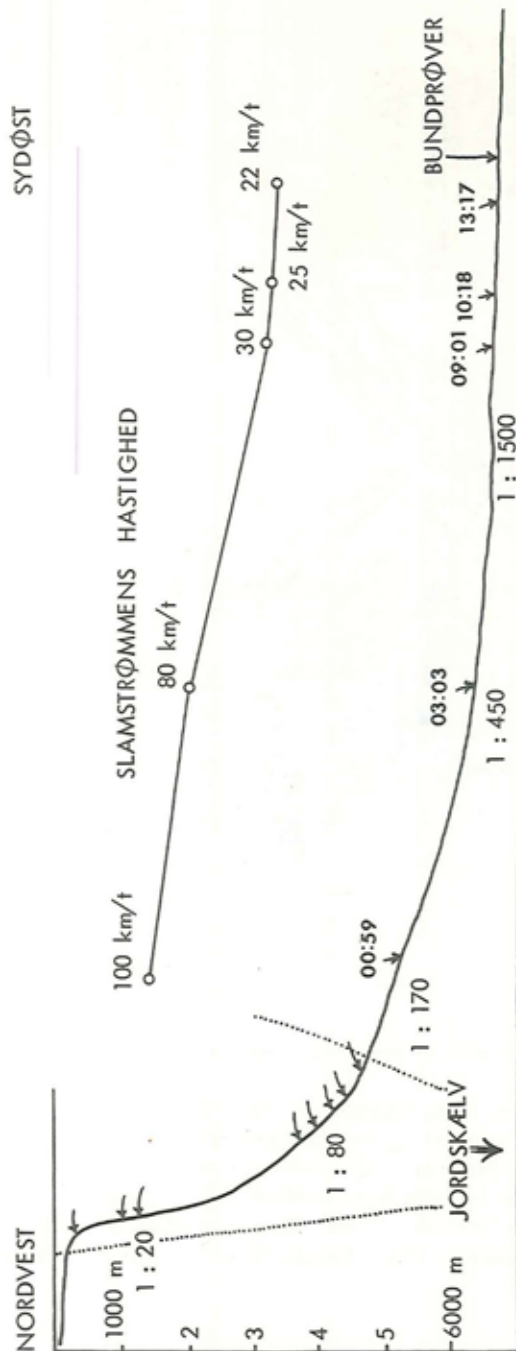
I forbindelse med dannelsen af en bjergkæde opstår vulkanisme, der fungerer gennem længere tidsrum. Dette er også tilfældet i Kaukasus, og langs hærvejen kan man se fire store vulkanske centre. Vulkanismen har fortsat langt ind i Kvarterperioden, hvilket ses ved, at lavastrømmene enkelte steder er flydt ud over moræner fra istiderne. Både Alperne og Kau-



Søjlebasalt



Kort over Atlanterhavet syd for New Foundland. Med rødt er de transatlantiske kablens beliggenhed angivet og de røde prikker er lokaliseringen af bundprøver. Man ser slamstrømmens udbredelse fra arnestedet sydover. Det inderste areal angiver det område hvor kablerne blev revet over, og hvor strømmen altså har været kraftigst. I det yderste område er kablerne fundet dækket af sedimentmasserne. Den stiplede linie angiver 100 favne dybdekurven.



Et stærkt overhøjet profil tegnet langs slamstrømmens længderetning. Overhøjningen er ca. 60 : 1. Den virkelige skråning er angivet med tal langs profilet. Den sorte linie under profilet angiver omtrentlig de rigtige højde - længdeforhold. Med små pile er angivet stederne for kabelbruddene og disses tidspunkter efter jordskælvet indtræden.

BJARNE LETH NIELSEN var i 1967 med på en studierejse for danske naturhistorie- og geografistuderende. Han sender os disse indtryk af:

Kaukasus

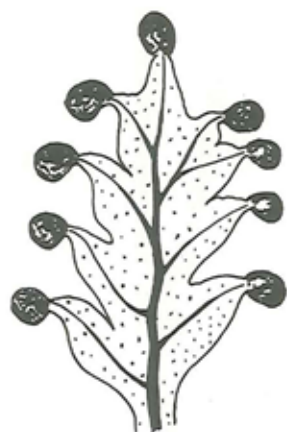
Den 1200 km lange bjergkæde fra Sortehavet til det Kaspiske hav giver med sine imponerende tinder et udsletteligt indtryk af de kræfter, der i Tertiærtiden opfoldede de alpine bjergkædestrøg. Disse strækker sig fra Pyrenæerne østpå over Alperne og Kaukasus til Himalaya og videre mod nordøst.

Dannelsen og udviklingen af en foldekæde er omtalt i Varv nr. 1, 1965, og i Varv nr. 2, 1965, er Alperne givet som eksempel. Som foldekæde svarer Kaukasus principielt til Alperne; man kan dog fremhæve en væsentlig forskel. I Alperne blev foldemønstret præget af store "liggende" folder. Dette giver et meget kompliceret geologisk billede, idet bjergarterne i foldernes ombøjningszoner ofte har mistet forbindelsen med foldernes "rødder", det mellemliggende materiale er eroderet bort. I Kaukasus er foldestilen mere rolig og synklinaler og antyklinaler med jævnt skrånende flanker kan følges over lange stræk.



Dette simple foldemønster får man et godt indtryk af, når man rejser ad den gamle georgiske hærvej - den til tider svært fremkommelige vej, der i århundreder var den eneste forbindelse på tværs af bjergkæden mellem det egentlige Storrusland og det syd for liggende Georgien.

Folderne er for en stor del opbygget af skifer- og kalkstens-sedimenter fra Jura- og Kridttiden, og de forskellige bjergarters forskellige modstandsdygtighed overfor erosion har haft afgørende betydning for udformningen af dalen, hvor hærvejen løber. I synklinalerne findes bløde bjergarter fra den yngre del af Kridttiden, hvorimod antyklinalerne i højere grad opbygges af ældre, mere hårde bjergarter. Floden i dalen har



Hos bregnerne er det straks lidt vanskeligere at vælge et indlysende godt eksempel, for der findes en så stor formvariation af blade med sporehuse, at man let taber overblikket. Men mon ikke den forenklede tegning af *Acrangiophyllum* fra kulperioden skulle kunne kaste lys over problemerne. Den svarer ganske godt til den sidste figur i Zimmermanns udviklingsrække for bregnerne.

Denne gennemgang er baseret på en grov forenkling af de virkelige forhold. Der findes mange uregelmæssigheder, som der af overskuelighedshensyn her er set bort fra. Dog kan det have interesse, at typeplanten *Psilophyton principis* efter nyere undersøgelser har vist sig at have sporehusene siddende helt nede på siden af skudspidserne, og ikke som tidligere antaget endestillet.

