

ALLE VARVS ABONNENTER HAR FÅET ET NUMMER !

Øverst på denne side står der tre tal over din adresse. Tallet til venstre er Avispostkontorets EDB-kode for tidsskriftet VARV (2543 betyder VARV).

Det midterste tal er DIT PRIVATE NUMMER som VARV-abonnent. Dette tal bedes du opgive ved henvendelser til VARV, så ved vi nemlig nøjagtigt, hvem du er !

Det sidste tal yderst til højre er en kode, der alene er beregnet for Avispostkontoret, som sender VARV ud.

som De sagde, de ville. Rygsækken med alle prøverne lå endnu på en stenhylde inde under klinten. Men de måtte lede ret længe efter hammeren, før de fandt den under vandet. For øvrigt lå hans pas i rygsækken, så nu ved vi hvem det var, der prøvede at snige sig illegalt over Kridt-Tertiær-grænsen”!

Sommergåden, kære læser, løses ved at besvare disse to spørgsmål:

- 1) Hvor var det, den udenlandske ”piratgeolog” omkom ?
- 2) Hvad hed den VARV-artikel, der for alvor satte mesterdetektiven og amatørgeologen Charles Holm i stand til - med så stor sikkerhed - at udpege denne lokalitet ?

Send svarene på et brevkort til VARV, Øster Voldgade 10, 1350 København K. Svarene må være fremme inden 1. november. Vinderen, som udtrækkes blandt de rigtige besvarelser, vil få tilsendt den smukke ”pyritdollar”, som er vist lidt forstørret på forsiden.

Selv om ”pyritdollars” ikke noteres på børsen, er det en sikker investering.



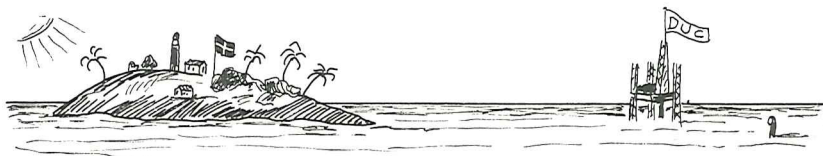
FORSIDEBILLEDET VISER DEN ”PYRITDOLLAR”, DER ER UDSAT I PRÆMIE I VARV'S FORSINKEDE SOMMERKONKURRENCE, HVOR VI IGEN MØDER MESTERDETEKTIVEN HOLM I EN NY GEOLOGISK SAG. VARV BRINGER EN ARTIKEL OM BOUDINER - PÅ GODT DANSK ER DET ”GEOLOGISKE PØLSER” - EN EGENARTET STRUKTURFORM. PETER HAR VÆRET I JYLLAND OG SAMLE SJOVE STEN, FLINTKONGLOMERATER, I MARKSTENS DYNGER. VARV FORTÆLLER OM DERES DANNELSE OG UDBREDELSE. TIL NÆSTE ÅR SKAL GEOLOGER OG GEOFYSIKERE BRUGE OVER EN 1/4 MILLION KRONER TIL SPRÆNGSTOF I DANMARK. VARV ORIENTERER OM FORMålet HERMED.

NYT NUMMER !

Du har fået et nyt nummer af VARV, men du har også fået et nyt og privat nummer af Avispostkontoret, som sender VARV ud. Læs nærmere herom på bagsiden.

Redaktionen og Peter takker for mange ideer til artikler, for kommentarer og spørgsmål, som vi har modtaget i sommerens løb. Vi prøver at finde forfattere til de ønskede artikler, og vi skal nok besvare spørgsmålene så hurtigt, som vi kan.

I et kommende nummer regner vi med at kunne fortælle nærmere om "pyrit-dollars", og en artikel om fossile (fod)spor er på vej ! Endelig håber vi at kunne orientere om HESSELØ, der efter sigende skulle blive et nyt turistmål til næste sommer - fordi den menes at blive en PALME-ø.



VARV

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

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

Renskrift: Gitte Sjørring

Montage: Steen Sjørring

Repro: Scan-Lith ApS, København

Tryk: Fair-Print A/S, Roskilde

VARV udkommer fire gange årligt. Prisen er 50 kr. i abonnement. Abonnement tegnes ved indsendelse af beløbet til VARV, Postgiro 9 06 88 80 eller 40 Skr. til VARVs svenske postgiro 4388-5.

Adresseændringer eller fejl ved bladets levering bedes meddelt postvæsenet.
© 1983 VARV. Eftertryk af tekst og billeder kun efter aftale.

Holm nikkede i den anden ende af ledningen og begyndte at fortælle, hvad der først havde bragt ham på sporet, og hvad der til sidst havde fået puslespillet til at gå perfekt op. - "Ser De, hr. Politidirektør, hvis ikke den formodede ubåds-periskop slet og ret har været en ganske almindelig bundgarnsspæl, så har ubåds-affæren i hvert fald ikke noget med den døde mand i jollen ved Saltholm at gøre.....Nej, nej, ofret må være blevet slået ned på en helt anden geologisk lokalitet.....De husker nok de stumper af bryozokalk, som dr. Phral-Frandzen fandt i kraniefrakturerne ?.....Ja, jeg kender det gamle kalkbrud på Saltholm, og der findes kun kalksandskalk eller blegekridt, som det også kaldes.....Jollen må være drevet i land på Saltholm med liget ombord!.....Sikkert kommende fra.."

Nu lyttede dr. Mottson, og hans beundring for vennen - mesterdetektiven - stod skrevet på hans åbne mund. Så begyndte Holm at instruere politidirektøren. "De må straks sende et par folk derned.....nogen, der kan klatre lidt. Det er sikkert sket der, hvor bryozokalken er overhængende. Optegnelserne i dagbogen tyder på, at det var der, hvor fiskeleret ligger ca. en halv meter over havniveau". "Godt, jeg vil være ved min telefon igen ved nitiden, så skulle Deres folk være tilbage".

Holm lagde telefonen og sagde henvendt til vennen: "Nåh, du har vel forstået det ? - Det hele er såre enkelt, blot man kender lidt til geologiske forhold".

Dr. Mottson, som ikke læste VARV og som aldrig drog på geologiske ekskursioner for at samle på "døde ting", så ikke ud, som om han forstod ret meget.

"Det var optegnelserne i notesbogen, der gav det første fingerpeg" fortsatte Holm, "de bestod ikke af hemmelige tal- og bogstavkoder, tallene angiver dels højder over havniveau og dels prøvenumre, og bogstaverne er forkortelser for bjergartsnavne, som alt sammen beskriver det profil, som den omkomne udenlandske "piratgeolog" var i færd med at undersøge, da en stor blok bryozokalk faldt ned fra den overhængende væg og dræbte ham. Han faldt selv om, dræbt på stedet og blev liggende i jollen. Limstensblokken må være havnet i vandet. Det stigende vand, vind og strøm førte så jollen til havs...indtil den strandede på Saltholm. Enkelt, dr Mottson....ikke" ?

"Ja, men hvad var det, der satte Dem i stand til at udpege stedet, hvor mordet... undskyld, hvor ulykken indtraf ?...Og hvordan i al verden vil De få Deres teori bekræftet" ?

Holm forklarede det tålmodigt og grundigt - vel vidende, at dr. Mottson ikke hørte til VARV's trofaste læserkreds. "Forunderligt" udbrød dr Mottson, da tiøren var faldet for ham, "så har geologi trods alt sin berettigelse. Det må vi drikke et glas sherry på".

Ikke mindst takket være dr. Mottsons indsats var både sherryflasken og den rødvin, som blev trukket op til middagen, så godt som tomme, da politidirektøren ringede kort efter ni. "De er en mester Holm! Betjentene fandt det hele,

I det samme så Holm op fra et ark med resultaterne fra de analyser, der var blevet udført på det smuds, som var fubdet under ofrets fingerne, og han sagde henkastet: "Tag De Dem blot et glas til. Det vil Deres læge nok ikke have noget imod".

Holm lod sin pegefinger fortsætte langsomt ned over talrækken med analyse-resultaterne:....SiO₂ (kisel) 14,2 %, CaCO₃ (kalk) 46,1 %....Cr (krom) 232 ppm ..Ir (iridium) 28,6 ppb, Os (osmium).....

"Mon de virkelig landsætter spioner med sorte negle" ? spurgte han sig selv og lod fingeren stoppe op - for i det samme at opdage, at hans egen pegefinger havde en tydelig sørgerand. Hvad var det, han havde foretaget sig, dengang budet fra Politigården kom ? Åh-jo, han havde været ved at lime et gammelt kalkstensaskebæger sammen!

Lime kalksten.....limsten.....Saltholmskalk.....bryozokalk.....tydelige spor..... Holms tanker fløj afsted.

Da han et par minutter senere lagde piben fra sig og begyndte at rense sin fingernegl med en brækket tændstik, opdagede han, at vennen - dr. Mottson - var i gang med sit tredje glas sherry. Han måtte snart tale et alvorsord med ham om hans drikkevaner!

Holms tanker blev brat afbrudt af telefonen. Det var politidirektøren, som forsigtigt spurgte, om Holm havde haft tid til at se på sagen, for Efterretningstjenesten blev ved med at rykke for at få den oversendt.



"Hvad siger De ? Har de opklaret den ? Nåh... Ja... I VARV.....Nej, det tidskrift kender jeg ikke, men måske skulle jeg tegne et abonnement..."

BOUDIN —

geologisk pølsesnak

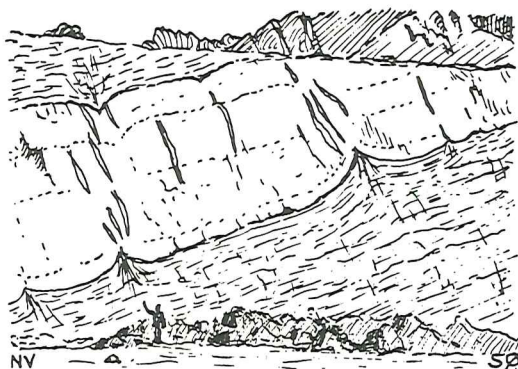
BOUDINAGE

af Asger Berthelsen

29. august til 3. september 1908 holdt det Belgiske Geologiske Selskab (Société géologique de Belgique) et ekstraordinært møde med ekskursioner i Bastogne-området i Ardennerne. Mandag morgen tidligt 31. august steg ekskursionsdeltagerne i strålende sol ud ad toget i Cowan. Hen på eftermiddagen, efter at have studeret blotninger og adskillige stenbrud langs ruten, nåede gruppen frem til Collignon stenbruddet, som var blevet åbnet langs med jernbanen og hovedvejen til Wiltz. Her demonstrerede Monsieur Max Lohest, en af de tre ekskursionsledere, det fænomen, som har fået det franske ord for blodpølse, boudin, til at indgå i det internationale geologiske fagsprog, tilmed i flere varianter.

