

MUSEUMSNYT

GAMLE ÆG

af SVEND ERIK BENDIX



Deres længde er ca. 20 cm. Æggene er aflange og

Mineralogisk Museum har i stueetagen Østervold 7, åbnet en udstilling om "gamle æg". Varv kan anbefale læserne at besøge denne og samtidig hen- vise til Varv 1966,3. - På 1.sal i Østervold 5, er der opsat en mon- tre med Beryllium-mineraler fra Ilimaussaq på Grønland. Se Varv 1967,2.



Økonomisk vigtige
Uran og thorium
Niobium
Beryllium

Beryllometermåling af
Beryllometeres
til helium

i Ilimaus-
350 kr pr kg
700 kr pr kg
ca. 1000 kr pr kg

VARV's nye ekskursionsfører "GEOLOGI PÅ BORNHOLM" er nu udkom- met. Vi kan oplyse, at "GEOLOGI PÅ BORNHOLM" er på 64 sider, som vrimer med farvefotografier, tegninger af profiler og forsteneringer - desuden et helt "up to date" geologisk kort i farver, kort over lokalite- terne og meget mere. Pris: 13,50 kr. Hvordan De får fat i "GEOLOGI PÅ BORNHOLM" ----- ? De kan få "GEOLOGI PÅ BORNHOLM" tilsendt ved at sende 13,50 kr på giro 68880 (skriv venligst "GEOLOGI PÅ BORNHOLM" på talonen) - eller De kan købe "GEOLOGI PÅ BORNHOLM" ved henvendelse på Mineralogisk Museum's kontor.

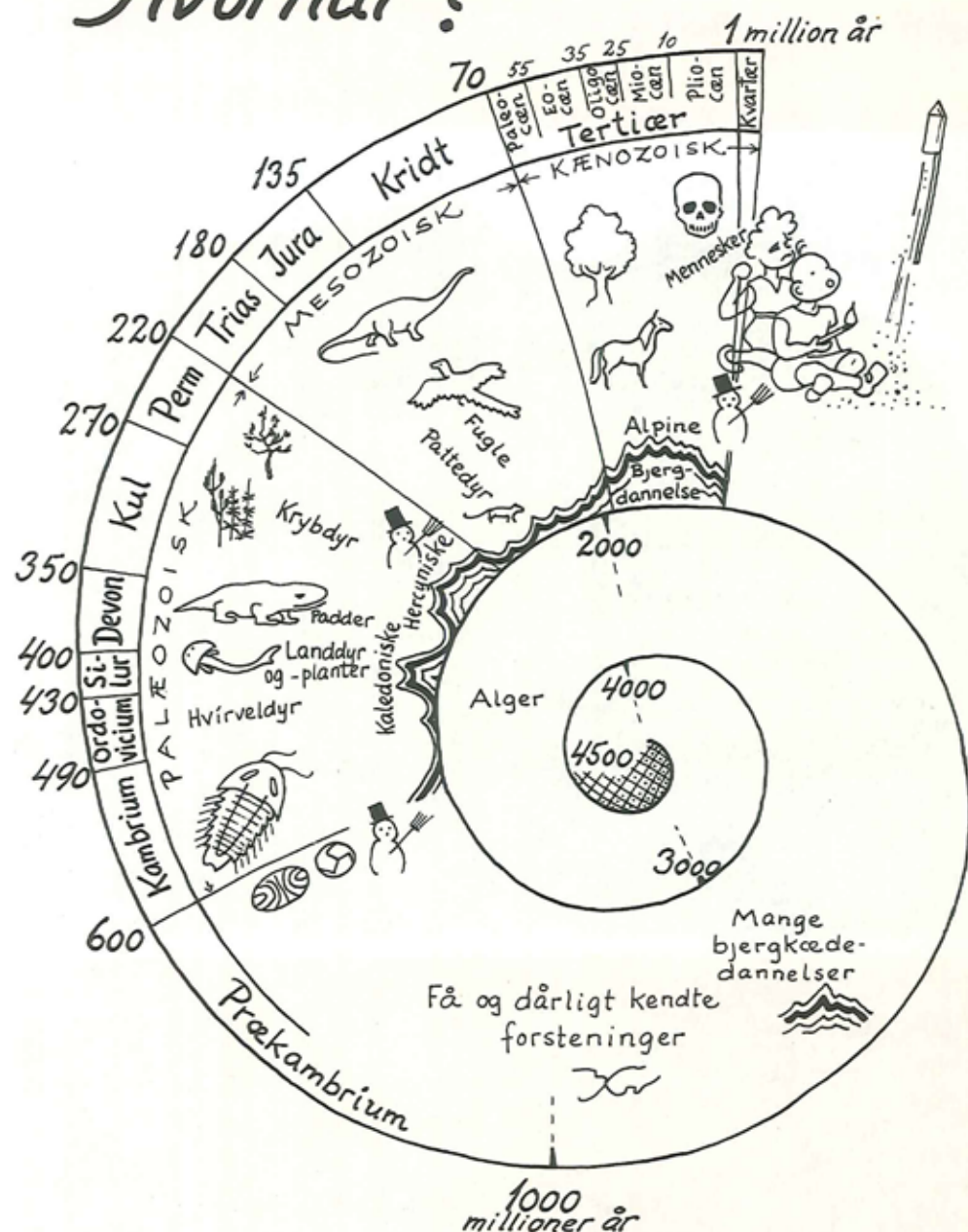
VARV

NR. 2 BLADET MED DE ÆLDSTE NYHEDER 1969



I DEN ÆLDRE DEL AF TERTIÆRTIDEN FOR GODT 50 MILLIONER ÅR SIDEN GIK DET HEDT TIL I DET NORDATLANTISKE OMRÅDE. PÅ DEN TID OPSTOD STORE REVNER I OCEANBUNDEN. REVNERNE ÅBNEDE VEJ OP FOR ENORME LAVAMASSER, DER NU OPBYGGER PLATEAUBJERGE I GRØNLAND, ISLAND OG PÅ FÆRØERNE. DE ENSARTEDE FÆRØSKE LAVALAG SOM PÅ BILLEDET HEROVER KAN VÆRE MEGET VANSKELIGE AT UDSKILLE VED EN GEOLO- GISK KORTLÆGNING, OG FØRST NU ER EN ÅRELANG KORTLÆGNING AF FÆRØERNE AFSLUTTET. INDE I BLADET FORTÆLLER PROFESSOR ARNE NOE- NYGAARD OM HOVEDTRÆKKENE I DEN GEOLOGISKE OPBYGNING AF FÆRØERNE, OG LÆSERNE PRÆSENTERES FOR DET NYE KORT.

Hvornår?



Thermoluminescensanalysen kan på denne måde, når den anvendes i forening med andre metoder, kaste lys over bjergarters og mineralers geologiske historie.

Thermoluminescens kan også være til nytte ved eftersøgning af økonomisk vigtige forekomster. I princippet søger man et bestemt billede i fordelingen af luminescensintensiteterne hos en stor mængde prøver, der er udtaget systematisk i det område, man ønsker at undersøge. Billedet kan se ud som på figur 2.

Her ses, hvordan intensiteten stiger ind imod kontakten til en malmforekomst. Denne stigning kan for eksempel skyldes, at sporstoffer samtidig med maldannelsen er vandret ud i den omgivende bjergart, således at koncentrationen aftager jævnt ud efter. I umiddelbar nærhed af malmlegemet falder intensiteten brat. Faldet forklares ved, at en opvarmning i sidebjergarten har fundet sted i forbindelse med maldannelsen. Elektronerne har, nøjagtigt som ved laboratorieforsøget, indtaget deres oprindelige lavenergi-niveau, og man ser ingen eller kun ringe lysudsendelse ved en fornyet opvarmning. Den nærmeste zone er "dødbændt".

Dette anomalibillede er imidlertid karakteristisk, og selv om malmlegemet ikke er synligt på jordoverfladen, er det nu med god tilnærmelse afgrænset ved hjælp af thermoluminescensmetoden.

Man kan naturligvis aldrig være sikker på, at sådanne anomalier fører frem til økonomisk rentable forekomster, men her, som ved mange andre fysiske eftersøgningsmetoder, får man et fingerpeg om uregelmæssigheder, hvor yderligere undersøgelser kan koncentreres.

Bjorne Leth Nielsen

VARV

Postadresse: Tidsskriftet VARV, Mineralogisk Museum, Østervoldsgade 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 13 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.

Et stof er thermoluminescent, når det ved opvarmning udsender lys (thermo=varme, lumina=lys). Thermoluminescens er i familie med de måske mere velkendte begreber fluorescens og fosforescens. Disse giver sig også udtryk i lysfrebringelse, men en forudgående opvarmning er her ikke nødvendig.