Endelig må det være tankevækkende at bemærke, at *psilophyterne* først kendes fra devon. Dette er irriterende sent, idet man nu har fundet karplanter fra den foregående periode, silur, hovedsageligt ulvefodsplanter. Hertil kommer et enkelt dårligt bevaret russisk fossil fra den endnu ældre periode, kambrium, som visse forskere har ment kunne være en ulvefodsplante.

Der er ingen tvivl om at der har eksisteret en flora af karplanter før devontidens *psilophyter*. Vi skulle således forvente at finde *psilophyter* endnu længere tilbage i tiden, hvis de fremsatte teorier skal kunne opretholdes.

Men måske er *psilophyterne* slet ikke de mest primitive karplanter der har eksisteret, måske er der kun tale om en af udviklingens mange siderlinier?

Kun fremtidige fossilfund kan give de nødvendige oplysninger.



Erik Fjeldsø

ET STORSTILET EKSPERIMENT

Man kender dog enkelte tilfælde af undersøiske slamstrømme - turbidity currents - og et af dem skal omtales, fordi man her ved et tilfælde fik så godt som alle ønskelige oplysninger i et storstilet utilsigtet "natureksperiment".

Forsøgsområdet er ud for de store New Foundlandsbanker på Nordamerikas østkyst, og tidspunktet er den 18. november 1929. Fra bankernes lave vand og kontinentalsoklen falder kontinentalskråningen her jævnt ned mod de oceane dybder omkring 6000 m. Atlanterhavets bund danner her store plane sletter. I netop dette område er der udlagt et stort antal kabler, der i kommunikationens tjeneste skulle klare 20'ernes stadigt stigende kontaktbehov mellem den nye og den gamle verden. De enkelte kablens position er kortlagt så omhyggeligt som muligt med henblik på eventuelle senere reparationer.

Klokken 20,30 GMT rystes området af et kraftigt jordskælv af en styrkegrad på 7,2 det vil sige nær skalaens topgrænse. Seismografer verden over registrerer begivenheden og arnestedets beliggenhed kunne senere fastlægges til under kontinentalskråningen, hvor oceanbunden ligger imellem 2000 og 4000 m dybde. Ikke blot seismograferne registrerede tidspunktet. Seks kabler nær arnestedet blev afbrudt øjeblikkeligt, og man fik travlt på telestationerne med at genetablere de afbrudte forbindelser via andre kabler.

Cirka en time senere slås atter alarm. Der registreres et nyt kabelbrud ca. 75 km længere ude ad kontinentalskråningen, men denne gang melder seismograferne ikke om noget jordskælv. Hermed er ulykkerne imidlertid ikke forbi. I løbet af det næste halve døgn kommer der nyt kabelbrud på oceanbunden, og kablernes position er så langt væk som ca. 400 km fra jordskælvets arnested.

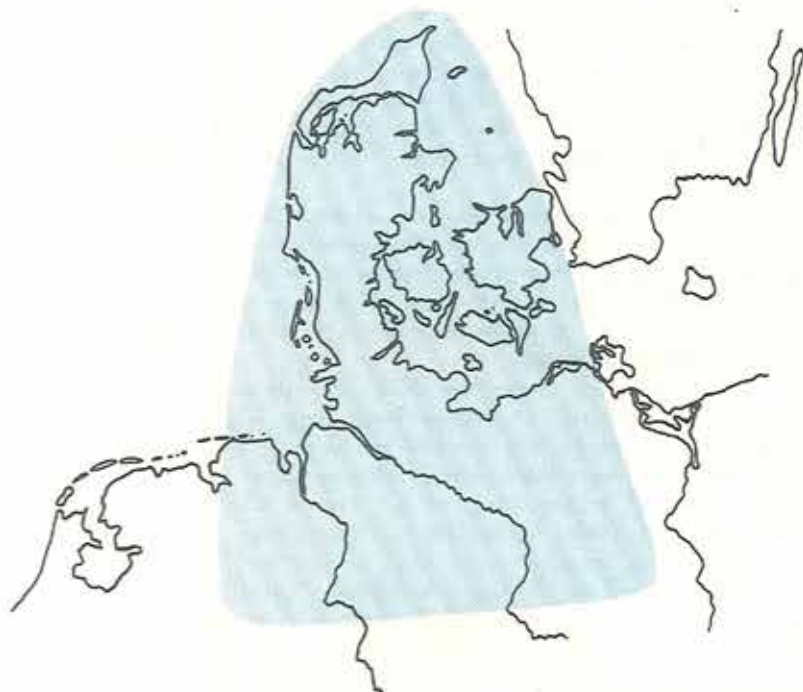
Da kabelskibene under det store reparationsarbejde fiskede kablenderne op, viste det sig, at stumperne var langt ude af position og flyttet inden for et område, der var 660 km langt og sydligst og dybest ca. 500 km bredt. Her var oceanbundens hældning under 1° , og her viste optagne propper af oceanbunden, at den øverste aflejring var et ca. 1 m tykt sediment af karakter og struktur som flysch aflejringerne.

Situationen må have været den, at det kraftige jordskælv har sat store sedimentmasser, der har ligget forholdsvis ustabil på kontinentalskråningen, i bevægelse. Som en stor slamstrøm har de bevæget sig hen over havbunden ned mod de store oceane sletter. Takket være kabelbruddene har vi kunnet følge slamstrømmen som med et stopur. De første brud viste, at sedimentmassernes hastighed en time efter jordskælvet har været ca. 100 km i timen og at den selv tre timer senere må have været ca. 80 km i timen. Afstanden fra arnestedet var da 180 km. Efter ni timer er hastigheden faldet til ca. 30 km i timen og selv efter 13 timer og 17 minutter

er hastigheden 22 km i timen og kraften i sedimentmasserne så voldsom, at et svært transatlantisk kabel rives over som en sytråd. Dette sidste kabelbrud fandt sted 380 km fra det område over jordskælvets arnested, hvor de første sedimentmasser startede.

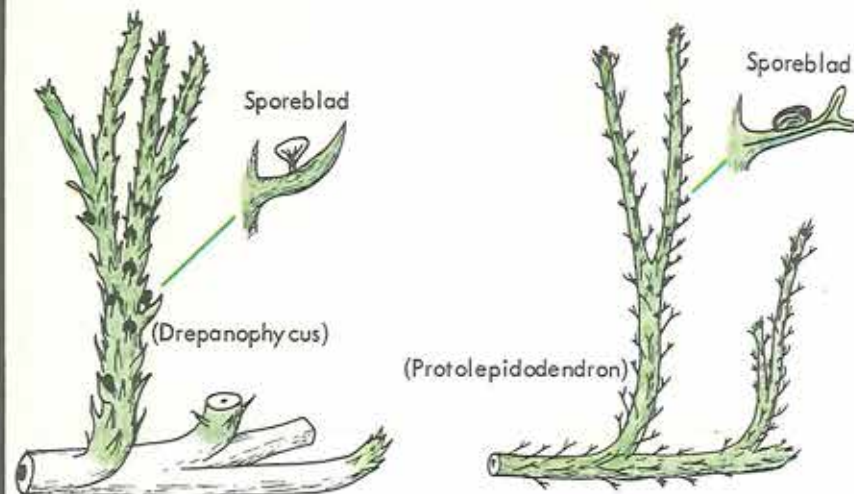
New Foundland begivenhederne viste, at slamstrømme af samme type som ved laboratorieeksperimenterne, men af enorme dimensioner virkelig forekommer i naturen. Forestiller vi os, at arnestedet for jordskælvet ligger under Skagen, så vil den store slamstrøm dække og passere hen over hele Danmark og række et godt stykke ned i Nordtyskland.

