

# VARV

NR. 4 BLADET MED DE ÆLDSTE NYHEDER 1985



MÅNESTENEN, SOM VIST PÅ BILLEDET, ER EN ORTHOKLAS MED ET SÆRLIGT LYSSKÆR. MÅNESTEN ER MANDAGENS STEN OG LYKKESTEN FOR JUNI. EN SÆRLIG TYPE MÅNESTEN ER NU FUNDET PÅ BORNHOLM, VARV FORTÆLLER OM DEN NYE DANSKE SMYKKESTEN.

MED EKSEMPLER FRA BORNHOLM BERETTER VARV OGSÅ OM DATERING VED HJÆLP AF KALIUM/ARGON, OG HVORDAN MAN HAR KUNNET BESTEMME BJERGARTERNES TIDLIGERE TEMPERATUR:

HVORDAN SÅ JYLLAND UD, DA BRUNKULLENE BLEV DANNET ? EN MODEL FRA DET NUTIDIGE KYSTOMRÅDE VED DEN MEXIKANSKE GOLF KAN MÅSKE GIVE SVARET.

Med dette nummer er 1985-årgangen komplet, godt og vel kan man vel sige, for de trofaste VARV-læsere har i tilgift fået både en fortegning over NATIONALE GEOLOGISKE INTERESSEOMRÅDER og med dette nummer også et REGISTER for årene 1964-1984 incl.

Disse ekstra aktiviteter koster naturligvis mange penge, men Peter har overtalt redaktionen til ikke at hæve abonnementsprisen i 1986 !

Også for næste år vil prisen derfor kun være 60 kr, og det er vort håb, at de mange trofaste læsere stadigvæk vil abonnere, samt at mange flere vil komme til, - vi synes at kunne spore en stigning i antallet af nye abonnenter, en meget glædelig udvikling efter flere års tilbagegang.

Vi vil derfor gøre en ekstra indsats for at fremstille et endnu bedre VARV. For 1986 er foreløbig planlagt et Grønlands-nummer med alt det nye, der netop sker der i disse år, og så overvejer vi et dobbeltnummer, der vil handle om det dejlige stykke Danmark, der ligger omkring den vestlige Limfjord.

Peter sender alle læsere de bedste hilsener og takker for i år.



Forsidefoto: Ole Bang Berthelsen, Geologisk Centralinstitut ©.

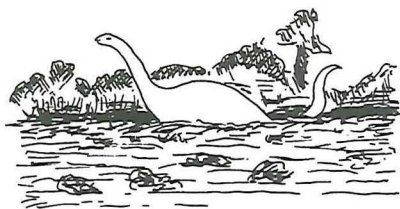
VARV

- Adresse: Tidsskriftet VARV, Geologisk Centralinstitut, Øster Voldgade 10, 1350 København K. Telefon: 01 11 22 32
- Redaktion: Valdemar Poulsen (ansvarshavende), Asger Berthelsen, Jens Konnerup-Madsen, Steen Sjørring og Sven Laufeld (Sverige).
- Renskrift: Gitte Sjørring
- Montage: Jens Konnerup-Madsen og Steen Sjørring
- Repro & Tryk: Rosendahls Bogtrykkeri, Esbjerg

VARV udkommer fire gange årligt. Prisen er 60 kr i abonnement i 1985. Abonnement tegnes ved at indsende beløbet til VARV. Postgiro 9 06 88 80 eller 50 Skr til VARVs svenske postgirokonto 4388-5.

Adresseændringer eller fejl ved bladets levering bedes meddelt postvæsenet. ©1985 VARV. Eftertryk af tekst og billeder kun efter aftale.

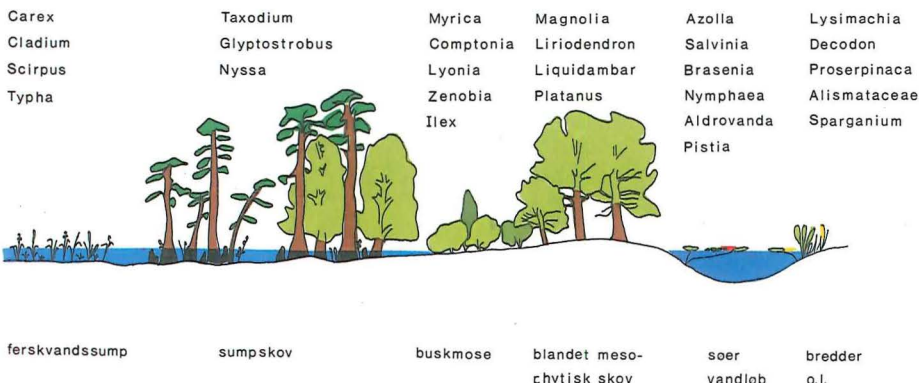
# I Sumpen- Før og Nu



af E.M. Friis og K. Raunsgaard Pedersen

Små indkullede planterester, som ved første øjekast blot ser sorte og kedelige ud, kan ved nøjere undersøgelser give et glimt af fortidens farverige planteverden. Den miocæne brunkulslagerie fra Midt- og Vestjylland indeholder således en mængde planterester fra små frugter og frø til store stammer, som viser, at området for 10-15 millioner år siden var dækket af udstrakte sumpskove og moser med et væld af eksotiske planter, som i nutiden ikke tåler den barske jyske vinter, men kun lever under varmere himmelstrøg.

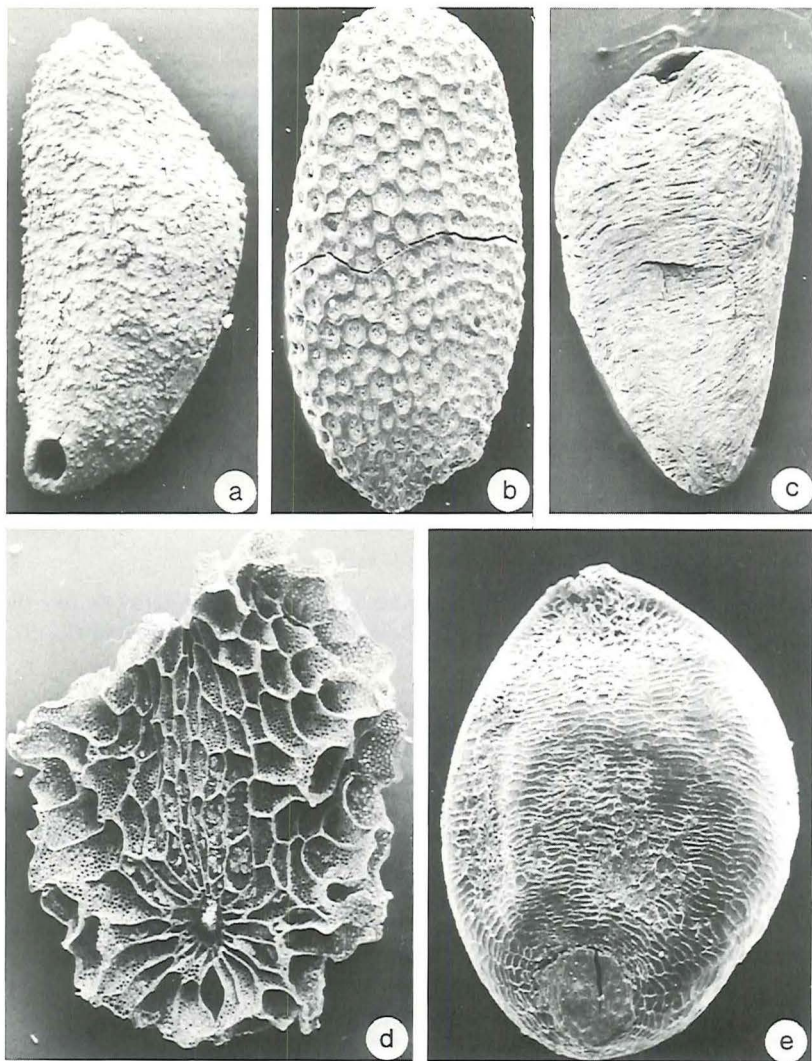
Den brunkulførende lagserie består hovedsageligt af skrålejret kvartsand veks-lende med tyndere ler- og brunkulslag aflejret i et stort flod- og deltasystem. Planteresterne findes gennem hele lagserien, men varierer med sedimenttyperne. I selve brunkulslagene er plantematerialet ofte meget omdannet og kan være vanskeligt at identificere. I de sandede lag findes især frugter, frø og kviste, mens blade overvejende findes i lerlagene. I figur 2 vises et lille udvalg af indkullede frugter og frø fra de sandede sedimente. Sammen med andre planterester har de dannet grundlag for den skematiske vegetationsrekonstruktion, som er vist i figur 1. Ved fremstilling af sådanne rekonstruktioner af tidligere jordperioders plantedække kan man anvende forskellige undersøgelsesmetoder alt efter, hvilke planteorganer, man har bevaret, og hvilket tidsafsnit de repræsenterer. Nogle organtyper, som f.eks. rødder, stængler og blade, kan ofte gennem deres udformning og indre opbygning give oplysninger om det miljø, de har vokset i. Andre organtyper, som f.eks. frugter og frø, er i opbygning normalt uafhængige af miljøet og afspejler derfor sjældent direkte planternes vækstkrav. Her er man henvist til indirekte konklusioner gennem sammenligninger med nulevende planter og deres voksesteder. Ældre tidsafsnit er domineret af plantegrupper, som enten ikke findes mere, eller som i nutiden kun er repræsenteret ved få, måske atypiske former. Andelen af planter, som kan sammenlignes med nutidige former, bliver imidlertid større, jo nærmere vi kommer nutiden, og rekonstruktionerne kan derfor blive mere nøjagtige, jo yngre aflejringerne er.



