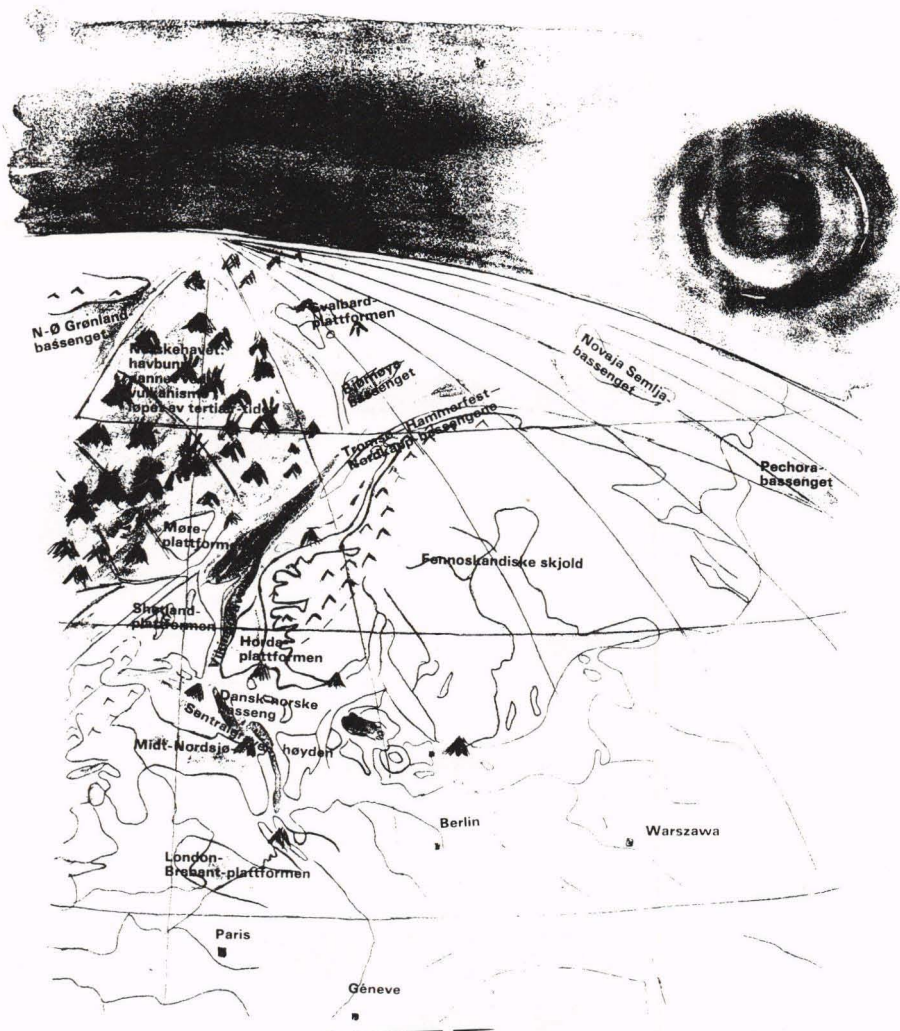


NORDSJØEN -



Oversikt over oppbyggingen av Nordvest Europa - Norskehavet. (Bygget på et kart utarbeidet av Statoil.)

Av: Inge Bryhni
Illustrasjoner: Tor Wilthill
Esso Perspektiv Nr. 1-82

Området som sank og sank

Historien om Nordsjøens geologiske utvikling må bli en beretning om et landområde som revnet og sank, mens løsrevet stensmulder og organisk materiale stadig samlet seg i forsenkningene. Fordelingen av hav og land skiftet gjennom tidene: noen områder sank mens andre hevet seg. Ikke nødvendigvis så store bevegelser; nivel, - bare noen millimeter eller så hvert år. Gjentatt gjennom tidsavsnitt på millioner av år måtte det imidlertid bli betydelige forandringer, og i forsenkningene samlet det seg flere kilometer tykke sedimentære avleiringer. Ved dannelsen av sedimentmassene under Nordsjøen og de rike forekomstene av petroleum der, aner vi fjern sammenheng med andre viktige begivenheter i jordens nyere historie:

- reisingen av en fjellkjede gjennom sentrale deler av Europa i øvre Karbon,
- oppsplittingen av et kjempestort landområde (Pangaea) i Trias Jura,
- dannelsen av Atlanterhavet i senere Tertiær.

Store deler av Nordsjøen og Barentshavet var tørt land for bare 10 000 år siden på grunn av særlige forhold ved avslutningen av siste istid. I store trekk har imidlertid Nordsjø-området sunket gjennom et langt avsnitt av jordens nyere historie. På den annen side har den norske landmassen hevet seg og gjør det fortsatt. De flate toppplatåene i 1.800 - 2.000 m høyde, f.eks. i østre Jotunheimen, er således rester etter en erosjonsflate som lå like over havets nivå i be-

gynnelsen av Tertiærtiden. Under Nordsjøen begrenser en tilsvarende, men eldre erosjonsflate, de sedimentære avleiringene fra det krystalline underlag de ligger på. Dybden kan variere fra sted til sted: i de langstrakte grav-forsenkningene eller dype bassengene (mørkeblå i figuren) er underlaget gjemt under mange km tykke sedimenter, og på de vide ryggene eller plattformene (gule i figuren) er tykkelsen av sedimentene oftest bare noen få km.

