

# Gaskraters in de Noordzee

Cees Laban

Dr. C. Laban, TNO-NITG, Postbus 80015, 3508 TA Utrecht, e-mail c.laban@nitg.tno.nl

**In het noordelijk deel van de Noordzee, ter hoogte van Zuid-Noorwegen en Schotland, komen op de zeebodem grote gebieden voor met kraters die zijn ontstaan door het ontsnappen van gas uit de ondergrond. Onlangs zijn veel zuidelijker ook dergelijke kraters ontdekt en wel in het Nederlands deel van de Noordzee ten zuid-oosten van de Doggersbank.**

Enige tijd geleden is op de bodem van de Noordelijke Noordzee in het gebied Witch's Hole, op ongeveer 150 km ten noordoosten van Aberdeen, een trawler gevonden die mogelijk gezonken is ten gevolge van het plotseling ontsnappen van een grote hoeveelheid methaangas uit de bodem van de Noordzee. Het wrak ligt midden in een ronde krater met een doorsnede van minstens 100 m. In dit gebied bevinden zich veel kraters die zijn ontstaan door het met grote kracht ontsnappen van methaangas. De geoloog Alan Judd, van de Universiteit van Sunderland in Groot-Brittannië, vermoedt dat het schip zich mogelijk op de verkeerde tijd op de verkeerde plaats heeft bevonden en in een grote gasbel terecht is gekomen, waardoor het soortelijk gewicht van het water lager werd en het schip als een baksteen naar de bodem is gezonken. De boortechnici op boorplatforms in dit gebied zijn ook op de hoogte van de aanwezigheid van ondiepe gasvoorkomens die, tijdens het doorboren ervan, plotseling het omhoogspuiten van gas en sediment kunnen veroorzaken.

## Geologisch onderzoek in de Noordzee

Het Nederlands Instituut voor Toegepaste Geowetenschappen (TNO-NITG) brengt het Nederlands deel van de Noordzee geologisch in kaart. Dit wordt samen met Rijkswaterstaat directie Noordzee gedaan. TNO-NITG levert de seismische en boorapparatuur en de benodigde geologische kennis; directie Noordzee levert de met de meest moderne apparatuur uitgeruste onderzoeksschepen en de nautische kennis. De bedoeling is geologische kaarten te maken van de bovenste honderden meters van de zeebodem van het Nederlands deel van de Noordzee waarvan iedereen die met de zeebodem te maken heeft, gebruik kan maken. De geologische kaarten laten zien waaruit de zeebodem is

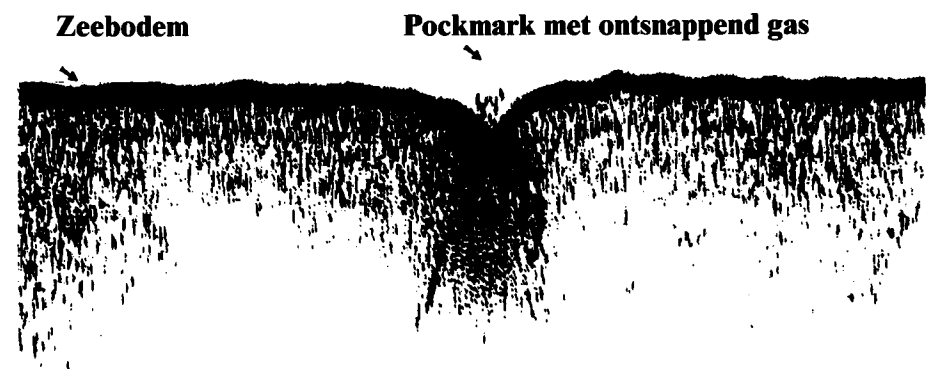
opgebouwd: zoals zand van verschillende korrelgroottes, grind en klei. Ook is te zien hoeveel schelpen en/of grind het sediment bevat. Verder is af te lezen hoe de lagen in de diepte verlopen.

