

# Leter kun ett



*Andre steder i verden leter oljeselskapene etter "elefanter". Men de trives visst ikke i kaldt klima. I havområdene utenfor Vest-Grønland (på breddegrader tilsvarende Kristiansund til Bodø langs norskekysten) leter de derfor i stedet etter "mammutter". Nye data og grundige geologiske studier gjør at GEUS har blitt styrket i troen på at de lar seg finne. Derfor planlegges en ny markedsføringskampanje til våren for å lokke den internasjonale oljeindustrien til å lete mer.*

# er mammuter

*Sedimentbasengene utenfor Vest-Grønland dekker et areal som er like stort som Nordsjøen. Seks tørre brønner kan derfor ikke avskrive muligheten for fremtidige funn av olje- og gass. Geologene kan også vise til indikasjoner på kildebergart, gode reservoarer og store strukturer.*



Foto: Halidan Carstens

*Alle vet at Grønland har flott natur. Men – og det er alvorlig for dem som prøver å få oljeindustrien interessert i å lete – det er også vanlig å tro at det flyter isfjell overalt langs kysten. Men havstrømmene går slik at vestkysten av Grønland sør for Disko (70° N) stort sett er fri for isfjell. I stedet driver de aller fleste hvite kjempene sørover langs østkysten av Canada (Baffin Island).*

Seks tørre brønner og begrenset interesse fra oljeindustrien til tross, letingen etter olje og gass vest for Grønland skal fortsette. Optimismen er større enn på lenge. For det mangler ikke gode nyheter. Derimot sliter geologene med en del såkalte "sannheter".

### Vil fjerne mytene

- Vi må jobbe med å fjerne de etablerte mytene. Det er spesielt tre forhold som henger igjen: vanskelige isforhold, manglende kildebergart og osean skorpe mellom Grønland og Baffin Island, forklarer Flemming G. Christiansen som leder den stratigrafiske avdelingen i Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse (GEUS). Han er også ansvarlig for det geologiske arbeidet som institusjonen utfører i de store sedimentbassengene utenfor Vest-Grønland. Det foregår i et samarbeid med Råstoffdirektoratet i Grønlands Hjemmestyre som er ansvarlig for lisensieringen.

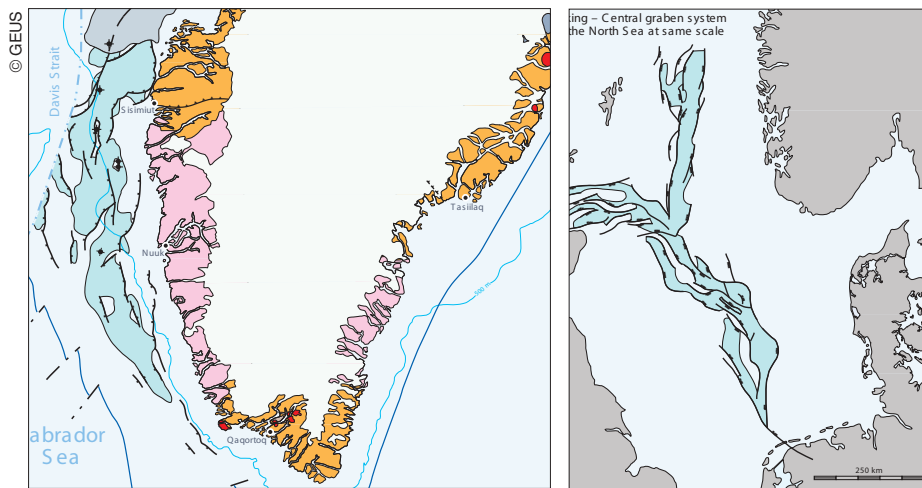
En av mytene som har overlevd er at osean skorpe er vidt utbredt mellom Grønland og Canada. – Uten kjennskap til de nye forskningsresultatene vil man derfor fort velge bort Vest-Grønland, men vi har data som helt klart viser at det mellom 62 °N og 68 °N er kontinental skorpe, hevder en lett frustrert Flemming G. Christiansen som stadig finner publikasjoner som henviser til foreldete tolkninger. – Seismiske data som viser seks sekunder med sedimenter og borerer langt inn i kritt bør likevel overbevise de fleste, mener han.