Nordsjø-sokkelen med dets underordnede bassenger og plattformer er en del av det store Nordvest-europeiske sedimentbasseng som også omfatter sydøstre England, Danmark, Nederland, Nord-Tyskland og Polen. Det inneholder sedimentter som ble avleiret gjennom tidsrommet fra Kambrium og særlig fra Karbon frem til idag. Avleiringene kan være mer enn 8 km tykke og ligger på et underlag av grunnfjellsbergarter (Prekambrium) og de nedslutte restene av den kaledonske fjellkjede (Ordovisium-Devon). I syd er bassenget begrenset av den variscidiske fjellkjede som ble foldet sammen i øvre Karbon, og mot Atlanterhavet og Norskehavet grenser det mot unge vulkanske bergarter (Tertiær). Det Nordvest-europeiske sedimentbasseng har vist seg å være en rik petroleumsprovin. Hittil påviste utnyttbare reserver er $4.2 \times 10^9 \text{ m}^3$ (26,4 x 10⁹fat) olje og $5.6 \times 10^{12} \text{ m}^3$ gass, hvorav bare en mindre del er blitt produsert. Over 96% av de gjenværende påviste reserver av oljen og 35% av gassen finnes under de sentrale og nordlige deler av Nordsjøen hvor det ennå kan gjøres nye funn (f.eks. i 31-området hvor det gjettes på reserver opptil $0,5 \times 10^9$ fat olje og $2.0 \times 10^{12} \text{ m}^3$ gass.)

Petroleumsundersøkelsene i Nordsjøen

Så merkelig det enn kan høres, ble det gitt en antydning om olje i Nordsjøen allerede i 1750 årene. I biskop Erich Potoppidan's *Det første Forsøg paa Norges naturlige Historie* heter det at «*Nord-Søens Fedme er næst dens Saltheit en*

mærkverdig Egenskab.»

Selv om det nok i første rekke tenkes på matnyttig fisk, nevner han at bunnen er dekket av en slags fedtaktig leire eller dygn. Ennvidere er det «*venteligt, at i Havet ligesom paa Jorden, udgyde sig her og der nogle rindende Olie - Bække eller Strømme af Petroleo, Naptha, Svovel, Steen-Kul-Fædme og andre bitumineuse og Olieagtige Safter*».

Det karakteristiske fargespillet fra en tynn oljehinne på overflaten ville neppe vekke særlig oppsikt ute i Nordsjøen idag. Bare ennå et eksempel på oljeforurensning, ville vi vel si!

På Potoppidans tid var det ikke noen fartøyer som slapp ut olje, og fiskerne eller sjømennene som informerte ham om «Fedmen» i Nordsjøen kan meget vel ha iaktatt oljehinner som skyldtes naturlige utsvninger fra bunnen.

En viktig forutsetning for dannelsen av petroleum er at det fins unge sedimentære bergarter. En antydning om at slike kunne finnes under Nordsjøen ble gitt av Olaf Holtedahl i arbeidet om det undersjøiske relieff, forkastninger langs kysten og overensstemmelsen mellom Skottlands og Spitsbergens geologi. Fra britisk, nederlandsk og dansk side fortsatte de unge sedimentlagene endog rett ut under Nordsjøen.

Inntil 1959 ble det imidlertid ikke tenkt så mye på petroleum i Nordsjø-sammenheng. Rett nok var det kjente forekomster av olje i de tilstøtende landområdene, men de var små, og en hadde ennå ikke teknologien som trengtes for å finne og utnytte eventuelle forekom-

ster på dypt vann. Enn videre var eiendomsretten til havbunnen ennå uklar.

Året 1959 ble en merkepel. Et av verdens største gassfelt ble oppdaget ved Groningen i Slochteren i Nederland, og de geofysiske metodene var nå blitt forbedret slik at man for første gang kunne «se» geologiske strukturer 3 km eller dypere under overflaten.

Groningen-gassen var knyttet til en kullførende sandsten fra Karbon som kildebergart, en blokkforkastet ørkensand fra undre Perm (Rotliegendes) som reservoar og stensalt fra øvre Perm (Zechstein) som forseglingsbergart. Strukturen var en flat antiklinal og feltet viste seg å være mer enn 32 km bredt med en beregnet reserve på $1.6 \times 10^{12} \text{m}^3$ utnyttbar gass.

Kontinentalranden i sin alminnelighet

Etter Groningen-funnet i 1959 ble det en enorm interesse for å fortsette letingen etter petroleum i de sedimentære bergartene utenfor kysten. Men hvor langt ut skulle kyststatenes rettigheter strekke seg? Et arbeid var allerede i gang for å avklare dette.

Nordsjøen er et relativt grunt havområde hvor bunnen hører til kontinentalsokkelen. I nordvest og langs norskekysten grenser denne sokkelen til Atlanterhavet og Norskehavet med store havdyp og vulkansk havbunn dannet i relativt sen geologisk tid. Generelt er overgangen mellom landområdene og verdenshavene utviklet som en kontinentalrand med «kontinentalsokkelen» som den indre, grunne og relativt flate del (20-550 m dyp,

men lokalt med dypere forsenkninger), og «kontinentalskråningen» som den jevnt hellende ($3^\circ - 6^\circ$) ytre del. Grensen kan være markert ved en kant, «Egga». Noen steder er det naturlig å regne øvre del av kontinentalskråningen med til sokkelen som derved får en vilkårlig grense mot dyphavsområdene.

Skulle man sette grensen for kyststatenes rettigheter ved et bestemt dyp, f.eks. 200 m (dybdekriteriet), eller ved den markerte kanten mellom sokkel og skråning? Eller kanskje man heller skulle trekke grensen ved det dyp hvor en til en hver tid kan nyttiggjøre seg naturforekomstene (utnyttelseskriteriet)?