At flyschaflejringerne også er dannet ved lignende begivenheder er sandsynligt. De er dannet mens der i de områder, hvor der nu er bjergkæder, endnu var hav. Man må forestille sig, at den jordskorpeuro, der har ledsaget den begyndende foldning og bjergkædedannelse, har udløst de enkelte slamstrømme. I Alperne har man således kunnet vise, at bestemte flyschaflejringer er knyttet til fremkomsten af bestemte foldestrukturer.



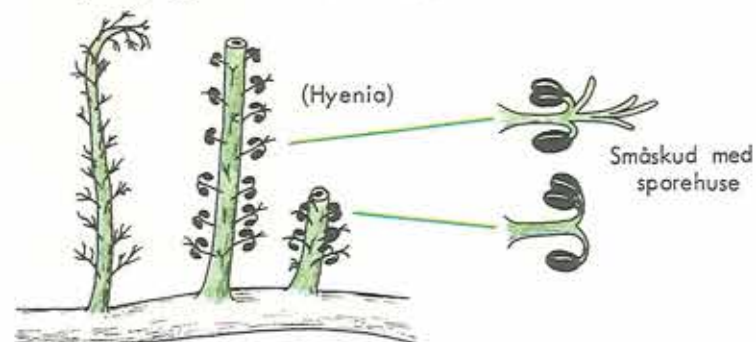
Danmark med omgivelser placeret i forhold til slamstrømmens dimensioner

Vi vil først se på et par af de primitive ulvefodsplanter, som vi kender fra devonperioden.



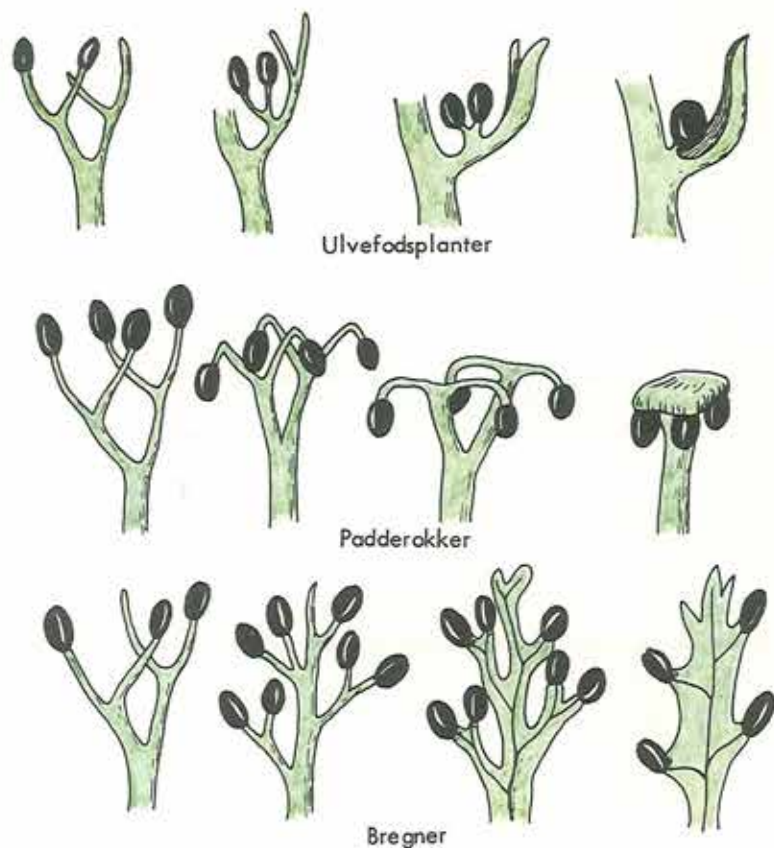
Disse to planter har deres sporehuse placeret på sporebladene (sporangierne), således at de vender ind mod hovedskudet, og den ene har endog rester af en tvegrening i sporebladspidsen.

Går vi herefter over til padderokkerne, kan vi slå ned på den fossile form Hyenia, ligeledes fra devontiden.



Her sidder sporehusene for enden af mere eller mindre sammensat tvegreneede skud, dog således at den sporehusbærende del er drejet helt bagud.

Med figurer som disse viser Zimmermann, hvordan man ved forskellige sammenvoksninger og reduktioner kan tænke sig fremkomsten af sporehusenes karakteristiske placering hos senere karsporeplanter.



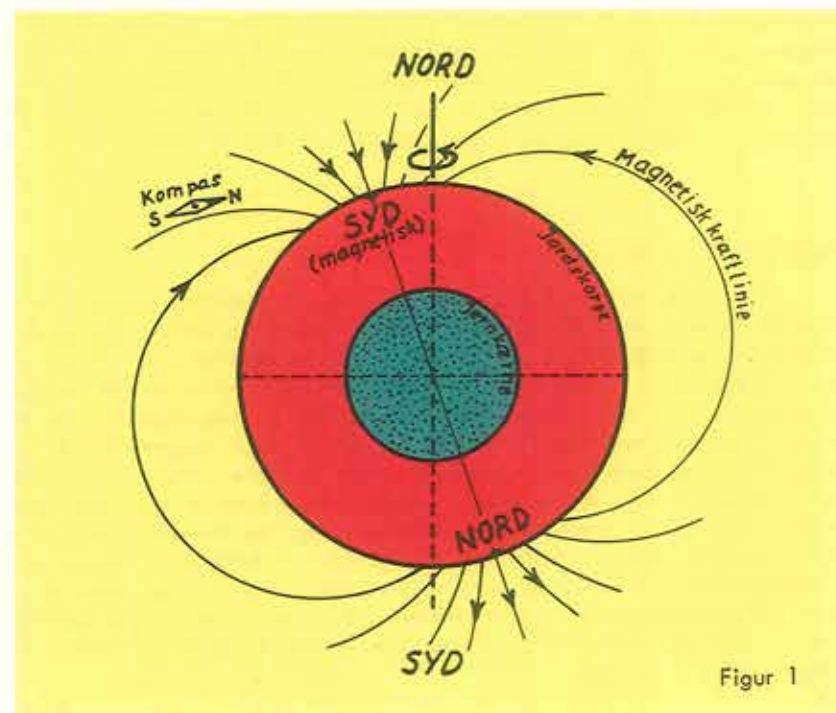
Alt dette kunne måske nok se ud som det rene skrivebordsspekulanteri, og man kunne spørge om der også findes fossil-materiale til dokumentation af de skitserede udvidelsesrækker. Lad mig holde mig til "den fossile side" af sagen og fremdrage eksempler på primitive planter fra Jordens oldtid, der kan kaste lys over udviklingen.