Stejlvæggen bagest i stenbruddet ved Collignon var anlagt som et snit vinkelret gennem en større foldestrukturens sydflanke og top. Lagdelingen tegnedes af to sandstensbænke omgivet af skifre. I den trykte ekskursionsberetning kan læses: "Man kan her særligt godt observere den specielle udformning, som sandstensbænkene viser i dette område. Bænkene er delt op i et antal segmenter, der adskilles af kvartsårer Hvert segment er fortykket midtpå, sådan at det i tværsnit får form af en tønne, hvis låg og bund udgøres af kvartsårer. Når man ser de buttede segmenter frilagt i sandstensbænkens overflade, ligner det enorme cylindre eller pølser (boudins) anbragt side om side. På denne ekskursion har man, på initiativ af M. Lohest, for lettere at udtrykke sig, også anvendt de nydannede udtryk, at boudinere "(opdele i pølser)" og "boudinage" (om strukturen, som opstår, når et lag er blevet boudineret). I fig. 1 ses en meget stor boudinage struktur nær Bastogne.

Da fransktalende geologer ofte er gastronomisk interesserede, fængede de nye udtryk straks. Medvirkende til, at "pølserne" fra Bastogne snart blev ligeså berømte blandt ikke-fransktalende geologer som den franske skinke fra Bayonne, var amerikaneren T.T. Quirckes engelsksprogede afhandling med titlen "Boudinage, et usædvanligt strukturelt fænomen" fra 1923. Quircke, som havde set Bastogne boudinerne på en ekskursion i forbindelse med den XIII Internationale Geolog Kongres i 1922, gav udtryk for den opfattelse, at de pølseformede fortykkelser og mellemliggende indsnævringer af sandstensbænkene skyldtes en sammenpresning parallelt med lagdelingen.



Figur 1. "Blodpølserne" fra Bastogne er ikke afbildet i den belgiske ekskursionsfører fra 1909, men skitsen her viser nogle af områdets største boudiner, fra et stenbrud lige sydøst for banelinien mellem Bastogne og Lüttich. Personen, der står ved foden af stenbruddets væg, angiver målestokken. (Tegnet efter foto af H. Brühl 1967).

Det blev dog den schweiziske geolog, C.E.Wegmann, der for alvor var årsag til, at Lohest's gastronomiske udtryk vandt indpas i den geologiske faglitteratur. I sin "Notits om boudinage" fra 1932 påpegede Wegmann nemlig, at boudinage aldeles ikke var nogen sjælden foreteelse, men tværtimod var en almindeligt forekommende struktur, både i unge, gamle og meget gamle foldestrøg. Med den for ham karakteristiske forfinede sarkasme, konstaterede Wegmann, at boudinage strukturer også forekom i Alperne, "men Alpe-geologerne, som ikke ænser detaljerne i det tektoniske menukort, har forbigået dem i tavshed".

Wegmann forklarede boudinage strukturers dannelse ud fra de bevægelsesspor, der er efterladt i bjergarterne. Han påviste, at de boudinerede lag var blevet gjort længere, dels ved at boudinerne blev trukket væk fra hinanden, dels ved at de undergik en plastisk deformation. En forudsætning for at boudiner kan dannes er, at et kompetent lag er omgivet af mindre kompetente (inkompetente) lag. "Kompetent" (kompetance) anvendes her om bjergarters evne til at modstå plastisk deformation. Kompetente lag danner lettere brud. Inkompetente lag flyder plastisk. Ved trækspændinger parallelt med lagdelingen dannes derfor tværbrud i de kompetente lag, og disse brud udvikles vinkelret på udvidelsesretningen.

Mens Bastogne boudinerne har omtrent samme længde som tykkelse (i tværsnit), er boudinerne, som Wegmann beskrev fra de Skandinaviske Kaledonider og det svenske og finske grundfjeld, normalt betydelig længere, end de er tykke, og de enkelte boudiners længde er ikke altid konstant inden for en og samme boudinage struktur.

På samme side stod en stort opsat artikel om Spionen på Saltholm. Den sag havde ellers været på forsiden i næsten en uge. Emnet facinerede dr. Mottson, selv om han på dette tidspunkt ikke vidste, at han i hvert fald indirekte ville blive indblandet i sagen.

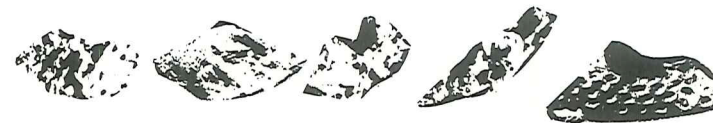
For otte dage siden var liget af en 30-40-årig mand blevet fundet i en jolle ved strandkanten på Saltholm. Hans hjerneskal havde været knust. I jollen fandtes i øvrigt et næsten komplet spionudstyr: søkort over Øresund, kompas, avanceret fotoudstyr, en UV-lampe og en notesbog fyldt med uforstælige tal- og bogstavkoder. En undersøgelse af den dræbtes tænder viste, at plomberne ikke var lavet hos en dansk tandlæge.

Dr. Mottson rakte automatisk ud efter sit sherryglas og tog et nip for at skylle det sidste af spionartiklen ned. Journalisten kom med alle mulige gisninger. Var der tale om en spion? Hans påklædning havde været halvmilitærisk. Og det blev mere end antydning, at der måtte være en sammenhæng mellem landsætningen af den formodede spion og den observerede ubåd. Det hele sluttede med: "Sagen vil sandsynligvis blive overdraget Efterretningstjenesten til videre efterforskning". "Til videre efterforskning".... læste dr. Mottson. Så opdagede han, at sherryglasset var tomt.

Holm havde ikke rørt sig endnu. Han bladede fortsat i papirbunken. Han var nået til næstsids mappe, og det at røgskyen over lænestolen stadigvæk voksede i omfang tydede på, at han var ved at være på sporet af noget vigtigt.

Det var dog først da Holm var nået til den sidste sagsmappe i bunken, at han begyndte at læse langsomt. Af obduktionserklæringen fra Retsmedicinsk Institut fremgik det, at ofrets læsioner oven i hovedet var blevet fremkaldt af et enkelt slag med et "stumt instrument".

Holm drejede papiret for at læse den håndskrevne tilføjelse i marginen. Der stod: "Dr. P.-F. oplyser på forespørgsel, at han senere har udtaget i alt 5 stykker bryozokalk fra den knuste hjerneskal....kan han (ofret) være blevet slået ned af en, der ventede på ham i land? Ikke langt fra, hvor jollen var blevet fundet, ligger flere kalkstensblokke fra et nærliggende gammelt kalkbrud. Var det en sådan kalkstensblok, der blev brugt som mordvåben?"



5 små bryozostykker fra hjerneskalen.

Henne ved det andet vindue halvsov dr. Mottson, nu med avisen i skødet. Da han vågnede, følte han stor trang til endnu et glas sherry. Mon Holm ville opdage det, hvis han listede sig hen til buffet'en?

VARVs sommerkonkurrence

Omend noget forsinket bringer VARV igen i år den traditionelle sommergåde. Vi har fremdraget et hidtil uopdaget manuskript skrevet af klassikeren Conrad Boyle. Hovedpersonen er - som vanligt - den piberygende mesterdetektiv Charles Holm, assisteret af dr. Mottson. Charles Holm har fået overdraget en delikat og betydningsfuld sag, fordi Rejseholdet netop er blevet fyret på gråt papir !

En FARLIG grænse!

Novelle af Conrad Boyle

Den voksende røgsky over lænestolen angav tydeligt, at mesterdetektiven Charles Holm var i færd med at studere de sagsakter, som et bud fra Politigården kort forinden havde afleveret ved døren i Bagerstræde nr. 27.



Dr. Mottson, som sad i lænestolen ved det andet vindue, så et kort øjeblik op fra avisen - og rynkede panden let. Hans næsebor havde opfanget "duften" af Holms latakia tobak. Doktoren, som ellers satte en ære i at vogte over sin ven mesterdetektivens helbred, undlod dog nu, at komme med sin sædvanlige belæring om tobaksrygningens skadelige indvirkning på bl.a. blodtilførslen til hjernen. Det ville intet nytte, for det var ikke alene en delikat, men også omfangsrig sag, politidirektøren havde bedt Holm "kigge lidt på". Holm ville være tabt for omverdenen mindst en time endnu.

Dr. Mottson trak resigneret fodskamlen længere op mod lænestolen og bladede om på side 3 i avisen. "De bliver da også frækkere og frækkere. Ikke bare i Sverige, men også herhjemme", sukkede han for sig selv, da han læste, at en fremmed ubåd var blevet observeret tæt under land ved Amager - ud for Kongelunden. Ubådens periskop havde raget ret op af vandet - som en bundgarmspæl.



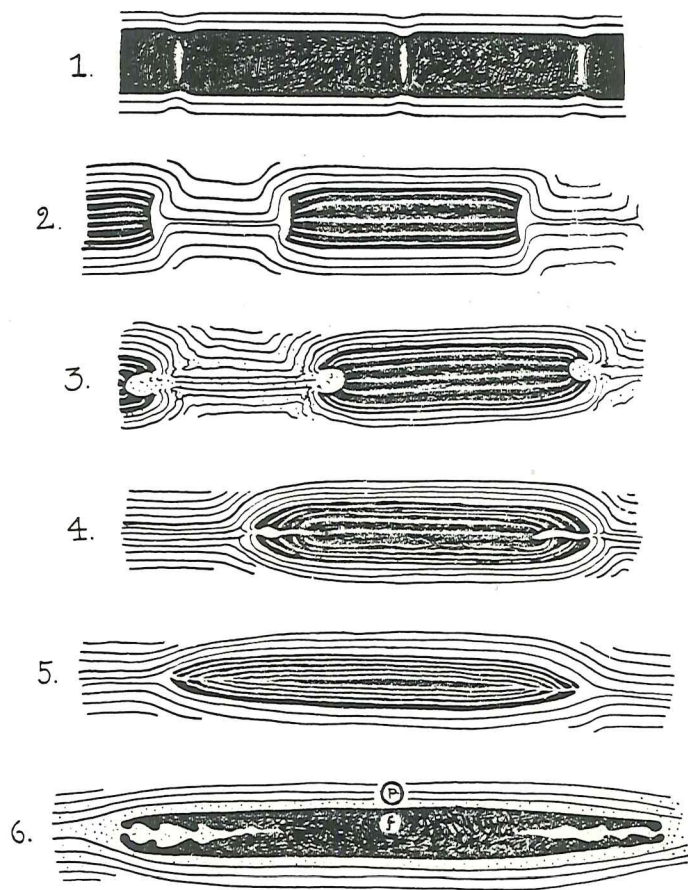
C. E. Wegmann ses her i forgrunden, og den ældre herre med hat og skæg i baggrunden er M. P. Fourmarier, der var en af lederne på den belgiske Ardenner-ekskursion i 1908. Foto: A. Berthelsen 1954.