De geologiske vrangforestillingene er imidlertid i ferd med å tape terreng. - For ti år siden var det mye vanskeligere å markedsføre kontinentalsokkelen utenfor Vest-Grønland, men i dag har vi en god historie å fortelle. Forklaringen er at vi har mye mer data og flere geologiske studier som viser at sedimentbassengene har en helt annen karakter enn det man trodde på 1970- og 1980-tallet da mytene ble etablert, sier Christiansen.

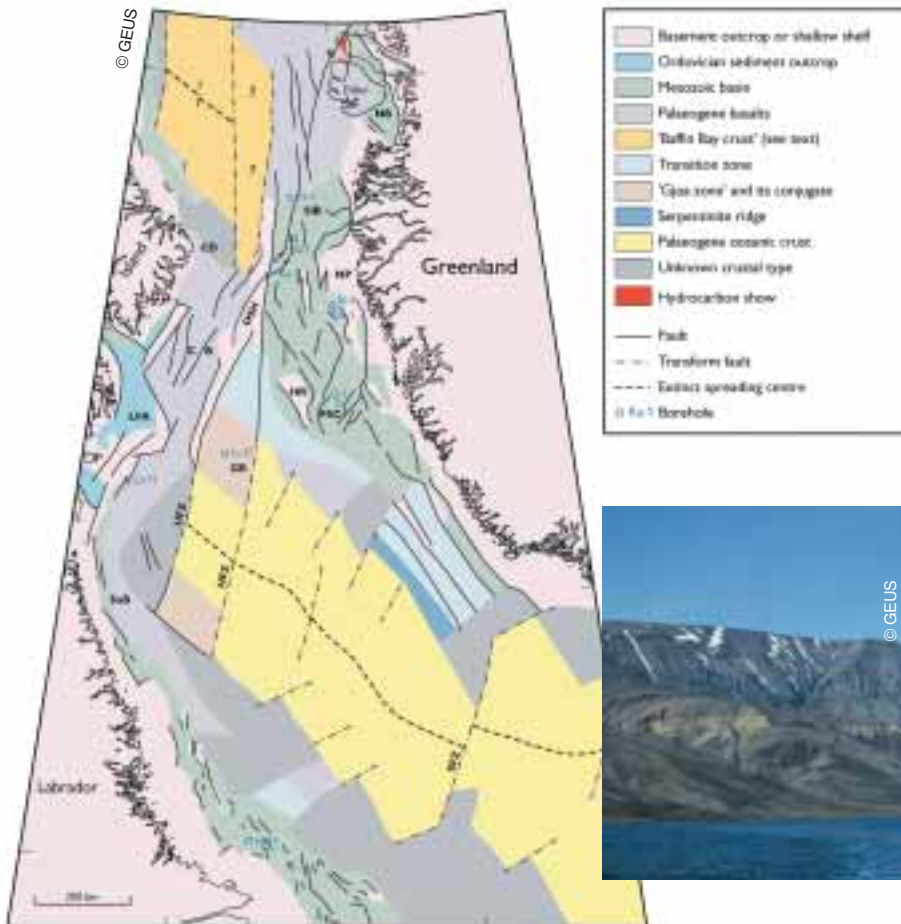
- Den nye innsikten er resultatet av den strategien som vi har fulgt. Innsatsen fra Råstoffdirektoratet og GEUS har rett og slett betalt seg, mener han.

### Finner sedimenter og olje

Første fase i letingen etter olje og gass utenfor Vest-Grønland begynte allerede på 1970-tallet. Seks grupper av oljesel-



Det er lett å la seg lure av skalaen fordi Grønland er så stort og ukjent. Men faktum er at sedimentbassengene utenfor Vest-Grønland dekker et areal som er omtrent like stort som Nordsjø-riften.



De siste årenes forskning har bevist en gang for alle at sokkelen utenfor Vest-Grønland ligger på kontinental skorpe. Fagfolk er likevel sene med å ta til seg denne kunnskapen. GEUS sliter derfor med at flere oljeselskaper prioriterer området lavt fordi de tror det ligger på osean skorpe.

skaper tok lisenser, herunder Amoco, Arco, Chevron, Mobil, Total og Ultramar som operatører. Norske Saga Petroleum var med i én av gruppene. Fem brønner ble boret, uten at det ble påvist olje eller gass i kommersielle mengder. Én av brønnene, Kangâmiut-1, påtraff imidlertid gass under høyt trykk, men testen ga kun boreslam tilbake. Resultatene fra boringene, i kombinasjon med dårlige seismiske data som la grunnlag for helt gale geologiske modeller, gjorde at oljeindustrien mistet interessen og avskrev området som totalt uinteressant.