For at forstå hvorledes thermoluminescens opstår er det nødvendigt at vide, at et ikke-thermoluminescent stof kan tænkes opbygget som et gitterværk, hvori stoffets atomer har ganske bestemte positioner. Uden om grundstofatomerne kredser et antal elektroner i bestemte baner, og en elektron i en bane er i besiddelse af en bestemt energi. Elektroner i ydre baner har større energi end elektroner i indre baner.

Tilfører man nu dette stof energi, for eksempel ved at udsætte det for radioaktiv bestråling, fjernes en del elektroner fra deres baner. Da et krystalgitter sjældent er helt perfekt (gitterfejl og urenhedsatomer er ofte tilstede), og da sådanne gitterdefekter vil virke som "fælder" for løsrevne elektroner, vil elektroner, der blev løsrevet ved energitilførslen blive indfanget igen.

Opvarmes det nu thermoluminescente stof blot nogle få hundrede grader, vil de indfangne elektroner blive udløst. De vil springe tilbage i lavenergi niveauerne, og overskudsenergien, frigjort ved denne proces, vil give sig til kende som synligt lys.

Således opstår og forklares thermoluminescens. Figur 1 viser et eksempel.

Mange mineraler vil være thermoluminescente. Antallet af gitterdefekter og antallet af elektroner, der er indfanget i gitter-"fælderne", vil afhænge af de fysiske og kemiske betingelser under mineralets dannelse, samt af dets følgende geologiske historie. Det er derfor klart, at hvis geologen kender de faktorer, der betinger thermoluminescensen, vil han ud fra iagttagelsen af denne kunne klarlægge visse punkter i dannelsesforløbet. Mange faktorer har dog indflydelse på dannelsen af thermoluminescente mineraler, hvorfor det i visse tilfælde kan være næsten umuligt at påvise årsagerne til den opståede luminescens.

Et vist erfaringsgrundlag er dog nu til stede: Bestemte mineraler giver langt kraftigere luminescens end andre. Det drejer sig om for eksempel feldspat, kvarts, flusspat og kalkspat. Blandt feldspater er luminescensen igen lovmæssigt afhængig af feldspatens kemiske sammensætning.

Tilstedeværelsen af specielle sjældne grundstoffer (sporstoffer) forstærker luminescensen, medens den formindskes af andre sporstoffer.

Har bjergarten været udsat for knusning eller andre trykpåvirkninger øges luminescensen i forhold til de omgivende upåvirkede bjergarter. Samme effekt ses i bjergarter med et lokalt højt indhold af radioaktivt materiale.

pollenanalyse og vegetationshistorie

af J. Troels-Smith

De danske moser er det arkiv, hvor oplysningerne om landets tidligere plantevækst er blevet opbevaret. Spørgsmålet er blot at kunne tyde skriften. - Det kan ofte være svært.

JAPETUS STEENSTRUP'S MOSEUNDERSØGELSER.

For over 100 år siden, i midten af 1830'erne, begyndte Japetus Steenstrup at tyde denne skrift. Det førte til hans klassiske afhandling: "Geognostisk-Geologisk Undersøgelse af Skovmoserne Vidnesdam- og Lille-mose" (trykt 1842). Disse moser ligger lige nord for København nær Rundersdal. Gennem en omhyggelig undersøgelse af tørvelagene og deres indhold af træstammer, grene, kviste, blade, frø og frugter lykkedes det ham at opstille den indtil nu brugelige inddeling i skovperioder af Danmarks postglaciale tid (se Varv 1965, 2). Rækkefølgen af de dominerende skovtræer var: bævreasp, fyr, eg og el. Senere indførte han selv den såkaldte bølgeperiode i stedet for elleperioden. Omkring 1870'erne, da han var blevet en gammel mand, kom den unge botaniker og mosegeolog, svenskeren Nathorst på besøg, og sammen tog de - i charabanc - ud til Vintappermosen ved Lyngby, nord for København. Ved at grave et hul i mosen lykkedes det at påvise en endnu ældre periode. Under tørv og sødynd, nede i leret, fandt man rester af en arktisk flora med rypelyng, netåret pil, dværgbirk og flere andre. Herved blev det skema fastlagt, som i store træk kan bruges den dag i dag.

DEN POLLENSTATISTISKE METODE

Metoden skabes.

Den metode, der anvendtes af Japetus Steenstrup og andre forskere i det 19. århundrede, bestod i at undersøge tørv og dynds indhold af frø og frugter, blade og kviste, det der sammenfattende kaldes makrofossiler, planterester, der kan bestemmes med det blotte øje eller en lup. Omkring

år 1900 skabtes en ny metode. Baggrunden var det lykkelige forhold, at to meget forskellige mænd - svenskerne Lagerheim og von Post - kom i forbindelse med hinanden. Botanikeren Lagerheim interesserede sig for, hvad man i mikroskop kunne finde i tørvejord eller sødynd. Han havde opdaget, at disse dannelser var fyldt med blomsterstøv, og hans umættelige nysgerrighed førte ham til at undersøge dette nærmere, så han i løbet af kort tid var i stand til at bestemme de almindelige træers og en del urters blomsterstøv (= pollen). På den måde var han i stand til at supplere bestemmelseslisterne for makrofossilerne i tørve- og dyndlag.



I Sverige var på dette tidspunkt det centrale mosegeologiske problem den mulige påvisning af skiftende varme og tørre perioder på den ene side og kølige og fugtige på den anden. Denne teori var udformet af den norske botaniker Axel Blytt, men blev videreført af Rutger Sernander, professor i Uppsala. Blandt den sidstes mange elever var Lennart von Post. I en lang række moser var det lykkedes ham at påvise, at "vådere" dannelser vekslede med mere "tørre". Spørgsmålet var, om de "tørre" dannelser i de forskellige moser var af samme alder, eller om "våde" lag i nogle moser var samtidige med tørre lag i andre moser? Var det muligt at finde en metode til at datere mosernes lag i forhold til hinanden?

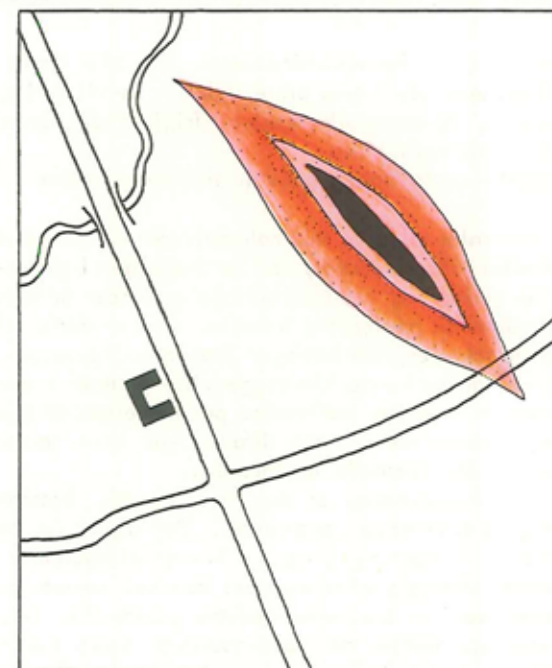
Von Post var kommet på den tanke, at granens indvandring til en given egn måtte kunne spores i moserne som et samtidigt niveau. Spørgsmålet var blot at påvise den første optræden i lagfølgerne. Men selv om man undersøgte endog meget store mængder af tørvejord for dens indhold af grannåle eller kviste, skulle man være meget heldig for at finde blot den mindste smule, og så kunne man ikke engang være sikker på, at det man fandt, stammede fra de første graner, der nåede frem til egnen. Granen vokser jo normalt ikke ude på selve moserne men på det tørre land. Hvis man derimod var i stand til at påvise dens blomsterstøv, der dannes i enorme mængder, og spredes ud over et stort område, så ville det være ganske nemt, præcis at påvise i moserne, når den indvandrede til en given egn. I det mindste ville dens pollens første optræden i moserne angive et synkront (samtidigt) niveau uanset, om den havde vokset lidt nærmere eller fjernere. Derfor gik von Post til Lagerheim, og i løbet af et halvt års tid fik han lært de almindelige skovtræspollen at kende og gav sig derpå i

Kemiske analyser af bjergarter og mineraler fortæller om det kemiske milieu, om vandringer af de enkelte grundstoffer og om omdannelser under den geologiske tilblivelseshistorie.

I dag forsøger man også at lave modellforsøg over de geologiske processer (Varv 1967,3, "Geologi i en trykkoger"). Det er her muligt at efterligne naturen ved for eksempel at arbejde med høje tryk og temperaturer. Imidlertid er det stadig vanskeligt at rekonstruere processer, der forløb over måske flere hundrede millioner år, når de tilsvarende processer i laboratoriet skal studeres og afsluttes på en næsten usammenlignelig kort tid.