JORDENS MAGNETFELT før og nu

af NIELS ABRAHAMSEN



Fra gammel tid har man benyttet sig af et kompas, når man skulle navigere, da en frit ophængt kompasnål retter sig ind med sin nordpol pegende mod Jordens magnetiske sydpol, idet modsatte magnetiske poler tiltrækker hinanden. Jordens magnetiske sydpol ligger i nutiden i det nordlige Canada og afviger således fra den geografiske nordpol, der er det punkt på den nordlige halvkugle, som Jordens rotationsakse går igennem, jævnfør figur 1. Forskellen mellem de geografiske og magnetiske polers



Figur 1

beliggenhed giver anledning til den magnetiske misvisning, der i Danmark i øjeblikket er 2-3 grader, mens den i de polare områder kan være betydeligt større, i Grønland for eksempel 40-50 grader. Ofte illustrerer man magnetfeltet ved hjælp af såkaldte kraftlinier, der viser, i hvilken retning en kompasnål indstiller sig på forskellige steder i det magnetiske felt.

De tidligste undersøgelser af Jordens magnetfelt blev foretaget af Dronning Elizabeth's hoflæge W. Gilbert omkring år 1600 i England. Han påviste, at Jordens magnetfelt på det nærmeste svarer til feltet fra en kraftig stangmagnet (en magnetisk dipol) beliggende inde i Jordens centrum og med akse dannende en vinkel på ca. 10 grader med Jordens rotationsakse i "nutiden". Siden da er vor viden om magnetisme vokset støt, blandt andet gennem H.C. Ørstedes opdagelse i 1820 af sammenhængen mellem elektrisk strøm og magnetfelt, frem til vor tids moderne teoretiske fysik.

Hvordan Jordens magnetfelt egentlig dannes, er stadigvæk vanskeligt at forklare (jfr. Varv 1965 nr. 3), da det kræver et særdeles indviklet beregningsarbejde at opstille selv stærkt forenklede modeller. Den simple model, at Jordens jernkerne i princippet blot er en kæmpemæssig, permanent magnet, har man måttet opgive, fordi temperaturen inde i jorden ligger højt over Curie-temperaturen (se senere) hvorved jernets permanente magnetisering forsvinder. Det menes nu, at magnetfeltet skyldes elektriske strømme inde i Jordens elektrisk ledende jernkerne, der kommer til at fungere som en slags dynamo. Hvorom alting er, et magnetfelt har Jorden altså, og man kan meget vel både beskrive det og drage nytte af det på forskellig vis, uden at kende noget nærmere til, hvordan det opstår.

MAGNETISKE EGENSKABER

Alle stoffer er i besiddelse af magnetiske egenskaber, som kan forklares ud fra deres atomare opbygning, men i almindelig daglig tale er det kun jern og jernforbindelser samt et par andre grundstoffer, der går for at være "magnetiske". Disse såkaldte ferromagnetiske stoffer har de særlige egenskaber, at de dels bliver stærkt magnetiske, de magnetiseres, når de påvirkes af et ydre magnetfelt, og dels har de en slags "magnetisk hukommelse", idet de kan bevare retningen af en tidligere påtrykt magnetisering "indefrosset" i sig som remanent magnetisering, efter at det ydre magnetfelt er ændret. Denne remanente magnetisering kan fortælle om Jordens magnetfelt langt tilbage i tiden. Det er desuden så heldigt, at netop jern er meget udbredt i de i naturen forekommende bjergarter, dels som jernoxider i magmabjergarter og krystallinske skifre (jernglans, magnetjernsten m.m.), dels som rustagtige forbindelser i sedimenter (røde sandsten, ler-skifre m.m.).

Vi genkender det vandrette rhizom (der hos Horneophyton er perlesnorformet), og de oprette skud er smukt tvegrenede med sporehuse, der sidder for enden af skuddene, der er tæt besat med spalteåbninger og efter al sandsynlighed har været grønne. Selv i den indre opbygning er der nøje overensstemmelse mellem de enkelte planter.

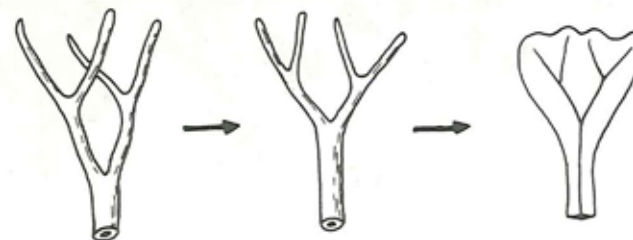
Asteroxylon afviger en smule fra de øvrige ved at være beklædt med et stort antal "småblade", samt ved at være i besiddelse af tvegrenede underjordiske skud, udgående fra rhizomet. Derudover må man bemærke, at de sporehusbærende skud beklageligvis aldrig er blevet fundet på selve planten.

Men man havde dog alt i alt fundet frem til en uddød forholdsvis ensartet gruppe af særdeles primitive planter, som man til ære for Dawson og hans Psilophyton gav navnet Psilophytales - eller på "dansk" psilophyterne.

Efter den officielle anerkendelse af disse primitive planters eksistens, kunne den botaniske videnskab bedre gå i gang med løsningen af forskellige udviklingsproblemer inden for planteriget.

Den tyske botaniker Zimmermann gav sig i gang med arbejdet, og fremsatte i 1930 nogle særdeles interessante udviklings-teorier. Han tog, som naturligt var, sit udgangspunkt i den mest primitive plantetype, den tvegrenede psilophyt med de endestillede sporehuse. Den bladløse psilophytestængel inddelte han i afsnit fra een tvegrening til den næste, og hvert stængelstykke kaldtes et telom.

Med telomet som grundenhed kunne han forklare udformningen af organerne hos forskellige højerestående planter.



Figuren viser princippet for udformningen af et simpelt blad

Det første trin i udviklingen af et blad er en afladigelse af det tredimensionale skud, således at tvegreningerne kommer til at ligge i eet plan. De runde skud bliver flade, for efterhånden at vokse sammen til en bladplade, og et simpelt blad er opstået.