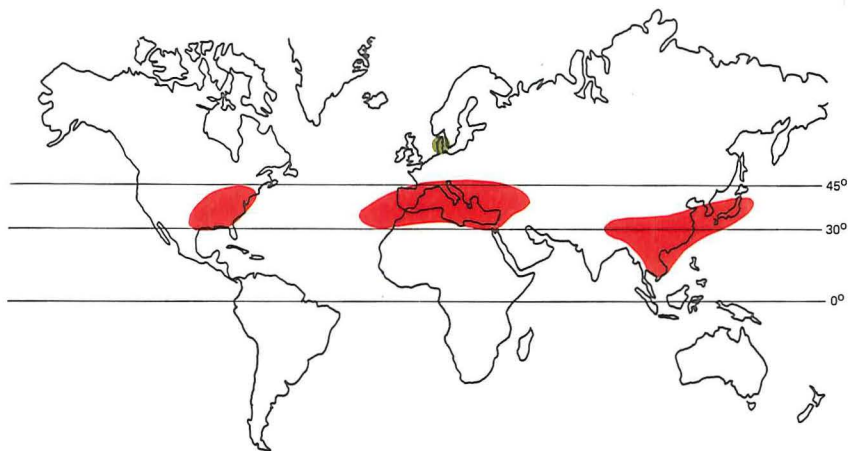
Figur 1. Rekonstruktion af vegetationstyper i den vestjyske brunkulssump i miocæn-tiden.

Planteresterne fra den brunkulsførende lagserie har i stor udstrækning kunnet henføres til nålevende planteslægter, og man har derigennem kunnet få et godt indtryk af den miocæne vegetation. Undersøgelserne viser, at plantedækket omkring det store deltasystem var varieret og artsrigt, omfattende adskillige plantesamfund (figur 2). Mere end 150 arter er påvist ved undersøgelser af frugter og frø alene. En del af disse arter tilhører slægter, som idag er udbredt over det meste af jorden, og flere af slægterne findes stadigvæk i Danmark. Det gælder træer som eg (*Quercus*) og el (*Alnus*) og urter som åkander (*Nymphaea*, *Nuphar*), perikum (*Hypericum*), stargræsser (*Carex*) og dunhammer (*Typha*). Den største del af planterne er imidlertid eksotiske og vokser i dag kun i varmt tempererede og subtropiske områder, mens nogle typer er begrænset til tropiske egne. Til disse eksotiske planter hører sumpcypres (*Taxodium*), Magnolia, tulipantræ (*Liriodendron*), platan (*Platanus*), myrte (*Myrtus*), vin (*Vitis*), kiwi (*Actinidia*), rødklokkebusk (*Weigela*) og mange andre. En del af disse planter findes i dag kun i Asien, mens andre kun findes i Nordamerika. Man kan således ikke noget sted i verden finde et plantedække, som svarer fuldstændigt til det, som dækkede de jyske flodsletter og kystsumpe i Miocæn-tiden. Figur 3 viser de områder, som i dag har størst koncentration af 'brunkulsplanter', og hvor de miljøer, som kan sammenlignes med brunkulssumpene skal søges. Undersøgelserne af planteresterne viser, at der er størst overensstemmelse med sumpegnene langs Nordamerikas østkyst og langs den mexikanske golf, og et besøg i disse fugtige, varme sumpe kan give et levende billede af det jyske landskab, som det så ud for millioner af år tilbage.

I det følgende vil vi se på nogle af de karakteristiske brunkulsplanter og deres forekomst i nutiden med eksempler fra Mobile deltaet. Deltaet munder ud i Mobile Bay ved den mexikanske golf mellem New Orleans og Florida og modtager sediment fra de to store floder, Alabama River og Tombigbee River, som



Figur 2. Små indkullede frø fra den vestjyske brunkulslagerie. a. Tulipantræ (Liriodendron). b. Kiwi (Actinidia). c. Buttonbush (Cephalanthus). d. Clethra. e. Lizard's tail (Saururus). Disse planter vokser i dag i Nordamerika og Asien.



Figur 3. Kortet angiver med røde farver de områder, som i nutiden har størst koncentration af 'brunkulsplanter'.

løber sammen i Mobile River. I den nedre del af deltaet forgrener floden sig i et netværk af små og store kanaler, og hele deltasystemet er et rigt varieret miljø for den yppige vegetation.

To af de mest almindelige brunkulsplanter er sumpcypressen (*Taxodium*) og tupelotræet (*Nyssa*). Begge disse planter gror i dag i de mere stabile områder i Mobile deltaet, hvor jorden er dækket af vand i en stor del af året, og ofte i en længere årrække. Nye planter kan dog kun etableres på tidspunkter, hvor jordoverfladen ikke er vanddækket. Sumpcypressen er et løvfældende nåletræ med karakteristisk bred konisk basis (figur 4). Rødderne ligger tæt ved jordoverfladen og udsender søjleformede ånderødder, de såkaldte knæ (figur 5). Ved løvfald afkastes de yderste kviste, som bærer nåleformede eller skælformede blade. Disse kviste optræder i store mængder i brunkulsfloraen sammen med de karakteristiske, runde kogler og skarpt trekantede frø. I Mobile deltaet står sumpcypressen især langs kanalerne, hvor den danner den ydre front for den tætte vegetation på leveerne (figur 4), samt i de indre lave sumpe bag leveerne (figur 5). Her danner sumpcypressen sammen med tupelotræet tætte mørke skove, hvor det dybe brune vand og den bløde bund gør det vanskeligt at trænge ind. Tupelotræet er et løvtræ beslægtet med kornel (figur 9). Det kan blive meget højt, og kronen bliver om efteråret stærkt rødfarvet. Dens frugter har en hård sten omgivet af bittert kød, som spises af mange vilde dyr. Stenen er vanskelig nedbrydelig og findes i store mængder i det bløde bundlag under træerne og også skyllet sammen rundt omkring i deltaet. Lignende sten forekommer også i stort antal i den brunkulsførende lagserie.



*Figur 4. Sumpcypres (Taxodium) på levee-kant langs flodkanal i Mobile deltaet.*



*Figur 5. Tæt, mørk sumpskov med sumpcypres (Taxodium) og tupelotræ (Nyssa) indenfor leveen. Mobile delta.*



Figur 6. Blade og frugter fra ambratræet (*Liquidambar*) fra levee-skov i Mobile deltaet.

Andre almindelige træagtige vækster påvist i den miocæne vegetation er f.eks. *Magnolia*, tulipantræ (*Liriodendron*, figur 2 a), platan (*Platanus*) og ambratræet (*Liquidambar*). Disse planter vokser i dag på mere tørre områder, og findes i Mobile deltaet i skovene langs sumpens kant og på leveerne langs flodarmene og kanalerne. Både platanen og ambratræet har karakteristiske lobede, håndnervede blade og kugleformede frugtstande, som hænger ned fra grenene på lange stilke (figur 6). Mens frugtstanden hos platanen normalt falder fra hinanden ved modningen, er ambratræets frugtstand sammenvokset og spredt som en helhed. Frugtstandene er forveddede og kan transporteres langt omkring i vandløbene og ses ofte skyllet sammen med andre frugter og pinde på sandbanker og lignende steder længere nede i deltaet. I brunkulslagsserien er ambratræet netop repræsenteret ved mange af disse frugter, som ofte er noget slidte og ser ud til at have været udsat for en vis transport. Træerne i disse lidt tørre skove er ofte omklamret af lianer, og fund af flere forskellige slags vindruekerner blandt de indkullede planterester viser, at lianer også indtog en væsentlig plads i den miocæne vegetation.

Brunkulfloraen omfatter også en del buskagtige planter, heriblandt mange forskellige porsearter (*Myrica*), slægter af lyngfamilien (*Eubotrys*, *Lyonia* og *Zenobia*), kristtorn og 'buttonbush' (*Cephalanthus*, figur 2 c). Alle er buske, som i dag hører hjemme i sumpene, hvor de vokser langs vandløb og søer og underti-





*Figur 7. Buttonbush (Cephalanthus) fra buskmose med blomsterne samlet i kugleformede hoveder. Mobile delta.*



*Figur 8. Lizard's tail (Saururus) vokser i Mobile deltaet på meget blød bund.*

den danner udstrakte buskmoser. 'Buttonbush' har normalt buskagtig vækst. I områder med stabilt vandspejl kan den danne tætte stande. Planten blomstrer hele året, og de små blomster er samlet i kugleformede hoveder, som lyser op mellem de grønne blade (figur 7).

