

VOGELS, ZEEZOOGDIEREN EN MACROBENTHOS BIJ HET ZOEKGEBIED VOOR GASWINNING IN MIJNBOUWVAK Q4 (NOORDZEE)

C.J. Camphuysen, M.S.S. Lavaleye & M.F. Leopold



CSR Consultancy



ibn - dlo



Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee

© 1999

This report is not to be cited without the acknowledgement of the source

Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee (NIOZ)
Postbus 59, 1790 AB Den Burg, Texel
camphuys@nioz.nl, lava@nioz.nl

CSR Consultancy
Ankerstraat 20 1794 BJ Oosterend, Texel
kees.camphuysen@wxs.nl

Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO)
Postbus 167, 1790 AD Den Burg, Texel
m.f.leopold@ibn.dlo.nl

This report should be cited as follows: Camphuysen, C.J., M.S.S. Lavaleye & M.F. Leopold 1999. Vogels, zeezoogdieren en macrobenthos bij het zoekgebied voor gaswinning in mijnbouwwak Q4 (Noordzee). NIOZ-Report 1999-4, Netherlands Institute for Sea Research, Texel

ISSN 0923 – 3210

Cover design: Henk Hobbelink (Artigrafica)
Cover photos: Marc Lavaleye (vlokreeft, *Urothoe brevicornis*), Kees Camphuysen (Witsnuitdolfijn en meeuwengroep)
Graphics, maps & word processing: Kees Camphuysen (CSR Consultancy) & Marc Lavaleye (NIOZ)
Lay-out: Anneke Bol-den Heijer (NIOZ)

**VOGELS, ZEEZOOGDIEREN EN MACROBENTHOS
BIJ HET ZOEKGEBIED VOOR GASWINNING
IN MIJNBOUWVAK Q4 (NOORDZEE)**

**BIRDS, MARINE MAMMALS AND MACROBENTHIC FAUNA
AROUND A POTENTIAL GAS-EXPLOITATION AREA AT Q4
(NORTH SEA)**

C.J. Camphuysen^{1,2}, M.S.S. Lavaleye¹ & M.F. Leopold³

Dit rapport werd opgesteld in opdracht van Ingenieursbureau 'Oranjewoud' B.V.,
Afdeling Bodem, Water en Milieu, te Heerenveen

¹Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee

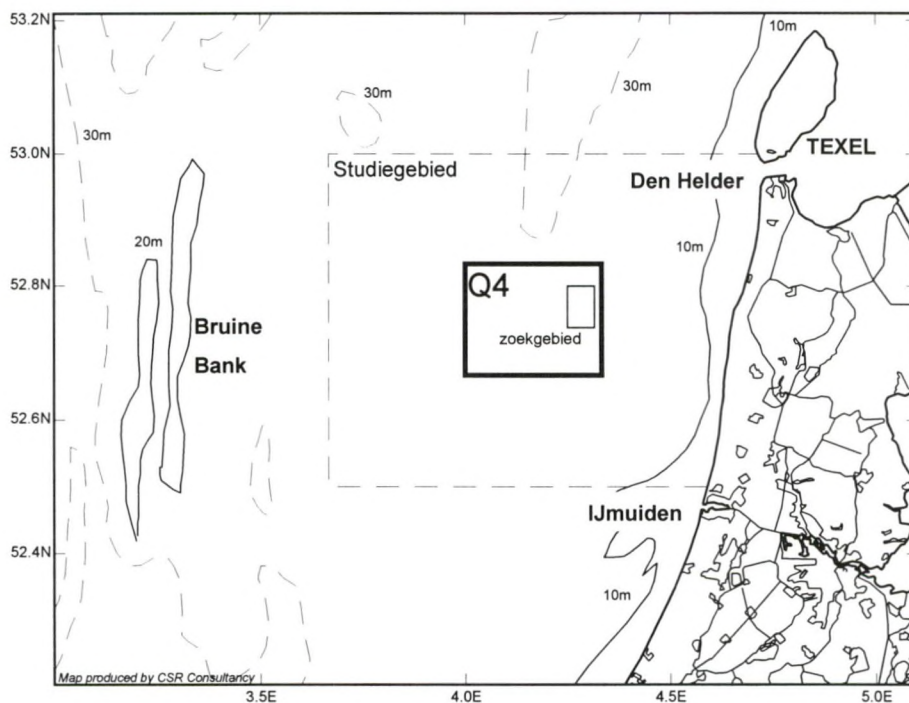
²CSR Consultancy

³Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek

INLEIDING

Clyde Petroleum Exploratie B.V. heeft zich voorgenomen om over te gaan tot gaswinning in het mijnbouwvak Q4 in de Zuidelijke Bocht van de Noordzee. In dit mijnbouwvak is een zoekgebied voor twee toekomstige winningslocaties gedefinieerd, op meer dan 20 km afstand van de dichtstbijzijnde (Noord-Hollandse) kust (Fig. 1). In het voorliggende rapport wordt een overzicht gegeven van de (zee-) vogelrijkdom van dit gebied, van het voorkomen van zeezoogdieren en van macrobenthos, op basis van gepubliceerde en ongepubliceerde gegevens, zoals die werden verzameld door het Nederlandse Instituut voor Onderzoek der Zee (NIOZ), het Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO), de Nederlandse Zeevogelgroep (NZG) en CSR Consultancy in de afgelopen tientallen jaren. Om de beschrijving te kunnen baseren op het best mogelijke materiaal werd daarbij ook geput uit de meest recent verzamelde gegevens. Bovendien werd getracht om de beschrijving zo nauwkeurig mogelijk toe te spitsen op de karakteristieken van het gebied waarin de gaswinning is voorgenomen. Verondersteld werd dat de ingreep in het systeem potentieel effecten op de (avi-) fauna kan hebben als gevolg van oppervlaktewatervervuiling (door olie-achtige producten), verstoring (door scheepvaart, manoeuvres, bouw en vliegbewegingen met helikopters), verlichting (flare, platformverlichting), of verstoring en/of vervuiling van de bodem. Om de gevoeligheid van organismen voor verontreiniging en verstoring te kunnen inschatten, werden soort voor soort afwegingen gemaakt van de gevolgen van bepaalde mogelijke (onbedoelde) effecten. De gevoelheden werden zowel in de ruimte als in de tijd gedefinieerd en kunnen dienen als basis voor de effectbeschrijving in het milieu-effectrapport voor de voorgenomen winningsactiviteiten.

De voorkomens van de besproken vogels en zeezoogdieren worden steeds vergeleken met de relevante biogeografische populatie van elk van de betrokken soorten, zodat eventuele effecten voor een populatie van een soort als zodanig kunnen worden ingeschat, naast de eventuele schadelijke gevolgen voor individuele dieren.



Figuur 1. Studiegebied (omsloten door stippellijn), met de ligging van mijnbouwvak Q4 ten opzichte van de Noord-Hollandse kust (kwadrant met dikke lijn), en met daarin de globale ligging van het zoekgebied voor de winningslocaties (kleine rechthoek). Weergegeven zijn voorts de 10 en 30 m dieptelijnen (naar Directie Noordzee 1979), het gebied van de Bruine Bank en enkele plaatsnamen ter oriëntatie.

In dit rapport wordt tevens een beschrijving gegeven van de bodemdieren (macrobenthos) in en rondom het gebied waarin gaswinning gepland is, voor zover daarvan gegevens uit het door het NIOZ uitgevoerde biomonitorings-onderzoek van het macrobenthos (BIOMON, MILZON) beschikbaar zijn. De totale dichtheid, biomassa en diversiteit van het benthos zijn in het rapport in kaart gebracht en van de belangrijkste soorten worden dichtheid en biomassa in en rond het zoekgebied in de verschillende jaren gegeven. Deze soorten worden evenals andere in dichtheid en verspreiding belangrijke soorten in detail besproken. De mogelijke effecten van een gaswinning op het macrobenthos worden ook belicht. Hierbij zijn alleen de mogelijke gevolgen van een verstoring van de bodem en die van een vervuiling van de bodem en waterkolom met olie nagegaan. De geluids-, licht- en bewegingsverstoringen, die wel bij vogels en zeezoogdieren belangrijk kunnen zijn, hebben naar verwachting geen of nauwelijks effect op de macrofauna.

VERANTWOORDING

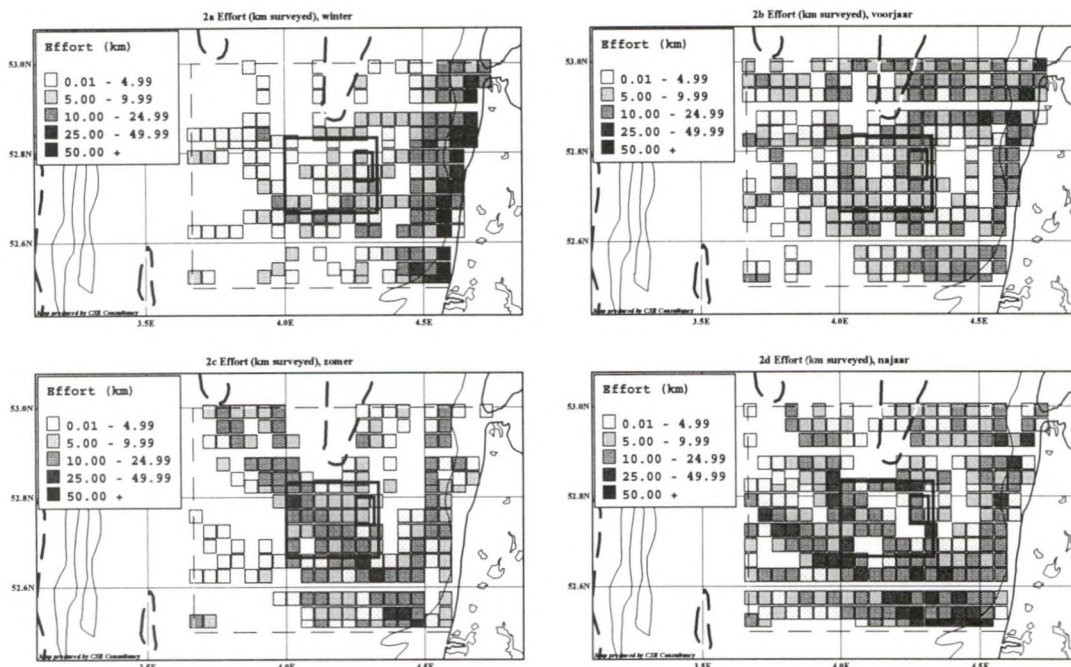
De analyse en rapportage werd uitgevoerd door C.J. Camphuysen (CSR Consultancy, NIOZ), M.S.S. Lavaleye (NIOZ) en M.F. Leopold (IBN-DLO), namens het Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee (NIOZ) op Texel, in opdracht van Ingenieursbureau 'Oranjewoud' B.V. (Heerenveen). De opmaak werd verzorgd door A.C. Bol-den Heijer (NIOZ) en H. Hobbelink (Artigrafica), het project werd gecoördineerd door H.J. Lindeboom en begeleid door M.A. van Arkel (beiden NIOZ).

MATERIAAL EN METHODE

Voor deze studie werd geen nieuw veldwerk uitgevoerd. Het basismateriaal voor de verspreidingsgegevens van kust- en zeevogels in het gebied bestaat uit de resultaten van tellingen vanaf schepen in de periode 1987-99 (cf. Camphuysen & Leopold 1994, 1998, aangevuld met recent materiaal van de European Seabirds At Sea Database 3.0 en ongepubliceerd materiaal van NIOZ en CSR Consultancy). De resultaten van vogeltellingen worden in dit rapport uitgedrukt in vogeldichtheden ($n \text{ km}^{-2}$) per kwadrant (2'NB x 3'OL). In het studiegebied werd in totaal 9415 km afgelegd voor deze vogeltellingen (2530 km² onderzocht), waarbij vooral 's winters een nadruk bestond op waarnemingen in de kuststrook (<10 km vanaf de kust; Tabel 1; Fig. 2a). In mijnbouwvak Q4 werd evenwel door de jaren heen een voldoende grote steekproef genomen om tot verantwoorde uitspraken te kunnen komen. In het voorjaar werden de tellingen wat evenwichtiger over het studiegebied verdeeld, met tellingen in vrijwel alle kwadranten van Q4 (Fig. 2b). In de zomer werd hoofdzakelijk een brede diagonaal van het studiegebied onderzocht, maar daarbij werd Q4 weer vrijwel volledig gedekt (Fig. 2c). In de herfst werden grote delen van het studiegebied intensief onderzocht, maar vielen uitgerekend in Q4 enkele gaten in de dekking. Toch zijn ook voor deze periode voldoende gegevens beschikbaar om steekhoudende conclusies over de vogelrijkdom te kunnen trekken (Fig. 2d).

De vanaf schepen verzamelde gegevens werden steeds vergeleken met gepubliceerd materiaal van vliegtuigtellingen door het Rijksinstituut voor Kust en Zee (Baptist & Wolf 1993), om te voorkomen dat belangrijke aspecten over het hoofd werden gezien. Specifieke waarnemingen van vogels rondom gaswinningsinstallaties in de zuidelijke Noordzee werden geput uit een rapport van de Nederlandse Zeevogelgroep, vervaardigd na vogelwaarnemingen vanaf de NAM platforms K7-FA-1 en K8-FA-1 in de winter 1984/85 (Platteeuw *et al.* 1985) en uit dagboeken van de waarnemers op deze eilanden (archief C.J. Camphuysen).

Waarnemingen van zeezoogdieren worden tijdens de hierbovengenoemde tellingen op dezelfde manier verzameld als gegevens over vogels. Aanvullend daarop zijn meldingen van zeezoogdieren van derden en toevallige 'eigen' waarnemingen buiten reguliere surveys, zoals die sinds jaar en dag worden verzameld door de Nederlandse Zeevogelgroep (*Marine Mammal Database*). Dit bestand, veruit het meest uitgebreide in Nederland, werd geraadpleegd tot en met de laatst toegevoegde gevallen (mei 1999).



Figuur 2a-d. Waarnemingsinspanning (km afgelegd) per kwadrant (2'NB x 3'OL) per kwartaal (a= winter, b= voorjaar, c= zomer, d= najaar) tijdens tellingen van vogels en zeezoogdieren vanaf schepen, 1987-99 (ESAS database 3.0, aangevuld met gegevens van 1998 en 1999, NIOZ and CSR Consultancy).

Binnen het te bestuderen studiegebied zijn de volgende stations tijdens het biomonitorings onderzoek van het macrobenthos van de Noordzee (BIOMON, MILZON) bemonsterd (Tabel 2). Hiervan valt station OFF9 binnen het mijnbouwwak Q4 (52°40' - 52°50' NB, 4° - 4°20' OL). Vier van de vijf stations liggen min of meer op een transect van oost naar west, en COA3 is een extra kuststation. Op deze vijf stations is de bodemfauna kwalitatief en kwantitatief bemonsterd met een bodemhapper (boxcorer). Alle macrofauna (> 1 mm) is voor zover mogelijk tot op de soort gedetermineerd. Verder is de biomassa bepaald en van het sediment de gemiddelde korrelgrootte gemeten. De vier eerste stations zijn sinds 1995 bemonsterd, waarbij ieder jaar in het voorjaar een bodemhap genomen en onderzocht werd. Van station COA9 zijn al langer gegevens bekend. Van 1991 tot 1994 werden hier steeds vijf happen (ca. 0.35 m²) genomen, in de periode 1995 en later steeds één hap.

Daarnaast is in het kader van het Boorspoelings Onderzoek (Daan & Mulder 1996) onderzoek gedaan naar de verspreiding van de Hartegel *Echinocardium cordatum* vlakbij de productieplatforms op de putten Q8-A2 en Q8-5, waarvan de posities binnen het onderzoeksgebied vallen, zijnde respectievelijk 52°35.44' NB, 4°31.50' OL en 52°38.25' NB, 4°25.57' OL. Dit onderzoek werd in 1994 en 1995 uitgevoerd. De bemonstering vond plaats met een Van Veen-happer. Dit apparaat is kwalitatief wat minder nauwkeurig dan de boxcorer, maar door zijn eenvoud kan snel een groot aantal happen genomen worden, in dit geval 10 per station. In dit rapport zullen alleen de gegevens van de stations die ver (500 m tot 2 km) van een winningslocatie afliggen worden meegenomen, die volgens bovengenoemd onderzoek niet merkbaar beïnvloed zijn door de boorspoelingsvervuiling. Voor de bepaling van het eventuele effect van de productieboring op de korte en lange termijn werd gebruik gemaakt van de gegevens uit het boorspoelingsonderzoek dat op het NIOZ werd uitgevoerd (Daan *et al.* 1990, 1993a,b, 1994, 1996, Mulder *et al.* 1987).

TABEL 1

Waarnemingsinspanning (km gevaren) in elk seizoen in een strook van 10 km langs de kust, in mijnbouwwak Q4 en in de resterende wateren van het studiegebied (offshore) (ESAS database 3.0, aangevuld met gegevens van 1998 en 1999, NIOZ and CSR *Consultancy*).

	Kust	Q4	Offshore
Voorjaar	701	265	1298
Zomer	458	391	1033
Najaar	715	377	2145
Winter	1350	115	566
Subtotaal	3224	1148	5042
Totaal generaal			9414

TABEL 2

De in het studiegebied bemonsterde stations, met geografische positie, diepte, mediane korrelgrootte van het sediment, en de jaren waarin de stations zijn bemonsterd.

Station	Positie		Diepte	Korrelgrootte	Jaren
OFF9	52°49'20' NB	4°13'50' OL	26 m	258 µm	1995-97
OFF10	52°45'40' NB	3°50'30' OL	29 m	257 µm	1995-97
COA3	52°32'50' NB	4°31'50' OL	18 m	209 µm	1995-97
COA4	52°50'00' NB	4°40'00' OL	11 m	159 µm	1995-97
COA9	52°45'00' NB	4°30'00' OL	21 m	225 µm	1991-97

GESELECTEERDE VOGELSOORTEN

In totaal werden 97 vogelsoorten in het studiegebied geregistreerd tijdens de voor dit rapport geselecteerde tellingen vanaf schepen (1987-99; Tabel 3-4), waarvan 29 soorten in mijnbouwwak Q4. Zeldzame soorten worden in dit rapport buiten beschouwing gelaten (van besproken soorten werden tenminste 10 exemplaren gezien tijdens surveys in de periode 1987-99 in dit mijnbouwwak). Onderscheid werd gemaakt tussen soorten die regelmatig van het gebied gebruik maken (regulier contact met water waargenomen of verondersteld) en soorten die alleen overtrekken. De meeste zeevogels vertonen eveneens trekbewegingen over zee, maar deze verplaatsingen worden genoemd onder de soortbespreking van 'Kust- en Zeevogels'. Voor elk van deze soorten geldt dat de trek onderbroken kan worden voor foerageeractiviteiten. De onder 'Vogeltrek' besproken vogels zijn voor hun voedsel afhankelijk van land of van het intergetijdegebied.

TABEL 3

Aantallen waargenomen vogels en zeezoogdieren tijdens tellingen vanaf schepen in najaar (sep-nov), winter (dec-feb), voorjaar (mrt-mei) en zomer (jun-aug) in het studiegebied rondom Q4 (ESAS database 3.0, aangevuld met gegevens van 1998 en 1999, NIOZ and CSR Consultancy).

Soort	Wetenschappelijke naam	Najaar	Winter	Voorjaar	Zomer
Waarnemingsinspanning (km afgelegd)		3.237	2.031	2.264	1.882
Kleine Zwaan	<i>Cygnus bewickii</i>		6		
Rietgans	<i>Anser fabalis/serrisrostris</i>	34	16		
Grauwe Gans	<i>Anser anser</i>	13	24	2	
Brandgans	<i>Branta leucopsis</i>	5			
Rotgans	<i>Branta bemicla</i>	243	58	538	
Bergeend	<i>Tadorna tadorna</i>	5	5	7	8
Smient	<i>Mareca penelope</i>	3	30	1.099	
Krakeend	<i>Mareca strepera</i>			4	1
Wintertaling	<i>Anas crecca</i>		11	6	
Wilde Eend	<i>Anas platyrhynchos</i>		8	2	
Pijlstaart	<i>Anas acuta</i>		16	7	
Tafeleend	<i>Aythya ferina</i>		1		
Kuifeend	<i>Aythya fuligula</i>		1		
Toppereend	<i>Aythya marila</i>	5	187	17	
Eidereend	<i>Somateria mollissima</i>	280	38.817	5.805	
IJseend	<i>Clangula hyemalis</i>		11		
Zwarte Zeeëend	<i>Melanitta nigra</i>	773	12.927	3.621	118
Grote Zeeëend	<i>Melanitta fusca</i>	3	133	55	
Brilduiker	<i>Bucephala clangula</i>	1	18	2	
Middelste Zaagbek	<i>Mergus serrator</i>	3	141	23	
Roodkeelduiker	<i>Gavia stellata</i>	19	147	176	
Parelduiker	<i>Gavia arctica</i>		1	4	
IJsduiker	<i>Gavia immer</i>			2	
ongedetermineerde duiker	<i>Gavia spec.</i>	4	73	72	
Fuut	<i>Podiceps cristatus</i>	4	750	153	
Roodhalsfuut	<i>Podiceps griseigena</i>	3	5	5	
Kuifduiker	<i>Podiceps auritus</i>			3	
Noordse Stormvogel	<i>Fulmarus glacialis</i>	231	763	1.220	442
Grauwe Pijlstormvogel	<i>Puffinus griseus</i>	1			
Stormvogeltje	<i>Hydrobates pelagicus</i>	5			
Vaal Stormvogeltje	<i>Oceanodroma leucorhoa</i>	3			
Jan van Gent	<i>Morus bassanus</i>	771	74	191	273
Aalscholver	<i>Phalacrocorax carbo</i>	2		12	25
Blauwe Reiger	<i>Ardea cinerea</i>	11			6
Lepelaar	<i>Platalea leucorodia</i>			8	
Sperwer	<i>Accipiter nisus</i>	1			
Torenvalk	<i>Falco tinnunculus</i>	1			
Meerkoet	<i>Fulica atra</i>			1	
Scholekster	<i>Haematopus ostralegus</i>	1	2		
Bontbekplevier	<i>Charadrius hiaticula</i>			4	
Goudplevier	<i>Pluvialis apricaria</i>				2
Zilverplevier	<i>Pluvialis squatarola</i>		3	1	
Kievit	<i>Vanellus vanellus</i>	49	262	42	130
Kanoetstrandloper	<i>Calidris canutus</i>	3	28	2	
Drieteenstrandloper	<i>Calidris alba</i>			7	
Paarse Strandloper	<i>Calidris maritima</i>	1			
Bonte Strandloper	<i>Calidris alpina</i>	11	9	24	
Watersnip	<i>Gallinago gallinago</i>	5			
Houtsnip	<i>Scolopax rusticola</i>	1			
Rosse Grutto	<i>Limosa lapponica</i>			7	
Regenwulp	<i>Numenius phaeopus</i>			80	5
Wulp	<i>Numenius arquata</i>	1	104	2	91
Tureluur	<i>Tringa totanus</i>			5	
Middelste Jager	<i>Stercorarius pomarinus</i>	3		1	
Kleine Jager	<i>Stercorarius parasiticus</i>	14		3	16
Kleinste Jager	<i>Stercorarius longicaudus</i>				1

Vervolg TABEL 3

Soort	Wetenschappelijke naam	Najaar	Winter	Voorjaar	Zomer
Grote Jager	<i>Stercorarius skua</i>	43		4	24
Zwartkopmeeuw	<i>Larus melanocephalus</i>	2			
Dwergmeeuw	<i>Larus minutus</i>	243	22	283	2
Vorkstaartmeeuw	<i>Larus sabini</i>			1	
Kokmeeuw	<i>Larus ridibundus</i>	363	400	177	114
Stormmeeuw	<i>Larus canus</i>	1.417	2.414	661	89
Kleine Mantelmeeuw	<i>Larus graellsii</i>	1.147	49	2.501	1.806
Zilvermeeuw	<i>Larus argentatus</i>	2.065	5.875	3.831	1.284
Grote Burgemeester	<i>Larus hyperboreus</i>	1	1		
Grote Mantelmeeuw	<i>Larus marinus</i>	1.478	1.141	180	187
Drieteenmeeuw	<i>Rissa tridactyla</i>	921	1.135	466	114
ongedetermineerde meeuw	<i>Larus spec.</i>	2.147	1.370	920	390
Grote Stern	<i>Sterna sandvicensis</i>	18		303	79
Visdief	<i>Sterna hirundo</i>	46		58	107
Noordse Stern	<i>Sterna paradisaea</i>	3		47	25
Visdief / Noordse Stern	<i>S. hirundo / S. paradisaea</i>	40		69	73
Dwergstern	<i>Sterna albifrons</i>	1		1	
Zwarte Stern	<i>Chlidonias niger</i>			2	
Zeekoet	<i>Uria aalge</i>	391	698	336	
Alk / Zeekoet	<i>Alca torda / Uria aalge</i>	42	29	28	
Alk	<i>Alca torda</i>	34	71	64	
Kleine Alk	<i>Alle alle</i>	2	3		
Papegaaiduiker	<i>Fratercula arctica</i>	1	2		
Postduif	<i>Columba 'domestica'</i>	2		5	3
Turkse Tortel	<i>Streptopelia decaocto</i>			3	
Gierzwaluw	<i>Apus apus</i>			2	
Boomleeuwerik	<i>Lullula arborea</i>	3			
Veldleeuwerik	<i>Alauda arvensis</i>	75	11	13	
Boerenzwaluw	<i>Hirundo rustica</i>			5	
Graspieper	<i>Anthus pratensis</i>	31		3	
Gele Kwikstaart	<i>Motacilla flava</i>	1		1	
Witte Kwikstaart	<i>Motacilla alba</i>	1		2	
Roodborst	<i>Erithacus rubecula</i>	9		1	
Zwarte Roodstaart	<i>Phoenicurus ochruros</i>			1	
Paapje	<i>Saxicola rubetra</i>	3			
Merel	<i>Turdus merula</i>	15			
Kramsvogel	<i>Turdus pilaris</i>	142			
Zanglijster	<i>Turdus philomelos</i>	5			
Zanglijster / Koperwiek	<i>T. philomelos / iliacus</i>	9			
ongedetermineerde lijster	<i>Turdus spec.</i>	16			
Koperwiek	<i>Turdus iliacus</i>	35			
Zwartkop	<i>Sylvia atricapilla</i>	1			
Goudhaantje	<i>Regulus regulus</i>			1	
Kauw	<i>Corvus monedula</i>	2	1		
Spreeuw	<i>Sturnus vulgaris</i>	1.690	10	55	3
Vink	<i>Fringilla coelebs</i>	7		29	
Keep	<i>Fringilla montifringilla</i>	6			
ongedetermineerde zangvogel	unidentified passerine	6		26	
Dolfijn	unidentified dolphin				2
Bruinvis	<i>Phocoena phocoena</i>	4	2		
Grijze Zeehond	<i>Halichoerus grypus</i>		3		
Gewone Zeehond	<i>Phoca vitulina</i>	8	7		
Vogelsoorten		69	45	66	26
[Zangvogels, duiven, gierzwaluwen]		17	3	13	2

TABEL 4

Aantallen waargenomen vogels en zeezoogdieren tijdens tellingen vanaf schepen in relatie tot de afstand tot de kust (10 km brede stroken in het studiegebied rondom Q4; ESAS database 3.0, aangevuld met gegevens van 1998 en 1999, NIOZ and CSR Consultancy).