Grunnlaget for fordelingen ble lagt ved en FN-konferanse om havets folkerett i Genève i 1958. Denne såkalte «Genèvekonvensasjonen» sa at kyststatene kunne dele kontinentalsokkelen mellom seg etter midtlinjeprinsippet og eller ha rettigheter ut til «en dybde av 200 m» eller «så langt utenfor denne dybde som havets dybde tillater utnyttelse av naturforekomstene». Siste delen i dette utsagnet var svært viktig for Norge. Hvis man holdt seg til dybdekriteriet på 200 m, ville Norge bare få råderett over den smale stripen av Nordsjøen fra kysten ut til Norskerenna. Ved å legge vekt på utnyttelseskriteriet kunne landet se bort fra Norskerenna og gjøre krav på området helt ut til midtlinjen mot Storbritannia og Danmark. Norske slo fast sin rett til naturforekomstene etter disse prinsippene ved kongelig resolusjon av 31. mai 1963, og året etter ble Genèvekonvensjonen formelt bindende for kyststatene.

Det norske område ble delt opp i «blokker» på noe under 600 km², hvor et begrenset antall ble tildelt oljeselskapene for nærmere undersøkelser. Norge er begunstiget ved et særlig stort undersjøisk område. Hvis vi regner ned til et havdyp på 500 m og ellers benytter de nå internasjonalt anerkjente grensene mot andre stater, vil kontinentalsokkelen omfatte 140 000 km² utenfor Syd-Norge, 120 000 km² utenfor Midt-Norge og 680 000 km² utenfor Nord-Norge. I areal er dette tre ganger så stort som det norske fastlandsområde.

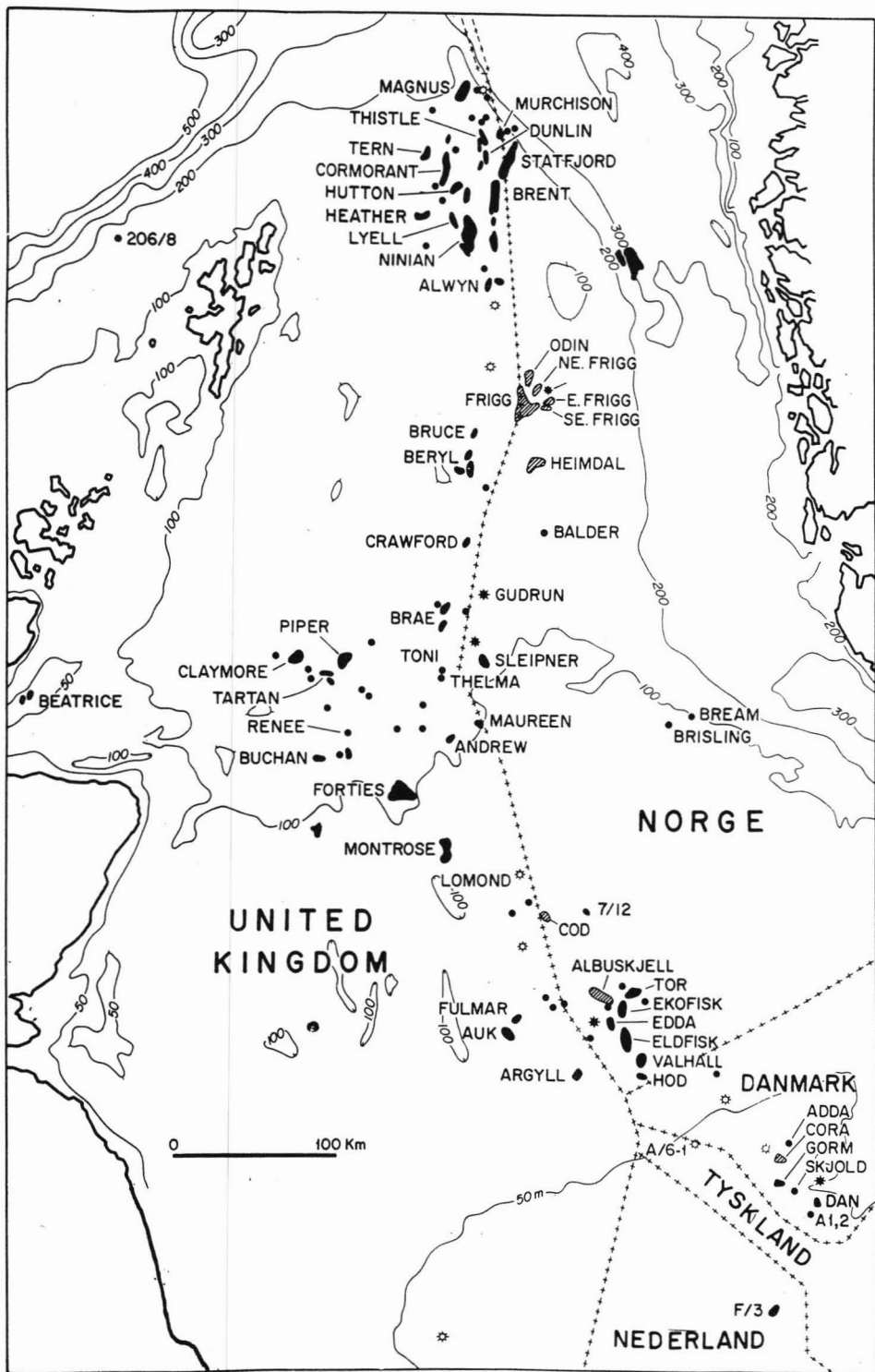
Forekomstene blir funnet

Med erfaring fra Groningen-forekomsten måtte man gå ut i Nordsjøen med spørsmålet: hvor finnes tykke avleiringer fra Karbon under porøs ørkensand fra Perm som igjen er dekket av tett stensalt? Slike forhold ble funnet i et belte fra Groningen over sydlige Nordsjøen. West Sole ble først oppdaget og senere fulgte Indefatigable, Leman og flere andre gassfelter. Selv Trias-lagene over stensaltet kunne ha virket om reservoar (Hewlett gassfeltet, se profil A i figuren på side 12). Mot nord ble den heldige kombinasjonen av karbonisk kildebergart og permisk reservoar og forseglingsbergart svekket og etterhvert helt ugunstig for gassforekomster av Groningen type.

