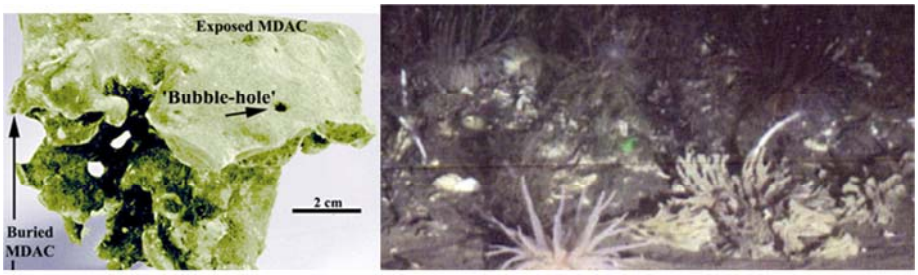
Gasfonteinen, pockmarks en habitattype H1180

Aanvullende beschermde gebieden op de Noordzee

R. van Bemmelen, O.G. Bos

Rapport C082/10



IMARES Wageningen UR

Institute for Marine Resources & Ecosystem Studies

Opdrachtgever: Programmadirectie Natura 2000, Ministerie van EL&I
Vincent van der Meij
Postbus 20401
2500 EK Den Haag

BO-02-012-10

Publicatiedatum: 25 januari 2011

IMARES WAGENINGEN UR

IMARES is:

- een onafhankelijk, objectief en gezaghebbend instituut dat kennis levert die noodzakelijk is voor integrale duurzame bescherming, exploitatie en ruimtelijk gebruik van de zee en kustzones;
- een instituut dat de benodigde kennis levert voor een geïntegreerde duurzame bescherming, exploitatie en ruimtelijk gebruik van zee en kustzones;
- een belangrijke, proactieve speler in nationale en internationale mariene onderzoeksnetwerken (zoals ICES en EFARO).

Dit onderzoek is uitgevoerd binnen het kader van het EL&I-programma Beleidsondersteunend Onderzoek Mariene EHS en Natura 2000

Afbeelding omslag: Links: carbonaatstructuur uit Noorse pockmark (Hovland et al. 2010, p. 124). Rechts: fauna op carbonaatstructuur in Noorse pockmark (Judd & Hovland 2007).

P.O. Box 68
1970 AB IJmuiden
Phone: +31 (0)317 48 09 00
Fax: +31 (0)317 48 73 26
E-Mail: imares@wur.nl
www.imares.wur.nl

P.O. Box 77
4400 AB Yerseke
Phone: +31 (0)317 48 09 00
Fax: +31 (0)317 48 73 59
E-Mail: imares@wur.nl
www.imares.wur.nl

P.O. Box 57
1780 AB Den Helder
Phone: +31 (0)317 48 09 00
Fax: +31 (0)223 63 06 87
E-Mail: imares@wur.nl
www.imares.wur.nl

P.O. Box 167
1790 AD Den Burg Texel
Phone: +31 (0)317 48 09 00
Fax: +31 (0)317 48 73 62
E-Mail: imares@wur.nl
www.imares.wur.nl

© 2011 IMARES Wageningen UR

IMARES is onderdeel van Stichting DLO, geregistreerd in het Handelsregister nr. 09098104, IMARES BTW nr. NL 8113.83.696.B16

De Directie van IMARES is niet aansprakelijk voor gevolgschade, noch voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van IMARES; opdrachtgever vrijwaart IMARES van aanspraken van derden in verband met deze toepassing.
Dit rapport is vervaardigd op verzoek van de opdrachtgever hierboven aangegeven en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag weergegeven en/of gepubliceerd worden, gefotokopieerd of op enige andere manier gebruikt worden zonder schriftelijke toestemming van de opdrachtgever.

A_4_3_1-V9.3

Inhoudsopgave

Samenvatting 4

1 Kennisvraag en aanpak 5

2 Inleiding 6

3 Is H1180 aanwezig in het gebied Gasfonteinen? 11

4 Ontstaanssnelheid en levensduur van carbonaatstructuren 13

5 Aanmelding Britse pockmarks 17

6 H1180 onderdeel maken van H1110_C? 25

7 Ontwikkeling van monitoring van habitattype H1180 27

8 Conclusies 30

9 Referenties 32

10 Kwaliteitsborging 34

11 Dankwoord 34

12 Verantwoording 35

Samenvatting

In Annex I van de Habitatrichtlijn worden een aantal te beschermen habitattypes beschreven. Een hiervan is habitattype H1180: permanent onder water staande structuren gevormd door weglekkende gassen. Deze structuren betreffen harde substraten van carbonaat, gevormd door microbiële oxidatie van langdurig weglekkend gas uit de ondergrond, met name methaan. Pockmarks met en zonder gasseeps zijn op een aantal plaatsen in de Noordzee gevonden. Er staan nog verschillende vragen open waarvan het antwoord belangrijk is voor het wel of niet beschermen van dit habitattype. Enkele van deze vragen zijn in dit rapport behandeld.

De carbonaatstructuren worden in de bodem gevormd en verschijnen pas in een later stadium aan het oppervlak, mogelijk door opwaartse druk door gassen of door het explosief vrijkomen van gas. Pas dan kunnen ze een geschikte habitat vormen voor bijvoorbeeld anemonen en vissen. Binnen het gebied de Gasfonteinen is weliswaar lekkend gas aangetroffen, maar zijn geen carbonaatstructuren gevonden. Ook elders op het Nederlands Continentaal Plat zijn geen carbonaatstructuren aangetroffen binnen pockmarks.

De snelheid waarmee carbonaatstructuren ontstaan is laag, in de ordegrootte van millimeters tot enkele tientallen centimeters per duizend jaar.

In Britse wateren zijn twee pockmarks met rijk begroeide carbonaatstructuren aangewezen als H1180. Het gaat om kleine gebieden van slechts enkele honderden hectares, met een klein percentage bedekking door H1180. Om de carbonaatstructuren tegen bodemvisserij te beschermen is gekozen voor een minimale gebiedsgrootte. De begrenzing van de beschermde gebieden is bepaald door een afstand van 3x de waterdiepte vanaf de pockmark aan te houden, zodat vissers de structuren niet kunnen beroeren met hun vistuig. Deze twee gebieden waren ten tijd van de aanwijzing de enige gebieden waarvan bekend was dat H1180 aanwezig was. De afgelopen jaren zijn ook in de Ierse Zee carbonaatstructuren gevonden.

Op de Doggersbank zou bij het instellen van beschermende maatregelen rekening gehouden kunnen worden met de daar aanwezige pockmarks als mogelijke locatie van carbonaatstructuren. Op dit moment zijn er echter geen carbonaatstructuren aangetroffen. Om de ontwikkeling ervan een kans te geven zouden pockmarks waar voldoende gas uit de bodem sijpelt en waar methaanoxiderende bacteriën voorkomen, beschermd kunnen worden tegen bodemberoerende activiteiten door ze af te sluiten voor bodemberoerende visserij.

Mogelijke locaties met carbonaatstructuren kunnen gevonden worden met behulp van akoestische methodes zoals side-scan sonar, gevolgd door video en bodembemonstering.

1 Kennisvraag en aanpak

In het kader van het project 'Aanvullende Beschermde Gebieden', waarin IMARES een aantal gebieden op de Noordzee nader bestudeert om vast te stellen of deze als Natura 2000-gebied kwalificeren, heeft het Ministerie van EL&I aan IMARES de volgende kennisvragen over gasfonteinen gesteld:

3a. Bepaal of in het gebied Gasfonteinen structuren zijn waargenomen die kwalificeren als habitattype H1180 en adviseer over speciale bescherming van dit gebied op grond van de Habitatrichtlijn.
3b. Bepaal op basis van literatuuronderzoek wat de ontstaanssnelheid en levensduur is van de met actieve gasfonteinen of pockmarks geassocieerde structuren, en welke factoren hierop van invloed zijn.
3c. Op basis waarvan heeft het Verenigd Koninkrijk twee pockmarks (Braemar Pockmarks, Scanner Pockmark) aangemeld in het kader van de HR?
3d. Is er op basis van de n.a.v. vragen 3b en 3c verkregen kennis aanleiding om habitattype H1180 onderdeel te maken van H1110_C (Permanent overstroomde zandbanken, Doggersbank), vergelijkbaar met het habitattype biogene riffen (H1170) binnen habitattype H1110_A (Permanent overstroomde zandbanken, getijdengebied)?
3e. Maak op basis van de resultaten van kennisvragen 3a-c een plan van aanpak voor (ontwikkeling van) monitoring van structuren die kwalificeren als habitattype H1180.

Om deze kennisvragen te beantwoorden, is literatuuronderzoek verricht en zijn experts geraadpleegd (A. Stadnitskaia, NIOZ; M. Hovland, Statoil; C. Laban, TNO).

1.1 Verklarende woordenlijst

Archaea	Oerbacteriën. Vormen een apart domein naast (2) bacteriën en (3) alle andere levensvormen (planten, dieren, schimmels, etc.)
Bubbling reef	Een van de twee typen H1180 'permanent onder water staande structuren gevormd door weglekkende gassen' (definitie: zie Box 1).
Carbonaatstructuren	Structuren gevormd door archaea door omzetting van methaan in carbonaat
'Freak' zandbanken	Zandbanken met een steilere helling dan normale zandbanken doordat lekkend gas zand de helling doet afkalven. Naast deze zandbanken zijn altijd kleine depressies zichtbaar (pockmarks).
Gasfonteinen (gebied)	Gebied in het noordoosten van het NCP.
Gasfonteinen (verschijnsel)	Plaatsen waar langdurig gas wegsijpelt. Gasfonteinen (Engels: gasseeps, seeps) worden meestal gevonden in pockmarks. In niet alle pockmarks worden actieve gasseeps gevonden – gasseeps zijn afhankelijk van de aanvoer van gas uit de ondiepe ondergrond, welke door allerlei factoren kan fluctueren. De mechanismen die hiervoor verantwoordelijk zijn worden niet goed begrepen.
Gasseep	zie gasfonteinen
Gaslek	zie gasfonteinen
H1180	Habitattype 1180: Permanent onder water staande structuren gevormd door weglekkende gassen. Dit is een habitattype dat volgens de Europese Habitatrichtlijn beschermd dient te worden (definitie: zie Box 1).
HR	Habitatrichtlijn
NPC	Nederlands Continentaal Plat
Pockmark	Krater die ontstaan door expulsie van gas, waarbij sediment met geweld opzij wordt geduwd. De grootte en vorm van pockmarks varieert; er worden 'unit pockmark' (1-10 m diameter, <0.6 m diep) en pockmarks (10-700 m diameter, tot 45 m diep) onderscheiden
Unit pockmark	zie pockmark

2 Inleiding

2.1 Habitattype H1180

In Annex I van de Habitatrichtlijn (EU 1992) worden een aantal beschermde habitattypes beschreven, waaronder habitattype H1180: permanent onder water staande structuren gevormd door weglekkende gassen (definitie: zie Box 1). Er zijn binnen dit habitattype twee subtypes te onderscheiden, 'bubbling reefs' en 'carbonaatstructuren', waarvan alleen de tweede mogelijk in Nederlandse wateren voorkomt.

In dit rapport worden een aantal vragen over habitattype H1180 beantwoord. Het gaat om harde substraten van carbonaat, gevormd door microbiële oxidatie van langdurig weglekkend gas (methaan). Typerend voor deze habitat zijn organismen met endosymbiontische methaan- en zwaveloxiderende bacteriën, zoals de darmloze worm *Astomonema southwardorum* en de schelpdieren *Thyasira sarsi* en *Lucinoma borealis*. Daarnaast bieden deze carbonaatstructuren een met riffen vergelijkbare leefomgeving voor bijvoorbeeld anemonen, krabben, congeraal *Conger conger*, en zeewolf *Anarhichas lupus*.