Dette er eksempler på "laboratoriegeologi", der stadig forbedrer geologernes muligheder for at forklare de aktuelle forhold i naturen og for at udnytte de indvundne erfaringer for eksempel ved eftersøgning af mineraler og økonomisk vigtige malme.

Som endnu et eksempel på en begyndende geologisk anvendelse af et af fysikkens begreber skal THERMOLUMINESCENS behandles.



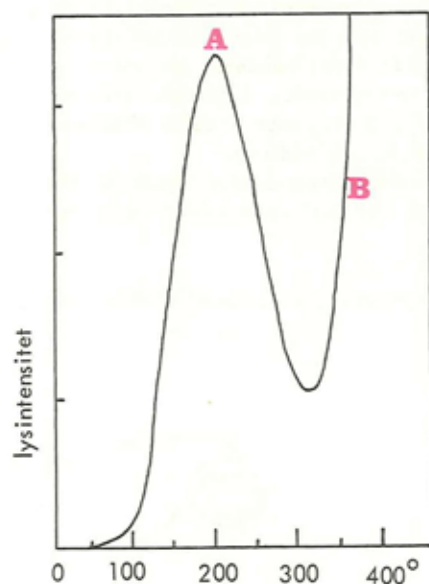
Figur 2. Thermoluminescensen (orange) viser stigende intensitet ind mod malmlegemet (sort). Umiddelbart udenom malmlegemet ses en "dødbrændt" zone. Selvom malmlegemet er skjult af dæklag, kan udstrækning og form afgrænses ved målinger af thermoluminescens i de omgivende bjergarter.

THERMOLUMINESCENS

af bjarne leth nielsen

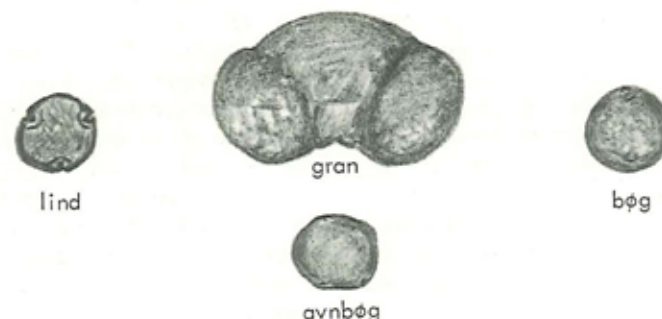
Det er utvivlsomt de fleste bekendt, at geologien i stor udstrækning også benytter forskningsresultater og erfaringer fra andre videnskabsgrene. I første række kommer naturligvis naturvidenskaber som fysik, kemi og zoologi, men også fra andre fagområder, specielt de teknisk videnskabelige, henter geologien hjælp og resultater, der danner et nødvendigt grundlag for den fortsatte udbygning af den geologiske viden.

Denne "støtten sig til de andre naturvidenskaber" er i løbet af dette århundrede blevet stadig mere udtalt, i takt med det voksende ønske om at beskrive de geologiske processer på et eksakt grundlag. I geologiens barndom sluttede man logisk ud fra sine iagttagelser i naturen samt ud fra de erfaringer, man kunne opnå i de ret primitive laboratorier. Med lysmikroskopet og senere elektronmikroskopet blev man i stand til at studere stadig mindre detaljer, som ofte var nøglen til forståelsen af de processer, der i fjern fortid var årsag til det endelige produkt, vi i dag ser i naturen.



Figur 1.

kast med opgaven. I første omgang var det kun granens pollen, han var interesseret i, men der gik ikke lang tid, før han så de store perspektiver, der åbnede sig, hvis man inddrog blomsterstøvet til undersøgelse af selve vegetationshistorien. Man fik her et ganske anderledes både stort og repræsentativt materiale i forhold til ældre tiders magre makrofossillister, der jo først og fremmest registrerede vegetationen i selve mosen eller dens allernærmeste nærhed. Von Post gik grundigt til værks, og fra begyndelsen af århundredskiftet og frem til 1916 stod forarbejderne på. På det 16. skandinaviske naturforskersmøde i Kristiania (Oslo) forelagde han sine undersøgelser og opfordrede kolleger både nær og fjern til at arbejde med på løsningen af denne gigantiske opgave: Hele jordens vegetationshistorie. Den krævede medarbejdere. Hans fremstilling af metode og muligheder var så velforberedt og gennemtænkt, at tilhørerne blev begejstrede, og i løbet af få år gik pollenanalysen sin sejrsgang ud over Norden, Europa og hele Verden.



Pollen-spektre og diagrammer.

Lad os først gå lidt nærmere ind på den pollenanalytiske metode. Mens man tidligere måtte undersøge store mængder af tørvejord for makroskopiske planterester, kunne man nu nøjes med små prøver, ikke større end et par cm^3 , og ved at tage prøver gennem mosens lagserie nedefra og op, fik man et materiale til belysning af blomsterstøv-indholdet i de forskellige lag. Man kunne tage prøverne meget tæt, de vejede ikke meget, og det tog ikke lang tid at undersøge dem. Von Post var klar over, at hvis han skulle få et overblik over vegetationshistorien, så måtte han ikke fortabe sig i enkeltheder, disse måtte vente til senere.

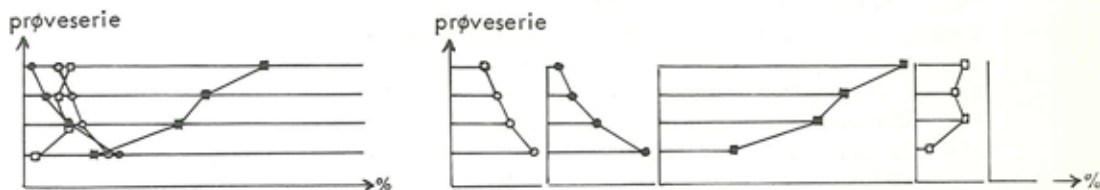
I praksis gik man frem på følgende måde. Den enkelte tørve- eller dynd (= gytje)-prøve fik en kortvarig behandling med kaliumhydroxyd. Derefter kunne man fremstille præparater, og ved hjælp af et mikroskop med 200-400 ganges forstørrelse var man i stand til at bestemme alle de almindelige skovtræers pollen, det vil sige fyr, birk, pil, eg, elm, ær, el, lind, hassel, gran, og bøg. I løbet af en time eller to kunne man nå

at tælle mellem 100 og 200 pollen, og det var i første omgang tilstrækkelig til at få et overblik over skovens sammensætning på det givne tidspunkt. Det er her afgørende at gøre sig klart, at det man opnåede var skovens relative sammensætning. Man kunne udregne denne sammensætning i procent og sige, at fyrren udgjorde 20% af det samlede antal skovtræspollen, egen 15% og så videre. Derimod var man ikke i stand til at få den absolutte mængde, det vil sige antal pollen per cm^3 per år.

Dette er et vigtigt punkt, som måske bedst forstås af følgende eksempel. I en egeurskov hvor vi tænker os, at træerne: Eg, elm, lind, ask og ær er nogenlunde jævnt fordelt, ryddes et flere km^2 stort område. Den tilbageblevne skov vil stadig have den samme procentiske sammensætning, selv om den absolutte pollenproduktion er blevet betydelig mindre.

Dette forhold var von Post fuldstændig klar over, men forudsætningen for at kunne opnå absolutte tal er, at man ved, hvor mange år der er gået til dannelsen af en for eksempel 10 cm tyk aflejring, og det var dengang vanskeligt at vide noget om - og er det stadig.

Ikke desto mindre har den relative pollenstatistiske metode ført til meget væsentlige resultater. Når en lang række prøver var blevet talt, så kunne de enkelte prøvers spektre, det vil sige procenterne for de enkelte træers andel i vegetationens sammensætning i de givne prøver blive fremstillet i diagramform, sådan at man ud ad en vandret linie, abscisse-aksen afsætter de enkelte træers procentiske værdier, markeret ved ganske bestemte tegn, for eksempel en cirkel for birk, en udfyldt cirkel for fyr, en udfyldt firkant for egeskov, en åben firkant for el og så videre, og ved at anbringe disse spektre over hinanden, sådan som man havde taget prøverne i mosen, og forbinde de enkelte træarters tegn (cirkler, firkanter og så videre) med hinanden, kunne man få kurver, der viste, hvordan de enkelte træarters relative pollenproduktion havde skiftet fra tid til anden inden for postglacialtiden - i den valgte mose.

