

VARV

NR. 2 BLADET MED DE ÆLDSTE NYHEDER 1984



BILLEDET HEROVER VISER EN RÆKKE TILFÆLDIGE KVARTSKRYSTALLER, MEN INDE I BLADET FORTÆLLES OM MERE SPECIELLE KVARTSKRYSTALLER, SOM ER INDSAMLET I VORE SALTHORSTE.

EN VARV-LÆSER HAR VÆRET I NORDSPANIEN FOR AT SE PÅ SEDI-MENTSTRUKTURER, DER ER CA. 60 MILLIONER ÅR GAMLE, VARV BRINGER EN RAPPORT. HVORDAN VIL LIVET SE UD OM 50 MILLI-ONER ÅR ? - EN BOGANMELDelse FØRSØGER AT BESVARE DETTE INTERESSANTE SPØRGSMAŁ.

ENDELIG HAR VI EN BERETNING OM DE GEOLOGISKE FORHOLD VED GORLEBEN I VESTTYSKLAND. MAN PÅREGNER AT DEPONERE HØJ-RADIOAKTIVT AFFALD I GORLEBEN - SALTSTRUKTUREN. MENER DE TYSKE GEOLOGER, AT DETTE ER FORSVARLIGT ?

Redaktionen har modtaget en række forespørgsler og kommentarer i forbindelse med artikler i de seneste numre af VARV. Vi er meget tilfredse med at modtage bemærkninger, og vi forsøger at besvare dem, så godt vi kan, - men det kan godt være, det varer lidt, inden man modtager svar !

Som noget nyt bringer VARV på side 42 lidt blandede meddelelser, som vi skønner, har interesse for mange VARV-læsere.

Redaktionen modtager mange henvendelser af vidt forskellig karakter, om import af diamantsave fra Frankrig og salg af minesøgere fra Texas for at nævne et par eksempler. Sådanne henvendelser har vi ikke lyst til at viderebringe, for vi synes, at 'varen' er for speciel.

Til gengæld har vi plukket nogle 'reklamer' ud af dyngen, informationer, der kan have interesse for det store flertal af VARV-læsere, og den slags meddelelser bringer vi gerne.

Hvis du har oplysninger, der kan have almen interesse, bringer vi dem gerne i de kommende numre af VARV.

Forsidebilledet er fotograferet af Stig Lerche, Geologisk Centralinstitut.



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 Steen Sjørring

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

Renskrift: Gitte Sjørring

Montage: 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 postgiro 4388 - 5.

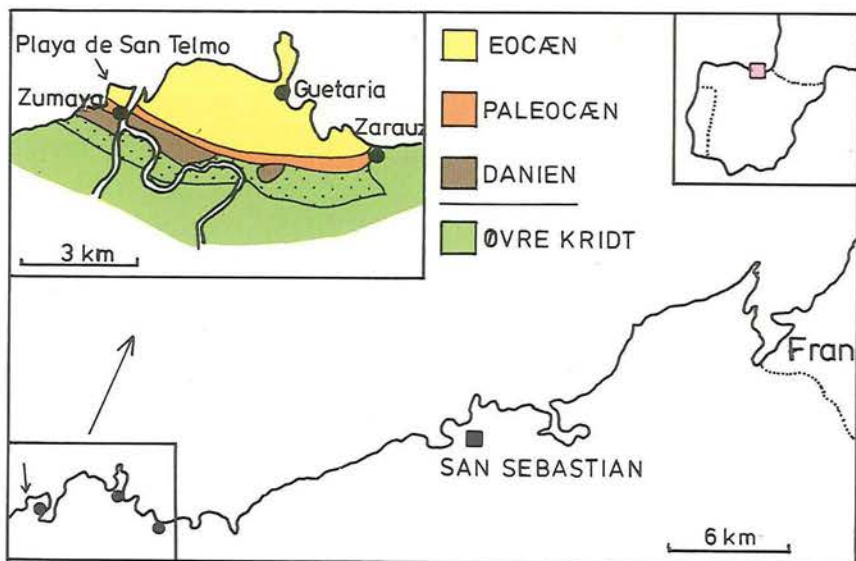
Adresseændringer eller fejl ved bladets levering bedes meddelt postvæsenet.

© 1984 VARV. Eftertryk af tekst og billeder kun efter aftale.

Landgang i Nordspanien

af Claus Beyer

Vi befinder os ved kysten i det nordlige Spanien, nærmere betegnet Playa de San Telmo ved Zumaya, ca. 30 km vest for San Sebastian. Kyststrækningen domineres af stejle klinter, og hvis man er uheldig og ikke holder øje med vandstanden, vil man nemt kunne få et ufrivilligt ophold i en af de små bugter, indespærret mellem højvandet og klinterne. Hvad der ville tage modet fra de fleste, vil dog ikke ærgre en VARV-læser, thi klinterne er fint blottede, og aflejringerne er fra ældre Tertiær (Paieocæn), og de er nok 5 timers studium værd. Desuden er lagserien kippet til næsten lodret stilling, så man på behagelig vis kan 'vandre op igennem' dem.



Figur 1. Lokaltetskort med angivelse af den overordnede stratigrafi.

Man vil straks konstatere, at man har en stærkt vekslende lagserie foran sig, med lagtykkelser fra over 1 meter til ganske få cm, og med kornstørrelser varierende fra ler til groft sand. Desuden vil man se et væld af strukturer i de forskellige lag, og har man medbragt saltsyre, vil man kunne konstatere, at størstedelen af lagserien er stærkt kalkholdig, medens enkelte grovkornede lag er kalkfrie. Umiddelbart kan lagserien karakteriseres som kalkrigt ler (ca. 90 % af lagserien) med indslag af sandsten.

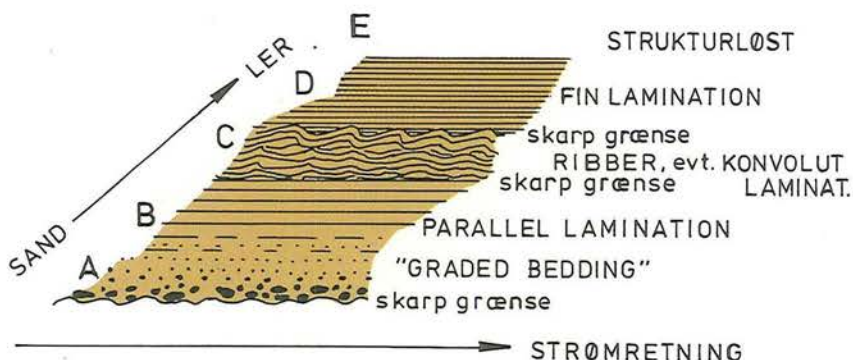


Figur 2. De stejltstillede Paleocæne lag i kysten ved Playa de San Telmo.

Hvilket miljø kan frembringe så hastigt varierende lagserie med en samlet tykkelse på over 1000 meter? Skyldes det vandstandsændringer? I så fald er der sket utallige ensartede skift med forholdsvis korte mellemrum. Trods det usandsynlige heri var det det bedste forslag før 1950. Det rigtige svar (?) blev først givet i begyndelsen af 50'erne ud fra et nærmere studium af sandstenslagenes strukturer i lignende aflejringer. Det viste sig, at visse strukturer er fælles og optræder i en bestemt rækkefølge.

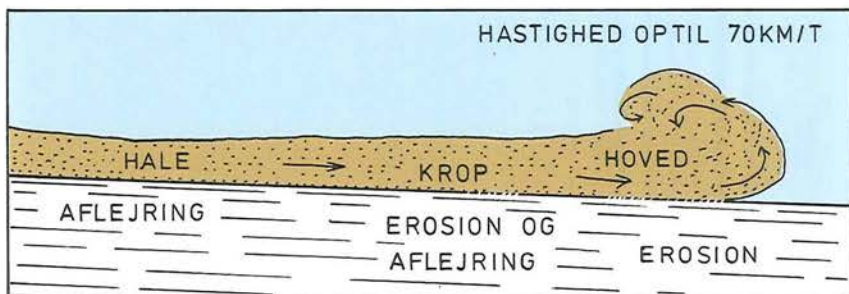
'Graded bedding', det indarbejdede engelske udtryk for opad aftagende kornstørrelse i det enkelte lag, optræder almindeligt og ses tydeligt i den nederste iøvrigt strukturløse del af laget. Dernæst kommer i rækkefølge: En mindre plan lamineret enhed (bestående af skarpt afgrænsede tynde plane lag), en enhed

med 'convolute lamination' (næsten roulade-agtigt krøllede lag), en utydelig lamineret silt-ler enhed og endelig en enhed med fint lamineret ler, der ofte danner en jævn overgang til det fine kalkholdige ler ("baggrundssedimentet").



Figur 3. Bouma-sekvens. Se nærmere beskrivelse i teksten.

Den nævnte rækkefølge, den såkaldte Bouma-sekvens, som blev beskrevet af Bouma i 1962, afspejler en sedimentation fra en strøm med jævnt aftagende hastighed karakteriseret ved, at der efterlades et lag med strukturer svarende til hvert hastighedsområde, idet den kornstørrelse, der kan holdes svævende i vandet (suspension), bliver mindre, jo lavere strømhastigheden bliver. Yderligere bestemmer kornstørrelsen af det aflejrede materiale sammen med strømhastigheden, hvilke strukturer der dannes. I løbet af 50'erne udvikledes teorien om submarine slamstrømme (turbiditer), der - som geologisk set meget kortvarige begivenheder - omlejrer grove shelvesedimenter til et dybhavsmiljø, der ellers er domineret af ekstrem finkornet sedimentation (de resterende 90 % af lagserien).