De gebruikers zijn onder andere oliemaatschappijen die een boorplatform willen plaatsen en die moeten weten hoe de ondergrond is opgebouwd voordat het platform wordt neergezet. Als er olie of gas wordt aangetroffen, dan moet dit met behulp van een pijpleiding naar de kust worden getransporteerd. Ook hiervoor is informatie van de zeebodem nodig, want de pijpleidingen moeten op veel plaatsen minstens twee meter diep worden ingegraven om niet door een voor anker gaand schip te worden beschadigd. Verder heeft Rijkswaterstaat zand nodig om de kustlijn te handhaven. Ook vragen mogelijke kustuitbreidingen en de eventuele aanleg van eilanden in zee honderden miljoenen kubieke meters zand. De aanlooproutes voor de scheepvaart naar de havens van Rotterdam en Amsterdam moeten bovendien soms worden verbreed of verder verdiept. Dit zijn enkele voorbeelden van toepassing van de geolo-

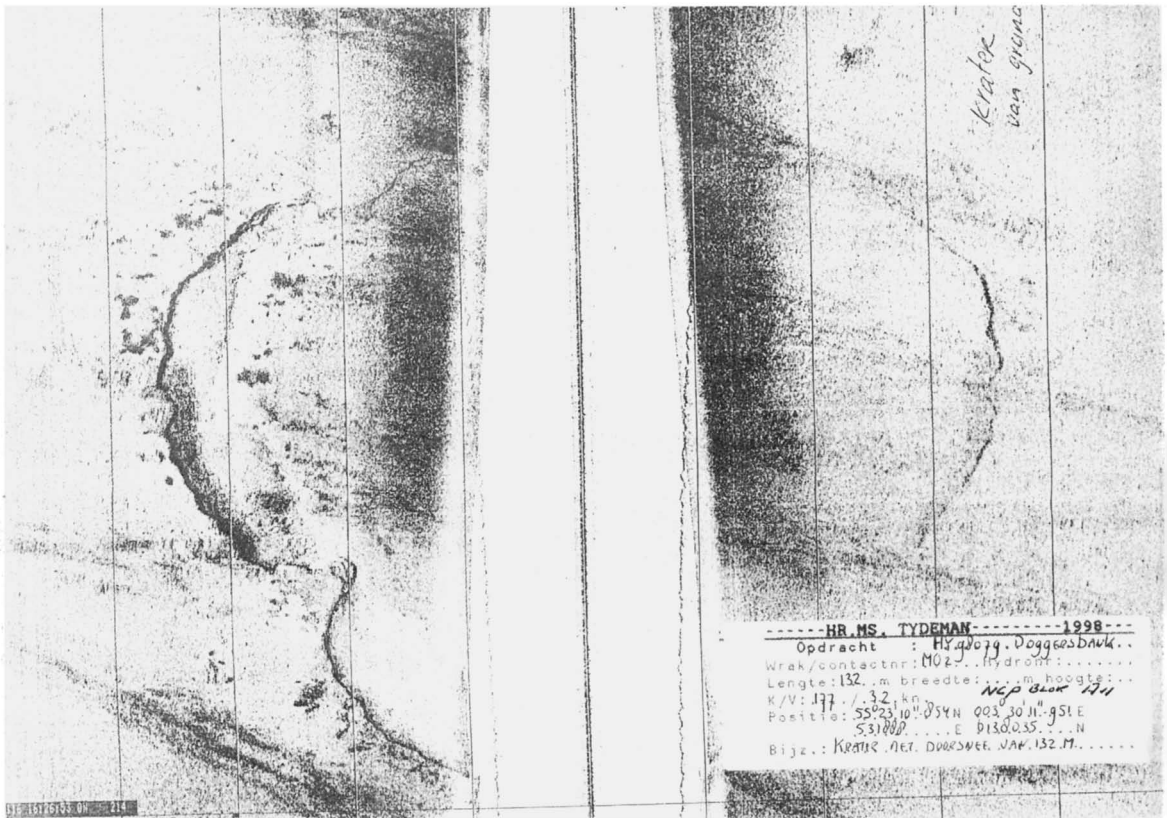
gische kennis. Tijdens het geologisch onderzoek worden niet alleen lagen klei, zand en grind aangetroffen, maar ook allerlei typische geologische vormen, zoals een zoutkoepel op slechts 1,20 m beneden de zeebodem ten noordwesten van Den Helder (Mesdag & Giessen, 1995). Het voorkomen van gas in ondiepe lagen wordt ook op de kaarten aangegeven (Laban et al., 1994). Onlangs zijn op een aantal plaatsen aanwijzingen gevonden voor de aanwezigheid van gaskraters, zogeheten 'pockmarks', in het Nederlands deel van de Noordzee.