Disse oppfatningene forble uimotsagt inntil Grønlands Geologiske Undersøgelser (GGU, nå en del av GEUS) begynte å se på området på nytt. – Et prosjekt med reprosessering av gamle seismiske data fikk helt avgjørende betydning, forteller Flemming G. Christiansen. Det ble påvist store forkastningsblokker på dypt vann der man før hadde trodd at det var osean skorpe. Nå forelå de aller første indikasjonene på at kontinental skorpe dekket et atskillig større område i de dype havområdene enn tidligere antatt. Dermed var det helt nødvendig å revurdere muligheten for å finne hydrokarboner i disse områdene, sier Christiansen.

Samtidig ble det påvist oljeutsivninger på overflaten av vulkanske bergarter på halvøya Nuussuaq, og en brønn som ble boret ned til 448 m påviste olje gjennom hele den vulkanske lagrekken. Den etterfølgende letebrønnen på land i 1996, i regi av et canadisk selskap, ga negativt resultat, men senere undersøkelser tyder på at det faktisk ble boret gjennom sandsteiner med oljeshows. Et stort program med innsamling og detaljerte analyser av oljeprøver viser at det finns minst to kil-

*Boringene har gitt et ganske godt bilde av den geologiske lagrekken utenfor Vest-Grønland. Reservoarbergart er påvist i flere nivåer, og spesielt Statoils boring var interessant fordi den påviste sandsteiner i øvre kritt bergarter.*

debergarter som kan ha stor regional utbredelse. Den ene er av øvre kritt alder (cenoman/turon) og den andre av paleocen alder. – Det er ingen tvil om at funnet av denne oljen er en sterkt medvirkende årsak til at oljeindustrien kom tilbake til Grønland. Mangelen på kildebergart var tidligere av de mest negative parametere da risikoen ble vurdert, mener Flemming G. Christiansen.

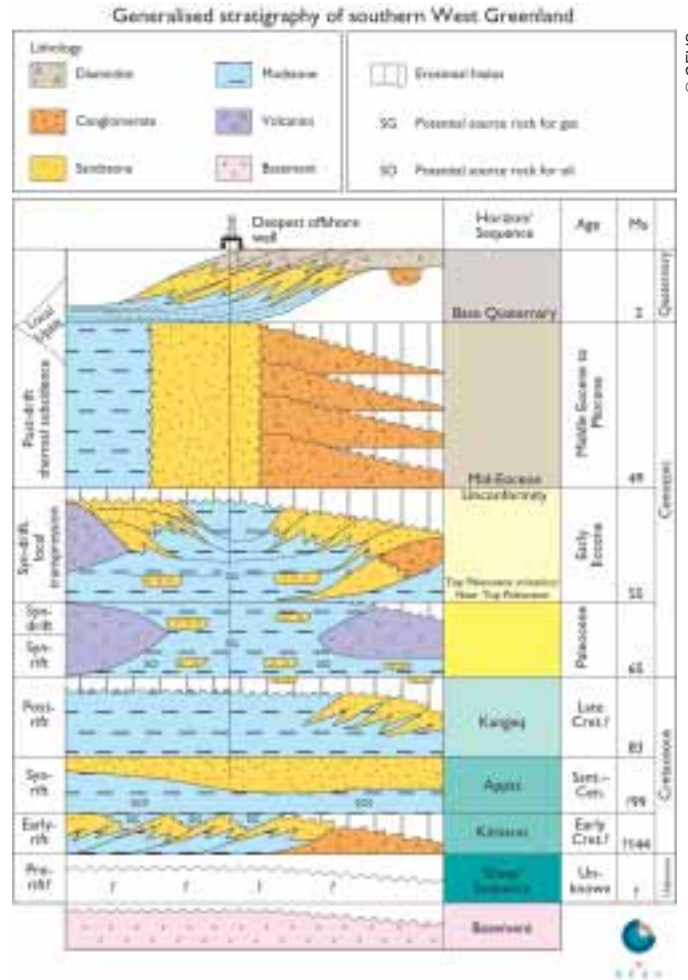
De nye seismiske dataene, som viste at det kunne være store sedimentmektigheter utenfor Vest-Grønland, førte i første omgang til at det ble samlet inn mer og moderne seismikk. Tilfeldighetene ville at den aller siste linjen i det seismiske programmet fra 1992 viste store forkastningsblokker og flatflekker som antydte at det kunne være hydrokarboner i strukturene. Fire år senere tok Statoil sammen med Phillips, Dopas og Nunaoil en lisens basert på det disse dataene viste. Oljevirkningsheten var i gang for fullt - for andre gang i Grønlands historie.