Figur 4. Turbidit-strøm. Figuren viser i skematisk form balancen mellem erosion og aflejring på langs af en turbidit-strøm som funktion af tid og strømhastighed.

Vægtfyldeforskellen mellem et lag med meget materiale i suspension ($1.5 - 2.0 \text{ g/cm}^2$) og det ovenliggende vandlag kan på grundlag af tyngdekraften forårsage strømbevægelse på en blot få grader hældende flade. Herved skabes turbulens, der igen medfører, at materiale rives op og bringes i suspension. Bevægelsen kan således holdes i gang længe, idet den eneste bremsende kraft er en, ofte ringe, friktion mod bunden og den ovenliggende vandmasse. Derfor kan det tage op til et par uger, inden den sidste fine kornstørrelsesfraktion falder til ro, mens den groveste fraktion aflejres i løbet af få timer.

Af denne grund kan hele Bouma-sekvensen sjældent ses i et og samme lag. Dels kan en senere turbiditstrøm helt eller delvis bortrode den, og dels spiller afstanden fra startstedet en rolle. Turbiditer kan bevæge sig flere hundrede kilometer, i starten primært eroderende, dernæst aflejrende en stadig finere fraktion af suspensionsmaterialet. Dette forhold danner grundlag for at skelne mellem proximale og distale (nære henholdsvis fjerne fra startstedet) turbiditer. De proximale aflejringer består af de nederste enheder, AB, og de distale af de øverste, CDE. Der er selvfølgelig en jævn overgang imellem dem.

Vil det så sige, at man nødvendigvis skal have blotninger over et meget stort område for at udsige, hvorfra turbiditerne kom ?

Nej, det er ikke nødvendigt for at bestemme retningen på det enkelte sted. Heldigvis efterlader turbiditen mange strømretningsindikatorer i form af lagplansstrukturer på "sålen" af den enkelte aflejring. De vigtigste er nok "Groove Casts" og "Flute Casts".



Figur 5. Groove Casts ses tæt ved tommestokken. De øvrige aftryk er frembragt af dyr (sporfossiler).

Groove casts (fig. 5) dannes ved at et fragment føres hen over bunden og den eroderede retlinede furestruktur dernæst udfyldes. De ses som små forhøjninger af forskellige længde. Da det ansvarlige redskab sjældent findes, giver en groove cast to muligheder for palæostrømretningen.



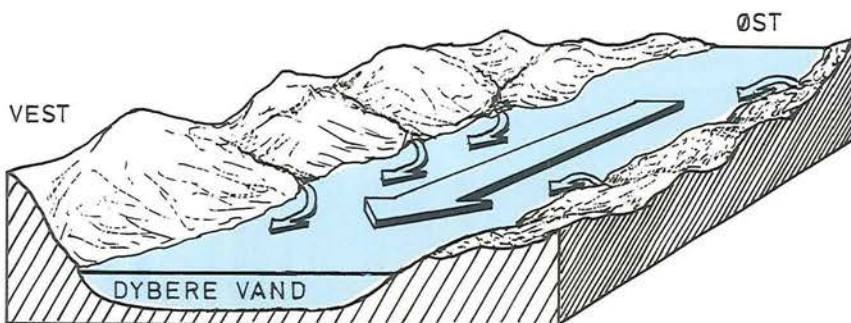
Figur 6. Flute casts.

Flute casts (fig. 6) er forhøjninger med stejl og højest væg opstrøms og går jævnt over i selve lagplanet nedstrøms, hvor strukturen også er bredest. De er således svagt trekantformede med en mere eller mindre spids vinkel i det retning hvorfra turbiditen kom. De er dannet ved strømhvirvlers erosion i underlaget og efterfølgende udfyldning.

Begge strukturer indeholder lagets groveste kornfraktion.

Turbiditafløjninger forekommer lige fra Prækambrium til i dag, men vor viden om dem er næsten udelukkende baseret på ældre afløjninger. Det er vanskeligt at forudsige turbiditdannelsen, og hvor det er lykkedes, har den voldsomme begivenhed med hastigheder op til 70 km/t ødelagt eller totalt fjernet måleinstrumenterne.

Ved Zumaya ses både distale og proximale afløjninger, de sidste hovedsageligt forekommende i den nedre del af lagserien. Således falder A og B enhedernes andel af det enkelte lag op igennem lagserien samtidig med at C enhedens vokser. Desuden er kalkstenens andel størst i den nederste del af lagserien, mens turbiditafløjningernes er tykkeste i midten. Disse imponerende blotninger, nok Europas bedste af sin art, er selvsagt blevet grundigt studeret og forskellige tolk-



Figur 7. Model for turbiditbassinet ved Zumaya med hovedtilstrømning fra øst mod vest, og ved periodiske tilskud fra siderne.

ninger har været fremført. Een går ud på at den nederste del af lagserien er en lavtvandsaflejring. Denne tolkning bygger på en tolkning af sporfossilene, dvs bevarede spor af krybende og gravende organismer på den daværende havbund. Der er så sket en gradvis uddybning af bassinet med turbiditer strømmede mod vest (fig. 7). Herved forklares ændringen fra proximale til distale aflejringer op gennem lagserien. De stedvise indslag af tykkere proximale aflejringer længere oppe i serien kunne skyldes tilstrømning fra siderne af bassinet, hvilket også forklarer de afvigende palæostrømretninger.



Figur 8. En typisk del af sekvensen ved Zumaya. Yderst til højre ses et proximalt indslag.



Figur 9. Stejlkysten ved Playa de San Telmo. Størrelsen angives af personerne i kløften øverst i billedet.

En anden tolkning (også baseret på sporfossil undersøgelser) er, at der ikke er sket en indsynkning, og at aflejringen, der hele tiden er sket på forholdsvis dybt vand, er et resultat af udbygningen af en submarin vifte, dvs en kegleformet sedimentakkumulation ved foden af en submarin skråning. Sådanne floddannede sedimentpakker (med arealer op til 2500 x 1000 km store) er almindelige ved kontinentrande, og omlejringen af disse sedimenter sker bl.a. ved turbiditstrømme.

Zumaya lokaliteten er nok en af de bedst undersøgte af sin art, hvilket der, som det ses af billederne, kan være mange grunde til, ud over det overrumplende tidevand ! Den gode blotningsgrad og tilgængelighed gør også stedet velegnet som ekskursionsformål, og baggrunden for denne artikel var netop en ekskursion med Geologisk Institut ved Århus Universitet.

LÆSERSERVICE

Geologen Ove Falkesgaard har købt et mini-landsted på Fyn. Han er begyndt at indrette et stensliberværksted med diamantsav, slibe- og polermaskine. Efter 1. juni kan man booke sig ind for at give en hånd med ved indretningen og dyrke stensliberhobbyen. Indtil videre er forholdene primitive, så telt eller campingvogn vil være en fordel. Falkesgaard har oplyst, at deltagerantallet løbende må begrænses til 6 personer. Er du interesseret kan du få yderligere oplysninger hos: Ove Falkesgaard, Skovhaverne 49, 5683 Hårby, Fyn.

Fra Århus Amtskommune har redaktionen modtaget et eksemplar af 'Naturhistoriske Forhold' (104 sider, A4-format). Rapporten indeholder lovgrundlaget for fredningsplanlægningen, en gennemgang af landskabets dannelse (side 8-13), en beskrivelse af de geologiske interesseområder (14-21) og de biologiske interesseområder (22-104). Rapporten indeholder 14 helsides kort samt en lang række smukke stregtegninger af dyr og planter.

I et let tilgængeligt sprog fortælles om naturværdierne og problemerne med at bevare truede landskaber, planter og dyr. Interesserede kan bestille et eksemplar af rapporten hos: Amtsfredningskontoret, Søndergade 74, 3., 8000 Århus C. Prisen er 20 kr.

Västerås Amatörgeologiska Sällskap inbyder alle geologiinteresserede til Mineral- og Stenmässa i S:t Ilians skole i Västerås den 25 - 26 august 1984. Ved messen forhandles og byttes mineraler og bjergarter, smykkesten og geologisk litteratur. Nærmere oplysninger og tilmelding sker ved henvendelse til Västerås Amatörgeologiska Sällskap, c/o Lennart Öhman, Högviltsvägen 3, S - 722 42 Västerås.



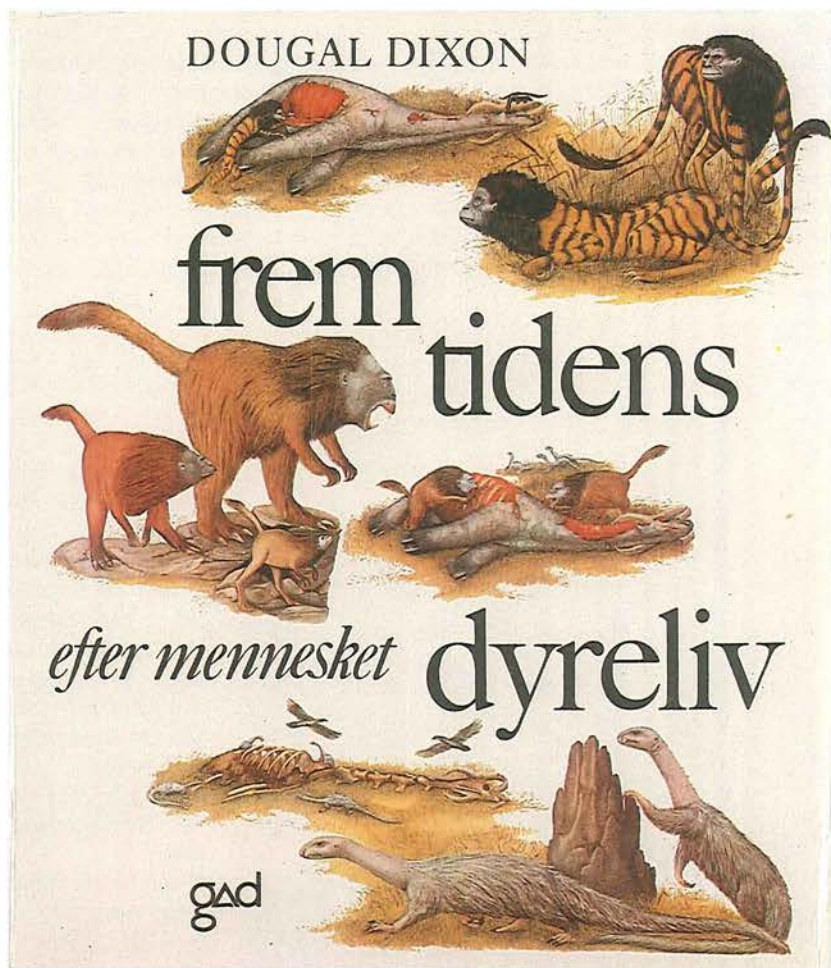
Halden Geologiforening har udsendt første nummer af medlemsbladet 'Monolitten' (16 sider, sort/hvidt tryk og i Varv-format). Bladet indeholder faglige artikler samt oplysninger om geologiske arrangementer. Abonnementsprisen er 20 NKr (SKr 20.- og DKr 25.-) for 4 numre om året. Interesserede kan henvende sig til: 'Monolitten', Halden Geologiforening, Postboks 232, N - 1751 Halden.