Som vist i fig. 2 beskrev Wegmann også en "udviklingsrække" for boudinage. Han viste her, hvordan nyudviklede boudiner med næsten rektangulært tværsnit ændrede form som følge af plastisk deformation, mens de blev trukket længere og længere fra hinanden. Samtidig hermed flød plastiske lag ind imellem dem. Herved opstår der en tøndeform, og "hajgabene" i enderne lukker sig mere og mere under den fremadskridende deformation.

Wegmann tog dermed afstand fra Quirckes forklaring på boudinage dannelse, og han fremholdt, at afstanden mellem de enkelte boudiner er et mindste mål for den forlængelse, det oprindeligt sammenhængende lag har undergået.

Wegmann beskrev også en afart af boudiner, der ikke er lange "pølser", men som har form som "tablettes de chocolat" (eller blokkene i en plade chokolade). Denne type opstår, når et kompetent lag er blevet delt op efter to på hinanden vinkelrette brudretninger, som følge af en mere alsidig udvidelse inden for det boudinerede lag. Adskillige af de boudinage strukturer, som Wegmann beskrev, var dannet ud fra oprindelige basiske gange, som sammen med de omgivende grundfjeldsbergarter var blevet deformeret i forbindelse med en foldning efter gangenes dannelse.

Boudiner kan være af meget forskellig størrelse. Er man heldig, kan man finde boudinage strukturer selv i en nævestor strandsten. I Bastogne-området er de boudinerede sandstensbænke fra under 1 meter til omkring 8 meter tykke, men vil man se kæmpe boudiner, kan man drage til Søndre Strømfjord i Vest-



Figur 2. Wegmann's udviklingsrække for en boudins formændring. 1: Begyn-
de opdeling i boudiner ved dannelse af tværbrud i det kompetente (sorte) lag.
2: Boudinage med større kompetance-forskel mellem det opbrudte og de om-
givende plastiske lag (fra Sulitjelma-området). 3: Boudinage fra grundfjeldet,
hvor der er udviklet pegmatit (prikket) mellem boudinerne (fra Lestholmen,
Portö). 4: Boudin, hvor "højgabet" i enderne næsten er lukket på grund af
lagparallel flydning i boudinens øvre og nedre del. 5: Stadium, hvor "højgabet"
er helt lukket (fra Sulitjelma-området). 6: Langt fremskredent stadium, hvor
boudinen er blevet fladtrykt (p har bevæget sig mod f), og der er dannet peg-
matit omkring hele boudinen.

Ved udførelsen af de dybseismiske profiler skal der fyres over 10 tons spræng-
stof af, og sprængstoffet alene koster næsten en kvart million. To tyske under-
søgelsesskibe, som medvirker, vil affyre 'airguns' (luftpistoler med 50 liters ka-
pacitet !), og skibene vil sammen med de 50 landstationer med seismografer,
som placeres langs profilinierne, registrere eksplosionerne. 5 af landstationerne
vil blive betjent af dansk mandskab.

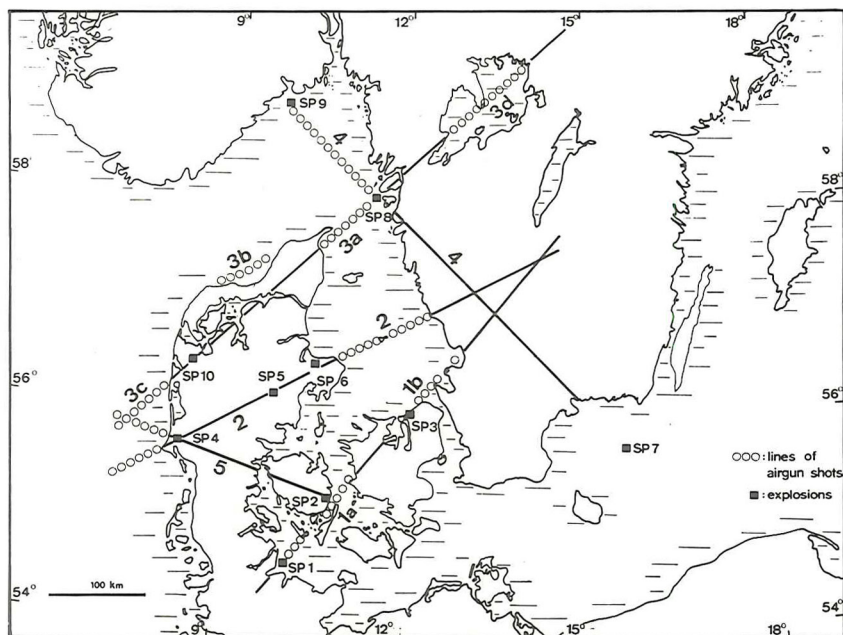
Det er den krystalline sokkel under Danmarks kilometer-tykkede sedimentlag,
den øvre kappes overgrænse (Moho) og fysiske beskaffenhed, der især skal ud-
forskes. Herigennem regner forskerne med at kunne få svar på en lang række
hidtil uløste spørgsmål. Bl.a. om, hvordan Danmarks "underside" er udformet,
om de tektoniske enheder i den sydvestlige del af det Baltiske skjold fortsæt-
ter sydover ind under Danmark, om den Permiske Oslo gravsænke afgiver en
gren, der strækker sig ind under Jylland mod Silkeborg, om hvor grænsen mel-
lem den Prækambriske sokkel og de Nordtyske-Polske Kaledonider går nede i
undergrunden ?.

Der skal ikke bare skydes og "ses" dybt. Der skal også tænkes dybt, når alle de
indsamlede data er omformet og bliver stoppet i regnemaskinerne. De medvir-
kende geofysikere og geologer ved Geodætisk Institut, Københavns og Århus
universiteter, Danmarks Geologiske Undersøgelse, og vore tyske, svenske og
norske kolleger får noget at tumle med de kommende år, når Danmarks "under-
side" skal modelleres.

Kan det betale sig ?

Den Europæiske Geotravers sigter først og fremmest på at opklare de dybe og
grundlæggende træk i lithosfæren, især mellem 5 og 50 kilometers dybde, og
Geotraversen har ikke til formål at lokalisere olie- og gasforekomster. Det si-
ger imidlertid sig selv, at en så koncentreret indsats, som Geotraversen repræ-
senterer, vil øge forståelsen af de sedimentære aflejringsbassiners udviklings-
historie.

En sådan forståelse vil være af grundlæggende betydning for fremtidig efter-
forskning af fossile brændsler og energireserver i undergrunden. Sammenholdes
udgifterne til Geotraversen med de beløb, som olieselskaberne har brugt til olie-
efterforskning, svarer udgifterne til Geotraversen gennem Danmark stort set
til prisen for en tør dyb olieboring, og selv tørre borer bringer nye oplys-
ninger til nytte for den videre efterforskning. Både i videnskab og i "business"
gælder det om at turde tørre !



Figur 4. Kort over de dyb-seismiske profiler, som forventes "skudt" i 1984. Sorte firkanter på land angiver sprængpunkter, cirkler viser planlagte airgunskud til søs.

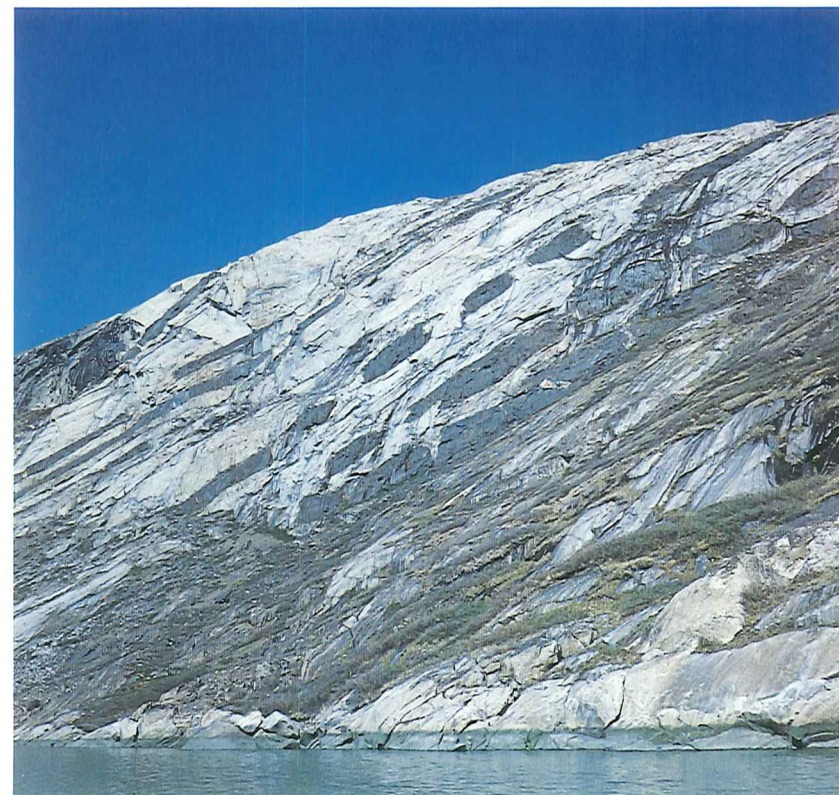
Jordskælvbølgernes udbredeshastighed og -baner bestemmes af sammensætningen og strukturerne i lithosfæren, og selv om de dybseismiske profiler ikke altid giver geologisk entydige oplysninger, sætter de bestemte grænser for, hvad der kan være geologisk muligt. Takket være den moderne computerteknik, som er udviklet bl.a. i forbindelse med olieefterforskningen, kan alle måledata samkøres og en lang række modeller efterprøves, så geologernes fantasi kan kontrolleres.

