

Bryggerens vand
Fra potteskår til oliegeologi

Bryggerens vand



Ib Marcussen og Niels Kelstrup

I TV-serien om brygger J. C. Jacobsen hører vi blandt meget andet om de store vanskeligheder, der var med at få tilstrækkeligt vand til det ny bryggeri på Valby bakke.

Men hvad var årsagen - hvorfor blev brøndene tørre og måtte uddybes?

Da brygger J. C. Jacobsens far, Chresten Jacobsen Nørkjær, flyttede til København i begyndelsen af 1800-tallet, var vandforsyningen til byen baseret på brønde og overfladevand fra søer i omegnen. Borgerne kunne få vandet af tre forskellige kategorier: "Pumpevand", "Springvand" og "Brøndvand".

Fra Damhussøen blev vand ført ind gennem Ladegårdsåen til Peblingesøen og Sct. Jørgens sø og videre herfra i lukkede trærender til offentlige pumper, vandposte, rundt om i byen (Pumpevand). Fra søerne nord for København, Gentofte

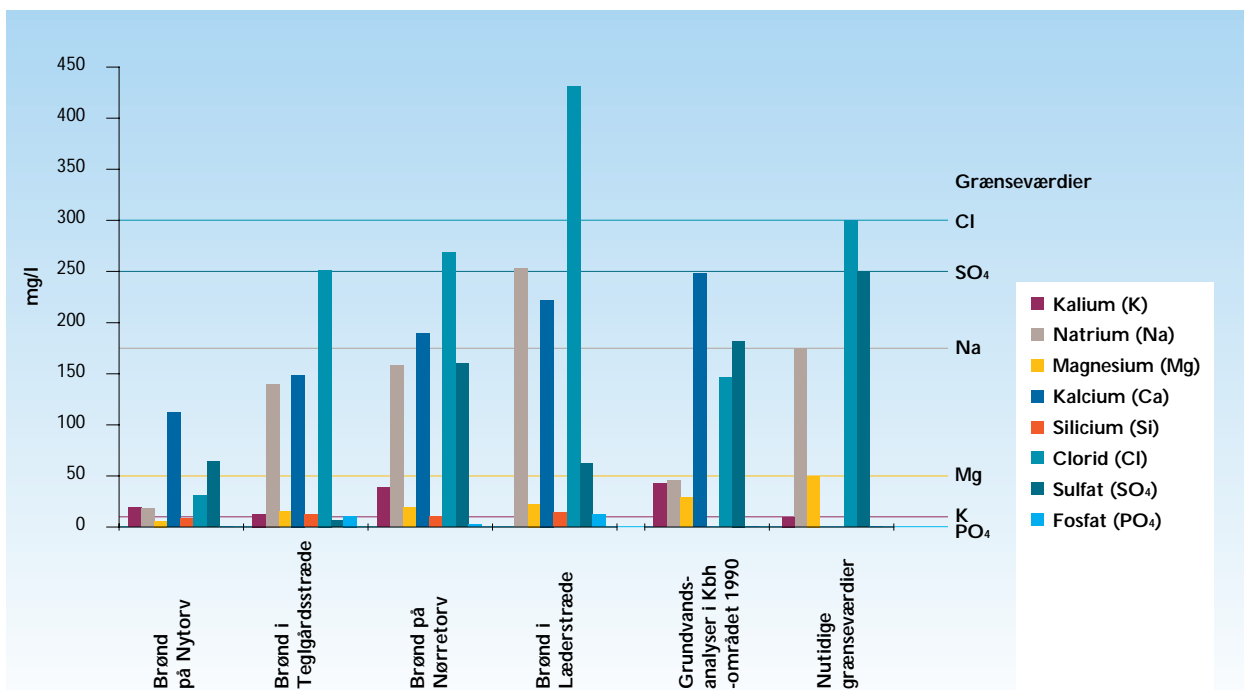
sø og Søborg mose blev vand (Springvand) ført i render til springvand flere steder i byen. Vandet i springvandene var af en bedre kvalitet end "pumpevandet", og derfor skulle borgerne betale dobbelt så meget for dette vand som for vandet fra pumperne.

Pumpevandet var meget forurenet og om sommeren var det lunkent. Da det som nævnt var vand fra søerne indeholdt det, foruden brun humussyre og andre kemiske forbindelser også af og til biologisk materiale som for eksempel døde fisk og levende organismer. Renderne, som vandet blev ført frem i, var ikke tætte, og de lå ikke særlig dybt nede i jorden - en jord der de fleste steder bestod af fyld. Der var intet lukket kloaksystem, men rendestene fungerede som åbne kloaker, der førte det brugte vand med indhold af alskens affald, ned til havet i havnen. Pumpevandet blev i folkemunde kaldt "ålesuppe" fordi man ikke sjældent fandt levende ål ved pumperne.



Brygger J. C. Jacobsen. Maleri af August Jerndorff. Kilde: Carlsberg A/S.

I vandet fra de gravede brønde i byen (Brøndvand) var forureningen knap så synlig, men at vandet ikke var godt, vidner fire kemiske analyser fra 1847 om.



Figur 1. Professor G. Forchhammer var i 1840 og 1850'erne meget optaget af få igangsat forbedringer af vandforsyningen til København. Han ledede et borearbejde der foregik vest for byen, og sammen med sin unge assistent F. Johnstrup analyserede han drikkevandet i byen.

Den gengivne tidlige miljøundersøgelse viser tydeligt hvor galt det stod til. Brønden på Nytorv har det bedste vand viser den kemiske analyse, men af beretninger fremgår det, at det lugtede stærkt af svovlbrinte. De andre brønde har et meget stort indhold af fosfat samt natrium- og kaliumklorid, og det viser, at de er kraftigt forurenede; formodentlig af kloakvand. Der er desværre ikke analyseret for nitrat, men Johnstrup skriver at indholdet var stort, da der udvikles den røde luftart kvælstofforilte ved tilsætning af svovlsyre. De nugældende grænseværdier for stofferne i drikkevand er angivet til højre, og markeret med linier henover diagrammet.

Kilde: Fra Johnstrup 1847: Undersøgelse af Brøndvand i København.