VARV ønsker MONOLITTEN meget velkommen !

BOGANMELDELSE

af Niels Bonde

Scenen er de tropiske græssletter i Afrika med mange små, store og kæmpestore planteædere, som efterstræbes af små til ret store jagende kødædere og ådselsædere, den velkendte fødekæde: En stor gigantilope er faldet i de lurende



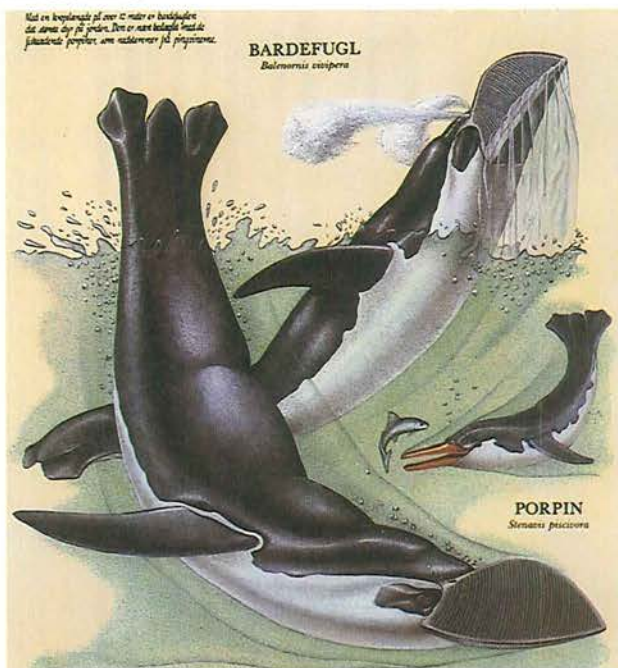
Figur 1. Scenerier fra Afrikas savanneområder (bogens forside).

horransers baghold, er blevet dødeligt såret af de frygtelige kløer og er faldet om, så de sribede horraner og "øjædende" fugle kan gå i gang med måltidet. Andre jægere, som mindre "to-benede" ravianer, kan støde til for at få del i kødet, og også kæmperavianen, som er ret langsom, og derfor udelukkende æder ådsler. Når de er færdige kvases skelettet af de slanke grå gribbehalse, som især æder marv, så der bliver ikke meget tilbage at fossilisere af det lig.

Genkendte De dyrene ? - Nå, ikke! - Så er det nok fordi scenen udspiller sig 50 millioner år efter menneskets uddøen.

Fremtidsdyrene

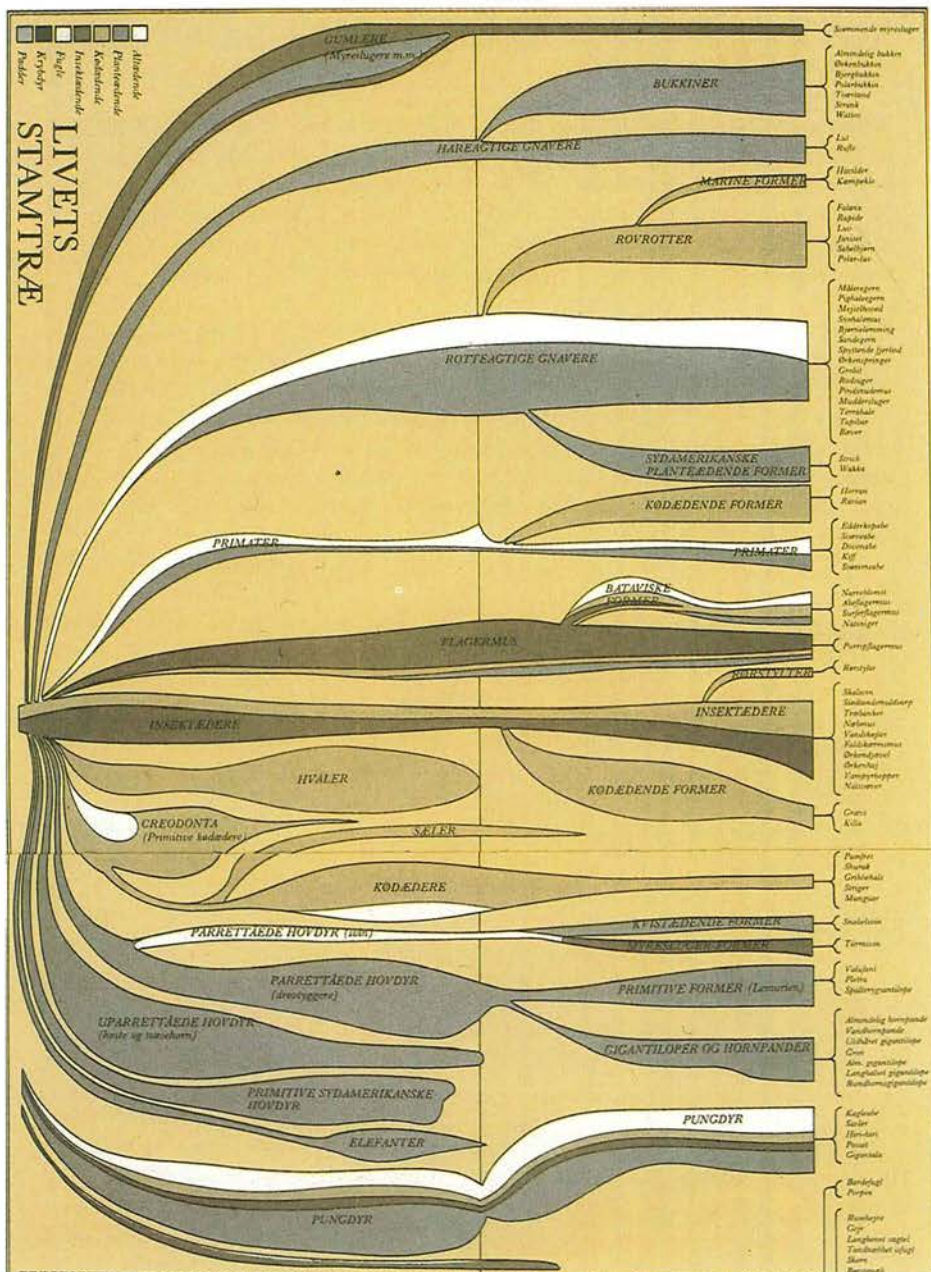
Vi er i Dixons malende fremtidsversion, uspoleret og uhæmmet af mennesker gik evolutionen sin naturlige gang, og de eneste efterkommere af "rigtige" rovdyr i ovenstående drama er gribbehalse, som er desmerdyrslægtninge. De har overtaget hyæners rolle, for disse er for længst uddøde ligesom de store velkendte katte, løver og leoparder. Deres rolle er overtaget af rov-aber. Horraners oprindelse er klatrende marekatte, men nu er den jordlevende med store kløer. Vor tids jordlevende bavianer er stamformer for flere større ravianer, den største næsten 2.5 meter høj over bagpartiet og spærende rundt som fortidens *Tyrannosaurus*.



Figur 2. Kæmpepingviner erstatter hvalerne.

Alt i alt ligner dog meget nutiden indbefattet savannens termitboer, mens de uddøde zebraers næsehorns og elefanter rolle er overtaget af endnu større, 10 ton store gigantiloper, som er efterkommere af antiloper. Men andre steder i Dixons pragtfulde fantasiverden ser naturen meget mere fremmedartet ud.

Hvalerne er selvfølgelig også uddøde og i de sydlige oceaner er blåhvaler og lignende ble-

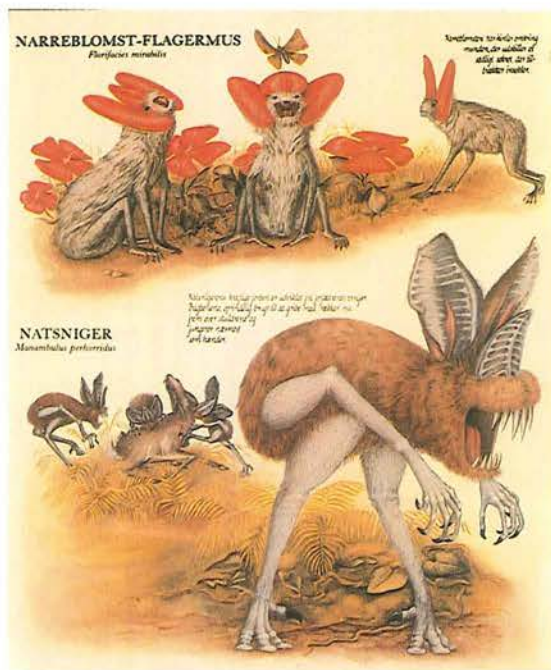


Figur 3. Livets stamtræ for pattedyr mellem $\div 65$ og $+50$ millioner år.

vet erstattet af kæmpemæssige pingviner med barder i næbbet - nu jordens største dyr på 12 meters længde.