### Boret tørt

- Statoil var svært optimistisk, mye

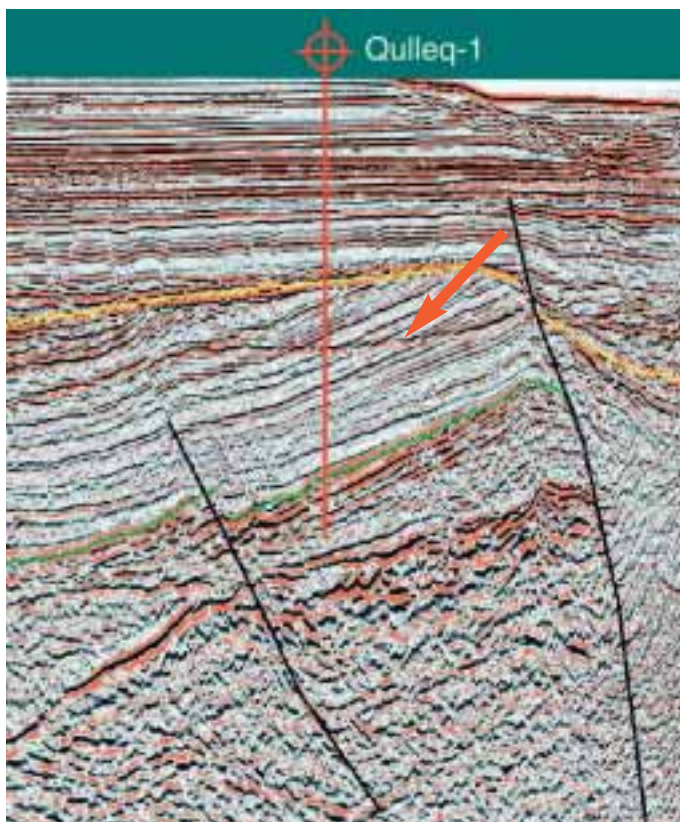


Det er ikke uvanlig med "oljeshows" som dette på Nuussuaq.



pga. den prominente, flate reflektoren (flatflekk) som kunne indikere hydrokarboner, men skuffelsen var desto større da de i 2000 boret tørt (Qulleq 1), og det viste seg at flatflekken skyldtes diagenetiske endringer relatert til temperatur og lithologi i en tykk skiferpakke (overgang fra opal CT til mikrokvarter). For den regionale forståelsen ble brønnen likevel svært viktig, fordi den påviste god reservoar kvalitet (porøsitet over 20 prosent) i øvre kritt (santon) sandsteiner, noe som ikke var kjent fra tidligere. Det har gjort at vi har fått et nytt etterforskningsmål, som vi med nye seismiske data har prøvd å kartlegge over hele bassenget, sier Christiansen.

- Statoil hadde forhåpninger om å kunne finne store mengder gass i Fylla-lisensen. Dette var basert på seismikken som viste det vi kalte en "cross-cutting reflector" (CCR). Det ble på forhånd satt opp 8-9 forskjellige tolkningsmuligheter for CCR'en, hvorav én var at den kunne representere en gass/vann kontakt, bl.a. fordi den falt sammen med det kartlagte spillpunktet på flere av strukturene. De



*Seismisk linje gjennom Fylla-strukturen viser flatflekken som man håpet, men kanskje ikke fullt ut trodde, representerte grensen mellom gass og olje eller gass og vann.*

## Finner hydrokarbon-lekkasjer

Han er sterk i troen. Med uforsket entusiasme demonstrerer Jens Chr. Olsen i TGS NOPEC tykke sedimentpakker, gode reservoarbergarter, modne kildebergarter og strukturer som er så store at selv geologer i Midt-Østen vil heve øyenbrynene. Vurderingene er basert på flere års studier i samarbeid med GEUS og Volcanic Basin Petroleum Research med bakgrunn i en stadig økende base av seismiske data utenfor Vest-Grønland.