2.2 Ontstaan en verspreiding van pockmarks en carbonaatstructuren

De carbonaatstructuren kunnen ontstaan op plaatsen waar langdurig gas wegsijpelt: gasseeps (of gasfonteinen genoemd). Deze seeps worden meestal gevonden in pockmarks. In niet alle pockmarks worden actieve gasseeps gevonden – gasseeps zijn afhankelijk van de aanvoer van gas uit de ondiepe ondergrond, welke door allerlei factoren kan fluctueren. De mechanismen die hiervoor verantwoordelijk zijn worden niet goed begrepen.

Pockmarks zijn een soort kraters die wereldwijd voorkomen in meren, zeeën en oceanen op locaties waar gas of vloeistof uit de bodem ontsnapt. Ze ontstaan door expulsie van gas, waarbij sediment met geweld opzij wordt geduwd. De grootte en vorm van pockmarks varieert; er worden 'unit pockmark' (1-10 m diameter, <0.6 m diep) en pockmarks (10-700 m diameter, tot 45 m diep) onderscheiden (Hovland et al. 2002) (Figuur 1).

Pockmarks met en zonder gasseeps zijn op een aantal plaatsen in de Noordzee gevonden. In de internationale Noordzee komen grote pockmarkgebieden voor tussen Noorwegen en Groot-Brittannië, waarbij dichtheden van tientallen pockmarks per km^2 normaal zijn (Figuur 2). In Britse wateren zijn twee gebieden met pockmarks met carbonaatstructuren aangemeld onder de Habitatrichtlijn, waarover in hoofdstuk 5 wordt uitgeweid. In Noorse wateren zijn dergelijke structuren ook aangetroffen (Figuur 3, Figuur 4).

In het Nederlandse deel van de Noordzee komen voor zover bekend slechts enkele pockmarks voor, waaronder een pockmark met een diameter van ongeveer 140 m in concessieblok A11 bij de Doggersbank (Schroot & Schüttenhelm 2003). Daarnaast zijn gaslekken aangetroffen in de vorm van 'freak' zandbanken voor de Nederlandse kust, tijdens het in kaart brengen van een corridor voor de Zeepipe gasleiding (van België naar Noorwegen), begin jaren '90.. 'Freak' zandbanken hebben een steilere helling dan normale zandbanken doordat lekkend gas zand doet afkalven. Naast deze zandbanken zijn altijd kleine depressies zichtbaar (pockmarks) (Judd & Hovland 2007). Een andere pockmark bevindt zich in blok B13 (Figuur 5). Een uitgebreider overzicht van de verspreiding van pockmarks in de Noordzee is gegeven door Witbaard et al. (2008).

2.3 Bronnen van methaan

Methaan in de bovenste laag van de zeebodem kan bestaan uit (Hovland & Judd 1988, Schroot & Schüttenhelm 2003):

1. thermogeen methaan: methaan dat door hoge druk en temperatuur gevormd is uit organisch materiaal en uit diepere lagen/reservoirs omhoog lekt.
2. biogeen methaan: methaan dat tot op honderden meters diepte in de bodem door bacteriën gevormd wordt uit organisch materiaal en dan omhoog lekt.
3. methaanhydraat (methaanijs). Methaanhydraat is een vorm van waterijs met daarbinnen grote hoeveelheden methaan. Waarschijnlijk ontstaat het wanneer omhoog lekkend methaan met water in contact komt. Methaanhydraten komen bij een druk van meer dan 50 bar (ongeveer 500 m diepte) en een temperatuur van minder dan 4˚C voor, en dus niet in de Noordzee (wikipedia, Hovland pers. comm.).

Box 1 Definitie van habitattype H1180 en bijbehorende karakteristieke soorten (EU 2003)

(vertaling van de Engelse tekst uit de Interpretation Manual (EU 2003)

1. Definitie van habitattype H1180

Permanent onder water staande structuren gevormd door weglekkende gassen bestaan uit zandsteen platen, plateaus en zuilen tot 4 m hoog, gevormd door precipitatie van carbonaat cement door microbiële oxidatie van gas, voornamelijk methaan. De formaties worden afgewisseld met gaslekken waaruit regelmatig gas lekt.
Het methaan is waarschijnlijk afkomstig van microbiële decompositie van fossiel plantmateriaal.

Het eerste type permanent onder water staande structuur is bekend als 'bubbling reef'. Op deze formaties komen zoneringen voor van diverse benthische gemeenschappen, bestaande uit algen, en/of ongewervelde specialisten van harde substraten, afwijkend van de omliggende habitat. De biodiversiteit wordt vergroot door dieren die zich ophouden in de talrijke spleten en holtes. De habitat omvat een aantal sublitorale topografische kenmerken zoals overhangen, verticale pilaren, en gelaagde bladachtige structuren met talrijke holtes.

Het tweede type bestaat uit carbonaatstructuren in pockmarks. Pockmarks zijn depressies in een zachte zeebodem, tot 45 m diep en honderden meters breed. Niet alle pockmarks worden gevormd door lekkende gassen en in niet alle door weglekkende gassen gevormde pockmarks worden carbonaatstructuren aangetroffen. De benthische levensgemeenschappen bestaan uit ongewervelden die gespecialiseerd zijn in hard substraat en zijn afwijkend van die van de omliggende vaak modderige habitat. De diversiteit van de infauna gemeenschap in zacht sediment rondom pockmarks kan ook hoog zijn.

2. Karakteristieke soorten

Bubbling reefs

Planten:

Wanneer de structuur zich binnen de fotische zone bevindt, kunnen macroalgen zoals Laminaria-algen, en andere bladachtige en filamenteuse bruine en rode algen aanwezig zijn.

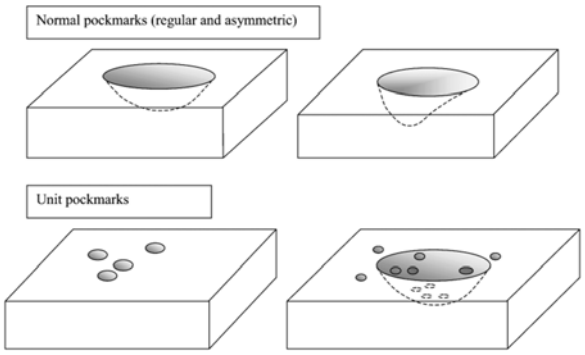
Dieren

Een grote diversiteit van ongewervelden zoals Porifera, Anthozoa, Polychaeta, Gastropoda, Decapoda, Echinodermata evenals verschillende vissoorten zijn aanwezig. Vooral de polychaete worm *Polycirrus norwegicus* en de tweekleppige *Kellia suborbicularis* zijn geassocieerd soorten van "bubbling reefs".

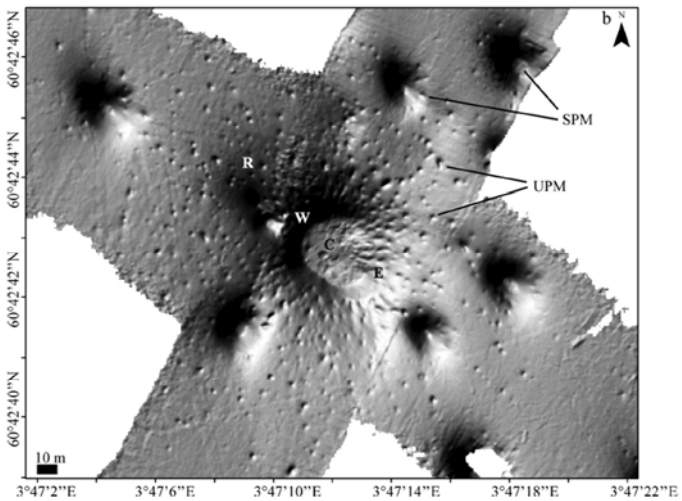
Pockmarks
Planten:
Meestal geen
Dieren:
Ongewervelde specialisten van harde substraten zoals hydrozoa, anthozoa, ophiuroidea en gastropoden. Rond de pockmark zijn in het zachte sediment nematoden, polychaeten and crustaceeën aanwezig.

3. Geassocieerde habitattypes

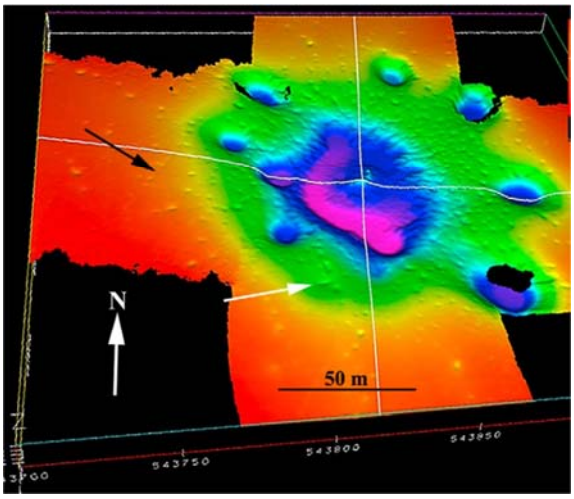
Bubbling reefs kunnen geassocieerd zijn met habitattypes H1110: 'permanent onder water staande zandbanken' en habitattype H1170: 'riffen'



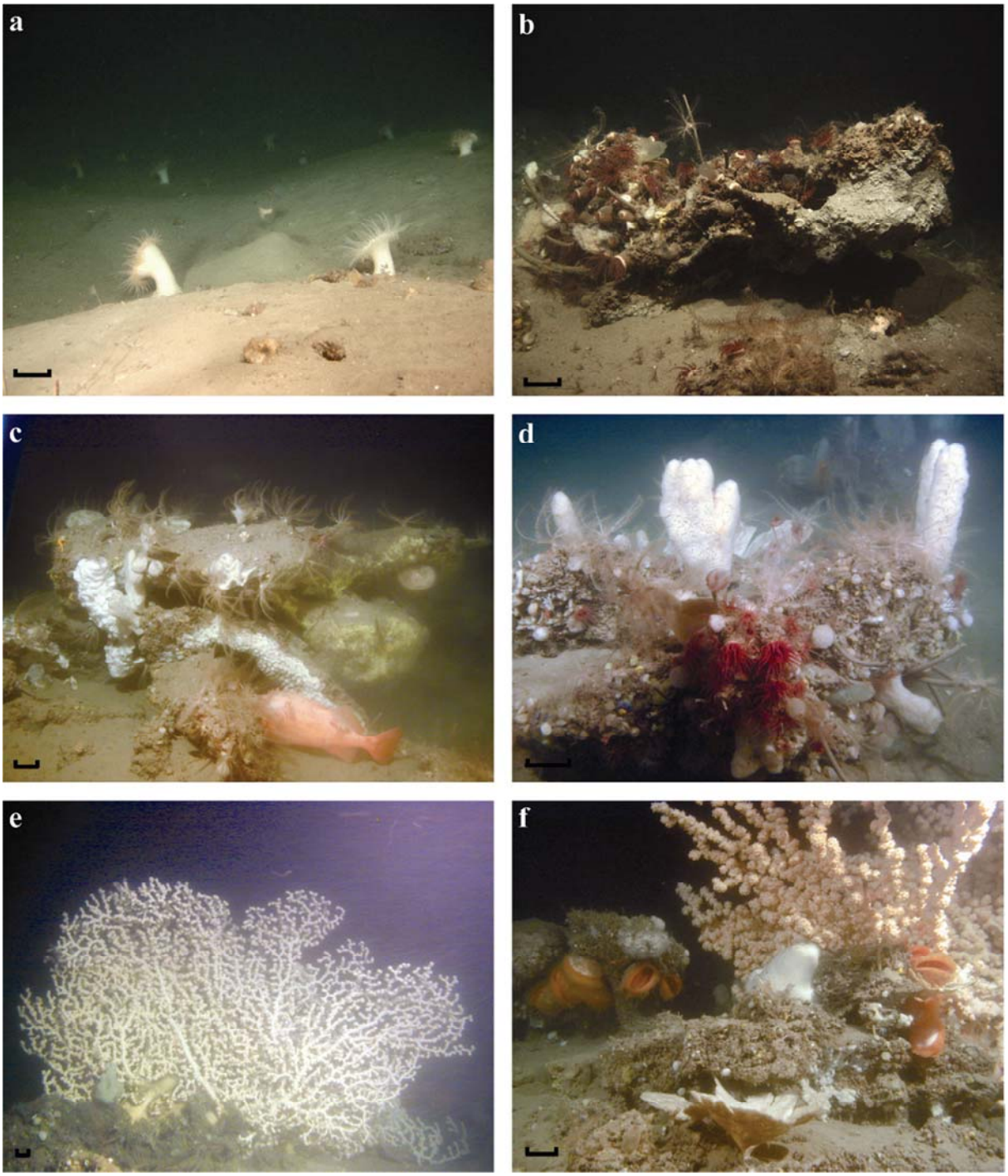
Figuur 1. Verschillende typen pockmarks (Hovland et al. 2002)



Figuur 2. Pockmarks (10-40 m doorsnede) en unit pockmarks in het Noorse Troll pockmark veld (Webb et al. 2009).