For at forbedre den meget dårlige vandforsyningsituation i København havde Kongen i 1805 nedsat en Vandkommission, og den unge ingeniør F. Johnstrup fik til opgave at undersøge byens brønde. Der var i alt 447 brønde. Af dem var 196 i uorden, tildækkede eller ikke til at lokalisere. 166 blev ved en gennemgang anset for at være ubrugelige. Fra de sidste 85 brønde skulle vandets kvalitet undersøges nærmere. Af tidsmæssige årsager og fordi han mente, at de fleste af disse brønde alligevel ikke kunne levere brugbart drikkevand, udførte han kun kemiske analyser på de fire, som er gengivet i skemaet fig.1. Med de resultater, der kom ud af tre af analyserne, får man et indtryk af, hvorledes vandet må have være i de brønde, der ikke blev analyseret. Det gik da også galt; i 1853 udbrød der en koleraepidemi, hvor 4737 eller 3,6% af byens indbyggere døde.

Rigeligt, godt vand er et krav for Bryggeren

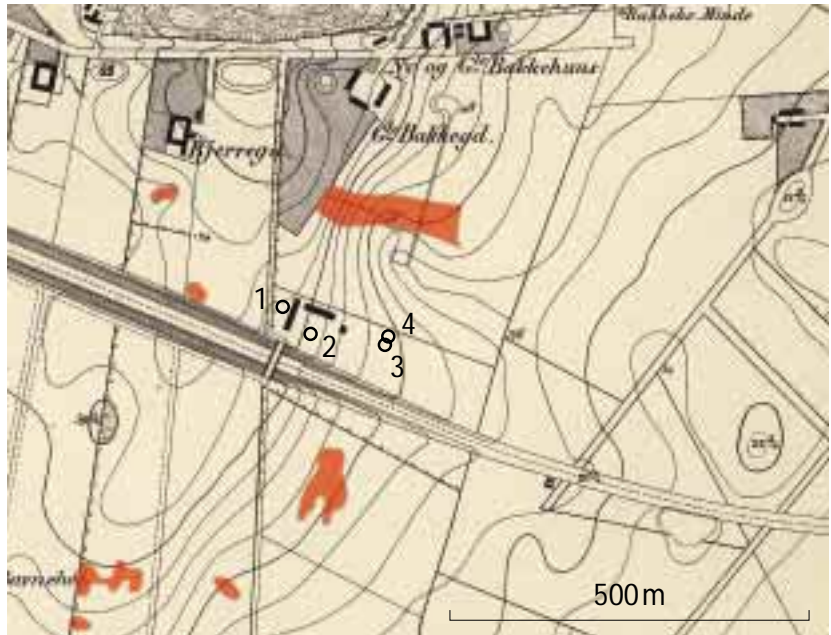
For et bryggeri er det selvsagt af afgørende betydning, at der kan skaffes rent vand og at det findes i tilstrækkeligt store mængder. Disse to krav var det umuligt at få opfyldt indenfor voldene i det gamle København. Det indså brygger J. C. Jacobsen.

J. C. Jacobsen havde overtaget bryggeriet i Brolæggerstræde ved faderens død i 1835. Indtil da var der blevet fremstillet hvidtøl på bryggeriet, men den unge brygger gjorde, som vist i TV-serien, forsøg med at fremstille bayersk øl. En sådan produktion forudsætter, at der findes kølige lagerkældre. Indenfor voldene, ligger terrænet lavt og der ville blive fugtproblemer i dybe kældre. Desuden består jorden her i høj grad af fyld, der groft sagt for det meste er gammelt affald, og det ville ikke få kældrene til at dufte af violer.

Tanken om at flytte bryggeriet udenfor byen var nærliggende.

Bryggeriet flytter udenfor voldene

Men hvor kunne man få tilgodeset kravet om godt vand? Flere steder blev undersøgt. Nord for byen var der kilder, men som det senere vil fremgå, havde man fun-



Figur 2. Udsnit af topografisk kort udgivet af Generalstaben i 1848. Måleforholdet var 1:10 000, og kurverne viser højdeforskelle på 5 fod (gengivelsen er lidt formindsket). På kortet ses østsiden af Valby Bakke med Søndermarken øverst i venstre side. På bryggeriet Carlsberg er de tre første bygninger angivet. Det er fra venstre bryggerbygningen, Lagerkælderbygningen og den mindre staldbygning. De to førstnævnte bygninger har dybe kældre, der står i sandaflejringer. Med cirkler er angivet de fire første brønde, der blev gravet. Med røde prikraster er angivet sandgrave.

det gode forekomster af vand vest for byen, så brygger Jacobsen vendte sine interesser mod disse egne.

I 1845 – 46 var Industriforeningen ved Aktieselskabet "Det sjællandske Jernbaneselskab" i gang med at anlægge jernbanen fra



I udgravningerne til jernbanen så brygger Jacobsen at der var meget vand i Valby Bakke, og det var en medvirkende årsag til at bryggeriet kom til at ligge her.

Kilde: Fotografiet er fra TV-serien Bryggeren, udlånt af Nordisk Film Production AS. Foto Søren Rud.

København til Roskilde. Banen skulle passere den sydlige del af Valby bakke, og for at formindske stigningen på banen, blev der foretaget store udgravninger i bakken.

I profilvæggene så brygger Jacobsen vandet strømme ud af jorden, og gårdene og den øvrige bebyggelse på bakken havde vand i brøndene; joh! der var vand i Valby Bakke; det var åbenbart. Hans ven, kemikeren, docent C.T. Barfoed, undersøgte vandet og fandt at det var rent, hvad man kunne forvente i disse landlige omgivelser. Her var der også masser af plads til opførelsen af det nye bryggeri.

Beslutningen blev taget!

Der bliver gravet brønde

Brygger Jacobsen gik hurtigt i gang med byggeriet og med at få gravet en brønd, der kunne forsyne bryggeriet med vand.

Brønden (nr.1) blev gravet om vinteren 1846-47 oppe på toppen af bakken (kote ca. 20 m). Man nåede godt 4 meter ned i sandaflejringer og måtte så holde op, fordi tilstrømningen af vand var for stor. Vandspejlet stod da 0,6 m under jordoverfladen. Det lovede jo godt - men allerede året efter var der vanskeligheder. Vandstanden var sunket og brønden måtte udnydes to gange i løbet af det følgende år (1848). Til sidst nåede man ned til, hvad der antagelig var moræneler, og så var der ikke mere vand.