- Akkurat nå skyter vi seismikk med en 8100 m lang kabel. Det betyr at vi får både dypere og bedre data enn med tradisjonell kabellengde. Både i Mexicogulven og Nordsjøen har vi demonstrert hvordan slike data gir bedre oppløsning og en bedre forståelse av tektonikken. Forskjellen kan være et funn eller ikke funn, fremholder Olsen.

Jens Chr. Olsen er spesielt opptatt av at de seismiske dataene har mange indikasjoner på at sedimentbassengene inneholder hydrokarboner. – Det er helt tydelig at vi har lekkasjer på flere steder, og noen steder er det gode grunner til å tro at det er ansamlet olje eller gass. Dette understøttes av at det er påvist hydrokarboner i boreriger både på grønlandsk og canadisk sokkel, hevder han, og er lite i tvil om at bassenget inneholder en kildebergart av kritt alder som er svært lik de jurassiske kildebergartene i Nordsjøen.

Spørsmålet om det er osean skorpe under den grønlandske sokkelen er et annet tema som opptar Olsen. Han lar seg ikke imponere av lineære, parallelle magnetiske anomalier og vitenskapelige artikler basert på mangelfulle data. For ham er det gode, seismiske data som gir svaret, og helt nye linjer viser at det er sedimenter utenfor både Vest-Grønland og Syd-Grønland som er mye eldre enn foreliggende teorier om osean skorpe skulle tilsi.

Vi tror han når han påstår at det ennå er mye ugjort på grønlands sokkel.

*Jens Chr. Olsen mener bestemt at Grønland har en fremtid som oljemasjon.*



potensielle volumene av hydrokarboner var så store at selv gass i dette området kunne være interessant ved hjelp av en utbygging med flytende LNG-produksjon, sier Ånon Spinnangr i Statoil som var ansvarlig for Statoils lisens.

- Brønnen påviste ingen kildebergarter, og hadde ingen spor av hydrokarboner. På bakgrunn av brønnresultatene og regionale betraktninger vurderer Statoil det likevel slik at brønnen på ingen måte avskriver mulighetene for å gjøre funn i andre deler av Vest-Grønlands sokkel. Tilstedeværelse av kildebergarter i de rette nivåene vil imidlertid fremdeles være en stor usikkerhetsfaktor, mener Ånon Spinnangr som har bred erfaring i å lete etter olje over store deler av verden.

Etter en ny lisensrunde i 2002 ble det canadiske selskapet EnCana tildelt en lisens med et areal på ca. 3985 km<sup>2</sup> (drøye 50 km nord for Statoils brønn). I 2004 planlegges en ny lisensrunde. Denne gang mer begrenset i omfang enn sist. Men nå foreligger det desto mer data og kunnskap slik at selskapene kan fokusere riktig.

- Vi har vært i dialog med både oljeselskaper og seismikkelskaper om hvilke områder som bør prioriteres. Konklusjonen er at vi vil fokusere innsatsen på "mindre" områder. I forrige lisensrunde var hele området åpent. Selskapene fikk

imidlertid for liten tid. Nå har vi bygget videre på den interessen som ble vist den gangen, og fordi databasen ikke var god nok, er det samlet inn mer seismikk av både TGS NOPEC og Fugro. Vårt inntrykk er at industrien liker denne fremgangsmåten, hevder Christiansen.

GEUS har plukket ut fire områder som til sammen dekker hele 32.000 km<sup>2</sup> (tilsvarende mer enn 50 Nordsjø-blokker!). - Vi har gjort den første "screeningen" basert på en del prinsipper som vi tror faller i smak hos de selskapene som kan være interessert, forklarer Flemming som har bred erfaring fra Grønland etter mer enn 15 somre med feltarbeid. – Vi velger å fokusere den videre etterforskningen der vi mener det er prospekter som har et svært godt potensial, sier han.