I begynnelsen av 60-årene ble det kjent at lag fra Tertiær dannet et opptil 3.5 km dypt skålformet basseng mellom Norge og Storbritannia, og at dette var tykke avleiringer av stensalt. Interessen for den sentrale og nordlige del av Nord-

sjøen ble vakt: her var muligheter for petroleumsforekomster av en helt annen type enn i den sydlige del av Nordsjøen! Man satte i gang med leting i lagene omkring overgangen Kritt/Tertiær der hvor de f.eks. dannet oppstikkende buler ovenpå saltdiapirer eller var drapert over høydepartier i underlaget. 75 dypboringer ble gjort i den sentrale del av Nordsjøen — nesten alle tørre — men så endelig — i 1969 kunne Phillips rapportere det første større funn av olje på norsk område. Det var Ekofisk, hvor oljen fantes i oppsprukket kritt-kalksten ovenpå en saltdiapir. Kort deretter (1970) rapporterte BP et stort funn av olje på britisk side, nemlig Fortiesfeltet nordøst for Shetland. Her var det et tykt sandsteinreservoar fra eldste Tertiær (se Profil B i figuren på side 12). Friggfeltet, funnet i 1971, hadde også reservoar fra eldre Tertiær, men her var det vesentlig gass å finne.

De viktigste oljeforekomstene i Nordsjøen skulle imidlertid vise seg å høre hjemme i en lavere etasje under Nordsjøen, nemlig i jurassiske sandstener, som ligger under en vidt utbredt erosjonsgrense (se Profil D i figuren på side 12). Shell-Esso var først ute med oppdagelsen av denne typen oljeforekomster med Brentfeltet nordøst for Shetland i 1974. Senere fulgte meldinger om en rekke andre store oljefelter som Ninian, Cormorant, Hutton, Statfjord etc. De fleste av disse feltene er karakterisert ved overtippete blokker av skifer (overveiende Kimmeridgean Shale) som kildeberg og sandsten (Brent Sand, Statfjord Sand) som



reservoarbergart. De skråttstilte lagene var først erodert og deretter begravet under Øvre Kritt og tett skifer fra Tertiær.

Nordsjøens geologiske utviklingshistorie

I de sedimentære lagene er den geologiske utvikling nedtegnet lik som side på side i en historiebok. Det er lettest å berette denne historien ved å referer til periodene i den geologiske tidstavle og fordelingen av hav og land i de enkelte periodene (se figurer på neste side).

Dannelsen av det Nordvest-europeiske sedimentbasseng går noen steder tilbake helt til de kambriske og ordoviciske periodene for 570–435 millioner år siden. Sand, leire og orgabredte seg inn over det Fennoskandiske Skjold. Alunskiferen ved Oslo og oljeskifrene i Sverige og de baltiske statene er dannet fra dette. I Litauen, Latvia

og nordre Polen er det endog en rekke mindre oljefelter som er dannet med kambro-ordovicisk alunskifer som kildebergart.

Under Nordsjøen må vi imidlertid anta at alle disse avleiringene ble ødelagt som mulige kilde- og reservoarbergarter på grunn av sterk omdannelse under den kaledonske fjellkjedefoldning for 500–400 millioner år siden.

Devon (395–345 millioner år siden)

Den kaledonske fjellkjede hadde nettopp reist seg mellom Skottland og vestlige Norge. I jordskorpen gjorde imidlertid ennå sterke spenninger seg gjeldende, og blokker sank, hevet seg eller forflyttet seg sidelengs i forhold til hverandre. Det var varmt og tørt, med avleiring av «kontinentale sedimenter» på den såkalte «Old Red fastlandet». På land var det bare primitive planter dengang, og de sjeldne regnskyllene fikk dramati-

STENSLIPING

Stikk innom oss og se vårt
store utvalg til rimelige priser.

- Slipeutstyr
- Råsten
- Innfatninger
- Mineraler
- Stensmykker
- Presangartikler
- Cabochoner i norsk sten og mye mer

GEO-HOBBY^{AS}

Trondheimsvn. 6, Oslo 5.
Tlf. (02) 37 67 88

Åpent: 10.00 – 16.00 (13.00)
Mandag stengt.

ske følger med oversvømmelser og slamstrømmer som bragte tykke masser av blokker, sten, grus og sand ned langs dalsidene og elvelettene til forsenkningene. I dag finner vi disse avleiringene bevart som f.eks. konglomerat og sandsten på Vestlandet og på Shetland.

Under Nordsjøen sank den kaledonske fjellkjeden inn over et større område som i nord ble oppfylt av en større ferskvannsjø (det Arcadiske bassenget) der det ble avleiret båndete karbonatrike bergarter. Sjøen trakk seg trolig helt over til skjærene ute på Hustadvika, hvor det er kjent karbonatrike bergarter av samme type som nord i Skottland. I søndre del av Nordsjøen ble det brakkvannsforhold og overgang til åpne marine forhold.

Vi vet lite om hva de devonske bergartene betyr for petroleum i Nordsjøen, men det er slett ikke umulig at de båndete, karbonatrike innsjøsedimentene kan ha vært kerogenrike og følgelig virket som kildebergart for petroleum høyere oppe i lagrekken.