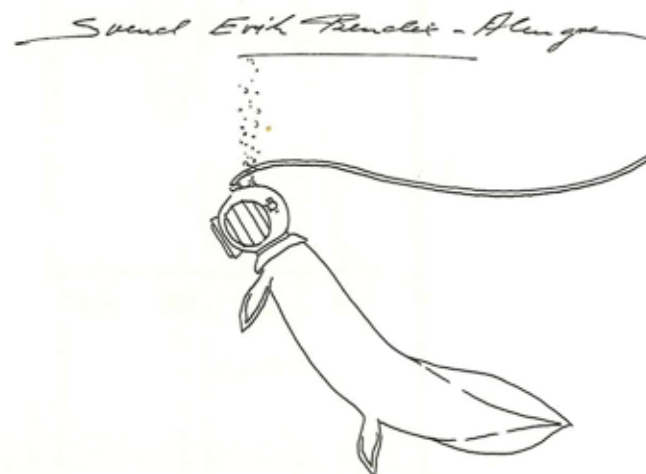


Standard-pollen-diagrammer.

Den enkelte prøves pollen-spektrum er nu blevet omtalt, dernæst pollen-diagrammet, der viser vegetationsudviklingen som den fremtræder i den enkelte mose. Men hvis vi vil have et nogenlunde sikkert billede af en egs vegetationshistorie, må vi nå frem til et "normaldiagram" eller

Det er bekendt, hvordan de moderne afrikanske og sydamerikanske lungefisk i tørtiden graver sig ned i mudderbunden i sø- og flodområderne, hvor de holder til. I nedgravet tilstand udskiller i hvert fald den afrikanske lungefisk en slimkappe, som sammen med det omgivende mudder danner en kokon om dyret, der med snuden rettet opad kan klare en ofte meget langvarig dvaletilstand gennem ekstreme tørkeperioder. Dette praktiseres ikke af den australske lungefisk, som til stadighed må have noget vands tilstedeværelse for at kunne overleve. De senere års fund har vist, at overlevelsesteknikken med nedgravning og kokondannelse er en gammel opfindelse blandt lungefiskene. I ferskvandslag fra nedre perm i Texas stødte man under geologisk kortlægning i begyndelsen af 1950'erne på ejendommelige cylindriske dannelser, der var orienteret vinkelret på sedimenternes lagdeling. En del af disse cylindre, hvis højde var indtil 45 cm, diameteren omkring 10 cm og iøvrigt, hvad materialet angik, svarede nøje til det omgivende lersediment, indeholdt fossilrester blandt andet fiskeskæl. Ved omhyggelige undersøgelser af et stort antal cylindre stødte man på u tvetydige skeletrester af lungefisken Gnathorhiza, der i forvejen var kendt som et typisk faunaelement for Texas nedre perme kontinentale ferskvandsdannelser. Særligt interessant var det, at skeletdelene i de cylindriske dannelser viste, at fiskene ligesom cylindrene var placeret på tværs af lagserien. Det drejede sig derfor ikke om eksempler på en almindelig forstærkningsproces, hvor fiskene orienteres horisontalt i lagserien. Alt pegede tydeligt på, at der her var tale om fossile lungefiske-kokoner, som i mange tilfælde endnu indeholdt deres beboere, der måtte være omkommet under en særlig ekstrem lang tørkeperiode. Lignende cylindriske dannelser kendes også fra øvre karbon i U.S.A., men i dette tilfælde har man endnu ikke fundet rester af lungefisk i cylindrene.

Lungefiskenes særlige overlevelsesteknik er altså mindst 300 millioner år gammel, hvad der vist uden overdrivelse kan kaldes "en gammel vane".



De detaljer, hvor ændringer er sket gennem det uhyre lange tidsrum, der skiller de tre former, skyldes hovedsagelig en markant aftagen i skelettets forbeningsgrad. Hos devon-formerne synes det indre skelet almindeligvis, ligesom kranietagets knogler og kroppens skælklædning, at være stærkt forbenet, medens de moderne former har et hovedsageligt af brusk bestående indre skelet og knoglerne i kranietaget er blevet tynde, dybt i huden liggende elementer. Skællene er blevet mere læderagtige end egentlig benlignende.

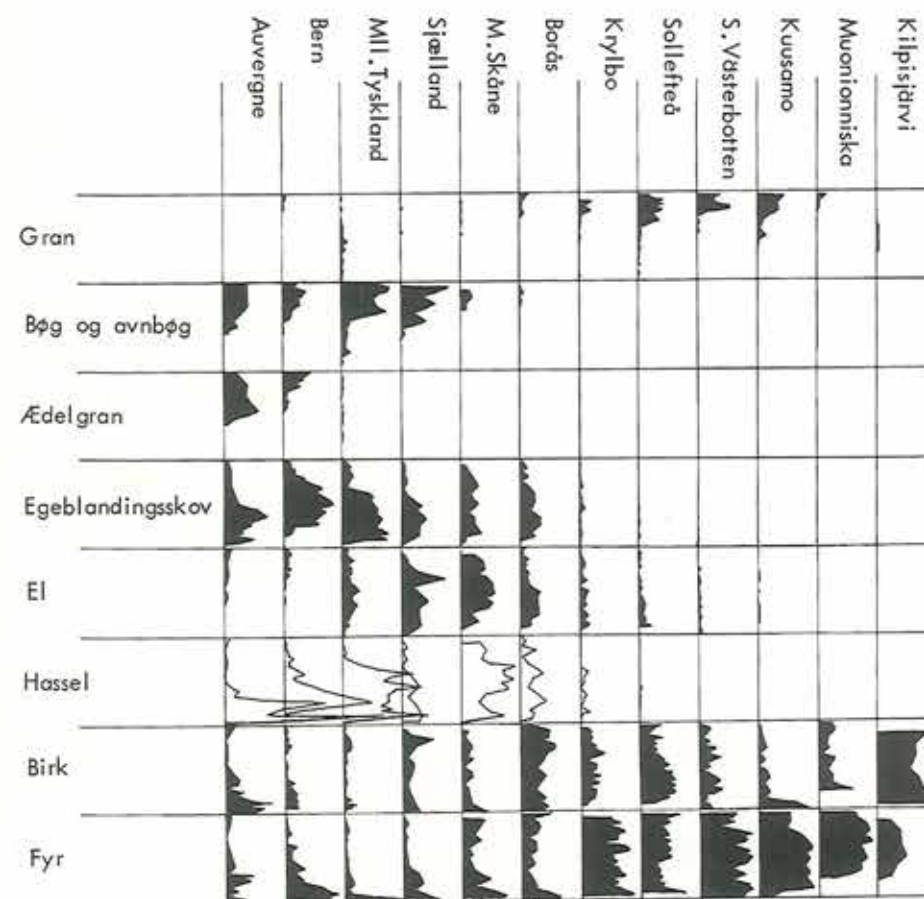
Man må således betragte lungefiskegruppen som en tidligt specialiseret og tidligt stabiliseret hvirveldyrgruppe, der siden sin første opdukken ikke har undergået væsentlige anatomiske ændringer udviklingsmæssigt set.

Derimod er gruppen gennem sin lange historie blevet stadig mindre betydende som faunaprægende element. Oprindelig optrådte gruppen både i ferskvandsmilieu og i havet, hvor den ganske givet hørte til den kystnære fiskefauna.



Forstenede lungefiske-køkon'er i lerskifer-aflejringer fra Texas nedre perm. Derunder ses opspaltede dele af sådanne køkon'er med skeletrester af lungefisken *Gnathorhiza*, der er en meget nær slægtning til de nutværende afrikanske og sydamerikanske lungefisk.

pollen-standarddiagram, der er et ideelt diagram, fremstillet på grundlag af en række enkelte pollendiagrammer fra egnens moser. Ved at udarbejde pollen-standard eller normaldiagrammer fra områder, der strakte sig fra det nordlige Sverige og mod syd til Skåne, lykkedes det von Post at få en "perlekæde" af diagrammer, der tilsammen viste vegetationsudviklingen inden for Sveriges forskellige geografiske områder. Efter at dette arbejde var fuldført, kunne han fortsætte sine undersøgelser med "kæder" af pollen-



Hassel-kurverne er udenfor procentberegningen for de øvrige træer.

efter von Post, 1933.

standard-diagrammer ud over Europa, og derved blev det muligt i løbet af en relativ kort periode - 10-20 år - at få et forbavsende godt overblik over vegetationshistorien i løbet af postglacialtiden inden for det meste af Europa. Det der sprang i øjnene var, at der inden for samme egn var visse planter, der var dominerende, dels i begyndelsen af postglacialtiden, dels i slutningen, og andre i midten af postglacialtiden. Von Post har kaldt de første terminokrater og dem, der dominerede i midten for medio-krater. Hvis vi for eksempel tager Danmark, så viser det sig, at vi tidligt i postglacialtiden har haft en dominans af terminokraterne birk og fyr, og i midten af postglacialtiden medio-kraterne eg, elm, lind, ask, de træarter, der betegner postglacialtidens klimaoptimum. Derefter forringes forholdene, og det bliver bøg, gran og igen birk og fyr, der dominerer i den sidste del. I andre geografiske områder udgøres terminokrater og medio-krater af andre træarter. Dette skema gentages i princippet i de interglaciale moser (se Varv 1965,2), også her er det ganske tydeligt, at der sker en udvikling fra et koldere til et varmere klima, hvorefter det vender, og klimaet igen bliver koldere. Afhandlingen, hvori disse forhold omtales, var det sidste større arbejde, von Post forfattede, inden han døde. Han var klar over, at han selv fortrinsvis havde anvendt pollendiagrammerne med henblik på datering af mosernes lag i forhold til hinanden og i forhold til lagene i andre moser, men samtidig så han de botaniske perspektiver, der lå i metoden, og det var hans håb at disse muligheder, der var fremkommet gennem hans eget grundlæggende arbejde, skulle inspirere yngre forskere - fortrinsvis med botanisk indsigt.