### Vil bare finne mammuter

GEUS, i tett samarbeid med Råstoffdirektoratet, følger altså nå en annen strategi enn tidligere i et nytt forsøk på å tiltrekke oljeindustrien til nye eventyr på grønlandsk sokkel. - Vi har gjort et godt stykke arbeid for å få oppmerksomhet, sier Flemming. Foredrag på konferanser, vitenskapelige artikler, besøk hos oljeselskapene og besøk til Danmark hører med til ingrediensene.

Det geologiske arbeidet har vært konsentrert om å foreta en regional kartleg-

ning av to mulige reservoarformasjoner, én i paleocen og én i kritt, hvorav sandsteinene i kritt først ble interessante etter Statoils boring.

- Oljeindustrien ser kun etter elefanter - eller mammuter - og derfor har vi silt vekk alle strukturer som er mindre enn 100 km<sup>2</sup>, og vi har lagt spesielt vekt på strukturer større enn 400 km<sup>2</sup>. Strukturer som ligger grunnere enn én km under havbunnen er også fjernet fra kartet. I tillegg har vi også tatt bort prospekter som ligger langt fra det vi tror er en moden kildebergart eller som har dårlig datadekning, forklarer Flemming.

- Likevel sitter vi igjen med fire områder og et stort antall strukturer som kvalifiserer til at vi kan finne mammuter, og senest i høst har det blitt samlet inn enda mer data i disse områdene av TGS NOPEC, opplyser han.