Andre dyregrupper med succes er i særdeleshed efterkommere af rotter, som har overtaget de større rovdyrs rolle, mens kun få af disse har overlevet på ret isolerede steder i bjergene og i tætte skove. Der er mængder af gnaveve, - stor fremgang for kaningruppen, som udvikler antilopelignende bukkiner, og for insektædere, som efter menneskets forsvinden har bredt sig til et utal af nicher, som gravere, svømmere, rovdyr og endog fiskere på hejremaner.

Primaterne klarer sig flot især med udvikling af rovformer, og flagermusene har succes ligesom i dag. Særligt på de nyligt opståede Batavia øer, dannet over en "hot-spot" nær ækvator i Stillehavet (ligesom Hawaii, der nu er forsvundet). Flagermus var de første hvirveldyr, der nåede vulkanøerne, og fri for konkurrence udviklede de mange flugtløse former. Nogle blev "pingvin-lignende" dykkere, andre lurende rovdyr hængende i bagfødderne og med gribehænder, og med store røde øren og snudevedhæng lokker narreblomsten (*Florifacies mirabilis*) insekter til gabet.



Figur 4. Bataviske jordlevende flagermus.

Natsnigeren, et frygteligt rovdyr, 1,5 meter højt går på de kraftige forlemmer og griber med baglemmerne, som ligger frem over skuldrene, - og der er mange flere sandsynlige og umulige og sprudlende påfund i Dixons bog, som beskriver pattedyr og fugle fra hele verden - om 50 millioner år.

Geologien
Pungdyr klarede sig uventet godt, selv i konkurrence med placentaler (pattedyr med moderkage - som f.eks. os), da Australien på sin vej nordover brasede ind i SØ-Asien med kolossale bjergdannelser til følge i

dette hjørne af det store sammenhængende kontinent af Afrika, Asien og Nordamerika (middelhavet og Beringsstrædet er væk og erstattet af bjergkæder). For selvfølgelig har Dixon også fremskrevet kontinentaldriften 50 millioner år. Isoletet er kun Sydamerika (efter 25 - 30 millioner år i forbindelse med Nordamerika), et samlet New Zealand, Madagascar og diverse småøer. Desuden har to kontinentstumper revet sig løs: Vestcalifornien langs St. Andreas forkastningen og vigtigere "Lemurien", den del af Østafrika, som ligger øst for Rift Valley, som vi i dag mener udgør en slags tektonisk spredningszone på land,

Lemurien huser efter 20 millioner års isolation en fauna med "primitive" overlevende former fra nutidens Ø-Afrikanske savanner. Kontinenterne er rykket noget nordpå i forhold til ækvator, så der er ikke meget beboeligt land på den sydlige halvkugle.

Det er en dristig, men meget plausibel fremskrivning af udviklingstendenser, som vi har kunnet følge gennem Tertiær-tiden og endda helt fra opsplitningen af "Pangaea", det samlede kontinent i Trias for omkring 200 millioner år siden.

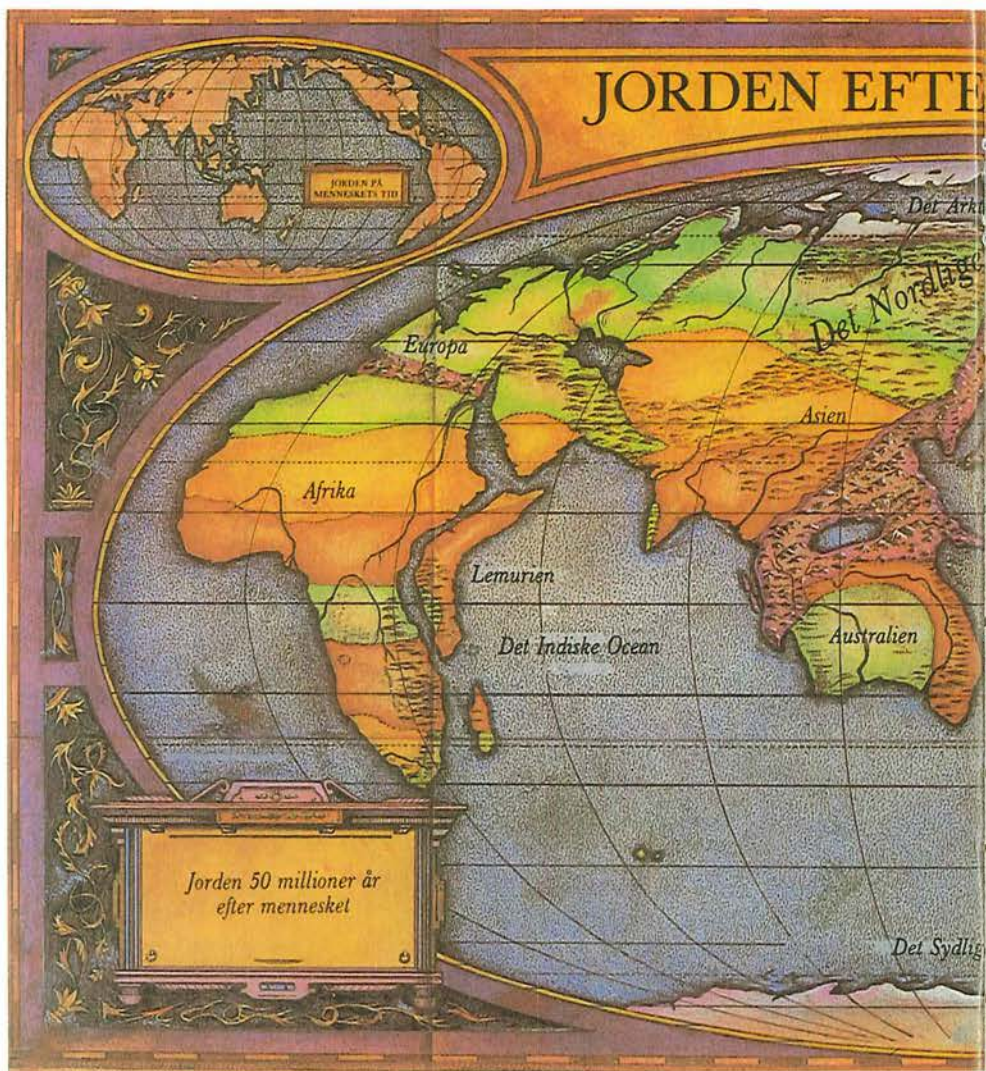
Menneskets skæbne

Hvorfor er, efter Dixons mening, mennesket forsvundet? På grund af lægevidenskaben og dermed ophobning af genetiske defekter, som ellers ville være udryddet ved naturlig selektion, det vil sige fravalg. Denne standsede evolution resulterede i generelt dårlig tilpasning i en affaldsforgiftet verden med mangel på råstoffer til menneskets underhold, derfor kollaps af de sociale strukturer og uddøen. Selvfølgelig er Dixon blevet angrebet for sin "arts-hygieniske" pessimisme. Det kan meget vel være, siger nogle forskere, at genetisk manipulation vil kunne klare defekterne (møget og råstofferne bliver nok værre problemer, selv for optimister).

Kritik og ros

Ideerne om mennesket danner afslutning på indledningsafsnittet på godt 10 sider om livets historie til i dag. Denne del er meget traditionel og indeholder nogle fejl, bl.a. i tidsskemaet, og nogle ikke alt for gode sort/hvide tegninger af visse dyr, især fisk. Der er fejl i figurtekster til "tidlige organismer", et svagt afsnit om krybdyrene med forkerte eller misvisende tidsangivelser, og afsnittet er i modsætning til bogens hovedafsnit heller ikke alt for heldigt oversat. Hvem har hørt om "fiskefældetænder" og "fangsttænder" (= ? fangs) ? - eller om "skeletbuer" for lemmebælter - og hvorfor ikke kalde *Archaeopteryx* for øglefugl i stedet for blot "primitiv" ? - og jeg har ikke fået checket, hvilken pigfinnet fisk i halvdårlig tegning, der to steder fejlagtigt er kaldt "laks".

Også de 10 første sider om evolution er meget traditionelle med mærkværdigheder i forklaringen af artsdannelse ved marginale populationers isolation og meget tvivlsomme tydinge, som at forskellige strudsefugle uafhængigt af hinanden skulle have mistet flyveevnen. Men indledningens svagheder kan ikke fordunkle, at det er en velgennemtænkt og meget fornøjelig "røverhistorie" om



Figur 5. Verdenskortet om 50 millioner år. Indsat som små kort dels nutidens geografi og dels et mellemliggende stadium.

fremtidens dyr, vi bliver præsenteret for - og tilmed i pragtfulde farver på meget præcise tegninger af de fantasifulde dyr.

R MENNESKET



Jeg forstår godt, at Desmond Morris i introduktionen ønsker, at han selv havde fundet på det. Dixon, der er geolog og palæontolog har skrevet et yderst læseværdigt eventyr - det kan anbefales til alle - fra store børn til oldinge.