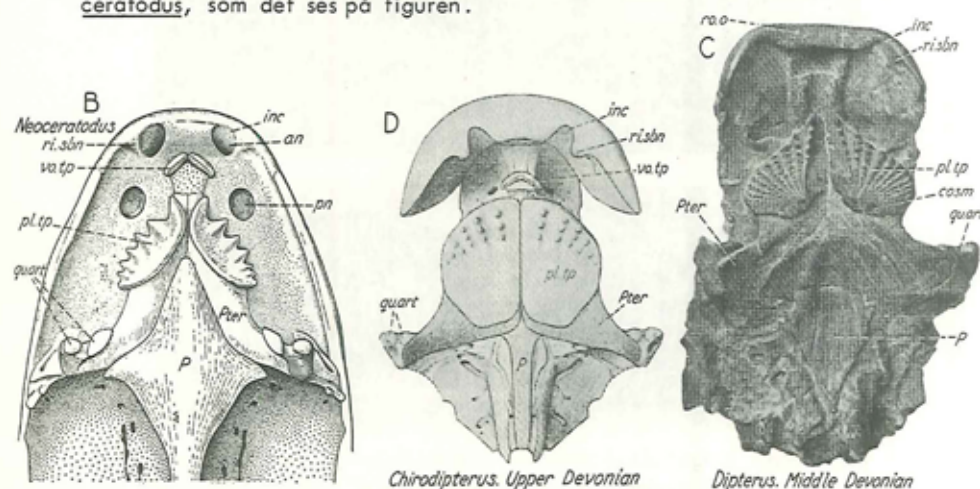
BOTANIK OG POLLENANALYSE.

Vi kommer nu til en ny epoke i mosegeologiens historie: Den botaniske forståelse af diagrammerne. Den blev fremtvunget derved, at pollendiagrammer blev tolket forkert af geologer, der ikke havde en forsvarlig botanisk baggrund. For eksempel mente en geolog at kunne påvise, at varmekrævende træer som eg, el og hassel i senglacialtid havde vokset nær den vigende iskanter. Statsgeolog Iversen, der på det tidspunkt arbejdede med senglaciale diagrammer i Danmark, var klar over, at dette ikke kunne være tilfældet og undersøgte sagen nærmere. Det viste sig, at det senglaciale ler, hvori man fandt disse varmekrævende træer også indeholdt pollen af nu uddøde tertiære planter. Dernæst undersøgte han moræneler, og dette indeholdt ikke blot tertiærplanter pollen - stammende fra morænens indhold af tertiære lag - men også pollen af træer og urter, omfattende alt hvad man kunne finde i interglaciale moser. Dette var jo i og for sig ikke forbavsende, men samtidig stod det klart, at man ikke direkte kunne anvende de senglaciale, lerholdige aflejringer til pollenanalyse. Iversen foretog derfor en beregning på den måde, at han såvel i moræneleret som i det senglaciale ler udregnede træer og urters pollen-procenter

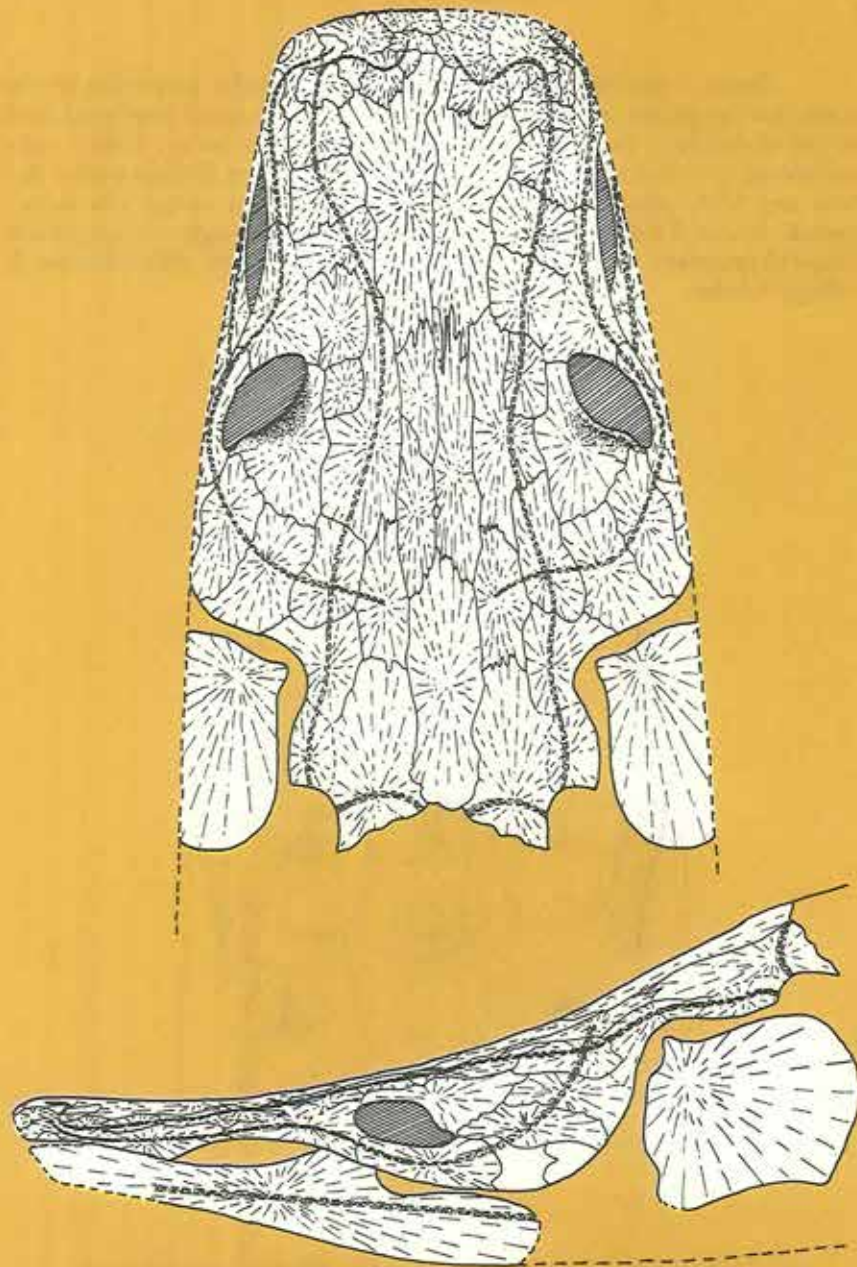
Fund af fossile lungefisk er gjort utallige steder på jorden. Rigest og mest varieret i individualitet og udformning synes gruppen at have været i devontiden. De ældste fossile lungefisk kendes fra nedre devone aflejringer i Tyskland, U.S.A. og - ejendommeligt nok - fra Australien. Fra og med mellem devon er gruppen fast etableret overalt i verden, og det bør i denne forbindelse fremhæves, at interessante og vigtige repræsentanter er indsamlet af danske ekspeditioner fra Østgrønlands mellem og øvre devone "old red" aflejringer. Væsentlige dele af disse fund er blevet beskrevet af den franske forsker Jean-Pierre Lehman, der har kunnet vise tilstedeværelsen af både kortsnudede former som slægten *Nielsenia* og langsnudede former blandt andet slægten *Soederberghia*, der begge ses afbildet her. De langsnudede lungefiskeformer synes især at være karakteristiske for slutningen af devontiden og findes blandt andet også i Skotlands øvre devon med slægten *Rhynchodipterus* (se udviklingsskemaet).

Hvis vi prøver at indordne de bedst kendte fossile lungefisk i et skema antydende udviklingsforløbet til de nulevende former, vil især linien førende til den australske lungefisk (*Neoceratodus*) træde klart frem, mens linien mod den afrikanske (*Protopterus*) og den sydamerikanske (*Lepidosiren*) er mindre godt belyst gennem fossilfundene.