Figuur 3. Pockmarks en veel unit pockmarks in het Noorse Troll pockmark veld. In het midden van de grootste pockmark kan een carbonaatstructuur worden onderscheiden. De structuur is begroeid met koraal en grote tweekleppigen (Hovland et al. 2010).



Figuur 4. Benthische fauna op carbonaatstructuren in pockmarks in het Noorse Troll pockmark veld (Webb et al. 2009).

3 Is H1180 aanwezig in het gebied Gasfonteinen?

Kennisvraag 3.a. *Bepaal of in het gebied Gasfonteinen structuren zijn waargenomen die kwalificeren als habitattype H1180 en adviseer over speciale bescherming van dit gebied op grond van de Habitatrichtlijn.*

Het gebied Gasfonteinen (concessieblok F3, zie Figuur 5) is genoemd door Lindeboom et al. (2005) als gebied waar door lekkage van gas mogelijk habitattype H1180 voorkomt. Door Witbaard et al. (2008) is nader literatuuronderzoek verricht naar gasfonteinen, pockmarks en H1180 op het Nederlands Continentaal Plat (NCP). In dat rapport is gesteld dat de aanwezigheid van carbonaatstructuren niet is aangetoond.

De enige gepubliceerde gegevens over het gebied Gasfonteinen zijn te vinden in Schroot et al. (2005). In het kort wordt in dit artikel het volgende over F3 gezegd:

- In het gebied Gasfonteinen (concessieblok F3) zijn gasreservoirs aangetroffen die omhoog lekken via twee geofysische anomalieën: een chimney en een fault system (Figuur 6)
- Er is sprake van zwakke en lokale gaslekkage
- Analyse van het gas wijst op methaan van vooral biogene oorsprong

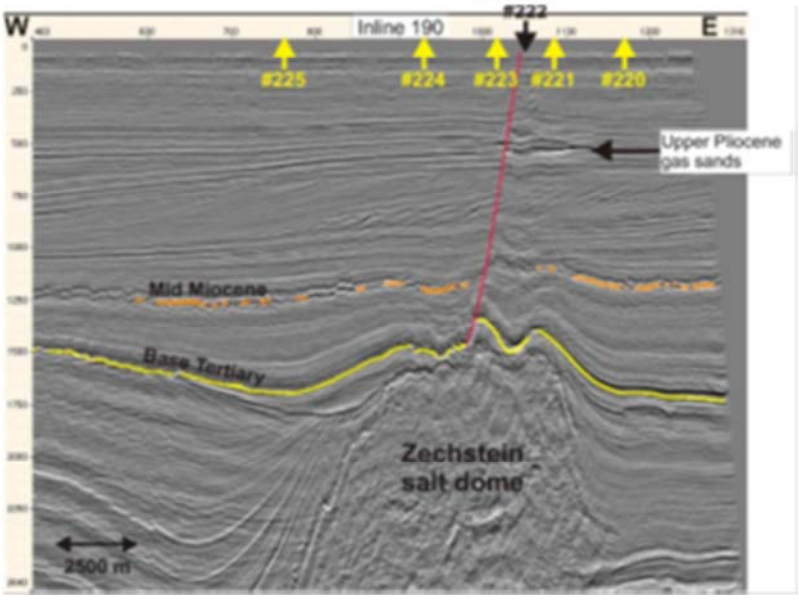
Bij dit onderzoek in F3 zijn ook boringen op diverse locaties verricht waarbij geen carbonaatstructuren zijn aangetroffen. In een recente survey in 2009 is geen lekkend gas aangetroffen in blok F3 (C. Laban, TNO, pers. com).

3.1 Conclusie

- In het gebied Gasfonteinen zijn zwak lekkende en gaslekken in het verleden aangetoond maar harde carbonaatstructuren zijn niet aangetroffen. Er is daarom op basis van de huidige kennis geen reden om het gebied Gasfonteinen te beschermen onder de Habitatrichtlijn.



Figuur 5. *Drie pockmarks in Nederlandse wateren. De pockmark in blok A11 in het Natura 2000 gebied Doggersbank heeft een diameter van 140 m (Schroot & Schüttenhelm 2003).*



Figuur 6. *Seismisch profiel in het gebied Gasfonteinen (F3) (Schroot et al. 2005).*

4 Ontstaanssnelheid en levensduur van carbonaatstructuren

Kennisvraag 3.b. *Bepaal op basis van literatuuronderzoek wat de ontstaanssnelheid en levensduur is van de met actieve gasfonteinen of pockmarks geassocieerde structuren, en welke factoren hierop van invloed zijn.*

4.1 Ontstaan van carbonaatstructuren

Carbonaatstructuren ontstaan door anaerobe oxidatie van methaan door archaea (oerbacteriën), waarbij carbonaat als restproduct neerslaat (Boetius et al. 2000, Hovland et al. 2005, Boetius & Wenzhöfer 2010) volgens deze reactie:

$$CH_4 + SO_4^{2-} \rightarrow HCO_3^- + HS^- + H_2O$$

De structuren van carbonaat die zo kunnen ontstaan worden in de literatuur aangeduid als: Methane Derived Authigenic Carbonate (MDAC). Het proces van anaerobe oxidatie van methaan wordt afgekort als AOM.

De precipitatie van carbonaat vindt plaats in het sediment, net onder het oppervlak, of onder een dun laagje sediment. De carbonaatstructuren, of MDAC, ontstaan dus niet bovenop de zeebodem en er is ook geen sprake van de vorming van schoorstenen of andere verticale structuren. De carbonaatstructuren worden in de bodem gevormd en verschijnen pas in een later stadium aan het oppervlak, mogelijk door opwaartse druk door gassen of door het explosief vrijkomen van gas. Pas dan kunnen ze geschikte habitat vormen voor bijvoorbeeld anemonen en vissen (Figuur 7).

Groeisnelheid

Om carbonaatstructuren te laten ontstaan, moet de toevoer van methaan langdurig plaatsvinden, zodat zich een voldoende grote microbiële gemeenschap kan ontwikkelen. Een overzicht van microbiële oxidatiesnelheden op verschillende locaties in de wereldzeeën en oceanen staat in Tabel 1. De omzetting van methaan naar carbonaat (AOM) vindt met typische snelheden van ordegrootte 10-1000 millimol per m^2 per jaar plaats (Hinrichs & Boetius 2002), uitzonderingen daargelaten. De groeisnelheid in mol per m^2 per jaar kan worden omgezet naar gram per m^2 per jaar door te vermenigvuldigen met de molmassa van carbonaat volgens de formule:

$$groeisnelheid(g/m^2/jaar) = molaire_massa(g/mol) \times snelheid(mol/m^2/jaar)$$

Waarbij we uit gaan van het volgende:

- De omzetting van methaan naar carbonaat vindt plaats met een snelheid van ordegrootte 10 tot 1000 mmol m^{-2} $jaar^{-1}$ (Hinrichs & Boetius 2002) (zie Tabel 1.)
- Calciumcarbonaat heeft een molmassa van ongeveer 100 g per mol (Calcium: 40.07 g per mol + carbonaat: 59.98 g mol^{-1}, opgebouwd uit 12.01 g mol^{-1} C + 3 x 15.99 g mol^{-1} O).

De groeisnelheid (g m^{-2} $jaar^{-1}$) is volgens deze formule 10 tot 1000 mmol m^{-2} $jaar^{-1}$ x 100 g mol^{-1} = 1 tot 100 gram $CaCO_3$ m^{-2} $jaar^{-1}$. Anaerobe oxidatie van methaan vindt dus grofweg plaats met een snelheid van ordegrootte 1 tot 100 gram calciumcarbonaat m^{-2} $jaar^{-1}$.

Wanneer we vervolgens de groeisnelheid van de carbonaatlaag in cm jaar^{-1} uit willen drukken moet de groeisnelheid in g m^{-2} jaar^{-1} gedeeld worden door de dichtheid van de carbonaatstructuur:

$$groeisnelheid(cm/\ jaar) = \frac{groeisnelheid(g/cm^2\ /\ jaar)}{dichtheid(g/cm^3)}$$

waarbij we voor de dichtheid van carbonaatstructuren 1.6 g cm^{-3} aannemen (Bayon et al. 2009). De groeisnelheden van 1 tot 100 g m^{-2} jaar^{-1} worden dan 0.00016 cm tot 0.016 cm per jaar, of 0.16 tot 16 cm per 1000 jaar.

Tabel 1. Snelheden van anaerobe oxidatie van methaan (AOM) in verschillende mariene sedimenten (tabel uit Hinrichs & Boetius 2002).

Area	Location	Water depth (m)	Sediment depth (cm)	AOM (nmol cm^{-3} d^{-1})	Average (nmol cm^{-3} d^{-1})	Integrated (mmol m^{-2} d^{-1})	Integrated (mmol m^{-2} a^{-1})	Method	Source
Inner shelf 0-50 m	Kysing Fjord	1	12	0.01-0.27	0.07	0.01	3	tracer exp.	Iversen and Blackburn 1985
	Norsminde Fjord	1	40	0-17	7	2.80	1022	tracer exp.	Hansen et al. 1998
	Cape Lookout	10	35	0-19	5	1.75	639	tracer exp.	Hoehler et al. 1994
	Aarhus Bay	16	300	0-1		0.05	16	tracer exp.	Thomsen et al. 2001
	Eckernförde Bay	25	50	0-34	0.6	0.29	106	tracer exp.	Bussmann et al. 1999
Outer shelf 50-200m	Kattegat	65	170	0-6	0.5	0.83	303	tracer exp.	Iversen and Jørgensen 1985
	Skan Bay	65	35	0-9	3	1.14	415	tracer exp.	Reeburgh 1980
	Skan Bay	65	40	0-10	2	0.88	321	tracer exp.	Alperin and Reeburgh 1985
	Black Sea	130	350			0.11	41	modelling	Jørgensen et al. 2001
		181	350			0.10	35		
Upper margin 200-1000m	Skagerak	200	110	0-12	1.0	1.16	423	tracer exp.	Iversen and Jørgensen 1985
	Saanich Inlet	225	27	0-0.75	5	1.26	460	tracer exp.	Devol 1983
	Black Sea	396	350			0.08	30	modelling	Jørgensen et al. 2001
		1176	350			0.05	18		
Lower margin 1000-4000m	Cariaco trench	1300	120			0.44	159	modelling	Reeburgh 1976
		1400	120			0.15	55	modelling	
	Namibia slope	1312	70			0.08	30	modelling	Niewöhner et al. 1998
		2060	70			0.14	52		
	Namibia slope	1373	400			0.22	80	modelling	Fossing et al. 2000
		2065	600			0.15	55		
	Amazon Fan	2700	5000	0-0.3				isotopes	Burns 1998
	Blake Ridge	3000	2300	0-0.015	0.004	0.01	3	modelling	Borowski et al. 2000
	Zaire fan	3950	1550			0.10	36	modelling	Zabel and Schulz 2001
Methane seeps	Eckernförde Bay	25	50	0-50	10	5	1880	tracer exp.	Bussmann et al. 1999
	Eel River Basin	520	10			32	11,500	isotopes	Hinrichs subm.
	Gulf of Mexico	590	30			4	1338	SRR	Aharon and Fu 2000
	Hydrate Ridge	750	15	0-3000	300	45	16,425	SRR	Boetius et al. 2000
	HMMV Caldera	1250	20	1-70	26	5	1898	tracer exp.	Lein et al. 2000

[a] For the calculation of AOM from SRR we used the average AOM/SRR ratio of all investigations (30%). Most likely, this leads to an underestimate of AOM for reasons discussed in the text.