(Bogen er på 124 sider og er gennemillustreret. Indbundet er prisen 188 kr, i bogklubudgave koster den 98 kr).

VARV bringer i dette nummer NYT OM SALT både fra Vesttyskland og Danmark. Fra Vesttyskland fortæller professor Klaus Duphorn (Universität Kiel) om undersøgelserne ved Gorleben og de overraskende resultater: Gorleben saltstrukturen har vist sig at være mere 'nulevende' end forventet !

Vesttyskland har for længst indført kernekraft, har for længst produceret radioaktivt affald, og har nu et konkret behov for at kunne deponere det. De samlede undersøgelser ved Gorleben har indtil nu kostet omkring 8-9 milliarder DM, og teknikere og geovidenskabsmænd har endnu ikke sagt OK til affaldsdeponeringen. De skal først ned i saltbjerget med undersøgelsesskakt og minegange, hvorfra der kan bores ud i saltet - et projekt til 1.2 milliarder DM !

I Danmark har ELSAM og ELKRAFT brugt knapt 100 millioner danske kroner på salthorstundersøgelser, hvoraf langt det meste er anvendt på Mors saltstrukturen. Pengene rakte dog ikke til en kvartærgeologisk undersøgelse af lagene over horsten. Resultaterne af de to dybe saltboringer (Erslev 1 og Erslev 2) viste imidlertid, at Mors saltstrukturen, hvor den er gennemboret, præges af yderst komplicerede indre strukturer. Sammenlignet med Mors strukturen er saltstrukturen ved Gorleben meget mere enkelt opbygget. I Gorleben er det nogenlunde muligt at forudsige, hvordan de gennemborede strukturer fortsætter i saltbjergets længdeudstrækning, men de tyske saltgeologer bryder sig ikke om at tegne forbindelserne mellem de to boringer, som med 450 meters indbyrdes afstand er udført, for at undersøge mulighederne for placering af en undersøgelsesskakt.

Derfor var det ikke nogen overraskelse for de fleste danske geologer, at Miljøstyrelsen i sin rapport: "Vurdering af elværkernes salthorstundersøgelser" (offentliggjort 15. marts 1984) konstaterede, at det ikke kan anses for dokumenteret, at højaktivt affald på betryggende måde kan deponeres i en dansk saltthorst. Ganske vist var denne konklusion pakket lidt ind i diplomatiske vendinger, men det ændrer den ikke, blot man læser rapporten omhyggeligt.

Efter aftale mellem Handelsministeriet og elværkerne er de danske salthorstundersøgelser delt op i 3 faser. Fase 1 (1977-78) omfattede en 'skrivebordsundersøgelse' og fase 2 (1978 -) skulle gennem feltundersøgelser m.v. fremskaffe dokumentation for, at højaktivt affald på forsvarlig måde kan deponeres i mindst 2 (senere kun een) dansk saltthorst. Fremskaffelsen af en sådan dokumentation var efter en Folketingsbeslutning i 1976 gjort til en forudsætning for, at Regering og Folketing kunne lægge spørgsmålet om indførelsen af kernekraft i Danmark ud til en folkeafstemning.

Nu, da det er fastslået, at dokumentationen ikke er fremlagt, bliver det op til politikerne at afgøre, om fase 2-undersøgelserne skal fortsættes (uanset om det koster en halv Storebæltsbro), eller om 'sagen' skal henlægges.

NYT OM SALT : GORLEBEN



af Klaus Duphorn

Figur 1. Skitsekort visende Gorlebens beliggenhed.

I Vesttyskland, som for længst har indført kernekraft, har myndighederne besluttet, at det højradoaktive reaktoraffald skal deponeres i en af de mange saltstrukturer i den nordtyske undergrund. Et stort og langstrakt skakt-mineanlæg i 800 meters dybde påregnes opført i "Salzstock Gorleben" omkring 130 km sydøst for Hamburg.

Gorleben strukturen fortsætter ind under Elben og dermed zonegrænsen ind i DDR, hvor strukturen har navnet: "Salzstock Rambow". Uanset på hvilken side af zonegrænsen man befinder sig, består strukturen af oppressede saltlag, der har Øvre Perm alder, såkaldt Zechstein-salt. Som vanligt er der en gipshat på toppen af saltstrukturen (gipshat = 'cap-rock'), og gipshatten ligger i Gorleben-Rambow-strukturen mellem 150 og 400 meter under overfladen af den gamle israndparallelle smeltevandsdal ("Urstromtal"), som i dag er den dal, hvori Elben løber.

De kvartære lag (fra istider og mellemistider) over Gorleben strukturen samt saltstrukturens udviklingshistorie er fra 1979 til 1982 blevet undersøgt af denne artikels forfatter, der er professor ved Universitetet i Kiel.

Undersøgelsen, som er bestilt af Forbundsregeringen gennem 'Physikalisch-Technische Bundesanstalt Braunschweig' (PTB) omfattede først og fremmest bearbejdelsen af materialet fra 150 borer til en dybde på mellem 200 og 400 meter. Desuden blev et ca. 300 km² stort område over og omkring saltstrukturen geologisk kortlagt.

Hvad vidste man før undersøgelsen ?

Før borearbejdet påbegyndtes, blev der ved den indledende planlægning af de geovidenskabelige deponeringsundersøgelser gjort følgende antagelser:

1) Det forventedes, at der fandtes en bred og langstrakt kerne af ældre Zechstein stensalt (Na2) i midten af strukturen, og at denne stensalt kunne tjene som lagerplads for deponeringsaffaldet.

2) Man antog, at Gorleben-Ramdow-saltstrukturens opstigning i alt væsentlig var afsluttet allerede før begyndelsen af Tertiær, det vil sige, for mere end 65 millioner år siden. Til denne opfattelse af stabilitet gennem år-millioner knyttede sig forventningerne om, at tykke tertiære lerlag ville afskærme saltbjergene og gipshatten fra ovenliggende grundvandsførende kvartære aflejringer, dannet i løbet af de sidste ca. 2 millioner år. Der skulle derfor ikke være sket saltopløsning i toppen af strukturen under Tertiær og Kvartær.

Men ingen af disse forventninger, som myndighederne byggede deres sikkerhedsargumenter på, blev opfyldt af resultaterne fra borerne !

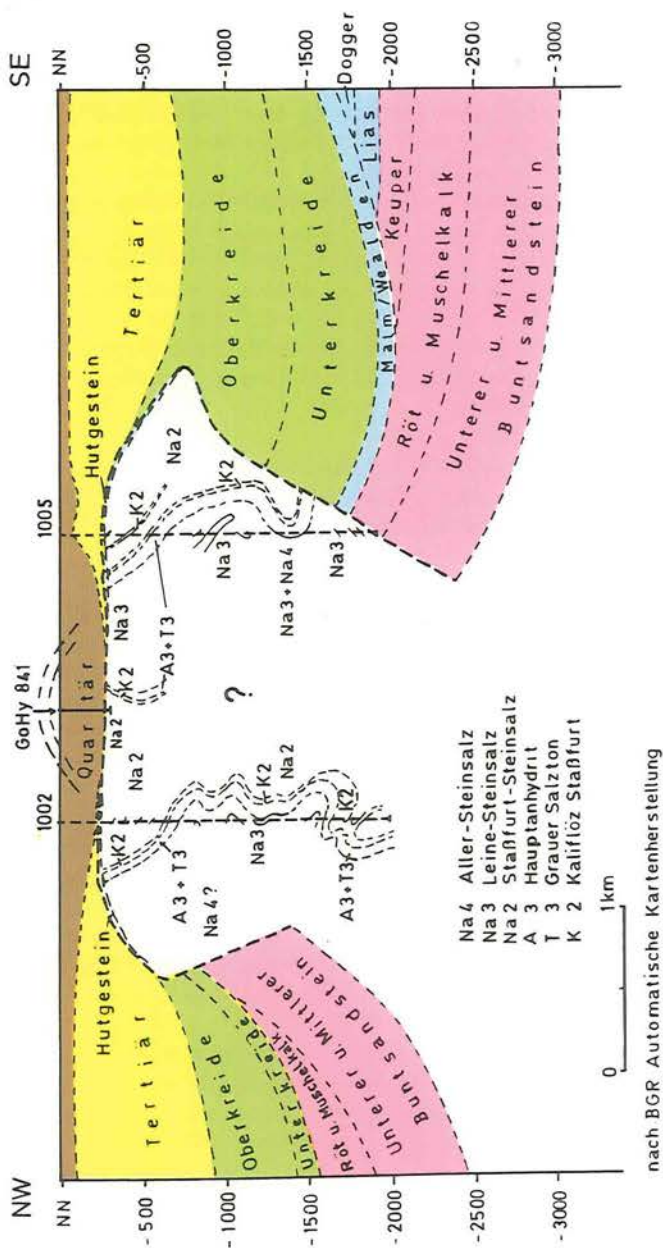
Hvad ved vi da nu ?

Et geologisk tværprofil gennem Gorleben strukturen ses i fig. 2. Profilet er tegnet af saltgeologerne ved Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe i Hannover (BGR), som har stået for det dybere bore- og udforskningsprogram. Den gammel-kvartære gipshatoverflade er dog tilføjet af forfatteren ved indtegning af resultater fra et parallelprofil, og det samme gælder for spørgsmålstegnet i det forventede deponeringsområde, det er også indtegnet af forfatteren. Spørgsmålstegnet antyder den tvivl, der er om bredden af det ældre stensalt (Na2), hvori mineanlægget tænkes anlagt. De fire dybdeboringer har nemlig vist, at det ældre stensalt må have været væsentlig mere letflydende og er steget hurtigere op end det yngre stensalt (Na3 og Na4). Som følge heraf blev en stor del af det ældre stensalt presset ovenud, hvor det dels har lagt sig ind over det yngre stensalt (mod SØ), og dels er blevet opløst ved saltopstigning i stor skala i toppen af strukturen i løbet af Tertiær- og Kvartærtid. Derfor er deponeringsområdet mindre end forventet og er skævt placeret.