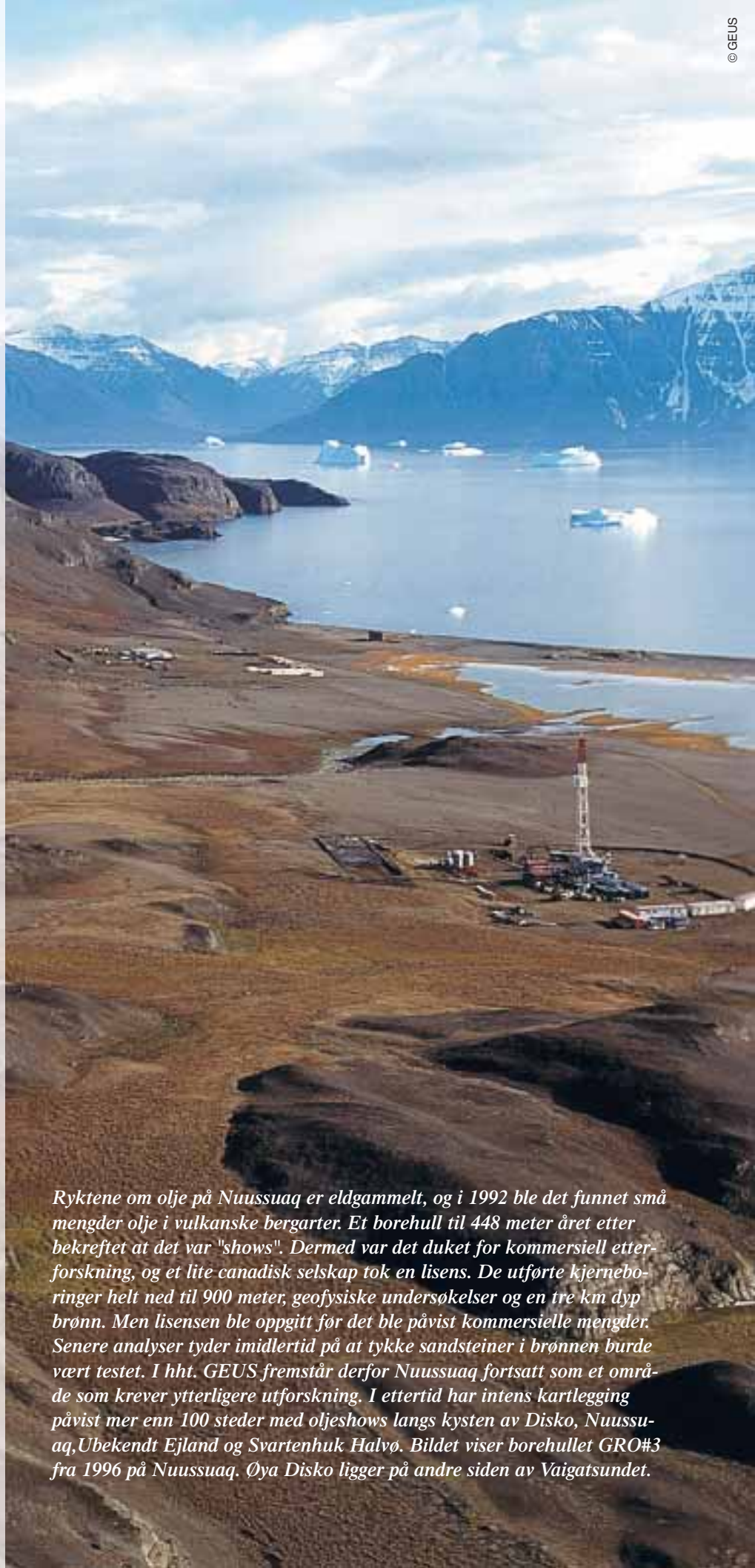
### Tror på kilde og reservoar

- Vi har flere gode indikasjoner på at det er dannet hydrokarboner i bassenget. Under boringene har det vært gode gassavlesninger, det er påvist kjerner med olje, og vi har en rekke feltobservasjoner hvor det kommer olje ut av bergartene, sier Christiansen. I en større regional sammenheng kan det også henvises til gassfunn i paleocene sandsteiner på canadisk sokkel.

- Våre omfattende vitenskapelige undersøkelser har nå åpnet muligheten for at vi har både jura og kritt (cenoman) kildebergarter, og analysene gjør at vi har størst tro på kritt. Den kan korreleres over store deler av det nordamerikanske kontinentet, og det er godt mulig at det har vært en marin forbindelse mellom Grønland og Canada på denne tiden.

- De seismiske dataene viser også mange tegn på at det er et aktivt petroleumssystem i bassenget. Det er bl.a. mange eksempler på mulige hydrokarbonlekkasjer i form av gasspiper, pock marks, flatflekker, bright spots og "smeared seismic" som tyder på grunn gass. Vi håper å få prøver av olje og gass på havbunnen i de kommende årene slik at vi kan analysere sammensetningen, sier Flemming.

Det er imidlertid absolutt ingen tvil om at det finnes reservoarbergart. Det finnes mange gode analoger på land, og det er pumpet masse sand ut i bassengene i kritt og paleocen tid. - Reservoar er ikke et problem. Det er mange muligheter gjennom hele lagrekken fra øvre kritt og



*Ryktene om olje på Nuussuaq er eldgammelt, og i 1992 ble det funnet små mengder olje i vulkanske bergarter. Et borehull til 448 meter året etter bekreftet at det var "shows". Dermed var det duket for kommersiell etterforskning, og et lite canadisk selskap tok en lisens. De utførte kjerneboringer helt ned til 900 meter, geofysiske undersøkelser og en tre km dyp brønn. Men lisensen ble oppgitt før det ble påvist kommersielle mengder. Senere analyser tyder imidlertid på at tykke sandsteiner i brønnen burde vært testet. I hht. GEUS fremstår derfor Nuussuaq fortsatt som et område som krever ytterligere utforskning. I ettertid har intens kartlegging påvist mer enn 100 steder med oljeshows langs kysten av Disko, Nuussuaq, Ubekendt Ejland og Svartenhuk Halvø. Bildet viser borehullet GRO#3 fra 1996 på Nuussuaq. Øya Disko ligger på andre siden av Vaigatsundet.*

oppover, mener Flemming Christiansen.

Men også jura reservoarbergart er en mulighet, selv om den ikke er påtruffet under boring ennå. De seismiske dataene antyder at det kan være jura i bassengene. Et program med grunnseismikk, prøvetaking og senere boring, etter modell av det IKU gjorde i Norskehavet og Barentshavet, vil avdekke dette i de kommende år. - Det er ennå ikke bevist at det er jura bergarter i bassenget, men vi har svært gode indikasjoner, alle geologiske indikasjoner trekker i samme retning, i følge Christiansen.

### Anvendt vitenskap

- Letingen etter olje og gass utenfor Vest-Grønland var lenge forskningsdrevet, påpeker Flemming Christiansen.

© GEUS



Flemming G. Christiansen i GEUS har mange feltsesonger på Grønland bak seg.

Han begrunner dette med at de to store gjennombruddene GEUS fikk i forståelsen av sedimentbassengenes hydrokarbonpotensial (tykke sedimentpakker og kildebergart) skyldtes fokusert og god forskning gjennom mange år. Det førte igjen til at myndighetene - og i neste omtang oljeindustrien - var villige til å satse på områder med stor risiko - og stort potensial.