Soort	Wetenschappelijke naam	Afstand tot de kust (km)						% kust
		<10	10-20	20-30	30-40	40-50	>50 (<10 km)	
Waarnemingsinspanning (km surveyed)		3.225	1.413	1.545	1.119	1.096	1.016	34,3
Kleine Zwaan	<i>Cygnus bewickii</i>		6					0
Rietgans	<i>Anser fabalis/serrirostris</i>	43		7				86,0
Grauwe Gans	<i>Anser anser</i>	36	3					92,3
Brandgans	<i>Branta leucopsis</i>	5						100
Rotgans	<i>Branta bernicla</i>	628	135	2	70	4		74,9
Bergeend	<i>Tadorna tadorna</i>	15			6	4		60,0
Smient	<i>Mareca penelope</i>	1.128	1	2		1		99,6
Krakeend	<i>Mareca strepera</i>	5						100
Wintertaling	<i>Anas crecca</i>	17						100
Wilde Eend	<i>Anas platyrhynchos</i>	8		2				80,0
Pijlstaart	<i>Anas acuta</i>	23						100
Tafeleend	<i>Aythya ferina</i>	1						100
Kuifeend	<i>Aythya fuligula</i>	1						100
Toppereend	<i>Aythya marila</i>	209						100
Eidereend	<i>Somateria mollissima</i>	44.851	49	1		1		99,9
IJseend	<i>Clangula hyemalis</i>	11						100
Zwarte Zeeëend	<i>Melanitta nigra</i>	16.828	144	280	128	55	4	96,5
Grote Zeeëend	<i>Melanitta fusca</i>	191						100
Brilduiker	<i>Bucephala clangula</i>	19			1	1		90,5
Middelste Zaagbek	<i>Mergus serrator</i>	164		3				98,2
Roodkeelduiker	<i>Gavia stellata</i>	317	14	5	2	1	3	92,7
Parelduiker	<i>Gavia arctica</i>	4					1	80,0
IJsduiker	<i>Gavia immer</i>		2					0
ongedetermineerde duiker	<i>Gavia spec.</i>	137	2	7	1		2	91,9
Fuut	<i>Podiceps cristatus</i>	904	2	1				99,7
Roodhalsfuut	<i>Podiceps griseigena</i>	13						100
Kuifduiker	<i>Podiceps auritus</i>	3						100
Noordse Stormvogel	<i>Fulmarus glacialis</i>	108	313	331	388	1.135	381	4,1
Grauwe Pijlstormvogel	<i>Puffinus griseus</i>	1						100
Stormvogeltje	<i>Hydrobates pelagicus</i>	1		2			2	20,0
Vaal Stormvogeltje	<i>Oceanodroma leucorhoa</i>	1		1			1	33,3
Jan van Gent	<i>Morus bassanus</i>	482	138	241	125	202	121	36,8
Aalscholver	<i>Phalacrocorax carbo</i>	39						100
Blauwe Reiger	<i>Ardea cinerea</i>	10	5		2			58,8
Lepelaar	<i>Platalea leucorodia</i>	8						100
Sperwer	<i>Accipiter nisus</i>	1						100
Torenvalk	<i>Falco tinnunculus</i>		1					0,0
Meerkoet	<i>Fulica atra</i>			1				0,0
Scholekster	<i>Haematopus ostralegus</i>	2			1			66,7
Bontbekplevier	<i>Charadrius hiaticula</i>	4						100
Goudplevier	<i>Pluvialis apricaria</i>		2					0,0
Zilverplevier	<i>Pluvialis squatarola</i>	4						100
Kievit	<i>Vanellus vanellus</i>	323	30		130			66,9
Kanoetstrandloper	<i>Calidris canutus</i>	33						100
Drieteenstrandloper	<i>Calidris alba</i>	7						100
Paarse Strandloper	<i>Calidris maritima</i>	1						100
Bonte Strandloper	<i>Calidris alpina</i>	43	1					97,7
Watersnip	<i>Gallinago gallinago</i>			5				0,0
Houtsnip	<i>Scolopax rusticola</i>			1				0,0
Rosse Grutto	<i>Limosa lapponica</i>	7						100
Regenwulp	<i>Numenius phaeopus</i>	1	73	5	1		5	1,2
Wulp	<i>Numenius arquata</i>	106		1		91		53,5
Tureluur	<i>Tringa totanus</i>	2		3				40,0
Middelste Jager	<i>Stercorarius pomarinus</i>	2		1	1			50,0
Kleine Jager	<i>Stercorarius parasiticus</i>	18	4	5	3	3		54,5

Vervolg TABEL 4

Soort	Wetenschappelijke naam	Afstand tot de kust (km)						% kust >50 (<10 km)
		<10	10-20	20-30	30-40	40-50		
Kleinste Jager	<i>Stercorarius longicaudus</i>	1						100
Grote Jager	<i>Stercorarius skua</i>	5	12	17	10	18	9	7,0
Zwartkopmeeuw	<i>Larus melanocephalus</i>	2						100
Dwergmeeuw	<i>Larus minutus</i>	366	116	40	19	8	1	66,5
Vorkstaartmeeuw	<i>Larus sabini</i>					1		0,0
Kokmeeuw	<i>Larus ridibundus</i>		52	18	66	6	8	85,8
Stormmeeuw	<i>Larus canus</i>	4.064	271	124	78	26	18	88,7
Kleine Mantelmeeuw	<i>Larus graellsii</i>	1.627	1.338	1.982	219	175	162	29,6
Zilvermeeuw	<i>Larus argentatus</i>	10.771	876	770	152	115	371	82,5
Grote Burgemeester	<i>Larus hyperboreus</i>	1	1					50,0
Grote Mantelmeeuw	<i>Larus marinus</i>	1.799	444	202	113	132	296	60,2
Drieteenmeeuw	<i>Rissa tridactyla</i>	974	272	224	364	522	280	36,9
Grote Stern	<i>Sterna sandvicensis</i>	268	77	23	8	6	18	67,0
Visdief	<i>Sterna hirundo</i>	134	20	45	10	2		63,5
Noordse Stern	<i>Sterna paradisaea</i>	26	35	4		6	4	34,7
Visdief / Noordse Stern	<i>S. hirundo / S. paradisaea</i>	64	77	35	2	2	2	35,2
Dwergstern	<i>Sterna albifrons</i>	1	1					50,0
Zwarte Stern	<i>Chlidonias niger</i>		2					0
Zeekoet	<i>Uria aalge</i>	592	243	206	123	142	119	41,5
Alk / Zeekoet	<i>Alca torda / Uria aalge</i>	33	17	19	22	4	4	33,3
Alk	<i>Alca torda</i>	78	16	11	25	22	17	46,2
Kleine Alk	<i>Alle alle</i>	5						100
Papegaaiduiker	<i>Fratercula arctica</i>	1	1				1	33,3
Postduif	<i>Columba 'domestica'</i>	5	1	2	2			50,0
Turkse Tortel	<i>Streptopelia decaocto</i>	2				1		66,7
Gierzwaluw	<i>Apus apus</i>	2						100
Boomleeuwerik	<i>Lullula arborea</i>	3						100
Veldleeuwerik	<i>Alauda arvensis</i>	61	18	15		1	4	61,6
Boerenzwaluw	<i>Hirundo rustica</i>	2	1	1			1	40,0
Graspieper	<i>Anthus pratensis</i>	8	18	5		2	1	23,5
Gele Kwikstaart	<i>Motacilla flava</i>		1	1				0
Witte Kwikstaart	<i>Motacilla alba</i>	2	1					66,7
Roodborst	<i>Erithacus rubecula</i>	2	1		1		6	20,0
Zwarte Roodstaart	<i>Phoenicurus ochruros</i>						1	0
Paapje	<i>Saxicola rubetra</i>	3						100
Merel	<i>Turdus merula</i>	10	3		1	1		66,7
Kramsvogel	<i>Turdus pilaris</i>	119	23					83,8
Zanglijster	<i>Turdus philomelos</i>	3		1		1		60,0
Zanglijster / Koperwiek	<i>T. philomelos / iliacus</i>			9				0
ongedetermineerde lijster	<i>Turdus spec.</i>		15				1	0
Koperwiek	<i>Turdus iliacus</i>	24	11					68,6
Zwartkop	<i>Sylvia atricapilla</i>	1						100
Goudhaantje	<i>Regulus regulus</i>	1						100
Kauw	<i>Corvus monedula</i>	1			2			33,3
Spreeuw	<i>Sturnus vulgaris</i>	872	277	226	339	12	32	49,6
Vink	<i>Fringilla coelebs</i>	1	8	2	25			2,8
Keep	<i>Fringilla montifringilla</i>	2	4					33,3
ongedetermineerde zangvogel	unidentified passerine	1	4	1	26			3,1
Dolfijn	unidentified dolphin	2						100
Bruinvis	<i>Phocoena phocoena</i>	3		1			2	50,0
Grijze Zeehond	<i>Halichoerus grypus</i>	3						100
Gewone Zeehond	<i>Phoca vitulina</i>	15						100
Vogelsoorten		86	48	42	31	31	27	

SEIZOENEN

Zeevogels en zeezoogdieren komen door het jaar heen in sterk wisselende aantallen voor (Camphuysen & Leopold 1994). Daarnaast zijn veel trekbewegingen seizoengebonden en feitelijk kan voor elke soort een ander tijdvak worden aangewezen waarbij een bepaald gebied een bijzondere betekenis heeft. Om onderlinge vergelijking te vereenvoudigen werd bij de beschrijving van aantalsvariaties door het jaar heen toch zoveel mogelijk vastgehouden aan vier kwartalen:

december-februari	(winter)
maart-mei	(voorjaar)
juni-augustus	(zomer)
september-november	(najaar)

In gevallen waarbij bepaalde fenomenen geweld werd aangedaan wanneer consequent aan de hierboven aangegeven seizoen zou worden vastgehouden, is een toelichting in de tekst gegeven. Voor macrobenthos heeft een dergelijke indeling geen relevantie en daarbij werd van een indeling in seizoenen afgezien.

TAXONOMIE EN SYSTEMATIEK NEDERLANDSE AVIFAUNA

De Commissie Systematiek Nederlandse Avifauna (CSNA), adviserend aan de Nederlandse Ornithologische Unie (NOU) en de Dutch Birding Association (DBA) publiceert in 1999 in het wetenschappelijke ornithologische tijdschrift *Ardea* voorstellen tot verandering van de volgorde, de nomenclatuur of zelfs de status (ondersoort → soort, subgenus → genus) van een aantal vogels op de Nederlandse vogelsoortenlijst (cf. Sangster *et al.* 1999). In navolging van de NOU, de DBA en verschillende Nederlandse ornithologische tijdschriften worden deze voorstellen in dit rapport overgenomen.

BESCHRIJVING VAN HET ONDERZOEKSGBIED

LIGGING ZOEKGEBIED WINNINGSLOCATIE Q4

Het globale zoekgebied voor de gaswinning ligt in de oostelijke helft van mijnbouwvak Q4 (Fig. 1) en de meest oostelijke locatie ligt op een afstand van juist iets meer dan 20 km uit de Noord-Hollandse kust (ongeveer 52°44'NB, 4°18'OL; startnotitie m.e.r. winning van aardgas in mijnbouwvak Q4 van het NCP). Het gekozen studiegebied omsluit alle mijnbouwvakken rondom Q4 (P3, Q1, Q2, P6, Q4, Q5, P9, Q7 en Q8), met inbegrip van de kuststrook tussen Wijk aan Zee en de Hors op Texel. Het zoekgebied bevindt zich op een brede ondiepte in de Zuidelijke Bocht (20-30 m waterdiepte), juist ten zuiden van een kleine, geïsoleerde strook van meer dan 30 m diepte en op de rand van een gebied met beperkende voorwaarden in verband met Defensiebelangen (Directie Noordzee 1979). Het totale gedefinieerde studiegebied heeft een oppervlakte van ongeveer 3540 km², terwijl de directe kuststrook (< 10 km uit de kust) een totale oppervlakte van 556 km² heeft. Mijnbouwvak Q4 heeft een oppervlakte van ongeveer 407 km².

ABIOTISCHE FACTOREN: WATER EN BODEM

Het zeegebied waarin mijnbouwvak Q4 gelegen is, maakt deel uit van de Zuidelijke Bocht van de Noordzee. De bodem bestaat grotendeels uit zanden, variërend in korrelgrootte, met een mediane korrelgrootte die meestal groter is dan 200 µm. Over het algemeen gaat het om fijn tot vrij grof zand. Fijner materiaal (slib) is wel in de waterkolom en soms kortstondig op de bodem aanwezig, maar in het algemeen te licht is om de getijdestromen te kunnen weerstaan. Het percentage slib was in de gemeten monsters steeds 0%. Slib en zeer fijn zand worden aangevoerd door de rivieren en komen ook vrij bij kust- en vooroevererosie, maar worden afgevoerd naar de Waddenzee en de centrale Noordzee. Ook de grovere sedimentdelen (zanden) zijn niet vrij van beweging en met name tijdens stormen wordt het sediment verplaatst. Dit leidt tot een losse, en steeds wisselende

ordering in zandbanken vlak bij de kust en 'onderwaterduinen' in dieper water, ook in mijnbouwwak Q4. De dynamiek van de zeebodem strekt zich uit tot op het strand en zelfs tot in de duinen. Ten minste tot aan de -20 m dieptelijn vormt al het zand een zogenaamd 'zanddelend systeem' en een willekeurige zandkorrel kan zich in de tijd verplaatsen van zee naar land en omgekeerd (Oost & Dijkema 1993, Oost 1995).

Het sediment van het Hollandse kustgebied en voorliggende deel van de Noordzee, het zogenaamde Breeveertien gebied, wordt vooral beïnvloed door de grote rivieren, door bodemerrosie en door kusterosie. Aan de voet van de onderwateroever komt een laag voor van relatief grofkorrelig zand met veel schelpfragmenten, die tot enkele decimeters dik kan zijn. Dit voorkomen wijst erop, dat tijdens stormen bodemerrosie optreedt in dieper water, gevolgd door landwaarts transport (Beets *et al.* 1994). Het voorkomen in deze laag van grote aantallen schelpen van soorten die vooral op de onderwateroever leven, zoals *Spisula subtruncata* en *Donax vittatus*, naast het voorkomen van schelpen van dieper levende soorten wijst erop dat er ook transport van grof materiaal richting diepere delen plaatsvindt (eigen waarnemingen). Dit wordt onderschreven doordat er kusterosie plaatsvindt, die tegenwoordig deels wordt opgevangen door zandsuppleties met materiaal uit dieper water. De lange-termijntrend is een steeds steiler worden van de onderwateroever en duinafslag, dus een netto transport van zand naar dieper water als gevolg van een geleidelijke afname van de toevoer van zand uit de diepere Noordzee. Daarnaast is de zandhonger van de westelijke Waddenzee vergroot door de afsluiting van de Zuiderzee. De 'zandhuishouding' op de zeebodem in diepere delen (dieper dan 20 meter) is echter niet of nauwelijks bekend (Beets *et al.* 1994), waardoor een meer precieze duiding van de zandtransporten rond Q4 niet mogelijk is. In het algemeen kan worden gesteld, dat de zeebodem in en nabij Q4 vooral bestaat uit langzaam wandelende 'zandduinen', die via grootschalige processen een verband hebben met de kust.

Ook in de waterkolom vormt het gebied in en nabij mijnbouwwak Q4 een overgang tussen de kustwateren en de open Noordzee. In de meest kustnabije wateren is de invloed van de rivieren beduidend groter dan in en bij mijnbouwwak Q4. Op opeenvolgende dagen, bij verschillende weersomstandigheden kunnen andere watertypen overheersen rond de winningslocaties. Mijnbouwwak Q4 ligt in het verlengde van de ruim 30 meter diepe geul, die vanuit het Kanaal midden door de Zuidelijke Bocht loopt. Door deze geul wordt tijdens vloed Kanaalwater aangevoerd, dat zijn oorsprong heeft in de Atlantische Oceaan. Dit water is, vergeleken met andere watermassa's in de Noordzee, zout en rijk aan voedingsstoffen. In de winter is het relatief warm, maar in de zomer juist koud. In de regel, maar vooral bij hoge aanvoeren bij zuidwester stormen, kan dit watertype in Q4 overheersen (Van Raaphorst *et al.* 1998). Bij sterke aflandige wind breidt de zone met kustwater zich zeewaarts uit (Rijkswaterstaat 1988) en kan dit watertype ter plaatse overheersen. Het kustwater is relatief zoet en koud in de winter en warm in de zomer. Het heeft echter met het Kanaalwater gemeen, dat het ook rijk is aan voedingsstoffen. In de regel is het echter veel troebeler (Van Raaphorst *et al.* 1998; eigen waarnemingen Camphuysen en Leopold). Het kustwater en het water van de open Noordzee zijn bij rustig weer van elkaar gescheiden door een kustfront. Aan weerszijden van deze vaak goed zichtbare lijn heersen grote verschillen in zoutgehalte, temperatuur en helderheid. Het vormt een barrière voor zwevend en drijvend materiaal, plankton en wellicht kleine vissen, die zich hier vaak ophopen. Zeevogels worden op hun beurt aangetrokken, waardoor de dichtheden bij het front aanmerkelijk hoger kunnen zijn dan aan weerszijden. Zoals hierboven besproken, is de wind hierbij een belangrijke sturende factor: deze bepaalt of het front landwaarts, zeewaarts of precies over Q4 ligt. Ten noorden van Q4 ten slotte, bevindt zich nog een deel water dat afkomstig is van de centrale Noordzee. Dit water is helder, relatief arm aan voedingsstoffen en gematigd zout. Meestal zal één van de twee andere watertypen bij Q4 overheersen, maar tijdens stormen uit noordelijke richtingen kan dit noordelijke water tot Q4 doordringen. De drie watertypen mengen slecht en zijn meestal goed herkenbaar. Alleen tijdens storm treedt sterke menging op, maar zodra de wind gaat liggen herstelt het evenwicht tussen de drie watertypen zich weer. Eén en ander leidt ertoe, dat de waterkwaliteit rond Q4 van dag tot dag zeer verschillend kan zijn en dat bijvoorbeeld de avifauna kan wisselen van een kustgebonden avifauna, tot een soortensamenstelling die meer karakteristiek is voor open zee.

De waterhelderheid, en daarmee een aantal zich in zee afspelende processen als plankton-productie of de mogelijkheid van zeevogels om vis onder water op te speuren, kan ter plaatse ook sterk verschillen. Troebelheid wordt in de zuidelijke Noordzee vooral bepaald door de hoeveelheid anorganisch slib in het water en daarnaast door de hoeveelheid zwevend plankton. Rond de winningslocaties bevindt zich, over een oppervlakte van ongeveer twee mijnbouwwakken (Q4 en Q7) relatief weinig slib in het water. Dit zogenaamde 'troebelheidsminimum' bevindt zich bij rustig weer als een heldere cel tussen een tong van slibtransport, afkomstig van kusterosie aan de Engelse kust, en het van de Nederlandse kust afkomstige slib (Visser 1993, Van Raaphorst *et al.* 1998). Dit, en de relatief hoge concentraties aan voedingszouten ter plaatse, maken dat het gebied een hoge productie aan plankton kan hebben, dat echter voortdurend door de getijstroom wordt afgevoerd. Samenvattend is Q4 dus een gebied met relatief helder water en met een beweeglijke zandbodem. Op dagen met aflandige wind kan het water echter troebel zijn en kan het kustfront over de locatie liggen. Op dagen met zware storm zal het water weliswaar niet uit het troebele kustwater bestaan, maar wordt zand van de bodem opgewoeld, waardoor ook sterke troebeling ontstaat.

SCHEEPVAART EN MIJNBOWINDUSTRIE

Het zoekgebied in Q4 ligt juist ten zuiden van het zg. Helder Veld (productieplatforms ten westen van Den Helder) en juist onder de ingang van het verkeersscheidingsstelsel dat de noord-oost van de zuid-west koersende scheepvaart langs de Waddeneilanden uit elkaar houdt (ingesteld 1 april 1987). Het scheepvaartverkeer is in het zoekgebied druk waar het gaat om in noordelijke richting opstomende schepen, terwijl de scheepvaart in tegengestelde richting hoofdzakelijk westelijk van de geplande locaties zal passeren (Stoop 1989, Anon. 1991, zeekaarten Hydrografische Dienst, Den Haag en eigen waarnemingen Camphuysen & Leopold).

VISSERIJ

Het studiegebied, inclusief het zoekgebied is een rijke visgrond en wordt dan ook regelmatig bevestigd door boomkorvisseren. Er is geschat dat de bodem hier gemiddeld 1,4 maal per jaar, tot plaatselijk meer dan achttien maal per jaar, door boomkorren of ottertrawls bevestigd wordt (Bergman *et al.* 1998). Binnen de 12-mijlszone waar de grote boomkorkotters niet mogen komen, zijn garnalenvissers en sinds de laatste jaren ook schelpdiervissers actief. Vooral bij de laatste manier van vissen wordt de bodem plaatselijk grondig verstoord. De fauna ter plaatse is dus zeker niet ongestoord te noemen. Ondanks de sterfte van bodemdieren door visserij (7 tot 48% per jaar) kan zich hier een bodemfaunagemeenschap handhaven, die zich in de loop der jaren aan de omstandigheden heeft aangepast (Bergman *et al.* 1998). Dit gegeven geldt in meer of mindere mate voor het gehele NCP.

VERSPREIDING VAN VOGELS OP ZEE

Het zoekgebied ligt op tenminste 20 km uit de kust en daarmee buiten de echte kustzone. Het kustgebied vormt binnen de Noordzee een apart habitat (leefgebied), met een karakteristieke rijke avifauna. Zo komen daar schelpdieren plaatselijk in hoge dichtheden ('banken') voor in tamelijk ondiep water (< 20 m diepte; Holtmann *et al.* 1996, Leopold *et al.* 1995, Leopold 1996, 1998) en daarvan kunnen schelpdieretende, duikende vogels (zee-eenden, Eideend *Somateria mollissima*) profiteren. De kustwateren vormen ook een zeer belangrijk opgroeigebied voor jonge vissen, waaronder commercieel belangrijke soorten als Tong, Schol, Haring en kabeljauwachtigen (Daan *et al.* 1990). Viseters, zoals duikers en futen, maar uiteraard ook meeuwen en sterns, vinden hier voedsel in hoge dichtheden en komen daarom in relatief grote aantallen dicht onder de kust voor (Baptist & Wolf 1993, Camphuysen & Leopold 1994). Ter illustratie, er werden in de onderzoeksperiode in een strook van 10 km langs de kust 86 verschillende vogelsoorten geregistreerd, terwijl tellingen in stroken op 10-20 en 20-30 km vanuit de kust respectievelijk slechts 48 en 42 vogelsoorten opleverden (Tabel 4).

Zee-eenden en ganzen komen op meer dan 20 km uit de kust alleen nog maar als doortrekkers voor, terwijl de meeste langs de kust voorkomende soorten steltlopers hier al helemaal niet meer worden gezien. Vanaf 15 km uit de Noord-Hollandse kust begint dan ook het domein van de 'echte' zeevogels, aangevuld met ver op zee foeragerende kustbewonende meeuwen. Zeevogels zoals de Noordse Stormvogel *Fulmarus glacialis*, de Jan van Gent *Morus bassanus* en de Drieteenmeeuw *Rissa tridactyla* zijn talrijke bewoners van rotskusten op de Britse Eilanden en verder noordelijk in het Noordoost-Atlantische gebied. Het gehele jaar door komen deze soorten echter in de Zuidelijke Bocht voor, omdat niet-broedende individuen ver uitzwermen. Niet-broedende meeuwen *Larus* spp. scharrelen hier aanzienlijke hoeveelheden van hun voedsel op door achter trawlers van overboord gezette ondermaatse vis of snijafval te profiteren (Camphuysen *et al.* 1995). Van soorten als de Kleine Mantelmeeuw *Larus graellsii* is bekend dat zij vanuit de kolonie zeegebieden tot op ten minste 100 km uit de kust kunnen bereiken, zowel om zelf vis te vangen als om te profiteren van het voedselaanbod in de visserij (Camphuysen 1995b).

De alkachtigen komen eigenlijk pas in de loop van het najaar op de breedtegraad van de broedgebieden voor, ofschoon Zeekoeten *Uria aalge* met hun jongen al vanaf eind juni het Nederlandse deel van de Noordzee bereiken (Camphuysen & Leopold 1994). Olie-incidenten hebben aangetoond dat er ten minste tot in april flinke aantallen Zeekoeten in het gebied kunnen voorkomen (Camphuysen 1990).