Hvad skal millionen bruges til ?

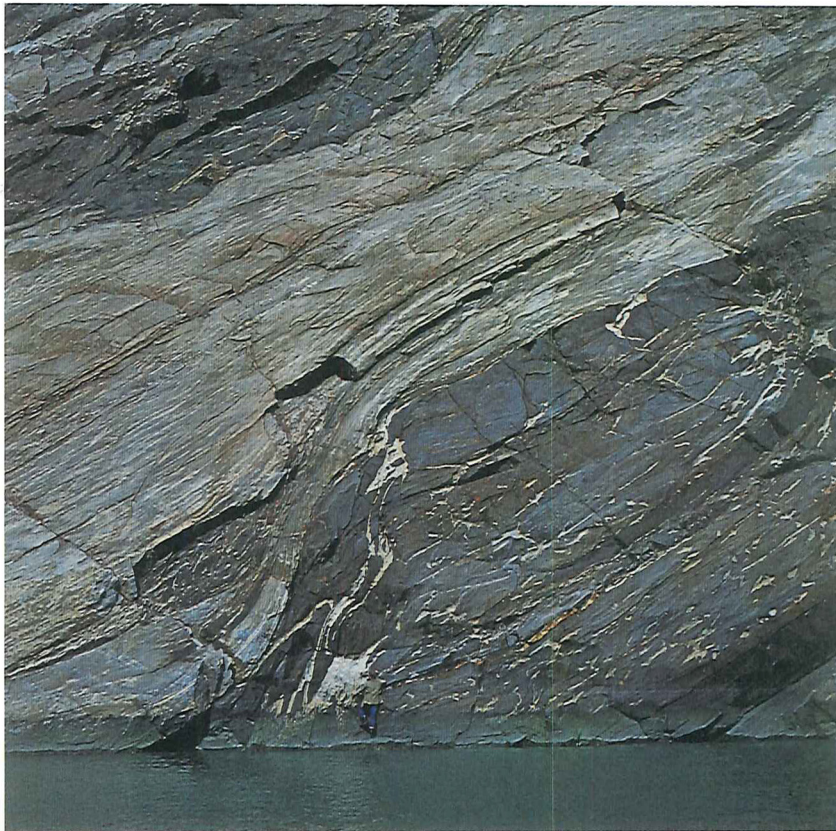
Det meste af millionbevillingen skal anvendes til udførelse af i alt ca. 2400 kilometer dybseismisk profil. De 2400 kilometer er delt op i fem profiler. Tre, som går i SØ-NV retning gennem Danmarks undergrund, et langs Ringkøbing-Fyn højderyggen, hvor den krystalline sokkel ligger relativt højt, og et såkaldt referenceprofil gennem kanten af det Baltiske skjold i det sydvestlige Sverige, fig. 4.

grønland og sejle til fjeldene ved Bowdoin Bugt i den indre del af fjorden, se fig. 3 og 4. Disse kæmpe boudiner blev først beskrevet i 1948 af en ung norsk geolog, dr. Hans Ramberg, som da arbejdede for Grønlands Geologiske Undersøgelse. Hans Ramberg blev senere professor i Uppsala.

Boudinerne ved Bowdoin Bugt er også udviklet fra oprindelige basiske gange, den såkaldte Kangamiut-gangsværm, der for ca. 1850 millioner år siden trængte ind i de arkæiske graniter og gnejser. Efter gangenes fremtrængning blev grundfjeldet omkring den indre del af Søndre Strømfjord (og videre nordover helt til Disko Bugt) udsat for bevægelser og omdannelser. Derved blev de basiske Kangamiut-gange omdannet til granat-amfibolit og de blev boudinerede. Da dette fandt sted i et dybt jordskorpeniveau, dannedes der kvarts-feldspat-pegmatitter mellem boudinerne - og ikke kvartsårer, som det er tilfældet ved Bastogne.



Figur 3. Kæmpe boudiner i fjeldet ved Bowdoin Bugt, indre del af Søndre Strømfjord. Foto: A. Berthelsen.



Figur 4. Udsnit af to kæmpe boudiner (øverst til venstre og nederst til højre) af granat-amfibolit med enkelte lyse pegmatitårer. Bemærk hvorledes gnejsens lagdeling smyer sig uden om boudinerne. Størrelsen angives af geologen, som står ved højvandsmærket lidt til venstre for midten af billedet. Bowdoin Bugt. Foto: A. Berthelsen.

Gnejsen, som omgiver boudinerne ved Bowdoin Bugt, viser en lagdeling, der smyer sig uden om boudinerne (fig. 4). Denne lagdeling repræsenterer ikke en bevaret, oprindelig sedimentær lagdeling, men er klart tektonisk betinget, fremkaldt af den flydning som foregik i den inkompetente gnejs under boudinernes dannelse. Men havde boudinerne ikke været der, havde det været meget svært at se, hvor "frygtelig meget ondt" gnejsen har gennemgået.

Fjeldene ved Bowdoin Bugt, hvor boudinerne kan blive over 20 meter tykke, burde egentlig udnævnes til typelokalitet for fænomenet boudinage - i stedet

Men selv om den lettere kontinentalskorpe altid synes at have "flydt ovenpå", forblev den ikke upåvirket, når den blev inddraget i pladesammenstød. Dens strukturer blev ændret ved storstilet sammenskydning af flager, den blev plastisk omformet og foldet, og yngre smeltmasser blev tilført, hver gang en ældre kontinentalskorpe blev inddraget i en yngre bjergkædefoldning.

Ved at udrede disse ændringer, ved at studere hvad der er sket i både jordskorpen og den øvre kappe inden for den kontinentale lithosfære, bør det derfor være muligt at spore den ældre og ældste, tektoniske udvikling her på Jorden. Vi må blot huske, at det dengang var andre plader med andre afgrænsninger, der bevægede sig i andre retninger.

Vi må se dybt !

Det er en klar fordel, at Europas overfladegeologi kendes i stor detalje, men det er ikke nok. Geologiske arbejdsmetoder giver indblik i jordskorpens opbygning ned til 5-10 km dybde, lokalt måske lidt dybere, men vore forestillinger om den nedre jordskorpens opbygning skyldes fortrinsvis de geofysiske resultater. Når derfor sammensætningen af den nedre jordskorpe og den øvre kappe og strukturerne skal udforskes, må det gøres i nært samarbejde med geofysikere og geologer, og det er netop, hvad den Europæiske Geotravers har som mål ! Geotraversen er et flerfagligt projekt, hvor jordmagnetikere, tyngdeforskere og andre geofysikere kommer geologer til hjælp ... og hjælpes af geologer. Det bliver især ved hjælp af kunstige jordskælv, fremkaldt ved store og små sprængninger, at Europas "underside" skal udforskes nu i 80'erne.



Figur 2. Efter sprænghullet er boret, sænkes ladningen ned.



Figur 3. Sprængningerne registreres af geofoner, der er anbragt langs profilinien. Her ses en geofon, parat til placering.

De gamle kontinenter og de unge oceaner

Mens geologerne længe har vidst, at kontinenterne besidder stor ælde, er det først 60erne og 70erne store geovidenskabelige projekter og pladetektonik-teorien, der har lært os, at oceanerne er relativt unge. Langt den største del af oceanerne, som udgør over to trediedele af Jordens samlede overflade, er blevet dannet inden for de sidste ca. 200 millioner år. Den oceaniske skorpe er yngst nærmest op mod de midt-oceaniske rygge, hvor skorpetilvæksten stadig foregår - ved at opsmeltet materiale fra kappen trænger op i ryggene. Da denne skorpetilvækst og oceanbundsspredning er betydeligt større end Jordens egne gradvise udvidelse, må tidligere dannet skorpe samtidigt destrueres (ødelægges), for at der kan blive plads til den nydannede. Det sker, hvor de store plader støder sammen i de såkaldte subduktion-zoner. Her skubbes/synker den skorpe, der ikke er plads til, ned i kappen, og når den føres ned mod Jordens varme indre, smelter den delvist op. Smeltemasser/magma trænger op og størkner som dybbjergarter eller forårsager vulkanudbrud.

Plade-sammenpresning, smeltefremtrængning og vulkanisme har ført til dannelsen af de jordomspændende Alpine foldestrøg, og den Alpine bjergkædefoldning kan derfor anskues som en følgevirkning af dannelsen af Jordens nuværende oceaner.

Er der ingen gamle oceaner ?

Der er som nævnt orden i Jordens pladetektoniske regnskab for de sidste ca. 200 millioner år. Her balancerer indtægterne, som skyldes oceanbundsspredning, pænt med udgifterne, som er brugt til skorpeødelæggelse og bjergkædefoldning. Men der kan ikke opstilles en tilsvarende balance for regnskaberne for de Hercyniske og Kaledoniske foldninger - for slet ikke at tale om de Prækambriske. De sider i Jordens ældre regnskabsbøger, hvor indtægterne skulle være opført er blevet revet ud.

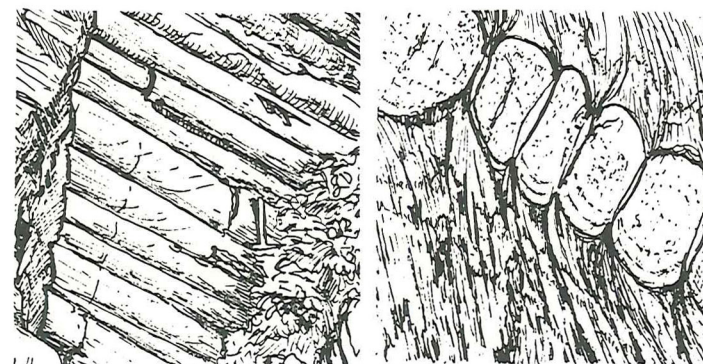
Ifølge pladetektonik-teorien må der forud for, og samtidig med, enhver større bjergkædefoldning være sket en omfattende oceanbundsspredning. Det er jo spredningen, der fremkalder pladebevægelserne - og foldningerne. Men så at sige alle rester af de ældre oceaner er forsvundet. Det må derfor antages, at de gamle oceaner blev subduceret og destrueret. Hver gang Jorden havde udviklet et nyt sæt oceaner, blev de ødelagt ved en efterfølgende bjergkæde foldning og det må have gentaget sig gang på gang.