Bepaling groeisnelheid door datering leeftijd

De groeisnelheid van carbonaatstructuren kan ook worden herleid door de afstand tussen twee lagen carbonaat te delen door het verschil in ouderdom van deze twee lagen. Er zijn in de literatuur echter weinig schattingen te vinden van de snelheid waarmee carbonaatstructuren worden gevormd.

- *Egyptische Middellandse Zee: groeisnelheid 0.4 – 5 cm per 1000 jaar*

Bayon et al (2009) heeft metingen aan carbonaatstructuren in de Egyptische Middellandse Zee verricht. Het 5,5cm dikke stuk autogeen carbonaat was ontstaan tijdens ongeveer 5000 jaar durende gaslekkage. Er werden drie lagen herkend met verschillende groeisnelheden. Van boven naar beneden bedroegen deze groeisnelheden 0.4, 5 en 0.8 cm per 1000 jaar. De structuren groeiden aan de onderzijde aan: hier

is immers toevoer van methaan. De vroegst gevormde laag van aragoniet, gevormd in zo'n 2000 jaar, had dus de laagste groeisnelheid en was iets meer dan een centimeter dik.
In het artikel wordt vermeld dat deze groeisnelheden overeenkomen met 7 tot 92 micromol m^{-2} $jaar^{-1}$, door uit te gaan van een dichtheid van 1.6 g cm^{-3} (zie formule hierboven). Omgerekend komt dit neer op 6 tot 81 g $CaCO_3$
m^{-2} $jaar^{-1}$.

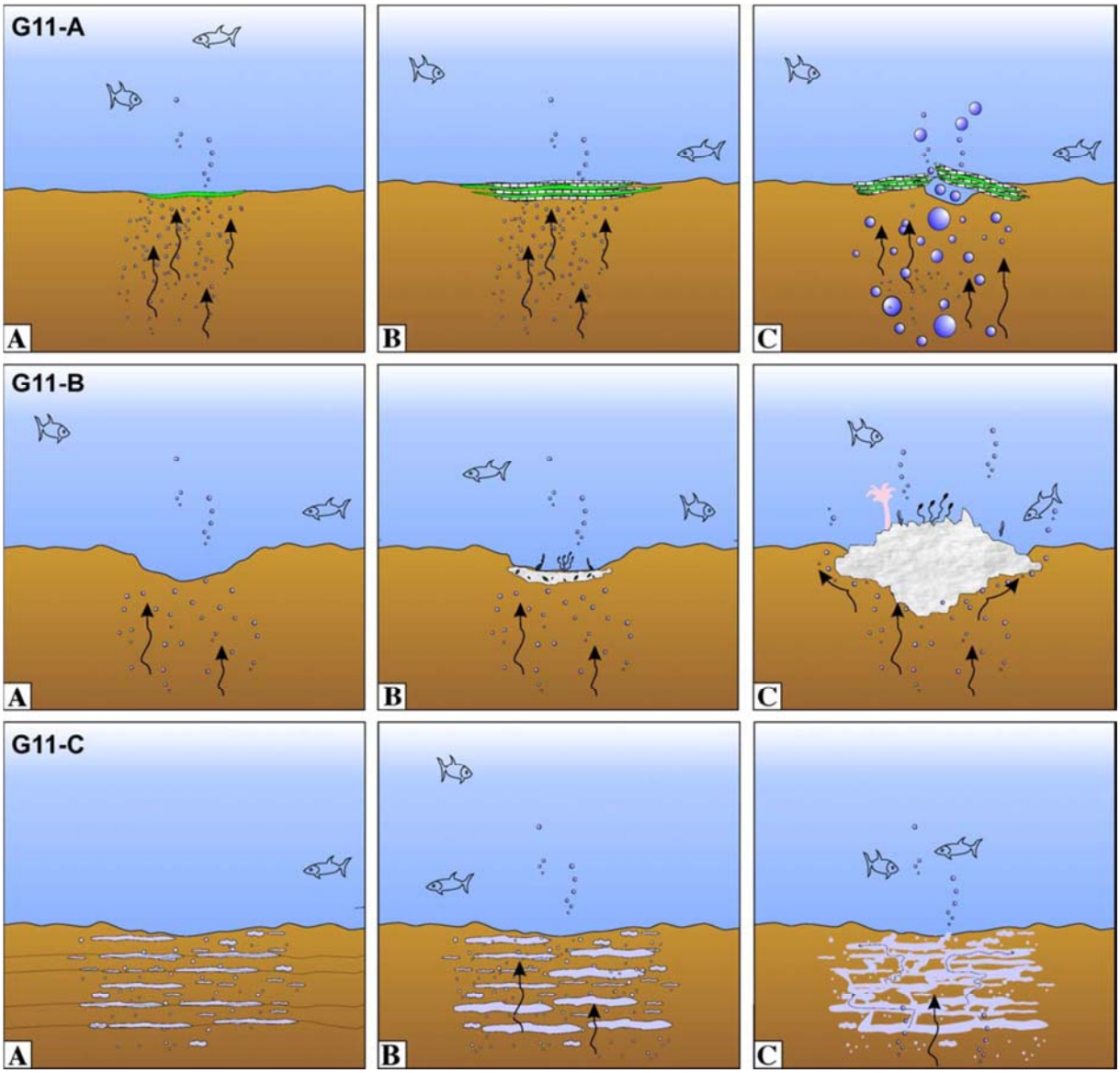
- *Zuidoostelijke Noord-Amerikaanse Continentale Plat: groeisnelheid 4,8 cm per 1000 jaar*

In Naehr et al (2000) wordt op grond van data in Paull et al (1996) aangenomen dat autogeen carbonaat van de Blake Ridge Diapir, op het zuidoostelijke Noord-Amerikaanse continentale plat, met een snelheid van 4,8 cm per 1000 jaar groeit. Ze gebruikten dit om te laten zien dat hier gevonden structuren tot op 30 m onder het bodemoppervlak ten minste 600 000 jaar nodig hebben gehad om deze lengte te bereiken.

Om vervolgens aan de definitie van H1180 te voldoen moeten de structuren na het ontstaan boven het bodem oppervlak geraken (Figuur 7). Hoeveel tijd dit vergt is echter onbekend.

4.2 Conclusies

- De ontstaanssnelheid van carbonaatstructuren ligt in de ordegrootte van honderden tot duizenden jaren.
- Factoren die van invloed zijn: bodemtype, beschikbaarheid van gas (gastoevoer vanuit bodem), afvoer van restproducten, afwezigheid van verstoring.
- Groeisnelheden van carbonaatstructuren liggen waarschijnlijk in de orde van millimeters tot enkele centimeters per 1000 jaar, soms enkele tientallen centimeters per 1000 jaar.
- Levensduur: moeilijk te bepalen, maar op basis van de groeisnelheid moet worden gedacht aan minstens honderden tot duizenden jaren.



Figuur 7. *Schematische modellen van de formatie van drie verschillende carbonaatstructuren in een Noorse pockmark, G11. In G11-A begint AOM door een microbiële mat rond een gasfontein. Vervolgens precipiteert autogeen carbonaat aan het oppervlak en vormt harde platen. Opbouwende druk door gasophoping kan vervolgens leiden tot het breken en opwerken van de platen. G11-B laat diffuse lekkage van koolwaterstof zien en de vorming van een pockmark. Autogeen carbonaat precipiteert op de bodem van de pockmark. Dit carbonaat houdt de opwaartse gasstroom tegen en groeit aan de onderkant aan. In G11-C gas hydraten concentreren zich tussen de sedimentlagen. Gas bouwt op en lekt door het oppervlak. Voornamelijk opwaartse gasstromen door verticale pijpen en diffusie van gas in horizontale richting (Overgenomen uit Mazzini et al. 2006).*

5 Aanmelding Britse pockmarks

Kennisvraag 3.c. *Op basis waarvan heeft het Verenigd Koninkrijk twee pockmarks (Braemar Pockmarks, Scanner Pockmark) aangemeld in het kader van de Habitatrichtlijn?*

5.1 Britse pockmarks en habitattype H1180

De Britten hebben 2 pockmarkgebieden aangemeld als Natura 2000 gebied. De informatie in dit hoofdstuk is voornamelijk afkomstig uit de Britse selection assessment rapporten (JNCC 2008a, b) van die gebieden. Hoe een dergelijke assessment plaatsvindt staat in Box 2.
In Britse wateren komen pockmarks voor ten noordwesten en noordoosten van Schotland (Figuur 9). Carbonaatstructuren (habitattype H1180) waren ten tijde van de aanmelding alleen bekend in de Braemar en Scannar Pockmark gebieden (Judd 2001, Johnston et al. 2002). Beide gebieden zijn daarom aangemeld als Natura 2000-gebieden.



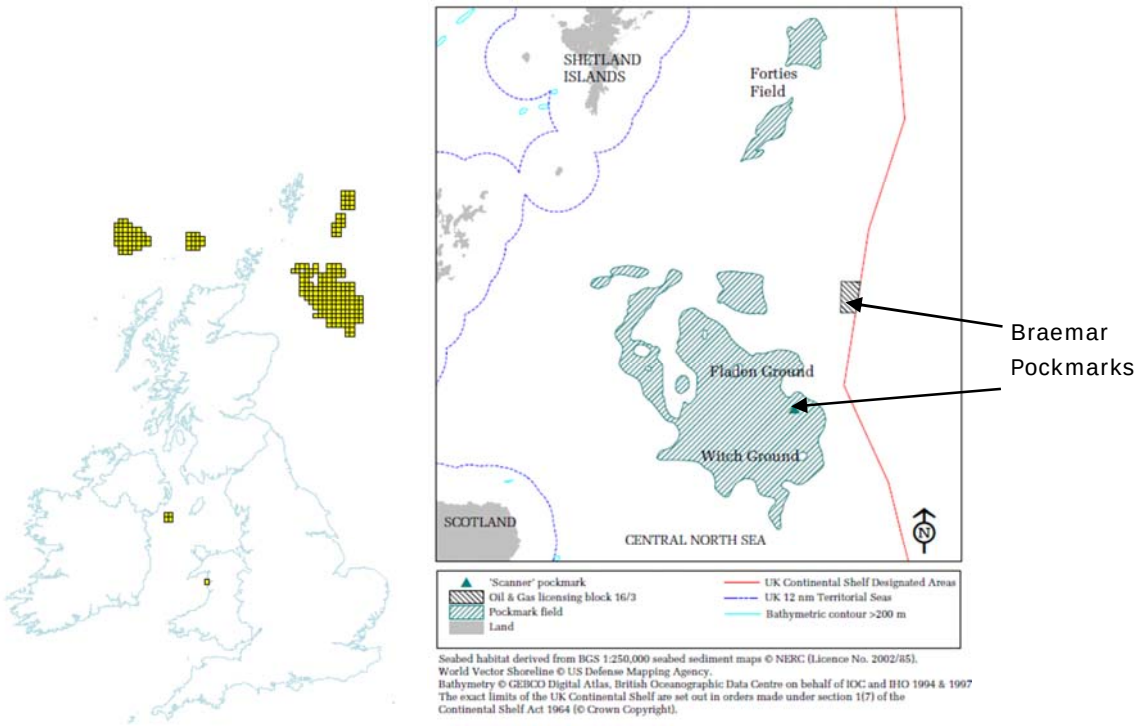
Figuur 8. Bodemfauna op carbonaatstructuren in de Ierse Zee (JNCC 2009)

De structuren op beide plekken zijn zeer vergelijkbaar, maar die van de Braemar Pockmarks zijn uitgebreider en meer divers van vorm dan die van de Scanner Pockmark, en lijken bovendien gekenmerkt door een gevarieerdere soortensamenstelling. In een rapport van de JNCC (2007) wordt geschat dat H1180 waarschijnlijk minder dan 1000 ha beslaat (minder dan 10 km^2), zodat de habitat in Britse wateren als zeldzaam kan worden beschouwd.