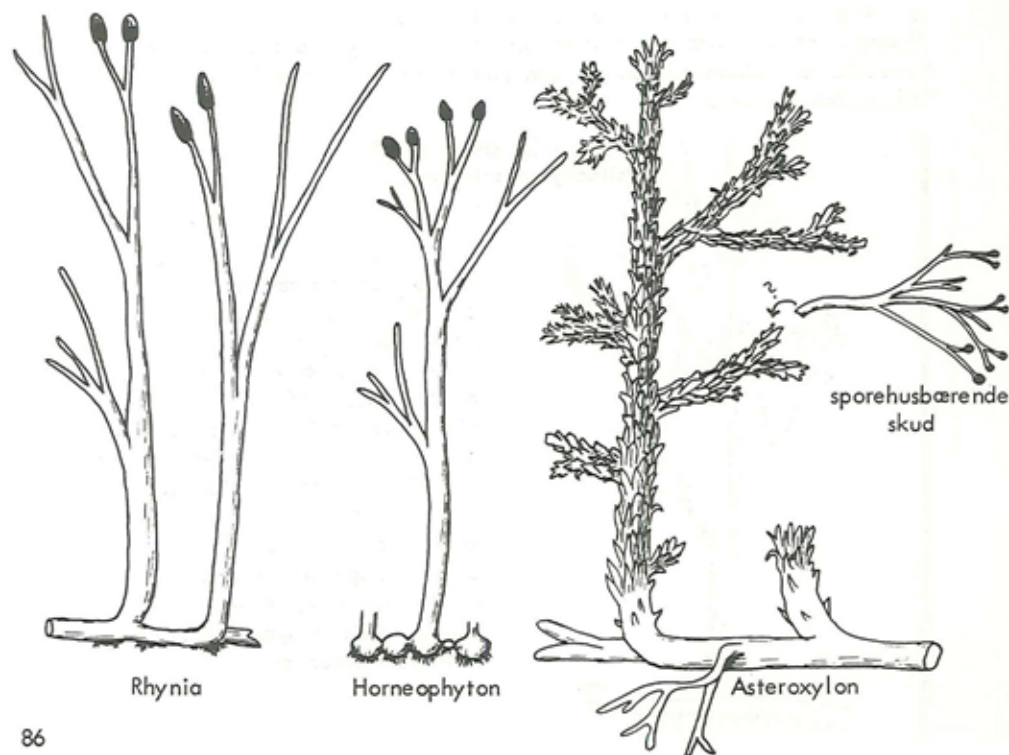
men sådanne blev aldrig fundet på selve planten, og man kunne ikke med sikkerhed sige om de hørte til den beskrevne plante, men Dawson antog dette.

Stænglen indeholdt en centralt beliggende primitivt bygget saftledningsstreng (karstreng). På selve stænglen, men ikke på piggene, fandtes spalteåbninger som hos senere tiders kuldioxidassimilerende planter, og det stod Dawson helt klart, at han havde fundet en yderst primitiv kar-sporeplante.

Den botaniske verden var dog alt andet end begejstret for denne opdagelse. At en så besynderlig plante skulle have eksisteret, forekom utænkeligt, og den blev antaget for det rene fantasieri bygget over et alt for fragmentarisk materiale.

Først langt senere skulle Dawson's glemte teorier igen blive bragt for dagen. Det skete, da Kidston og Lang i 1917 gjorde deres berømte opdagelse af Rhynie-mosen, en forviklet flodsump i Aberdeenshire i Skotland. Aflejringerne stammede fra mellemste devontid og indeholdt planter, der skulle blive af skelsættende betydning for botanikens videre udvikling.

Det viste sig, at disse planter, der var særdeles velbevarede, principielt havde helt den samme bygningsplan som de af Dawson beskrevne planter fra Canada. Man fandt tre forskellige typer: Rhynia, Horneophyton og Asteroxylon.



Den remanente magnetisering kan dannes på forskellig vis, afhængig af den pågældende bjergarts dannelse og udviklingshistorie. Et ferromagnetisk stof vil miste sin magnetisering, hvis det varmes op over en vis temperatur, Curie-temperaturen, og omvendt bliver det magnetiseret igen, når det afkøles i et magnetfelt, og retningen af denne nye remanente magnetisering bliver parallel med magnetfeltets. Lavabjergarter indeholder altid nogle jernoxider, de bliver derfor magnetiseret, når de afkøles i Jordens magnetfelt efter størkningsen, idet smeltepunktet ligger omkring 1000°C mens Curie-temperaturen kun er omkring halvt så høj. Denne form for magnetisering kaldes termoremanent, og findes foruden i lava også i andre krystallinske bjergarter, der har været opvarmet højt nok på et eller andet tidspunkt i deres udvikling, for eksempel ved metamorfose og bjergkædefoldning.

En anden form for remanent magnetisering kan fremkomme ved, at de enkelte lerpartikler under sedimentationen forsøger at rette sig ind med deres magnetiseringsretning parallel med Jordens magnetfelt. En tredje form opstår i røde sandsten efter aflejringen ved, at der sker en kemisk udfældning af jernforbindelser mellem sandkornene. Skønt magnetiseringsmåden er forskellig i de tre tilfælde, kan en undersøgelse af bjergarten i alle tilfælde fortælle noget om, hvordan magnetfeltet var beskaffent, da bjergarten blev dannet.

INDSAMLING AF PRØVER

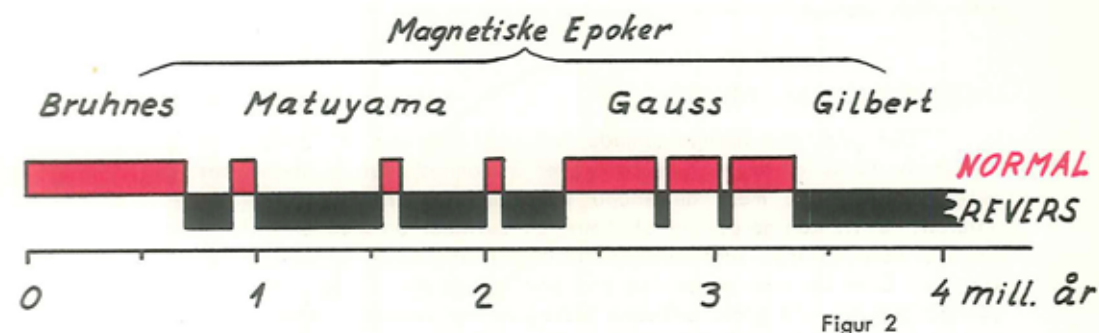
Den praktiske fremgangsmåde ved undersøgelsen af "gammel" magnetisme består i, at nogle bjergartsprøver indsamles, der er blevet omhyggeligt orienterede, mens de endnu sad i deres oprindelige stilling ude i naturen. Dette kan gøres ved at skære en cylinder ud med en lille transportabel boremaskine, idet borekarnens orientering måles, inden den brækkes løs. Eller det kan gøres ved at støbe en vandret flade i en klat gips ovenpå prøven. På gipsoverfladen indtegnes nordretningen eller en anden kendt retning, og hjemme i laboratoriet kan prøven så genopstilles på samme måde, og en cylinder eller lille terning skæres ud af prøven.