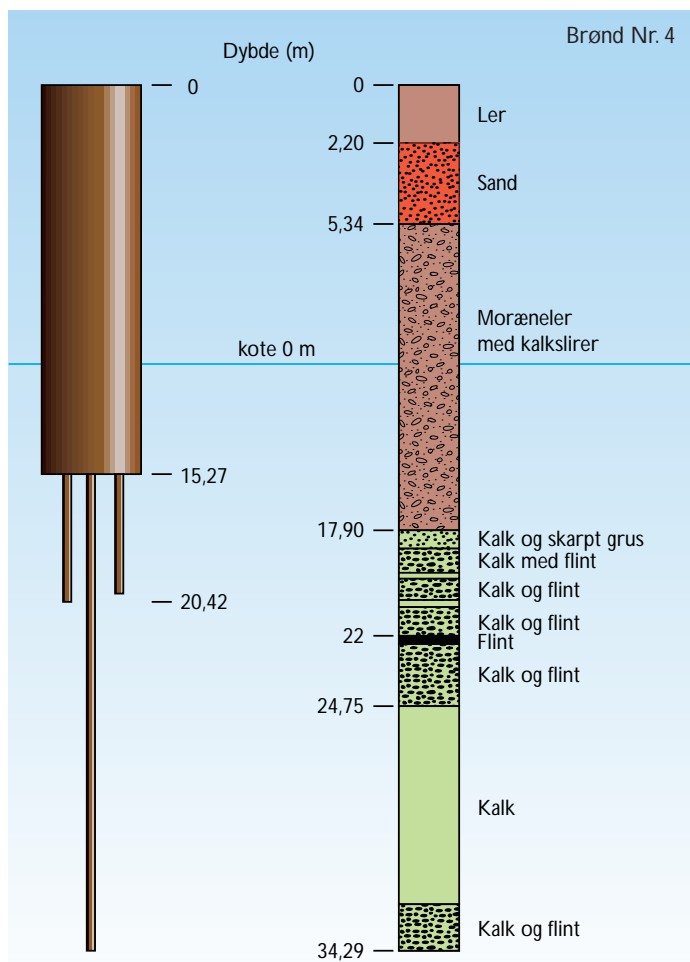
Situationen var alvorlig, ja kritisk, og man gravede derfor (i vinteren 1847-48) en ny brønd (nr. 3, Havebrønden) på det lavereliggende område mod øst (kote 11,3 m; i den nu-

værende Æresboligs have). Da der var vanskeligheder med at få vandet fra denne brønd op til det højereliggende bryggeri påbegyndte man endnu en brønd (nr. 2, Mellebrønden) i foråret 1848. Denne brønd kunne imidlertid ikke yde særligt meget vand. Derimod syntes den lavtliggende brønd nr. 3 at være god.

I nogle år har de to brønde kunnet yde tilstrækkeligt vand, men ølproduktionen steg og dermed også vandforbruget.

Det første år blev der fremstillet 2700 tønder øl (svarende til cirka 4325 hl), men allerede fire år efter var produktionen 3550 tønder (ca. 5680 hl). Til fremstilling af øllet medgår en betydelig større mængde vand, end det der bliver til det færdige øl. Så meget vand var det vanskeligt at få i de løse aflejringer oven på kalken.

Brygger Jacobsen kontaktede professor i geologi ved universitetet og medlem af den kongelige Vandkommission G. Forchhammer for at få råd.



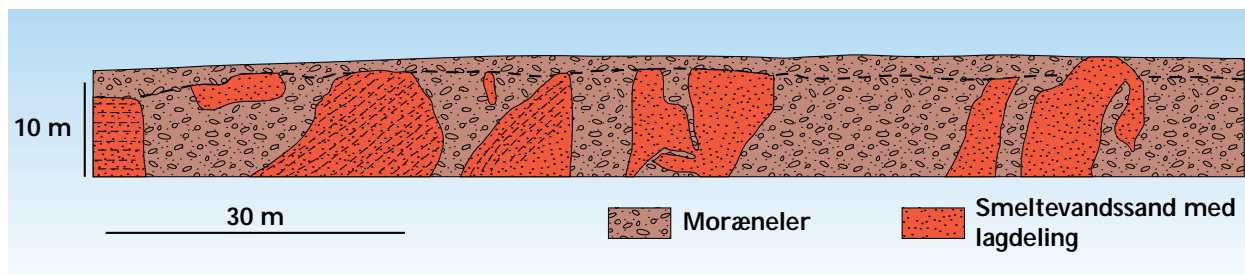
Figur 3. Tegningen illustrerer på sin måde de problemer brygger J. C. Jacobsen havde med at få tilstrækkeligt vand til bryggeriet de første 20 år. De tre først anlagte brønde kunne ikke yde tilstrækkeligt til den stigende produktion, og en ny brønd med en boring måtte sættes i gang.

I august 1855 påbegyndtes udgravningen til den nye, store brønd. Den blev muret op af tilhuggede kalksten. Fire år senere blev der boret to "korte" boringer i bunden. Brønden gav nu rigeligt med vand, og i næsten 10 år synes vandforsyningen at have været sikret. I slutningen af 1860'erne er der ikke tilstrækkeligt med vand, og i 1869 sættes en boring ned imellem de to ældre boringer.

Vandforsyningen til Gamle Carlsberg var nu sikret.

Forchhammer havde i 1846 anbefalet, at der blev boret syd for Tåstrup ved Tåstrup Valby, og man havde fundet artesiske vand i en dybde af 13,5 m under overfladen. Vandet kom op af borerøret med en sådan kraft "at en Steen af en knyttet Haands Størrelse blev svævende paa Toppen af denne Springbrønd, der i hvert døgn gav 13000 Tønder Vand" (cirka 1700 m³). I 1851 havde Københavns kommune påbegyndt boringer nordvest for Damhussøen i Harrestrup åens opland; også disse boringer var artesiske. Vandet kom op af borerøret i en 3 meter høj stråle og ydelser var 1577 m³ i døgnet.

Forchhammer havde den opfattelse, at det rige grundvandsmagasin var knyttet til et sandet-gruset sediment, Grønsand, der var blevet aflejret i den sene del af kridtperioden. Ved sine geologiske undersøgelser havde Forchhammer fundet Grønsandet ved Køge å, og han mente det strakte sig i et bælte i nordlig og nordnordvestlig retning, fordi der i den retning var mange kilder. Ud til siderne for dette strøg syntes Grønsandet at kile ud. Der var altså ikke



Figur 4. Profil optegnet på nordsiden, vest for Carlsbergbroen i udgravningen til jernbanen i 1890'erne. Uregelmæssigt formede legemer af smeltevandssand ligger i moræneler. Brygger J. C. Jacobsens første brønde har stået i sådanne sandlommer. Ved udgravningen til jernbanen er de blevet tappet for vand. Også i dag er de tørre. Profilet blev opmålt af Rosenkjær, Rosenkrantz og Hartz.

grund til at forvente, at det lå under Valby bakke. Forchhammer kunne derfor ikke anbefale brygger Jacobsen, at forsøge at bore ned i kalkaflejringerne for at finde vandførende aflejringer af Grønsand.