Frugter og frø fra urteagtige planter udgør også en væsentlig del af brunkulsfloraen og repræsenterer mange forskellige plantesamfund fra åbne vandområder til mudrede bredder. Blandt de mest almindelige urter, som er påvist i brunkulsfloraen, er kogleaks (*Scirpus*), stargræsser (*Carex*), dunhammer (*Typha*), pindsvineknop (*Sparganium*) og forskellige slægter af skebladfamilien (*Alismataceae*). Nulevende planter fra disse slægter er rodfæstede sumpplanter, som bærer blade og blomsterstande over vandoverfladen. I Mobile deltaet udgør de en væsentlig del af marsk-vegetationen på lavvandede arealer nær deltaets munding, hvor vandstanden kan variere betydeligt på grund af tidevandsbevægelser og periodevise oversvømmelser (figur 10 og 11). Lizard's tail (*Saururus*) er en anden sumpplante, hvis frugter og frø er påvist i brunkulsfloraen (figur 2 e). Den vokser på meget blød bund i kanten af rørsumpen, men blev også i Mobile deltaet set i sumpskoven mellem sumpcypresserne. Planten kan blive ca. 1 meter høj og har hjerteformede blade og de små blomster samlet i en lang, bøjet blomsterstand (figur 8).



Figur 9. Åben randvegetation med tupelotræ (*Nyssa*) og palmer langs afsnøret flodarm.



*Figur 10. Pilblad (Sagittaria, Alismataceae) på sandbanke i deltakanal. Mobile delta.*



*Figur 11. Bløde bundaflejringer i gennembrudskanal. Mobile delta.*



Figur 12. Bundprøve fra gennembrudskanalen med fjerntransporteret plantemateriale. Mobile delta.

En mindre del af brunkulsfloraens urter er henført til nutidige slægter med flydende blade, heriblandt forskellige åkander (*Nymphaea* og *Nuphar*) og andemad (*Lemna*) og tropiske vandplanter som muslingeblomst (*Pistia*) og vandbregner (*Azolla* og *Salvinia*). Disse planter findes i nutiden mest i søer og afsnørede vandløb og kan undertiden danne tætte måtter på vandoverfladen.

Mobile deltaet med sit rigt varierende plantedække synes således at udgøre en velegnet model for rekonstruktion af den miocæne brunkulsvegetation. I den miocæne lagserie finder man imidlertid frugter, frø og kviste fra alle disse planter aflejret i samme lag, og vi ved derfor ikke med sikkerhed, om planteresterne virkelig stammer fra forskellige voksesteder. For at kunne opnå flest mulige oplysninger om vegetationsforhold og aflejningsmiljø for planteforsteninger må man have kendskab til, hvordan plantefragmenter transporteres og aflejres i nutiden. Desværre har vort kendskab til nutiden på dette punkt været ret overfladisk, men der er nu undersøgelser i gang i flere områder, bl.a. også i Mobile deltaet (ved Dr. Gastaldo, Auburn University, Alabama). Der undersøges her, hvilke planterester, der sedimenteres i de forskellige dele af deltaet, og hvorledes aflejringerens indhold af organisk materiale står i forhold til vegetationen. Ved disse undersøgelser laver man kortere borerer ned i de bløde bundaflejringer og analyserer både sedimentet og de planterester, der sies ud (figur 12-14). De foreløbige undersøgelser fra Mobile deltaet har vist, at de bedste betingelser



*Figur 13. Tørvelag af slidte planterester sammenskyttet i læ ved munden af gennembrudskanalen. Mobile delta.*



*Figur 14. Borekerne og udsigtet plantemateriale fra banke i munden af gennembrudskanalen. Mobile delta.*



*Figur 15. Forskellige plantedele sammenskyttet i deltaet ved den mexikanske golf. På samme måde findes sammenskyttet materiale i brunkulslagserien.*

for indlejring og bevaring af plantemateriale findes i den nedre del af deltaet. Her findes der rester af den lokale vegetation såvel som materiale transporteret fra andre dele af deltaet. Rester af den lokale marsk-vegetation genfindes i sedimenterne oftest som tætte rod-måtter, mens de overjordiske dele, som blade og stængler, normalt rådner væk. Det transporterede materiale består derimod hovedsageligt af blade, kviste, frugter og frø fra sumpskovene og leveernes skove (figur 12). Materialet synes at samles i adskilte blad-lag (figur 12) og i større tørveområder (figur 13). Blade og frugter findes både i lerede og sandede sedimenter. Mens bladene især synes at blive bevaret i de finere sedimenter, der ofte farves mørke af finfordelt organisk materiale nedbrydes de hurtigere i sandlagene, som således får en højere koncentration af frugter og frø. Højere oppe i deltaet er mulighederne for bevaring mindre. På leveerne, hvor vegetationen er meget artsrig findes et varieret dække af blade og kviste, men de nedbrydes hurtigt i de iltrige levee-sedimenter, og borerer her giver kun meget lidt plantemateriale.

I sedimenttyper og i fordeling af planterester finder man i Mobile deltaet således også mange paralleller til den brunkulsførende lagserie, hvor brunkulslag veksler med mørke lerlag med blade og lyse sandlag hovedsageligt med frugter, frø og kviste (figur 15). Udfra de nye undersøgelser af aflejrings- og bevaringsforhold for plantemateriale vil vi i fremtiden få mulighed for endnu bedre og mere detaljerede tolkninger af fortidens sumpe og deres vegetation.

# En labradoriserende smykkesten fra Bornholm



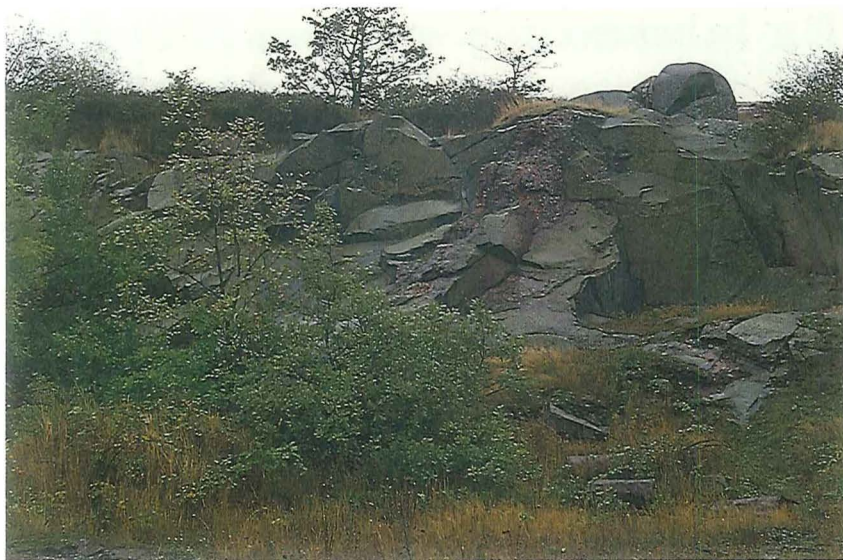
S. Schack Pedersen

Bornholm har altid tiltrukket smykkestensamlere. Mest velkendt er jagten på de bornholmske diamanter, som er kvartskrystaller dannet i kalkstenskonkretioner i de silure skifre. Disse er nu underlagt en særlig fredning (VARV 1984, nr. 4, s. 115), men mineralsamlere og smykkestensjægere har stadig store muligheder og finder igen og igen nye spændende fund i Bornholms klippegrund.

For nylig har Mogens Kjær, medarbejder ved Geologisk Centralinstitut, opdaget en ny enestående forekomst af en labradoriserende feldspat på Bornholm (figur 1). Labradorisering er et blåt indre genskær, der kommer frem, når man drejer en labradoriserende feldspat i lyset. Det blå genskær lyser pludseligt op fra en 'skæv' vinkel i forhold til feldspatens hovedspaltningensretning. Labradorisering opstår ved at lyset brydes i mineralets indre struktur (diffraktion i krystalgitterplanerne).



*Figur 1. En sleben skriftgranitisk pegmatit med det karakteristiske labradoriserende blå skær. Stykket er fra Bornholm. Foto: O.B. Berthelsen.*



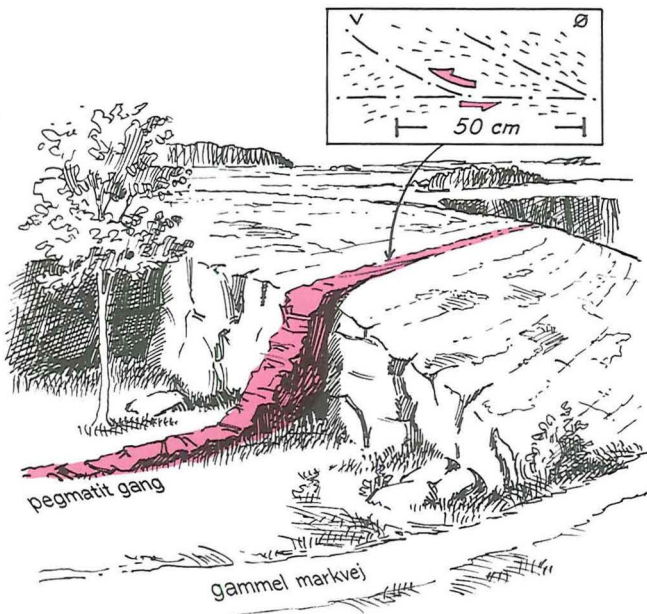
*Figur 2. Pegmatitgangen med kødrød feldspat står frem i det gamle granitbruds østre væg. Specielt på en fugtig regnvejrsdag ser man tydeligt den labradoriserende feldspat.*

Det er kun ganske få mineraler, som viser labradorisering. Mest velkendt blandt disse er feldspatmineralet labradorit, opkaldt efter Labrador i Canada. Den bedst kendte sten med labradorisering i Danmark er ledeblokken larvikit. Den er bragt hertil under istiden fra Oslofeltet med en isstrøm, der har skuret hen over fjeldene ved Larvik, hvor larvikitten intruderedes i Perm tiden. Ledeblokken larvikit findes hyppigst i det nordlige Danmark. Her findes de på strandene neden for klinter, der er opbygget af norske moræner. Under klintenes nedbrydning skylles stenene fri, og ledeblokke som rhombeporfyr findes hyppigst sammen med larvikit på de stenede strande.