## V-vormige gaten

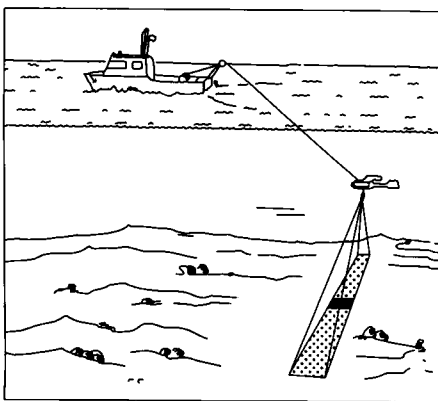
Tijdens het geologisch onderzoek ten noorden van de Waddeneilanden in het gebied van de Oestergronden is op een seismogram een V-vormige depressie in de zeebodem aangetroffen. De zeebodem bestaat hier uit fijn, slibhoudend holoceen zand (Laban et al., 1995). Een tweede depressie is gevonden op een locatie iets ten oosten van de Doggersbank, waar de zeebodem uit stugge, pleistocene smeltwaterklei bestaat die daar tijdens de laatste ijstijd, het Weichselien, is afgezet (Jeffery et al., 1990). De waterdiepte bedraagt op de beide locaties



Afb. 1: Seismogram van een gebied ten oosten van de Doggersbank, met een mogelijke pockmark. De doorsnede van de krater is ca. 40 m en de diepte ca. 2 m. De waterdiepte is 50 m.



Afb. 3: De door Hr. Ms. Tydeman met behulp van side scan sonar gevonden pockmark ten oosten van de Doggersbank. Deze opname laat een horizontale weergave van de krater zien. De krater heeft een doorsnede van ongeveer 132 m. De witte stukken aan weerszijden van het midden geven de waterdiepte aan.



Afb. 2: Schematische weergave van het principe van side scan sonar. De 'vis' die achter het schip door het water wordt getrokken, zendt naar weerszijden een geluidsbundel uit die door de zeebodem wordt weerkaatst en ten dele door de 'vis' weer wordt opgevangen. Doordat het schip vaart en de 'vis' voortdurend geluidssignalen uitzendt, wordt een doorlopend beeld van het zeebodemoppervlak geregistreerd.

ca. 50 m. In het centrum van de depressies waren reflecties te zien die op ontsnappend gas zouden kunnen wijzen (Afb. 1). De depressies hebben een diepte van iets meer dan een meter tot bijna twee meter en een diameter aan het oppervlak van de zeebodem van ca. 40 m. Dergelijke depressies zouden kunnen wijzen op het ontsnappen van methaangas uit de zeebodem. Dit moet met grote kracht zijn gebeurd.

Om verder te kunnen onderzoeken hoe deze depressies zijn ontstaan, moesten opnamen worden gemaakt. Dit gebeurt met een elektronisch apparaat waarmee de vorm van het oppervlak van de zeebodem in een strook van enkele honderden meters breed kan worden bekeken. Deze techniek wordt in het Engels 'side scan sonar' genoemd. Het gebruikte apparaat zendt geluidssignalen in bundels naar twee zijden uit. De geluidssignalen worden vanuit een grote kunststof 'vis' uitgezonden, die achter het onderzoekingsvaartuig door het water wordt gesleept. De frequentie is veel hoger dan bij een echolood (bij voorbeeld 15-30 kHz) of bij een seismisch apparaat (enkele honderden Hz

tot 8 kHz) en bedraagt meestal 100.000 Hz. De door de zeebodem teruggekaatste signalen geven een gedetailleerd beeld van het zeebodemoppervlak, waarvan kan worden afgelezen of sde zeebodem vlak is of bijvoorbeeld bezaaid ligt met grote stenen. Ook scheepswrakken en pijpleidingen die op de zeebodem liggen kunnen met dit apparaat worden opgespoord (Afb. 2).