På grund af den fundne mindre bredde af det ældre stensalt (Na2) i det planlagte deponeringsniveau, der højst når ned til 1000 meters dybde, har konstruktionen af deponeringsanlægget måttet ændres. Det nye koncept inddrager nu også Na3-stensaltet, som oprindeligt skulle undgås, da det er mindre ensartet end Na2-saltet. Dette betyder, at ekstra sikkerhedsrisiko må tages med i købet!

Saltopstigning og saltopløsning

Når saltet i toppen af en opstigende saltstruktur kommer i kontakt med strømme grundvand, bliver stensalt og kalisalt opløst - som kogsalt, der drysses i suppen. Denne opløsningsproces kaldes subrosion. Den efterlader ved saltstrukturer en rest: gipshatten (=cap rock), der består af tungt opløselige eller uoplø-



Figur 2. Tværprofil af Gorleben saltstrukturen mellem dybdeboringerne Go 1002 og Go 1005 samt saltspejlsboringen GoHy 841 (efter BGRs automatiske kortfremsstilling). Rød farve viser lag fra Trias (Buntsandstein, Muschelkalk og Keuper). Blå farve viser lag fra Jura (Lias, Dogger og Malm). Sidstnævnte går jævnt over i ældste Kridt (Wealden). Grøn farve viser lag fra Kridt (her kun delt i Nedre og Øvre Kridt). Gul farve viser lag fra Tertiær og brun farve lag fra Kvartær.

selige mineraler, og i tilfældet Gorleben ikke mindst gips. På længere sigt bestemmes saltopløsningens (subrosionens) intensitet af saltstrukturens opadgående bevægelse.

Gorleben strukturens opstigning, som begyndte for mere end 100 millioner år siden, fortsatte i løbet af Tertiær og Kvartær. I forhold til de omgivende og overliggende sedimenter viser de strukturelle forhold klart, at Gorleben strukturen først har opnået sin nuværende form og indre strukturer i Tertiær og Kvartær. Som følge af denne 'unge' saltopstigning og samtidige sætninger i de flankerende sedimenter, er de tertiære lag nu kippet op til 45 langs saltstrukturens flanker, og er blevet hævet op til kun 30 meter under jordoverfladen. I en af boringerne er der fundet flod- og søaflejringer, der er pollendateret til den gamle Bavel varmetid (fig. 2), og disse aflejringer hviler direkte på gipshatten. Det er dermed bevist, at saltstrukturens gipshat nåede helt op til jordoverfladen for omkring 900.000 til 1 million år siden.

Endnu et bevis leveres af den pollenanalyse, som Dr. H. Müller (BRG, Hannover) har foretaget af Bavel varmetidens flod- og søaflejringer (fig. 4). Det har vist sig, at aflejringerne indeholder omlejrede sporomorfer fra Zechstein saltet fra saltstrukturen !

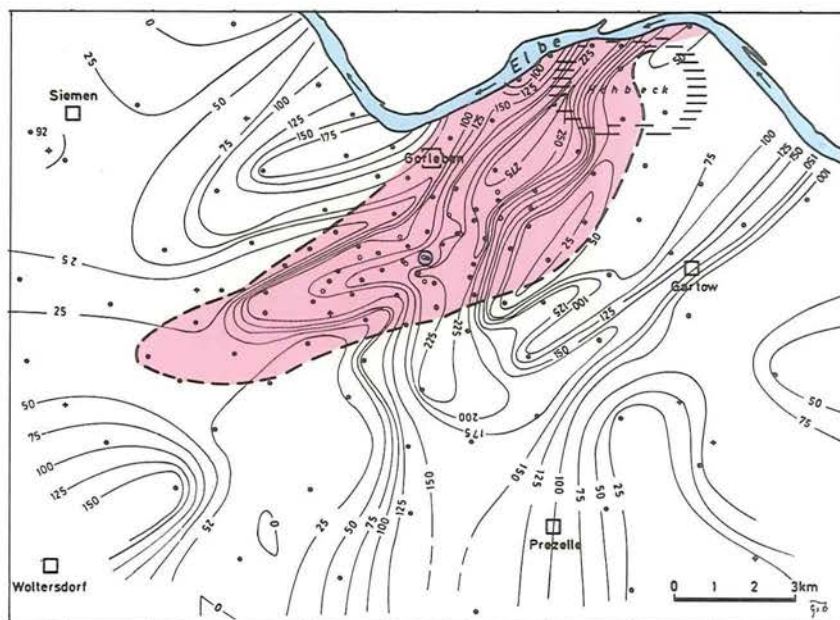
Når saltstrukturen kunne trænge frem til overfladen i Bavel varmetiden, skyldtes det, at der forud for varmetiden, nemlig i Menap kuldetiden, herskede et tundraklima med udbredt permafrost, der forhindrede grundvandet i at opløse saltet. De gammel-kvartære flod- og søaflejringer over Gorleben strukturen afsattes i tilknytning til et Baltisk flodsystem, som indtil begyndelsen af Elster istiden afvandede størstedelen af Nordtyskland og det sydlige Østersøområde, der dengang endnu var land. Det Baltiske flodsystem udmundede i Nordsøen.

De gammel-kvartære aflejringer fra dette flodsystem ligger nu, hvor de er uforstyrrede, mindst i 40 meters højde i forhold til nuværende havniveau. Men over selve strukturen er de sunket helt ned til kote - 237 meter på grund af en kraftig saltopløsning i tidsrummet efter Bavel varmetiden, hvor saltstrukturen, som omtalt brød frem til overfladen. Indsynkningen forårsaget af saltopløsningen beløber sig således til mindst 280 meter, og rumfanget af det opløste salt må have udgjort mindst 3 kubikkilometer !

Saltopstigningen og saltopløsningen fortsatte i den efterfølgende Saale istid, og det medførte, at gipshat-overfladen sænkedes yderligere 100 meter i den centrale del af Gorleben strukturen. Som ledehorisont til beregning af indsynkning tjener marine lerlag fra Holstein-havet, der eksisterede i mellemistiden mellem Elster og Saale istiderne, se fig. 4.

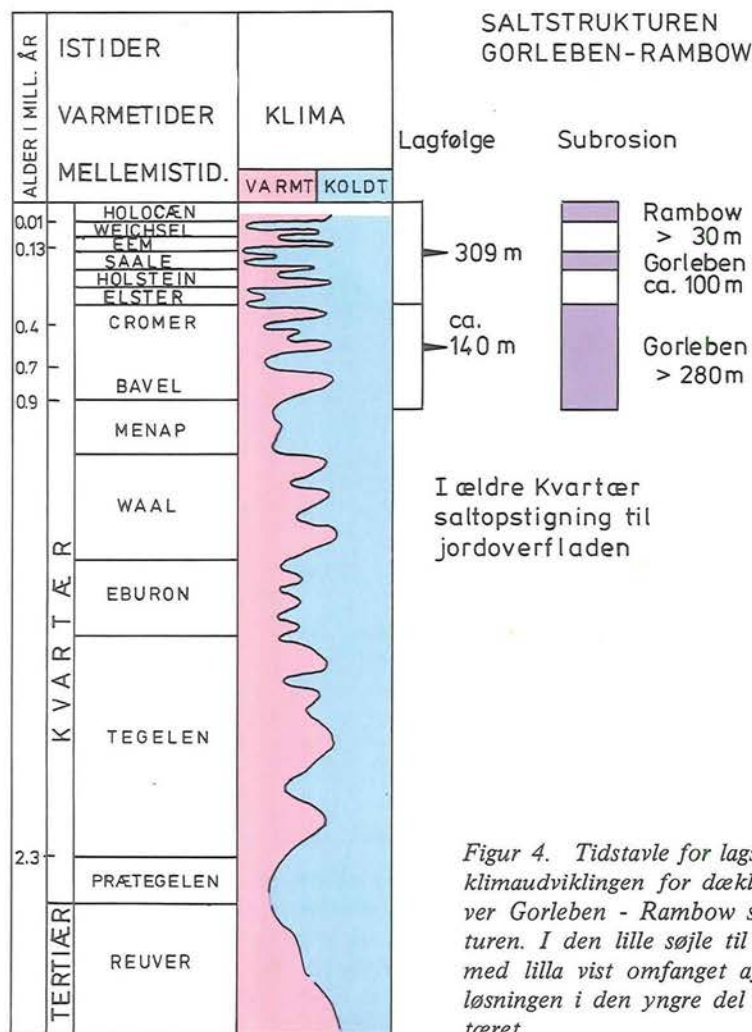
Den Skandinaviske Indlandsis nåede første gang frem til Nordtyskland i Elster istiden. Her udformede isen og smeltevandet en dyb rende eller dal i de gam-

mel-kvartære aflejringer over saltstrukturen og de tilgrænsende randsænker. Boreresultaterne viser, at denne erosion var særlig kraftig i den foruddannede centrale opløsnings-sænke og i den mobiliserede randsænke. Dette sammenspil og modspil af processer (saltgennembrud, opløsning, gletschererosion og sedimentation) resulterede i at tykke grundvandsførende sand- og grusaflejringer nu optræder direkte oven på gipshatten inden for et 7.5 kvadratkilometer stort område i Gorleben-renden, der har bunden placeret i kote - 292 meter. De grundvandsførende sand- og gruslag hviler tilmed i 3 af borerne ikke på en gipshat, men direkte på selve Zechsteinsaltet. Lagforstyrrelser i dæklagene medfører, at vandet over saltet i den dybe Gorleben-rende står i forbindelse med grundvandsstrømmene i de tertiære og kvartære lag. På Gorleben-rendens nordvestlige skrænt stiger saltholdigt vand fra saltspejlet op til kun 70 meter under overfladen.