Men hvorfor gik det ud over oceanerne ?

Det er der en enkel forklaring på. Skorpen under oceanerne har altid været tungere end skorpen under kontinenterne, og oceanskorpen var derfor forudset til at "bukke under" og blive subduceret, hvor oceanbund stødte sammen med kontinenterne.

for Lohest's lokalitet ved Bastogne. For selv om tektoniske eksperimenter, bl. a. i professor Rambergs laboratorium i Uppsala, nu for længst har vist, at et lag, der boudineres, bliver trukket ud og gjort længere langs med lagdelingen, så diskuteres dannelsen af "pølserne" ved Bastogne fortsat.

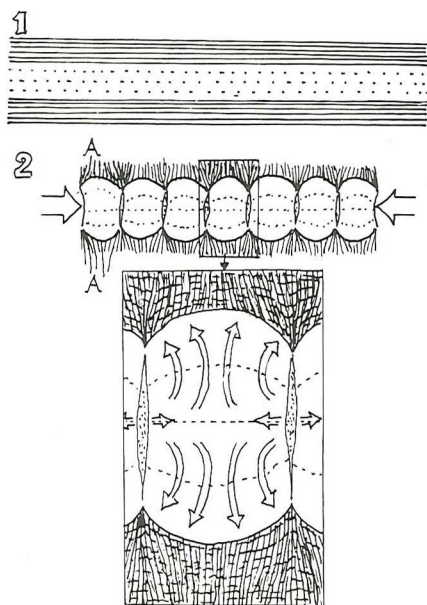
Nyere undersøgelser i typeområdet ved Bastogne tyder tilmed på, at adskillige af Lohest's boudiner slet ikke er rigtige boudiner i gængs betydning. De menes, som oprindeligt foreslået af Quircke, at være dannet ved lag-parallel sammenpresning af de kompetente sandstenslag, hvorved over- og undersider af sandstenslagene skiftevis bulede ud og klemtes spidst indad. Samtidig hermed udvikledes en aksialplan-skiffrighed i den omgivende skifer, se fig. 5 og 6.



Figur 5. Mullion strukturer. Til venstre fra Dedenhorn i Nord-Eifel (Ardennernes fortsættelse ind i Tyskland). Der ses skråt ind på overfladen af en sandstensbænk. Tegnet efter foto af K. Albrecht. Til højre mullions (K-boudiner) set i tværsnit tæt øst for Bastogne. Aksialplan-skiffrigheden ses her at "løbe sammen" ind mod boudinernes indbyrdes adskillelse, der i sandstensbænken i øvrigt markeres af kvartsårer. Sandstensbænken er ca. 25 cm tyk. Tegnet efter foto af H. Brühl 1967.

En stor del af de strukturer, som Lohest i 1908 døbte boudiner, bør derfor rettelig benævnes som modstående mullions, et begreb som N.Nolan indførte i 1891 for at karakterisere tilsvarende langstrakte, men ensidige strukturer ved Donegal i Irland. Mullion er en engelsk forbrejning af det franske ord "munition", som betegner de søjler (sprosser), der deler et gotisk vindue op i flere mindre buer.

Kun hvor Bastogne-området sandstensbænke med mullion strukturer blev kipet så meget, at de blev udsat for trækspændinger og udvidelse langs med den oprindelige lagdeling, er der tale om egentlig boudinage i gængs forstand. Den tyske tektoniker H. Brühl har derfor foreslået, at kalde mullion pølserne fra



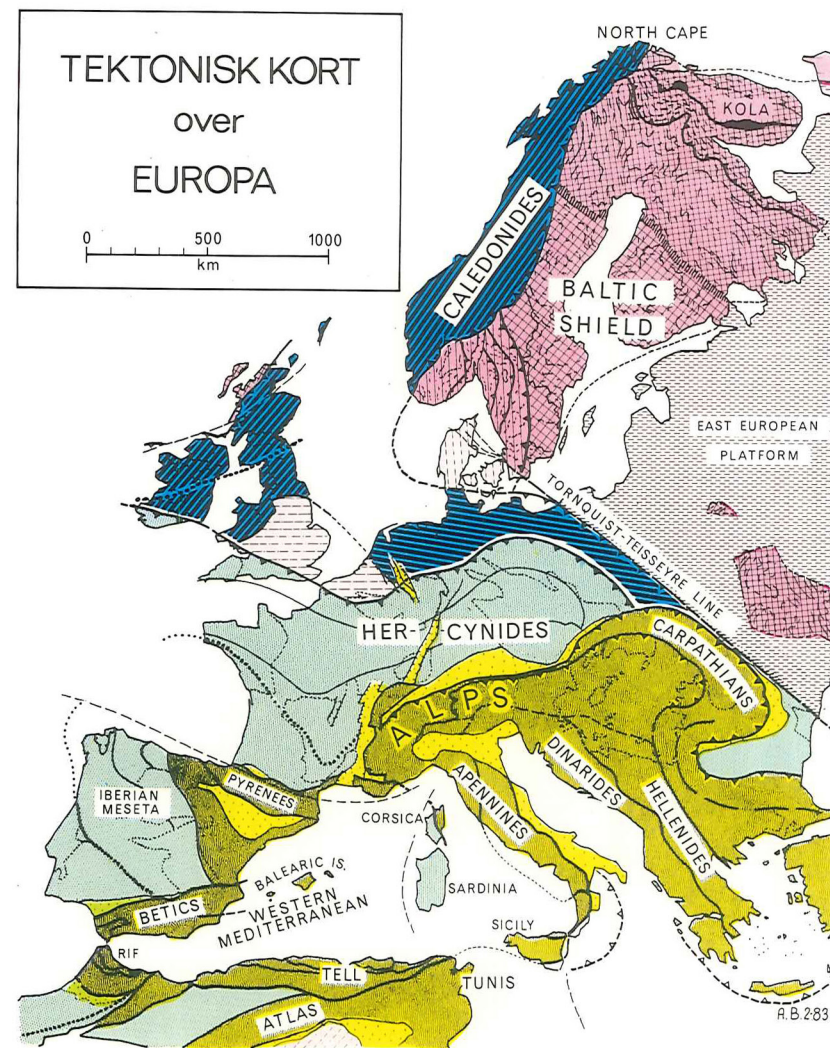
Figur 6. Princippet i dannelsen af modstående mullions. Øverst (1) ses en kompetent bænk omgivet af inkompetente skifre. I (2) er den kompetente bænk presset sammen parallelt med lagdelingen og er skiftevis bulet ud og foldet spidst indad langs over- og undergrænsen. Samtidig hermed er der udviklet en aksialplan-skiffrighed (A-A) i den omgivende skifre.

Nederst i det forstørrede udsnit angiver pilene, hvordan plastisk "flydning" i den enkelte "pølse" har ført til, at der åbnes (kvartsfyldte) tværbrud samtidig med, at "pølse-enden" antager tøndeform.

Ardennerne og Eifel for "K-boudiner", og at betegne de boudinerede mullions som "L-boudiner", hvor K står for kompression og L for forlængelse.

Men hvorfor ikke hellere glemme typelokaliteten og lade de tusinder og atter tusinder af boudiner, som nu er beskrevet, forblive boudiner?

"Man sætte Ølse for, man sætte Ølse bag, "boudinen" beholder dog sin smag"



Figur 1. Tektonisk kort over Europa. Kraftigt rødt viser Prækambriske bjergarter i overfladen, lyserødt, hvor de er dækket af yngre aflejringer. Skorpe påvirket af den Kaledoniske foldning er vist med blåt. I den nordtyske-polske gren af Kaledoniderne dækkes de oftest af yngre aflejringer. Grønt er skorpe påvirket af den Hercyniske foldning, og orange-gule områder er præget af den Alpine foldning, lige som gravsænker samtidig med den Alpine foldning er orange-gule

1000000 fyres af!

af Asger Berthelsen

Næste sommer vil en million kroner blive sprængt i luften på mindre end en måned. Det sker i forbindelse med de seismiske eksperimenter, der skal udføres i og omkring Danmark som led i realiseringen af den Europæiske Geotravers (EGT). Statens naturvidenskabelige Forskningsråd (SNF) har netop bevilget millionen. Regnes de tyske, svenske og norske bidrag til denne del af EGT projektet med, bliver det endda meget mere end en million, der fyres af!

Den Europæiske Geotravers er et fælles vesteuropæisk bidrag til 80ernes internationale projekt til udforskningen af kontinenternes lithosfære. Lithosfæren omfatter jordskorpen og den øverste del af kappen, og det er lithosfæren, der opbygger Jordens store plader. EGT projektet er startet på initiativ af sammenslutningen af forskningsrådene i 18 europæiske lande, men bortset fra fællesudgifterne til den overordnede planlægning og koordination, er det de enkelte, implicerede lande, der betaler. Da Geotraversen (fra Nordkap i nord, til Tunis i syd) går gennem Danmark, har Danmark været med fra starten.

Hvorfor en Geotravers i Europa?

Geologerne har nu i mere end hundrede år studeret Europas geologiske opbygning, og Europa er uden overdrivelse Jordens bedst kendte landområde. Europas geologiske tilblivelse startede for mere end tre milliarder år siden. Udviklingen begyndte langt tilbage i Prækambrisk tid, hvor jordskorpen i det Baltiske skjold blev dannet ved gentagne bjergkædefoldninger (se VARV 1981, nr. 1). Efter at forsteninger for alvor begyndte at dukke op i den geologiske lagserie, blev ny europæisk skorpe dannet i forbindelse med endnu tre bjergkædefoldninger. Det var den Kaledoniske foldning (~ 600-400 millioner år), den Hercyniske foldning (~ 400-230 millioner år), og den Alpine foldning (~ de sidste 230 millioner år). Den Europæiske Geotravers er lagt tilrette som et dybt snit gennem Europas lithosfære. Geotraversen starter i nord i de ældste Prækambriske skorpebjergarter og går gennem yngre og yngre skorpeområder til Middelhavet i syd, hvor de skorpe-dannende og skorpe-nedbrydende processer fortsat er aktive. Studier langs Geotraversen kan derfor vise, hvordan processerne i lithosfæren har udspillet sig gennem meget lange geologiske tidsrum. Har de ændret sig gradvist eller pludseligt, eller har de ikke ændret karakter? Med andre ord, kan den pladetektoniske teori, som er udviklet til at forklare de sidste ca. 200 millioner års geologiske historie, også forklare Europas ældre og ældste udvikling?