Grunden til, at man ønsker en prøve med en simpel geometrisk form (cylinder eller terning) er, at det letter målingen af den remanente magnetisering, idet prøven da kan betragtes som en simpel dipol, hvis magnetiske egenskaber forholdsvis let kan bestemmes. En enkelt prøve er egentlig tilstrækkelig til at fastlægge, hvor på Jorden de magnetiske poler lå, den gang bjergarten blev dannet, men da der ofte er en betydelig usikkerhed ved målingen, benyttes dog gerne gennemsnittet fra en halv snes prøver, ligesom man forsøger at fjerne senere dannede magnetiske komponenter ved at "rense" prøven magnetisk på forskellig vis i laboratoriet.

PALÆOMAGNETISME

Med palæomagnetiske målinger (palæo = gammel) forsøger man, ved at undersøge bjergarter dannet til forskellig tid, at finde ud af, hvordan Jordens magnetfelt har opført sig tilbage i tiden. Visse sjældnere bjergarter har den egenskab, at deres remanente magnetisering spontant kan skifte polarisering (ændre nordpol til sydpol og omvendt), men generelt set vil en bjergart bevare den polarisering, som den en gang har fået. Det viser sig da, at bjergarter forskellige steder på Jorden har samme polarisering, når de er dannet på samme tid, men at polariseringen somme tider har været normal, som den er det i nutiden, mens den til andre tider har været modsat eller revers.

Skiftene i den magnetiske polarisering synes at finde sted i løbet af nogle få tusinde år, mens varigheden af en magnetisk epoke er uregelmæssig og kan svinge mellem 100.000 og 10 millioner år. Jordmagnetfeltets polaritet gennem de sidste 4 millioner år er vist på figur 2, hvoraf det fremgår, at den nuværende magnetiske epoke Bruhnes strækker sig ca. 700.000 år tilbage og således dækker en meget stor del af kvartærtiden.



Figur 2

Magnetfeltstyrken aftager stærkt under en polaritetsændring, hvilket medfører en forøgelse i højdestrålingen og dermed i mængden af nydannet radioaktivt Kulstof-14 i atmosfæren. Ganske vist kan aldersbestemmelser ved hjælp af Kulstof-14-metoden ikke benyttes så langt tilbage i tiden på grund af Kulstof-14-isotopens meget kortere halveringstid (ca. 5600 år), men det viser sig, at de mindre ændringer, der har været gennem de sidste få tusind år (fig. 3) også har indflydelse på Kulstof-14-balancen. Hvis der ikke tages hensyn til variationerne i Jordens magnetfeltstyrke, kan aldrene ved arkæologiske og kvartærgeologiske Kulstof-14-dateringer blive op til ca. 10% for lave, et forhold man først for nylig er blevet opmærksom på.

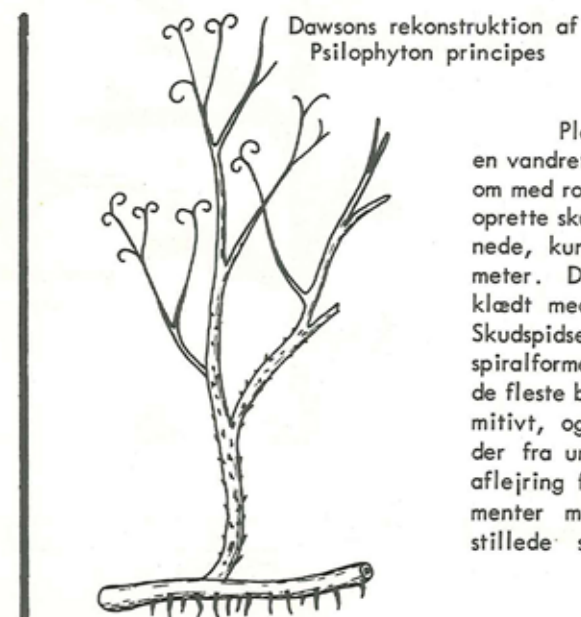


af Erik Fjeldsø

PSÆRE
PLANTER

I 1859 fandt den canadiske geolog J.W.Dawson nogle mærkværdige fossile planter i gammeldevoniske aflejringer på Gaspé halvøen i det østlige Canada.

Fossilerne var aftryk med rester af organisk materiale, således at der ikke kunne næres tvivl om deres oprindelse i planteriget. Skønt fossil materialet kun viste små stumper af planterne, lykkedes det Dawson at fremstille en rekonstruktion af den gamle planteart, som han gav navnet *Psilophyton principis*.



Planten bestod foruden af en vandret jordstængel, eller rhizom med rod lignende udvækster. De oprette skud, der typisk var tvegrene, kunne nå højder på op til 1 meter. Den nederste del var beklædt med millimeter store pigge. Skudspidserne var under væksten spiralformet oprullet, et træk som de fleste botanikere regner for primitivt, og som vi blandt andet kender fra unge bregneskud. I samme aflejringer fandtes desuden skudfragmenter med tilsyneladende endestillede sporehuse (sporangier),

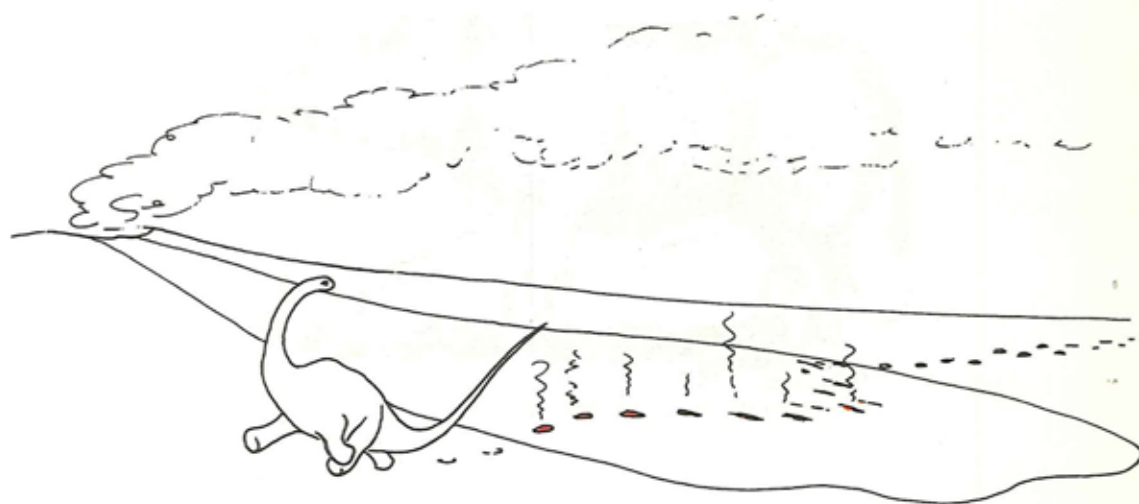
indesluttede træstamme, der forvittror og efterlader et hulrum i basalt. Det er nemt at tænke sig, at et sådant hul senere kan blive udfyldt af en anden basaltstrøm (se tegningen). "Basalt-træerne" fra Cameroun er sikkert den slags basalt-udstøbninger, som er frilagt ved forvitring.