In de Ierse Zee is inmiddels ook aangetoond dat carbonaatstructuren aanwezig zijn (Judd et al. 2007) (Figuur 8). Momenteel wordt ook voor die locatie een Natura 2000 evaluatie uitgevoerd (JNCC 2009).

Methode van gebiedsbegrenzing
Voor de Braemar en Scannar Pockmark gebieden is door de Britten een begrenzing van rechte lijnen gekozen die daardoor eenvoudig te managen is. De begrenzing omsluit het gebied dat minimaal nodig is om de structuren te beschermen tegen bodemvisserij. Voor de minimale afstand tussen de te beschermen structuren en de begrenzing wordt 3x de waterdiepte genomen. De achterliggende gedachte is dat een vissersboot vistuig achter zich aan sleept met een kabellengte van ongeveer 3x de waterdiepte. Zou de vissersboot bij de begrenzing omkeren en zou het vistuig doorschieten, dan kan het vistuig de structuren niet raken.

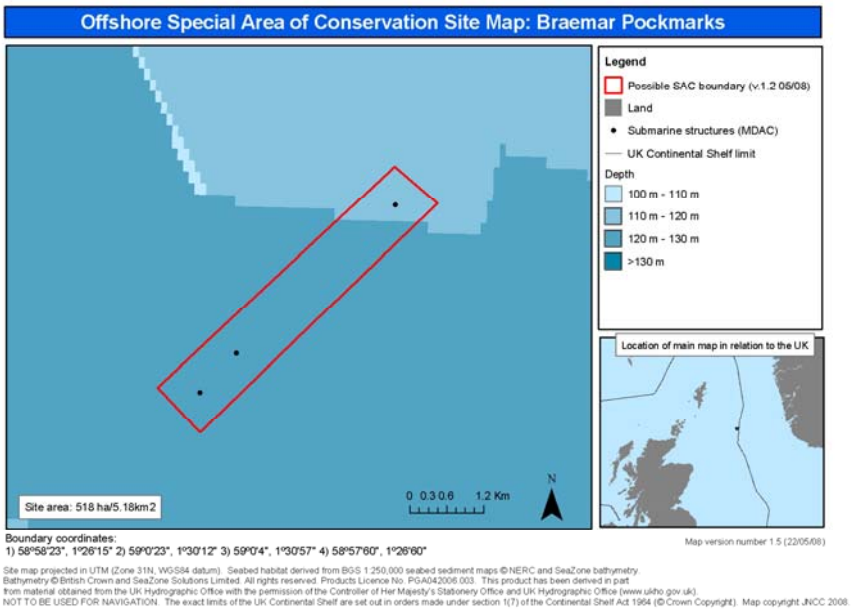
Bij de Braemer Pockmarks, gelegen op 125 m diepte, ligt de grens daarom op minimaal 375 m van de structuren. Bij de Scanner Pockmarks, gelegen op 150 m diepte, ligt de begrenzing op 450 m.



Figuur 9. Links: verspreiding van Britse pockmarkgebieden (JNCC 2007). Rechts: detailkaart van pockmarkgebieden (Johnston et al. 2002).

Voor beide gebieden is door de Joint Nature Conservation Committee een selection assessment opgesteld (JNCC 2008a, b), waarin meer informatie over de gebieden te vinden is. De belangrijkste informatie wordt hieronder samengevat:

5.2 Braemar Pockmarks



Figuur 10. Locatie van de Braemar Pockmarks. De carbonaatstructuren zijn met de stippen aangegeven. De gebiedsomgrenzing is zo gekozen dat de carbonaatstructuren voldoende beschermd zijn tegen bodemvisserij (JNCC 2008a).

De Braemar Pockmarks (oppervlakte 518 ha) bestaat uit een aantal krater-achtige depressies in de zeebodem. Twee hiervan bevatten Annex I habitattype H1180. In totaal beslaat H1180 volgens het aanmeldingsformulier 0,98% van het oppervlak van het gebied, dus ca 5 ha. Hier zijn grote en kleine brokken carbonaat te vinden, ontstaan uit oxidatie van methaan. Deze structuren bieden een leefomgeving voor zeer specifieke chemosynthetische organismen, welke leven van uit de bodem sijpelend methaan en van haar bijproduct, waterstofsulfide (Judd 2001). Daarnaast wordt er fauna gevonden die normaal gesproken op rotsige riffen voorkomt, zoals de anemonen *Urticina feline* en *Metridium senile*. Ook is er een blok carbonaat aangetroffen die niet is geassocieerd met een pockmark (Hartley 2005).

De standaard beoordeling van een habitattype binnen de Habitatrichtlijn vindt op vier punten plaats:

1. representativiteit (in hoeverre komt de habitat overeen met de definitie van het habitattype)
2. Relatief oppervlak (oppervlak van het habitattype t.o.v. het landelijke aanwezige oppervlak)
3. Beschermingsstatus (hoe goed wordt het gebied beschermd)
4. Algemene evaluatie (De algemene waarde van het gebied, uitgaande van de vorige punten, maar ook andere belangrijke zaken (wie heeft het eigendom, wat is het menselijk gebruik, etc.))

1. Representativiteit

De Braemar Pockmarks liggen in de Noordelijke Noordzee en bevatten carbonaatstructuren van verschillende groottes, zoals bedoeld in Annex I van de Habitatrichtlijn. De hier voorkomende fauna is representatief voor permanent onder water staande structuren gevormd door weglekkende gassen, zoals anemonen, hydroïden, en organismen die afhankelijk zijn van chemosynthese. Vanwege schade aan de structuren door bodemberoerende visserij wordt de representativiteit door de Britten niet als uitstekend (A), maar als goed beoordeeld (B) (zie ook Box 2)..

2. Relatieve oppervlakte
Het is voor de Britten niet mogelijk om aan te geven hoeveel oppervlak de Braemar Pockmarks representeren in het totaal oppervlak H1180, omdat er geen volledig beeld is van het voorkomen van dit habitattype. Het is wel bekend dat op de locaties waar H1180 voorkomt, de habitat slechts kleine oppervlakten inneemt. Gegeven de gedefinieerde klassen, is het waarschijnlijk dat de Braemar Pockmarks meer dan 15% van de landelijk aanwezig oppervlakte van habitattype H1180 bevatten, waardoor (A) wordt toegekend (zie ook Box 2).

3. Beschermingstatus
De beschermingsstatus is door de Britten op de standaard manier bepaald aan de hand van de subcategorieën Structuur, Functie en Herstelmogeljikheid. De biologische en fysieke structuur is aangetast door bodemberoerende visserij. Hierdoor zijn carbonaatstructuren verspreid, gefragmenteerd en mogelijk ook begraven. Ook kan structuur van de pockmarks zelf zijn aangetast. Desondanks is het grootste deel nog wel intact. Daarom is het oordeel: II: goed bewaarde structuur.

De vooruitzichten voor het behoud van de structuren beoordelen de Britten als gunstig. Er is regulatie van olie- en gaswinning, en er is een mechanisme om visserijactiviteit aan te passen via het gemeenschappelijk visserijbeleid van de Europese Commissie. Voor de aanleg van onderzeese kabels en pijpleidingen in het gebied is regelgeving vereist. De toekomstperspectieven worden dan ook als zeer gunstig beoordeeld: I: uitstekende vooruitzichten.

Herstel richt zich met name op het wegnemen van negatieve invloeden op plaatsen waar de habitat niet is verwijderd. Dit zou herstel moeten faciliteren. Het is echter onduidelijk hoe beschadigde structuren kunnen worden hersteld. De groei van carbonaatstructuren is afhankelijk van langdurige gas lekkage en de aanwezigheid van chemosynthetische micro-organismen. Er zijn aanwijzingen dat de carbonaatstructuren worden gevoed door ondiep biogeen gas, maar indien dit toch petrogeen gas betreft, is het mogelijk dat gas lekkage afneemt bij het exploiteren van het onderliggende reservoir. Daarom worden de herstelmogelijkheden beoordeeld als III: herstel moeilijk of onmogelijk.

Vanwege de zeer gunstige toekomstperspectieven wordt door de Britten de staat van instandhouding als (A) ‘zeer gunstig’ beoordeeld (zie ook Box 2).

4. Algemene evaluatie
Er zijn momenteel geen andere Britse SACs met dit habitattype. Daarom maken de Braemar Pockmarks een bijzonder substantieel deel uit van het te beschermen Annex I Habitat. Het totale oppervlak H1180 in Britse wateren is niet bekend, maar huidige kennis suggereert dat het minder dan 1000 ha bedraagt. Dit maakt H1180 zeldzaam. De Global Assessment wordt als A beoordeeld: zeer gunstig (Tabel 3) (zie ook Box 2)..

Box 2. Beoordeling van Natura 2000-gebieden (selection assessment)

De aanmelding van nieuwe Natura 2000 gebieden bij de Europese Commissie geschiedt door het invullen van een standaardgegevensformulier met o.a. argumenten en relevante basisinformatie over aanwezige habitattypen en habitat- en vogelrichtlijnsoorten (EU 1997). De informatie uit de standaardgegevensformulieren wordt in een Europese centrale database opgeslagen. De gegevensformulieren moeten na aanwijzing van het gebied elke 6 jaar worden geüpdatet, zodat effecten van beheer kunnen worden vastgesteld. De volgende informatie wordt in het formulier gevraagd:

1. Gebiedsidentificatie (naam, oppervlakte)
2. Ligging van het gebied (Coordinaten, oppervlakte, etc.)
3. Habitattypen, met per habitattype % bedekking, representativiteit, relatieve oppervlakte, beschermingsstatus, algemene evaluatie; Habitatrichtlijn- en vogelrichtlijnsoorten.
4. Gebiedsbeschrijving (% bedekking door habitatklassen, kwaliteit, belang, kwetsbaarheid, etc.)
5. Beschermingsstatus van het gebied en relatie met Corine biotopen
6. Activiteiten en invloeden in en buiten het betroffen gebied.
7. Kaart van het gebied

De informatie in Hoofdstuk 5 van dit rapport over de Britse pockmarkgebieden heeft betrekking op onderdeel 3.1. 'Habitat types die in het gebied voorkomen en de evaluatie van het gebied voor deze habitat types'. In dit onderdeel worden (1) de representativiteit, (2) relatieve oppervlakte, (3) beschermingsstatus en (4) algemene evaluatie gegeven, waarbij:

1. de representativiteit uitdrukt uit hoe 'typisch' een habitat is voor het habitattype zoals omschreven in de Habitatrichtlijn (A: uitstekende representativiteit; B: goede representativiteit; C: beduidende representativiteit; D: aanwezig maar verwaarloosbaar).
2. de relatieve oppervlakte aangeeft welk percentage van het landelijk aanwezig oppervlak van dit habitattype in het gebied aanwezig is (A: 100-15%; B: 15-2%, C 2-0%).
3. de beschermingsstatus de mate van instandhouding van de structuur en de functies van het betrokken type natuurlijke habitat en herstelmogelijkheid aangeeft. De beschermingsstatus wordt op basis van een aantal subcriteria vastgesteld (Tabel 2) (A: uitstekende instandhouding; B: goede instandhouding; C: passabele of verminderde instandhouding).
4. de algemene evaluatie een beoordeling is van de betekenis van het gebied voor de instandhouding van het betrokken type natuurlijke habitat. Met de algemene beoordeling wordt niet alleen op basis van punten 1 t/m 3 een oordeel geveld, **maar ook op basis van andere aspecten. Bovendien mag een beroep worden gedaan op deskundigen** (A: uiterst waardevol; B: waardevol; C: beduidend).