Betragtes de anatomiske enkeltheder hos de bedst kendte fossile lungefisk, og sammenlignes disse enkeltheder med de nulevende formers, overraskes man over de vidtgående ligheder. Således er det indre kraniums karakterer hos den mellem devone *Dipterus* fra Skotland og den øvre devone *Chirodipterus* fra Tyskland i nær overensstemmelse med den nulevende *Neoceratodus*, som det ses på figuren.



Sammenligning mellem gane- og øvrige kraniestrukturer hos to devone lungefisk og den nulevende australske. Hos sidstnævnte er bløddelene bibeholdt for at vise beliggenheden af næsekap-slerne åbninger (an og pn). Betegnelserne pl.tp og vo.tp angiver ganens tandplader. (Efter Jarvik 1964).



Rekonstruktion af den langsnuadede lungefisk Soederberghia (set oppefra og fra siden). Øvre devon, Østgrønland. (Efter Lehman 1959).

i forhold til de uddøde tertiære planter pollen, (disse sidste kunne jo slet ikke være samtidige med senglacialtidens aflejringer.). Når man derefter trak morænelersspektret fra det senglaciale, fik man "renset" det senglaciale spektrum for alle de pollen, som var blevet tilført det senglaciale ler ved udvaskning af moræneleret. De pollen, der blev tilovers, måtte da stamme fra de træer og urter, der havde blomstret samtidig med at det senglaciale ler blev aflejret, og det viste sig, at det fortrinsvis var græsser, halvgræsser og dværgbirk.

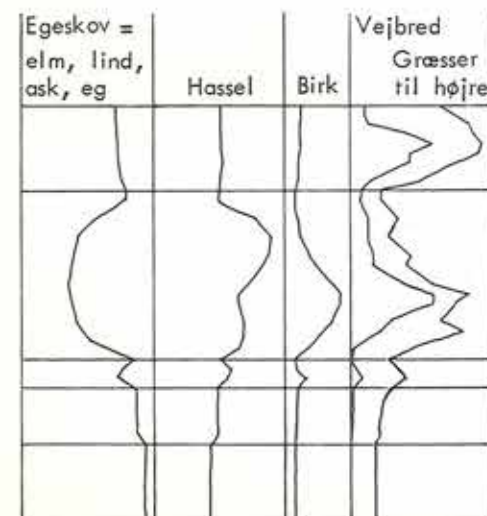


Det helt sikre bevis på tolkningens rigtighed fik Iversen derved, at han fandt frem til senglaciale aflejringer, der ikke indeholdt ler men kun søkalk og gytje. Her fandtes ingen pollen af varmekrævende træer og heller ikke af uddøde tertiære planter, og pollenspektrene var i overensstemmelse med dem, han havde fundet i de senglaciale, lerholdige aflejringer - efter den subtraktion, som er beskrevet ovenfor.

Dette er et af de klareste eksempler på, hvor nødvendigt det er, at have en botanisk baggrund hvis man vil beskæftige sig med mosegeologi og pollenanalyse. Det botaniske synspunkt kan defineres på den måde, at et pollendiagrams tolkning - i det mindste - ikke må stå i modstrid til hvad vi ved om planternes økologiske og klimatiske livskrav.

ARKÆOLOGI OG POLLENANALYSE.

Men lad os se nærmere på et andet eksempel, på botanikkens betydning for pollendiagrammernes rette tolkning, som tillige understreger betydningen af kendskab til arkæologi.



Troels-Smith i Naturens Verden,
juli 1957

I midten af postglacialtiden sker der det mærkelige, at birken pludselig går stærkt frem, lidt senere efterfulgt af ellén, samtidig med at egeskovens træer går tilbage med undtagelse af hasselen, der får meget høje værdier. Derefter indtræder de oprindelige forhold igen. Dette ejendommelige intermezzo blev tidligere tolket som en klimaforværring, der medførte, at vi vendte tilbage til forhold, som var karakteristiske for den begyndende postglacialtid, grænsen mellem præboreal- og egentlig borealtid. Men mærkeligt var det alligevel.

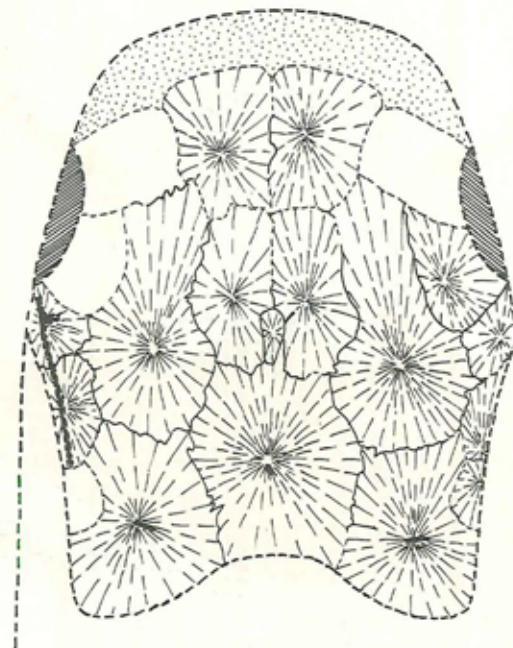
Iversen underkastede nu dette område i diagrammerne en omhyggelig undersøgelse, og det lykkedes ham her at bestemme en del urters pollen til slægt og art, nemlig vedbend, mistelten, lancetbladet vejbred og bredbladet vejbred. Samtidig med at faldet i egeskoven sætter ind, sker der en stærk stigning i de forskellige urters pollen. Korn, bredbladet- og lancetbladet vejbred optræder her for første gang i de danske pollendiagrammer.

Således bevæbnet var det muligt at give en ganske anderledes forklaring. Iversen tolker det der sker, som et udtryk for at stenalderbønder har fældet skoven og brændt den af, så man kunne dyrke korn på det ryddede område. Derefter blev arealet overladt til sig selv og groede atter til med egeskov. Især birken spredte sig udmærket på en fuldstændig bar, afsvedet jordbund, el og pil breder sig også henover lysningen efter dyrkningens ophør, og hasselen får øget mulighed for at blomstre i skovbrynne, fordi skoven er blevet lysere. Det, at kulturbetingede planter som vejbred og ikke mindst korn optræder her, gør det ganske usandsynligt, at det skulle dreje sig om en klimaændring, og udgravninger i moser viser, at vi netop på dette tidspunkt finder de ældste skovpækser: De tyndnakkede, slebne flintpækser. Iversen kaldte disse skovrydninger for stenalderbøndernes landnam. Skoven blev inddraget til dyrkning og husdyrhold. - Dette er første gang (1942), at det på klar og overbevisende måde blev udredt, hvorledes mennesket angriber skoven for at skaffe plads til agre og græsgange. Iversens afhandling, der nu er klassisk, har inspireret til en lang række undersøgelser af tilsvarende art. Herved er det blevet klart, at oldtidens og senere tiders agerbrug og kvægavl medfører så voldsomme ændringer i skovbilledet, at vegetationshistorien efter dette tidspunkt bliver et mere eller mindre direkte udtryk for menneskets aktivitet.

Klimatiske forholds indvirken på vegetationen bliver herefter mere eller mindre tilsløret.

Med andre ord: Vegetationshistorien bliver i høj grad kædet sammen med egnens bebyggelsehistorie, således at et indgående kendskab til såvel arkæologi som vegetationsforskning bliver afgørende for diagrammernes rette tolkning - og vice versa.