Naturligvis er der også andre materialer, først og fremmest mineraler, der kan udfylde lava-træ-rør og andre hulrum. Således kender man "træer" af kalkspat og kvarts.

Flyder en lavastrøm hen over en ujævn flade, afstøber den stærkende underside af lavaen ganske nøjagtigt overfladen og alt hvad der ligger derpå. Flyder strømmen hen over vegetation som for eksempel græs, kan man senere konstatere græsets aftryk i den hårde lavas underside. Fra Hawaii kender man således detaljerede græs- og bregneaftryk og fra Mexico endog aftryk af majscolber. Kogler fra nåletræer kender man fra Island og Tyskland.

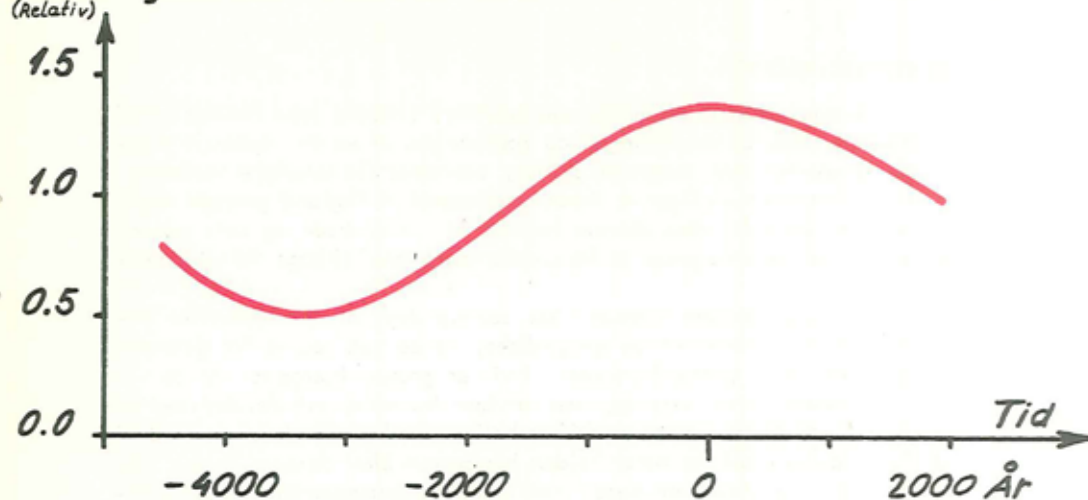
Lava kan således være fuld af overraskelser og mange gange være rigere på forsteneringer end kalk- og sandsten, som ellers er fossiljægerens bedste jagtmark.

Walter L. Friedrich



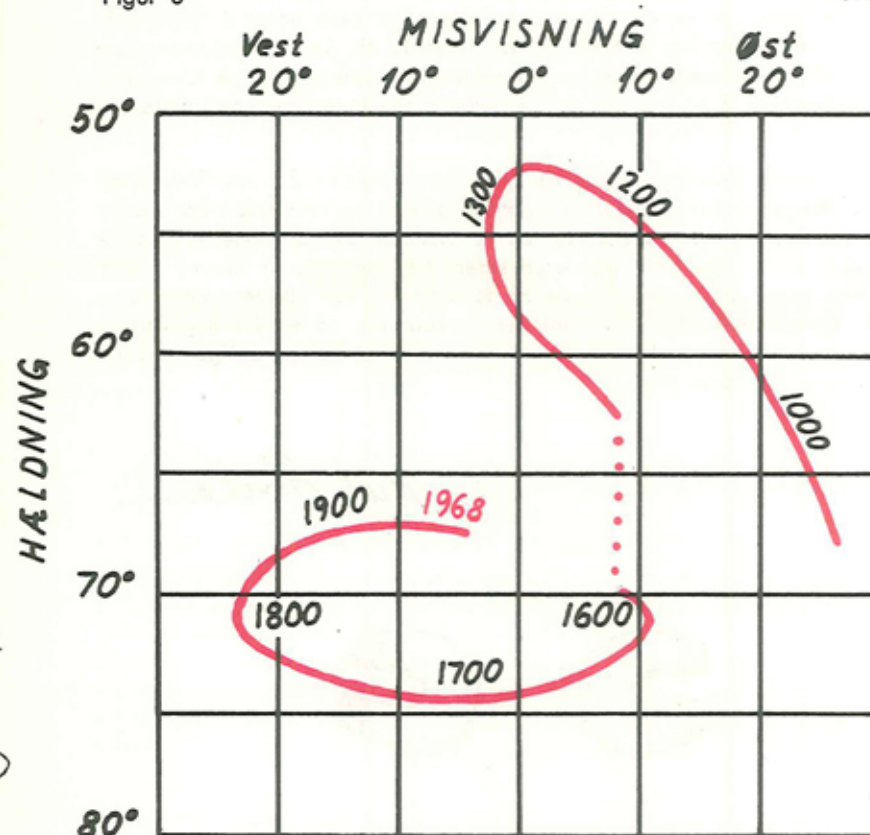
Feltstyrke

(Relativ)



Figur 3

(Efter Bucha, 1965)



Figur 4

(Efter Aitken, 1964)

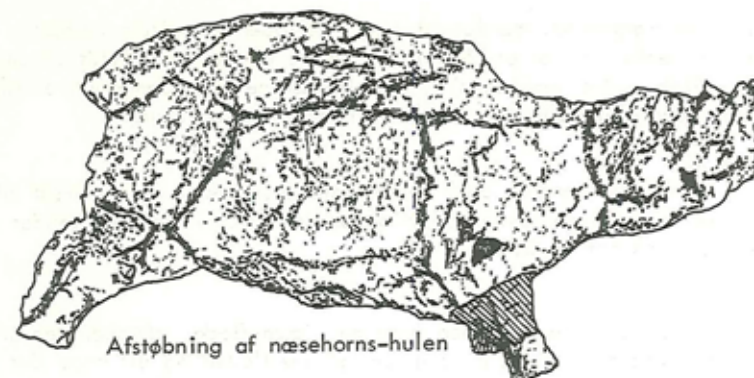
KONTINENTALDRIFT

De magnetiske poler ændrer beliggenhed i tidens løb, hvilket giver sig til kende ved, at misvisningen og hældningen af en frit ophængt magnetnål på samme sted langsomt skifter, den såkaldte sekulære variation. Dette er illustreret på figur 4, hvor ændringerne i England gennem nogle hundrede år er målt, dels direkte fra det 16. århundrede og dels arkæomagnetisk ved undersøgelser af keramiske materialer tilbage til vikingetiden.