Tabel 2. Inschaling beschermingsstatus op basis van drie subcriteria.

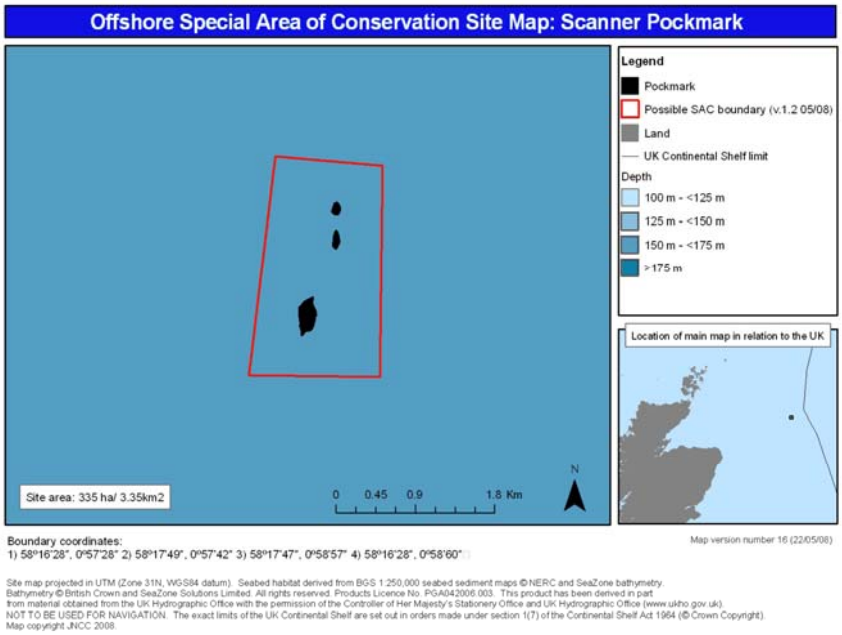
Beschermingsstatus inschaling	structuur	instandhouding functies	herstelmogelijkheid
eindscore	*score*	*score*	*score*
A	I	I of II of III	I of II of III
A	II	I	I of II of III
B	II	II	I of II of III
B	II	III	I
B	II	III	II
B	III	I	II of I
B	III	II	I
C alle andere combinaties			

A: uitstekende instandhouding
B: goede instandhouding
C: passabele of verminderde instandhouding
I = uitstekend, II = goed, III = gedeeltelijk aangetast

Tabel 3. Samenvatting van de scores voor Stage 1a selectiecriteria van de Habitatrichtlijn. Methodes van scoren staan in de toelichting op het Natura 2000 Standard Data Form: http://ec.europa.eu/environment/nature/legislation/habitatsdirective/docs/standarddataforms/notes_nl.pdf

Gebied	Representativiteit	Relatief oppervlak	Beschermingsstatus	Algemene evaluatie
Braemar Pockmarks	B (goed)	A (15-100%)	A (zeer gunstig)	A (zeer gunstig)
Scanner Pockmark	B (goed)	A (15-100%)	A (zeer gunstig)	A (zeer gunstig)

5.3 Scanner Pockmark



Figuur 11. Locatie van de Scanner Pockmarks. De pockmarks zijn met zwart aangegeven. De gebiedsomgrenzing is zo gekozen dat de structuren voldoende beschermd zijn tegen bodemvisserij (JNCC 2008a).

De Scanner Pockmark is een grote depressie in de zeebodem van de Noordelijke Noordzee, waar verschillende grote carbonaatstructuren zijn gevonden. Het gebied heeft een oppervlak van 335 ha. Net als de Braemar Pockmarks huisvesten deze structuren fauna die geassocieerd wordt met rotsige riffen, zoals de anemonen *Urtuicina felina* en *Metridium senile*. Ook lijken er chemosynthetiserende micro-organismen voor te komen, welke gebruikmaken van methaan en waterstofsulfide (Judd 2001). Uniek voor de Noordzee is het voorkomen van de darmloze worm *Astomonema southwardorum*, waarvan wordt vermoed dat deze een symbiotische relatie heeft met chemosynthetiserende bacteria (Austen et al. 1993). Verschillende kleinere vissoorten kunnen de pockmark en de carbonaatstructuren gebruiken als schuilplaats (Dando 2001).

1. Representativiteit
De Scanner Pockmark ligt in de Noordelijke Noordzee en bevat carbonaatstructuren zoals bedoeld in Annex I van de Habitatrichtlijn. De hier voorkomende fauna is representatief voor permanent onder water staande structuren gevormd door weglekkende gassen, zoals anemonen en organismen die

afhankelijk zijn van chemosynthese. Vanwege de beperkte omvang en de geringe variatie aan structuren wordt de representativiteit als goed beoordeeld (B) (zie ook Box 2).

2. Relatieve oppervlakte
Het is voor de Britten niet mogelijk om aan te geven hoeveel oppervlak de Scanner Pockmark representeert in het totaal oppervlak H1180, omdat er geen volledig beeld is van het voorkomen van dit habitattype in Britse wateren. Het is wel bekend dat op de locaties waar H1180 voorkomt, de habitat slechts kleine oppervlakten inneemt. Gegeven de gedefinieerde klassen, is het waarschijnlijk dat de Scanner Pockmark meer dan 15 % van het habitattype bevat (A) (zie ook Box 2).

3. Beschermingstatus
De huidige kennis van de Britten van het gebied suggereert dat de biologische en fysieke structuur intact is. Desondanks is het mogelijk dat structuren zijn aangetast door bodemberoerende visserij voor Noorse Kreeft *Nephrops norvegicus*. Holen van Noorse Kreeften zijn aangetroffen in zacht sediment bovenop carbonaatstructuren. Data van visserijactiviteiten bevestigen dat het gebied waarschijnlijk demersaal is bevist en er zijn in carbonaatstructuren verstrikte visnetten zijn gevonden. Demersale visserij kan de carbonaatstructuren hebben verspreid, gefragmenteerd en mogelijk ook begraven. Desondanks lijkt het grootste deel van de structuren intact. Daarom wordt de beschermingsstatus als II beoordeeld: goed behouden structuur.

De vooruitzichten voor het behoud van de structuren zijn volgens de Britten gunstig. Er is regulatie van olie- en gaswinning, en er is een mechanisme om visserijactiviteit aan te passen via het gemeenschappelijk visserijbeleid van de Europese Commissie. Voor de aanleg van onderzeese kabels en pijpleidingen in het gebied is regelgeving vereist. De toekomstperspectieven worden dan ook als zeer gunstig beoordeeld: I: uitstekende vooruitzichten.

Herstel richt zich volgens de Britten met name op het wegnemen van negatieve invloeden op plaatsen waar de habitat niet is verwijderd. Dit zou herstel moeten faciliteren. Het is echter onduidelijk hoe beschadigde structuren kunnen worden hersteld. De groei van carbonaatstructuren is afhankelijk van langdurige gas lekkage en de aanwezigheid van chemosynthetische micro-organismen. De herstelmogelijkheden worden beoordeeld als III: herstel moeilijk of onmogelijk.

Vanwege de zeer gunstige toekomstperspectieven wordt door de Britten de algehele staat van instandhouding als zeer gunstig beoordeeld (A) (zie ook Box 2).

4. Algemene evaluatie
Er zijn momenteel geen andere Britse SACs met dit habitattype. Daarom maken de Scanner Pockmarks een bijzonder substantieel deel uit van het te beschermen Annex I Habitat. Het totale oppervlak H1180 in Britse wateren is niet bekend, maar volgens de Britten suggereert de huidige kennis dat het minder dan 1000 ha bedraagt. Dit maakt H1180 zeldzaam.

De algemene evaluatie wordt door de Britten als A beoordeeld: zeer gunstig (zie ook Box 2).

5.4 Conclusies

- Het VK heeft twee pockmarkgebieden (Braemar en Scanner Pockmarks) aangemeld als Natura 2000-gebieden, omdat ze op dat moment de enige gebieden waren waar carbonaatstructuren waren aangetroffen. In de Ierse zee zijn inmiddels ook carbonaatstructuren aangetroffen. Het gebied wordt momenteel beoordeeld in een Natura 2000 assessment.

- De beide Natura 2000-gebieden zijn niet groot: slechts enkele kilometers lang en breed. Volgens de Britse methode wordt minimaal een gebied gesloten dat zo groot is dat bodemberoerende visserij er geen schade kan veroorzaken.
- Er is door de Britten gekozen voor een minimale begrenzing, uitgaande van de afstand waarbij een schip met gesleept vistuig de carbonaatstructuren niet zou kunnen aantasten. Er wordt daarom gerekend met een afstand van 3x de waterdiepte omdat vistuig met een lijnlengte van ongeveer 3x de waterdiepte achter een schip hangt.
- De algemene beoordeling van beide gebieden door de Britten in het kader van de Habitatrichtlijn is zeer gunstig, vooral vanwege de gunstige vooruitzichten.

6 H1180 onderdeel maken van H1110_C?

Kennisvraag 3.d. *Is er op basis van de n.a.v. vragen 3b en 3c (zie H1) verkregen kennis aanleiding om habitattype H1180 onderdeel te maken van H1110_C (Permanent overstroomde zandbanken, Doggersbank), vergelijkbaar met het habitattype biogene riffen (H1170) binnen habitattype H1110_A (Permanent overstroomde zandbanken, getijdengebied)?*

Om deze vraag te beantwoorden analyseren we eerst op grond waarvan biogene riffen onderdeel zijn gemaakt van een aantal habitattypes in de kustzone, waaronder 1110_A. Vervolgens onderzoeken we een vergelijkbare redenering op zou kunnen gaan voor de relatie H1180 en H1110_C.

6.1 Relatie tussen biogene riffen (mosselbanken) en Habitattype 1110_A

Mosselbanken of biogene riffen worden in Nederland als kenmerkend onderdeel van de structuur en de functie van een aantal habitattypen in de Waddenzee en Delta gezien, en worden daarom niet als apart habitattype gerekend. In het profieldocument van H1110 (permanent onder water staande zandbanken) (LNV 2008) is dit als volgt verwoord:

“Nederland kiest er voor om de in H1170 genoemde biogene structuren niet als apart habitattype te beschouwen, maar deze structuren te rekenen tot habitattype H1110_A (en H1140) daar waar deze structuren zich binnen de begrenzingen van deze habitattypen bevinden. Hiermee zijn biogene structuren een kenmerk voor structuur en functie van habitattype H1110_A (en H1140). Dit stemt overeen met de handelwijze bij habitattypen H1140, H1130 en H1160”(LNV 2008).

Willen we volgens een vergelijkbare redenering habitattype H1180 onderdeel maken van H1110_C (Doggersbank), dan zou H1180 kenmerkend onderdeel van de structuur en functie van H1110_C moeten zijn.

6.2 H1180 in relatie tot H1110_C

De natuurlijke verspreiding van H1180 in de internationale Noordzee is beperkt, maar niet typisch gerelateerd aan ondiepe zandbanken. Zoals in de inleiding is beschreven bevinden pockmarks met carbonaatstructuren zich op meer dan 100 m diepte in Britse wateren en op meer dan 300 meter diepte in Noorse wateren. De carbonaatstructuren in de Ierse zee zijn gevonden op een diepte van rond de 70 meter. Voor het ontstaan van zulke structuren is het van belang dat er langdurig gas lekt vanuit de ondergrond, dat de ondergrond doorlaatbaar is voor het gas en de ontwikkeling niet wordt verstoord. Zou H1110_C aan de voorwaarden voldoen, dan zou H1180 een kans hebben. Echter, de bewering dat pockmarks met carbonaatstructuren nu een werkelijk typische structuur vormen voor H1110_C, terwijl zelfs de aanwezigheid van carbonaatstructuren nog niet is aangetoond, is niet houdbaar.