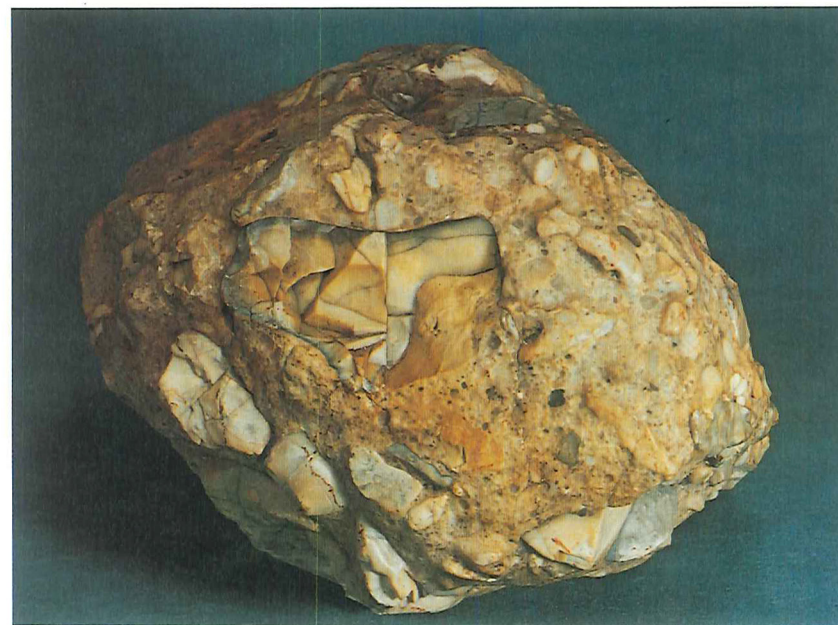
Flintkonglomeratet

- en hjemløs ledeblok ?

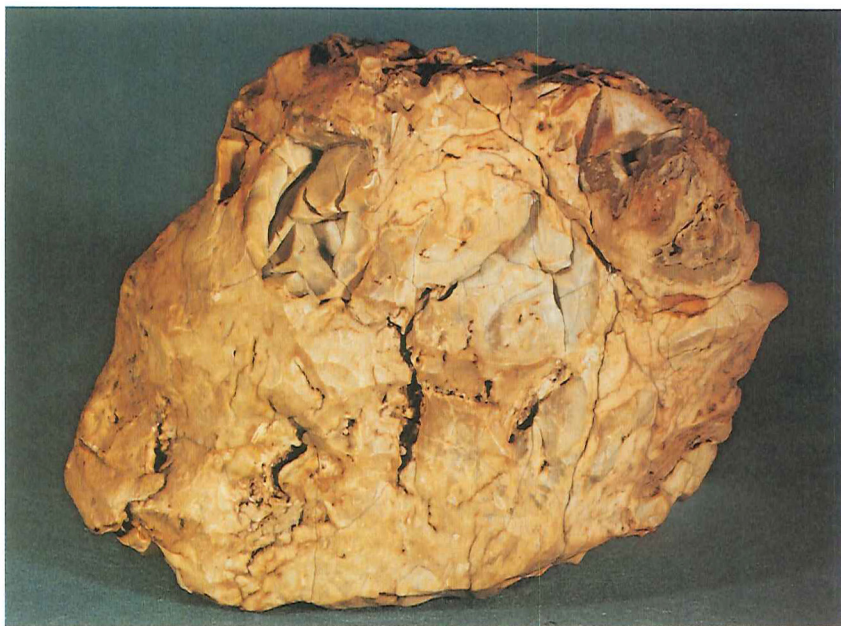
af Steen Sjørring

Undertiden kan en sten samlet op fra en bunke marksten fortælle en lang og begivenhedsrig historie. Det kan i hvert fald flintkonglomerat-blokkene i de vestjyske istidsaflejringer. Ikke alene ser de specielle og anderledes ud end de andre og almindelige marksten, men de fortæller også om isstrømmenes udbredelse i den næstsidste istid, -om en fyrreskov-omkranset ung Tertiær kystlinie nord for Jylland, og om de processer, der bragte kridt- og kalklagenes flint sammen med kvartsit-rullesten fra Sydnorge.

Flintkonglomeratet har fået sit navn, fordi det indeholder små og store, men mere eller mindre afrundede flintesten, der holdes sammen af en hærnet porcelænsagtig mellemmasse, der oprindeligt har været strandsand (fig. 1).



Figur 1. Flintkonglomerat fra Vestjylland. Flinten er afrundet og indlejret i en småstenet, sandet grundmasse. Det viste flintkonglomerat er ca. 25 cm bredt. Foto: Ole Bang Berthelsen.



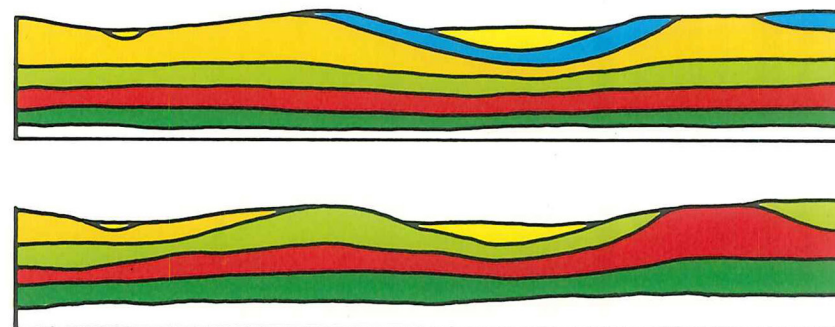
Figur 2. Breccieret flintkonglomerat fra Vestjylland. Foruden enkelte afrundede flintstykker ses breccierede partier, der er svære at skelne fra den finkornede grundmasse. Foto: Ole Bang Berthelsen.

De flintholdige konglomeratblokke har været kendt siden århundredeskiftet, men en egentlig undersøgelse af blokkenes sammensætning blev først foretaget af Helge Gry i midten af 60-erne i forbindelse med Hilmar Ødum's beskrivelse af flintkonglomeraternes oprindelse og udbredelse.

De sedimentologiske undersøgelser viste, at geologerne anvender betegnelsen "flintkonglomerat" for ret forskellige konglomerat typer. De spænder i praksis fra rene breccier med skarpkantet flint og meget lidt mellemmasse (fig. 2), over typer med mere grundmasse og velafrundede rullesten af flint og grundfjeldskvartsit til typer, hvor næsten alle rullestenene udgøres af kvartsit (fig. 3). Flinten er i de fleste typer lys, ofte grålig eller gullig, mens kvartsiterne er hvide eller grå, sjældnere gule eller røde (fig. 4).

Historien om, hvorledes flintkonglomeratet blev dannet, og om hvordan det blev samlet op og spredt som løse blokke af isen, må fortælles forfra. For at historien ikke skal blive for lang, må vi se bort fra kvartsiterne og begynde med flinten, som blev dannet for godt et halvt hundrede millioner år siden.

Flinten, der består af kisel, dannedes som lagvise konkretioner og knolde i de nyafsatte kridt- og kalkaflejringer under havbunden i Kridttiden og i det æld-



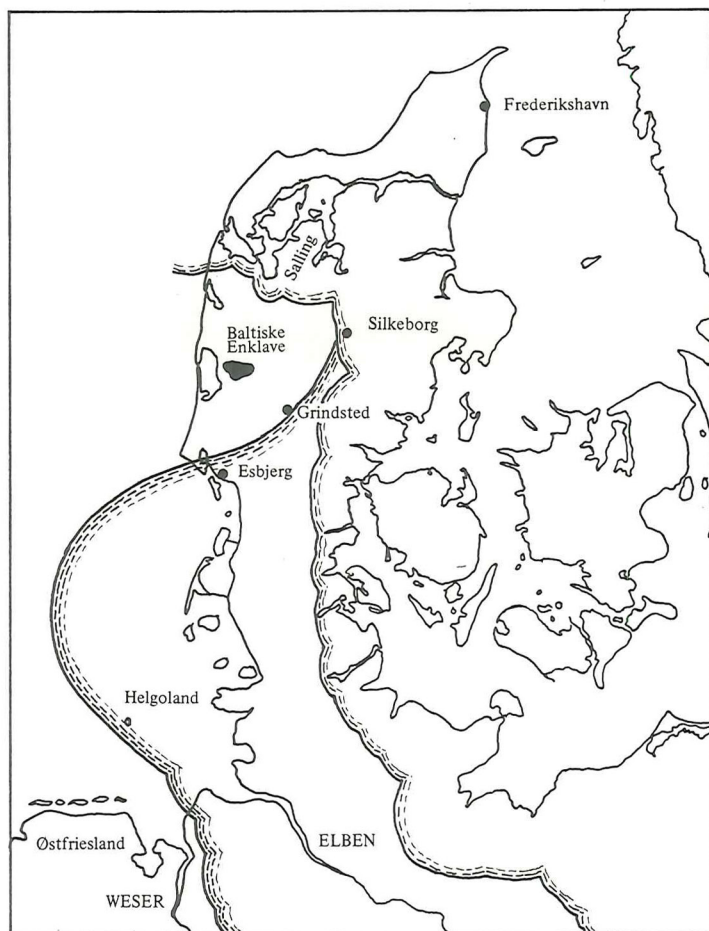
Figur 10. To modeller for den geologiske opbygning i enklave-området, nord er til højre og syd til venstre. Øverst ses Milthers-Ødum-modellen og nederst den i artiklen fremførte. Farverne har samme betydning i begge figurer. Gult: hedslettesand fra Weichsel, Blåt: aflejringer fra det tænkte "flintkonglomerat-fremstød", Orange: aflejringer fra Warthe-fremstødet, Lysegrønt: aflejringer fra Drenthe-fremstødet, Rødt: aflejringer fra det baltiske Elster-fremstød, Mørkegrønt: aflejringer fra det nordfra kommende Elster-fremstød. Tertiære aflejringer er vist uden farve.