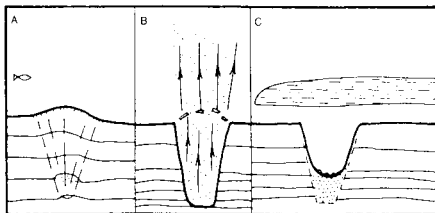
### Hydrografisch onderzoek

De Dienst der Hydrografie van de Koninklijke Marine voert met haar onderzoekingschepen regelmatig hydrografisch onderzoek uit in het Nederlands deel van de Noordzee, waarbij onder meer side scan sonar wordt ingezet. Tijdens een van deze onderzoeken, uitgevoerd aan boord van Hr. Ms. Tydeman, zou worden geprobeerd om met dit apparaat opnamen over de gevonden V-vormige depressies te maken. Tijdens het onderzoek was hiervoor echter onvoldoende tijd beschikbaar, maar tot grote verrassing bleek er op een van de opnamen, die in de buurt van een van de depressies was gemaakt, een grote ronde kratervormige

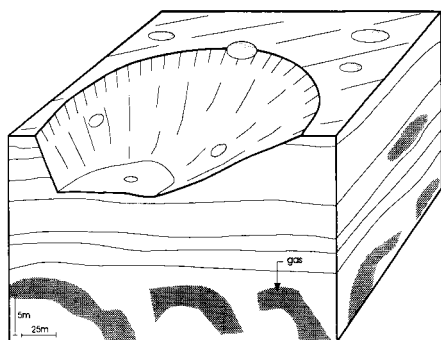