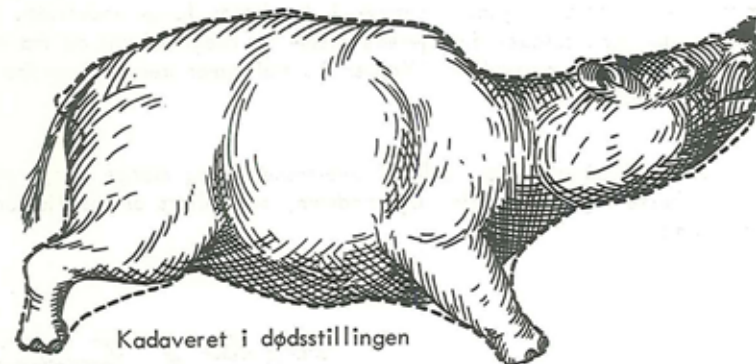
Målt over længere tidsrum viser det sig dog, at de magnetiske poler holder sig i nærheden af de geografiske, så de kan regnes for gennemsnitligt set at være sammenfaldende. Hvis en gruppe bjergarter derfor viser en palæomagnetisk retning, der afviger fra nord, må det betyde, at det pågældende landområde har skiftet beliggenhed på klodens overflade i forhold til de geografiske poler, siden bjergarten blev dannet. I den sidste snes år har man lavet et meget stort antal palæomagnetiske undersøgelser af bjergarter fra forskellige jordperioder og forskellige kontinenter, og resultaterne viser, at de enkelte kontinenter eller dele heraf i tidens løb har flyttet sig som stive blokke, dels i forhold til Jordens rotationsakse (svarende til for eksempel tropiske og subtropiske aflejringer på Grønland og istidsaflejringer i Afrika) og dels i forhold til de øvrige kontinenter.

Hypotesen om kontinentaldrift (jfr. Varv 1965 nr. 2), der fremsattes af Alfred Wegener for et halvt århundrede siden, og som siden har været meget omdiskuteret, har således fået en renaissance blandt moderne geologer og geofysikere. Selv om hypotesen siden Wegeners tid er blevet stærkt modificeret hvad angår oprindelsen af de kræfter, der "driver" kontinenterne og selve den måde, forskydningen foregår på, så er det dog fortsat hans fortjeneste at have opkastet den næsten science-fiction-agtige ide, at kontinenterne "bevæger sig".

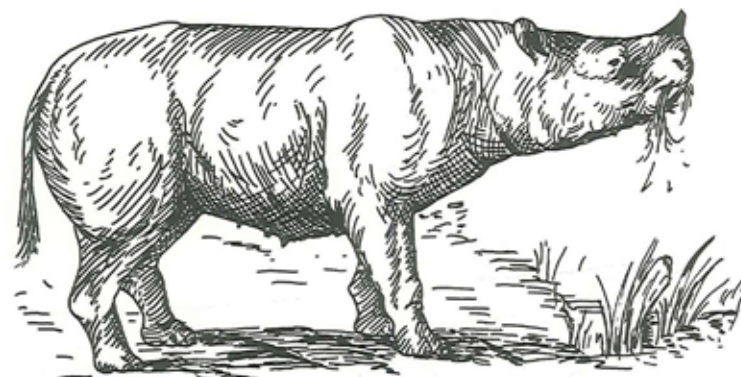
Niels Abraham



Afstøbning af næsehorns-hulen



Kadaveret i dødsstillingen



Rekonstruktion af det levende dyr

(Frit efter Chappell 1951)

Kan man forvente sådanne fund også i andre basaltområder? Ja, det kan man selvom det i reglen nok vil være andre ting end netop næsehorn.

Navnlig har man talrige eksempler på fund af planter i lavastrømme - planterne kan jo ikke undvige, når lavaen flyder frem. Således ved man for eksempel fra vulkanøen Hawaii, at hele træer kan blive bevaret af lavaen.

Men når man så forestiller sig, at flydende lava er ca. 1200°C varm (i lavasøen Halemaumau på Hawaii har man målt 1400°C) bliver man overrasket over, at noget sådant er muligt.

Hvis en vanddråbe falder på et glødende komfur, forvandler den sig ikke straks til damp, men "danser" et stykke tid på et tyndt damplag, der virker isolerende (Leidenfrosts fænomen). En lignende foreteelse finder sted, når et grønt træ omgives af glødende lava. Så strømmer der saft ud fra træet, og der dannes isolerende damp. Den flydende stenmasse afkøles forholdsvis hurtigt, og der dannes en fast, hård skorpe om træet, der ligeledes isolerer de indre dele udmærket mod lavastrømmens kraftige varme.

Fund af træstammer i lava viser, at det ofte kun er et tyndt ydre lag, der er forkullet. Resten af stammerne viser stadig den oprindelige træstruktur, der ofte er så godt bevaret, at man nemt kan bestemme år-millioner gamle træer. Ofte forkisles sådanne indesluttede træer af kisel-syreopløsninger. De forstener dermed rent bogstaveligt.

Men det kan også hænde, at der slet ikke sker nogen effektiv indeslutning med den deraf følgende bevaring af træstammen. Når et træ bliver omgivet af lava, og luften har adgang, brænder træet, og der bliver højest noget aske tilbage. Træets form og detaljerede ydre aftryk er dog i så fald for det meste bevaret som aftryk i lavaen.

Også et oprindelig helt indesluttet træstykke kan i tidens løb forgå, og der bliver da et såkaldt lava-træ-rør tilbage.

I Cameroun i Afrika fandt man "træer", der fuldstændigt bestod af basalt. Hvordan går det nu til? Vi må her igen vende tilbage til den

STENDØD

Af Walter L. Friedrich

Da en flok vandrere for nogle år siden strejfede omkring på Blue Lake egnen i området med "Columbia Plateau Basalt" i staten Washington, blev de opmærksomme på et hulrum i en af de gamle størknede basalt-lavastrømme. De krøb ind i hulrummet og blev overrasket over dets mærkelige form.

Hulrum i basalt er egentlig ikke noget særsyn, man støder endog hyppigt på dem - de kan være luftblærer af vulkansk gas i lavaen, eller de kan senere være dannet ved erosion, men de kan også skyldes dyr og planter, der er blevet omsluttet af lava og derefter er blevet tilintetgjort.

Hulen ved Blue Lake var i allerhøjeste grad interessant. Man fandt knogler derinde, og man tænkte i begyndelsen, at de var blevet slæbt derind af rovdyr. Da nogle videnskabsmænd undersøgte sagen nærmere, blev de meget forbavsede: Knoglerne stammede fra et næsehorn fra tertiærtiden, nogle af knoglerne sad endog stadig i lavaen. En afstøbning af hulen viste tydeligt formen af et næsehorn. Dyret var altså blevet "konserveret" af lavaen.



Erosions-snit i lagserie af basalt-lavastrømme fra tertiærtiden, Washington. I en sådan lavastrøm fandt man "næsehornshulen".

FORSKELLIGE SLAGS PLANTE-FORSTENINGER I LAVA