Den smukkeste feldspat med indre blåt skær kaldes månesten. Det er det blå indre skær, der har skaffet månestenen sit navn, idet inderne mente, det var fremkaldt af månen. Tilmed troede man, at de smukkeste, blålige eksemplarer skulle være skyllet op af tidevandet, når solen og månen stod heldigt i forhold til hinanden.

Det nye fund af labradoriserende feldspat på Bornholm er gjort i et gammelt granitbrud med Rønne-granit i nærheden af Lobbæk. Selvom Rønne-granit består af 60 % feldspat (VARV 1983, nr. 3) udviser hverken plagioklasen eller mikroklinen i Rønne-granit labradorisering. Forekomsten af labradoriserende





Figur 3. Skitse af granitbruddet med pegmatitgangen, der løber tværs over bruddets bund. Øverst er vist en detalje af de sinistrale forkastningsprækker i den skriftgranitiske pegmatit.

feldspat er da heller ikke tilknyttet selve Rønne-granitten, men sidder derimod i en pegmatitgang, der løber tværs igennem det gamle granitbrud (figur 2 og 3).

Pegmatitgangen er ca. 1 til 1 1/2 m bred med en skarp lodret kontakt til Rønne-granitten (figur 4). Gangens strygning er  $100^{\circ}$  og med øst kiler den ind i en forkastningszone, der er sammenfaldende med den store VNV-ØSØ strygende forkastning, som adskiller nordbornholmske grundfjeld fra sydbornholmske sedimentområder. Det dominerende mineral i pegmatitgangen er en kødrød orthoklas. En brunsort varietet af kvarts danner 'grundmassen' for decimeter store grå og røde feldspat krystaller, hvori kvarts tillige optræder som skriftgranitisk indeslutninger (figur 5 og 6). Desuden forekommer radiale strukturer med mørke radioaktive mineraler i centrum (hønsereve) i spredte partier. Labradoriseringen forekommer i den røde feldspat, men tæt ved kontakten til gangen kan labradorisering også optræde i Rønne-granitten.

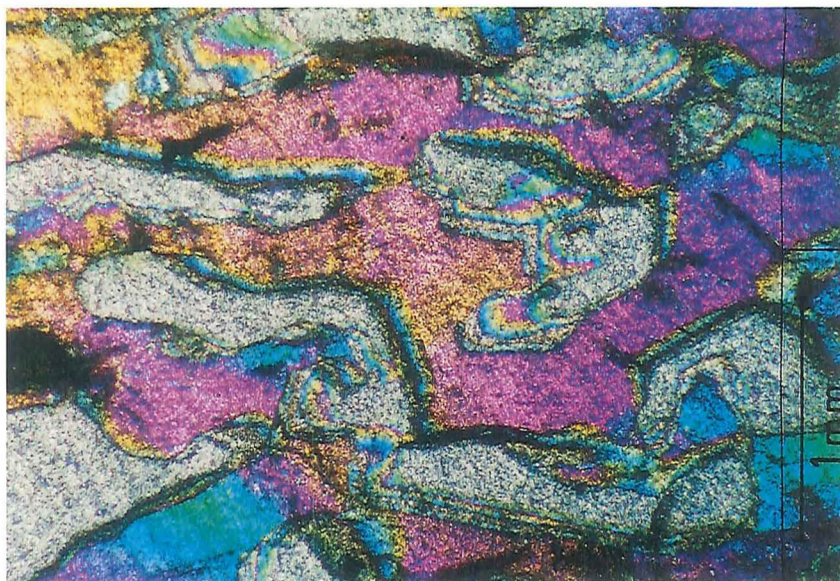
Pegmatitens tilknytning til forkastningszonen og dannelsen af skriftgranit, der vokser i retning af sinistrale forkastningsprækker, gør det sandsynligt, at pegmatitgangen blev dannet samtidig med forkastningsbevægelsen. Det er tilmed



Figur 4. Kontakten mellem pegmatit og Rønne-granit i forskellig målestok.



Figur 5. Gennemsavet pegmatit med skriftgranitisk sammenvoksning af feldspat og kvarts. Feldspaten er stedvis labradoriserende blå. 1/3 naturlig størrelse.

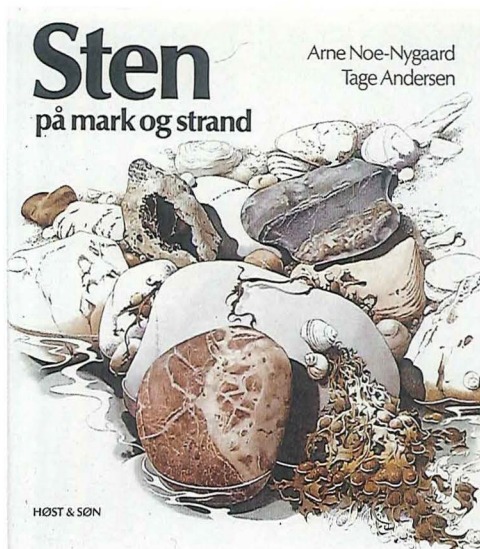


Figur 6. Mikrofoto af skriftgranitisk sammenvoksning af kvarts (grå) og feldspat (rødviolet). Krydsede polarisatorer.

sandsynligt, at en radiometrisk datering af pegmatiten vil kunne give en alder på bevægelsen langs med forcastningen. En nærmere undersøgelse af pegmatitens alder er derfor sat i gang i håb om at kunne få fastslået alderen af den voldsomme øst-vest gående forcastningsaktivitet på Bornholm. Så snart vi ved noget mere om dette spørgsmål, vil VARVs læsere naturligvis blive informeret.

Men selv om en labradoriserende feldspat således kan kaste lys over dele af Bornholms geologiske historie, så er det fascinerende ved månesten stadig dens eget indre bølgende, bløde, blå lysskær. Dette har givet ophav til magiske forestillinger i stil med dem, som kendes om de fleste andre smykkesten. Således anså Camillus Leonardus månestenen for at være i stand til at forsonde elskende ! Endvidere formodedes det, at månestenen kunne hjælpe tæringspatienter, når månen er i tiltagende, mens stenen, når månen er i aftagende, satte bæreren i stand til at forudse fremtidige begivenheder.

Man kan have sine tvivl om dette, men blandt kendere er der enighed om, at ingen erstatninger det være sig opaliseret glas, mælkekvarts eller hvid calcedon, kan give den samme effekt som det ægte månesten selv, se forsiden.



STEN PÅ MARK OG STRAND illustreret af Tage Andersen og med tekst af Arne Noe-Nygaard er udkommet på dansk (Forlaget Høst og Søn) nu i år. Prisen, 178 kr., forekommer umiddelbart enorm, for bogen er ikke på 100 sider. Den er imidlertid et pragtværk, og den vil få enhver sten- eller bogelsker til at savle! Dette skyldes først og fremmest illustrationerne og den måde, disse og teksten præsenteres på: smukt trykt på godt papir og i et format, hvor de djævelsk godt udførte tegninger kommer til sin ret, og den oplysende, men letløbende tekst kan læses uden lup.

Bogen vidner om det nære samarbejde, der har været mellem de to stenelskende, forfatteren, geologen Arne Noe-Nygaard og tegneren Tage Andersen. Dette samarbejde nåede næsten at blive fuldført, 62 sten blev gjort levende, inden Tage Andersen døde i 1981, to år før bogen udkom på svensk. Det, der ikke blev nået, er som det lille skår i en smuk terrin, der gør den endnu mere kær for kenderen. Det senere tilføjede kapitel om ledeblokke, der er vist med 25 farvefotos, er nyttigt, men virker dog som et forsøg på at klinke porcelænet.

Arne Noe-Nygaards tekst er præget af fortællerglæde. Svære fagudtryk er ikke søgt omskrevet eller fordanskede, men indføres og forklares nænsomt. Sproget er musisk, med komma, semikolon og punktum, og frister til højtlesning.

Asger Berthelsen

P.S. Bogen kan også købes i kiosken på Geologisk Museum.