Men det var jo et spørgsmål om bryggeriets eksistens, så det var vel et forsøg værd, må man formode Bryggeren har tænkt, for der blev boret ned i kalken.

Boringer i kalken blev forsøgt

I efteråret 1855 blev der gravet en ny, stor brønd (nr. 4), og man planlagde at bore ned i kalken fra bunden af brønden. Brønden blev lidt over 15 meter dyb, og den havde et areal på cirka 12 m². Fire år senere blev der boret to boringer fra bunden af brønden, og i den ene blev der i 18 meters dybde nået et stærkt vandførende gruslag. Vandforsyningen var igen sikret - troede bryggeren.

Produktionen steg stadig, og hen mod slutningen af 1860'erne var der på ny problemer med at få tilstrækkeligt meget vand. Man forsøgte - på trods af Forchhammers råd - at bore videre ned i kalken. I den store brønd (nr. 4) blev der i 1869 boret en tredje, 15 meter dyb boring imellem de to eksisterende boringer (fig. 3). På vej ned gennem kalken traf man skiftende lag af kalk, blød kalk og flint. I 34 meters dybde nåede man et stærkt vandførende flintlag. I borebeskrivelsen kan man læse, at vandføringen var stor "især ved det sidste Flintlag i 108 fods dybde, thi Vandet opkastede Boregruset". Med denne boring var vandforsyningen til Gammel Carlsberg sikret.

Vandforsyningen til Ny Carlsberg

I 1869 begyndte opførelsen af Annexbryggeriet, og vandforsyningen til det ny bryggeri blev baseret på boringer ned i kalken. I de følgende år blev der udført flere boringer og forskellige tekniske forbedringer indføres, men der var stadig vanskeligheder med at få tilstrækkeligt vand til den stigende produktion.

Hen imod århundredets slutning dukkede et nyt problem op. I nogle af boringerne begyndte mængden af magnesium- og natriumsalte at blive generende. Det salte vand kom op fra den dybe undergrund gennem en forkastningszone, som skærer igennem kalklagene. På et tidspunkt var det nødvendigt at få vand ude fra til ølproduktionen. Det naturlige mineralvand fra boringerne blev kun brugt til fremstilling af sodavand. Men i begyndelsen af 1970'erne opgav bryggeriet at indvinde vand fra egne boringer, og fik derefter udelukkende vand fra Københavns Vandforsyning til ølproduktionen.

Hvorfor havde Bryggeren svært ved at finde vand ?

De geologiske forhold

Alle de første brønde og boringer på Carlsbergs område, dels for at skaffe vand, dels for at få oplysninger om grundens stabilitet, når bygninger skulle opføres. Oplysningerne fra alle disse boringer giver indtryk af, at bakken i væsentlig grad er opbygget af moræneler, men at der også findes store og små legemer af smeltevandssedimenter; lagdelt ler og sand. Disse lag ser ud til at have en begrænset udbredelse og synes ikke at have forbindelse med hinanden.

I beskrivelserne af de gamle brønde i GEUS' borearkiv er der kun sparsomme oplysninger om de aflejringer brøndene stod i. Vi må derfor, på grundlag af de foreliggende oplysninger, forsøge at danne os et billede af, hvad der kan have været af jordlag.

Af topografiske kort fra 1848, 1865 og 1872 samt nutidige iagttagelser fremgår det, at der flere steder har været gravet sand eller grus i den sydlige del af bakken.

Da den nuværende jernbane skulle anlægges, hvor det gamle spor havde været, blev udgravningen stærkt udvidet og gjort dybere. Det store profil, der kunne ses i væggene blev opmålt og tegnet af geologer. Af tegningen ses, at der forekommer to forskellige jordarter i bakken: Moræneler, smeltevandssand.

I 1982 skete en udskridning i den nordlige væg i jernbanegennemskæringen, og geologer fra DSB undersøgte de geologiske forhold. Deres undersøgelser bekræfter det indtryk, man får af den gamle profiltegning.

Der er udført mange boringer på Carlsbergs område, dels for at skaffe vand, dels for at få oplysninger om grundens stabilitet, når bygninger skulle opføres. Oplysningerne fra alle disse boringer giver indtryk af, at bakken i væsentlig grad er opbygget af moræneler, men at der også findes store og små legemer af smeltevandssedimenter; lagdelt ler og sand. Disse lag ser ud til at have en begrænset udbredelse og synes ikke at have forbindelse med hinanden.



Figur 5. Billedet er taget i 1896 under arbejdet med udvidelsen af jernbanegennemskæringen i Valby bakke. I begge sider af billedet ses moræneler og i den midterste del af billedet ses et legeme af smeltvandssand. På skrå i sandet ses et lag moræneler der følger lagdelingen i sandet. Dette moræneler blev aflejret som en slamstrøm i det bassin hvor smeltvandsstrømmen aflejrte sandet. Lejringsforhold og sedimenterne (i profilet og i de mange borer) kan tolkes på den måde at bakken var et bassin i isen under afsmeltningen.

De hydrogeologiske forhold

Det nedsvivende vand fra jordoverfladen vil kunne samle sig i sandlegemerne fordi fortsat nedsvivning vanskeliggøres af omkring- eller underliggende lerlag. Der kan dannes "lokale, svævende" eller som det hyppigt kaldes sekundære grundvandsmagasiner. Længere nede i jorden ligger hovedgrundvandsmagasinet, der har en regional udbredelse. I området omkring Valby bakke ligger grundvandsspejlet, toppen af dette magasin, lidt ovenfor den øverste del af kalkaflejringerne.

Det må derfor antages at brygger Jacobsens første brønd stod i et sekundært grundvandsmagasin. Ved udgravningen til jernbanen og måske også de dybe udgravninger til bryggeribygningen (14 meter dyb) og lagerkældrene (9 meter dyb), er der skabt ændrede hydrologiske forhold i bakken, og de sekundære magasiner er blevet drænet ud i banegraven og ned i udgravningerne. Sandaflejringerne i bakken er i dag tørre, som det kan ses af tilstedeværelsen af rævegrave i skråningerne ud mod jernbanen.

Det var en fornuftig beslutning at grave de to næste brønde på den laveliggende del af arealet. Det viste sig jo også, at de gav vand i noget længere tid end den første brønd. Når der alligevel blev problemer med tilstrækkeligt vand i brøndene, skyldes det dels at de også efterhånden blev drænet og dels at indvindingen blev større end tilstrømningen.

Forchhammer var af den faste overbevisning, at vandet i den dybere undergrund var knyttet til Grønsandet. Hvis det var rigtigt, havde han ret i sit råd til bryggeren; han kunne godt opgave at lede efter vand under Carlsberg. Vi ved i dag, at Grønsandet ligger oven på kalken i de lavtliggende dele af København, og at Forchhammer havde ret i, at det ikke findes i Valbyområdet.