Flemming Christiansen fremhever spesielt den økte kunnskapen som de seismiske data har gitt om sedimentmektheter, regional tektonikk og havbunnsbredning, samt større forståelse av kildebergartproblematikken, som betydelige gjennombrudd før lisensrunden som førte til den første lisensiering siden midt på 1970-tallet. - Det er ingen tvil om at den forståelsen vi har ervervet om mulige kildebergarter er en sterkt medvirkende årsak til at vi har klart å tiltrekke oljeindustrien, sier han.

Etter de to første rundene har det likevel vært nødvendig å legge om taktikken. - Nå sier vi at oljeletingen er blitt strategidrevet. Forklaringen er at vi denne gang - foran neste lisensrunde i 2004 - har lagt forholdene bedre til rette for industrien ved å ha et nært samarbeid med den. Også denne gang tror vi det gir resultater fordi det allerede nå virker som det er interesse.

Flemming G. Christiansen ser for seg mange spennende år hvor forskningen går hånd i hånd med den intense letingen etter olje og gass. Som vitenskapsmann med fokus på anvendt kunnskap kan han ikke be om mer.

## Lisenshistorien

Kontinentalsokkelen utenfor Vest-Grønland er delt inn i tre områder mht. lisensiering. I nord og sør kan oljeselskapene søke når som helst på hvilket område det skal være. De betegnes gjerne som "åpen dør-områder" etter det engelske begrepet "open door licence". I midten, mellom 63 °N og 68 °N, foregår lisensieringen ved at spesifikke områder legges ut i egne lisensrunder.

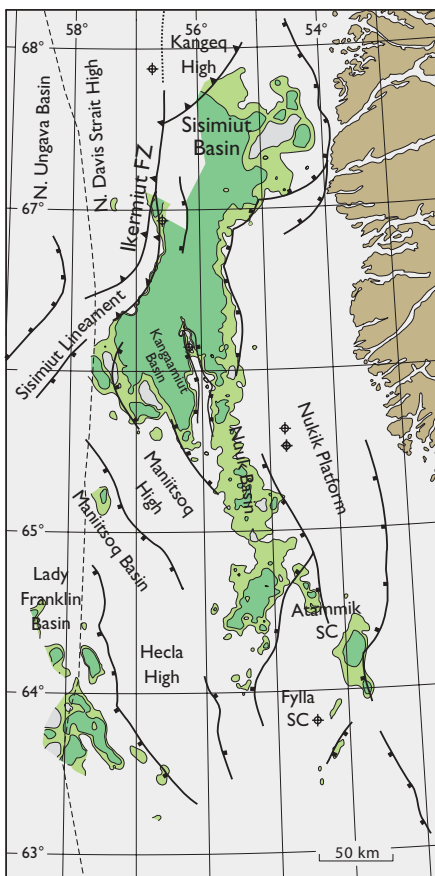
Det har vært to runder så langt i løpet av de siste ti årene. Tre lisenser er blitt tildelt.

Phillips Petroleum (nå ConocoPhillips) og Statoil var operatør for én lisens hver. Kun Statoil boret, men selv om brønnen var tørr, ga den svært verdifull geologisk informasjon, fordi det ble påvist sandstein av kritt alder som tidligere ikke var kjent fra kontinentalsokkelen. Brønnen har også bidratt til at mange nå tror at det også finns jurassiske sedimenter over "basement".

Den siste lisensrunden ble avsluttet i juli 2002, og etter forhandlinger ble det uavhengige oljeselskapet EnCana tildelt en lisens med NUNA-OIL som båret deltaker i letefasen. Kritt-sandsteinene påvist i Statoils brønn var langt på vei avgjørende for interessen for denne blokken, men det er også lagt til grunn at det kan finnes kildebergart i kritt (cenoman-turon).

Neste runde er planlagt i 2004 med offisiell utlysning 1. april og lukking av runden 1. oktober

© GEUS



GEUS har stor tro på at det kan være en kildebergart i nedre kritt. Både lokale og regionale observasjoner støtter opp om dette. Kartet viser hvor den kan være moden (mørk grønn farge). Alle de fire nye områdene som er lagt inn i den neste lisensrunde ligger hvor det antas moden kildebergart.