# Bornholmske bjergarters temperaturer gennem tiden

## K & Ar i mineraler

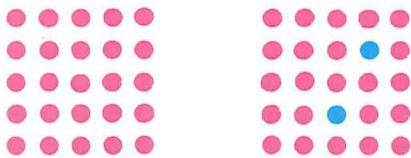
af Paul M. Holm

Bornholm består geologisk set af en horst af hævet prækambrisk grundfjeld, der dog på øens sydligste del er dækket af tykke lag af sedimentære bjergarter fra yngre perioder af Jordens historie (se f. eks. VARV's GEOLOGI PÅ BORNHOLM). I de senere år har netop disse yngre sedimentære bjergarter påkaldt sig interesse på grund af mulighederne for dannelse af olie og gas fra dem. Selve dannelsen af olie og gas afhænger blandt andet af, hvilke temperaturer et sediment har været udsat for, og i hvor lang tid. Er der således den rette type af organiske rester til stede i et sediment, kan olie dannes, hvis temperaturen øges i en periode. Bliver temperaturen derimod for høj, vil den dannede olie blive omdannet til gasser, som for eksempel kuldioxid. På Bornholm findes netop flere typer af sedimenter, der har et indhold af organiske materialer, der gør dem interessante i olie- og gas-efterforskningsmæssig henseende, blandt andet alunskiferen fra Kambrium. I denne artikel vil olie-efterforskningen dog ikke blive omtalt yderligere. I stedet vil vi se lidt på nogle resultater vedrørende selve temperaturudviklingen for de bornholmske bjergarter, der indirekte også vil være af betydning for bedømmelsen af mulighederne for eventuelt senere at finde olie og gas omkring Bornholm.

Der findes mange typer af værktøj til undersøgelse af temperaturændringer i bjergarter. Har der været tale om ændringer på flere hundrede grader, vil mange sedimenters mineraler omdannes til nye mineraler, og såkaldte metamorfe bjergarter blive dannet. Sker omdannelsen ved lavere temperaturer, taler geologer om diagenese. Også ved diagenese omdannes de oprindelige mineraler, og det er da især lermineraler, geologerne vil undersøge. Også andre metoder kan tages i brug: farveændring af fossilrester (conodontfarvning), bestemmelse af isotopsammensætningen af grundstoffer som kulstof, ilt og brint, samt de reflekterende egenskaber ved organisk materiale (vitritreflektans). Nogle af disse metoder vil blive omtalt i senere VARV numre. I de senere år er endnu en metode dog blevet meget anvendt, hvor temperaturbestemmelsen er baseret på fordelingen af argon-isotop fordelingen i mineraler. Det er denne metode og nogle resultater fra den på bornholmsk materiale, som denne artikel vil koncentrere sig om.

## K/Ar og $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ Ar metoderne til aldersdatering og temperaturmåling

Grundstoffet Kalium består af flere isotoper, hvoraf  $^{39}\text{K}$  er den hyppigste og udgør ca. 93 %. I alt naturligt Kalium udgør ca. 0.01 % isotopen  $^{40}\text{K}$ , der er svagt radioaktiv. En gang imellem indfanger et  $^{40}\text{K}$ -atom en elektron, og en neutron i atomets kerne bliver omdannet til en proton, hvorved et nyt grundstof er blevet dannet, nemlig Argon (Ar). Den dannede Argon har således samme antal neutroner plus protoner i kernen som moderisotopen af Kalium. Ved denne reaktion udsendes gammastråling, og det er denne stråling, som kan måles som radioaktiv stråling i laboratoriet. Henfald af  $^{40}\text{K}$  sker i et normalt adstadigt geologisk tempo: det tager 1.3 milliarder år at få omdannet halvdelen af alt  $^{40}\text{K}$  i en prøve til Argon.



Figur 1. En lille del af alt naturligt forekommende Kalium er radioaktivt. Ved en kernereaktion omdannes atomer af Kalium (rød) til grundstoffet Argon (blå).

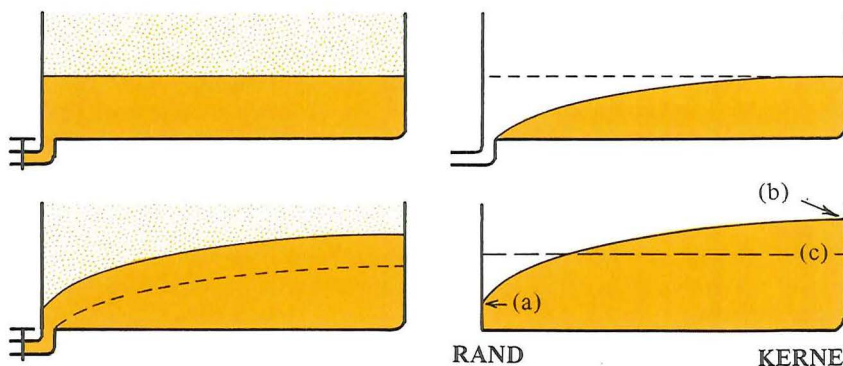
Kalium indgår i mange mineraler, og findes som K-ioner på bestemte pladser i krystalgitteret. Når et  $^{40}\text{K}$  atom henfalder til  $^{40}\text{Ar}$  forbliver det dannede atom på Kaliumpladsen i krystalgitteret, fordi Argon-atomets størrelse er næsten den samme som Kalium-atomets (fig. 1). Var dette ikke tilfældet, ville Argon atomet let kunne forlade mineralet og sive væk, idet Argon jo er en luftart tilhørende ædelgasfamilien og således ikke bindes som en ion i krystalgitteret. Har et mineral eksisteret i for eksempel nogle millioner år, kan dets alder måles ved at sammenligne mængden af  $^{40}\text{K}$  og mængden af  $^{40}\text{Ar}$  i mineralet. Jo mere  $^{40}\text{Ar}$ , der er blevet dannet, jo ældre er mineralet. Denne metode til absolut aldersdatering er blevet kaldt K-Ar-metoden.

Indholdet af Kalium i et mineral bestemmes ved flammefotometri. Efter at have opløst lidt af mineralet i syre, forstøves opløsningen i en meget varm flamme, og intensiteten af lys udsendt fra Kalium måles. Da  $^{40}\text{K}$  altid udgør en bestemt andel af den totale mængde Kalium, kan  $^{40}\text{K}$ -mængden direkte beregnes fra Kalium analysen. Ved bestemmelsen af Argon-mængden i mineralet benytter man sig af, at Argon er en gas. Man smelter mineralet i et vacuum-system og opsamler den frigiorte Argon. Denne gas leder man så ind i et massespektrometer, hvor man kan måle, hvor meget  $^{40}\text{Ar}$  der er til stede i det smeltede mineral. Alderen (t) af mineralet kan nu beregnes:

$$t = \frac{1}{a_1} \cdot \ln \left( \frac{{}^{40}\text{Ar} \cdot a_1}{{}^{40}\text{K} \cdot a_2} + 1 \right), \text{ hvor } a_1 \text{ og } a_2 \text{ er konstanter.}$$

Ved K-Ar-metoden kan det lade sig gøre at datere begivenheder gennem det meste af Jordens historie. Kun de alleryngste hændelser kan ikke dateres, fordi der er grænser for, hvor små mængder Argon, der kan måles i laboratoriet. Denne grænse rykker dog tættere og tættere på i dag, og mineraler dannet for blot nogle få tusinde år siden kan nu dateres ved K-Ar-metoden.

Der er desværre en alvorlig fejlkilde indbygget i K-Ar-metoden. Hvis et mineral bliver varmet op eller deformeret efter det blev dannet, kan Ar sive ud af minealkornene (ja, det kan for så vidt også godt sive ind). Dette medfører, at mange aldre beregnet efter ligningen ovenfor slet ikke svarer til virkelige begivenheder. Man vil for eksempel få en lavere alder end selve dannelsesalderen for et mineral, hvis det efter sin dannelse på et tidspunkt igen er blevet varmet op og derved mistede en del af sit dannede Argon. I modsætning til Argon vil Kalium ikke diffundere (sive) ud af mineralet under opvarmning, da Kalium jo er bundet som ion i krystalgitteret. Typisk vil således en genopvarmning til over 300° C medføre et tab af Argon fra de fleste mineraler, der normalt anvendes til K-Ar datering. Imidlertid er netop problemet med Ar-diffusion grundlaget for anvendelsen af K-Ar uret som termometer, så lad os derfor se nærmere på, hvordan denne diffusion af Argon i et mineral foregår.



Figur 2. En badekarsmodel for fordelingen af Argon i mineraler. Øverst til venstre vokser Argon-mængden i hele karret (kornet) ved henfald af Kalium. Nederst til venstre er afløbet i karrets ene side åbnet, og Argon bliver tappet fra karret (kornet). Dette svarer til diffusion af Argon ud fra mineralernes korngrænser ved en senere opvarmning. Øverst til højre er afløbet igen lukket (temperaturen faldet så meget, at Argon-diffusion er ophørt), og indholdet af Argon stiger igen jævnt. Nederst til højre ses fordelingen af Argon i karret på et senere tidspunkt. (a) viser tidspunktet for åbning af afløbet (= en temperaturpåvirkning af kornet), (b) tidspunktet for begyndelsen af karrets opfyldning (= minealkornets dannelses tidspunkt), og (c) viser tidspunktet for mineralkornets dannelse, hvis hele Argon-mængden måles.

Vi kan illustrere fordelingen af Argon i et mineralkorn med karret vist i fig. 2. Sand drysser jævnt fordelt ned i karret med en jævn hastighed. Hastigheden svarer til henfaldet af Kalium, og mængden af sand i karret svarer til mængden af dannet Argon. Efterhånden som tiden går, stiger sandets overflade op i karret, og efter en vis tid kan påfyldningen måles, hvis vi har sat målemærker på karrets sider. En opvarmning af et mineralkorn til så høj en temperatur, at Ar-diffusion begynder at kunne registreres, svarer i vort kar-eksperiment til, at vi åbner lidt for afløbet, som findes helt ude i karrets ene side. En højere temperatur svarer til en større åbning af afløbet i kortere tid. Sandet strømmer nu ud af karret og overfladen af sandet vil synke, mest ved karrets udløb (= mineralets overflade).