Men Forchhammer har ikke fået ret i sin opfattelse af, at det kun er Grønsandet der er et godt grundvandsmagasin. Den øverste del af kalkaflejringerne er ofte meget opsprækket og indeholder grove, løse lag, der kan indeholde og transportere meget vand. Brygger Jacobsen godtog ikke Forchham-

mers anskuelser, men fastholdt stædigt, at der måtte være vand under Carlsberg.

I 1859 blev der boret ned til den øverste del af kalken og et stærkt vandførende gruslag blev fundet (fig. 3). 10 år senere borede man endnu dybere ned i kalken og fandt flere horisonter, hvor kalken er løs, eller hvor løse flintlag var stærkt vandførende. Ironisk nok har disse profiler stor lighed med profilet i den boring, der 10 - 20 år tidligere var udført syd for Tåstrup. Toppen af kalken er den del i de geologiske aflejringerne, som de kommunale vandforsyninger i Københavnseggen i hovedsagen har hentet vand fra i snart 150 år.

Manglende generel geologisk viden, sammen med en tilsyneladende begrænset praktisk erfaring hos medhjælperne, i kombination med en stædig vilje hos brygger J. C. Jacobsen gav anledning til de første års problemer med vandforsyningen. Til gengæld var det bryggerens stædige trods mod den geologiske autoritet, der skaffede vand senere.



Kilde: Fotografi fra TV-serien Bryggeren, udlånt af Nordisk Film Production AS. Foto Søren Rud.

I TV-serien lader instruktøren Kaspar Rostrup vennen og lægen C. Djørup sige til J. C. Jacobsen, da de står og ser på alt det vand der strømmer ud i jernbaneudgravningen:

"Stakkels Valby bakke - uden bedøvelse - bare den ikke forbløder!"

Og det var præcis hvad der skete ☹

Referencer

M. Buch og C. I. Gomard

Danmarks Jernbaner
Axel Kappels Forlag, 1987. København.

I. Christensen og J. Frederiksen,

Et skred i Valby Bakke.
1983. Varv.

A. Fraenkel

Gamle Carlsberg: Et Bidrag til dansk
Industrihistorie og industriel Udviklings-
historie.
Hagerups Boghandel, 1897. Kjøbenhavn.

F. Johnstrup

Om Jordlagenes Forhold til det deri
ansamlede Vand, med specielt hensyn til
Kjøbenhavns Jordbund.

Triers Arkiv for Pharmaci og teknisk
Chemi IV; bd.B, 1847.

Københavns Vandværk 1859-1909

København's kommunalbestyrelse,
1909. København.

Christof Glamann

Bryggeren.
Gyldendal, 1991. København.

G. Forchhammer

Det nyere Kridt i Danmark.
Gyldendalske Boghandling, 1849.
Kióbenhavn.

V. Milthers

Nordøstsjællands Geologi.
Danmarks Geologiske Undersøgelse
V.række nr. 3, 1935. København.



Bryggerigården på Annexbryggeriet på Gammel Carlsberg. Akvarel udført af Rasmus Christiansen, 1896.

Kilde: Udlånt af Carlsberg A/S.

Fra potteskår til oliegeologi



Stefan Piasecki

En palynologisk forbindelse fra potteskår til oliegeologi

Alle med tendens til allergi og høfeber ved, at træer og planter producerer store mængder af pollen og sporer især om foråret og henover sommeren. Pollen og sporer bliver transporteret af vinden og strømmende vand og aflejres sammen med ler og sand i havet, i søer eller i menneskeskabte udgravninger og opfyldninger. De er modstandsdygtige over for de almindelige nedbrydningsprocesser, og derfor bevares de meget længe.

Fra ældre tider findes der pollen og sporer i lag ved landsbyer, bopladser og i køkkenmøddinger fra stenalderen. Resultaterne fra pollenanalyse kan fortælle om klimaet, dyrkede afgrøder, menneskelige aktiviteter og ikke mindst, om alderen på disse aflejringer. Der er opstillet pollendiagrammer, som viser udviklingen af vegetationen med stor præcision for eksempel i Danmark efter sidste istid, og diagrammerne kan bruges til aldersbestemmelse af lagserier i arkæologiske udgravninger og af de fund, som ligger i forskellige lag i udgravningerne.

Geologisk palynologi

På samme måde, men med mindre præcision, kan geologer datere lagserier, hvis alder tælles i 100 millioner af år i stedet for årtusinder som i arkæologien. Sammen med sporer og pollen fra landplanter bruges fossile encellede alger, som har levet i havet, for eksempel "dinoflagellat cyster" (figur 4) til aldersbestemmelsen. Studiet af alle disse organiske mikrofossiler kaldes palynologi: samlet kaldes de organiske mikrofossiler for "palynomorfer" eller "sporumorfer", og forskerne kaldes for "palynologer", uanset hvilken tidsskala der arbejdes med. Palynologi kan ud over datering af geologiske lag også bruges til bestemmelse af andre forhold. Sporer og pollens farve i en prøve afspejler for eksempel, hvor stor en varmepåvirkning, de og prøven har været udsat for. Uopvarmede sporer og pollen er ofte helt lyse og lidt glasagtige, men ved tiltagende opvarm-



Figur 1. Jydepotte.

ning ændres farven først til orange og senere til brune farver (figur 2). Til sidst bliver palynomorferne sorte og ugenomsindelige for lys, og når de er brændt helt af, bryder de ned i små, uigenkendelige stykker kul og er dermed forsvundet ud af palynologens arbejdsfelt. Denne farveskala svarer helt godt til det temperaturforløb, som en kildebjergart for olie gennemløber fra før den begynder at danne olie, til den kun danner gas. Farveskalaen indgår derfor i vurderingen af aflejningsbassinets opvarmingshistorie og deres oliepotentiale. Der kan tegnes kort, der viser varmepåvirkningen af bassinernes sediment (figur 2), og bassinets indsunkningshistorie og oliepotentiale kan rekonstrueres sammen med andre geologiske og kulpetrografiske eller organiskgeokemiske analyser.

Hvad er dinoflagellater?