VOGELTREK

Boven de hele Noordzee, dus ook over mijnbouwwak Q4 komt een aantal malen per jaar massale vogeltrek uit verschillende richtingen en naar verschillende bestemmingen voor. Hierbij zijn verschillende vogelgroepen en trekbewegingen betrokken. In de eerste plaats zijn er de trek- en zwervbewegingen van de zeevogels. Zowel zeevogels die hun leven lang de Noordzee en directe omgeving niet verlaten, kunnen grootschalige trekbewegingen laten zien, als zeevogels van buiten de Noordzee. Er zijn seizoensgebonden, grootschalige trekbewegingen van zeevogels over de Noordzee, waarbij enkele miljoenen zeevogels betrokken zijn (zie: Skov *et al.* 1995, Stone *et al.* 1995). Er zijn eveneens massale (tien- tot honderdduizenden), maar minder voorspelbare bewegingen die samenhangen met naderende depressies (Blomqvist & Peterz 1984), en daarnaast zijn er dagelijks kleinschaliger verplaatsingen die samenhangen met wisselende foerageermogelijkheden, wind, slaaptrek etc. Ten slotte komen sommige soorten eenden voor de rui massaal samen op een aantal specifieke locaties in de kustwateren van de Noordzee (Salomonsen 1968, Nehls *et al.* 1992), en ook dit gaat met grootschalige vliegbewegingen gepaard. Ruitrek komt ook bij andere groepen voor, zoals bij Kokmeeuwen richting Britse Eilanden (Platteeuw 1987) en bij Zeekoeten richting Kattégat (Van Katwijk & Camphuysen 1993). De voor het Nederlandse deel van de Noordzee relevante soorten en bewegingen zijn besproken door Camphuysen & Leopold (1994). Veel 'trek' van zeevogels wordt gekenmerkt door de mogelijkheid dat de betrokken vogels deze onderbreken, wanneer de omstandigheden zich wijzigen of doordat zich onverwachte foerageermogelijkheden aandienen. In dit opzicht is de trek van de niet-zeevogels wezenlijk anders: deze vogels kunnen (afgezien van waterwild) niet landen op zee, ze kunnen geen zeewater drinken, geen voedsel vinden en niet rusten. Daarnaast hebben veel kleine soorten ook te vrezen van de zeevogels, met name van de grotere meeuwen en de jagers. Trekvogels, die de Noordzee moeten oversteken, zullen dit dus liefst zo snel mogelijk, dan wel zo energetisch voordelig mogelijk doen en in veel gevallen liefst ongezien (hoog, 's nachts). Veel zangvogels en steltlopers passeren de Noordzee dan ook in de nacht of overdag op hoogten waarop ze niet met behulp van simpele waarnemingsmethoden kunnen worden opgemerkt (zie: Buurma 1987). Hierbij vertonen verschillende soorten wel enigszins verschillend gedrag. Kievit, Veldleeuwerik, Graspieper, Koperwiek, Kramsvogel, Merel en Spreeuw vliegen overdag soms in grote aantallen laag over zee, terwijl Vinken juist vrijwel altijd op veel grotere hoogten over zee vliegen (Buurma 1987). Daarnaast wordt er op verschillende hoogten gedurende de nacht gevlogen (Myers 1964): vogels afkomstig uit Scandinavië stijgen bij het verlaten van de kust naar grote hoogten, vliegen vervolgens uren lang op grote hoogte over zee om later in de nacht af te dalen naar hoogten vlak boven zee. Vogels die zich

echter in de vroege ochtend nog boven zee bevinden, stijgen weer, om vervolgens vaak in een andere richting door te vliegen in een poging alsnog land te bereiken.

De meest talrijke groepen niet-zeevogels die jaarlijks de Noordzee oversteken zijn de zangvogels en de steltlopers. Bij beide groepen is een aantal belangrijke trekrichtingen te onderscheiden: in het najaar tussen de broedgebieden ten noorden en oosten van Nederland (van Groenland tot Siberië en centraal Europa) naar de overwinteringsgebieden rond de Noordzee zelf en zuidelijker en in het voorjaar vice versa. Daarnaast vertonen veel soorten steltlopers vorsttrek, bijvoorbeeld van de Waddenzee naar de Delta (Keijl & Mostert 1988). De trek van de steltlopers is in de regel sterk geconcentreerd in de tijd, met name tijdens de voorjaars trek (zie: Camphuysen & Leopold 1998 voor de meest recente samenvatting). Directe, visuele waarnemingen aan trekkende zangvogels boven de Noordzee-kustzone zijn verricht op Meetpost Noordwijk (Van der Ham 1988). Spreeuwen, lijsters, piepers, leeuweriken, kwikstaarten en zwaluwen waren de meest waargenomen vogels, een spectrum dat redelijk goed overeenkomt met dat van op het strand dood aangespoelde zangvogels (Camphuysen 1988).

POPULATIEGROOTTES VAN ZEE- EN KUSTVOGELS

De aantallen zeevogels en zeezoogdieren die gebruik maken van het zeegebied van Q4 worden steeds vergeleken met de omvang van de totale, relevante populatiegrootte. Als 'relevante populaties' zijn genomen: voor iedere betrokken soort de omvang van de betrokken (deel)populaties, waarvan de in Q4 voorkomende dieren deel uitmaken. Er wordt dus in de regel niet zozeer gekeken naar de totale wereldpopulatie van de betreffende soort, maar naar die populaties, waarvan dieren Q4 kunnen aandoen (Tabel 5). Voor de niet-zeevogels, die het gebied tijdens de trek overvliegen zijn geen populatiegroottes gegeven, omdat de aantallen vogels die over Q4 vliegen onbekend zijn en een zinvolle vergelijking dus niet gemaakt kan worden. In het algemeen echter zijn de populaties van zangvogels een orde van grootte hoger dan die van zeevogels, terwijl die van de steltlopers en van waterwild van dezelfde orde van grootte zijn als die van de zeevogels in het gebied.

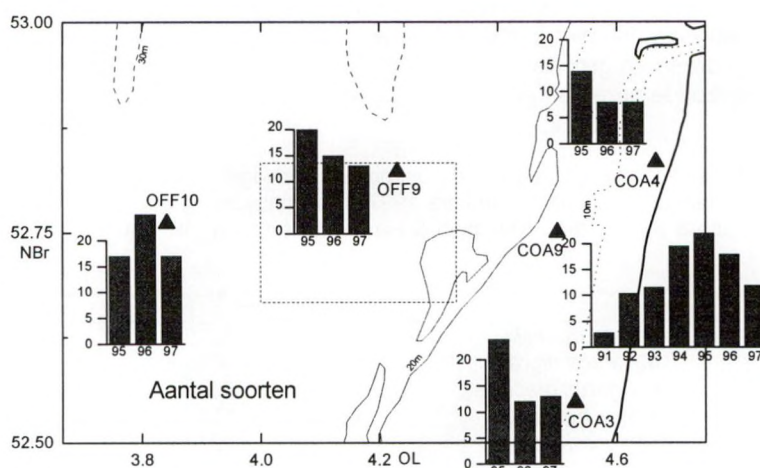
TABEL 5

Omvang van de biogeografische populatie van de besproken zeevogel- en zeezoogdiersoorten, voorkomend in de Hollandse kustwateren (¹Leopold & Dankers 1997, ²Camphuysen & Leopold 1994, ³Skov *et al.* 1995, ⁴Lloyd *et al.* 1991, ⁵Rose & Scott 1994, ⁶Klaassen & Lemmetyinen 1997, ⁷Hildén & Tasker 1997, ⁸Hammond *et al.* 1995).

Soort		Biogeogr. popul.	Gebied / ondersoort
Rotgans	<i>Branta bernicla</i>	300000	Europa ¹
Zwarte Zee-eend	<i>Melanitta nigra</i>	400000	Noordzee en zuidelijker ^{2,3}
Noordse Stormvogel	<i>Fulmarus glacialis</i>	10000000	Europa ⁴
Jan van Gent	<i>Morus bassanus</i>	175000	Noordzee ⁴
Grote Jager	<i>Stercorarius skua</i>	27200	Europa ⁵
Dwergmeeuw	<i>Larus minutus</i>	75000	Europa ⁵
Kokmeeuw	<i>Larus ridibundus</i>	5000000	NW Europa ⁵
Stormmeeuw	<i>Larus canus</i>	1600000	NW Europa ⁵
Kleine Mantelmeeuw	<i>Larus graellsii</i>	450000	NW Europa ⁵
Zilvermeeuw	<i>Larus argentatus</i>	2700000	NW Europa ⁵
Grote Mantelmeeuw	<i>Larus marinus</i>	480000	NW Europa ⁵
Drieteenmeeuw	<i>Rissa tridactyla</i>	8400000	NW Europa ⁵
Grote Stern	<i>Sterna sandvicensis</i>	150000	W Europa ⁵
Visdief	<i>Sterna hirundo</i>	180000	W Europa ⁵
Noordse Stern	<i>Sterna paradisaea</i>	390000	Europa, excl. IJsland ⁵
Zeekoet	<i>Uria aalge</i>	1600000	NW Europa, excl. IJsland ⁶
Alk	<i>Alca torda</i>	265000	NW Europa, excl. IJsland ⁵
Bruinvis	<i>Phocoena phocoena</i>	43000	ZO Noordzee ⁸
Witsnuitdolfijn	<i>Lagenorhynchus albirostris</i>	11000	ZO Noordzee ⁸

BODEMDIEREN

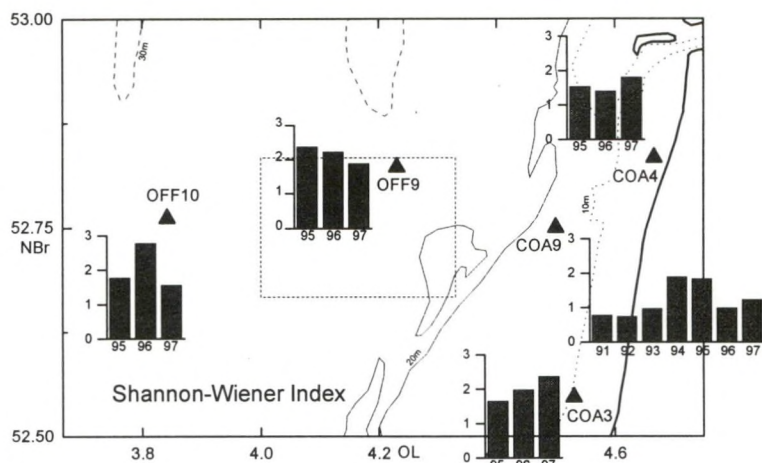
De bodemfauna is aangepast aan het dynamische karakter van het bodemsediment. Met name soorten met een korte levensduur en snelle gravers (*Echinocardium*, schelpdieren) kunnen zich hier handhaven. Het gebied is dan ook niet bijzonder rijk aan soorten (Holtmann *et al.* 1996) en het gemiddelde per hap ligt meestal duidelijk beneden de 20 per boxcore-monster (Fig. 3). Ook de Shannon-Wiener diversiteitsindex, waarbij ook rekening gehouden wordt met de relatieve dichtheid (dominantie) van een soort (Shannon & Weaver 1949), is meestal lager dan 2 (Fig. 4). In totaal zijn ongeveer 60 soorten gevonden (Tabel 6). De dichtheden maar vooral biomassa kunnen echter redelijk hoog zijn. De dichtheid en de biomassa van de totale macrofauna over de tijd op de vijf stations zijn weergegeven in Figs. 5-6. De rijkdom op met name de kuststations kan als volgt verklaard worden. Het met door de rivieren verrijkte water kan veel voedsel bevatten. Dit troebele water vormt een rijke dis voor *filter feeders*. Doordat tijdens de kentering van de getijdestroming ook materiaal tijdelijk tot op de bodem uitzakt, kunnen ook *deposit feeders* gebruik maken van dit voedsel. Bovendien kan door de dynamiek van het sediment een gedeelte van dit uitgezakte voedsel begraven worden en daar door o.a. de Hartegel geconsumeerd worden (Jenness & Duineveld 1985). Het studiegebied kan dus voor de soorten die aangepast zijn aan de omstandigheden een rijk gebied zijn, waar snelle groei mogelijk is. *Echinocardium's* groeien hier dan ook veel sneller dan in noordelijke gebieden van het NCP (Duineveld & Jenness 1984). Vooral de stations dicht onder de kust kunnen hoge dichtheden en biomassa's opleveren (Figs. 5-6), die in de tijd echter ook grote fluctuaties laten zien. De stations in dieper water en verder uit de kust hebben een duidelijk lagere dichtheid en biomassa.



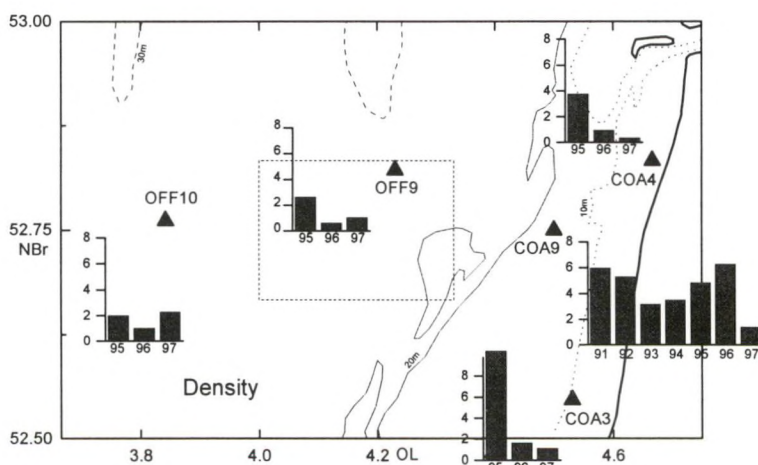
Figuur 3. Aantal soorten macrobenthos dat per boxcore monster werd gevonden in de verschillende jaren op de vijf stations. Op de X-as van de grafiekjes staan de jaren en op de Y-as het aantal soorten per box. Het mijnbouwwak Q4 is met een gearceerde lijn aangegeven, de 5 bemonsterde stations met een zwarte driehoek.

Op grond van de soortensamenstelling en dichtheden van voorkomen worden in het studiegebied twee macrobenthosgemeenschappen onderscheiden (Holtmann *et al.* 1996), namelijk een kustgemeenschap (hier stations COA3, 4, 9) en een offshoregemeenschap (hier OFF9 en 10). De overeenkomst in soortensamenstelling tussen deze gemeenschappen is groot. Voor de kustgemeenschap geldt in het algemeen dat deze duidelijk hogere dichtheden bezit van de schelpen *Macoma balthica* (Nonnetje) en *Spisula subtruncata* (Halfgeknotte strandschelp) als ook van de polychaet *Nephtys hombergii* (Zandzager). De offshoregemeenschap heeft juist hogere dichtheden voor de

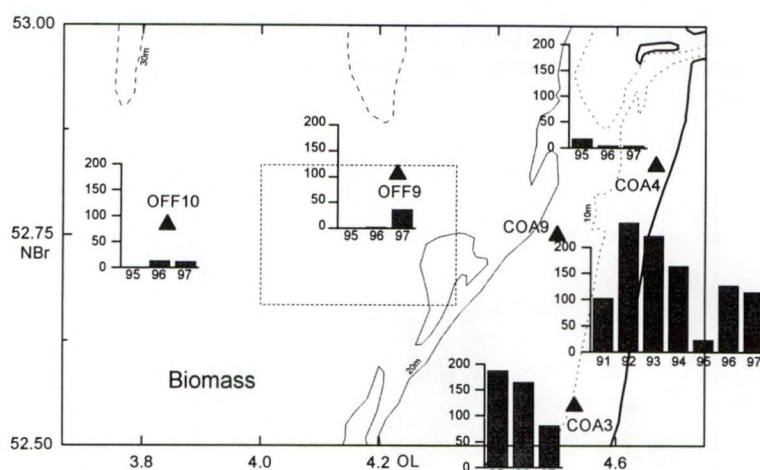
polychaet *Nephtys cirrosa* en de vlokreeft *Bathyporeia guilliamsoniana*. De natuurlijke fluctuaties in dichtheden en biomassa van de verschillende soorten kunnen door vele verschillende oorzaken bepaald worden. Zowel fysische omstandigheden (zoals stormeffecten, strenge winters), als bio-tische factoren (zoals recruitment, aanbod van voedsel, predatie) kunnen in het hele studiegebied een duidelijke invloed hebben.



Figuur 4. Shannon-Wiener diversiteits index van het macrobenthos in de verschillende jaren op de vijf stations. Op de Y-as is de diversiteitsindex aangegeven. Zie verder de uitleg bij Fig. 3.



Figuur 5. Dichtheden macrobenthos in de verschillende jaren op de vijf stations. Op de Y-as staan de aantallen in duizenden m^{-2} aangegeven. Zie verder de uitleg bij Fig. 3.



Figuur 6. Biomassa van het macrobenthos in de verschillende jaren op de vijf stations. Op de Y-as is de biomassa in g AFDW m⁻² aangegeven. Zie verder de uitleg bij Fig. 3.

TABEL 6

Lijst van alle macrobenthossoorten die in het studiegebied zijn aangetroffen tijdens de BIOMON en MILZON bemonsteringen van 1991 tot en met 1997 op de vijf stations. Per soort is aangegeven in hoeveel monsters het per station is aangetroffen, en wat het aanwezigheidspercentage was op alle stations te samen. Met OBM gev. wordt de gevoeligheid van de soort voor olievervuiling bedoeld. **G** = gevoelig, **w** = waarschijnlijk gevoelig (zie tekst), **opp.** = opportunistische soort, blanco = gevoeligheid onbekend.

Wetenschappelijke naam	OFF10	OFF9	COA9	COA4	COA3	% Aanwezig	OBM gev.
ACTINIARIA			1			3	
ANTHOZOA			7		1	23	
<i>Abra alba</i>	1				1	6	G
<i>Ampelisca brevicornis</i>			1			3	
<i>Amphiura juv.</i>			5			4	G
<i>Anaitides groenlandica</i>			1			3	opp.
<i>Anaitides maculata</i>			9			26	
<i>Anaitides mucosa</i>					1	3	
<i>Anaitides rosea</i>			4			11	
<i>Angulus tenuis</i>				1		3	
<i>Aricidea minuta</i>	1					3	
<i>Asterias juv.</i>			4			11	
<i>Atylus falcatus</i>			2			6	
<i>Atylus swammerdami</i>	1		3		1	14	
<i>Autolytus spec</i>			4			11	
<i>Bathyporeia spec</i>		1				3	w
<i>Bathyporeia elegans</i>	3	3	1			20	w
<i>Bathyporeia guilliamsoniana</i>	2	3	4			26	w
CAPRELLIDEA					1	3	
<i>Capitella capitata</i>			6	3	3	34	opp.
<i>Chaetozone setosa</i>	2	1	11			40	G
<i>Corystes cassivelaunus</i>				1		3	
<i>Diastylis bradyi</i>		1	5		1	20	
<i>Donax vittatus</i>	1	1				6	
<i>Echinocardium juv.</i>	1	1	3			14	G
<i>Echinocardium cordatum</i>	1		19		2	63	G
<i>Ensis spec.</i>		1				3	

Vervolg TABEL 6

Wetenschappelijke naam	OFF10	OFF9	COA9	COA4	COA3	% Aanwezig	OBM gev.
<i>Ensis arcuatus</i>		1				3	
<i>Ensis directus</i>			1	2	3	17	
<i>Eteone longa</i>	1		6			20	
<i>Exogone hebes</i>	1					3	
<i>Gastrosaccus spinifer</i>			3			9	
<i>Harmothoe</i>	1				1	6	
<i>Harmothoe glabra</i>			3		1	11	
<i>Harmothoe lunulata</i>			3			9	
<i>Harpinia antennaria</i>		1				3	G
<i>Heteromastus filiformis</i>	1					3	
<i>Lanice</i>	1					3	
<i>Lanice conchilega</i>	1	1	8	2	2	40	
<i>Lophogaster typicus</i>			1			3	
<i>Lunatia alderi</i>	1	2	10			37	G
<i>Macoma balthica</i>				3		9	
<i>Mactra</i>	1					3	
<i>Mactra corallina</i>			2			6	
<i>Magelona mirabilis</i>	3	3	15	3	3	77	G
<i>Megaluropus agilis</i>	3	2	3			23	opp.?
<i>Microprotopus maculatus</i>			1		1	6	
<i>Montacuta ferruginosa</i>			19	1	1	60	G
<i>Mysella bidentata</i>			12		1	37	G
NEMERTEA	2	1	17	1		60	
<i>Nephtys</i>		2	1			9	
<i>Nephtys caeca</i>	1		1			6	w
<i>Nephtys cirrosa</i>	3	3	16		1	66	w
<i>Nephtys hombergii</i>			7	3	3	37	G
<i>Nereis longissima</i>			3		1	11	opp.
OLIGOCHAETA			1			3	
OPHIUROIDEA	1	1				6	
<i>Ophelia limacina</i>	1					3	
<i>Ophiura spec.</i>	1	1	2			11	
<i>Ophiura albida</i>			2			6	
<i>Ophiura ophiura</i>	1					3	
<i>Orchomene nana</i>			2			6	
<i>Pectinaria koreni</i>			10	1	2	37	
<i>Perioculodes longimanus</i>		1	3			11	
Phoronidae	1					3	
<i>Pontocrates altamarinus</i>	1					3	
<i>Pseudocuma longicornis</i>	3	1	6		1	31	
<i>Pseudocuma similis</i>		1	1			6	
<i>Sagartia troglodytes</i>			1			3	
<i>Scolecopsis bonnierii</i>	2	2	2			17	
<i>Scoloplos armiger</i>	3	3	6		3	43	
<i>Spio filicornis</i>	3	2	2	3	2	34	opp.
<i>Spiophanes bombyx</i>	3	2	15	1	3	69	G
<i>Spisula elliptica</i>					1	3	
<i>Spisula subtruncata</i>			22	1	3	74	
<i>Sthenelais boa</i>			2			6	
<i>Synchelidium maculatum</i>	1					3	
<i>Tellina fabula</i>	2	2	16	1	2	66	G
<i>Thia scutellata</i>			1			3	
<i>Tryphosella sarsi</i>			1			3	
<i>Urothoe brevicornis</i>	2	2				11	w
<i>Urothoe poseidonis</i>	1	2	21	3	3	86	w
Maximum frequentie	3	3	23	3	3	100	

SPECIFIEKE BESCHRIJVING VAN DE BODEMFAUNA OP STATION OFF9

Uit de gegevens van het station OFF9 dat in het mijnbouwwak Q4 valt, blijkt dat in de zandige bodem een fauna leeft die voornamelijk, wat dichtheden betreft, wordt gedomineerd door vlokkreeften (Amphipoda), met name *Bathyporeia elegans* en *B. guilliamsoniana* en in mindere mate *Urothoe poseidonis* en *U. brevicornis*. *B. elegans* kan dichtheden bereiken van meer dan 400 m⁻². Van de borstelwormen is *Magelona papillicornis* gemiddeld het meest algemeen. In 1995 kwamen er ruim 500 m⁻² voor. Daarna was er een duidelijke afname. Andere wormen die hier algemeen kunnen voorkomen zijn *Spiophanes bombyx* en *Spio filicornis*. Van de Hartegel *Echinocardium cordatum*, die in het studiegebied heel regelmatig maar in lage aantallen voorkomt, werden op het station tot nu toe alleen juveniele dieren aangetroffen. Alle bovengenoemde dieren zijn vrij klein, zodat de totale biomassa op OFF9 niet hoog is. Een enkele keer kan de biomassa door *Ensis arcuatus*, een groot schelpdier, verhoogd zijn.

MILIEU-EFFECTEN VAN GASWINNING: UITGANGSPUNTEN

KWETSBAARHEID VAN VOGELS VOOR VERVUILD OPPERVLAKTEWATER

De gevoeligheid van vooral veel zwemmende kust- en zeevogels voor vervuiling van de oppervlaktewateren door minerale olie is bekend (Dunnet 1987, Camphuysen 1989). Minder bekend, ofschoon dikwijls gerapporteerd, is dat niet zozeer de hoeveelheid olie een belangrijke rol speelt bij vogelsterfte als gevolg van een olie-incident, maar vooral factoren als tijd en plaats van de lozing. Zo leidde in februari 1969 voor de kust van de Nederlandse Waddeneilanden de lozing van een betrekkelijk geringe hoeveelheid olie tot massale sterfte van daar in compacte groepen overwinterende zee-eenden *Melanitta* spp. en Eidereenden *Somateria mollissima* (Swennen & Spaans 1970). Een vergelijkbare lozing in bijvoorbeeld juni of juli enkele tientallen kilometers verder uit de kust zou wellicht geen enkel olieslachtoffer hebben gemaakt (cf. Swennen 1978, Kerkhoff *et al.* 1981). Een ander veel gehoord misverstand is, dat alleen de zwaardere oliesoorten veel vogelslachtoffers maken, terwijl de snel verdampende, lichte producten, zoals bijvoorbeeld benzine en kerosine, zo snel uit het systeem verdwijnen dat hierdoor vrijwel geen schade optreedt. Een feit is dat dergelijke stoffen een veel korter durend schadelijk effect op vogels in een bepaald gebied hebben, maar individuen die tijdens zo'n incident met dergelijke lichte olie in contact komen lopen wel degelijk veelal dodelijke schade aan het isolerende verenpak op (Jenssen & Ekker 1991). In de winter, of in perioden waarbij er geen uitwijkmogelijkheden naar (droog) land beschikbaar zijn, kan een dergelijke besmeuring al snel tot de dood van de getroffen vogels leiden (Jenssen & Ekker 1990). Veel van de duizenden olieslachtoffers die jaarlijks op de Nederlandse kust aanspoelen zijn exemplaren die maar een enkel olievlekje op de veren hebben, soms van een type dat de vervuiling nauwelijks met bloot oog waarneembaar is (Camphuysen 1989).

Bij de afweging van de risico's van effecten voor vogels in een bepaald gebied door vervuild oppervlaktewater zijn daarom de volgende aspecten van belang (in afnemende volgorde van betekenis):

- aanwezigheid van dichte concentraties, veelal zwemmende kust- en zeevogels (bijvoorbeeld alkachtigen, zee-eenden)
- mate van vervuiling (aanhoudende -, grote - of kleine lozing)
- type olie (zwaar, minder zwaar, film)
- tijd van het jaar (omgevingstemperatuur)
- uitwijkmogelijkheden naar land

In Nederlandse wateren blijken de meeste olieslachtoffers gemaakt te worden door operationele lozingen van brandstofolie vanaf schepen (Timm & Dahlmann 1991, Dahlmann *et al.* 1994). Als tweede bron gelden de lozingen van ruwe olie in de Zuidelijke Bocht, maar hierbij ging het slechts bij uitzondering om olie uit Noordzee-reserves (Dahlmann *et al.* 1994). Over de schadelijke effecten

van gaswinning op het NCP is weinig bekend. Platteeuw *et al.* (1985) beschrijven de gevolgen van een fout die gemaakt werd bij de vervanging van een koppeling op een NAM gaswinningsinstallatie waarbij een geringe hoeveelheid condensaat in zee terecht kwam (observaties C.J. Camphuysen & B.J.M. Haase). Ondanks de lage vogeldichtheden en de vluchtigheid van de gemorste olie-achtige vloeistof vielen enkele dodelijke slachtoffers onder Zeekoeten *Uria aalge* in het gebied. Dergelijke kleine fouten werden met enige regelmaat gemaakt (med. platformpersoneel) en waargenomen (Platteeuw *et al.* 1985). Hoewel gebeurtenissen in het verleden, op andere platforms door ander personeel en met oudere apparatuur niet zonder meer maatgevend zijn voor de nu voorgenomen activiteiten door Clyde in Q4, moet toch geconstateerd worden dat gaswinningsinstallaties niet geheel vrij van vervuiliingsrisico's zijn. De vluchtigheid van de eventueel gemorste olie-achtige stoffen op een gaswinningsinstallatie maakt dat een effectenanalyse meestal alleen vooral voor de directe omgeving van een platform van toepassing is (straal van enkele kilometers). In het uitzonderlijke geval van een blow-out kan, afhankelijk van de vraag of en in welk gebied een olievlek wordt gevormd, een effectenanalyse voor een groter gebied noodzakelijk zijn, omdat wind en waterstroming dergelijke vervuiling vóór verdamping en dispersie over een groter gebied kunnen verspreiden.