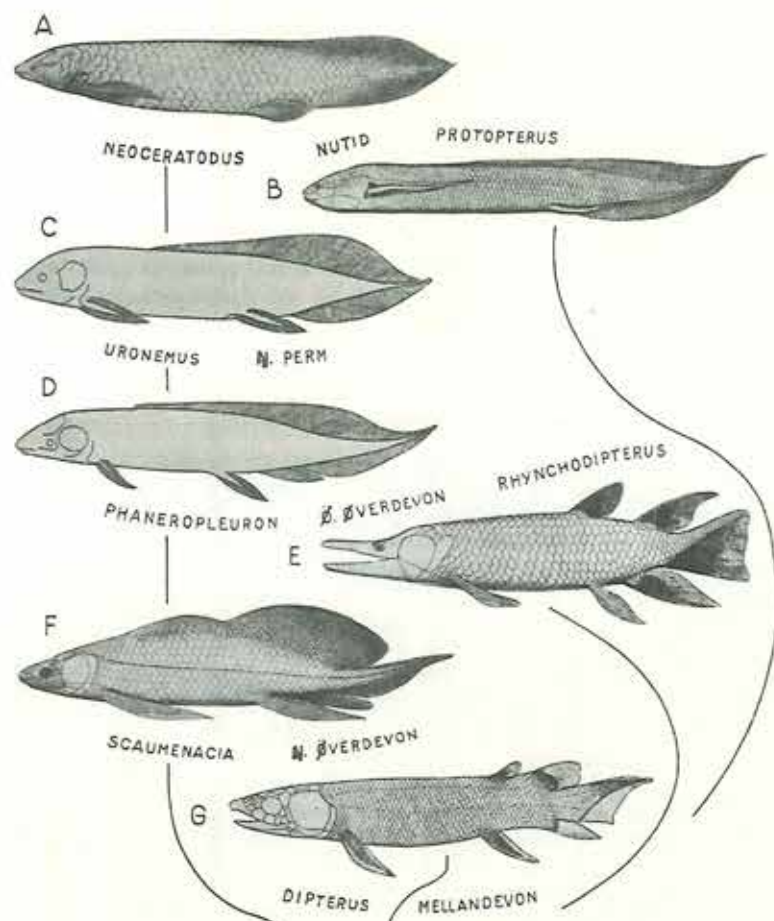
Denne viden skyldes for en stor del dr. Kreffts erkendelse af den australske lungefisks særegne tandplader og disses sammenlignelighed med fossile tandplader. Denne enkle erkendelse, der vidner om dr. Kreffts vidtspændende naturhistoriske orientering, gav stødet til, at fossilerne blev ført frem som friske reserver i debatten. Man erkendte, at mange ofte velbevarede fossile fiskeformer fra devon, karbon og perm også repræsenterede lungefiskegruppen, hvis historie således strækker sig mindst 400 millioner år tilbage i tiden.



Kranietaget af den kortsnude lungefisk Nielsenia fra Østgrønlands øvre devon. Rekonstruktion fra Lehman 1959).

der stadig besad mange primitive karakterer.

Man ved nu, at lungefiskene udgør en helt selvstændig gruppe, der ikke synes at være særlig nært knyttet til den vigtige begivenhed i livets historie, som paddeklassens udvikling fra fiskeklassen er.

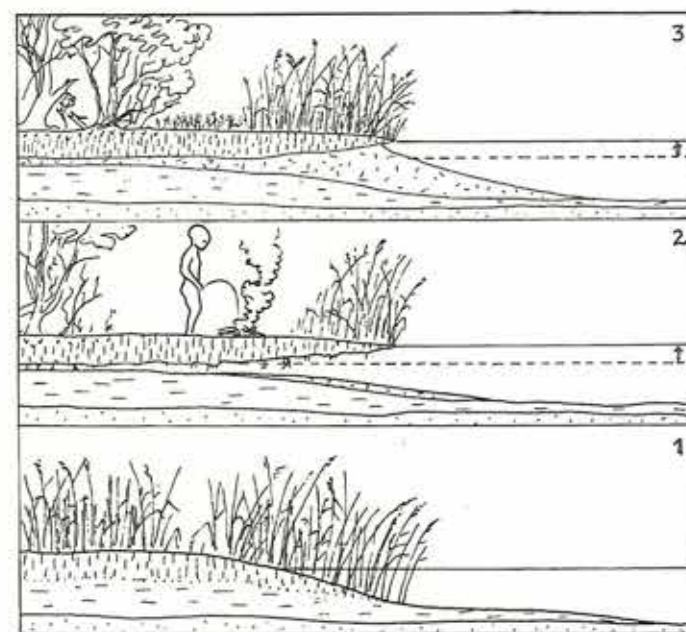


Lungefiske-gruppens vigtigste udviklingslinier illustreret gennem godt kendte fossile former fra devon- og perm-tiden samt de nulevende australske og afrikanske repræsentanter.
(Efter Jarvik 1959).

MOSEGEOLOGI OG POLLENANALYSE

Men hvad nytter det hele, hvis ikke selve grundlaget, de mosegeologiske stratigrafiske forhold er taget i betragtning. I jo højere grad pollenanalysen er blevet forfinet, jo tættere man tager sine prøver, jo flere pollen der bliver talt i hver prøve (nu ofte op til 2000 pollen) jo nødvendigere bliver det, at udgangsmaterialet er sikkert, og den sikkerhed kan man kun få, dersom der foreligger en omhyggelig undersøgelse af mosens lag på det sted, hvor man tager sine prøver. Og netop kombinerede mosegeologiske, arkæologiske og vegetationshistoriske undersøgelser har afsløret, hvor kompliceret en moses lagfølge kan være.

Jeg skal nøjes med et enkelt eksempel: I Åmosen har det været muligt at påvise, hvordan oldtidens folk har slået sig ned på tilgroede moseflader ganske nær den daværende søbred i begyndelsen af yngre stenalder, det vil sige i begyndelsen af subborealtid for cirka 5000 år siden. Derefter er der sket en vandstandsstigning, der medførte, at den sumptør man boede på, blev løftet til vejrs og omdannet til en flydende ø eller halvø.



Meget frit efter B.Brørson Christensen, i Trøels-Smith 1953

At sumptørven stiger til vejrs skyldes, at den er gennemvævet af luftfyldte rødder, som - når vandet stiger - vil virke som en bold, der holdt under vandet vil søge at komme op til overfladen. Med andre ord, sumptørven river sig løs på grænsen mellem sumptørv og gytje og stiger til vejrs. Dernæst bliver mellemrummet mellem den flydende tørveø og den bund, der er fremkommet ved løsrivningen, udfyldt med gytje, driftgytje, pinde, kviste og sødynd, som følger er yngre end den bund, den aflejres på, men også yngre end den tørv, der indgår i den ovenover flydende ø eller halv-ø. En følgende vandstandssænkning kan medføre, at rørsumpens rødder breder sig ned i den indlejrede driftgytje, og næste gang der sker en vandstandsstigning, vil noget af denne indlejrede driftgytje stige til vejrs sammen med den tidligere dannede tørveø, der i mellemtiden er blevet lidt tykkere foroven, på grund af fortsat mosevækst. Herved vil man igen få et indskudt lag imellem den flydende ø og bunden. På denne måde får man en meget indviklet lagfølge. - Hvis man et sådant sted borer ned med et tørvebor og henter prøver op, vil man få et fuldstændigt forvirrende billede af vegetationshistorien inden for det skildrede tidsrum. Det er klart, at først en udredning af disse komplicerede forhold giver mulighed for at anvende materialet til vegetationshistoriske slutninger, derved at man billedligt talt klipper de dele af søjlen ud, som er skudt ind imellem ældre lag, og lægger dem i den rigtige rækkefølge. Beviset for at tolkningen af disse "aflejringsforhold" er rigtig er, at dette har kunnet lade sig gøre, og derved har man fået en vegetationshistorie, der passer med de pollendiagrammer, der stammer fra partier af den samme mose, hvor der ikke har været sådanne forhold.

Med andre ord: Det er nødvendigt at gøre sig klart, hvor vigtigt det er, at foretage en meget omhyggelig undersøgelse af tørvelagene, inden man tager sine prøver. De bedste prøver får man fra åbne profiler, mens boreriger kun bør bruges i nødsfald.

SAMMENFATNING

Japetus Steenstrup, der var den første vegetationshistoriker i Danmark, var en meget alsidig begavet og interesseret mand. En af hans ungdomsvenner skrev engang til ham: "Du bør finde et samlende synspunkt for alle dine interesser, i øjeblikket er du en zoo-, boto-, geo- og arkæolog", og det ville ikke føre til noget godt. Dette er rigtigt, for såvidt som Japetus Steenstrup beskæftigede sig med vidt forskellige emner inden for en lang række fagområder uden at have et samlende synspunkt. - Men skal man være en god mosegeolog og vegetationshistoriker, hvis undersøgelser skal føre til fornuftige resultater, ja, så er det faktisk nødvendigt at have et indgående kendskab ikke blot til pollenanalyse og botanik, men også til arkæologi og mosegeologi.

J. Træb-Smidt

Kort tid efter ankom en tønde indeholdende flere eksemplarer af Forsters "Burnett-laks" i nedsaltet tilstand. Uhyre interessant - men ifølge beretningerne ikke just vellugtende.

Dr. Krefft blev hurtigt dybt interesseret i, hvad han fik at se. Fiskene, der nøjagtigt svarede til Forsters beskrivelse, havde især tre karakterer, som næsten tog vejret fra videnskabsmanden. Den første karakter, der umiddelbart falder i øjnene, var de ejendommelige, langagtige, kødgede, bladformede bryst- og bugfinner, dernæst, da dr. Krefft åbnede fiskens gab, åbenbarede tandpladerne, som nøjagtigt svarede til fossile tandplader kaldet *Ceratodus* og dengang kendt fra trias- og jura-aflejringer, men hvis nærmere placering i dyreriget man stod usikker overfor, skønt de henregnedes til fiskegruppen. Den tredje karakter, som afsløredes ved dissektionen, var en luftsæk, der som en lunge supplerede fiskens gælleåndedræt.