Som nævnt blev linien Esbjerg-Grindsted-Silkeborg opfattet som en lokal nordvestlig udbredelsesgrænse for Warthe-fremstødet. I Danmark er det videre forløb af denne grænse ikke kendt, men formodentlig er morænen fra denne isstrøm fundet i Salling, og det er heller ikke usandsynligt, at det er Warthemorænen, der er den baltiske moræne, som er fundet dybt nede i en boring ved Skærumhede, tæt ved Frederikshavn i Vendsyssel (fig. 9).

Mod vest og syd er udbredelsen rekonstrueret på grundlag af maringeologiske undersøgelser ved Helgoland, hvor der er en ret skarp linie mellem tilstedeværelse af baltiske sten og manglende baltiske sten i prøver fra havbunden. Mod syd i Nordtyskland, lige nordøst for Weser floden kan Warthe israndslinien "samles op" igen, og linien fortsætter herfra mod sydøst (fig. 9).

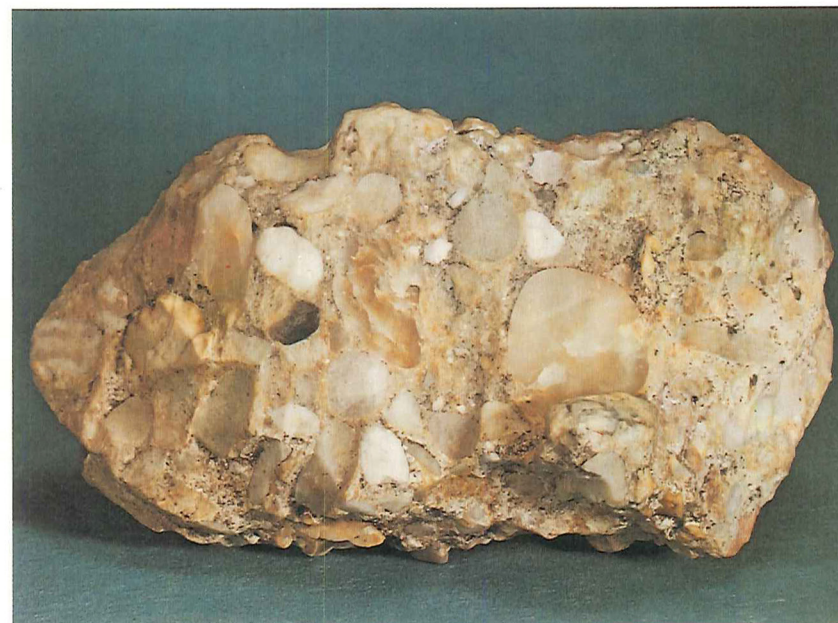
Interessant nok er det, at det netop er i Østfriesland, syd for Weser, hvor Drenthe-morænen atter kommer til overfladen, at de nye fund af flintkonglomerater er gjort.

Så selv om flintkonglomeratet måske kun er en hjemløs "ledeblok", hvis oprindelige aflejringssted ikke kendes nærmere, vil det nok være forkert at undervurdere dets værdi som ledeblok. Flintkonglomeratet har trods alt aflivet et isfremstød og vendt op og ned på en israndslinie!



Figur 9. Kort over den formodede udbredelse af det sene Saale (Warthe) isfremstød tværs over det sydlige Jylland og Nordtyskland frem til Esbjerg-Grindsted-Silkeborg-linien i nordvest og fra Helgoland til Weser floden i sydvest. Endvidere er israndslinien for det maksimale isfremstød i Weichsel indtegnet i det centrale Jylland (Hovedopholdslinien).

Helt uanset, at den Baltiske Enklave nu forklares som et "glaciale vindue" og ikke som et isomflydt dødisområde, ændrer det ikke noget ved enklavens værdi til at vise, at de norske blokke og flintkonglomerat-blokkene, som træffes uden for enklaven, har fulgtes ad. Efter den nye opfattelse gjorde de det blot under den første Saale nedisning (Drenthe-fremstødet) og ikke i slutningen af Saale-istiden.



Figur 3. Flintkonglomerat fra Vestjylland. Der ses mange helt afrundede kvartsitrullesten. Grundmassen er sandet med enkelte gruskorn. Foio: Ole Bang Berthelsen.

ste Tertiær. I løbet af Tertiærtiden, hvor jordskorpen var i uro, blev de flintholdige kridt- og kalklag hævet, gennemsat af forkastninger og udsat for havets erosion langs den datidige ung-tertiære kystlinie.

Mens kridt og kalk let blev nedknust i brændingszonen, holdt den hårde flint bedre, og de rullede flintesten blev senere aflejret sammen med det strandsand, der nu udgør konglomeratets bindemiddel. Kvartsitrullestenene, som findes i flere flintkonglomerat typer, stammer efter alt at dømme fra det sydnorske grundfjeld i Telemarken, og de kan være ført sydpå mod datidens hav af de terciære floder.

Forekomsten af flintbreccier (med skarpkantet flint) tyder på, at havets nedbrydning også har påvirket forkastningszoner i kridt- og kalklagene. Flintbreccier kan også ses f. eks. i Mønsted Kalkgruber, hvor Danienskalken er gennemsat af forkastninger oven over salthorsten.

Vi ved ikke nøjagtigt, hvor flintkonglomerat-lagene oprindeligt er blevet dannet, men det er sandsynligt, at det har været syd for den nutidige norske kyst og samtidig nord for Jylland, formodentlig et sted i Skagerrak (fig. 5). Flintkonglomerat-lagene er aldrig blevet truffet faststående - og er heller ikke blevet gen-



Figur 4. Flintkonglomerat fra Vestjylland. Foruden flint ses afrundede kvartsitrullesten og en enkelt rød sandsten. Foto: Ole Bang Berthelsen.

nemboret i undergrunden. Vi kender kun flintkonglomeraterne som løse blokke i istidsaflejringerne. De forekommer især i det vestlige Jylland og mest almindeligt som marksten på overfladen.

En af grundene til, at flintkonglomeratet har tiltrukket sig geologernes opmærksomhed er, at der i den sandede mellemmasse er fundet aftryk af bl.a. fyrrekogler, vedstykker og blade. Et velbevaret aftryk af en 19 cm lang fyrrekogle (fig. 6) kommer fra en konglomeratblok fundet i et kirkegårdsdige på Herningegnen. Stenen (og aftryk) opbevares nu på Geologisk Museum i København. Et aftryk af en noget mindre kogle er opdaget i en blok, som er fundet i Salling, ikke langt fra middelalderborgen Spøttrup.

Aftryk af fyrrekogler i blokkene fra Herning og Salling giver et fingerpeg om, at der må have vokset fyrretræer på land, da konglomeratet blev indlejret i strand-sandet. Fyrrekoglerne, der kan bestemmes til at være fra det yngste Tertiær, daterer således konglomeratets dannelsesetidspunkt inden for snævre rammer, Miocæn eller Pliocæn.

Der er i de senere år gjort fund af planteaftryk i flintkonglomerat-blokke, men bevaringstilstanden er i almindelighed ringe. Fundene bekræfter imidlertid teo-

smeltning efterlod denne baltiske isstrøm en større dødismasse i det område, der nu danner den Baltiske Enklave.

Enklaven, som sådan, dannedes først senere, da et formodet alleryngste Saale-isfremstød ("Flintkonglomerat-fremstødet") fra nord kom og flød uden om den tilbageværende baltiske dødismasse. Denne dødismasse forhindrede - efter Milthers opfattelse - at der blev afsat norske blokke (og flintkonglomerat-blokke) i enklaven.

Ødum var senere af den opfattelse, at Flintkonglomerat-isen - efter at have omflydt den baltiske dødismasse over enklaven - nåede frem til en linie fra Esbjerg over Grindsted til omkring Silkeborg (se fig. 5).

Flere nyopdagede forhold passer dog ikke ret godt sammen med denne teori. Der er således i Østjylland og på Fyn, hvor ældre istidsaflejringer kommer nær overfladen, fundet relativt mange flintkonglomerat-blokke - og så langt mod øst skulle den flintkonglomeratførende isstrøm ikke have nået. Der er yderligere fundet flintkonglomerat-blokke i Østfriesland (i Nordtyskland), se fig. 9, altså langt syd for Esbjerg-Grindsted-Silkeborg-linien. Sidst men ikke mindst er det ikke lykkedes at finde moræneaflejringer fra Flintkonglomerat-fremstødet liggende oven over moræneaflejringer fra det baltiske Warthe-fremstød.

Med disse oplysninger i hånden er det ikke så svært at være bagklog og fremkomme med en ny mulig forklaring for flintkonglomeraternes udbredelse som løsblok.

Efter den nye opfattelse antages det (uændret), at en isstrøm fra nord har ført flintkonglomerat-blokkene ind over det vestlige Danmark sammen med norske ledeblokke, men isstrømmen henføres nu til det ældste store Saale-fremstød, Drenthe-fremstødet. Herved kan flintkonglomerat-blokkenes nu kendte udbredelse i Danmark og Nordtyskland bedre forklares. Den af Ødum opstillede Esbjerg-Grindsted-Silkeborg-linie opfattes derfor ikke mere som sydøstgrænsen for det "alleryngste" Saale-fremstød, - ja dette "Flintkonglomerat-fremstød" menes slet ikke at have eksisteret. Grænselinien fra Esbjerg over Grindsted til Silkeborg anses i stedet for at være den lokale nordvestlige udbredelsesgrænse for det baltiske Warthe-fremstød, hvis lerede og kalkholdige moræneler dækker over de flintkonglomeratførende lag, som ligger nedenunder.

Fraværet af norske ledeblokke og flintkonglomerat-blokke inden for den Baltiske Enklave kan efter den nye opfattelse skyldes, at det nordfra kommende Drenthe-fremstød i enklave-området har uderoderet et "glacialt vindue", at isen har eroderet mere, end den har aflejret. I dette "vindue" kan vi derfor i dag direkte iagttage ældre istidslag med mange baltiske blokke (fig. 10).

Uden for enklaven ligger disse ældre lag, der antages at stamme fra et baltisk fremstød fra Elster-istiden (istiden forud for Saale-istiden), skjult af Drenthe-fremstødets flintkonglomeratførende aflejringer.