Voor individuele soorten spelen andere factoren een belangrijke rol dan die welke van betekenis zijn voor de eventuele omvang van een olie-incident. Uitgaande van effecten op populatieniveau zijn bijvoorbeeld de grootte van de wereldpopulatie, de uitgestrektheid van het verspreidingsgebied (in de winter of in de broedtijd) en de trekbanen van belang. De risico's voor verschillende soorten hangen voorts samen met hun verspreiding en voorkomen, maar ook met aspecten zoals (vlucht-)gedrag bij olievlekken en expositie. Om de kwetsbaarheid van vogels in een getal uit te drukken en als middel om de kwetsbaarheid van verschillende vogelsoorten voor oppervlaktewatervervuiling te kunnen vergelijken, wordt vaak een *Oil Vulnerability Index (OVI)* gehanteerd (King & Sanger 1979). Camphuysen (1998d) stelde een OVI samen voor vogels van de Noordzee, in navolging van het model van King & Sanger (1979). Hierbij werden 14 verschillende aspecten, te groeperen onder verspreiding en voorkomen en gedrag en blootstelling, gewogen op een zes-puntsschaal (0-5). De totale score (de som van de 14 individuele scores) wordt gehanteerd als maat voor de kwetsbaarheid van een soort voor bijvoorbeeld olievervuiling op zee. Behalve voor de hand liggende gedragsaspecten (overwegend zwemmende levenswijze, overwegend vliegend) en een verschillend verblijf in het mariene milieu in elk van de vier seizoenen, wordt bij deze OVI ook de lengte van de trekweg en de uitgestrektheid van broed- en overwinteringsgebieden meegewogen. In dit rapport is de OVI voor die soorten weergegeven waarvan in elk geval 10 exemplaren in het studiegebied zijn vastgesteld (Tabel 7), met daarbij een indicatie van het percentage olieslachtoffers onder de op de Nederlandse kust gestrande exemplaren van de betreffende soort (naar Camphuysen 1997c). Op basis van deze OVI zijn soorten voor wat betreft hun oliegevoeligheid als volgt in te delen:

- zeer kwetsbaar OVI 50-70
- kwetsbaar OVI 40-50
- matig kwetsbaar OVI 30-40
- weinig kwetsbaar OVI < 30

De hoogste kwetsbaarheid wordt vastgesteld bij negen soorten (in afnemende volgorde de Alk *Alca torda*, Zeekoet *Uria aalge*, Eidereend *Somateria mollissima*, Jan van Gent *Morus bassanus*, Drie-teenmeeuw *Rissa tridactyla*, IJseend *Clangula hyemalis*, Zwarte Zee-eend *Melanitta nigra*, Grote Zee-eend *M. fusca* en Grote Mantelmeeuw *Larus marinus*). Daarnaast zijn nog 12 soorten als 'kwetsbaar' aan te merken (Tabel 7). Van de resterende in dit rapport besproken soorten zijn er 11 als 'matig kwetsbaar' en 16 als 'weinig kwetsbaar' te omschrijven. Van de negen zeer kwetsbare soorten zijn er vier die vrijwel uitsluitend in de kustwateren voorkomen (> 95% van de waargenomen vogels binnen een strook van 10 km afstand van de kust), van de 12 kwetsbare soorten komen er vijf uitsluitend langs de kust voor (vgl. Tabel 8). De overige soorten hebben een ruimere verspreiding. Van de negen zeer kwetsbare soorten zijn er voorts vijf die 's zomers niet in het studiegebied zijn aangetroffen (één soort ook niet in voor- of najaar). De overige vier zeer kwetsbare soorten kunnen het gehele jaar door worden verwacht, zij het, in geval van de Zwarte Zee-eend, 's zomers slechts in kleine aantallen.

TABEL 7

Gevoeligheid voor vervuiling van oppervlaktewateren met olie (*Oil Vulnerability Index, OVI*) van vogelsoorten waarvan tenminste 10 exemplaren tijdens tellingen vanaf schepen in het studiegebied werden waargenomen, op basis van verspreiding (Br= broedtijd, Tr= trekbanen, Wi= winter, Mo= mariene oriëntatie), gedrag (R= rustplaatsen, F= foerageergedrag, V= vluchtgedrag, Gr= groepsvorming, N= nesteldichtheid, Sp= [voedsel]-specialisatie) en blootstelling (Vj= voorjaar, Zo= zomer, Nj= najaar en Wi= winter) in systematische volgorde en met het gemiddelde oliebevuilingspercentage (voor zover bekend) van in de winter aan de Nederlandse Noordzeekust aangespoelde exemplaren in de jaren 1977-97 (Camphuysen 1997). Zie tekst en Camphuysen 1998d voor verdere toelichting.

Soort	Verspreiding (Br-Mo)				Gedrag (R-Sp)						Blootstelling (Vj-Wi)				OVI	Oil rate (%)
	Br	Tr	Wi	Mo	R	F	V	Gr	N	Sp	Vj	Zo	Nj	Wi		
Rietgans	1	3	3	1	1	1	1	1	1	3	1	0	1	1	19	17
Grauwe Gans	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	17	23
Rotgans	3	1	1	3	3	1	1	5	1	3	3	0	3	3	31	8
Bergeend	3	5	3	1	3	1	1	5	1	3	3	5	3	3	40	14
Smient	3	3	1	1	1	1	1	1	1	3	1	0	1	1	19	10
Wintertaling	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	15	15
Wilde Eend	1	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18	21
Pijlstaart	1	3	1	1	1	1	1	1	1	3	1	0	1	1	17	16
Toppereend	1	3	3	3	5	5	5	5	1	3	3	0	3	5	45	25
Eidereend	1	5	1	3	5	5	5	5	5	3	5	3	5	5	56	25
IJseend	1	3	3	3	5	5	5	5	1	5	5	1	5	5	52	
Zwarte Zee-eend	1	3	3	3	5	5	5	5	1	5	5	1	5	5	52	75
Grote Zee-eend	1	3	3	3	5	5	5	5	1	5	5	1	5	5	52	60
Brilduiker	1	3	1	3	5	5	5	3	1	3	3	0	1	3	37	14
Middelste Zaagbek	1	3	1	3	5	5	5	3	1	5	3	1	3	5	44	29
Roodkeelduiker	1	3	3	3	5	5	5	3	1	3	5	3	5	5	50	87
Fuut	1	3	5	3	5	5	5	5	1	3	3	0	1	5	45	47
Roodhalsfuut	1	3	3	3	5	5	5	3	1	3	3	0	3	3	41	55
Noordse Stormvogel	3	3	1	5	5	3	1	3	5	1	5	5	5	5	50	64
Jan van Gent	5	1	1	5	5	3	3	3	5	3	5	5	5	5	54	86
Aalscholver	1	3	3	3	1	5	5	1	3	5	3	3	3	3	42	24
Blauwe Reiger	1	5	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	20	8
Kievit	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	15	9
Kanoetstrandloper	5	1	5	1	3	1	1	3	1	3	3	3	3	3	36	3
Bonte Strandloper	1	3	3	1	3	1	1	3	1	3	3	3	3	3	32	2
Regenwulp	5	1	5	1	3	1	1	3	1	3	3	1	3	3	34	
Wulp	3	1	1	1	3	1	1	3	1	3	3	1	3	3	28	4
Tureluur	3	3	3	1	3	1	1	3	1	3	3	1	3	3	32	4
Kleine Jager	1	1	3	5	5	3	3	1	1	3	5	0	5	1	37	
Grote Jager	5	1	3	5	5	3	3	1	3	3	5	3	5	3	48	60
Dwergmeeuw	3	3	3	5	5	3	3	3	1	3	5	1	5	3	46	49
Kokmeeuw	1	3	1	3	1	3	3	3	5	1	3	3	3	3	36	35
Stormmeeuw	1	3	1	3	1	3	3	3	5	1	3	3	3	3	36	43
Kleine Mantelmeeuw	1	3	1	5	5	3	3	3	5	1	5	3	5	3	46	38
Zilvermeeuw	1	5	1	3	3	3	3	3	5	1	3	3	3	5	42	31
Grote Mantelmeeuw	3	3	3	5	3	3	3	3	5	3	5	3	5	5	52	38
Drieteenmeeuw	1	3	1	5	5	3	3	5	5	3	5	5	5	5	54	80
Grote Stern	3	1	1	5	3	5	1	1	5	5	5	5	5	1	46	
N. Stern / Visdief	1	1	1	3	3	3	1	3	5	3	3	5	3	0	35	
Zeekoet	3	3	3	5	5	5	5	5	5	3	5	5	5	5	62	82
Alk	3	3	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	64	83
postduif	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16	19
Veldleeuwerik	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	15	
Graspieper	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	15	
Merel	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	15	18
Kramsvogel	1	3	1	1	1	1	1	3	1	1	1	0	1	1	17	16
Koperwiek	1	3	1	1	1	1	1	3	1	1	1	0	1	1	17	27
Spreeuw	1	3	1	1	1	1	1	3	1	1	1	0	1	1	17	11

Per saldo gaat het in het studiegebied in najaar, winter en voorjaar om 16-18 voor olievervuiling (zeer) kwetsbare vogelsoorten, of om 9-11 soorten wanneer de kustgebonden vogels buiten beschouwing worden gelaten. In de zomer gaat het om slechts 8 (7 excl. kustgebonden soorten) (zeer) kwetsbare soorten. Van de in totaal 20 (zeer) kwetsbare soorten zijn er zeven, vooral kustgebonden soorten, te zeldzaam in mijnbouwwak Q4 om voor een aparte bespreking in dit rapport in aanmerking te komen. Er resteren dan nog respectievelijk 11-13 (8-10) soorten gedurende najaar, winter en voorjaar en 7 (7) soorten in de zomer waarmee bij oppervlakte-watervervuiling rekening moet worden gehouden.

TABEL 8

Het voorkomen van voor olievervuiling zeer kwetsbare (OVI > 50) en kwetsbare (OVI 41-50) vogelsoorten in het studiegebied. Soorten waarvan meer dan 95% van alle waargenomen exemplaren in de kustzone werd gezien (< 10 km uit de kust) zijn aangeduid onder de kop 'kustgebonden', alle overige soorten mogen ook in mijnbouwwak Q4 worden verwacht (zie Tabel 4). De periode van voorkomen wordt vervolgens aangeduid onder najaar (Nj), winter (Wi), voorjaar (Vj) en zomer (Zo), waarbij een aanduiding tussen haakjes duidt op veel geringere aantallen dan in de andere seizoenen en het ontbreken van een symbool duidt op het totaal ontbreken van waarnemingen tijdens het onderzoek vanaf schepen (zie Tabel 3).

Zeer kwetsbare soorten	OVI	Kustgebonden	Nj	Wi	Vj	Zo
Alk	64		X	X	X	
Zeekoet	62		X	X	X	
Eidereend	56	X	X	X	X	
Jan van Gent	54		X	X	X	X
Drieteenmeeuw	54		X	X	X	X
IJseend	52	X		X		
Zwarte Zee-eend	52	X	X	X	X	(X)
Grote Zee-eend	52	X	X	X	X	
Grote Mantelmeeuw	52		X	X	X	X
Kwetsbare soorten	OVI	Kustgebonden	Nj	Wi	Vj	Zo
Roodkeelduiker	50		X	X	X	
Noordse Stormvogel	50		X	X	X	X
Grote Jager	48		X		X	X
Dwergmeeuw	46		X	X	X	(X)
Kleine Mantelmeeuw	46		X	(X)	X	X
Fuut	45	X	(X)	X	X	
Toppereend	45	X	(X)	X	(X)	
Middelste Zaagbek	44	X	(X)	X	X	
Aalscholver	42	X	X		X	X
Zilvermeeuw	42		X	X	X	X
Roodhalsfuut	41	X	X	X	X	

KWETSBAARHEID VAN VOGELS VOOR VERSTORING

De gevoeligheid van vogels voor verstoring is een steeds terugkerend probleem bij de milieu-effectstudies omtrent ingrepen of bijzondere activiteiten in het mariene systeem. In een eerdere studie (Camphuysen & Leopold 1998) werd de kwetsbaarheid van vogels voor verstoring kwalitatief beschreven op basis van eigen veldervaringen, maar zonder dat een gerichte poging werd gedaan om verschillen in verstoringsgevoeligheid tussen soorten in een getal uit te drukken. Uitgangspunt van Camphuysen & Leopold (1998) was, dat een negatief effect wordt veroorzaakt bij vogels die opvliegen van de plaats waar zij op dat moment verbleven bij de nadering van een schip of

helikopter. Sommige soorten zijn in dit opzicht buitengewoon verstoringssgevoelig, andere zijn minder of zelfs in het geheel niet aan zichtbare verontrusting onderhevig. Sterker nog, verschillende soorten worden eerder door schepen aangetrokken dan opgeschrikt. De schadelijke effecten van verstoring worden veroorzaakt door de kosten van een (overbodige) paniekvlucht (energie-uitgave), door de onderbreking van de mogelijkheden te foerageren (verminderde energie-opname) en in extreme gevallen tot het volkomen ongeschikt raken van (een deel van) het foerageergebied. De gevoeligheid voor verstoringen werd in deze redenatie versterkt door: schuwheid van de vogels, de dichtheid van vogelconcentraties en de dichtheid/ruimtelijke verdeling van de voedselbronnen. Zo zullen Zwarte en Grote Zee-eenden, uiterst schuwe voedselspecialisten die in grote compacte groepen op enkele verspreid voorkomende schelpenbanken foerageren, hoog 'scoren' in een analyse van verstoringssgevoeligheid. Verondersteld wordt bovendien dat verstoringssgevoeligheid alleen relevant is voor ter plaatse verblijvende vogels en niet voor doortrekkers.

Op basis van deze uitgangspunten is het mogelijk om tot een weging van factoren te komen, vergelijkbaar met de afwegingen die ten grondslag lagen aan de OVI. Hier wordt een *Traffic Disturbance Index* (TDI) voorgesteld, waarin de huidige kennis op zo objectief mogelijke manier wordt samengevat. De TDI is vooral gebaseerd op basis van waarnemingen van vogelgedrag ten aanzien van schepen. Voor wat betreft verstoringen door helikopters kunnen soortspecifieke verschillen minder precies worden aangeduid, omdat daarvan weinig concrete, directe waarnemingen bestaan. Vast staat dat de voor schepen paniekerig opvliegende soorten (duikers, zee-eenden) ook heftig reageren op laag overvliegende helikopters en vliegtuigjes. Daarnaast reageren ook de meeste andere zeevogels door weg te vliegen of onder te duiken bij laag overkomende vliegtuigjes en helikopters, inclusief soorten die schepen als een potentiële voedselbron beschouwen en die de scheepvaart dus niet altijd mijden.

Anders dan de OVI die werd opgesteld voor de gehele Noordzee en waarin zelfs het voorkomen als broedvogel werd meegewogen, is hier gekozen voor een op de Zuidelijke Noordzee toegesneden situatie, omdat effecten op populatie-niveau niet snel te verwachten zijn. Nu worden 13 verschillende aspecten, gegroepeerd onder verspreiding en voorkomen, en gedrag en blootstelling, gewogen op een zes-punts schaal (0-5). Opnieuw wordt de totale score (de som van 13 individuele scores; maximaal 65 punten) gehanteerd als maat voor de kwetsbaarheid van een soort, maar nu voor verstoring op zee (TDI; Tabel 9). Alle factoren werden echter opnieuw ingeschat, uitsluitend op basis van informatie die specifiek van toepassing is op de Zuidelijke Bocht. Zo werd 'blootstelling' geactualiseerd voor het genoemde gebied op basis van de gegevens in Tabel 3 (aantallen per seizoen) en werden aspecten als trekbanen en verspreiding in de winter gebaseerd op gegevens in Tabel 4 (aantallen per kuststrook). Vluchtafstanden, zoals die werden gemeten tijdens eerder veldwerk ten noorden van de Waddeneilanden (Leopold & Camphuysen 1998) werden gebruikt voor een gewogen inschatting, terwijl de mate van aantrekking/afstoting werd gescoord op een schaal die loopt van 5 (paniek bij een op afstand naderend schip), via 0 (onverschillig ten opzichte van schepen) tot -5 (sterke neiging tot het opzoeken en volgen van schepen). Een TDI werd alleen berekend voor vogels die normaal in het mariene milieu voorkomen en hier ook voedsel zoeken. Van uitsluitend overtrekkende soorten of zeldzame gasten is een dergelijke index niet zinvol geacht. Vervolgens kunnen de vogels in Tabel 9 worden gerangschikt als:

- | | |
|-------------------------------|-----------|
| • zeer verstoringssgevoelig | TDI 50-65 |
| • verstoringssgevoelig | TDI 40-50 |
| • matig verstoringssgevoelig | TDI 35-40 |
| • weinig verstoringssgevoelig | TDI < 35 |

De hoogste verstoringssgevoeligheid wordt vastgesteld bij vier algemene soorten (in afnemende volgorde) de Zwarte Zee-eend, Roodkeelduiker *Gavia stellata*, Grote Zee-eend en Eiderend. Daarnaast zijn nog vier algemene soorten als 'verstoringssgevoelig' aan te merken (Tabel 9). Van de resterende soorten zijn er op basis van deze berekeningen 12 als 'matig verstoringssgevoelig' en 9 als 'weinig verstoringssgevoelig' te omschrijven. Van de vier zeer verstoringssgevoelige soorten komen er drie vrijwel uitsluitend in de kustwateren voor (> 95% van de waargenomen vogels binnen een strook van 10 km afstand van de kust; Tabel 10). Een soort als de Roodkeelduiker heeft buiten de kuststrook wel een hogere relatieve presentie, maar komt toch niet algemeen voor (Tabel 4).

Van de vier verstoringgevoelige soorten komen er twee uitsluitend langs de kust voor, maar de twee andere hebben een uitgestrekt verspreidingsgebied in de Zuidelijke Bocht en kunnen dan ook in en rond mijnbouwwak Q4 worden verwacht. Van de vier zeer verstoringgevoelige soorten komen er drie 's zomers niet in het studiegebied voor en is de vierde soort (Zwarte Zee-eend) 's zomers aanzienlijk schaarser dan in de rest van het jaar. Ook bij de verstoringgevoelige soorten is de zomer een periode van bijna totale afwezigheid (Tabel 10).

TABEL 9

Gevoeligheid voor verstoring door scheepvaart (*Traffic Disturbance Index, TDI*) van zeevogels waarvan tenminste 10 exemplaren tijdens tellingen vanaf schepen in het studiegebied werden waargenomen, op basis van verspreiding (Tr= trekbanen, Wi= winterspreiding, Mo= mariene orientatie), gedrag (R= rustplaatsen, F= foeragegedrag, V= vluchtgedrag, Gr= groepsvorming, A= aantrekkingskracht van schepen, Sp= [voedsel]specialisatie) en blootstelling (Vj= voorjaar, Zo= zomer, Nj= najaar en Wi= winter) in systematische volgorde. Zie tekst voor verdere toelichting.

Soort	Verspreiding				Gedrag (R-Sp)					Blootstelling (Vj-Wi)				TDI
	Tr	Wi	Mo	R	F	V	Gr	A	Sp	Vj	Zo	Nj	Wi	
Toppereend	3	3	3	3	2	3	5	3	3	3	0	3	5	39
Eidereend	5	4	4	5	5	4	5	5	3	3	0	3	5	51
IJseend	5	5	5	5	5	3	3	5	5	0	0	0	3	44
Zwarte Zee-eend	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	4	5	60
Grote Zee-eend	3	5	5	5	5	5	5	5	5	3	0	1	5	52
Brilduiker	3	3	3	3	2	3	3	3	3	1	0	1	3	31
Roodkeelduiker	3	5	5	5	5	5	3	5	3	5	0	3	5	52
Fuut	3	5	3	5	3	2	5	3	3	3	0	3	5	43
Roodhalsfuut	3	4	3	5	4	2	3	3	3	3	0	3	3	39
Kuifduiker	3	4	3	5	4	2	1	3	3	3	0	3	3	37
Noordse Stormvogel	3	1	5	5	5	1	3	-5	1	5	5	5	5	39
Jan van Gent	1	1	5	5	4	1	2	-3	3	5	5	5	5	39
Aalscholver	3	3	2	1	2	3	1	3	5	3	5	2	1	34
Middelste Zaagbek	3	3	3	5	3	3	3	3	5	2	0	1	3	37
Middelste Jager	1	1	5	5	5	1	1	-5	3	1	0	2	0	20
Grote Jager	1	1	5	5	5	1	1	-3	3	1	3	3	0	26
Dwergmeeuw	3	3	4	5	4	1	3	0	3	5	1	5	3	40
Kokmeeuw	3	1	1	1	1	1	3	-3	1	3	1	3	3	19
Stormmeeuw	3	1	2	1	2	1	3	-3	1	4	4	4	4	27
Kleine Mantelmeeuw	3	1	5	5	4	1	3	-5	1	5	5	5	2	35
Zilvermeeuw	5	1	3	3	3	1	3	-5	1	5	5	5	5	35
Grote Mantelmeeuw	3	3	4	3	4	1	3	-5	3	4	4	5	5	37
Drietenmeeuw	3	1	5	5	5	1	3	-5	3	5	4	5	5	40
Grote Stern	1	4	4	3	3	1	3	0	3	5	5	5	0	37
Noordse Stern/Visdief	1	3	3	3	3	1	3	0	3	5	5	5	0	35
Zeekoet	3	3	5	5	5	2	3	2	3	5	0	5	5	46
Alk	3	3	5	5	5	2	2	2	5	5	0	5	5	47
Kleine Alk	3	3	5	5	5	2	3	3	5	0	0	3	3	40
Papegaaiduiker	3	1	5	5	5	2	3	2	5	0	0	3	3	37

Per saldo gaat het in het studiegebied in najaar, winter en voorjaar om 7-8 voor verstoring (zeer) gevoelige vogelsoorten, of om 3-4 soorten wanneer de kustgebonden vogels buiten beschouwing worden gelaten. In de zomer gaat het om slechts één (kustgebonden) zeer verstoringgevoelige soort. Van de in totaal acht (zeer) verstoringgevoelige soorten zijn er vijf, vooral kustgebonden soorten, te zeldzaam in mijnbouwwak Q4 om voor een aparte bespreking in dit rapport in aanmerking te komen. Er resteren dan nog respectievelijk 3 (4) soorten gedurende najaar, winter en voorjaar en 1 soort in de zomer waarmee bij wat betreft verstoring terdege rekening moet worden gehouden.

De verstoring gevoeligheid van vogels is waargenomen ten opzichte van bewegende objecten (mensen, vaartuigen, vliegtuigen). Geïnstalleerde offshore installaties, zoals productieplatforms op zee, kunnen niet redelijkerwijze onder de verstoring objecten worden gerangschikt. Dergelijke installaties trekken een aantal vogelsoorten aan en verstoren in die zin hooguit een 'natuurlijk' verspreidingspatroon van sommige vogels op zee (Bourne & Merrie 1978, Camphuysen 1979, Merrie 1979, Dixon 1980, Grimminger 1981, Platteeuw *et al.* 1985, Tasker *et al.* 1986, Den Ouden & Van der Ham 1988), zonder dat dit schadelijke gevolgen heeft. Er zijn geen aanwijzingen dat bepaalde zeevogels gebieden met productieplatforms mijden of dat dergelijke offshore-installaties het voorkomen van zeevogels anderszins negatief beïnvloeden.

TABEL 10

Het voorkomen van voor verstoring zeer gevoelige (TDI > 50) en gevoelige (TDI 40-50) vogelsoorten in het studiegebied. Soorten waarvan meer dan 95% van alle waargenomen exemplaren in de kustzone werd gezien (< 10 km uit de kust) zijn aangeduid onder de kop 'kustgebonden', alle overige soorten mogen ook in mijnbouwwak Q4 worden verwacht (zie Tabel 4). De periode van voorkomen wordt vervolgens aangeduid onder najaar (Nj), winter (Wi), voorjaar (Vj) en zomer (Zo), waarbij een aanduiding tussen haakjes duidt op veel geringere aantallen dan in de andere seizoenen en het ontbreken van een symbool duidt op het totaal ontbreken van waarnemingen tijdens het onderzoek vanaf schepen (zie Tabel 3).