Afkøles mineralet igen (afløbet lukkes) vil overfladen af sandet igen begynde at stige jævnt, men formen vil blive bevaret. Nederst til højre i fig. 2 er slutresultatet vist, hvor vi efter nogen tid aflæser tidsforløbet på karrets rand. Dels kan vi aflæse hvor længe siden det var, siden afløbet var åbent (a), dels kan vi aflæse hvor længe siden det er, at vi begyndte at fylde sand i karret (b). Med stiplede linie er vist den gennemsnitlige højde af sand i karret, svarende til den alder (c), vi får, hvis vi målte den totale mængde sand (=Argon) i karret, og ikke sandmængden forskellige steder i karret. Denne alder (c) svarer til K-Ar-alderen.

I slutningen af 60'erne udvikledes K-Ar metoden yderligere. Udbygningen af metoden består kort i følgende: I en atomreaktor bestråles mineralet med neutroner. Dette medfører nogle kernereaktioner, hvor blandt andet  $^{39}\text{K}$  (den dominerende kalium-isotop) omdannes til  $^{39}\text{Ar}$ . Fordelen er, at man nu i stedet for at skulle analysere både for kalium og argon kan 'nøjes' med at analysere de to argon-isotoper  $^{40}\text{Ar}$  og  $^{39}\text{Ar}$ , hvor den sidste er udtryk for mængden af kalium i mineralet. I et gas-massespektrometer kan meget mindre mængder af de to argon-isotoper analyseres, og selve analysemetoden kan derfor gøres mere raffineret. Denne mere udviklede metode kaldes  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ -metoden. Ud fra forholdet mellem de to isotoper kan alderen for dannelsen af et mineral beregnes ud fra formlen:

$$t = \frac{1}{a_1} \ln \left( \frac{{}^{40}\text{Ar} \cdot a_1}{{}^{39}\text{Ar} \cdot J \cdot a_2} + 1 \right),$$

hvor  ${}^{40}\text{K} = {}^{39}\text{Ar} \cdot J$  og  $a_1$  og  $a_2$  er konstanterne fra tidligere.

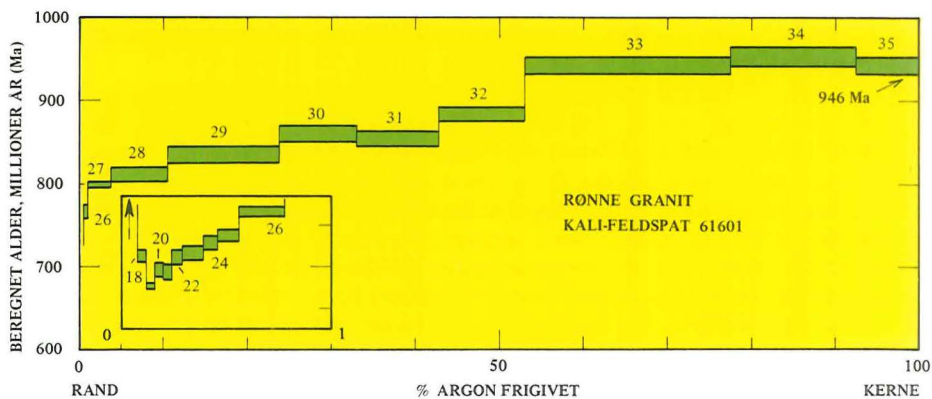
Denne udvikling af metoden betyder mere raffinerede analyser af resultaterne. Hvis vi, når vi skal udvinde argon-gassen af et mineral, som vi ønsker at datere, ikke straks smelter det men i stedet varmer det op i små trin ved stadigt højere temperaturer, vil vi kunne tappe  $^{40}\text{Ar}$  og  $^{39}\text{Ar}$  i portioner, som svarer til udsivning fra dybere og dybere dele af mineralkornet. For hver af portionerne kan vi beregne en tilsyneladende alder, og derved få et mere detaljeret indblik i fordelingen af Argon og 'Argon-alderen' i mineralet. Har et mineral for eksempel mis-



tet Argon på et tidspunkt, kan vi i princippet konstruere et diagram svarende til karret nederst i Fig. 2, hvor sandtykkelsen til venstre ved afløbet svarer til tykkelsen i randen af kornet, og sandtykkelsen til højre i karret svarer til alderen i kornets centrum. Metoden kan altså give mere detaljerede oplysninger om de tidspunkter, hvor udsivning af Argon ophørte i forskellige dybder af et mineral-korn, og således om tidspunktet ikke alene for mineralets oprindelige dannelses-tidspunkt men også om senere tidspunkter, hvor Argon-udsivning har fundet sted på grund af for eksempel højere temperaturer. Metoden kaldes  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ -metoden med trinvis opvarmning. Denne metode blev taget i brug ved Institut for Petrologi ved Københavns Universitet i 1984. Vi skal i det følgende kort se på nogle af de første resultater på mineraler fra Bornholm, og på hvad man kan bruge sådanne resultater til.

### Nogle ældre på bornholmske mineraler

Som det første eksempel kan vi se på det såkaldte aldersspektrum, der er opnået på en kali-feldspat fra Rønne granitten ved den trinvise analyse af forholdet, og som er vist i Fig. 3.



Figur 3. Fordeling af Argon i kali-feldspat fra Rønne granit, vist ved det såkaldte aldersspektrum, hvor alderen i forskellige 'niveauer' i kali-feldspat kornet er vist mod % frigivet Argon. Det indsatte diagram viser aldrene for de yderste 26 niveauer (trin) i kornet.

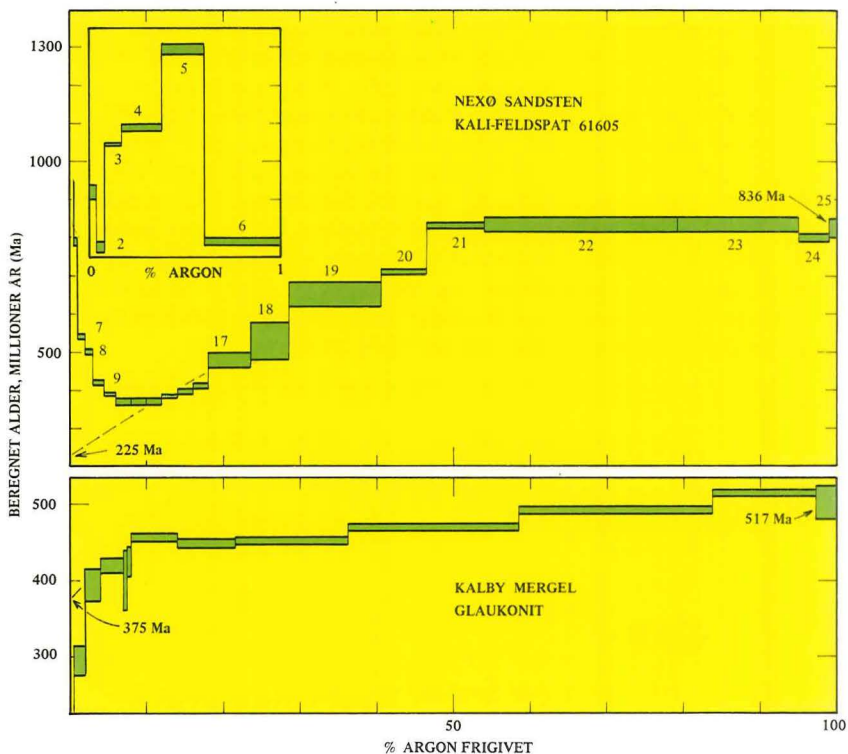
I alt er der analyseret 35 trin. For hvert trin er der foretaget en analyse af den frigivne Argon, og alderen for trinnet er beregnet. I Fig. 3 er så vist denne beregnede alder i forhold til hvor stor en procentdel af den samlede mængde Argon i mineralet, analysen repræsenterer. Man regner her endvidere med, at de første procenter repræsenterer mineralkornets yderste dele, og de senere mængder de dybere liggende Argon-mængder. Hvilke oplysninger kan vi nu få af diagrammet ?

For det første har Rønne granittens kali-feldspat ikke kunne holde på alt det  $^{40}\text{Ar}$ , der siden den først blev dannet er blevet dannet ud fra  $^{40}\text{K}$ . Aldersspek-tret svarende til mineralets dybere dele, trinene 27 til 35, kan tolkes på to må-der: Enten er feldspaten blevet varmet op efter sin dannelse og noget  $^{40}\text{Ar}$  si- vet ud, eller også er den afkølet så langsomt fra sin dannelsestemperatur, at vi kan måle tidsforløbet af afkølingen gennem det temperaturinterval, hvor diffu- sionen af Ar standser i feldspaten. Ud fra andre erfaringer er det mest sandsyn- ligt, at der er tale om en langsom afkøling af Rønne granitten. Ud fra diagram- met kan vi således aflæse, at de centrale dele af feldspat-kornene ophørte med at miste  $^{40}\text{Ar}$  for ca. 946 millioner år siden. Forlænges en kurve gennem trine- ne 27 til 35 helt til randen af kornet, fås en skæring ved omkring 800 millioner år. Gennem disse ca. 150 mill. år sivede Argon stadig ud af mineralets rand, men langsommere og langsommere. Da vi endvidere ved, hvor hurtigt Argon diffunderer gennem kali-feldspat ved forskellige temperaturer, kan vi ud fra de analyserede mineralalkorns størrelse også beregne en temperatur til hvert trin i spektret. Der er dog af flere grunde en vis usikkerhed på disse temperaturbereg- ninger, som vi ikke skal komme nærmere ind på. Men generelt kan man sige, at aldersspektre for feldspater afspejler et temperaturskift indenfor temperatur- området 100-200 °C. Dette er geologisk set ret lave temperaturer, men analyser af mineraler som glimmer og amfibol vil kunne vise temperaturbegivenheder omkring henholdsvis 350 °C og 550 °C.