Dinoflagellater er mikroskopiske, encellede alger med to flageller, som optræder både i fersk- og saltvand. De har fotosyntese (som planter) eller spiser andre encellede organismer. I flere leksika omtales de som panserflagellater, fordi mange

af dem har celluloseplader på ydersiden. I pladerne sidder forsvarsvåben, som affyres mod truende angribere. De er mest kendt for pludseligt at kunne formere sig voldsomt ved deling, og gøre vandet mælket rødt eller gulligt ("red tide"). Hvis det er en af de giftige arter, dør muslinger og fisk i området, mens mennesker bliver syge af at spise inficerede havdyr. Disse opblomstringer ("blooms") kan være økonomisk ødelæggende for fiskere, hav-dambrug og muslingeavlere.

Dinoflagellaterne er geologisk interessante, fordi de danner en hvilecyste (figur 4) af "sporopollenin". Det er samme materiale, som sporer og pollen er lavet af, og som kan bevares i geologiske aflejringer gennem hundreder millioner af år. Der er utallige former af fossile dinoflagellat cyster, og hver især er de lige så karakteristiske for deres tid, som en Fordvogn er for 1930'erne.

Jydepotter

Specielt på den jyske hede var der helt op til begyndelsen af 1900-tallet tradition for

at lave jydepotter som hjemmeindustri (figur 1). Når forårsarbejdet med såningen var overstået gik de flittige koner og piger i gang med at forme og brænde jydepotter. Arbejdet varede til høsten gik i gang og salget af potterne gav et tiltrængt tilskud til de fattige hedeboenders økonomi. En dygtig pottetkone siges at kunne producere 2-3000 jydepotter på en sæson. Både valg af ler, formningsteknik og brænding var af stor betydning for kvaliteten af det karakteristiske produkt, og denne viden gik videre gennem generationerne. Jydepotternes smukke sorte farve skyldes både at de ryges før brændingen, og at de brændes under reducerende forhold; det vil sige med mindst mulig ilttilførsel, så forbrændingen lige kan holdes i gang uden flammer.

Hodde landsbyen.

I 1971-73 blev en jernalderlandsby udgravet ved Hodde i Jylland. Landsbyen var beboet i tre perioder af tilsammen ca. 150 års varighed inden for de sidste 2 århundreder før Kristus. Der blev fundet rige keramikrester samt en struktur i den østlige del af byen, som sandsynligvis er rester af en keramikovn, og som dermed er Danmarks ældste keramikovn. Ved siden af ovnen var depoter af ler til pottemageren. Den fundne keramik spænder over næsten alle formål og former, og er af både grov og finere kvalitet.

Det rejser en række spørgsmål hos den nysgerrige: Er potteskårene i landsbyen af samme slags ler, som var efterladt ved ovnen? Hvad er det for noget ler, og hvor kommer det fra?

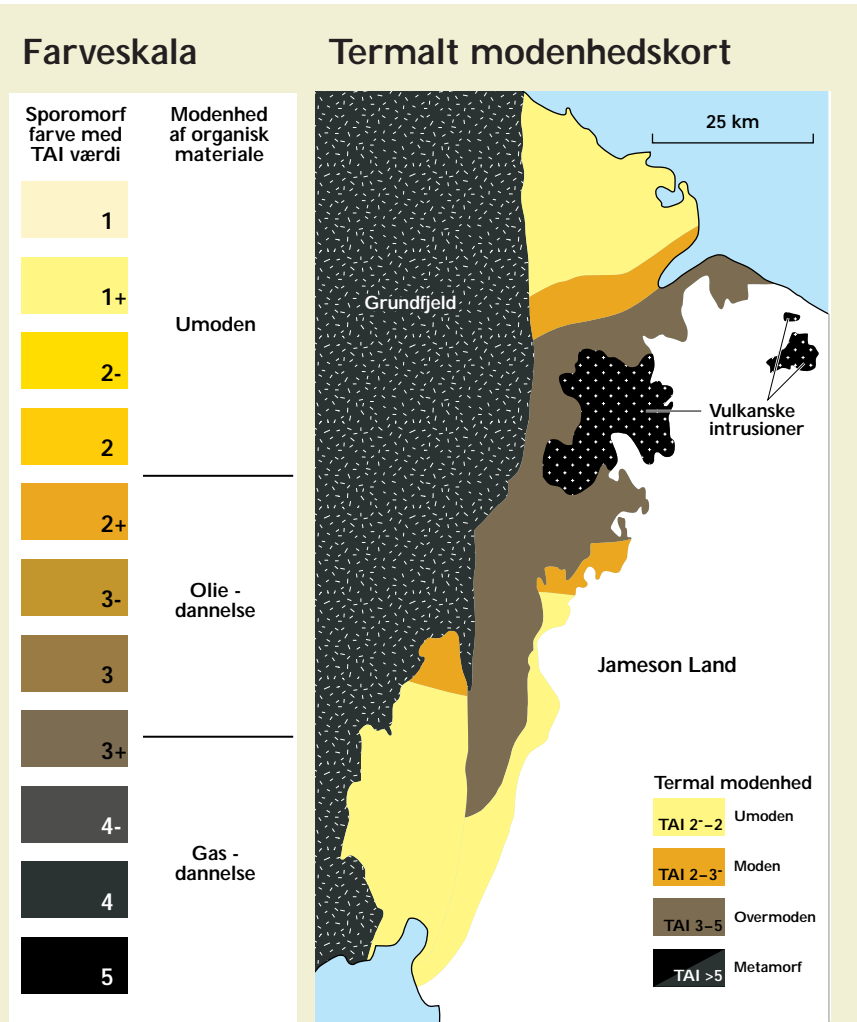
Der findes blandt andet sort ler lokalt i Hoddeområdet kaldet "Hodde ler" eller "Hodde Formationen". Det kunne have været brugt til fremstilling af jydepotter og eventuelt endda være årsag til udviklingen af denne specielle teknik. Hodde leret er af Miocæn alder, det vil sige fra den yngre del af Tertiær tiden, ca. 10 millioner år gammelt.