Zeet verstoringsgevoelig	TDI	Kustgebonden	Nj	Wi	Vj	Zo
Zwarte Zee-eend	60	X	X	X	X	(X)
Roodkeelduiker	52		X	X	X	
Grote Zee-eend	52	X	X	X	X	
Eidereend	51	X	X	X	X	
Verstoringsgevoelig						
Alk	47		X	X	X	
Zeekoet	46		X	X	X	
IJseend	44	X		X		
Fuut	43	X	(X)	X	X	

KWETSBAARHEID VAN VOGELS VOOR LICHTBRONNEN

Vogels die in het donker over onbekend terrein vliegen, kunnen worden aangetrokken door verlichting. De effecten hiervan kunnen variëren van positief (een uitgeputte trekvogel vindt een rustplaats op een schip op zee of vogels krijgen extra foerageermogelijkheden door het licht te benutten), neutraal (vogels wijken even af van hun trekroute, maar vliegen vervolgens door); negatief (vogels worden aangetrokken, onderbreken hun trek en gaan langdurig rondcirkelen rond het lichtpunt waardoor ze mogelijk hun eindbestemming niet meer kunnen halen (zie: Jones 1980); tot direct dodelijk: vogels vliegen te pletter tegen vuurtorens of auto's of verbranden in een gasvlam. Bij de plaatsing van een platform in mijnbouwwak Q4 zijn daarom twee zaken van belang: trekvogels kunnen worden aangetrokken door de reguliere verlichting en wanneer in de boorfase, gas moet worden afgefakkeld, ook door de gasvlam. In het eerste geval zijn de gevolgen vergelijkbaar met die van de aanwezigheid van schepen op zee: hiervan varen er vele rond op de Noordzee en er lijkt geen reden om een booreiland in deze een speciale status toe te kennen. Anders ligt dit in het tweede geval, tijdens affakkelen van gas. Hierbij zal, ook bij de huidige generatie platforms, een gasvlam van tientallen meters groot, met intense hitte ontstaan (Van Franeker 1998). Diverse auteurs hebben gewezen op de gevaren van dergelijke vlammen voor trekvogels (Lid 1977, Bourne 1979, Bourne *et al.* 1979, Van 't Oever 1979, Sage 1979a, 1979b, Jones 1980, 1981, Wallis 1981). Bij veel incidenten zal het gaan om aantallen vogels die in vergelijking tot de totale populatie van de betreffende soort (veelal miljoenen), verwaarloosbaar

klein zijn (Bourne 1979, Bourne *et al.* 1979, Jones 1980, zie ook Camphuysen & Leopold 1998). Daar staat tegenover, dat veel incidenten niet gerapporteerd zullen zijn en dat het soms om zeer grote aantallen vogels kan gaan: Lid (1977) citeert een offshore-werker die verhaalde van een incident waarbij '100.000' Spreeuwen betrokken zouden zijn geweest en ook Jones (1980) schat dat er per geval duizenden tot tienduizenden vogels kunnen worden aangetrokken.

Een goed, Noordzee-breed overzicht van de gevolgen van de aanwezigheid van gasvlammen op zee is niet beschikbaar. Er zijn vele beschrijvingen van incidenten of van korter (meestal) of langduriger gericht onderzoek, in veel gevallen in moeilijk toegankelijke, 'grijze' literatuur. In Nederlandse kustwateren is recent gericht onderzoek gedaan door Van der Laar (1993a en b) en door Van Franeker (1998), in beide gevallen voor de NAM. In deze studies werden geen grootschalige incidenten gerapporteerd, maar in hoeverre dit structureel of toevallig is geweest, is nog niet te zeggen. Wereldwijd is er echter vrij veel informatie verzameld over de effecten van verlichte objecten op trekvogels. Berucht zijn verlichte vuurtorens en hoge gebouwen (De Molenaar *et al.* 1997). Gebleken is, dat mitigerende maatregelen, zoals het aanpassen van de verlichting (gebouwen), het verlichten van de vuurtoren onder de hoofdlamp, of het aanbrengen van zitrekken voor vogels die toch zijn aangetrokken, de aantallen slachtoffers kan minimaliseren. Voor een offshore platform kan, tijdens het flaren, ook aan bijlichten worden gedacht, maar bij recent onderzoek naar verlichting op platforms wordt hier verder niet op ingegaan (NAM 1998). Dat verlichte objecten op zee 's nachts grote aantallen vogels kunnen aantrekken blijkt uit vele waarnemingen: er zijn zelfs gevallen bekend van verlichte schepen die zoveel vogels aantrokken dat ze dreigden te kapseizen (Avery *et al.* 1978, 1980).

De aantrekkingskracht van een flare voor vogels varieert tussen soorten, en daarnaast met de weersomstandigheden. Volgens Van der Laar (1993b) vormen waterwild (uitgezonderd zee-eenden), steltlopers en zangvogels de 'risicosoorten' en zijn meeuwen, alkachtigen en de Jan van Gent soorten die niet zichtbaar reageren op de vlam. De zee-eenden worden van grotere afstanden wel iets aangetrokken, maar mijden het platform met de vlam op kleinere afstanden (<250 m). Daarnaast zijn er incidentele waarnemingen van roofvogels en uilen, die werden aangetrokken door platforms (mogelijk door de daar al verblijvende zangvogels) en van meeuwen, die door platforms worden aangetrokken om er te rusten en/of te foerageren. Licht, en zeker fel licht, trekt 's nachts vissen, en dan met name kleine vissen aan (Ben-Yami 1988). Hier kunnen predatoren, grote vissen, meeuwen en ook menselijke vissers van profiteren (De Molenaar *et al.* 1997). Daarnaast kunnen dag-actieve vogels als meeuwen ook zonder dat vis wordt aangetrokken door licht, toch blijven foerageren terwijl dat anderszins tijdens de nacht wellicht onmogelijk is. De aanwezigheid van groepen meeuwen rond een platform met een gasvlam, heeft mogelijk een afschrikwekkende werking op kleine zeevogels die kwetsbaar zijn voor predatie door meeuwen, zoals Stormvogeltjes *Hydrobates pelagicus*, Vale Stormvogeltjes *Oceanodroma leucorhoa*, Grauwe en Noordse Pijlstormvogels *Puffinus griseus* en *P. puffinus* en Kleine Alken *Alle alle*, vogels die in de trektijd onze kustwateren passeren en die wellicht door het licht worden aangetrokken (Murphy 1936).

Op dit moment is het nog niet mogelijk om op soortsniveau onderscheid te maken tussen de kwetsbaarheid van verschillende vogels voor een gasvlam op zee. Per groep kan dit wel, op grond van het bovenstaande (Tabel 11). Hieruit blijkt dat vooral niet-zeevogels kwetsbaar zijn, namelijk ganzen en eenden van zoete wateren ('overig waterwild'), steltlopers en zangvogels.

KWETSBAARHEID VAN ZEEZOOGDIEREN VOOR VERVUILD OPPERVLAKTEWATER

Over de kwetsbaarheid van zeezoogdieren voor olievervuiling is opvallend weinig bekend in vergelijking met wat gepubliceerd is over de effecten van olie op vogels. De resultaten zijn echter redelijk eenduidig. Zeehonden zijn gevoeliger voor olie dan dolfijnen en walvissen, hetgeen ongetwijfeld met de structuur van de pels samenhangt (Geraci & St. Aubin 1990, Davis & Anderson 1976, Ekker *et al.* 1992, Frost *et al.* 1997). Van dolfijnen zijn duidelijk ontwijkende reacties ten opzichte van olievlekken bekend, waaruit blijkt dat deze dieren het gevaar onderkennen (Würsig & Smulter *in prep.*). Bij walvisachtigen is het inademen van olie een groter direct gevaar dan het besmeurd raken van de huid (Geraci & St. Aubin 1990). Vervuiling van de kust is voor zeehonden

een potentiële bedreiging, althans wanneer het geprefereerde ligplaatsen betreft (Ekker *et al.* 1992). In de omgeving van het zoekgebied binnen zijn de dichtstbijzijnde ligplaatsen van zeehonden te vinden op de Razende Bol, op een afstand van ongeveer 35 km.

TABEL 11

Kans op ongelukken door 'flares' bij verschillende vogelgroepen, op een 6-punts schaal (0-5) per onderdeel. Scores per onderdeel lopen van 0 (geen effect bij deze soorten verondersteld) tot 5 (soorten zeer gevoelig); wanneer vogels worden afgestoten door een gasvlam is dit effect negatief geschaald; hetzelfde is gedaan voor vogels die een platform kunnen gebruiken om er te rusten (=negatieve uitputting). Door op deze manier rekening te houden met de relatieve, veronderstelde aantrekkings- en afstotingskracht van de vlam, het gedrag nadat de vogels zijn aangetrokken (rondcirkelen, vlam overvliegen, thermieken), en mogelijkheden om, eenmaal aangetrokken, nog voedsel te vinden kan door een simpele optelling een totaalscore per groep verkregen worden (laatste kolom).

Groep	Aantrekking	Afstoting	Kans op verbranding	Kans op uitputting	Totaal
Zee-eenden	3	-2	0	0	1
Overig waterwild	5	0	3	0	8
Stormvogelachtigen	4	-3	3	0	4
Jan van Gent	0	0	3	0	3
Roofvogels, uilen	3	0	3	-3	3
Meeuwen	3	0	1	-3	1
Steltlopers	4	0	3	3	10
Vinken	4	0	2	5	11
Overige Zangvogels	5	0	5	5	15

KWETSBAARHEID VAN ZEEZOOGDIEREN VOOR VERSTORING

De gevoeligheid van walvisachtigen, voor zover af te leiden uit de waargenomen reacties, verschilt van soort tot soort. Waarnemers aan boord van schepen die krachtig onderwatergeluid produceren (seismisch onderzoek) toonden aan dat veel soorten uitwijkend gedrag vertoonden en vonden dat bijvoorbeeld dolfijnen minder geneigd zijn om de boeg van het schip op te zoeken (Stone 1997, 1998). Grote walvissen leken bij dergelijke surveys min of meer ongestoord hun weg te vervolgen, terwijl het aantal Grienden *Globicephala melas* tijdens het afvuren van 'airguns' significant talrijker waren dan tijdens perioden van stilte (Stone 1998). Goold & Fish (1998) namen sterk uitwijkend gedrag waar bij Gewone Dolfijnen *Delphinus delphis* tijdens een seismische survey voor de westkust van Wales. Dolfijnen op ongeveer een kilometer afstand van de geluidsbron leken de knallen echter min of meer te negeren. Grienden en vinvissen *Balaenoptera* spp. lijken dikwijls sneller te zwemmen dan normaal tijdens het afvuren van *airguns* in de omgeving (Stone 1998). Er waren aanwijzingen dat het verstorende effect van een seismisch onderzoek op zeezoogdieren aanmerkelijk groter is in ondiep water (< 200 m diepte) dan in diep water (Stone 1997, 1998).

Het gedrag van zeezoogdieren ten opzichte van 'gewone' motorschepen verschilt eveneens van soort tot soort. Bruinvissen *Phocoena phocoena* vertonen doorgaans een nadrukkelijk schip-vermijdend gedrag, ofschoon een vluchtreactie vaak op minder dan 50 m van een schip plaatsvindt. Witsnuitdolfijnen *Lagenorhynchus albirostris* zoeken schepen juist vaak op (Camphuysen 1991; eigen waarnemingen Camphuysen & Leopold).

Verstoringsafstanden bij passerende of naderende schepen zijn gemeten bij Gewone Zeehonden *Phoca vitulina*, liggend op zandbanken: deze varieerden in verschillende studies tussen 30 en 630 meter; voor vliegtuigen was dit 200-1.000 meter (Brasseur & Reijnders 1994). Onderzoek aan verstoring van zeehonden op zee is niet gedaan. Wel is vastgesteld tijdens vogeltellingen op zee, dat zeehonden bij nadering van het ene type schip in veel gevallen opduiken om vervolgens het schip met de kop te volgen, terwijl zeehonden andere schepen op zee negeren of mijden, dat wil zeggen, dat vanaf die schepen slechts bij uitzondering zeehonden worden opgemerkt (Leopold *et al.* 1995).

KWETSBAARHEID VAN MACROBENTHOS VOOR BODEMVERSTORING EN BODEMVERVUILING

Bepaalde effecten die een duidelijk versturende werking kunnen hebben op vogels en zoogdieren, zullen voor de bodemfauna van geen enkel belang zijn. Kunstlicht zal de bodem nooit bereiken. Druk scheepsverkeer van en naar de winningslocaties zal ook bij een hoog schroeftoerental de bodem die hier op circa 22-23 meter diepte ligt nauwelijks opwervelen/verstoren. Mocht dit laatste toch eens het geval zijn, dan zijn de bodemdieren aan zo'n verstoring aangepast (getijdestromingen) en zullen ze geen ernstige last ondervinden. Bij (een) eventuele toekomstige boringen(en) zou wel sprake kunnen zijn van verstoring. We onderscheiden hier de volgende mogelijkheden:

(1) *Verstoring van de bodem door het lozen van Water Based Mud (WBM) boorgruis*

Onderzoek naar het effect van de lozing van WBM-boorgruis op de bodemfauna is onderzocht door Daan & Mulder (1993a, b). Dit boorgruis verspreidt zich vanaf het lozingspunt door stromingen. Onderzoek bij een boorlocatie (L3-3) in het noorden van het L-vak liet zien dat het boorgruis na lozing zich in meetbare hoeveelheden verspreidt tot maximaal 1.000 m van het lozingspunt. Het effect van deze lozing op de bodemfauna bleek echter gering. Binnen 25 m afstand van het lozingspunt kan bedelving en verstikking van de bodemfauna door dumping voorkomen, daarbuiten werden geen negatieve effecten op de bodemfauna waargenomen. Voor organische vervuiling door het boorgruis werden slechts subtiele aanwijzingen in een gebied binnen 75 m van het lozingspunt gevonden. De aanwezigheid van enkele exemplaren van de indicatorsoort voor deze vervuiling, de borstelworm *Capitella capitata*, waren hiervoor het enige bewijs. Ook een jaar na de lozing kon geconstateerd worden dat een lozing van boorgruis met een samenstelling zoals gebruikt bij L3-3 geen meetbaar effect op de samenstelling van de bodemfauna heeft (Daan & Mulder 1993b).

Kunnen we de resultaten van bovengenoemd onderzoek uitgevoerd in L3 extrapoleren naar het zoekgebied in Q4? Het sediment in L3 heeft een hoog slibgehalte (ca. 10%), terwijl in Q4 geen sprake is van slib. Deze afwezigheid duidt op hogere stroomsterktes in Q4. Dit zal betekenen dat de verspreiding van het boorgruis in Q4 door de hogere stroomsterktes over een groter gebied zal plaatsvinden. Aan de ene kant zal daardoor een groter gebied beïnvloed worden, terwijl anderzijds door een grotere verdunning de effecten op de fauna geringer zullen zijn. Aangezien effecten van een lozing van WBM bevattend boorgruis op de bodemfauna buiten een cirkel van 25 m van het lozingspunt in L3 niet aanwijsbaar waren, zal dit in Q4 evenmin het geval zijn. Dit wel onder de voorwaarde dat een overeenkomstige samenstelling van het WBM wordt gebruikt en een vergelijkbare hoeveelheid boorgruis wordt geloosd.

(2) *Verontreiniging van de waterkolom door gassen en/of olie(achtige) componenten*

Indien er op een af andere manier gassen en/of olieachtige stoffen bij de bodem lekken en in de waterkolom terechtkomen, dan zullen deze stoffen zich in het algemeen voor het grootste deel in korte tijd naar het oppervlakte begeven. Onderzoek naar de effecten van deze verstoring op de bodemfauna is niet bekend. Borrelend gas kan naast een zekere giftigheid ook de zuurstofconcentratie in het water verlagen. Door stroming en het opstijgende gas zal echter vanuit de omgeving vers zeewater worden aangevoerd. De blootstelling van de macrofauna aan deze verstoring zal zich dan ook beperken tot de directe omgeving van de lekkage. Aangezien olie minder snel naar de oppervlakte stijgt dan gas, kan een groter gebied beïnvloed worden. Door de aanvoer van vers zeewater zullen de omstandigheden snel weer verbeteren. Alleen indien de ontsnappende olie zich vermengt met het sediment en daardoor op de bodem blijft liggen, ontstaat een andere situatie. Hierbij kan over een veel langere tijd (afhankelijk van de hoeveelheden meerdere jaren) langzaam olie diffunderen naar de waterkolom. Bij het morsen van oliehoudende stoffen doet zich een min meer gelijke situatie voor. De lozing van productiewater bij of op het oppervlakte is aan strenge eisen gebonden. Mochten toch tijdelijk grotere hoeveelheden olie-

houdende stoffen in het milieu terechtkomen, dan is niet te verwachten dat deze vervuiling bodemfauna, die hier op een waterdiepte van ruim 20 meter leeft, zal bereiken.

(3) Verontreiniging van de bodem door oliehoudend materiaal

Soms kan bij een boring naar olie of gas niet volstaan worden met WBM, maar is vanwege de samenstelling van de bodem het gebruik van Oil Based Mud (OBM) noodzakelijk. Sinds januari 1993 is het lozen van OBM houdend boorgruis in het Nederlandse deel van de Noordzee geheel verboden. OBM mag echter in gevallen waar WBM bij het boren geen voldoende resultaten oplevert nog wel gebruikt worden. In dat geval moet het met OBM vervuilde boorgruis naar land afgevoerd worden om gereinigd te worden. Niet uit te sluiten is dat bij dit proces door morsingen toch OBM houdend boorgruis op de bodem terechtkomt. Ook kan een oliehoudende laag aangeboord worden. In dat geval kan oliehoudend sediment naar boven komen, zonder dat OBM voor het boren gebruikt werd. Ook hierbij is het niet uit te sluiten dat oliehoudend materiaal op de bodem gemorst wordt. Uit de gemorste olie kan gedurende langere tijd langzaam olie in de waterkolom terechtkomen. Een dergelijke situatie kan de bodemfauna beïnvloeden. Onderzoek naar het effect van kleinere morsingen van OBM op de bodemfauna zijn niet gedaan. Wij gaan hierbij daarom dieper in op de effecten van grotere bewuste lozingen van OBM. Men moet daarbij in gedachten houden dat de effecten van een onbedoelde morsing van veel kleinere hoeveelheid OBM of olie-achtige componenten naar verwachting een veel kleinere en localere invloed op de bodemfauna zal uitoefenen.

Sinds 1985 zijn er in het Nederlandse deel van de Noordzee verschillende onderzoeken gedaan naar de biologische effecten van OBM-houdend boorgruis, waar bekende hoeveelheden OBM geloosd waren (o.a. Daan *et al.* 1990, 1994 en 1996). Daan *et al.* (1990, 1994) publiceerden lijsten van soorten die gevoelig zijn voor OBM bevattend boorgruis. Soorten die gevonden zijn in het hier te onderzoeken gebied en ook op die gevoeligheidslijsten staan (Daan *et al.* 1990, 1994) worden genoemd in Tabel 12. Dit wil niet direct zeggen dat de andere soorten alle ook daadwerkelijk ongevoelig of minder gevoelig zijn voor OBM. Of er een effect op een macrobenthossoort door OBM te zien was, kon namelijk statistisch alleen aangetoond worden als de bewuste soort ook in voldoende mate in de omgeving voorkwam. Aangezien bovengenoemd onderzoek in een meer slibrijk gebied (met een andere macrofauna) is uitgevoerd, werden typische zandbewonende soorten in onvoldoende dichtheden aangetroffen om zo'n effect te constateren. Soorten die algemeen zijn in de mijnbouwvakken P en Q zoals bijv. de *Bathyporeia* en *Urothoe* soorten, maar zeldzaam in het slibrijke gebied, komen daarom niet op de lijst voor. De gevoeligheid van deze soorten is niet onderzocht en dus onbekend.

Het blijkt dat deze voor OBM-gevoelige soorten effecten kunnen ondervinden vanaf concentraties van 1,3 mg olie-concentraat per kilo sediment (drooggewicht) (Fig. 21 in Daan *et al.* 1990). Vanaf 15,7 mg olie kg^{-1} sediment (drooggewicht) kunnen effecten op de dichtheid van de gehele macrofauna worden geconstateerd. Bij nog hogere concentraties (24,5 mg kg^{-1}) kan de dichtheid van de hele macrofauna duidelijk verminderd zijn, kan de diversiteit gereduceerd zijn en kunnen opportunistische soorten in duidelijk verhoogde dichtheden voorkomen. De volgende opportunistische macrofaunasoorten komen van nature voor in het studiegebied, namelijk: *Capitella capitata*, *Spio filicornis* en *Anaitides groenlandica* (allemaal borstelwormen). Dit zijn soorten die snel een gebied met verstoord sediment kunnen koloniseren, een hoge tolerantie t.o.v. vervuiling hebben en bij een afname van het aantal concurrenten en predatoren (bijvoorbeeld veroorzaakt door vervuiling) kunnen floreren. Van de meest gevoelige soorten (*Echinocardium cordatum*, *Harpinia antennaria* en *Montacuta ferruginosa*) kunnen de dichtheden tot op enkele kilometers vanaf het OBM-lozingspunt nog gereduceerd zijn (Daan *et al.* 1994). Het gaat hierbij dan wel om gevallen waarbij relatief grote hoeveelheden OBM zijn geloosd.

De effecten van een OBM-lozing op de bodemfauna kunnen binnen korte termijn optreden. Daan *et al.* (1990) vonden vier maanden na een lozing van 550 ton OBM (de start van hun onderzoek) meetbare effecten op de macrofauna. De fauna binnen 100 m van het lozingspunt vertoonde een aanzienlijke verarming. Daarbuiten nam het effect geleidelijk af. Op grotere afstand (> 250 m) werd

geen verarming meer geconstateerd. Wel kon ten opzichte van de situatie, voordat de OBM-lozing had plaatsgevonden, een verandering in de faunasamenstelling worden vastgesteld tot 500 m.

Voor 1993 was het gebruikelijk en toegestaan om OBM-gruis en boorspoeling in zee te lozen. Het effect op de lange termijn van een OBM-lozing op de bodemfauna is onderzocht op 12 locaties (9 productieplatforms en 3 verlaten locaties, waar 7 tot 13 jaar geleden voor de laatste keer OBM geloosd werd (Daan *et al.* 1996)). De totale hoeveelheid geloosd OBM per locatie liep uiteen van 13 tot 268 ton. Op 7 van de 12 locaties werd een significant (negatief) effect gevonden. Op drie locaties werd noch olie, noch enig effect op de macrofauna gevonden. In sedimentatiegebieden werd in alle gevallen een negatief effect gevonden. Maar ook in een erosief gebied, dat te vergelijken is met Q4, kan het voorkomen dat er nog een significant (negatief) effect op de macrofauna te meten is. Dat een relatie tussen de hoeveelheid geloosde OBM en de effecten op de macrofauna niet altijd evident is, blijkt uit het feit dat bij een productieplatform (L10-23) waar 13 jaar geleden slechts een voor die tijd relatief kleine OBM-lozing (26 ton) had plaatsgevonden nog significante effecten op de macrofauna te meten waren (Daan *et al.* 1996). Daar staat tegenover dat bij een productieplatform ((K10-C), waar 12 jaar geleden 162 ton OBM geloosd was, geen effecten werden waargenomen. Het gebied waarin nog effecten gemeten konden worden, beperkte zich in bovengenoemde gevallen tot een gebied met een straal van 200 m van het lozingspunt (Daan *et al.* 1996)

TABEL 12

Lijst van soorten die in het studiegebied gevonden zijn en waarvoor in tenminste 40% van de gevallen is aangetoond dat OBM een duidelijk negatief effect heeft op het voorkomen daarvan. Het 'aantal OBM-locaties' geeft aan op hoeveel locaties de soort redelijk algemeen voorkwam, zodat de gevoeligheid aan de hand van de verspreiding langs een transect ter plaatse ook met redelijke zekerheid bepaald kon worden. Het percentage geeft aan op hoeveel van die locaties een duidelijk negatief effect op de dichtheden van de soorten kon worden aangetoond. De data zijn ontleend aan Daan *et al.* (1990, 1994).

Soorten	Percentage	Aantal OBM locaties
<i>Montacuta ferruginosa</i>	100	9
<i>Harpinia antennaria</i>	100	5
<i>Harmothoe spec</i>	100	4
<i>Amphiura spec.</i>	89	9
<i>Mysella bidentata</i>	89	9
<i>Echinocardium cordatum</i>	87	8
<i>Magelona mirabilis</i>	80	5
<i>Tellina fabula</i>	80	5
<i>Ophiura albida</i>	75	4
<i>Lanice conchilega</i>	75	4
<i>Nephtys hombergi</i>	70	10
<i>Chaetozone setosa</i>	70	10
<i>Natica alderi</i>	67	6
<i>Periculodes longimanus</i>	60	5
<i>Spiophanes bombyx</i>	50	8
<i>Abra alba</i>	43	7

HET VOORKOMEN VAN KUST- EN ZEEVOGELS

In totaal werden 57 soorten watervogels in het studiegebied waargenomen. Van deze groep waren Noordse Stormvogel *Fulmarus glacialis*, Jan van Gent *Morus bassanus*, Grote Jager *Stercorarius skua*, Dwergmeeuw *Larus minutus*, Kokmeeuw *Larus ridibundus*, Stormmeeuw *Larus canus*, Kleine Mantelmeeuw *Larus graellsii*, Zilvermeeuw *Larus argentatus*, Grote Mantelmeeuw *Larus marinus*, Drieteenmeeuw *Rissa tridactyla*, Grote Stern *Sterna sandvicensis*, Noordse Stern/Visdief *Sterna hirundo/paradisaea*, Alk en Zeekoet *Uria aalge* talrijk genoeg in mijnbouwwak Q4 om hier een

afzonderlijke bespreking te rechtvaardigen (zie 'Materiaal en Methode'). Voor deze soorten zijn voor elk van de seizoenen verspreidingskaarten geproduceerd. Ook Rotgans *Branta bernicla* en Zwarte Zee-eend *Melanitta nigra* waren talrijk in het studiegebied, maar van deze twee soorten zijn op 20 km uit de kust, ter hoogte van het zoekgebied, geen pleisterende en foeragerende exemplaren te verwachten. Alle in mijnbouwwak Q4 waargenomen ganzen en eenden waren doortrekkers en daarom worden deze soorten onder het hoofdstuk 'Vogeltrek' besproken, samen met de steltlopers en zangvogels. Hetzelfde geldt voor de fuutachtigen *Podiceps* spp., Blauwe Reiger *Ardea cinerea*, Aalscholver *Phalacrocorax carbo*, Lepelaar *Platalea leucorodia* en verschillende sterns *Sterna* spp., inclusief de Zwarte Stern *Chlidonias niger*, maar deze soorten kwalificeerden toch al onvoldoende om voor een uitgebreide bespreking in aanmerking te komen.

Van de 'echte' zeevogels, de stormvogelachtigen, Jan van Gent, jagers, meeuwen, sterns en alkachtigen werden 28 soorten in het studiegebied aangetroffen. In najaar (25 soorten) en voorjaar (20) was het gebied het soortenrijkst, terwijl in zomer (15) en winter (14) vergelijkbare aantallen soorten werden vastgesteld (Tabel 3). Gerekend vanaf de kust nam het aantal soorten aanvankelijk snel af (26 soorten < 10 km afstand, 20 soorten 10-20 km afstand, 19 soorten 20-30 km afstand) om verder op zee te stabiliseren op een niveau van 16-17 soorten (Tabel 4).