Figur 3. Kurvekort der viser højden af Kvartærlagens undergrænse i Gorlebenområdet. Højderne er angivet i forhold til nuværende havniveau. Punkter og kryds angiver borer. Den stiplede linie viser grænsen for saltstrukturen, som her er farvet rød. Cirklen syd for Gorleben angiver "den stejle tand", hvor saltet lokalt rager højt op. Zonegrænsen mellem Vest- og Østtyskland løber langs Elben, hvor denne flod skærer hen over saltstrukturen.

BGR's måleresultater og modelberegninger for grundvandsstrømninger viser, at grundvandet i det let-gennemstrømmelige sand og grus i Gorleben-renden strømmer forholdsvis hurtigt og uhindret helt ned til og i gipshatten. Den nuværende saltopløsning, som er beregnet ud fra disse strømninger, svarer til en opløsning i saltspejlet på 1 mm om året, og rumfanget af det opløste salt beløber sig til ca. 10.000 kubikmeter per år, og det skulle vare mellem 600 år og 3700 år, før grundvandet strømmer fra bunden af renden frem til overfladen.



Det er svært at påvise og bestemme størrelsen af den nuværende saltopløsning med andre metoder, bl.a. fordi opløsning og indsynkning sandsynligvis kompenseres af saltopstigning, så saltspejlet holder sig i et konstant niveau. Nabostrukturen Rambow, som under Elben er direkte forbundet med Gorleben strukturen, karakteriseres af DDR-geologer som et 'særligt godt eksempel' på nutidig saltopløsning, og her afspejler unge og aktive saltopløsninger sig også i tilstedeværelsen af en sænke med moseområder og 2 søer.

De kvartærgeologiske og hydrogeologiske undersøgelsesresultater sætter derfor spørgsmålstegn ved dæklagenes såkaldte barrierevirkning, det vil sige evne til at beskytte mod spredning af radioaktivt 'udslip' fra et depot i saltstrukturen. En hypotetisk beregning af den fremtidige opløsning anslår, at den planlagte 400-500 meter tykke saltbarriere oven over depotanlægget, vil kunne være opløst i løbet af 400.000 - 500.000 år.

Ved uens saltopløsning i saltspejlet, og som følge af spændinger i saltbjerget, fremkaldt af et deponeringsanlægs varmeafgivelse, vil mulighederne for stoftransport fra depotet til grundvandsførende dæklag imidlertid kunne øges og opstå i løbet af kortere tidsrum. 'Den stejle Tand' i saltspejlet (se fig. 3) viser, at selektiv saltopløsning forekommer.

Konklusion

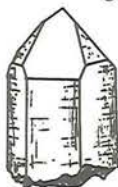
Den 13. juli 1983 besluttede Forbundsregeringen, at underjordiske bjergværksmæssige forundersøgelser, som vil koste mindst 1.2 milliarder DM (mere end 4 milliarder kroner) skal igangsættes i Gorleben, og samtidig besluttedes det at give afkald på alternative undersøgelser af andre saltstrukturer.

Gorleben saltstrukturen og dæklagene over den har - efter denne artikels forfatters opfattelse - imidlertid ikke indfriet de nærede forventninger om geologiske sikkerhedsbarrierer. Derfor kan han kun anbefale, at den tyske forskning om affaldsdeponering styrkes og at andre saltstrukturer også undersøges. Først når et forbedret geovidenskabeligt grundlag er opnået, bør man skride til at udvælge en bestemt saltstruktur til dyre underjordiske undersøgelser. En sådan udvalgt saltstruktur må ikke have haft nogen (eller kun en minimal Kvartær) saltopstigning, og må ikke, som Gorleben, have udstrakt grundvandskontakt mellem saltstrukturens top og det overfladenære grundvand.

Efterskrift

På foranledning af PTB Braunschweig betones det, at flere af de ovenfor givne tolkninger af undersøgelsesresultaterne står for forfatterens personlige og faglige ansvar. De stemmer ikke på alle punkter overens med PTB's og BGR's anskuelser og forpligtiger ikke på nogen måde PTB og BGR.

Kvartskrystallens hemmelighed



af Johannes Fabricius

For 225 millioner år siden i Zechstein (Øvre Perm) blev der i dén danske sænke, der strakte sig fra Skagerrak og i sydøstlig retning ned over Nordjylland, fra havvandet udfældet 3 evaporitserier, som er vist i nedenstående skema. (Se også VARV 1966/1 og 1970/1).

Cyklus	Symbol	Tykkelse, m	Lithologi
Z3	Na3	100-200	STENSALT, røde og brunlige farver
	T3	60	'SALTFLER', røde og grønne farver og farvet salt
Z2	Na2r	15	'DÆKSTENSALT', gul rød til orange rød
	K2	10	'HÅRDSALT', røde farver. (Veggerby kalizone)
	Na2(K)	20	STENSALT, rødlig til brunlig rød
	Na2	500	STENSALT, grå eller farveløs, grovkrystallin med små anhydritkrystaller
	Ca2	9	'ANHYDRIT-DOLOMIT-ZONEN', alternerende lag af anhydrit, kalksten og dolomit, mellemgrå
Z1	A1	1	ANHYDRIT, brunlig, kompakt
	Na1	500	STENSALT, grå eller farveløs, grovkrystallin med små anhydritkrystaller

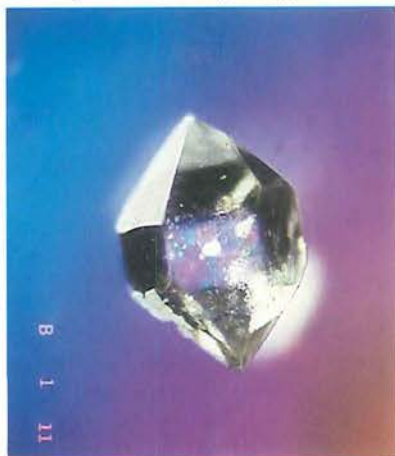
De anførte mægtigheder er omtrentlige, fordi de er målt i boreriger der er udført i stærkt deformerede sekvenser i saltdomer.

Det 10 meter tykke overgangslag A1-Ca2 mellem cyklus Z1 og cyklus Z2 er en meget vigtig ledehorisont i de boreriger, hvor laget er til stede. Da laget er kompetent - stift og skørt - i forhold til stensaltet, er det brudt op i store flager under diapirismen, det vil sige under saltets opskydning. Flagerne "svømmer" i saltet, hvilket bevirker, at man let kan bore ned mellem to flager, hvor overgangslagene mangler, uden at bemærke overgangen fra Na1 til Na2 eller omvendt.

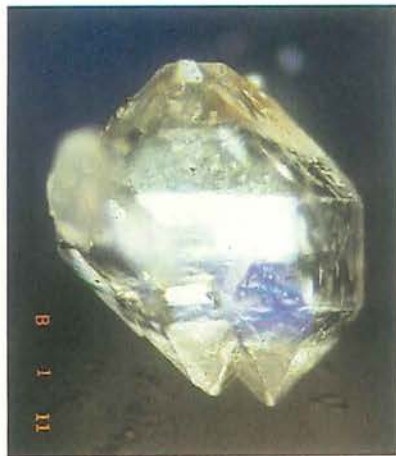
Saltefterforskningsprojektet EFP 81 ved Danmarks Geologiske Undersøgelse har undersøgt kærnemateriale fra Tostrup, Batum og Mors saltdomerne, blandt andet for at finde en metode til at adskille det "grå salt" Na1 fra Na2. I Nordvesttyskland har kvartskrystaller fra saltaflejringerne med held været anvendt som stratigrafisk værktøj. Det var derfor nærliggende også at undersøge kvartskrystallerne i saltet fra de nævnte domer. Boring 1A i Batum domeren er særligt egnet til en sådan undersøgelse, fordi der i 1951 blev foretaget en sammenhængende udtagning af boreprøver over ca. 500 meter Na1 og Na2 "grå salt" adskilt af overgangslaget A1-Ca2.

Kvartskrystallerne, der er i saltet, blev udtaget fra 500 gram saltkærne for omtrent hver meter boret kærne. Kvartskrystallerne er dannet ud fra kiseluremættet, stærkt koncentreret havvand i væskefyldte hulrum i saltet. Det må antages, at krystallisationen er sket i forbindelse med bevægelser i saltet, hvorved saltopløsningerne er presset ud af saltet, og stedvis genfanget i lommer. Disse lommer møder man af og til under borearbejdet. De er som regel små, men kan også indeholde mange tusinde liter saltopløsning.

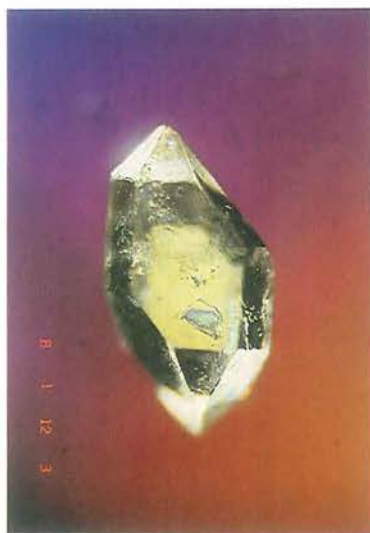
Antallet af krystaller per 500 gram kærnemateriale veksler mellem ca. 25 og nogle få hundrede. Krystallerne er ganske små, de største bliver op til 1.5 - 1.6 mm lange. Krystallerne er farveløse med meget få undtagelser, hvor de er røde eller gulligt røde. De fleste krystaller består af et seksidet prisme, der i begge ender afsluttes med en pyramide bestående af et positivt og et negativt rhomboeder. Der forekommer også "hexagonale bipyramider", hvor de positive rhomboederflader altid er større end de negative, hvilket viser, at der er tale om lavtemperatur kvarts, se fig. 1-3.