"Burnett-laksen" var en lungefisk og tilmed den mest fiskelignende, man hidtil var stødt på, thi allerede i 1830'erne var de to andre nulevende former - den afrikanske *Protopterus* og den sydamerikanske *Lepidosiren* - blevet videnskaben bekendt, og de havde i årevis været genstand for megen strid: Repræsenterede de fiskeformer fra hvilke padderne kunne have udviklet sig, eller skulle de i virkeligheden betragtes som padder,

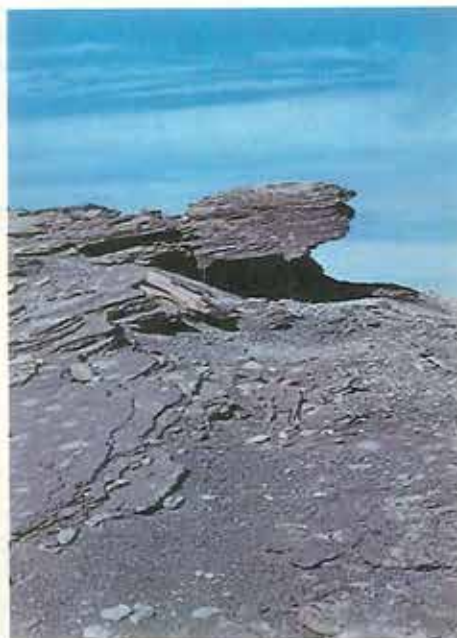
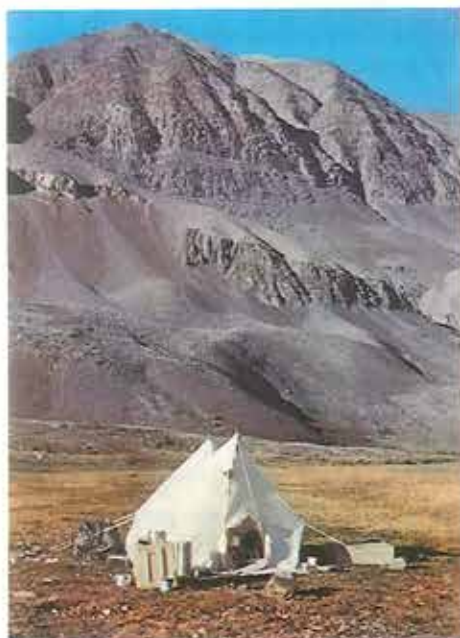


Kontinentale devon-aflejringer er vidt udbredte i det centrale Østgrønland hvor de danner meget markante fjelde. Aflejringerne, der overvejende består af rødlig til rødbrune sandsten og skifre, er rige på forstenede hvirveldyr såsom panserhajer, kvastfinnede fisk og lungefisk. Her er også verdens ældste padder, de såkaldte "firbenede fisk", blevet fundet.

lungefiskenes udforskningshistorie

af Svend Erik Bendix-Almgreen

Det er en dag i året 1869, og scenen er det naturhistoriske museum i Sydney, Australien. En fåre-farmer William Forster har med megen interesse tilbragt nogle timer i museets fiskesamling, hvor han til sin store forundring ikke har set noget eksemplar af den i hans hjemegn, Queensland i det nordlige Australien, velkendte fisk "Burnett-laksen". Af denne grund opsøger han museumsinspektøren, dr. Gerard Krefft, der varetager fiskesamlingen. De to herrer får sig en lang sludder om problemet "Burnett-laksen", som efter Forsters beskrivelse har visse ejendommelige træk, der i den grad fanger dr. Kreffts interesse, at han udbryder: "Send mig et eksemplar af denne "Burnett-laks" så snart som muligt. Jeg tør næsten vædde på, at De har gjort en betydningsfuld opdagelse". Dette lovede William Forster - og han holdt sit løfte.



I 1939 foretog daværende afdelingsgeolog (nu professor) Arne Noe-Nygaard og daværende stud.mag. (nu afdelingsgeolog) Joannes Rasmussen en recognoscering af Færøerne med henblik på en kommende geologisk kortlægning af øgruppen. Den anden verdenskrig satte en brat stopper for arbejdets igangsættelse.

Siden 1945 har der været arbejdet systematisk på gennemførelsen af den geologiske kortlægning. Mange sommerassistenter har deltaget i arbejdet.

Danmarks geologiske Undersøgelse, under hvem arbejdet har sorteret fra begyndelsen til enden, vil før sommeren 1969 kunne udsende det færdige kort i 1 : 50.000 samt en ledsagende kortbladsbeskrivelse på over 300 sider.

Varv har sikret sig nedenstående aktuelle oversigt over Færøernes geologi hos den ene af værkets forfattere.

Om geologiske kort i almindelighed se Varv 1966, 1.



FÆRØERNE

AF ARNE NOE-NYGAARD



Erosionsprofil i de 3 basaltafdelinger i den færøske basaltserie.

5. DEN ØVRE BASALTSERIE, som er cirka 625 meter tyk, består af velmarkerede enkeltbænke, der ligner dem, der findes i den nedre basaltserie, blot er de i gennemsnit kun halvt så tykke som disse. I de tykkeste bænke er der tendens til søjle-afsondring. Hovedbjergarten er en hård, blålig, ofte vandret lamineret basalt med små strøkorn af olivin og plagioklas, den klassificeres som olivinholciit. Der forekommer nogle indskudte bænke af porfyritiske lavaer af samme type som dem, der præger den mellemste basaltserie.

Erosionen har også i den øvre serie udmodelleret et trapplandskab, trinene er smalle og fjeldvæggene stejle.

Efter at den extrusive vulkanisme var gået endeligt i stå, og dannelsen af plateauet var afsluttet, opstod der spændinger, som udløstes i sprække- og revnedannelse. - Basaltisk magma aktiveredes endnu engang og trængte ind i disse revner og svaghedszoner. I de lodrette revner dannedes gange, i det svageste parti i lagsøjlen, der optages af den kulførende serie og tuf-agglomeratzonen trængte der uregelmæssige basaltiske intrusivmasser ind, og på grænsen mellem den mellemste og den øverste basaltserie dannedes der et system af sills, det vil sige vandretliggende gange.

Intrusionsperioden er formentlig forløbet således:

Først injiceredes gangene i de revner, der allerede da var dannet, de må være yngre end dannelsen af plateauet, eftersom de skærer helt igennem det. På samme tid injiceredes de svagt modstandsdygtige lag i den kulførende serie og tuf-agglomeratzonen. Efter at alle revner og svaghedszoner var fyldt ud, og gangene var konsolideret i den øvre del af lavafølgen, trængte den sidste del af magmaet, stadig stående under tryk fra neden, ind i grænseområdet mellem den mellemste og den øverste basaltserie som sills, hvorved den overliggende del af basaltserien løftedes i vejret.

De færreste sills er transgressive i randen og har alle nærmest form som en underkop.

Der ses to diskordanser i lagserien - det vil sige, at den mellemste basaltserie danner en lille vinkel med den nedre, og den øvre serie danner tilsvarende en lille vinkel med den mellemste basaltserie. Det må betyde, at der har fundet bevægelser sted allerede under plateauets dannelse.

En ting fremgår klart af kortet, nemlig tilstedeværelsen af en svag antiklinal (opadvendt fold, se Varv 1968,3) med et nordøstligt dyk på den nordlige øgruppe. Antiklinalstrukturen vises både af et ledehorisontniveau B, som ligger 2/3 oppe i den mellemste basaltserie og et ledehorisontniveau C, der danner grænsen mellem de to øverste basaltserier. Dette viser, at begge disse efter deres dannelse har undergået een og samme deformation, en svag foldning. Området sydfor, omfattende blandt andet Sandoy, viser en svag synklinal.

nelsen af den mellemste basaltseries lavaer, synes at være lokaliseret på udbrudssteder af begrænset udstrækning. Rester af disse forekommer i naturlige snit langs fjorde og sunde, men er aldrig blevet observeret inde i landet, selvom der også her findes gode blotninger, de varierer fra 50 meter til cirka 1.5 kilometer i længden. Under kortlægningsarbejdet er der fundet 10 sådanne udbrudssteder (vents). Stratigrafisk findes de fra lidt over midten af serien og helt op til toppen af den. På endnu højere niveau, i den øvre basaltserie, er de aldrig blevet påtruffet. Eftersom alle vents er beliggende i de nuværende fjorde, må de stå i forbindelse med de svaghedszoner, disse markerer.

Erosionen har ud mod kysten frembragt "laminerede", vertikale vægge, men bløde, konvekse skrånninger inde i landet.



VENT. Nederst til venstre omtrent vandrette basaltbænke, højre halvdel indtages af den agglomeratfyldte tilførselskanal. Det hele dækket af to yngre søjledannede basaltbænke.