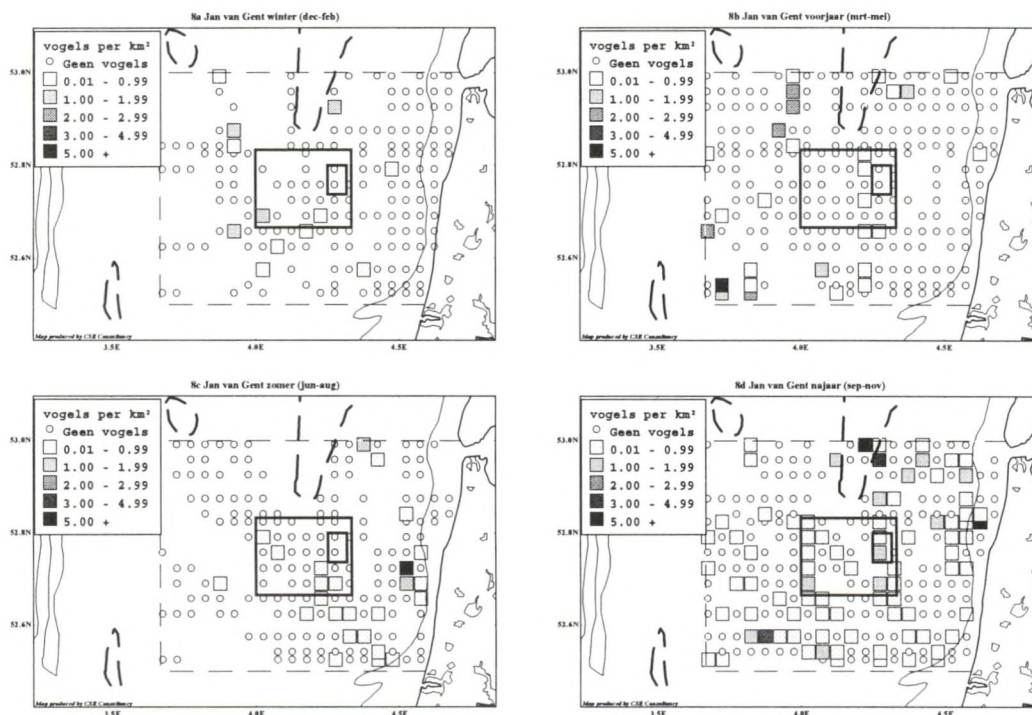
NOORDSE STORMVOGEL *FULMARUS GLACIALIS*

De Noordse Stormvogel *Fulmarus glacialis* is één van de meest talrijke zeevogels in de Noordzee en tevens één van de meest wijd verspreide. De soort is met name talrijk in de noordelijke en centrale Noordzee. Alleen de kuststrook van België tot Denemarken wordt door deze soort gemeden: Q4 ligt daarmee op de grens van zijn normale verspreidingsgebied. Noordse Stormvogels zijn uitzonderlijk goede vliegers en kunnen gebruik maken van harde winden om snel grote afstanden af te leggen, waarbij soms ook de Hollandse kuststrook in groten getale kort wordt aangedaan (Camphuysen & Van Dijk 1983, Platteeuw *et al.* 1994). In de Zuidelijke Bocht van de Noordzee komt de soort meestal in relatief lage dichtheden en verspreid voor, al kunnen concentraties van vele honderden vogels voorkomen rond vissersschepen (Baptist & Wolf 1993, Camphuysen & Leopold 1994, Camphuysen *et al.* 1995). Het zijn broedvogels van rotskusten aan helder water, waardoor Nederland ongeschikt is als broedgebied, al worden in het voorjaar wel incidenteel vogels gezien die over de duinen vliegen, klaarblijkelijk op verkenning.

In het studiegebied komen altijd Noordse Stormvogels voor, maar de totale aantallen variëren van enkele honderden in het najaar, tot ruim 4000 in de winter, waarbij de meeste vogels buiten de eerste 10 km uit de kust voorkomen (Fig. 7). In het voorjaar komt de soort verspreid op open zee voor, vanaf Q4 zeewaarts met ruim 2000 exemplaren in het studiegebied en enkele opvallende concentraties rond vissersschepen. In de zomer en herfst zijn er minder exemplaren aanwezig (respectievelijk 1200 en 300) en ontbreken de concentraties; de verspreiding in algemene zin is ongewijzigd. In de winter komen maximale aantallen voor in het studiegebied (4000) en worden ook weer concentraties van deze soort gezien. Ook de maximale aantallen van enkele duizenden vogels in het gebied, tot ruim 10.000 bij een enkele invasie (Platteeuw *et al.* 1994) vormen slechts een kleine minderheid van de hele Noordzee-populatie van ruim 700.000 vogels (Camphuysen *et al.* 1993). Noordse Stormvogels zijn kwetsbaar voor olievervuiling en vervuiling door andere lipofiele stoffen (OVI 50), zoals recentelijk geïllustreerd door een opvallende stranding van honderden Noordse Stormvogels op de Nederlandse kust, als gevolg van een lozing van polyisobutyleen ($(C_4H_8)_n$) (Camphuysen *et al.* 1999). De soort is met name kwetsbaar, doordat ze gewend zijn zwemmend te foerageren te midden van drijvende visresten, overboord gezet door vissersschepen. De soort is ongevoelig voor verstoring (TDI 39). Integendeel, Noordse Stormvogels kunnen schepen urenlang vergezellen, kennelijk in de hoop iets eetbaars op te pikken. Ze zijn minder dan meeuwen geneigd zich op te houden rond platforms en waarnemingen van problemen met gasvlammen zijn niet gerapporteerd.



Figuur 7a-d. Dichtheden Noordse Stormvogels ($n \text{ km}^{-2}$) per kwadrant (2'NB x 3'OL) per kwartaal (winter, voorjaar, zomer, najaar) tijdens tellingen vanaf schepen, 1987-99 (ESAS database 3.0, aangevuld met gegevens van 1998 en 1999, NIOZ and CSR Consultancy).



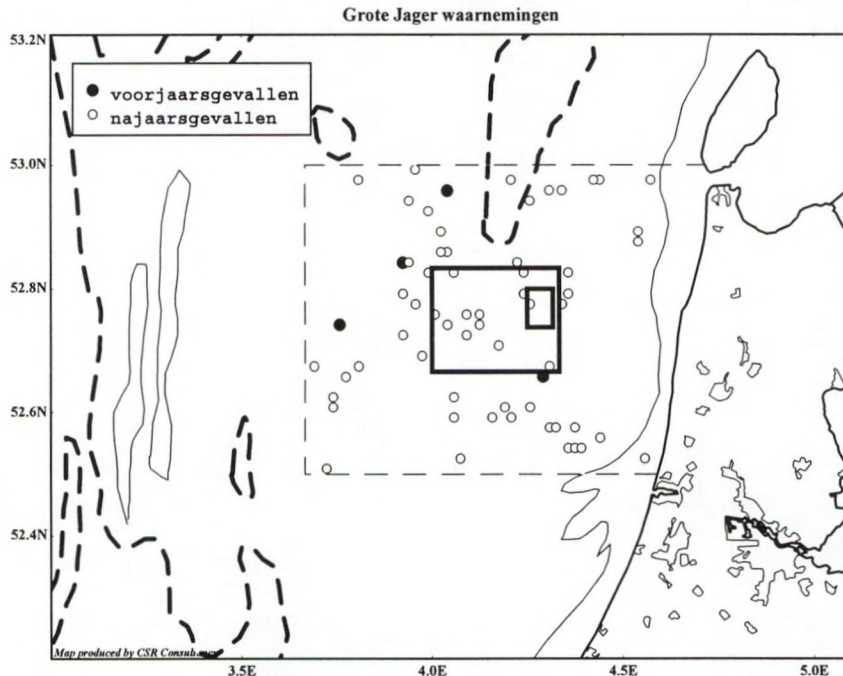
Figuur 8a-d. Dichtheden Jan van Gent ($n \text{ km}^{-2}$) per kwadrant (2'NB x 3'OL) per kwartaal (winter, voorjaar, zomer, najaar) tijdens tellingen vanaf schepen, 1987-99 (ESAS database 3.0, aangevuld met gegevens van 1998 en 1999, NIOZ and CSR Consultancy).

Jan van Gent *Morus bassanus* zijn evenals de hierboven besproken Noordse Stormvogels, broedvogels van rotskusten aan helder water. Van alle vogels op de Noordzee zijn zij de grootste en kunnen zij de grootste vissen eten, die vanaf grote hoogte loodrecht in zee duikend, worden bemachtigd. Jan van Genten zijn echter flexibel, en foerageren ook op jonge haringen van ongeveer 10 cm groot, met name in de Hollandse kustwateren (Leopold & Platteeuw 1987), of zwemmend en ondiep duikend achter vissersschepen (eigen waarnemingen). In het najaar komen in het studiegebied de grootste aantallen voor, zo blijkt uit vliegtuig-, zeetrek-, en scheepstellingen (Platteeuw *et al.* 1994, Baptist & Wolf 1993, Camphuysen & Leopold 1994), met soms opvallend grote concentraties boven scholen vis (Leopold & Platteeuw 1987) of achter viskotters (Camphuysen *et al.* 1995).

In het studiegebied komen, evenals op de rest van het NCP (Baptist & Wolf 1993, Camphuysen & Leopold 1994) de hoogste aantallen voor in de herfst (1250), terwijl de aantallen in de overige kwartalen hierbij ver achterblijven (winter: 250; voorjaar: 500; zomer: 300). De soort komt verspreid door het hele studiegebied voor, alleen in de winter lijkt de directe kustzone te worden gemedend (Fig. 8). De soort is zeer kwetsbaar voor olieverontreiniging (OVI 54); bij in Nederland dood gevonden vogels lijkt olie de belangrijkste doodsoorzaak (oliebevuilingspercentage 86%, het hoogste van de hier besproken soorten voor Q4). Daarentegen zijn ze slechts matig gevoelig voor verstoring (TDI 39) of voor gasvlammen (Van der Laar 1993b).

GROTE JAGER STERCORARIUS SKUA

De overgrote meerderheid van de wereldpopulatie van de Grote Jager *Stercorarius skua* broedt in het uiterste noordwesten van de Noordzee, op Shetland, Orkney en tussenliggende eilanden (Lloyd *et al.* 1991). In de Nederlandse wateren is de soort vrijwel uitsluitend tijdens de najaars- en voorjaarstrek te zien, soms in vrij grote aantallen (Platteeuw *et al.* 1994, Camphuysen & Leopold 1994).



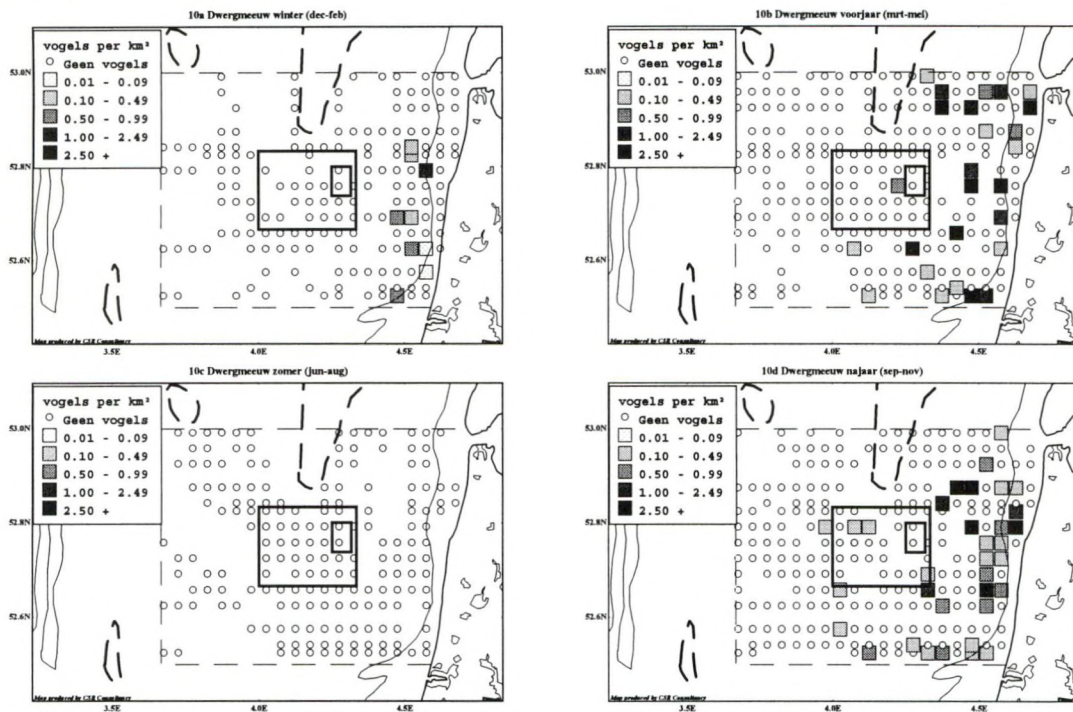
Figuur 9. Waarnemingen van Grote Jagers in voorjaar en najaar tijdens tellingen vanaf schepen, 1987-99 (ESAS database 3.0, aangevuld met gegevens van 1998 en 1999, NIOZ and CSR Consultancy).

Gezien de ligging van hun broedgebieden en overwinteringsgebieden (west Afrika), is het niet verwonderlijk dat Grote Jagers over het gehele studiegebied zijn gezien (Fig. 9), met maximale aantallen in het najaar (74). De voorjaartrek is vrij laat, waardoor de meeste trekkers in dit seizoen in de (vroeg) zomer worden gezien. De vogels trekken vaak langzaam door en foerageren 'onderweg' door meeuwen en sterns, veelal eveneens op trek, lastig te vallen en hen hun voedsel afhandig te maken. Om deze reden zoeken Grote Jagers geregeld viskotters op, of liever, de meeuwen die zich verzamelden achter deze kotters.

De soort is matig kwetsbaar voor olieverontreiniging (OVI 48) en ongevoelig voor verstoring (TDI 26). Ook met gasvlammen lijkt deze soort weinig problemen te kennen.

DWERMEEUW *LARUS MINUTUS*

De Dwergmeeuw *Larus minutus* is een talrijke doortrekker in Nederlandse kustwateren in voor- en najaar, waarvan tot bijna 20% van de Europese populatie in ons kustgebied kan voorkomen (okt-nov; Camphuysen & Leopold 1994; Tabel 5). Als broedvogel is de Dwergmeeuw in Nederland tegenwoordig een zeldzaamheid, met enkele verspreide paren in het Deltagebied en/of in het Waddengebied (Van Dijk *et al.* 1998, Koks 1998).



Figuur 10a-d. Dichtheden Dwergmeeuwen ($n \text{ km}^{-2}$) per kwadrant (2'NB x 3'OL) per kwartaal (winter, voorjaar, zomer, najaar) tijdens tellingen vanaf schepen, 1987-99 (ESAS database 3.0, aangevuld met gegevens van 1998 en 1999, NIOZ and CSR Consultancy).

In het studiegebied komen in het voorjaar gemiddeld ruim 400 Dwergmeeuwen voor, in het najaar gemiddeld bijna 800 (Fig. 10). 's Winters gaat het normaliter om hooguit enkele tientallen vogels, 's zomers zijn Dwergmeeuwen uiterst schaars. In totaal werd 66,5% van de Dwergmeeuwen in de directe kustzone gezien, de rest waaiarde uit over het gehele studiegebied, inclusief de verst van de kust afgelegen gebieden (Tabel 4). In mijnbouwwak Q4 ging het tijdens de tellingen in zowel voor- als najaar om enkele tientallen exemplaren, maar omdat deze soort in groepen doortrekt zouden hier op sommige dagen gemakkelijk enkele honderden Dwergmeeuwen kunnen voorkomen (<

0,5% van de wereldpopulatie). Dwergmeeuwen zijn geen vogels die zich veel van visserij aantrekken, veeleer houden foeragerende exemplaren zich op bij stroomnaden, kustfronten of bij duikende groepjes Alken. In winters waarin Alken bijzonder talrijk zijn in de Nederlandse kustwateren wordt een veel groter deel van ons kustgebied geëxploiteerd door Dwergmeeuwen dan in jaren waarin deze vogels schaars zijn (Camphuysen & Leopold ongepubl. materiaal).

Dwergmeeuwen zijn kwetsbaar voor olievervuiling (OVI 46) en in de trektijd in zowel voor- als najaar moet met deze soort rekening gehouden worden. De Nederlandse kustwateren zijn van bijzondere internationale betekenis voor deze soort, zodat een eventueel olie-incident tot grote schade op populatieniveau zou kunnen leiden. De levenswijze van de vogels, het permanent vliegend foerageren in combinatie met een geringe bereidheid om langdurig op zee te zwemmen en de relatief kleine foeragerende groepen, maken dat deze soort tot dusverre niet in grote aantallen betrokken is geraakt bij olie-incidenten in onze omgeving. Doordat Dwergmeeuwen soms echter (kortstondig) opvallend massaal voorkomen in onze kustwateren (Keijl & Leopold 1997) is veel sterfte bij het voorkomen van een olievlek in het gebied toch zeer wel mogelijk. De Dwergmeeuw wordt gekwalificeerd als 'verstoringgevoelig' (TDI 40), vooral op grond van zijn mariene oriëntatie, voedselspecialisatie en voorkomen gedurende een aanzienlijk deel van het jaar (Tabel 9). Waarnemingen vanaf schepen wijzen echter uit dat Dwergmeeuwen min of meer onverschillig op schepen reageren en soms zelfs in het kielzog foerageren. Minder dan andere meeuwen houden Dwergmeeuwen zich op rond offshore-installaties, maar zichtbare verstoring door zo'n platform wordt nergens gerapporteerd (Bourne & Merrie 1978, Camphuysen 1979, Merrie 1979, Dixon 1980, Griminger 1981, Platteeuw *et al.* 1985, Tasker *et al.* 1986, Den Ouden & Van der Ham 1988).

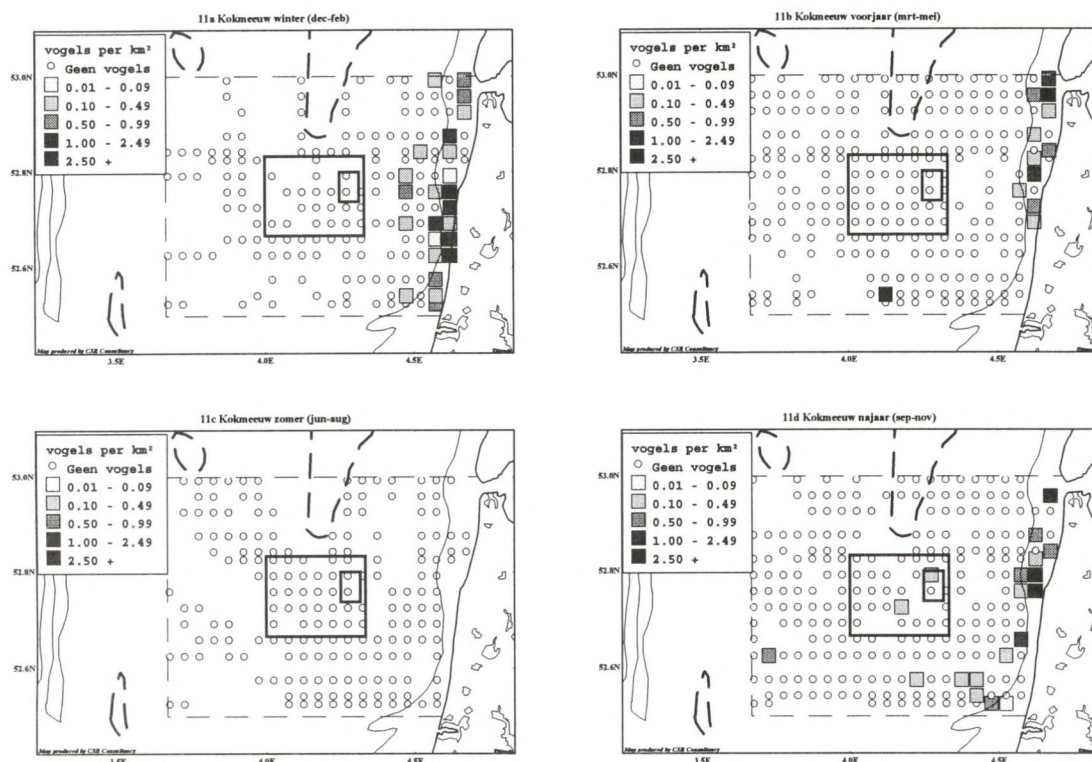
KOKMEEUW *LARUS RIDIBUNDUS*

De Kokmeeuw *Larus ridibundus* is een talrijke broedvogel van meren, plassen en moerasgebieden in geheel Noordwest-Europa. Op basis van recente schattingen wordt hier een populatie van ruim 5 miljoen broedparen verondersteld (Rose & Scott 1994; Tabel 5). In Nederland, waar in 1996 ongeveer 130.000 paren tot broeden kwamen (Van Dijk *et al.* 1998), staan broedsucces en populatiegrootte al enkele jaren door onbekende factoren onder druk (Stienen *et al.* 1998, Van Dijk 1998).

De Kokmeeuw is geen typische zeevogel, ofschoon er vooral in de kustwateren grote aantallen kunnen worden aangetroffen (Fig. 11). In het Waddengebied is het vaak de talrijkste bezoeker van garnalenvissersschepen en foerageert deze meeuw in flinke aantallen rond stroomnaden en achter veerboten. Op zee in het studiegebied is de Kokmeeuw hoofdzakelijk doortrekker en wintergast. Ruim 85% van alle Kokmeeuwen werd in de strook van 10 km tot de kust gezien, maar in de trektijd kunnen Kokmeeuwen overal worden verwacht, omdat veel vogels van het Europese Continent op de Britse Eilanden overwinteren. De trek vindt vaak op aanzienlijke hoogte plaats en dergelijke hoog vliegende vogels zullen bij de standaard tellingen van zeevogels vanaf schepen veelal worden gemist.

In het studiegebied komen zowel in voor- en najaar als in de winter gemiddeld enkele honderden Kokmeeuwen voor. 's Zomers werden geen Kokmeeuwen waargenomen. De aantallen in Q4 waren verwaarloosbaar, maar dit resultaat is gezien het groepsgewijze trekgedrag van Kokmeeuwen in hoge mate van toeval afhankelijk. Het is echter evident dat noch het zoekgebied, noch mijnbouwwak Q4 in zijn geheel, van bijzondere betekenis is voor Kokmeeuwen in de Nederlandse kustwateren.

De verstoringgevoeligheid van Kokmeeuwen wordt laag ingeschat (TDI 19), vooral omdat dit een op het land georiënteerde soort is die zich tot schepen eerder aangetrokken voelt dan dat een schip tot verstoring zal leiden. De kwetsbaarheid voor olievervuiling is matig (OVI 36) en gezien het beperkte voorkomen op grotere afstand van de kust zal met deze soort alleen serieus rekening gehouden moeten worden indien een incident zich tot de directe kustzone uitstrekt. De relatief kleine aantallen op zee en de geringe bereidheid om langdurig op zee te zwemmen maken dat de schade op populatieniveau zelfs bij grote olie-incidenten normaal gesproken verwaarloosbaar klein zal blijven.



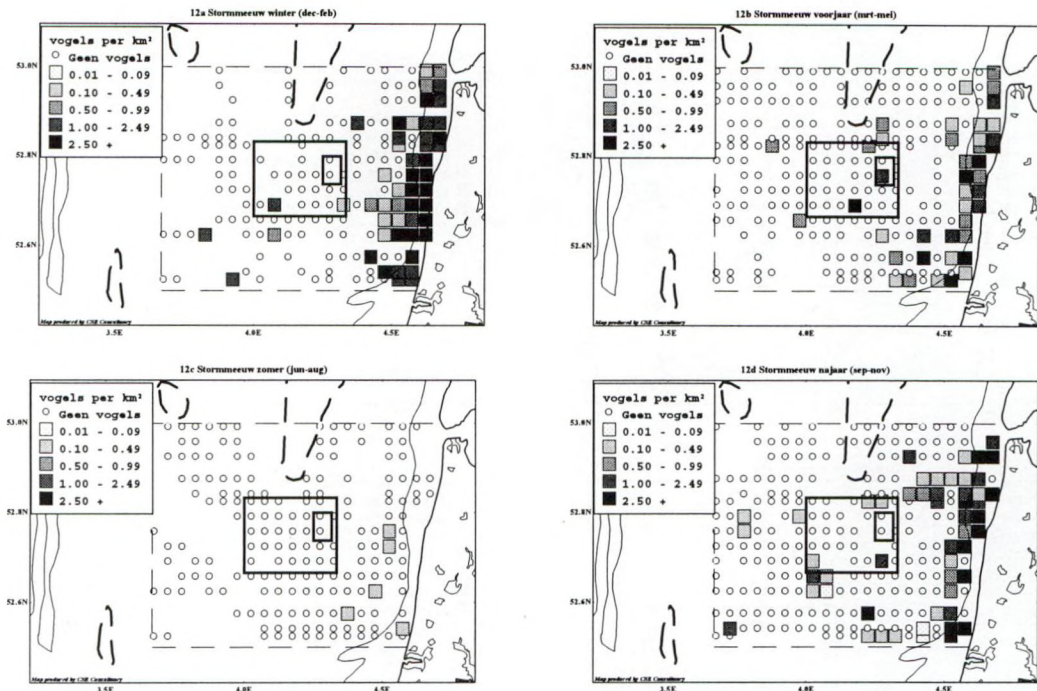
Figuur 11a-d. Dichtheden Kokmeeuwen ($n \text{ km}^{-2}$) per kwadrant (2'NB x 3'OL) per kwartaal (winter, voorjaar, zomer, najaar) tijdens tellingen vanaf schepen, 1987-99 (ESAS database 3.0, aangevuld met gegevens van 1998 en 1999, NIOZ and CSR Consultancy).

STORMMEEUW *LARUS CANUS*

In Nederland, waar in 1996 ongeveer 6500 paren tot broeden kwamen (Van Dijk *et al.* 1998), staan broedsucces en populatiegrootte vooral in het Hollandse kustgebied al enkele jaren door predatie sterk onder druk (Keijl & Arts 1998).