structuur te zien (Afb. 3). Deze krater had een diameter van ongeveer 132 m. Nadere bestudering wees uit dat het mogelijk een krater is die is ontstaan door het explosief ontsnappen van gas uit de zeebodem: een zogeheten 'pockmark'.

## Pockmarks

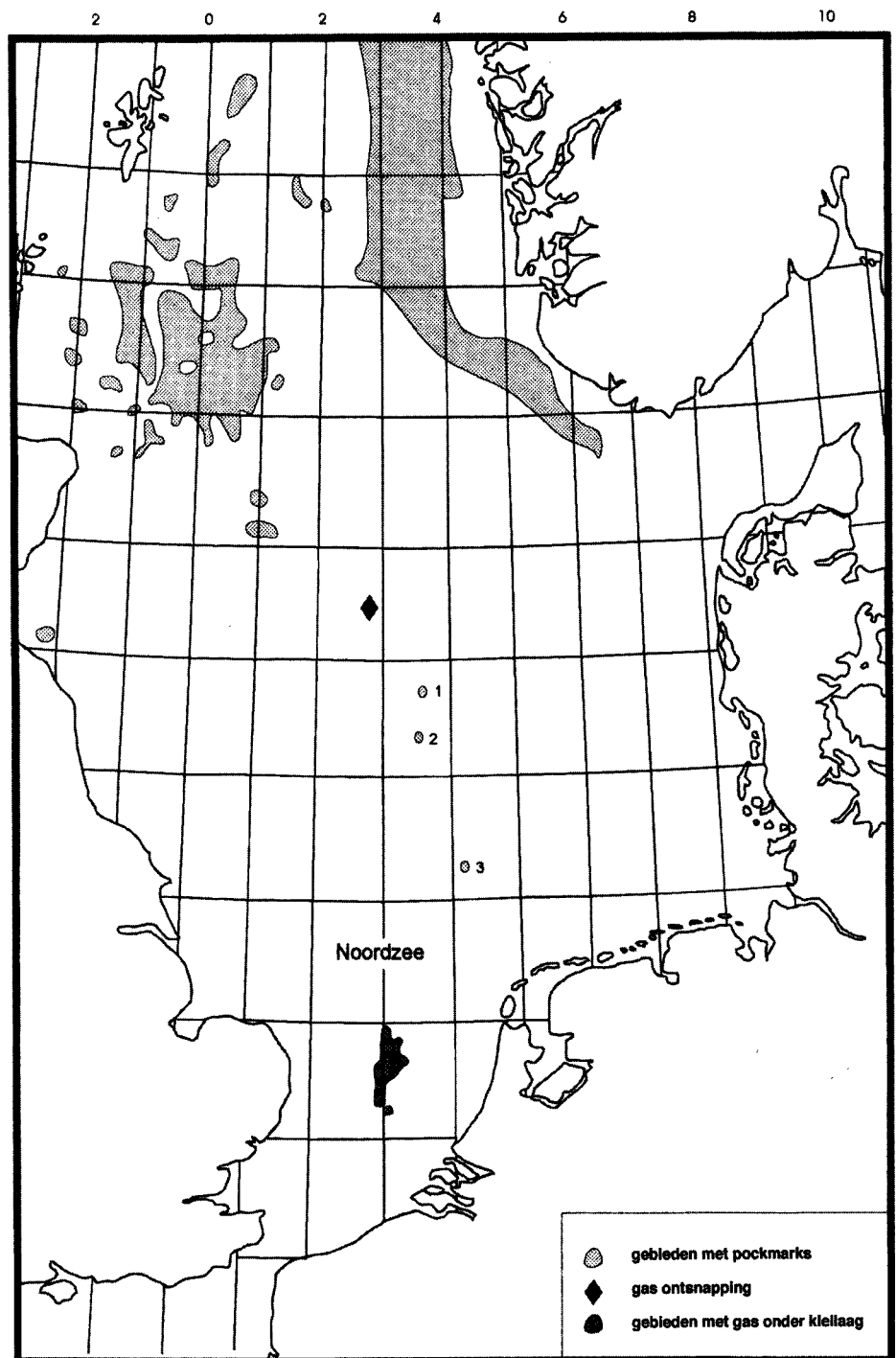
Elliptische of cirkelvormige kraterstructuren in de zeebodem, ontstaan door het explosief ontsnappen van vloeistof of gas (Afb. 4), zijn voor het eerst ontdekt in het begin van de jaren zestig door de Canadese geoloog L. King, tijdens de geologische kartering van het zeegebied ten westen van het Canadese Nova Scotia (King & MacLean, 1970). Bij dit onderzoek werd eveneens gebruik gemaakt van een side scan sonar. Deze structuren zijn door King en zijn collega's pockmarks genoemd. In 1969 is er zelfs met bemande onderzeeërs onderzoek