Ser vi derefter på den del af aldersspektret, der repræsenterer kornenes yderste dele, det vil sige trinene 1 til 26, er spektret meget mere kompliceret. Trinene 26 til 19 viser kraftigt faldende aldre mod randen af kornet. Denne del af spek- tret kan tolkes som resultat af en senere opvarmning af kali-feldspat kornene (og dermed Rønne granitten), og som forstyrrede fordelingen af Argon. Denne påvirkning ses dog kun at have forstyrret de yderste dele af kornene, hvilket kan tolkes som, enten en opvarmning igen til ikke meget mere end ca. 100 °C, eller måske en lidt højere temperaturpåvirkning i kortere tid (for eksempel kun et par millioner år). Var det stejle forløb fortsat helt ud til randen af kornet, kunne tidspunktet for denne senere varmepåvirkning aflæses nøjagtigt af dia- grammet. Nu viser diagrammet imidlertid, at store mængder Argon (som vist ved høje aldre) er strømmet ind i kornets yderste dele, som vist ved trinene 18 til 1. Hvor denne Argon stammer fra kan ikke siges med sikkerhed, men sand- synligheden taler for, at den stammer fra dybere dele af Rønne granitten, hvor der på det samme tidspunkt er afgivet Argon som følge af den samme opvarm- ningsepisode. Ud fra forløbet af trinene 26 til 19 kan en alder på ca. 670 mill. år skønnes for den senere temperaturpåvirkning.

Det næste eksempel vi skal se på er Nexø sandstenen, hvis aldersspektrum er vist i Fig. 4. Nexø sandstenen er aflejret på de bornholmske granitters og gnej- sers nederoderede overflade. Sandstenen er dannet af materialet fra nedbrudte granitiske bjergarter, og feldspatkornene i den er således formentlig dannet på samme tidspunkt som feldspatkornene i Rønne granitten. Tidspunktet for

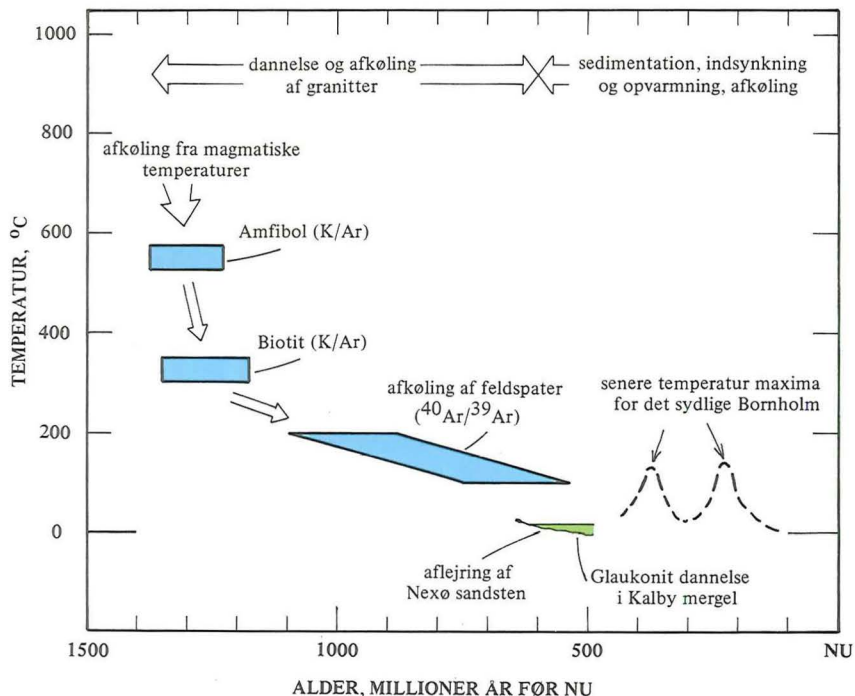
Nexø sandstenens dannelse kendes ikke helt nøjagtigt, men formodes at være tæt på grænsen mellem prækambrium og kambrium, der ifølge nyere undersøgelser er blevet placeret ca. 530 mill. år før nu.



Figur 4. Aldersspektrene for kali-feldspat fra Nexø sandsten (øverste diagram) og for glaukonit fra Kalby mergel (nederste diagram).

Det ses af aldersspektret for kali-feldspat fra Nexø sandstenen, at denne har lidt et betydeligt Argon-tab i de ydre dele. Havde kali-feldspaten kun gennemgået en afkøling som i Rønne granitten, ville dens aldersspektrum have et udseende som trin 27 til 35 i Fig. 3. Den laveste alder, der kan aflæses af Fig. 4, er imidlertid ca. 375 mill. år, hvilket er betydeligt mindre end den laveste alder for kali-feldspaten fra Rønne granitten, og også ca. 150 mill. år mindre end det formodede aflejringsstidspunkt for Nexø sandstenen. Vi ser altså, at Nexø sandstens feldspat er blevet opvarmet betydeligt mere end Rønne granittens, og at denne opvarmning er sket for mindre end ca. 375 mill. år siden. Forlænger vi trinene 13 til 20 ud til randen af kornet (til 0%), fås en alder på ca. 225 mill. år for denne seneste opvarmningsepisode.

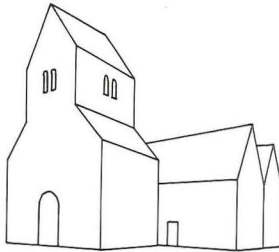
Som et sidste eksempel skal vi se på aldersspektret af mineralet glaukonit, der er et mineral som kun dannes i sedimenter afsat i havet. Den undersøgte glaukonit kommer fra Kalby mergelen, der ud fra sit indhold af fossiler er bestemt til at have en mellem kambrisk alder. Denne fossil-alder stemmer godt overens med alderen bestemt ved Argon fra glaukonit-kornenes centrale dele, nemlig ca. 517 mill. år. Ser vi på de ydre dele af aldersspektret for glaukonit (Fig. 4), ser vi et fald i aldre, hvor en forlængelse af trinene skærer randen ved ca. 375 mill. år. De alleryderste dele viser derimod aldre, der kunne tyde på en påvirkning af glaukonitten også for ca. 225 mill. år siden. Selvom en altfor detaljeret tolkning af de ydre dele af aldersspektret er lidt usikker, tyder andre aldersspektre glaukonitten også for ca. 225 mill. år siden. Selvom en altfor detaljeret tolkning af de ydre dele af aldersspektret er lidt usikker, tyder andre aldersspektre på bornholmske mineraler dog på, at de to aldre virkelig afspejler to temperaturpåvirkninger af glaukonitten og dermed af Kalby mergelen. Disse påvirkninger skyldes sandsynligvis en dyb indsykning af Kalby mergelen efter dens oprindelige dannelse i havet ved ca. 10 til 20 °C.



Figur 5. Forsøg på at sammenstille aldre og temperaturer bestemt ved de omtalte metoder i et diagram, der viser temperaturudviklingen for bornholmske bjergarter og mineraler de sidste 1500 millioner år.

Samler vi oplysninger fra aldersspektrene af analyserede mineraler fra Bornholm, kan vi forsøge af lave et diagram visende temperaturhistorien for bornholmske bjergarter gennem de sidste 1400 mill. år. Det er gjort i Fig. 5.

Temperaturudviklingen vist i Fig. 5 skal ikke opfattes som et meget detaljeret billede af temperaturudviklingen, men mere som en markering af de vigtigste temperatur-begivenheder på øen. Aldre og temperaturer opnået på glimmer og amfibol er opnået ved tidligere analyser, men bekræftet ved de igangværende nye undersøgelser. Disse nye undersøgelser viser dog også, at temperaturudviklingen på Bornholm ikke kan betragtes som den samme overalt på øen, men at dele af Bornholm har haft uafhængige og anderledes temperaturpåvirkninger end de her viste. Dette hænger sandsynligvis sammen med de mange forkastninger på Bornholm, der har forårsaget forskellige hævnings- og indsynkningshistorier for deparate bornholmske blokke. Så selv på så lille en ø Bornholm er, geologisk set, vil flere undersøgelser være nødvendige, før vi helt forstår dens temperaturudvikling fra Prækambrium til nu.



**KIRKEKVADER OG KLØVET KAMP** - en verden af sten. Forfattet af *Arne Noe-Nygaard*, 103 sider, illustreret. 1985, forlaget Gyldendal. Pris 98 kr.