Det eneste hittil kjente felt som produserer fra et devonsk reservoar er Buchan-feltet. Her er det en oppsprukket, kontinental sandsten som under prøvepumping har gitt opp til 7.500 fat pr. dag, og har sprekkene fylt av olje gjennom et snitt på hele 550 m, - rekord for Nordsjøen.

Karbon (345-280 millioner år siden)

I undre Karbon var det store havstrekninger sønnenfor Nordsjøen, men mot slutten av perioden skrumpet havet inn og den varisciske (hercyniske) fjellkjede ble foldet sammen over Mellom-Europa. Langs nordflanken av denne fjellkjeden ble det dannet langstrakte forsenkninger som etterhvert utviklet seg til sumpete lavlandsområder. Landet nordenfor fjellkjeden lå stort sett ved havnivået; snart noe over og snart noe under og sank like raskt som elvene avleiret sand, slam eller torv og trestammer hopet seg opp. Klimaet var subtropisk og fuktig, og det var en frodig vegetasjon med urskoger av kjempetrær beslektet med nålevende kråkefor og sneller. Til tider

Stein- & Vintur 25.9. - 3.10.85
Rhinen, Mosel, Idar-Oberstein & Harz

Påmelding til

NSB-reisebyrå

Stangs gt. 5

3500 Kjønefoss

Stf.: 067 - 22490

~ 22690

sank området raskere enn sump-skogene vokste opp, og de organiske restene ble dekket av slam og sand. Etterhvert som overleiringene økte i tykkelse og temperaturen steg, ble det organiske materialet omvandlet til stenkull og humisk kerogen. Plantevekst, oppbygging, og oversvømmelse vekslte mange ganger under den alminnelige senkningen av området og resultatet ble et belte med opp til 3.500 m tykk stenkull-førende sandsten tvers over Europa.

Det er disse avleiringene som antas å være den viktigste kildebergart for gassforekomstene i den sydlige del av Nordsjø-området. Avleiringene fra karbontiden synes imidlertid å mangle i nord, hvor det trolig har vært en mer stabil landblokk i løpet av denne tingsperiode.

Perm (280–230 millioner år siden)

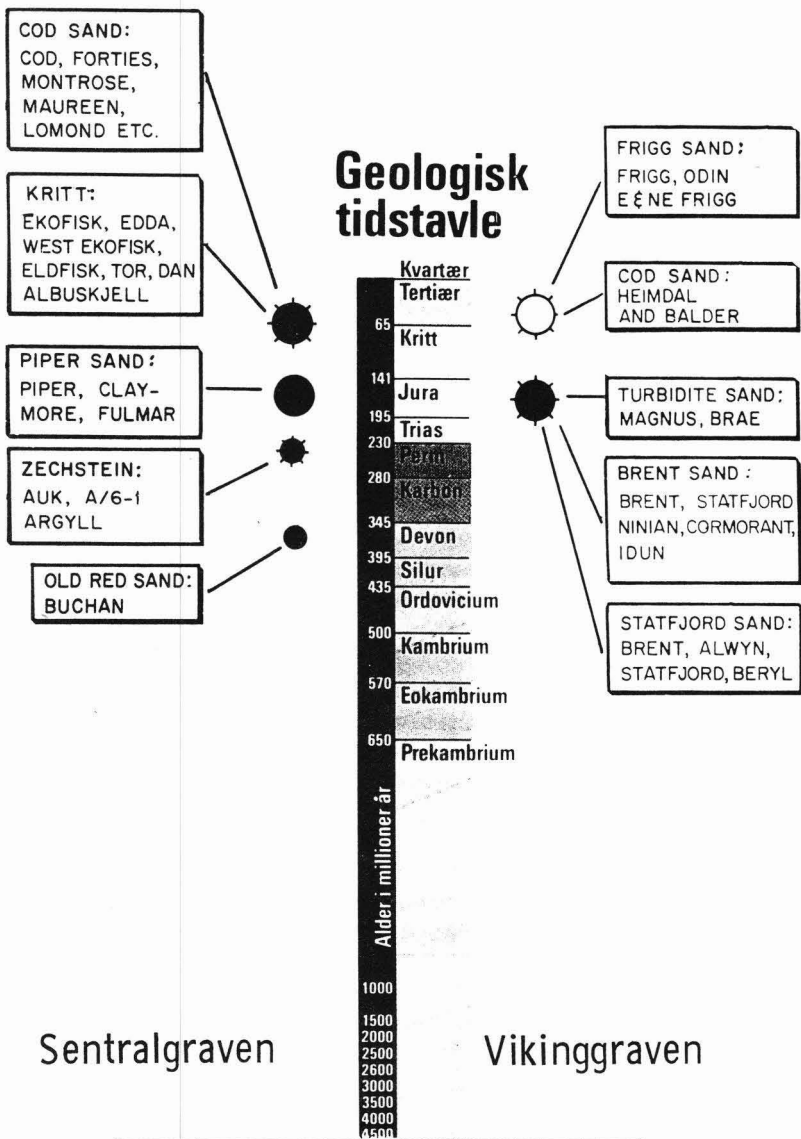
Perm var sikkert en urolig periode i Nordvest-Europa. Eftervirkningene fra den variscidiske fjellkjedefoldning gjorde seg gjeldende langt nordenfor fjellkjeden, hvor grunnen sprakk opp langs nordvest-sydøstlige og nordøst-sydøstlige linjer. Ved Oslo sank en bred kile inn i jordskorpen, og denne riften fortsatte trolig sydover langs Bamble til vestenfor Jylland. Vulkaner sprang opp langs mange av bruddlinjene. Store lavamasser strømmet ut over et område fra Valdres over Oslofeltet til Syd-Sverige. Smeltet sten størknet i dypet ved Oslo og jordskjelv rystet sikkert området til stadighet.