Vilhelm Milthers
1865-1967

Hilmar Ødum
1900-1975

Helge Gry
1905-1982

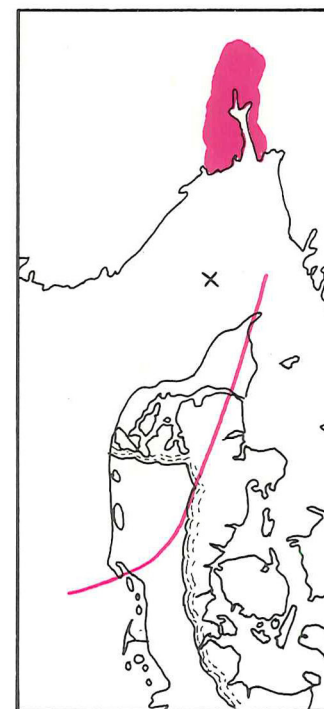
Opdagelsen af den Baltiske Enklave skyldtes egentlig en provokation. Geologen S. A. Andersen havde i 1955 holdt et radioforedrag med titlen: "Da Vestjylland blev dannet - - af is fra Vesterhavet". Denne opfattelse byggede især på målinger af strømretninger i grusgravenes smeltevandsaflejringer. Andersen havde her observeret, at sandet stedvis var aflejret af en vandstrøm med retning fra vest og nordvest mod øst og sydøst, og derfor mente han, at isen, der havde frigivet smeltevandet, måtte have været beliggende i det nuværende Vesterhav.

V. Milthers kunne ikke forliges med denne ide, og han foretog derfor en række fornyede ledebloktællinger i det vestjyske område, for at tilbagevise Andersens opfattelse. Det var ved de fornyede tællinger, at Milthers opdagede et "tomrum" for norske ledeblokke, og dette tomrum navngav han den Baltiske Enklave.

Da H. Ødum senere begyndte at interessere sig for flintkonglomeraterne, opstod naturligt spørgsmålet om, hvorfra disse særegne blokke kom. Da det viste sig, at flintkonglomeraterne og de norske ledeblokke i Vestjylland havde sammenfaldende udbredelse, og at de begge manglede inden for enklaven, måtte de være bragt til stedet af samme isstrøm.

Milthers beskrivelser er fra 1955 og 1957, Ødums fra 1968. Endelig er fyrrekoglen fra Herning beskrevet af Eske Koch i 1959. Alle beskrivelserne findes i *Meddelelser fra Dansk Geologisk Forening*, der findes på en lang række biblioteker.

Vilhelm Milthers forestillede sig, at der i Saale-istiden først skete en isoverskridelse fra nord. Denne ældste Saale-is, det såkaldte Drenthe-fremstød, nåede så langt mod syd, som til Holland. Efter Drenthe-isens afsmeltning, bredte en ny isstrøm sig, det såkaldte Warthe-fremstød, fra øst ind over Jylland. Ved sin af-



Figur 5. Kort over det vestlige Danmark med angivelse af isens største udbredelse i sidste istid (Weichsel) med sort. Det sorte kryds i Skagerrak er det af Ødum angivne oprindelsessted for flintkonglomerater.

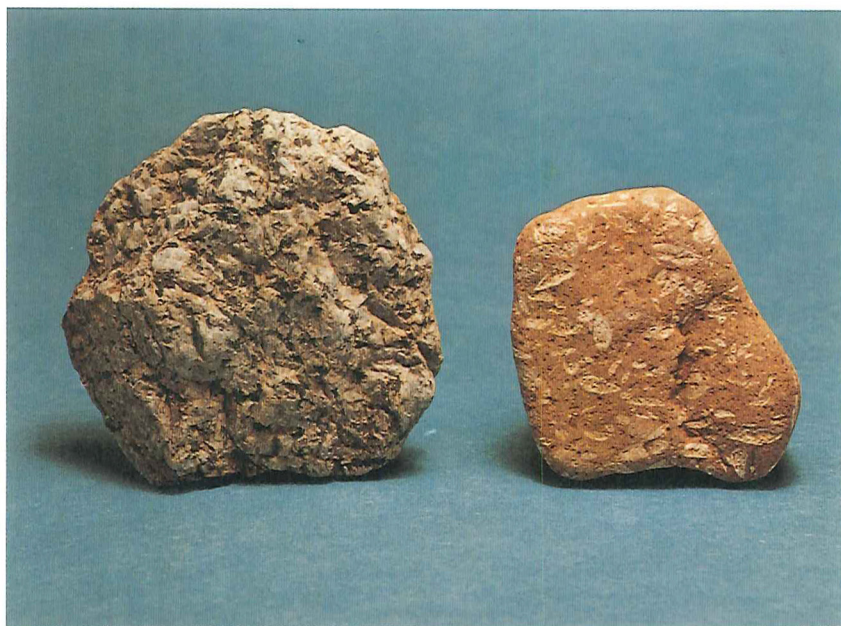
Rødt omkring Oslo-fjorden viser hjemstedet for Rhombeporfyrer og den røde linie gennem Jylland er den af Ødum fastlagte udbredelsesgrænse for det flintkonglomeratførende isfremstød.

rien om, at der må have vokset skovtræer på land (ret nær kystzonen), hvor flintkonglomeratet blev dannet.

Under Kvartærtidens nedslagninger må flintkonglomeratlagene have været blottet, så isen kunne grave og plukke i dem og transportere løse blokke af flint-



Figur 6. Med en gummiagtig plasticmasse er det lykkedes at lave et aftryk af hulrummet i et flintkonglomerat fra Herning-egnen. Aftrykket viser en fyrrekogle fra en nu uddød art fyrretræer. Originalstørrelsen af aftrykket er ca. 19 cm. (En VARV-side er 21 cm høj). Billedet af koglen er gengivet efter en afhandling af Eske Koch i *Meddelelser fra Dansk Geologisk Forening* i 1959.



Figur 7. Larvikit og Rhombeporfyr, to almindelige norske ledeblokke i Vestjylland uden for den Baltiske Enklave. Foto: Ole Bang Berthelsen.

konglomerat ud over det vestlige Danmark. Nogle blokke blev transporteret længere end Jylland er lang, og hvem ved, om ikke isen fjernede alt af de oprindelig faststående flintkonglomeratlag?

Flintkonglomerat-blokkene er især almindelige i de istidslag fra næstsidste istid (Saale), som vi finder på de nordvestlige bakkeøer i Jylland uden for Hovedopholdslinien (fig. 5). Det er derfor sandsynligt, at det var en Saale-issstrøm, der transporterede blokkene frem til disse findesteder.

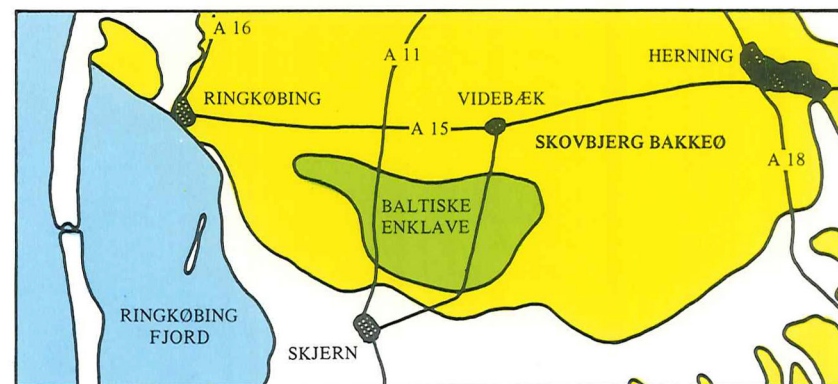
I de områder - nord for Hovedopholdslinien - som blev isdækket i den sidste istid (Weichsel), findes også en del blokke af flintkonglomerat, men ikke så hyppigt som på bakkeøerne syd for Hovedopholdslinien. Weichsel-issstrømmene kan derfor godt have samlet blokkene op fra Saale-aflejringerne, og det er ikke usandsynligt, at de faststående flintkonglomeratlag enten har været dækket af Saale-aflejringer - eller måske har været helt borte, dengang Weichsel-isen nåede frem. Flintkonglomerat-blokkene er derfor måske virkelig hjemløse ledeblokke!

Flintkonglomerat-blokkene blev da heller ikke betragtet som egentlige ledeblokke, da Vilhelm Milthers udførte sine ledeblokundersøgelser i de områder,

hvor flintkonglomerater findes i større mængde. Men takket være Hilmar Ødum's senere undersøgelser af både flintkonglomeratets og de "rigtige" ledeblokkes udbredelse i Jylland, ved vi nu, at flintkonglomeratet næsten altid optræder sammen med ledeblokke fra Norge, især Rhombeporfyrer og Larvikiter (fig. 7). Det viser, at hjemstedet for flintkonglomerat-blokkene (hvis det overhovedet kan spores) må ligge mod nord - "et sted" i Skaggerak, måske som vist i fig. 5. Denne placering af hjemstedet er dog ikke helt problemfri, for den ligger nord for den nuværende udbredelse af Danien-lag, og vi ved, at lys flint fra Danien indgår i flintkonglomeratet. Men isen kan jo også have høvlet en del af undergrundens kalklag bort.

På den sydlige del af Skovbjerg bakkeø (nord for Skjern) er det muligt at kontrollere, om de norske ledeblokke (især Rhombeporfyrer) og flintkonglomeratet har fulgt den samme transportvej. Vilhelm Milthers påviste her eksistensen af en "Baltisk Enklave", det vil sige et afgrænset område (se fig. 8), hvor blokke fra Dalarne, Østersø-området og Skåne dominerer, fordi der ikke findes norske ledeblokke.

Ud fra Ødum's senere undersøgelser blev det vist, at der heller ikke findes blokke af flintkonglomerat i enklaven, selv om de optræder sammen med norske ledeblokke hele vejen uden om enklaven. Disse forhold tyder stærkt på, at de norske ledeblokke og de hjemløse flintkonglomerat-blokke har haft den samme transportvej og er bragt til stedet af samme issstrøm.



Figur 8. Området omkring den Baltiske Enklave. Bakkeøer er vist med gult, enklaven med grønt. Landområder uden farve er yngre end Saale-istiden.

Der er imidlertid flere forklaringer på, hvorfor den Baltiske Enklave opstod. En forklaring må der jo være, for isen med norske blokke og flintkonglomerater kan ikke uden videre være "hoppet over" enklaven.