Verder zijn carbonaatstructuren bij uitstek structuren die een lange levensduur hebben (honderden tot duizenden jaren) en juist niet dynamisch zijn. Het opnemen van H1180 als onderdeel van H1110_C kan dus niet via dezelfde logica plaatsvinden als het opnemen van mosselbanken als onderdeel van H1110_A. De reden om eventueel aanwezige carbonaatstructuren niet als H1180 te beschouwen maar onderdeel te maken van H1110_C is dat dit habitattype dan zonder al te veel ingewikkelde procedures kan profiteren van de beheerplannen voor het gebied Doggersbank. Bescherming van een habitattype waarvan de aanwezigheid nog niet is aangetoond is niet gangbaar.

6.3 Alternatieve mogelijkheid

Het zou logischer zijn om, indien de aanwezigheid van carbonaatstructuren binnen pockmarks met zekerheid zou worden vastgesteld, ze als apart habitattype H1180 te zien binnen H1110, zonder dat ze er kenmerkend onderdeel van zijn. Deze constructie zou ook in lijn zijn met die in vele andere Natura 2000-gebieden en ook conform de beschrijving van 'bubbling reefs' (Box 1), waarin staat dat deze geassocieerd kunnen zijn met habitattype 1110 en 1170.
Uit voorzorg zou een gebied voor visserij kunnen worden gesloten met daarin de gevonden pockmark in vak B11.

Volgens de Britse methode wordt minimaal een gebied gesloten dat zo groot is dat bodemberoerende visserij er geen schade kan veroorzaken. Uitgaande van deze methode is de afstand tussen schip en visnet de minimale afstand tussen te beschermen structuur en de begrenzing. De bodemberoerende visserijen waar rekening mee moet worden gehouden zijn boomkorvisserij en bordenvisserij. De vislijnlengte bij boomkorren is 3 tot 4 keer de waterdiepte (de Boer 1984, p. 124). De waterdiepte is circa 33 m bij de pockmark in blok A11 op de Doggersbank (Schroot et al. 2005). Uitgaande van een vislijnlengte van 4x de waterdiepte van 33 meter diepte, wordt de horizontale afstand 4 x 33 = 132 m. De vislijnlengte bij bodemtrawl of bordenvisserij in ondiep water (10-15 vadem, circa 18-28 m; De Boer (1984, p.142)), is 9 tot 12 maal de waterdiepte. Uitgaande van 12 maal de waterdiepte, wordt de horizontale afstand circa 12 x 33 = 396 m.

Uitgaande van deze maximale afstand van 396 m, en de diameter van de pockmark zelf van 140 m, zou een vierkant gebied met zijden van 140+396+396 = 932 m uit voorzorg kunnen worden gesloten. Dit gebied zou een oppervlakte van 0.932 x 0.932 = 0.87 km^2 krijgen.
Uit voorzorg zou een gebied kunnen worden gesloten van circa 0.87 km^2 met daarin de gevonden pockmark in vak B11.

6.4 Conclusie

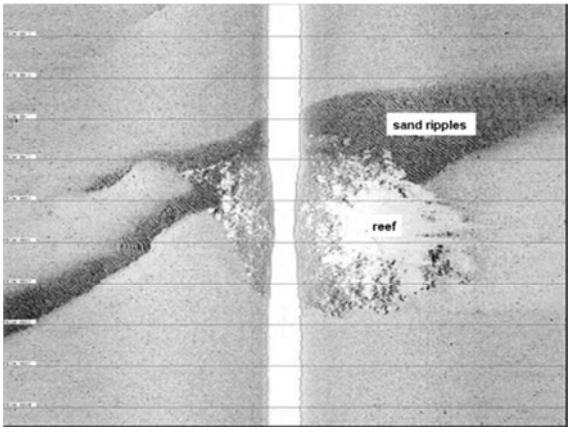
- Op de Doggersbank komt weliswaar een pockmark voor, maar er is geen carbonaat gevonden.
- Er is geen aanleiding om H1180 onderdeel te maken van H1110_C op een manier die vergelijkbaar is met die waarop biogene riffen onderdeel zijn gemaakt van H1140.
- Preventief zou de pockmark beschermd kunnen worden tegen de invloeden van bodemberoerende visserij door de instelling van een gesloten gebied van circa 0.87 km^2 rondom de pockmark.

7 Ontwikkeling van monitoring van habitattype H1180

Kennisvraag 3.e. *Maak op basis van de resultaten van kennisvragen 3a-c een plan van aanpak voor (ontwikkeling van) monitoring van structuren die kwalificeren als habitattype H1180.*

Voor het lokaliseren monitoren van carbonaatstructuren (H1180) kan de volgende methode gehanteerd worden:

Stap 1. Lokalisatie carbonaatstructuren
Allereerst moeten carbonaatstructuren gelokaliseerd worden m.b.v. akoestische methodes op basis van kennis over het voorkomen van ondiep gas, gasseeps en pockmarks. Hierbij worden gebieden in hoge resolutie gescand ('swath mapping') op de aanwezigheid van lekkend gas en carbonaatstructuren. De carbonaatstructuren laten op side-scan sonar beelden met een hoge backscatter (weerkaatsing) zien (Figuur 12).

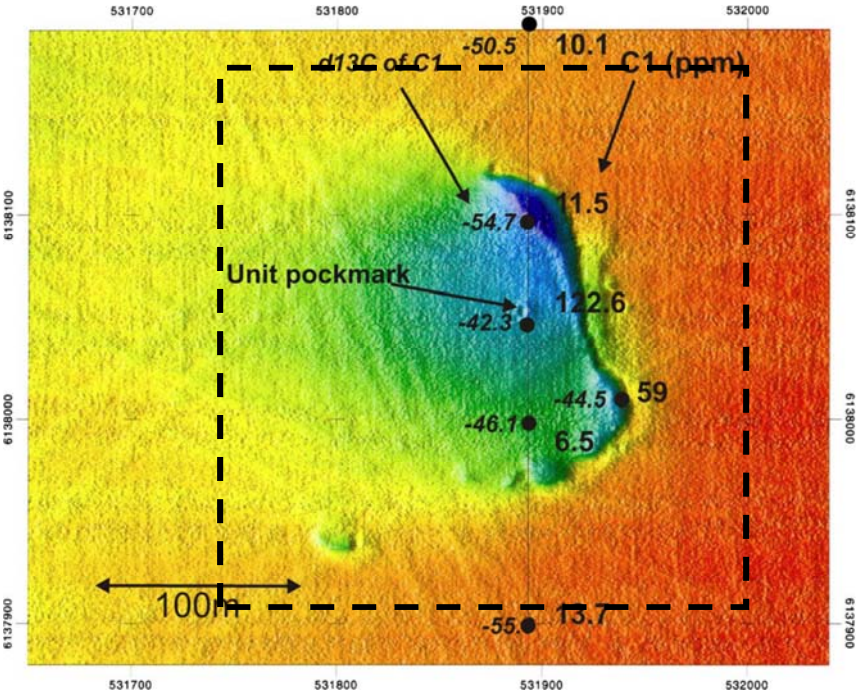


Figuur 12. Side-scan sonar opname van een van de carbonaat riffen in de Ierse Zee (Holden's Reefs gebied)(Judd et al. 2007).

Er zijn maar enkele exacte locaties op het NCP bekend waar tot nu toe met zekerheid pockmarks en gasseeps zijn aangetoond. Deze liggen op het noordelijkste deel van het NCP (blokken A5, A11, A18, F10 en B13) (Schroot et al. 2005, C. Laban, pers. com.). Strandvondsten van methaancarbonaat langs de Hollandse kust en de kust van de Friese Waddeneilanden suggereren dat deze structuren ook dichter onder de kust voorkomen of voorkwamen.

Praktisch gezien kan op basis van literatuur en ongepubliceerde kennis uit de praktijk in gesprek met specialisten van bijvoorbeeld TNO en Rijkswaterstaat een aantal kansrijke gebieden worden geselecteerd, waarna een onderzoeksschip zoals bijvoorbeeld de Zirfaea van de Rijksrederij kan worden ingezet.

Stap 2. Bemonstering
Wanneer duidelijk is dat ergens carbonaatstructuren aanwezig zijn kan met behulp van onderwatervideo/foto via duikers of robots de structuur en de fauna nader in kaart worden gebracht. Het omringende sediment rondom carbonaatstructuren dat vaak ook bijzondere fauna bevat kan met bodembemonsteringsapparatuur (Boxcores, Van Veen happers, etc.) worden onderzocht. Verder kunnen daarmee akoestische data gevalideerd worden. Er kunnen boringen in de carbonaatstructuren worden verricht om vast te stellen of er inderdaad sprake is van carbonaatstructuren.



Figuur 13. Pockmark op de Doggersbank (A11) (Schroot et al. 2005) met schematische omgrenzing van beschermd gebied. NB. De parallelle lijnen zijn sporen van 12-m boomkorren.

Stap 3. Bescherming.
Volgens de Britse methode waarmee de Braemar en Scannar Pockmark gebieden zijn begrensd, ligt de begrenzing van een pockmark Natura 2000-gebied op minimaal 3x de waterdiepte afstand van de pockmark. De achterliggende gedachte is dat een vissersboot vistuig achter zich aan sleept met een kabellengte van ongeveer 3x de waterdiepte. Zou de vissersboot bij de begrenzing omkeren en zou het vistuig nog een stukje verder gaan, dan kan het vistuig de pockmark niet raken.

Wanneer de Britse methode wordt aangehouden, gaan we uit van de horizontale afstand tussen schip en visnet als minimale afstand tussen te beschermen structuur en de begrenzing. Deze afstand is te berekenen uit de lengte van de vislijn en de diepte.
Bij boomkorren in Nederlandse wateren is de vislijnlengte 3 tot 4 keer de waterdiepte (de Boer 1984, p. 124). De vislijnlengte bij bodemtrawl (bordentrawl, ottertrawl) hangt af van de diepte en is in ondiep water (10-15 vadem, circa 18-28 m) (de Boer 1984, p.142), 9 tot 12 maal de waterdiepte.

Stap 4. Monitoring
Na een aantal jaar kan geëvalueerd worden of bescherming iets heeft opgeleverd. Aangezien de groeisnelheden waarschijnlijk laag zijn, heeft bescherming waarschijnlijk alleen zin al er al carbonaatstructuren aanwezig zijn. De natuurlijke ontwikkeling kan gezien de snelheid waarmee dit gebeurt niet worden waargenomen. Een monitoringsfrequentie van eens per 6 jaar zou gelijke tred houden met de rapportageverplichting over de staat van instandhouding van een Natura 2000 gebied richting EU, die ook elke 6 jaar moet plaatsvinden. De groeisnelheid kan daarmee waarschijnlijk niet gedetecteerd worden, wel kan naar eventuele aangebrachte schade worden gekeken.

Een typische monitoring zou kunnen bestaan uit een videosurvey van de structuren, om de fauna te determineren en kwantificeren, en een akoestische survey om het percentage bedekking te bepalen van habitattype.

7.1 Conclusie

- Monitoring van H1180 kan als volgt plaatsvinden: eerst met behulp van voldoende voorkennis pockmarks akoestisch onderzoeken, vervolgens met onderwatervideo/foto fauna in kaart brengen en bodemmonsters/boringen verrichten in en nabij pockmarks. De monitoring richt zich vooral op de fauna op en rondom H1180 en de staat van instandhouding van de structuren, want groei van de carbonaatstructuren zelf kan waarschijnlijk niet worden waargenomen.

8 Conclusies

3a. Bepaal of in het gebied Gasfonteinen structuren zijn waargenomen die kwalificeren als habitattype H1180 en adviseer over speciale bescherming van dit gebied op grond van de Habitatrichtlijn.

- In het gebied Gasfonteinen zijn zwak lekkende gaslekken in het verleden aangetoond maar harde carbonaatstructuren zijn niet aangetroffen. Er is daarom op basis van de huidige kennis geen reden om het gebied Gasfonteinen te beschermen onder de Habitatrichtlijn.

3b. Bepaal op basis van literatuuronderzoek wat de ontstaanssnelheid en levensduur is van de met actieve gasfonteinen of pockmarks geassocieerde structuren, en welke factoren hierop van invloed zijn.