Fra nord trengte havet sydover langs det som idag er Norskekysten. Av særlig betydning for

petroleumsutviklingen i Nordsjø-området var utviklingen av to store saltvannsbassenger som var adskilt ved en høyderygg fra midtre Nordsjøen til Ringkøbing-Fyn (Figur b og c). Sedimentasjonen i disse «Nordre og Søndre Permbassengene» startet med grus, sand og leire som ble til røde konglomerater, sandsteiner og skifre (Rotliegendes). Det nordre bassenget, som sendte en utløper inn i Oslo-riften, fikk opptil 600 m tykke avleiringer av disse overveiende rødfargete sedimentene. I det Søndre Permbassenget samlet det seg opptil 1500 m tykke avleiringer. Avsetningen foregikk under ørkenforhold hvor blokker og grus hopet seg opp ved foten av høydedragene og sanden dynget seg i store dyner. Disse ørken-avleiringene ble særlig tykke langs sydrenden av det Søndre Permbassenget og utgjør (som konglomerat og rød sandsten) det viktigste reservoar for gassforekomstene i søndre del av Nordsjøen, Nederland og Tyskland. Mot nord går de porøse ørkenavleiringene over i tett skifer og stensalt.

De to bassengene ute i Nordsjøen må ha sunket inn raskere enn ørkenlandet omkring og lå nok betydelig under havnivået liksom Dødehavet idag.

I øvre Perm (Zechstein) fortsatte de to bassengene å synke inn (Figur c). En landbro utenfor Vestlandet ble brutt og havet vellet inn over de lavereliggende områdene inntil forbindelsen atter ble avbrutt. I det tørre klimaet fordampet vannet og etterlot seg en sekvens av karbonat, sulfat og stensalt på bunnen. Ved fortsatt innsynkning av under-



Den geologiske tidstavle med plasseringen av de viktigste petroleumsfeltene inntegnet.

Ring med takker: gass, fylt sirkel: olje. Fylt sirkel med takker viser til feltet med både olje og gass. Felter i Sentralgraven til venstre, i Vikinggraven til høyre.

grunnen kunne havet bryte inn i de to bassengene på nytt og fylle dem til randen. Dette må ha gjentatt seg mange ganger i øvre Perm, for tykkelsen av stensaltavleiringene er noen steder fra 1000 til 1500 m. Inndampningen av vannet i ørkensjøene har betydning for petroleumforekomstene på tre måter. For det første har stensaltet vist seg å være en tett forseglingsbergart for gassforekomster i den sydlige del av Nordsjø-området. For det andre har porøse og oppsprukne karbonat- og sulfatavleiringene langs breddene av det Søndre Permbassenget også virket som petroleumreservoar. For det tredje har de lette stensaltmassene noen steder flytt oppover som diapirer og skapt oppsprukne, porøse reservoarer og klokkeformete strukturer/feller i de overliggende lagene.

Trias (230-195 millioner år siden)

I begynnelsen av Trias ble havforbindelsen nordover avstengt og Nordsjø-området lå bart igjen (Figur d) De Nordre og Søndre Perm-

bassengene fortsatte å synke, men nye trekk kom inn i bildet: Mot syd hadde det vært et sammenhengende landområde som rakk helt ned til Afrika, et kjempekontinent som har vært kalt for Pangea. Nå begynte det å revne, og ett nytt hav, Tehys, tok til å utvikle seg mellom Afrika og det europeisk-asiatiske kontinent. Som en fjernvirkning av dette delte Nordsjølandet seg opp i en rekke blokker som sank og hevet seg i forhold til hverandre. Utenfor Norskekysten dannet det seg en langstrakt rift eller kile som sank inn langs nord-sydgående bruddsoner. Fra brattskrentene på begge sider spredte det seg steinblokker, grus og grov sand som forenet seg med vesentlig sand langs midten av forsenkningen. Ettersom grunnen fortsatte å synke, ble det etterhvert en langstrakt forsenkning med yngre sedimenter som var begrenset av forkastninger langs begge langsidene. En slik struktur kan kalles for en «Graben» (fra tysk: grøft eller grav) og på norsk er det vel mest naturlig å snakke om en

KENT a.o.s

Gaukås Stasjon, N-4860 Treungen
TLF.: (036) 45 893 - 45 903

ENGROS SALG AV:

- ★ HOBBY- & INDUSTRIMASKINER
- ★ UTSTYR & TILBEHØR
- ★ FOR BEARBEIDING AV STEIN
- ★ SMYKKEHALVFABRIKATA
- ★ SMYKKER
- ★ GAVEARTIKLER
- ★ RÅSTEIN
- ★ MINERALER



**KATALOGER/PRISLISTER
TIL REGISTRERTE
FORHANDLERE
& PRODUSENTER.**

«grav» eller gravformet forsinking.

Riften langs norskekysten ble til «Vikinggraven; en nord-nordvestlig – syd-sydøstlig forsinking under midtre del av Nordsjøområdet ble til Sentralgraven; om mellom bruddsoner lenger mot øst dannet det Polsk-Danske basseng seg.

Undergrunnen sank over hele Nordsjø-området slik at sand og grus bygget seg opp i tykke lag – i forsinkingene helt opp til 3000 meters tykkelse – og det underliggende steinsalt begynte snart å flyte oppover på grunn av vekten. Det var ørkenforhold og sedimentene ble til sterkt rødfargete sandsteiner og skifre. Fra et hav i syd-øst, «Muslinghavet» Figur d) trengte saltvann flere ganger inn over ørken-slettelandet, og vi finner derfor ofte karbonat-rike standavleiringer, gips og stensalt i forsinkingene.