Undersøgelse af ler og potteskår

Potteskår fra Hoddelandsbyen og ubrændt ler fra keramikovnen i landsbyen, samt ler fra 2 kendte jydepotte-lergrave i Sønder-

jylland og nogle potteskår fra nybrændte jydepotter af dette ler blev syret væk i flussyre for at frigøre de organiske mikrofossiler i leret (sporer, pollen og især dinofla-

gellat cyster). Da det er velkendt, at palynomorfer bliver ødelagt ved høje varmegrader, der for eksempel fremkommer under bjergkædefoldninger eller i nærheden af

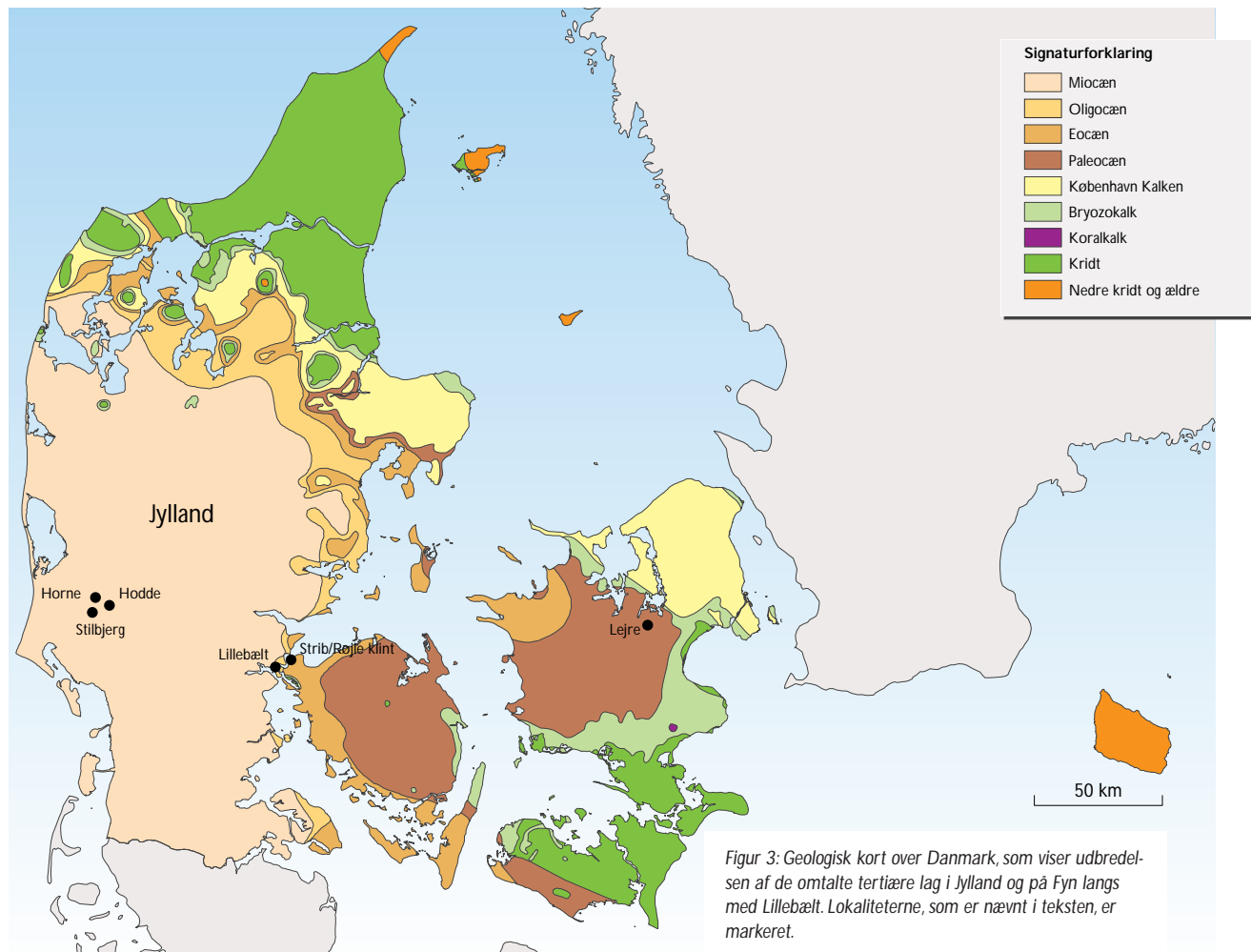


Dinoflagellat med en TAI værdi på 1+



Dinoflagellat med en TAI værdi på 4

Figur 2. Sporomorf (spore, pollen og dinoflagellat cyster) farveskala kombineret med et forenklet termalt modenhedskort over sedimenter langs den vestlige rand af Jameson Land bassinet i Østgrønland. Farveskalaen er kombineret med de såkaldte TAI værdier (Thermal Alteration Index [varme-farveændrings-indeks]) og sammenlignet med stadier i olie/gasdannelse fra det organiske indhold i de varmepåvirkede sediment. Grundfjeldet og de vulkanske intrusioner har været udsat for så høje temperaturer, at de er helt ude over skalaen (metamorfe). De vulkanske intrusioner har opvarmet de omkringliggende sediment, så de nu er i den gasdannende fase, men varmepåvirkningen aftager væk fra intrusionerne. Generelt er de ældste sediment i området mest varmepåvirkede, fordi de har været begravet dybest i bassinet, men langs randen af bassinet har de ofte kun været nede på ringe dybde, og er derfor umodne med hensyn til oledannelse.



vulkaniske intrusioner, var der ingen grund til at forvente resultater fra hverken de gamle eller de nye potteskår.

Overraskende Resultater

Det ubrændte ler fra Hoddelandsbyen indeholder velbevarede Øvre Paleocæn og Nedre Eocæn dinoflagellat cyster samt sporer og pollen (figur 4). Det er altså ikke Hodde ler af Miocæn alder, som blev brugt til jydepotterne.

De nærmeste dagblotninger af Paleocæn/Eocæn ler findes ved Lillebælt: "Kerteminde mergel" og "Søvind mergel" som er 60 til 50 millioner år gammelt, altså omtrent 40 millioner år ældre end "Hodde ler". Afstanden fra Hodde til Lillebælt synes umiddelbart at være en lang rejse for at hente ler især under jernalder forhold. Men det er geologisk velkendt, at den

fremrykkende indlandsis under is-tidene opbrød store, frosne flager af dette ler (se Røjle Klint ved Strib, figur 3), og i visse tilfælde førte flagerne videre mod vest, hvor de i dag ligger indlejret i de glacielle aflejringer oven på meget yngre aflejringer, for eksempel Hodde leret i det vestlige Jylland.

Det nye ler, som var indsamlet ved Stilbjerg og Horne, indeholdt også Nedre Eocæn dinoflagellater, og det vil sige at samme ler blev brugt i jernalderlandsbyen og af moderne keramikere til at lave jydepotter; næppe nogen tilfældighed.

Den største overraskelse er, at potteskårerne fra jernalderlandsbyen også indeholder dinoflagellat cyster; de er sorte/grå men genkendelige (figur 4). Leret, som potteskårene er lavet af, er også af Øvre

Paleocæn alder, så alt det undersøgte ler stammer fra samme geologiske tidsinterval i det ældre Tertiær.

De nye potteskår indeholder til gengæld kun meget lidt organisk materiale, som er helt forkullet i brændingen. Brændingen er foregået under kontrollerede forhold og derfor vides, at temperaturen har været over henholdsvis 700 og 735°C ☺

Yderligere informationer om Jydepotter kan fås fra:

Videoen "Jydepotten", Historisk-Arkæologisk Forsøgscenter i Lejre eller ved besøg i Forsøgscentret.