- De ontstaanssnelheid van carbonaatstructuren ligt in de ordegrootte van honderden tot duizenden jaren.
- Factoren die van invloed zijn: bodemtype, beschikbaarheid van gas (gastoevoer vanuit bodem), afvoer van restproducten, afwezigheid van verstoring.
- Groeisnelheden van carbonaatstructuren liggen waarschijnlijk in de orde van millimeters tot enkele centimeters per 1000 jaar, soms enkele tientallen centimeters per 1000 jaar
- Levensduur: duizenden jaren

3c. Op basis waarvan heeft het Verenigd Koninkrijk twee pockmarks (Braemar Pockmarks, Scanner Pockmark) aangemeld in het kader van de HR?

- Het VK heeft twee pockmarkgebieden (Braemar en Scanner Pockmarks) aangemeld als Natura 2000-gebieden, omdat ze op dat moment de enige gebieden waren waar carbonaatstructuren waren aangetroffen. In de Ierse zee zijn inmiddels ook carbonaatstructuren aangetroffen. Het gebied wordt momenteel beoordeeld in een Natura 2000 assessment.
- De beide Natura 2000-gebieden zijn niet groot: slechts enkele kilometers lang en breed. Volgens de Britse methode wordt minimaal een gebied gesloten dat zo groot is dat bodemberoerende visserij er geen schade kan veroorzaken.
- Er is door de Britten gekozen voor een minimale begrenzing, uitgaande van de afstand waarbij een schip met gesleept vistuig de carbonaatstructuren niet zou kunnen aantasten. Er wordt daarom gerekend met een afstand van 3x de waterdiepte omdat vistuig met een lijnlengte van ongeveer 3x de waterdiepte achter een schip hangt.
- De algemene beoordeling van beide gebieden door de Britten in het kader van de Habitatrichtlijn is zeer gunstig, vooral vanwege de gunstige vooruitzichten.

3d. Is er op basis van de n.a.v. vragen 3b en 3c verkregen kennis aanleiding om habitattype H1180 onderdeel te maken van H1110_C (Permanent overstroomde zandbanken, Doggersbank), vergelijkbaar met de habitattype biogene riffen (H1170) binnen habitattype H1110_A (Permanent overstroomde zandbanken, getijdengebied)?

- Op de Doggersbank komt een weliswaar een pockmark voor, maar er is geen carbonaat gevonden. Verder zijn pockmarks en carbonaatstructuren niet een typische structuur voor H1110_C omdat ze vooral elders voorkomen en zijn ze in tegenstelling tot mosselbanken niet dynamisch in omvang en verspreiding.
- Er is geen aanleiding om H1180 onderdeel te maken van H1110_C op een manier die vergelijkbaar is met die waarop biogene riffen onderdeel zijn gemaakt van H1140.

- Preventief zou de pockmark beschermd kunnen worden tegen de invloeden van bodemberoerende visserij door de instelling van een gesloten gebied van circa 0.87 km^2 rondom de pockmark.

3e. Maak op basis van de resultaten van kennisvragen 3a-c een plan van aanpak voor (ontwikkeling van) monitoring van structuren die kwalificeren als habitattype H1180.

- Monitoring van H1180 kan als volgt plaatsvinden: eerst met behulp van voldoende voorkennis pockmarks akoestisch onderzoeken, vervolgens met onderwatervideo/foto fauna in kaart brengen en bodemmonsters/boringen verrichten in en nabij pockmarks. De monitoring richt zich vooral op de fauna op en rondom H1180 en de staat van instandhouding van de structuren, want groei van de carbonaatstructuren zelf kan waarschijnlijk niet worden waargenomen.

9 Referenties

Austen MC, Warwick RM, Ryan KP (1993) *Astomonema southwardorum* sp. nov., a gutless nematode dominant in a methane seep area in the North Sea. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 73:627-634

Bayon G, Henderson GM, Bohn M (2009) U-Th stratigraphy of a cold seep carbonate crust. Chemical Geology 260:47-56

Boetius A, Ravenschlag K, Schubert CJ, Rickert D, Widdel F, Gieseke A, Amann R, Barker Jorgensen B, Witte U, Pfannkuche O (2000) A marine microbial consortium apparently mediating anaerobic oxidation of methane. Nature 407:623-626

Boetius A, Wenzhöfer F (2010) Methods for the Study of Cold Seep Ecosystems. In: Timmis KN (ed) Handbook of Hydrocarbon and Lipid Microbiology. Springer Berlin Heidelberg

Dando PR (2001) A review of pockmarks in the UK part of the North Sea with particular respect to their biology. Report No. TR_001, School of Ocean Sciences University of Wales-Bangor

de Boer EJ (1984) Visserijmethoden, Vol. Visserijschap, Rijswijk

EU (1992) Council Directive 92/43/EEC. On the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora. European Commission, Brussels

EU (1997) Natura 2000 Standard Data Form (EU 15 version) & Explanatory notes. 97/266/EC: Commission Decision of 18 December 1996 concerning a site information format for proposed Natura 2000 sites.

EU (2003) Interpretation Manual of European Union Habitats. Appendix 1. Marine Habitat types definitions. Update. Available at http://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/marine/docs/appendix_1_habitat.pdf. Original manual available at http://www.usc.es/cde/documentoswebsummer2006/feb07hbs.pdf.

Hartley JP (2005) Seabed Investigations of Pockmark Features in UKCS Block 16/3. Report to Joint Nature Conservation Committee. Aberdeenshire: Hartley Anderson Limited.

Hinrichs K-U, Boetius A (2002) The Anaerobic Oxidation of Methane: New Insights in Microbial Ecology and Biogeochemistry. In: Wefer G, Billett D, Hebbeln D, Jorgensen BB, Schlüter M, Van Weering T (eds) Ocean Margin Systems. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg

Hovland M, Gardner JV, Judd AG (2002) The significance of pockmarks to understanding fluid flow processes and geohazards. Geofluids 2:127-136

Hovland M, Heggland R, De Vries MH, Tjelta TI (2010) Unit-pockmarks and their potential significance for predicting fluid flow. Marine and Petroleum Geology 27:1190-1199

Hovland M, Judd AG (1988) Seabed Pockmarks and Seepages. Impact on Geology, Biology and the Marine Environment, Vol. Graham & Trotman Ltd., London

Hovland M, Svensen H, Forsberg CF, Johansen H, Fichler C, Fosså JH, Jonsson R, Rueslåtten H (2005) Complex pockmarks with carbonate-ridges off mid-Norway: products of sediment degassing. Marine Geology 218:191-206

JNCC (2007) Second Report by the UK under Article 17 on the implementation of the Habitats Directive from January 2001 to December 2006. Peterborough: Joint Nature Conservation Committee. Available from: www.jncc.gov.uk/article17.

JNCC (2008a) Offshore Special Area of Conservation: Braemar Pockmarks. SAC Selection Assessment. Joint Nature Conservation Committee report, Peterborough.

JNCC (2008b) Offshore Special Area of Conservation: Scanner Pockmark. SAC Selection Assessment. Joint Nature Conservation Committee report, Peterborough.

JNCC (2009) Brochure (http://www.jncc.gov.uk/pdf/submarinestructuresleaflet_web.pdf) Summarizing Whormesley et al. (2009) Understanding the marine environment – seabed habitat investigations of Submarine Structures in the mid-Irish Sea and Solan Bank Area of Search (AoS) JNCC report 430.

Johnston CM, Turnbull CG, Tasker ML (2002) Natura 2000 in UK Offshore Waters: Advice to support the implementation of the EC Habitats and Birds Directives in UK offshore waters. JNCC Report 325. Online: http://www.jncc.gov.uk/PDF/JNCC325-full.pdf.

Judd A, Croker P, Tizzard L, Voisey C (2007) Extensive methane-derived authigenic carbonates in the Irish Sea. Geo-Marine Letters 27:259-267

Judd AG (2001) Pockmarks in the UK sector of the North Sea. Technical Report (TR_002) produced for Strategic Environmental Assessment -SEA2. UK: Department of Trade and Industry, University of Sunderland

Judd AG, Hovland M (2007) Seabed fluid flow: the impact of geology, biology and the marine environment, Vol. Cambridge University Press, Cambridge

Lindeboom HJ, Geurts van Kessel AJM, Berkenbosch A (2005) Gebieden met bijzondere ecologische waarden op het Nederlands Continentaal Plat. Rapport RIKZ/2005008, Den Haag / Alterra rapport 1109, Wageningen:103 p.

LNV (2008) Profieldocument habitattype 1110 (http://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/documenten/profielen/habitattypen/profiel_habitattype_1110.pdf), Ministerie van LNV, Den Haag

Mazzini A, Svensen H, Hovland M, Planke S (2006) Comparison and implications from strikingly different authigenic carbonates in a Nyegga complex pockmark, G11, Norwegian Sea. Marine Geology 231:89-102

Naehr TH, Rodriguez NM, Bohrmann G, Paull CK, Botz R (2000) Methane-derived authigenic carbonates associated with gas hydrate decomposition and fluid venting above the Blake Ridge Diapir. In: Paull CK, Matsumoto R, Wallace PJ, Dillon WP (eds) Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results, vol 164

Schroot BM, Klaver GT, Schüttenhelm RTE (2005) Surface and subsurface expressions of gas seepage to the seabed - examples for the Southern North Sea. Marine and Petroleum Geology 22:499-515

Schroot BM, Schüttenhelm RTE (2003) Expressions of shallow gas in the Netherlands North Sea. Netherlands Journal of Geosciences/Geologie en Mijnbouw 82:91-105

Webb KE, Barnes DKA, Planke S (2009) Pockmarks: Refuges for marine benthic biodiversity. Limnology and Oceanography 54:1776-1788

Witbaard R, Bos OG, Lindeboom HJ (2008) Basisinformatie over de Borkumer Stenen, Bruine Bank en Gasfonteinen, potentiëel te beschermen gebieden op het NCP. Report No. C026.08, Wageningen IMARES, Den Burg, Texel

10 Kwaliteitsborging

IMARES beschikt over een ISO 9001:2008 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem (certificaatnummer: 57846-2009-AQ-NLD-RvA). Dit certificaat is geldig tot 15 december 2012. De organisatie is gecertificeerd sinds 27 februari 2001. De certificering is uitgevoerd door DNV Certification B.V. Het laatste controlebezoek vond plaats op 22-24 april 2009. Daarnaast beschikt het chemisch laboratorium van de afdeling Milieu over een NEN-EN-ISO/IEC 17025:2005 accreditatie voor testlaboratoria met nummer L097. Deze accreditatie is geldig tot 27 maart 2013 en is voor het eerst verleend op 27 maart 1997; deze accreditatie is verleend door de Raad voor Accreditatie.

11 Dankwoord

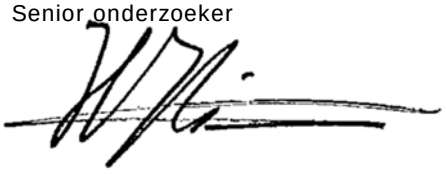
Wij bedanken de volgende experts die ons van informatie hebben voorzien en zo bijgedragen hebben aan de totstandkoming van dit rapport: A. Stadnitskaia (NIOZ); M. Hovland (Statoil) en C. Laban (TNO).

12 Verantwoording

Rapport C082/10
Projectnummer: 4308601001

Verantwoording

Dit rapport is met grote zorgvuldigheid tot stand gekomen. De wetenschappelijke kwaliteit is intern getoetst door een collega-onderzoeker en het betreffende afdelingshoofd van IMARES.

Akkoord:	Prof. Dr. H.J. Lindeboom Senior onderzoeker
Handtekening:	
Datum:	11 januari 2011

Akkoord:	Drs. J. Asjes Afdelingshoofd afdeling Vis
Handtekening:	
Datum:	30 december 2010

Aantal exemplaren:	15
Aantal pagina's:	35
Aantal tabellen:	3
Aantal figuren:	13
Aantal bijlagen:	geen