Afb. 4: Schematische doorsnede van het mogelijke ontstaan van pockmarks. A) Het gas hoopt zich onder een ondoorlatende laag op en als de druk te hoog is opgelopen, breekt de laag door en ontsnapt het gas explosief naar het oppervlak. B) Het bodemmateriaal wordt door het gas weggeblazen en er ontstaat een krater. C) Een deel van het bodemmateriaal valt weer terug in de krater en erboven vormt zich een laag slib in het zeewater (naar Hovland & Judd, 1988).



Afb. 5: Schematische doorsnede door een pockmark. In de zeebodem bevinden zich plaatselijk nog verhoogde concentraties methaangas (naar Hovland & Judd, 1988).



Afb. 6: Overzicht van de Noordzee met de gebieden waarin zich pockmarks bevinden en gebieden met gasontsnappingen. (1) is de locatie van de pockmark van figuur 1. (2) is de locatie van de door Hr. Ms. Tydeman gevonden krater en (3) een pockmark in het gebied van de Oestergronden. In het gebied met gas in de ondergrond ten westen van de Nederlandse kust bevindt zich een dikke laag klei, waaronder zich plaatselijk gas heeft opgehoopt (naar Hovland & Judd, 1988).

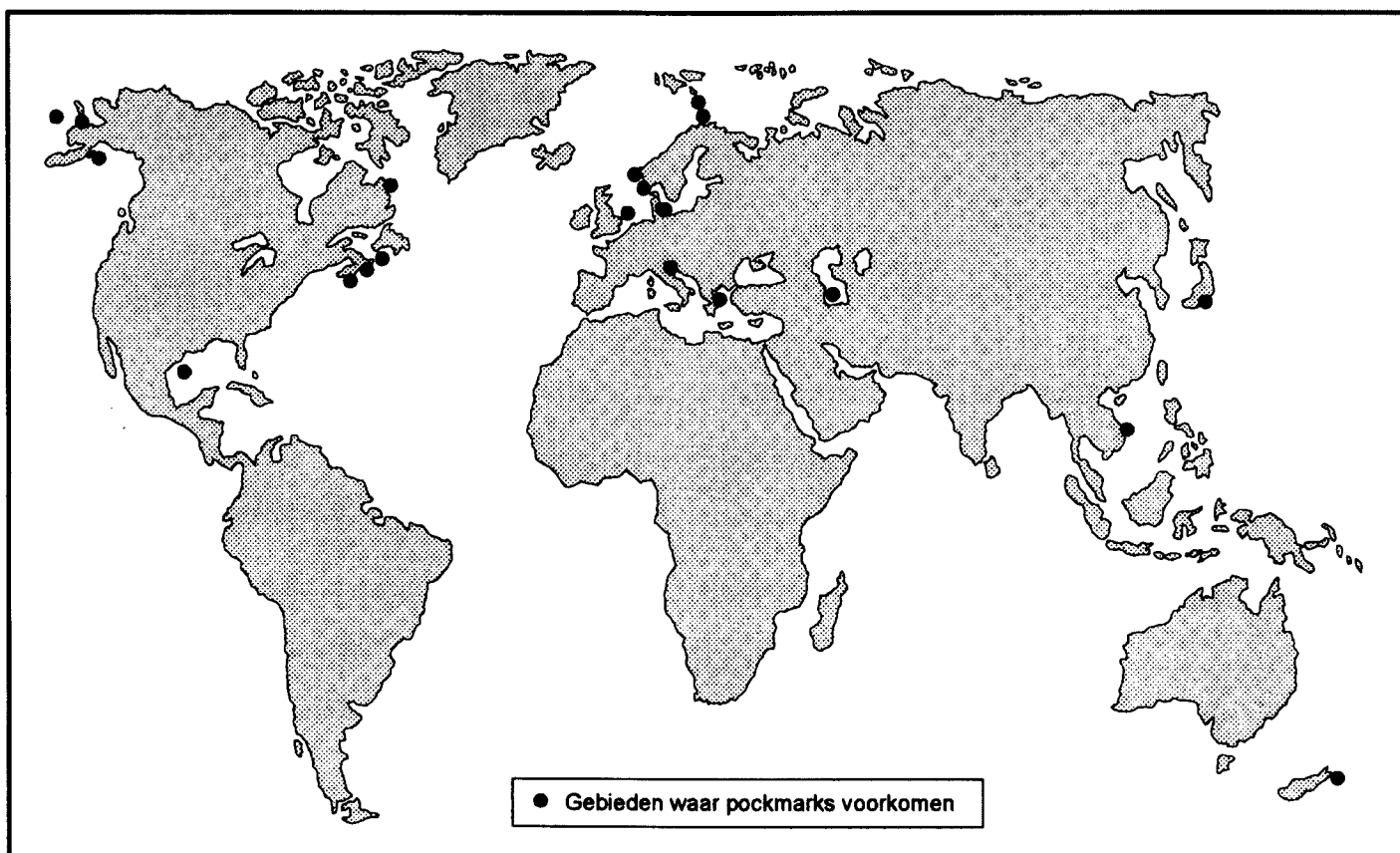
gedaan naar deze opmerkelijke structuren (Afb. 4-5). In 1970 werden ze ook in het noordelijk deel van de Noordzee waargenomen tijdens het onderzoek op de locatie van een te plaatsen boorplatform. Na deze ontdekking zijn er sinds 1975 door de Britse Geologische Dienst gedetailleerde onderzoeken uitgevoerd in deze structuren (McQuillin et al., 1979). De

zeebodem bestaat hier uit zachte tot zeer zachte kleiige afzettingen.