Bogen "Jydepotter og ildgrave" af Finn Lynggård.

Hvad resultaterne fortalte

På grundlag af resultaterne fra den arkæologisk/palynologiske undersøgelsen kan vi drage følgende konklusioner:

Pottemageren i Hodde jernalderlandsbyen valgte samme kalkholdige Nedre Tertiær ler til jydapotterne, som bondekonerne i 1800 tallet og som pottemageren i Historisk Arkæologisk Forsøgscenter i Lejre gør i dag.

Palynologi kan bruges til at identificere den geologiske oprindelsen af pottemagerler, og kan i visse tilfælde også bestemme oprindelse af potteskår på trods af den voldsomme opvarmning under brændingen.

Når palynomorferne har overlevet brændingen, må det skyldes, at de bedre kan overleve højere temperaturer under iltfattige forhold end under iltende forhold. Når temperaturen på 700-735°C ødelægger palynomorferne i samme slags ler, må de gamle potteskår have været brændt ved lavere temperaturer end de nye, men sandsynligvis over 400°C, hvor kemisk bundet vand frigøres. Men selv 4-5-600°C er meget høje temperaturer at overleve for palynomorferne.

Naturlig geologisk opvarmning/afbrænding af palynomorfer afviger på to væsentlige punkter fra brændingen af jydapotter i keramikovn. Det går langsomt; det tager normalt millioner af år (vulkanske intrusioner er undtagelsen). Desuden foregår det næppe under iltfrie forhold.

De fleste palynologer vil helst ikke sætte absolutte temperaturer på palynomorf-farveskalaen ofte til en vis irritation blandt oliegeologer. De omtalte resultater betyder, at måske er korrelation mellem farveskalaen og de præcise temperaturpåvirkningen af palynomorfer mere usikker end hidtil troet.

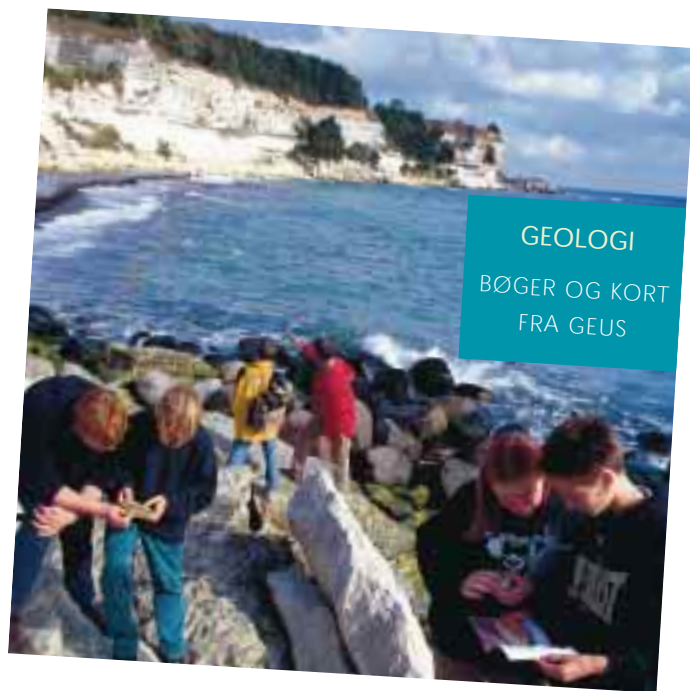
Yderligere information om palynologi kan fås fra GEUS eller på:

["www.centrum.dk/users/piasecki/cpsdk"](http://www.centrum.dk/users/piasecki/cpsdk)

Figur 4. Dinoflagellat cyster parvis af samme art, men henholdsvis fra potteskår (sorte) og fra ubrændt pottemagerler (lyse). Oppe fra er det *Caligodinium aceras*, *Cerodinium speciosum*, *Palaeoperidinium pyrophorum* og *Hystriochostrogylon membraniphorum*, som alle er gode repræsentanter for Palæocæn til Eocæn aflejringer i Danmark.

Målestokken viser størrelsen af dinoflagellaterne i μm ($50\mu\text{m} = 0,5\text{mm}$).





BØGER OG KORT FRA GEUS

Den 1. juni 1995 blev Danmarks Geologiske Undersøgelse (DGU) og Grønlands Geologiske Undersøgelse (GGU) sammenlagt til en institution med navnet:

Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse (GEUS).

Som en "bryllupsgave" modtog GEUS som gave fra Geografforlaget et tilbud om udgivelse af et katalog, der skulle rumme alle tilgængelige udgivelser indtil 1996 fra de to tidligere institutioner.

Kataloget er gratis og kan rekvireres ved henvendelse enten til GEUS eller Geografforlaget

Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse (GEUS), er en forsknings- og rådgivningsinstitution i Miljø- og Energiministeriet.

Institutionens hovedformål er at udføre videnskabelige og praktiske undersøgelser på miljø- og energiområdet samt at foretage geologisk kortlægning af Danmark, Grønland og Færøerne.

GEUS udfører tillige rekvirerede opgaver på forretningsmæssige vilkår.

Interesserede kan bestille et gratis abonnement på **GEOLOGI - NYT FRA GEUS**. Bladet udkommer 4 gange om året. Henvendelser bedes rettet til: Knud Binzer på GEUS.

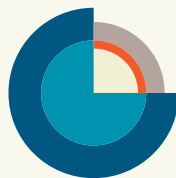
GEUS giver i øvrigt gerne yderligere oplysninger om de behandlede emner eller andre emner af geologisk karakter.

Eftertryk er tilladt med kildeangivelse.

GEOLOGI - NYT FRA GEUS er redigeret af geolog Knud Binzer (ansvarshavende) i samarbejde med en redaktionsgruppe på institutionen.

Skriv, ring eller mail:

GEUS
Danmarks og Grønlands
Geologiske Undersøgelse
Thoravej 8, 2400 København NV.
Tlf.: 38 14 20 00
Fax.: 38 14 20 50
E-mail: geus@geus.dk




G E U S

GEUS publikationer:

Alle GEUS' udgivelser kan købes hos Geografforlaget.

Henvendelse kan ske enten på tlf.: 64 44 16 83 eller telefax: 64 44 16 97.



Adressen er:
GEOGRAFFORLAGET 5464 Brenderup

ISSN 1396-2353

Produktion: GEUS Grafisk

Tryk: From & Co.

Forsidebillede: Carlsberg A/S

Illustrationer: Carsten Thuesen