In het studiegebied komen in najaar (gemiddeld 1150) en winter (3400) enkele duizenden Stormmeeuwen voor, 's zomers zijn Stormmeeuwen schaars, in het voorjaar gaat het om honderden vogels. De aantallen in Q4 waren in alle seizoenen verwaarloosbaar (tientallen), omdat de Stormmeeuwen in hoge mate aan de kustwateren gebonden is (88,7% van alle waargenomen exemplaren < 10 km vanaf de kust; Fig. 12). Deze kustgebondenheid komt vooral duidelijk tot uitdrukking in de verspreidingskaarten voor najaar, winter en voorjaar. In de zomer lijkt het studiegebied totaal verlaten te zijn, maar onderzoek in de kolonie van Schoorl heeft laten zien dat Stormmeeuwen wel degelijk (mariene) vis aanvoeren in de kuikenperiode (Keijl *et al.* 1986, 1989). Het is echter evident dat noch het zoekgebied in het bijzonder, noch mijnbouwwak Q4 in zijn geheel, van bijzondere betekenis zijn voor Stormmeeuwen in de Nederlandse kustwateren.

De verstoring gevoeligheid van Stormmeeuwen wordt laag ingeschat (TDI 27), vooral omdat dit een op het land georiënteerde soort is die zich eerder tot schepen aangetrokken voelt dan dat een schip tot verstoring zal leiden. De kwetsbaarheid voor oliecontaminatie is matig (OVI 36) en gezien het beperkte voorkomen op grotere afstand van de kust zal met deze soort alleen serieus rekening gehouden moeten worden indien een incident zich tot de directe kustzone uitstrekt. De relatief kleine aantallen op zee en de geringe bereidheid om langdurig op zee te zwemmen, maken dat de schade op populatieniveau zelfs bij grote olie-incidenten normaal gesproken verwaarloosbaar klein zal blijven.



Figuur 12a-d. Dichtheden Stormmeeuwen ($n \text{ km}^{-2}$) per kwadrant (2'NB x 3'OL) per kwartaal (winter, voorjaar, zomer, najaar) tijdens tellingen vanaf schepen, 1987-99 (ESAS database 3.0, aangevuld met gegevens van 1998 en 1999, NIOZ and CSR Consultancy).

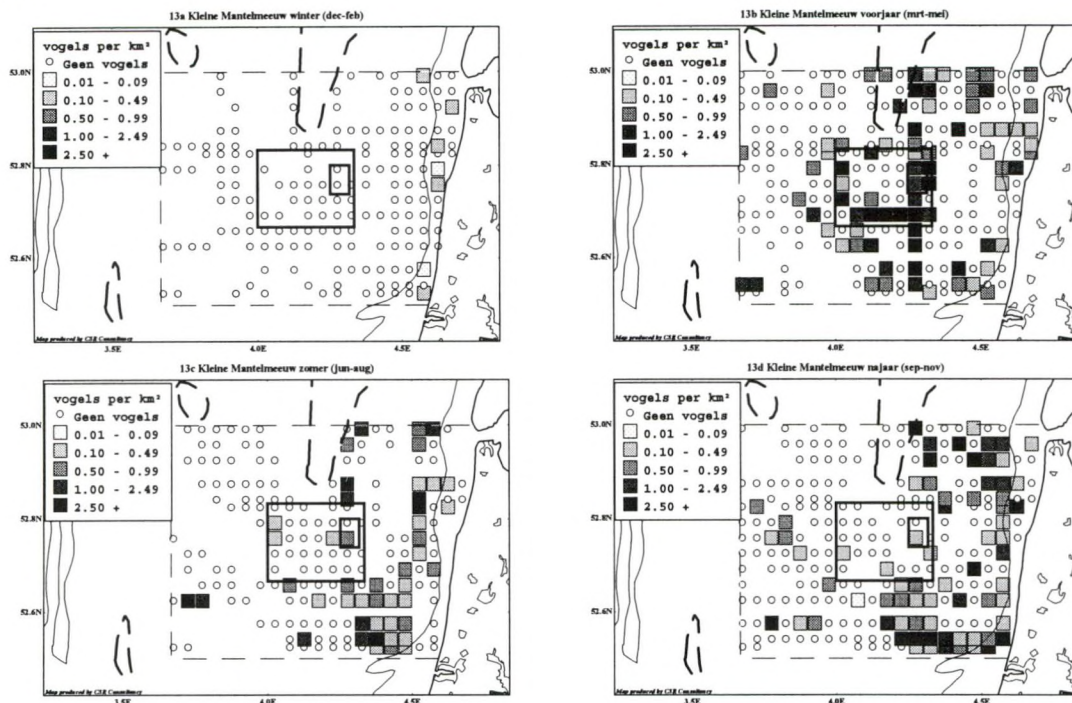
KLEINE MANTELMEEUW *LARUS GRAELLSII*

In Nederland, waar in 1996 ongeveer 50.000 paren tot broeden kwamen (Van Dijk *et al.* 1998), is het broedsucces al jaren hoog en is dit één van de weinige nog steeds in aantal toenemende meeuwensoorten (1993 32.000; 1994 37.000; 1995 40.500; 1996 50.000 broedparen; Spaans 1998a).

De Kleine Mantelmeeuw is van de in Nederland broedende meeuwen de meest op zee georiënteerde soort. Slechts 29,6% van alle waargenomen exemplaren in het studiegebied werd in de kustzone vastgesteld en de dichtheden namen toe met toenemende afstand tot de kust tot op een afstand van ongeveer 30 km uit de kust (Fig. 13). 's Winters is de Kleine Mantelmeeuw schaars in het studiegebied, maar in de rest van het jaar komen hier duizenden vogels voor (ongeveer 2500-5000; maximaal 1% van de NW Europese populatie; Tabel 5). Vooral in het voorjaar, tijdens de periode van doortrek door het gebied, komen gemiddeld bijna 1000 Kleine Mantelmeeuwen voor in mijnbouwwak Q4, waaruit blijkt dat dit gebied voor deze soort van betekenis is. In zomer en najaar zijn de aantallen rondom het zoekgebied aanmerkelijk kleiner (tientallen), maar toevallige omstandigheden kunnen hierbij een rol gespeeld hebben. Kleine Mantelmeeuwen foerageren op grote schaal achter vissersschepen (Camphuysen 1993a, 1995b, Camphuysen *et al.* 1995), zodat een verlegging van visserij-activiteiten vanuit Q4 naar elders of juist andersom ongetwijfeld tot aanzienlijke veranderingen van de aantallen mantelmeeuwen in het gebied zal leiden.

Omdat Kleine Mantelmeeuwen zich eerder tot schepen aangetrokken voelen dan dat een schip tot verstoring zal leiden, wordt hun verstoringgevoeligheid laag ingeschat (TDI 35), ofschoon dit een op zee georiënteerde soort is. De Kleine Mantelmeeuw is wel kwetsbaar voor olievervuiling (OVI 46), vooral dankzij zijn mariene oriëntatie. De soort is echter 's winters afwezig, in de periode wanneer olie-incidenten in Nederlandse wateren het meest voorkomen waardoor deze soort tot dusverre nooit betrokken is geraakt bij grote incidenten. Kleine Mantelmeeuwen zwemmen in de regel niet zeer langdurig op zee (ze slapen bijvoorbeeld meestal aan land) en dit maakt dat schade

op populatieniveau zelfs bij grote olie-incidenten normaal gesproken verwaarloosbaar klein zal blijven.

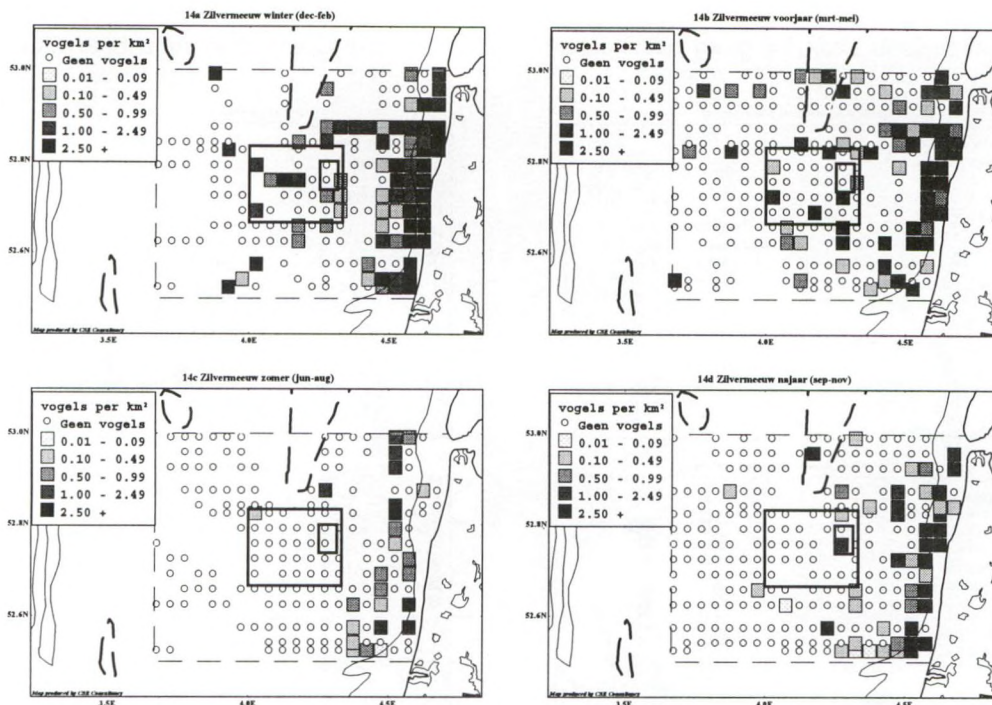


Figuur 13a-d. Dichtheden Kleine Mantelmeeuwen ($n \text{ km}^{-2}$) per kwadrant (2'NB x 3'OL) per kwartaal (winter, voorjaar, zomer, najaar) tijdens tellingen vanaf schepen, 1987-99 (ESAS database 3.0, aangevuld met gegevens van 1998 en 1999, NIOZ and CSR Consultancy).

ZILVERMEEUW *LARUS ARGENTATUS*

In Nederland, waar in 1996 ongeveer 68.000 paren tot broeden kwamen (Van Dijk *et al.* 1998), staan broedsucces en populatiegrootte al jaren door onbekende factoren onder druk. Sinds 1992 is het broedbestand in ons land met ruim 20.000 paren afgenomen (Spaans 1998b).

De Zilvermeeuw is aanmerkelijk sterker aan de kust gebonden dan de Kleine Mantelmeeuw (82,5% van alle waargenomen vogels in de kustzone < 10 km uit de kust; Fig. 14). Vrijwel het gehele jaar door worden tenminste enkele duizenden Zilvermeeuwen in het studiegebied aangetroffen, maar 's winters (8500), wanneer Kleine Mantelmeeuwen juist uit het gebied zijn vertrokken, zijn de aantallen aanmerkelijk groter dan in de rest van het jaar (2200-4500). In het midden van de zomer daalt het aantal Zilvermeeuwen op enige afstand van de kust sterk (650 gemiddeld in het gehele studiegebied). De kustgebondenheid maakt dat in mijnbouwwak Q4 normaliter niet veel meer dan enkele honderden Zilvermeeuwen worden aangetroffen, met een dieptepunt in de zomer wanneer het gebied goeddeels verlaten is. Zilvermeeuwen foerageren op grote schaal achter vissersschepen (Camphuysen *et al.* 1995), zodat een verlegging van visserijactiviteiten vanuit Q4 naar elders of juist andersom tot grote veranderingen van de aantallen Zilvermeeuwen in het gebied kan leiden. Anders dan Kleine Mantelmeeuwen volgen Zilvermeeuwen echter nauwelijks kotters tot op grote afstand van de kust (Camphuysen 1993a, Camphuysen 1995b). Rustende (niet-broedende) Zilvermeeuwen op open zee houden zich graag in de omgeving van offshore-installaties op (Platteeuw *et al.* 1985, Tasker *et al.* 1986, Den Ouden & Van der Ham 1988) en de plaatsing van een platform in het gebied zal naar verwachting tot een permanente verhoging leiden van de aantallen Zilvermeeuwen in dat deel van de Noordzee.



Figuur 14a-d. Dichtheden Zilvermeeuwen ($n \text{ km}^{-2}$) per kwadrant (2'NB x 3'OL) per kwartaal (winter, voorjaar, zomer, najaar) tijdens tellingen vanaf schepen, 1987-99 (ESAS database 3.0, aangevuld met gegevens van 1998 en 1999, NIOZ and CSR Consultancy).

Ondanks de neiging van Zilvermeeuwen zich op te houden rond platforms zijn waarnemingen van problemen van deze soort met gasvlammen nooit gerapporteerd.

De verstoring gevoeligheid van Zilvermeeuwen wordt laag ingeschat (TDI 35) en Zilvermeeuwen voelen zich tot schepen eerder aangetrokken dan dat een schip tot verstoring zal leiden. De Zilvermeeuw is matig kwetsbaar voor olie vervuiling (OVI 42), maar omdat deze soort juist 's winters talrijk in deze regio voorkomt, worden wel veel grotere aantallen olieslachtoffers op de kust gevonden dan van de Kleine Mantelmeeuw. Het lagere oliebevuilingspercentage van de Zilvermeeuw dan dat van de Kleine Mantelmeeuw bevestigt de verwachte geringere kwetsbaarheid voor olie van de eerstgenoemde soort. De geringe bereidheid van Zilvermeeuwen om langdurig op zee te zwemmen maakt dat de schade op populatieniveau zelfs bij grote olie-incidenten normaal gesproken verwaarloosbaar klein blijft.

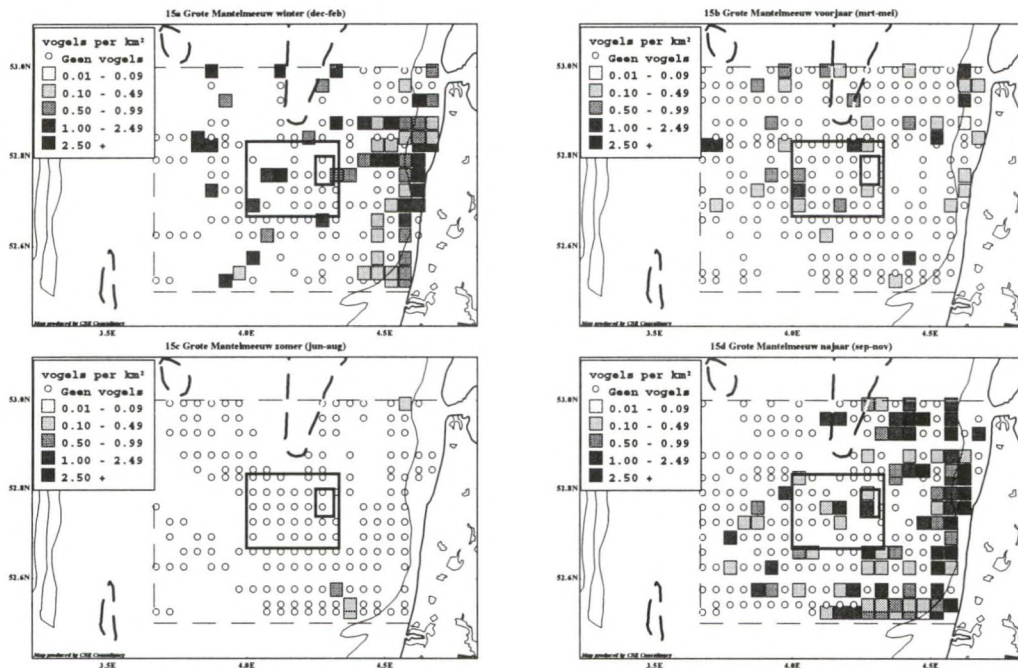
GROTE MANTELMEEUW *LARUS MARINUS*

De Grote Mantelmeeuw is van oudsher voornamelijk wintergast in Nederland, maar sinds 1993 komen jaarlijks enkele paren tot broeden in het Deltagebied en in het Waddengebied (Koks 1999, Van Dijk *et al.* 1998).

Ook in het studiegebied is de Grote Mantelmeeuw hoofdzakelijk wintergast, hoewel deze meeuw al vanaf september en tot in mei regelmatig gezien wordt (Fig. 15). Ook deze soort bereikt zijn hoogste dichtheden en meest regelmatige verspreiding in de kustzone, maar met ongeveer 60% van alle waargenomen exemplaren op minder dan 10 km van de kust zit de mariene oriëntatie van deze soort tussen die van Zilvermeeuw (80%) en Kleine Mantelmeeuw (30%) in. De Grote Mantelmeeuw is een soort die zich op zee niet in grote groepen ophoudt en zelfs achter vissersschepen gaat het meestal slechts om tientallen vogels. In najaar en winter verblijven in het studiegebied gemiddeld bijna 2000 Grote Mantelmeeuwen, terwijl dit aantal in het voorjaar al terugloopt tot enkele honderden (400). 's Zomers komen in het gebied naar schatting slechts

tientallen Grote Mantelmeeuwen voor. In mijnbouwwak Q4 werden hooguit enkele honderden Grote Mantelmeeuwen gezien (winter). Rustende Grote Mantelmeeuwen op open zee houden zich graag in de omgeving van offshore-installaties op (Platteeuw *et al.* 1985, Tasker *et al.* 1986, Den Ouden & Van der Ham 1988) en de plaatsing van een platform in het gebied zal naar verwachting leiden tot een permanente verhoging van de aantallen Grote Mantelmeeuwen in dat deel van de Noordzee.

De verstoringsgevoeligheid van Grote Mantelmeeuwen wordt als matig ingeschat (TDI 37). Net als in het geval van de kleinere Zilver- en Kleine Mantelmeeuwen voelen Grote Mantelmeeuwen zich eerder tot schepen aangetrokken dan dat een schip tot verstoring zal leiden. Het is echter geen soort die langdurig met niet-vissersschepen blijft meevliegen. De Grote Mantelmeeuw wordt wel als zeer kwetsbaar voor olievervuiling gekwalificeerd (OVI 52), hetgeen vooral veroorzaakt wordt door zijn mariene oriëntatie en talrijke voorkomen in combinatie met een beperkt verspreidingsgebied in zomer en winter. Het Nederlandse oliebevuilingspercentage van strandvondsten (38%) geeft echter aan dat de kwetsbaarheid in de praktijk wel meevalt en er zijn tot dusverre geen olie-incidenten in de Noordzee geweest waarbij dusdanige aantallen Grote Mantelmeeuwen betrokken zijn geweest om enig merkbaar effect in de populatie te kunnen sorteren. De nadrukkelijke aanwezigheid 's winters, wanneer olie-incidenten in Nederlandse wateren het meest voorkomen, maakt deze soort potentieel kwetsbaarder dan bijvoorbeeld de Kleine Mantelmeeuw. De meer disperse verspreiding maakt echter dat de schade op populatieniveau zelfs bij grote olie-incidenten normaal gesproken verwaarloosbaar klein zal blijven.



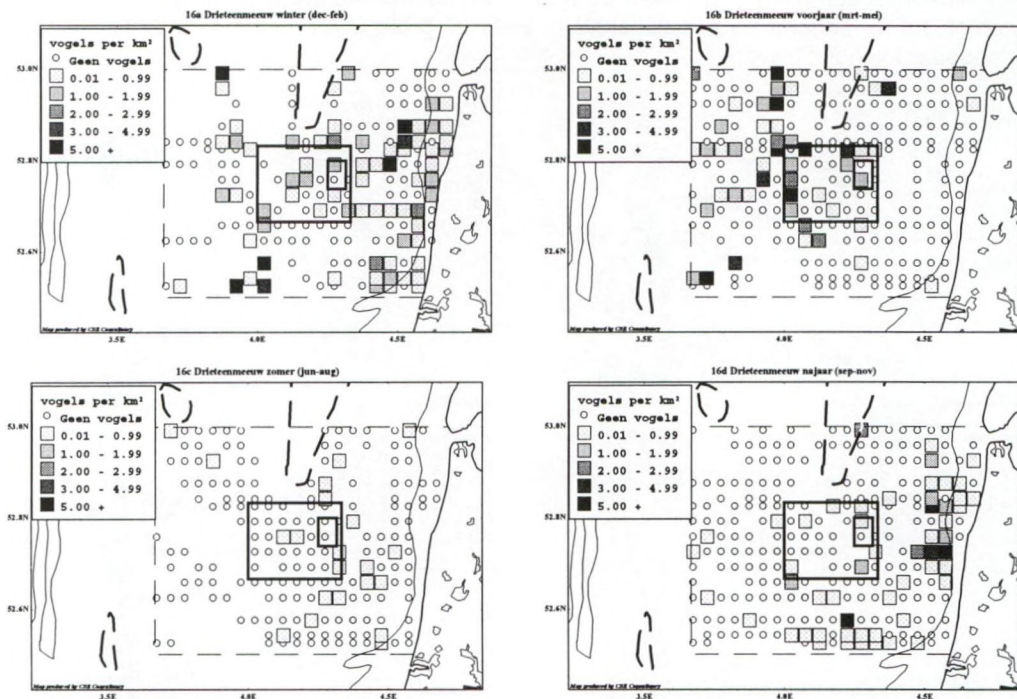
Figuur 15a-d. Dichtheden Grote Mantelmeeuwen ($n \text{ km}^{-2}$) per kwadrant (2'NB x 3'OL) per kwartaal (winter, voorjaar, zomer, najaar) tijdens tellingen vanaf schepen, 1987-99 (ESAS database 3.0, aangevuld met gegevens van 1998 en 1999, NIOZ and CSR Consultancy).

DRIETEENMEEUW *RISSA TRIDACTYLA*

Drieteenmeeuwen *Rissa tridactyla* zijn klifbewonende meeuwen waarvan de dichtstbijzijnde kolonies op Helgoland (ca. 3500 paren) en op de Engelse oostkust (> 100.000 paren) worden aangetroffen (Camphuysen 1993b). Ofschoon de Zuidelijke Bocht ook aan de Nederlandse kant nooit helemaal verlaten wordt, is de Drieteenmeeuw in onze omgeving toch vooral een doortrekker

en wintergast in najaar, winter en voorjaar. Bij diepe depressies worden in de herfst soms tienduizenden vogels naar onze kustwateren verdreven (Bijlsma *et al.* 1999).

Ofschoon de Drietenmeeuw ongetwijfeld de minst kustgebonden meeuw in het studiegebied genoemd mag worden, werd toch 37% van alle waargenomen Drietenmeeuwen in de kustzone (< 10 km uit de kust) gezien. De verspreidingskaarten laten zien dat vooral in najaar en winter nogal wat Drietenmeeuwen in onze kustwateren voorkomen, maar in voorjaar en zomer is de kuststrook goeddeels verlaten (Fig. 16). De aantalschattingen voor het studiegebied als geheel variëren van 150 in de zomer tot bijna 3.500 in de winter (1.650 in het voorjaar, 900 in het najaar). In mijnbouwwak Q4 gaat het in ieder geval in winter en voorjaar om enkele honderden exemplaren. Drietenmeeuwen foerageren vooral buiten de broedtijd op grote schaal achter vissersschepen (Camphuysen 1993b, Camphuysen *et al.* 1995), zodat een verlegging van visserijactiviteiten vanuit Q4 naar elders of juist andersom tot een flinke verandering van de aantallen Drietenmeeuwen in het gebied kan leiden. Rustende Drietenmeeuwen op open zee houden zich graag in de omgeving van offshore-installaties op (Platteeuw *et al.* 1985, Tasker *et al.* 1986, Den Ouden & Van der Ham 1988) en de plaatsing van een platform in het gebied zal vooral in najaar en winter naar verwachting een verhoging van de aantallen Drietenmeeuwen in dat deel van de Noordzee tot gevolg hebben.



Figuur 16a-d. Dichtheden Drietenmeeuwen ($n \text{ km}^{-2}$) per kwadrant (2'NB x 3'OL) per kwartaal (winter, voorjaar, zomer, najaar) tijdens tellingen vanaf schepen, 1987-99 (ESAS database 3.0, aangevuld met gegevens van 1998 en 1999, NIOZ and CSR Consultancy).

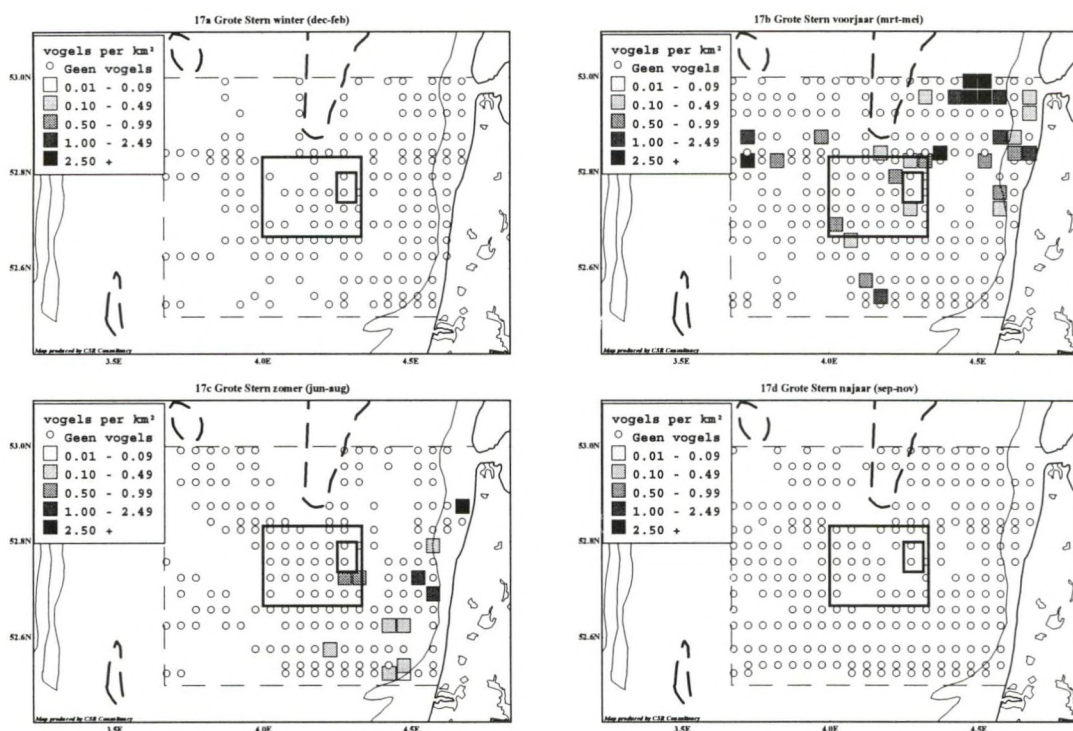
De Drietenmeeuw is door zijn voorkeur voor voorkomen op volle zee een zeer kwetsbare soort voor olievervuiling (OVI 54) waarmee, vooral omdat de soort het gehele jaar door in het gebied voorkomt, bij olie-incidenten rekening gehouden moet worden. Op de Nederlandse stranden heeft de Drietenmeeuw van alle meeuwen elk jaar weer het hoogste oliebevuilingspercentage (ca. 80%; Camphuysen 1989, 1997c, 1998d; 7), hetgeen ongetwijfeld veroorzaakt wordt doordat deze soort als enige altijd op zee slaapt. Omdat de wereldpopulatie van de Drietenmeeuw zo enorm groot is (Tabel 5), hebben olie-incidenten in het verleden, ondanks flinke aantallen olieslachtoffers, nooit tot merkbare veranderingen op populatieniveau geleid. De verstoring gevoeligheid van deze soort

wordt als 'matig' ingeschat (TDI 40), ondanks de mariene oriëntatie; zowel schepen als offshore-installaties zullen de vogels vermoedelijk eerder aantrekken dan verjagen uit het gebied.