I sen Trias var mye av Europa dekket av en kjempesvær tidevannsflate eller elveslette som ble tilført sand vesentlig fra øst. Utenfor Møre-Trøndelag var det sumper med en livlig vegetasjon som etterhvert ble til steinkull, og rundt Barentshavet i nord var det en krans av mil etter mil med hvite sandstrender.

Selv om lagene fra Trias utgjør en vesentlig del av sedimentene i det Nordvest-europeiske basseng, spilte de bare en mindre rolle når det gjelder olje- og gassforekomstene. Deres viktigste funksjon var at de lokalt var tykke og bidro til at underliggende kildebergarter kunne komme dypt nok til å avgi petroleum. Det er foreløpig ikke kjent kildebergarter fra Trias

(bortsett muligens fra stenkullførende sandsten langs Norskeky- sten) og sandsteinen har bare et begrenset potensial som reservoarbergart (vesentlig gassforekomster i den sydlige del av Nordsjøen). Under Barentshavet kan imidlertid Triassandsteinen vise seg å være et viktig gassreservoar.

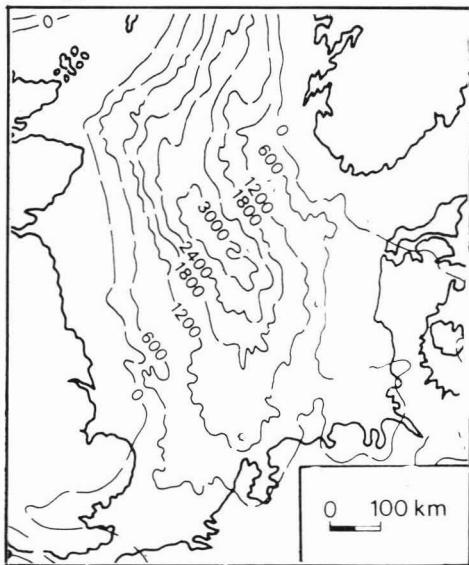
Jura (195 – 140 millioner år siden)
Oppbrytingen og riftdannelsen fortsatte støtvis gjennom hele Jura, men innsynkingen ble nå konsentrert til den over 1000 km lange rennen langs Vikinggraven og Sentralgraven samt til det Polsk-Danske basseng. Forøvrig var Nordsjø-området et stadig skiftende øyrike med grunne havstrekninger, flate landområder, sumper og innsjøer. Området lå ca. 45° nord for Ekvator og var klimatisk preget av fuktige, monsunvåte somre. Små pattedyr svintet seg omkring i skyggen av dinosaurier og pterosaurier, og det livgivende grunne havet var bebodd av svaneøgler, fiskeøgler og sjøkrokodiller i selskap med ammonitter og en rekke virvelløse dyr.

Perioden begynte med at havet trengte inn både fra nord og fra syd over det utjevnete triassiske ørkenlandskapet. Sand ble avleiret særlig i den østlige del av bassenget og på strendene langs de mange øyene. En av disse sandbanke- ne ble til Statfjord-sandsteinen – en utmerket reservoarbergart i Vikinggraven.

I midtre Jura hvelvet store deler av Nordsjø-området seg til et vidstrakt lavland som igjen ble utsatt for erosjon. (Figur e). Vulkaner byg-

get seg opp i riftene mellom Stavanger og Skottland, og vulkansk aske spredte seg herfra over de dype og smale havpassasjene mellom øyene i nord. I syd-vest var det varme og grunne hav med rikelig avleiring av kalk. Utenfor Norskekysten var det sandstrender med sumpskoger som her og der har gitt stenkull. Et opptil 300 m tykt lag av sand som ble avleiret i Vikinggraven skulle senere vise seg å bli en utmerket reservoarbergart (Brent Sand).

I øvre Jura sank atter mesteparten av landet i midtre Nordsjøen igjen under havnivået, og de gamle riftene ble til dype havrener. En landbro utenfor Vestlandet skilte mellom et nordre og et søndre havbasseng, og vestenfor Vikinggraven lå et større landområde, Shetlandplattformen. Shetlandplattformen ble tippet over mot øst slik at sand fra strandkanten ble avleiret på nytt som vifteformete sandmasser på dypt vann.



Plankton blomstret opp periodevis i det næringsrike vannet, døde og sank til bunns i dypprenene hvor det ofte unngikk fullstendig nedbrytning. Ved senere overleiring av yngre sedimenter ble dette organiske mudderet til en utmerket kildebergart (Kimmeridgean Shale), som avga petroleum til de omgivende porøse sandformasjoner.

Bergarter fra overgangen Jura/Kritt er bevart i et lite felt på Andøya. Her er det funnet bl.a. et nesten komplett skjelett av en fiskegle.

Kritt (140-65 millioner år siden)

I løpet av kritt-tiden drev Nordsjøområdet i retning av ekvator igjen, og det ble et varmt klima med våte årstider. Langt i vest tvang det nydannede Atlanterhavet seg nordover, med nydannet vulkansk havbunn mellom de gamle kontinentplatene.