Tijdens een in 1971 door het Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee uitgevoerd onderzoek in de Noorse Geul tussen Oslo en Bergen, voor de kust van Noorwegen zijn ook daar pockmarks aangetroffen (Van Weering et al., 1973). De bodem van

de Noorse Geul bestaat hier uit zachte, slibhoudende klei. In het kader van de geologische karteringen van de zeebodem door de Britse en Noorse geologische diensten zijn de pockmarks nauwkeurig in kaart gebracht (Afb. 6-7). Ten zuiden van 56° N.B. dus in onder meer het Nederlandse deel van de Noordzee, zouden geen pockmarks meer voorkomen. Dit werd door de onderzoekers geweten aan de aard van de bodemsamenstelling (Hovland & Judd, 1988).

diepte van 75 m (locatie ± 56°29'30" N.B. en 2°59'30" O.L.). Hierop was duidelijk een stroom van gasballetjes te zien. Geschat werd dat uit deze pockmark elke zes seconden een gasbel ontsnapte. De gasproductie van deze pockmark zou ongeveer 24 m<sup>3</sup> per etmaal zijn (Hovland & Judd, 1988). Vermoedelijk ontsnapt het gas uit een gashoudende laag naar boven toe en hoopt het zich nabij het oppervlak op onder een ondoorlatende laag van klei bijvoorbeeld. Als de druk hoger wordt dan de sterkte van de ondoorlatende laag, dan kan het gas



Afb. 7: Zeegebieden waarin pockmarks zijn aangetroffen.

De bewijzen dat pockmarks ontstaan door het explosief ontsnappen van een vloeistof of gas uit de zeebodem werd in de jaren '70 geleverd door side scan sonar- en ondiepe seismische opnamen waaruit een baan van bubbels het zeewater in stroomde (onderzoek door British Petroleum: Mc Quillin et al., 1979). In de jaren '80 zijn watermonsters genomen in deze pockmark en is het bewijs geleverd dat het materiaal uit methaangas bestond. Voorts zijn met behulp van onbemande onderzeeërs video-opnamen gemaakt boven een pockmark in het gebied Tommeliten in het Noorse deel van de Noordzee op een water-

plotseling op een explosieve manier door de laag heen breken en ontstaat er een kratervormige depressie in de zeebodem, waaruit soms nog lange tijd gas naar buiten blijft stromen. Het gas kan op twee manieren naar het oppervlak komen: door het ontsnappen uit diepe gasreservoirs of uit ondiepe lagen, waar methaangas door het ontbinden van organische stof zoals veenresten en dergelijke is ontstaan. Het kan ook gebeuren dat het gas uit beide bronnen afkomstig is.

Inmiddels zijn pockmarks wereldwijd aangetroffen in ondiepe zeeën, maar ook op diepten van duizenden meters.

In diameter variëren ze van enkele meters tot meer dan 500 m en hun diepte kan van enkele meters tot meer dan 35 meter variëren. Pockmarks komen zelfs voor in dichtheden van 160 per km<sup>2</sup> (Hovland & Judd, 1988). De pockmarks die in de Noordzee zijn aangetroffen, variëren in diameter meestal tussen 10 en 300 m en bereiken een diepte van maximaal 15 m.

## Zandsteenvorming

Het in het zeewater ontsnappende gas kan ook nog voor een heel ander verschijnsel zorgen, namelijk het ontstaan

van zandsteen nabij het zeebodemoppervlak. In de zeebodem bevindt zich, meestal enkele meters beneden de zeebodem, een zuurstofloze zone waarin zogeheten sulfaat-reducerende bacteriën voorkomen. Deze gebruiken sulfaat-ionen als zuurstofbron door deze te laten reageren met methaan-gas. Tijdens dit proces wordt onder meer kalk (aragoniet en calciet) afgescheiden volgens de reactie  $\text{SO}_4^{2-} + \text{CH}_4 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{S} (+ \text{H}_2\text{O})$ . Ook kan de oxidatie van methaan zorgen voor abnormaal hoge CO<sub>2</sub>-concentraties en oververzadiging, waarbij CaCO<sub>3</sub> wordt geproduceerd door mid-

del van de reactie  $\text{CH}_4 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$  (Jørgensen, 1976).

Deze kalk slaat neer tussen de zandkorrels, die op deze manier aan elkaar worden gekit. Zo kunnen er in de zeebodem lagen zandsteen ontstaan die er de oorzaak van zouden kunnen zijn dat het gas zich hieronder gaat ophopen. Als de druk dan te hoog wordt, breekt de zandsteenlaag en komt het gas explosief naar boven, waardoor er een pockmark kan ontstaan.

## Literatuur

Giesen, R. & C. Mesdag, 1995. De zoutkoepel van Blok K9 (Noordzee), p. 11-16.