Figur 1. Krystal nr. 11.6. Størrelse: 750 x 515 μm .



Figur 2. Krystal nr. 11.4. Tvilling, der har størrelsen 1000 x 840 μm .



Figur 3. Krystal nr. 12.3. Størrelse: $1080 \times 540 \mu\text{m}$.

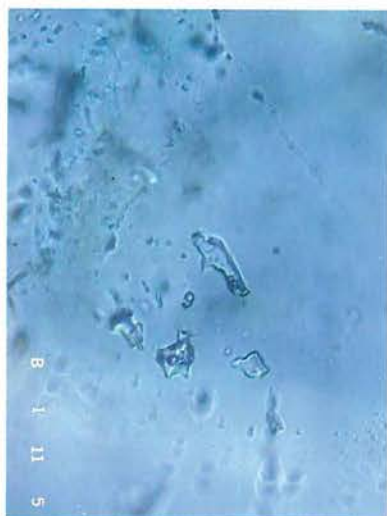


Figur 4. Krystal nr. 15.7. Størrelse: $660 \times 370 \mu\text{m}$.

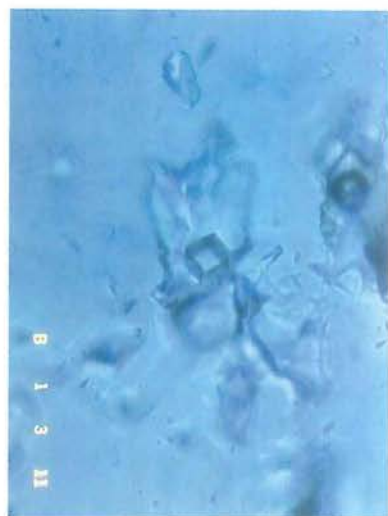
Undersøgelserne har vist, at der ikke er nogen tydelig forskel mellem krystaller fra Na1 og fra Na2 "grå salt", hvilket betyder, at aflejringsforholdene har været meget ensartede.

Når kvarts krystalliserer i den vandige opløsning, indfanges noget af væsken i f.eks. den mosaikstruktur, der ofte dannes på krystalfladerne (fig. 4). De således dannede væskeindeslutninger findes som små ansamlinger på interne krystalflader (fig. 5), hvor de ofte viser form efter mosaikstrukturen. Disse indeslutninger er som regel små, mindre end $10 \mu\text{m}$ ($1 \mu\text{m}$ er 1 milliontedel af en meter) og er meget tynde. I store krystaller kan man af og til finde 30 - 50 μm store isolerede væskeindeslutninger, se figur 7.

Kvartskrystallerne og dermed også væskeindeslutningerne blev dannet under relativt høje tryk og temperaturer i en saltopløsning, der var mættet med natriumklorid (NaCl). Da krystallen i forbindelse med saltopskydningen blev bragt op til højere niveauer med lavere temperaturer og tryk og senere ind i laboratoriet, har væsken i indeslutningen trukket sig meget mere sammen end den omgivende kvarts, hvilket ses som en boble i indeslutningen. I de store indeslutninger dannes der også ofte en salt-terning (NaCl), fordi kold saltopløsning ikke kan holde så meget NaCl i opløsning som varm. Dannelsen af en boble og en saltterning i laboratoriet kan bruges til at beregne tryk og temperatur på



Figur 5. Mosaikstruktur på en prismeflade. Billedstørrelsen er $130 \times 195 \mu\text{m}$.



Figur 6. Samling af indeslutninger på en intern prismeflade. Billedformat $130 \times 195 \mu\text{m}$.

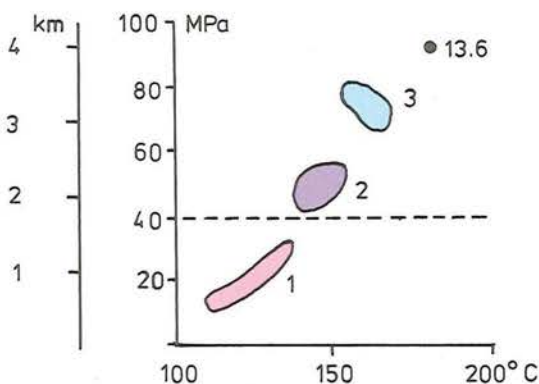
det tidspunkt, da værtskrystallen blev dannet. Man benytter den såkaldte mikrotermometriske teknik, der går ud på at genskabe dannelsesbetingelserne i indeslutningerne i et lille prøvechamber, der kan opvarmes, mens væskeindeslutningen betragtes i mikroskop (se VARV 1975/3).



Figur 7. Indeslutning med boble og halitterning. Billedkanten er $130 \mu\text{m}$ lang.

I prøveammeret kan krystallen nedkøles med flydende kvælstof til is- og/eller hydratdannelse (mikrokryometri), og væskens kemiske sammensætning kan bestemmes ud fra isens og/eller hydraternes smeltepunkter, der kan bruges som indgangsværdier i faseagrammer. De mikrokryometriske målinger viser, at væskeindeslutningerne er komplekse calciumklorid-magnesiumklorid opløsninger med en mindre mængde natriumklorid. Saltholdigheden er målt til mere end 45 % og surhedsgraden svarer til en stærk syre.

På grundlag af de mikrotermometriske målinger blev tryk og temperatur bestemt for kvartskrystallernes dannelse, som det fremgår af diagrammet, fig. 8. Trykket er angivet i megaPascal (MPa). 1 MPa svarer omtrent til 10 kg/cm². Når trykket er kendt kan tykkelsen af den sedimentpakke, der var aflejret over krystallen, bestemmes, og hermed er også tidspunktet for krystalldannelsen fundet. Område 1 i fig. 8 svarer således til Nedre Trias for omkring 220 millioner år siden. Når trykket overstiger 40 MPa - den stiplede linie på figuren - er betingelserne for vertikale bevægelser i saltet til stede, det vil sige pudedannelse og diapirisme.



Figur 8. Kvartskrystallernes dannelsesbetingelser.

Krystallerne i område 2 blev antagelig dannet i begyndelsen af pudestadiet i Øvre Trias for 200-210 millioner år siden. Krystallerne i område 3 må være dannet efter, at pudestadiet var udviklet og da der over puden var aflejret ca. 3 km sediment - svarende til begyndelsen af Kridt for 120-130 millioner år siden.

Krystal nr. 13.6 (figur 9) påkalder sig særlig opmærksomhed, fordi den er meget større end de øvrige krystaller (2,3 x 1 mm) og på grund af de høje dannelsesbetingelser, trykket 93 MPa og temperaturen 180° C. Krystallen er fundet i 684 meters dybde, 478 meter under caprock. Da krystal 13.6 krystalliserede var saltpudestadiet for længst afsluttet og diapirstadiet var under udvikling.



Figur 9. Kvartskrystal nr. 13.6. Størrelsen er 2.3 x 1.0 mm. Krystallen er hentet fra 684 meters dybde.

Tages der hensyn til mægtigheden af den sedimentpakke, der var aflejret over diapiren, da krystal 13.6 krystalliserede, samt den mængde salt, der siden krystallisationen er opløst og fjernet over krystallen, kan det anslås, at krystallen er hævet omtrent 3000 meter ved diapirismen til findestedet ca. 500 meter under caprock. Gennemsnitshastigheden for denne opskydning er ca. 0.05 mm/år, hvilket er en høj hastighed for den sen-diapiriske fase. Det kan derfor ikke udelukkes, at diapirismen er fortsat ind i Tertiær og at efterdønningerne efter denne diapirisme-fase stadigvæk kan finde sted.

For fuldstændighedens skyld skal det dog bemærkes, at alle kvartskrystallerne kan være dannet i de *horisontalt* liggende saltlag *uden for* saltpuden/diapiren. Krystal nr. 13.6 kan derfor være dannet i løbet af Kridt i en ukendt afstand fra diapiren og derefter med de øvrige krystaller bragt ind i diapiren og under diapirismen ført op til findestederne. Da saltets tilflydningshastighed er meget lav, må diapirhastigheden være tilsvarende høj, antagelig urealistisk høj i denne model.

Selv om denne undersøgelses hovedformål - at finde forskelle mellem Na1 og Na2 saltet - ikke med sikkerhed er opnået, har resultaterne dog givet et værdifuldt supplement til forståelsen af en saltdomes udviklingshistorie.



Omkring århundredeskiftet gav *Penck* og *Brückner* de alpine nedisninger navne (Günz, Mindel, Riss og Würm) opkaldt efter bifloder til Donau. Inden for det skandinaviske nedisningsområde har man tilsvarende givet de 'klassiske' istider (Elster, Saale og Weichsel) navne efter floder. Billedet herover viser Weichsel floden, der gennemskærer Polen fra syd til nord.

Ved forskellige internationale kongresser har man forsøgt at få Nordpolen 'op-højet' til typeregion for Weichsel istidens aflejringer, men den fremviste lagfølge er endnu ikke blevet præsenteret på tilstrækkelig overbevisende måde.

Idet 'Weichsel' er det gamle tyske navn for floden, der nu på polsk hedder Wisła (og Vistula på engelsk), ser polakkerne også gerne, at istiden Weichsel om-døbes til Vistulian. Dette lykkes dog næppe, for her er begge Tyskland og Polen enige om, at det gamle navn bør bevares, og hvorfor egentlig ikke ?