Graniter og gnejser er blandt de mest almindelige bjergarter, vi kan finde i Danmark, men er også bjergarter, der ofte driller den interesserede, for de kan se så utroligt forskellige ud. Farverne kan være røde, grå eller næsten hvide, og i opbygning sribede, foldede eller plettede. Som strandsten er de ofte så små, at man står med en enkelt 'strib' eller 'plet', der skal helst større stykker til, for at man får det rigtige indtryk af bjergarten. Men hvor går man hen og finder store stykker i et land uden bjerge? Man følger med Arne Noe-Nygaard og fotograf Poul Pedersen rundt til de danske kampestens- og kvaderkirker, hvor der, med forfatterens egne ord er "hundredevis af små menneskeskabte 'klipper', ...opbygget af granit og gnejs".

Med sine mere end 100 illustrationer, hvoraf 85 er farvefotos af bjergarter i navngivne kirkers mure, har man en fortrinlig rejsefører og bestemmelsesnøgle og inspiration til selv at søge og finde mere. For de, der også vil kende bjergartens dannelsesmåde, og hvor den kommer fra, er der supplerende og velskrevne kapitler spændende fra mineralogi til ledeblokke. Kort sagt: En genial bog!

Steen Sjørring

# LÆSERSERVICE

## MERE OM BRUNKUL

I Danmark har brunkul været anvendt som brændsel til el- og varmeproduktion frem til 1972. Brunkullene blev især brudt i egnen syd for Herning, men der blev også foretaget systematiske undersøgelser i større dele af Midt- og Vestjylland. På grundlag af omtrent 14.000 borerer er der nu af Danmarks Geologiske Undersøgelse udarbejdet en rapport for Energiministeriet omhandlende Danmarks Brunkulsreserver. Rapporten er på 67 sider og indeholder yderligere 4 kort, der viser brunkullenes placering, samlet tykkelse af brunkulslag til 30 meters dybde, samt forholdet mellem samlet tykkelse af brunkulslag og mellem-liggende (især) sand. Indtil nu er der brudt ca. 36 mill. tons brunkul, og den beregnede reserve anslås til at være omkring 63. mill. tons brunkul ved anvendelse af visse begrænsende faktorer (graveindex), der omfatter lagtykkelser af brunkul i forhold til overjordstykkelser.

DANMARKS BRUNKULSRESERVER, DGU-rapportserie D nr. 2, 1984. Danmarks Geologiske Undersøgelse, Thoravej 31, 2400 København NV.

## ABSOLUT DATERING AF KVARTÆRT SAND OG LER

Inden for de seneste år er der blevet foretaget en række absolutte dateringer af kvartære sand- og lerforekomster ved hjælp af *termoluminescens*-metoden, en dateringsmetode, der bygger på, at visse mineraler, f.eks. kalkspat, feldspat og kvarts oplagrer strålingsenergi modtaget fra den radioaktive bestråling, der fremkommer ved henfald af naturlige radioaktive elementer i omgivelserne. Den energi, der opsamles i mineralerne kan udløses ved opvarmning, og jo længere mineralerne er blevet bestrålet, jo større energi har de indbygget. Ved at måle den oplagerede energi, samt at måle stedets nuværende strålingsaktivitet per år, kan mineralernes aflejringsstidspunkt beregnes, såfremt de var 'energifrie', da de blev aflejret.

Metoden er langsommelig og kompliceret, men også betydningsfuld og i en rivende udvikling. En velskrevet gennemgang af metoden med eksempler fra Danmark er givet af *Christian Kronborg* i *DANSK NATUR - DANSK SKOLE*, Årsskrift for 1984 (side 73-102). Varv har truffet aftale med DN-DS' redaktion om, at Varv-læsere kan købe dette Årsskrift til en favorpris på 30 kr. (Så får man i tilgift en ekskursionsfører for Mols og en artikel om kvægets flue- og myggefauna).

Årsskriftet kan fås ved henvendelse til: Ellen Bahnson, Gærdebred 20, 2300 København S. Husk at oplyse, at du er Varv-læser, ellers er prisen 50 kr!

## ER NATUREN I DIT AMT BESKREVET ?

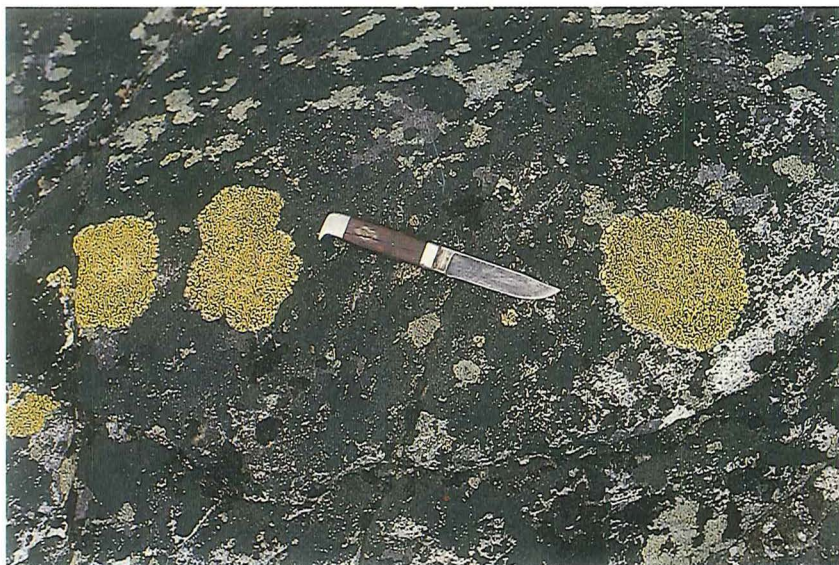
Amterne og Hovedstadsrådet udarbejder løbende rapporter om naturhistoriske og kulturelle forhold. Mange af rapporterne udgives i mindre oplag beregnet på planlægningen, men mange af dem er også små guldgruber for den interesserede, idet rapporterne ofte indeholder kort, billeder og tegninger, der viser hvad man kan finde hvor. Fra Amtsfredningskontoret i Århus har Varv modtaget et eksemplar af HEDER I ÅRHUS AMT. Bogen er på 144 sider og omhandler især de biologiske forhold. Bogen er bl.a. illustreret med en række fine stregtegninger af planter og dyr, og indeholder mere end 80 detailkort i 1:25.000 over udvalgte områder. Bogen falder naturligt ind i rækken af tidligere rapporter om Naturhistoriske forhold, Landskaberne og Strandenge, og koster som de øvrige kun 20 kr. Henvendelse til: Amtsfredningskontoret, Søndergade 74, 8000 Århus C. Samme sted kan man få en lille folder over publikationer, som er udsendt.

# lichenometri

af Steen Sjørring

Laver eller *lichener* er dobbeltorganismer, der består af enten en grøn- eller blågrønalge, som lever sammen med en svamp, og til fælles bedste. Denne livsform kaldes *symbiose*. Der findes omkring 20.000 forskellige lav-arter, og de er vidt udbredt i alle klimaområder, hvor de sidder fasthæftet på træer, jord eller klipper. Nogle af disse lav-arter har vist sig at kunne tjene geologien ved, at de kan anvendes til datering, man taler så om *lichenometri*, der er en metode til gennem måling af lavers størrelse på en sten eller klippeoverflade at bedømme længden af den tid, stenens eller klippens overflade har været tilgængelig for lav-vækst. Udgangspunktet er, at sten eller klippeoverflader, der nyligt er blevet blotlagt, f. eks. smeltet frem fra en gletscher, bliver beboet af laver. Nogle af arterne vokser tilsyneladende med en bestemt hastighed, og kender man den, skal man blot med en lineal eller tommestok måle sig frem til, hvor længe siden stenen eller klippeoverfladen blev beboet.

Normalt måler man den største diameter, idet de laver, der er de største, også er de tidligste indvandrere. Det forudsætter naturligvis, at der ikke har været 'overlevende' laver på stenene eller klippeoverfladen, og skal man måle tid, er det også en forudsætning, at laverne er indvandret umiddelbart efter at stenen eller klippen er blevet blotlagt. Endelig afhænger lav-arternes størrelse også af den interne konkurrence, hvor meget plads har der været til rådighed, og hvem er dominerende blandt flere forskellige arter. Underlagets beskaffenhed samt klimaforholdene spiller naturligvis også ind, og ofte på en måde, som kan være vanskelig at vurdere.



*Nogle eksemplarer af lav-arten Rhizocarpon geographicum. Disko, Grønland.*

Ikke alle lav-arter er lige egnede til denne slags målinger, men erfaringerne viser, at *Rhizocarpon geographicum* (se billedet) er blandt de bedste. Denne art har været anvendt i Alperne til at datere frilægningen af de enkelte randmoræner, der er blevet blotlagt ved gletschernes afsmeltning. Ved at sammenholde de målte diametre med historiske oplysninger når man frem til en voksehastighed på omkring 0.5 mm/år for diameteren. Alt lyder legende let, men et af de største problemer er desværre, at kunne bestemme de enkelte laver til rigtige arter. Det er faktisk et job for specialister. Alligevel kan man da prøve, og selv om vi i Danmark ikke har stenrige randmoræner at måle på, så er der jo mulighed for at måle på sten i gamle bygningsværker, kirker, herregårde og gamle markdiger for at se, om der er en 'fælles' største diameter. I Norge og Sverige er der i fjeldene bedre mulighed for at teste metoden tæt ved ismasserne.