Hovland, M & A.G. Judd, 1988. Seabed pockmarks and seepages - impact on geology, biology and the marine environment. Graham & Trotman, London: 293 pp.

Jeffery, D.H., C. Graham, S. Wright, C. Laban & R.T.E. Schüttenhelm, 1990. Dogger: sheet 55°N/02°E. Sea bed sediments and Holocene geology, 1:250 000 series British Geological Survey, Geological Survey of The Netherlands.

Jørgensen, N.O., 1976. Recent high magnesian calcite/aragonite cementation of beach and submarine sediments from Denmark. Journal of Sedimentary Petrology 46: 940-951.

King, L.H. & B. MacLean, 1970. Pockmarks on the Scotian shelf. Geological Society of America Bulletin 81: 3141-3148.

Laban, C., P.T.J. Kok & C. Mesdag, 1994. Gas charged sediments in the Dutch sector of the North Sea. Abstract in: Gas in marine sediments. Third International Conference of the Shallow Gas Group.

Laban, C., P.C.M. van der Klugt & P.J. Frantsen, 1995. Oyster Grounds: sheet 54°N/04°E. Sea bed sediments and Holocene geology, 1:250.000 series. Nederlands Instituut voor Toegepaste Geowetenschappen-TNO.

McQuillin, R, Fannin, N.G.T. & Judd, A.G., 1979. I.G.S. pockmark investigations 1974-1978. Institute of Geological Sciences, Marine Geophysics Unit, Rept. 98.

Weering T. van, J.H.F. Jansen, & D. Eisma, 1973. Acoustic reflection profiles of the Norwegian Channel between Oslo and Bergen. Netherlands Journal of Sea Research 6.

In 1990 is met de tweepersoons onderzeeër Jago onderzoek gedaan naar een actieve pockmark in het Britse deel van de Noordzee. De onderzeeër bevond zich aan boord van het Britse onderzoeksvaartuig Challenger. Het onderzoek is uitgevoerd door een internationaal onderzoeksteam, gevormd door de Marine Biological Association, de Britse Geologische Dienst, het Plymouth Marine Laboratory, British Petroleum, de Universiteit van Southampton, Sunderland Polytechnic, de Universiteit van Kopenhagen en de Universiteiten van Hamburg en Kiel. De onderzoeker Paul Dando schreef het volgende verslag over dit onderzoek:

*"De zeebodem bestaat in dit gebied uit zacht slib. De hellingen van deze ongebruikelijk diepe pockmark laten talloze sporen zien van kreeften (*Nephrops* sp.) en grondels (*Callianassa* sp.), maar weinig tekenen van bodemleven. Het diepste deel van de pockmark ligt op 170 m beneden de zeespiegel en laat banen met grind zien met een lengte van 5 meter en een diepte van twee meter. Daarnaast komen er grindhoudende depressies voor, waartussen zich 1 tot 2 m hoge modderkraters bevinden. De gehele bodem*

*van de pockmark was bedekt met duizenden otolieten (gehoorsteentjes van vissen). In veel delen lagen grote stukken door kalk gecementeerde lagen zandsteen en conglomeraten bloot. Plaatselijk ontsnapten grote gasbellen uit overhangende gesteenten. De onderzijden van deze overhangende gesteenten waren behangen met bacteriën-matten (*Beggiatoa* sp.). Vissen als zeewolven en lengen verscholen zich onder de overhangende gesteenten. De meest voorkomende op de bodem levende soorten waren anemonen, sponzen en slangsterren".*

*"Er waren zowel continuë als onregelmatig opstijgende banen van gasbellen te zien uit de grindlagen, sommige van de modderkraters en uit gaten in de zandsteen. Met een robotarm die aan de onderzeeër was bevestigd werden flessen gevuld met het gas. Het gas bestond vrijwel volledig uit methaan en is vermoedelijk afkomstig van een diepte van ca. 1 kilometer beneden de zeebodem. Voorts zijn er sedimentmonsters en gesteenten verzameld van de zeebodem. De interessantste dieren vormden de twee-kleppige schelpen van de soort *Thyasira flexuosa* die in symbiose leeft met methaan-oxiderende bacteriën".*