Til å begynne med ble Nordsjøområdet fortsatt opphakkert ved tallrike forkastninger. Noen blokker ble hevet mens andre sank, og de eldre sedimentære lagene ble ofte tippet over og utsatt for erosjon. På denne måten ble det en uregelmessig havbunnstopografi med høydeforskjeller på 1000-2000 m. Henimot mot Øvre Kritt ble det slutt på oppbrytningen av Nordsjøområdet. Det som nå kom inn i bildet var at ny havbunn begynte å danne seg, først mellom Amerika og Grønland og senere mellom Grønland og Norge. Dette endret

Det tallerkenformete bassenget av sedimenter fra Tertiær. Kotene angir linjer med samme sedimenttykkelse (isopachlinjer).

helt spennings-tilstanden i jordskorpen i Nordvest-Europa. Den aktive strekningen med blokkingsynkninger og forkastninger som hadde preget området gjennom hele jordens middelalder var bragt til ende. Havnivået steg og havet fikk en større utbredelse enn noen gang før, mellom landområder som må ha vært sterkt nedslitt og utflatet.

Under Kritt-havets maksimale utbredelse for ca. 70 millioner år siden var store deler av Nordvest-Europa med hele Nordsjøen og endog en del av sydvestre Norge oversvømmet. Et mudder sammensatt av de ørsmå kalkrestene (coccolither) fra planktoniske alger hopet seg opp i opptil flere hundre meter tykke lag på bunnen. Dette finnes idag bevart som kritt-kalksten i Skåne, i Danmark og under Nordsjøen.

I sydøst begynte en ny type jordskorpe-bevegelse å gjøre seg merkbare. De hang sammen med at det åpne havet mellom Afrika og Europa skrumpet inn. De to landområdene kolliderte og tårnet opp sedimentene mellom seg som den alpine fjellkjede. Som en fjernvirkning av denne fjellkjedefoldningen ble noen av de dypeste Kritt-avleiringer i området sydøst for Danmark foldet og hevet over havnivået (inverterte bassenger).

Kritt-kalkstenen er vanligvis tett, men kan være utviklet som en utmerket reservoar-bergart der den er sprukket ovenpå saltdiapirer, f.eks. i Ekofiskområdet. Fra andre Kritt er det også sandstener som kan tenkes som reservoar-bergarter. En skifer i dypet

utenfor Norskekysten (Solaformasjonen) har et høyt innhold av organisk materiale og kan representere en kildebergart.

Tertiær (65–3 millioner år siden)

Kritt-havet trakk seg tilbake fra store områder, den norske landmassen begynte å reise seg i øst, og Shetlandsplattformen ble tippet over i vest. Nordsjø-området drev nordover og det ble kaldere. Til å begynne med var det et yrende liv i havet og på land, men snart forsvant mange livsformer for alltid: dinosaurene, ammonittene og belemnittene døde ut. Kanskje som følge av et meteoritt-nedslag?

Nordsjøen oppførte seg nå som en enhet hvor grunnen sank mens sedimentene samlet seg fra de nyreiste landsområdene. Senkningen var størst i Sentralgraven og Vikinggraven, hvor tykkelsen av de tertiære sedimentene nådde 3.5 km.

Det tallerkenformete tertiære sediment-bassenget ga tilstrekkelig overleiring til at de organiske restene i eldre sedimenter kunne modnes og avgi petroleum. Dette er den viktigste betydningen av de tertiære lagene for petroleumsgeologien i Nordsjøen. Forøvrig har tette leirbergarter eller skifre noen steder gitt en effektiv forsegling over petroleumsforekomster i dypere nivåer. Den eneste reservoar-bergart av betydning er en dyp-havssandstein fra tidlig tertiær (Friggfeltet). Den ble dannet ved at det etter heving og overbikking av Shetland-plattformen ble avsatt sand som ble skyllet ut i havet østenfor (Paleocen – tidlig Eocen).

Atlanterhavet dannes

Ved begynnelsen av Tertiær hang Grønland ennå sammen med Norge. Rett nok fantes det innlandshav og bassenger hvor sedimenter stadig ble avleiret, men underlaget av eldre berggrunn var kontinuerlig hele veien. Idag er situasjonen den at underlaget på Grønland og Norge er adskilt av et bredt belte med unge vulkanske bergarter under Atlanterhavet.

Hva var det som skjedde da havet mellom Norge og Grønland begynte å åpne seg for 55-60 millioner år siden?

Jo, vulkanske masser vellet opp langs en spalte i landområdet, størknet og gle til siden etterhvert som ny lava trengte opp. Havet trengte inn over den nydannede jordskorpen som ble noen centi-

meter bredere hvert år. I dag foregår denne havutvidelsen langs den Midtatlantiske rygg ute i havet. Hva ville vi se dersom vi kunne fly over området for 55-60 millioner år siden? Jo, et stort lavaplatå over Irland, nordlige Skottland, Færøyene og Øst-Grønland, og spredte vulkaner i Nordsjøen og langs Norskekysten ned mot Skagerak og Skåne! Aske fra vulkanutbruddene ble spredt vidt omkring og finnes idag som lag i sedimentene på Jylland og under Nordsjøen. På Færøyene finner vi restene av en minst 3000 m tykk sekvens av lavaer.

Av særlig interesse er vulkanske bergarter utenfor Griptarene ved Kristiansund. De er datert til 56 millioner år og må stå i forbindelse med en vulkan her ute da Atlanterhavet åpnet seg.

STEIN - EN EVENTYRLIG HOBBY

VI HAR ALT DU TRENGER
DET NYE DIAMANTSAGBLADET STAR FAMAD 5



SLIPEBORD OG SAGER FOR KURS OG SKOLER
«STÅR» OG «GRAVES» HOBBYMASKINER
RÅSTEIN, MINERALER, BEARBEIDET STEIN,
INNFATNINGER, SMYKKER OG GAVEARTIKLER

B. GJERSTAD

UTSTYR FOR SMYKKESTEINSLIPING

FORRETNING: KIRKEVEIEN 63, 1344 HASLUM
POSTADRESSE: SØRHALLA 20, 1344 HASLUM
TELEFON (02) 53 36 86