GROTE STERN *STERNA SANDVICENSIS*

De Grote Stern *Sterna sandvicensis* is in Nederland doortrekker, zomergast en broedvogel met de belangrijkste kolonies in het Waddengebied en in de Zeeuwse/Zuid-Hollandse delta (1992-96 10.000-13.000 broedparen; Van Dijk *et al.* 1998). Ofschoon deze soort langs de Noord-Hollandse kust niet tot broeden komt, worden hier gedurende de hele zomer foeragerende sterns in de kustwateren gezien (Camphuysen & Van Dijk 1983, Platteeuw *et al.* 1994). Omdat in ons land meer dan 10% van de West-Europese populatie tot broeden komt (Tabel 5), wordt de Grote Stern hier met speciale beschermende maatregelen omringd.

De tellingen vanaf schepen suggereren een totale afwezigheid van deze soort van september tot en met februari (Fig. 17), maar feitelijk heeft de Grote Stern ons kustgebied pas in november min of meer helemaal verlaten (Camphuysen & Van Dijk 1983, Platteeuw *et al.* 1994). Opvallend is de enorme verspreiding van waarnemingen over het studiegebied tijdens de voorjaarsstrek. Onderzoek ten noorden van de Waddeneilanden wees uit dat in maart en april veel baltende Grote Sterns op grote afstand van de kust voorkomen (Leopold & Camphuysen 1998), eigenlijk voordat de kolonies worden opgezocht, zodat deze periode de meeste aandacht verdient. Per saldo werd overigens twee-derde van alle Grote Sterns in de kuststrook gezien (< 10 km; Tabel 4).



Figuur 17a-d. Dichtheden Grote Sterns ($n \text{ km}^{-2}$) per kwadrant (2'NB x 3'OL) per kwartaal (winter, voorjaar, zomer, najaar) tijdens tellingen vanaf schepen, 1987-99 (ESAS database 3.0, aangevuld met gegevens van 1998 en 1999, NIOZ and CSR Consultancy).

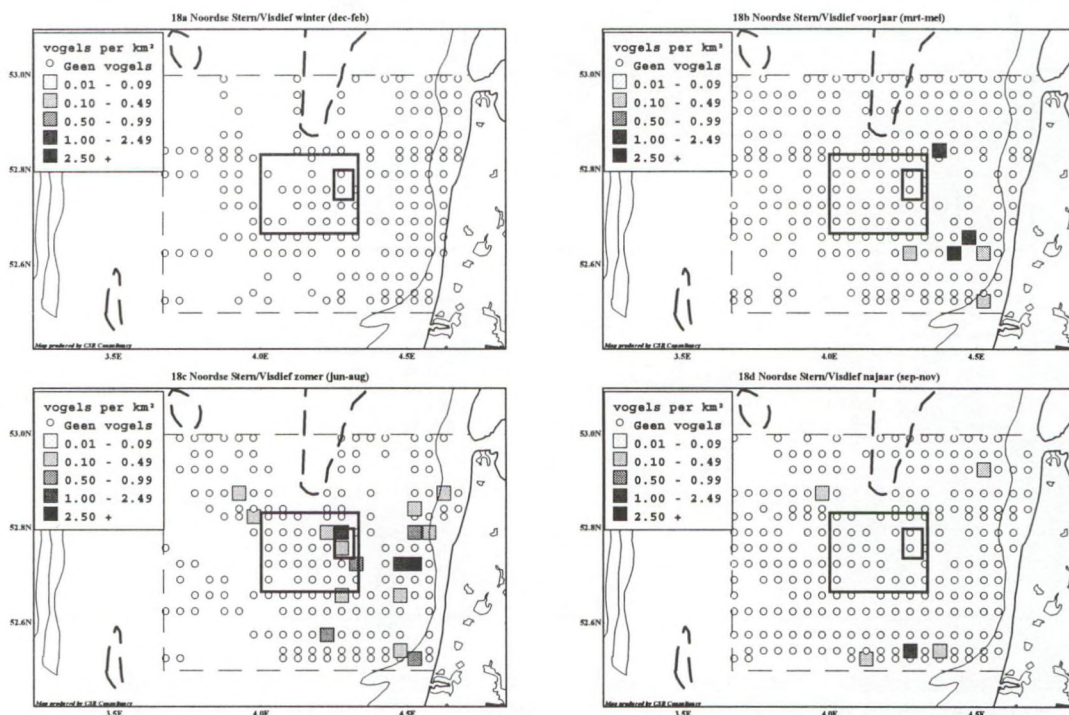
De Grote Stern wordt als 'kwetsbaar' voor oliecontaminatie ingeschat (OVI 46), vooral als gevolg van zijn mariene oriëntatie, maar in de praktijk blijken deze sterns olieplekken goed te ontwijken.

Olieslachtoffers onder Grote Sterns op onze kust zijn uitzonderingen. De gevoeligheid voor verstoring bij deze soort wordt als matig ingeschat (TDI 37) en tijdens veldwerk boven de Waddeneilanden bleken baltsende sterns op boeien zelfs bij afstanden van minder dan 50 m tot een naderend schip niet tot opvliegen te bewegen te zijn. Er zijn geen aanwijzingen dat (foeragerende) sterns zich door scheepvaart of platforms noemenswaardig laten beïnvloeden.

NOORDSE STERN/VISDIEF *STERNA HIRUNDO/PARADISAEA*

De Noordse Stern *Sterna paradisaea* en het Visdiefje *S. hirundo* zijn op zee vaak niet van elkaar te onderscheiden en worden om deze reden verder gezamenlijk besproken, tenzij expliciet anders vermeld. Beide zijn in Nederland doortrekkers, zomergasten en broedvogels met de belangrijke kolonies in het Waddengebied en in de Zeeuwse/Zuid-Hollandse delta (1992-96 Noordse Stern 1.800-2.200 broedparen, Visdief 16.500-18.500 broedparen; Van Dijk *et al.* 1998). Gedurende de gehele zomer worden foeragerende Noordse Sterns en/of Visdieven in de Noord-Hollandse kustwateren gezien (Camphuysen & Van Dijk 1983, Platteeuw *et al.* 1994). Tijdens doortrek worden soms duizenden vogels op één dag waargenomen.

De tellingen vanaf schepen suggereren een geringe talrijkheid van deze soorten in de directe kustzone (< 50% van alle waargenomen Noordse Sterns en Visdieven; Tabel 4; Fig. 18). Zeetrekellingen leveren echter aantallen vogels op die bij geen benadering tijdens tellingen vanaf schepen worden benaderd (Camphuysen & Van Dijk 1983, Platteeuw *et al.* 1994), waaruit afgeleid zou kunnen worden dat alleen de eerste kilometers vanaf het strand (buiten bereik van de meeste onderzoeksschepen en –programma's) van wezenlijke betekenis zijn. De schattingen op basis van schepstellingen (gemiddeld hooguit enkele honderden vogels in het studiegebied, vnl. voorjaar en zomer) zijn derhalve van weinig waarde. Opvallend is overigens de enorme verspreiding van losse waarnemingen over het studiegebied.

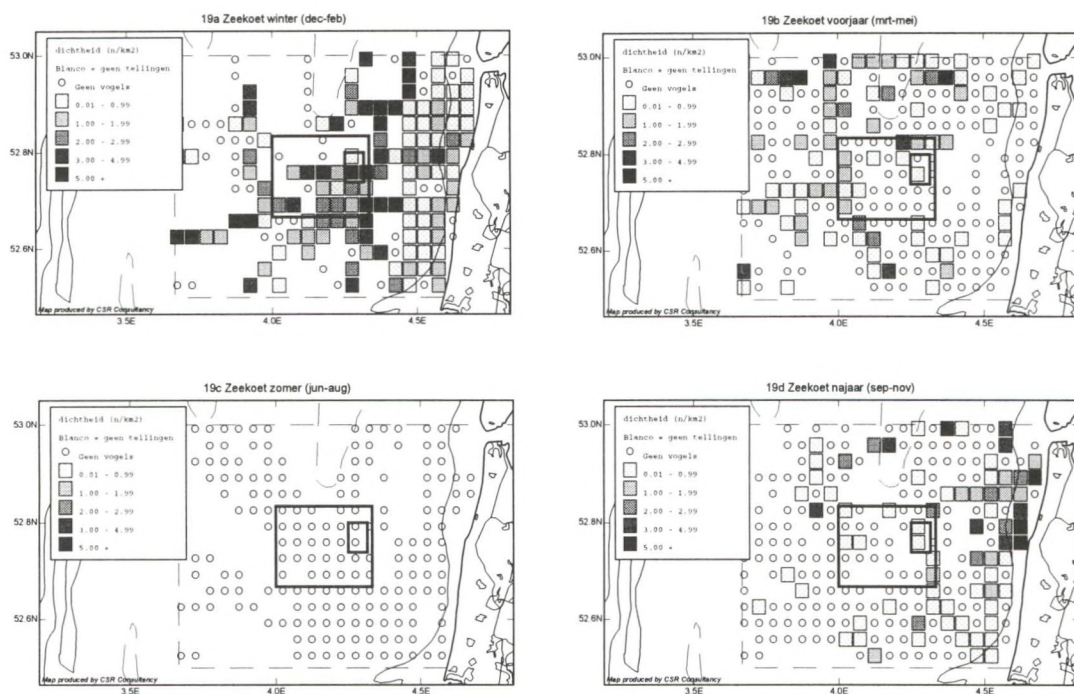


Figuur 18a-d. Dichtheden Noordse Stern en Visdief (gecombineerd; $n \text{ km}^{-2}$) per kwadrant (2'NB x 3'OL) per kwartaal (winter, voorjaar, zomer, najaar) tijdens tellingen vanaf schepen, 1987-99 (ESAS database 3.0, aangevuld met gegevens van 1998 en 1999, NIOZ and CSR Consultancy).

Noordse Sterns en Visdieven worden als 'weinig kwetsbaar' voor olievervuiling ingeschat (OVI 35), en net als Grote Sterns blijken deze vogels in de praktijk in staat te zijn om olievlekken goed te ontwijken. Olieslachtoffers onder deze sterns op onze kust zijn schaars. De gevoeligheid voor verstoring bij deze soorten wordt als matig ingeschat (TDI 35). Er zijn geen aanwijzingen dat (foeragerende) sterns zich door scheepvaart of platforms noemenswaardig laten beïnvloeden.

ALK ALCA TORDA EN ZEEKOET URIA AALGE

Alken *Alca torda* en Zeekoeten *Uria aalge* zijn talrijke doortrekkers en wintergasten in het Nederlandse deel van de Noordzee. Gezien hun sterk gelijkende levenswijze en min of meer gelijke kwetsbaarheid voor olie is voor een gezamenlijke bespreking gekozen. Beide soorten komen in zeer grote aantallen voor als broedvogels op de Britse Eilanden, met daarnaast een kleine satellietpopulatie op Helgoland (Lloyd *et al.* 1991).

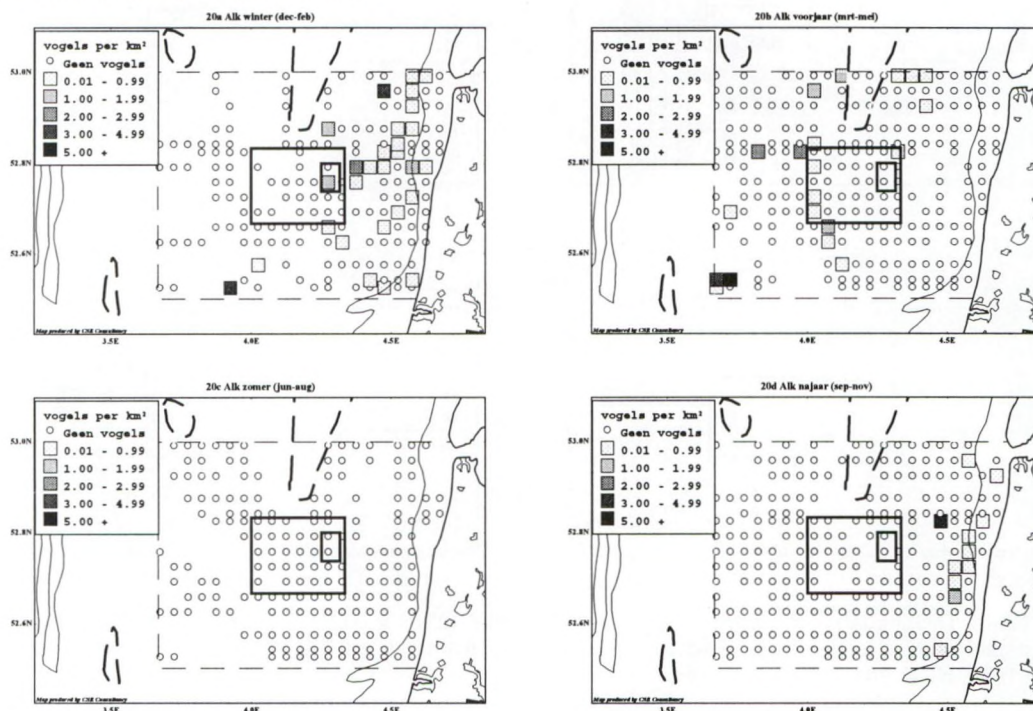


Figuur 19a-d. Dichtheden Zeekoeten ($n \text{ km}^{-2}$) per kwadrant (2'NB x 3'OL) per kwartaal (winter, voorjaar, zomer, najaar) tijdens tellingen vanaf schepen, 1987-99 (ESAS database 3.0, aangevuld met gegevens van 1998 en 1999, NIOZ and CSR Consultancy).

Alken zijn wat meer kustgebonden dan Zeekoeten in de Zuidelijke Bocht (Camphuysen 1989c), maar beide soorten zijn te rekenen tot de vogels van open zee. Voor het studiegebied komt dit verschil bovendien maar nauwelijks uit het cijfermateriaal naar voren (resp. 46,2% en 41,5% van alle vogels in de kuststrook; Tabel 4). In de loop van de herfst nemen de aantallen alkachtigen op zee in de Zuidelijke Bocht snel toe (najaar Alk gemiddeld ca. 80, Zeekoet ca. 900 in het studiegebied) en in winter en voorjaar moet rekening worden gehouden met 2.000-6.000 Zeekoeten en 350-450 Alken in het studiegebied. In mijnbouwvak Q4 gaat het dan gemiddeld om 500-1.000 Zeekoeten (Fig. 19). Bij Alken gaat het hier om tientallen vogels (Fig. 20). De vogels komen hier solitair of in kleine groepen voor en leven van verschillende soorten vis. Hun aanwezigheid komt elk jaar weer tot uitdrukking in de stroom olieslachtoffers die op de Nederlandse kust wordt geregis-

treerd (Camphuysen 1989, 1997c 1998d), aangevuld met zg. 'wrecks' wanneer de voedselsituatie op zee klaarblijkelijk ontoereikend is (Camphuysen 1992). Zoals bekend komen de meeste vogels in dit gebied door (illegale) operationele lozingen van brandstofolie om het leven. Sommige strandingen worden veroorzaakt door andere lipofiele stoffen (Zoun *et al.* 1991, Camphuysen *et al.* 1999).

De kwetsbaarheid voor olie van Alk (OVI 64) en Zeekoet (OVI 62) is hoog en ongelukken of lozingen in het winterhalfjaar (oktober-april) in het studiegebied zullen onherroepelijk tot slachtoffers onder beide soorten leiden. De populaties van beide soorten zijn groot en onder normale omstandigheden zijn de aantallen overwinteraars in het studiegebied beperkt. In geval van een incident is een onmiddellijke inventarisatie van de aantallen alkachtigen in het gebied echter geboden, al dan niet gevolgd door maatregelen om de schade voor deze soorten te beperken (bijv. oliebestrijding). Alk (TDI 47) en Zeekoet (TDI 46) zijn beide als 'verstoring gevoelig' getypeerd. Het zijn dieren die bij nadering van een schip onderduiken en slechts zelden het luchtruim kiezen. Hun diffuse verspreiding maakt dat deze vogels op vele locaties, maar niet in grote aantallen tegelijk door scheepvaart worden verstoord. De aanwezigheid van een platform in een zeegebied vormt voor alkachtigen geen aantoonbare belemmering in hun voorkomen. Op gaswinningsinstallaties werd dit duidelijk, doordat een kleine condensaat-spill, ondanks de vluchtigheid van het geloosde, onmiddellijk tot olieslachtoffers onder de ter plaatse foeragerende alkachtigen leidde (Platteeuw *et al.* 1985, Camphuysen *pers. obs.*).



Figuur 20a-d. Dichtheden Alken ($n \text{ km}^{-2}$) per kwadrant (2'NB x 3'OL) per kwartaal (winter, voorjaar, zomer, najaar) tijdens tellingen vanaf schepen, 1987-99 (ESAS database 3.0, aangevuld met gegevens van 1998 en 1999, NIOZ and CSR Consultancy).

OVERIGE ZEEVOGELS

Van de overige zeevogels zijn alleen de Roodkeelduiker *Gavia stellata* en (onder winterse condities) de Fuut *Podiceps cristatus* het vermelden waard. Deze twee soorten komen hoofdzakelijk 's winters (Tabel 3) en vooral in de kustzone voor (Tabel 4). Beide soorten zijn kwetsbaar

voor olievervuiling (OVI resp. 50 en 45). De Roodkeelduiker is bovendien uiterst verstoringsgevoelig; de Fuut is verstoringsgevoelig (TDI resp. 52 en 43). Bij effecten van gaswinning die zich kunnen uitstrekken tot in de directe kustzone moet met beide soorten rekening gehouden worden. Bij de Roodkeelduiker gaat het in het studiegebied in winter en voorjaar gemiddeld om 160-360 exemplaren (met uitschieters naar boven op dagen met sterke doortrek; Camphuysen & Van Dijk 1983, Platteeuw *et al.* 1994). Het aantal Futen is minder goed voorspelbaar. Winteraantallen van gemiddeld 900 vogels werden gevonden tijdens de hier beschreven tellingen vanaf schepen, maar in koude winters kunnen de aantallen tot vele duizenden oplopen (Camphuysen & Derks 1989).

De aantallen van verschillende soorten pijlstormvogels *Puffinus* spp. (Camphuysen 1995a) en stormvogeltjes Hydrobatidae in dit deel van de Noordzee zijn normaliter erg klein. De kleinere jagers Stercorariidae trekken gepiekt door in de herfst en alle soorten zijn zowel weinig gevoelig voor verstoring als kwetsbaar voor olievervuiling. De Kleine Jager *Stercorarius parasiticus* en in mindere mate ook de Middelste Jager *S. pomarinus* zullen rustende meeuwengroepen rond een eventuele winningsinstallatie ongetwijfeld als een interessante, potentiële voedselbron beschouwen (Den Ouden & Van der Ham 1988).

VOGELTREK

Naast zeevogels die daadwerkelijk van de zee gebruik maken om er voedsel te zoeken en zeevogels die het gebied rond Q4 alleen gebruiken als onderdeel van hun jaarlijkse trekweg, is er een brede categorie van trekvogels die alleen het luchtruim boven Q4 benutten, voor de trek. Jaarlijks steken miljoenen trekvogels de Noordzee vliegend over, meest op grote hoogten en onzichtbaar voor waarnemers op de grond. Een deel vliegt echter lager en wordt opgemerkt tijdens zeevogeltellingen. Hierbij werden in mijnbouwvak Q4 soms ook kustvogels, roofvogels, duiven en zangvogels opgemerkt: in aantallen waargenomen soorten overtreffen deze groepen zelfs de zeevogels (Tabel 4). Voor al deze 'landvogels' vormt de zee een vijandige omgeving, die veelal met gevaar voor eigen leven moet worden overvlogen. Er is één uitzondering: de Gierzwaluw *Apus apus*. Deze soort slaapt, hoog cirkelend, in grote aantallen boven de Noordzee en bij bepaalde weersomstandigheden gaan deze vogels ook overdag boven zee vliegen, om naderende stormen te omzeilen en mogelijk ook om er te foerageren (Lack 1958, Offringa 1996). Gierzwaluwen zijn, voor zover wij hebben kunnen waarnemen, tijdens hun tochten boven zee ongevoelig voor verstoring door scheepvaart.

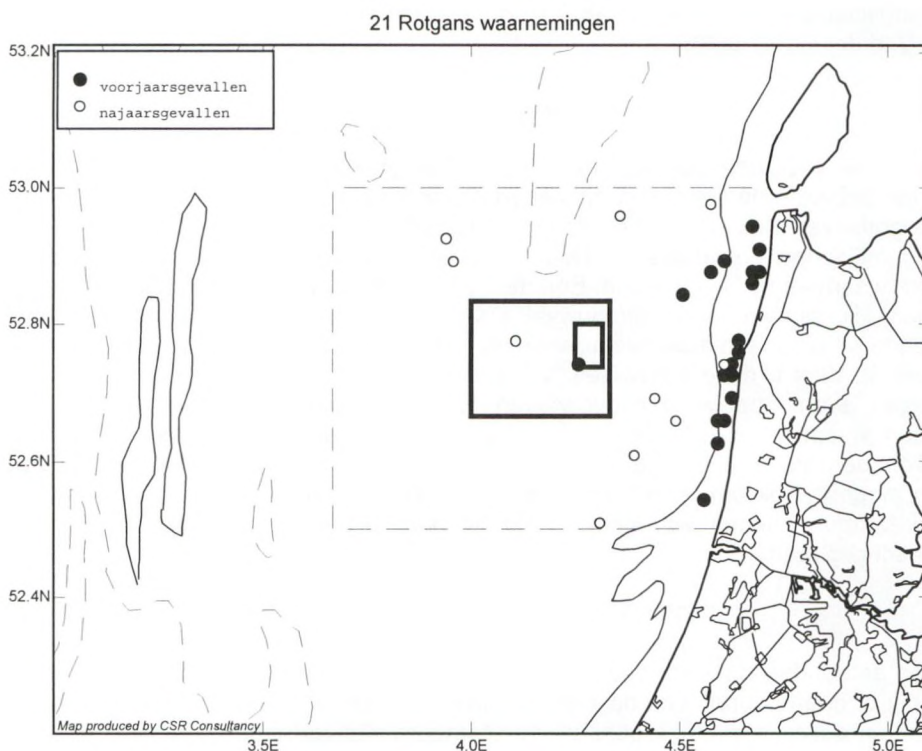
ZWANEN, GANZEN EN EENDEN

Zwanen, ganzen en eenden zijn weliswaar watervogels, maar de meeste soorten maken buiten de kuststrook weinig of geen gebruik van de zee. Wel trekt een aantal soorten waterwild over zee en op hun trek kunnen deze vogels, in tegenstelling tot andere niet-zeevogels, wanneer ze vermoeid raken, zwemmend op zee uitrusten. Van acht soorten waterwild werden gedurende alle hier besproken tellingen tezamen meer dan 100 exemplaren in het studiegebied gezien, de meerderheid echter dicht onder de kust; twaalf andere soorten werden eveneens, zij het in kleine aantallen gezien (Tabel 4). Van slechts drie van de 20 waargenomen soorten waterwild in het zeegebied voor de Hollandse kust, werden ook buiten de directe kustzone relatief veel vogels gezien, wat wijst op trek over zee richting Britse Eilanden: de Rotgans *Branta bernicla*, de Bergeend *Tadorna tadorna* en de Zwarte Zee-eend *Melanitta nigra*. Bij de Bergeend ging het hierbij om zeer kleine aantallen, zodat onderstaand alleen de Rotgans en de Zwarte Zee-eend besproken worden.

ROTGANS *BRANTA BERNICLA*

Rond de Noordzee overwinteren ongeveer 300.000 Rotganzen. Deze vogels trekken, afhankelijk van de beschikbare voedselvoorraden in verschillende gebieden en de weersomstandigheden, in najaar, winter en voorjaar in grote aantallen heen en weer tussen Nederland, Frankrijk en Engeland (Ebbinghe in Leopold & Dankers 1997). In de herfst en vroege winter is er over Q4 trek van

Rotganzen richting Frankrijk en het zuiden van de Britse Eilanden, later in de winter en in het voorjaar vindt trek in omgekeerde richting plaats. Langs de Hollandse kust is vooral de voorjaarsrek massaal (Camphuysen & Leopold 1998). Verder op zee, ter hoogte van Q4, werden ook de meeste Rotganzen tijdens de voorjaarsrek opgemerkt, maar de najaarsrek en winterbewegingen waren eveneens goed zichtbaar (Tabel 3). Binnen de grenzen van mijnbouwwak Q4 werden tijdens de tellingen slechts enkele groepen trekkende Rotganzen opgemerkt (Fig. 21), zowel tijdens de voor- als najaarsrek. Vliegtuigtellingen bevestigen dit beeld (Baptist & Wolf 1993) van zeetrek, waargenomen vanaf de kust en van Meetpost Noordwijk, eveneens (Den Ouden & Camphuysen 1983, Camphuysen & Leopold 1998). Rotganzen komen, als trekvogels boven zee, slechts in geringe mate in aanraking met het zeeoppervlak en zijn dus weinig gevoelig voor olievlekken (OVI 31) of verstoring door schepen. Trekkende Rotganzen lijken wel gevoelig voor de aantrekkingskracht van een gasvlam (Van der Laar 1993b).



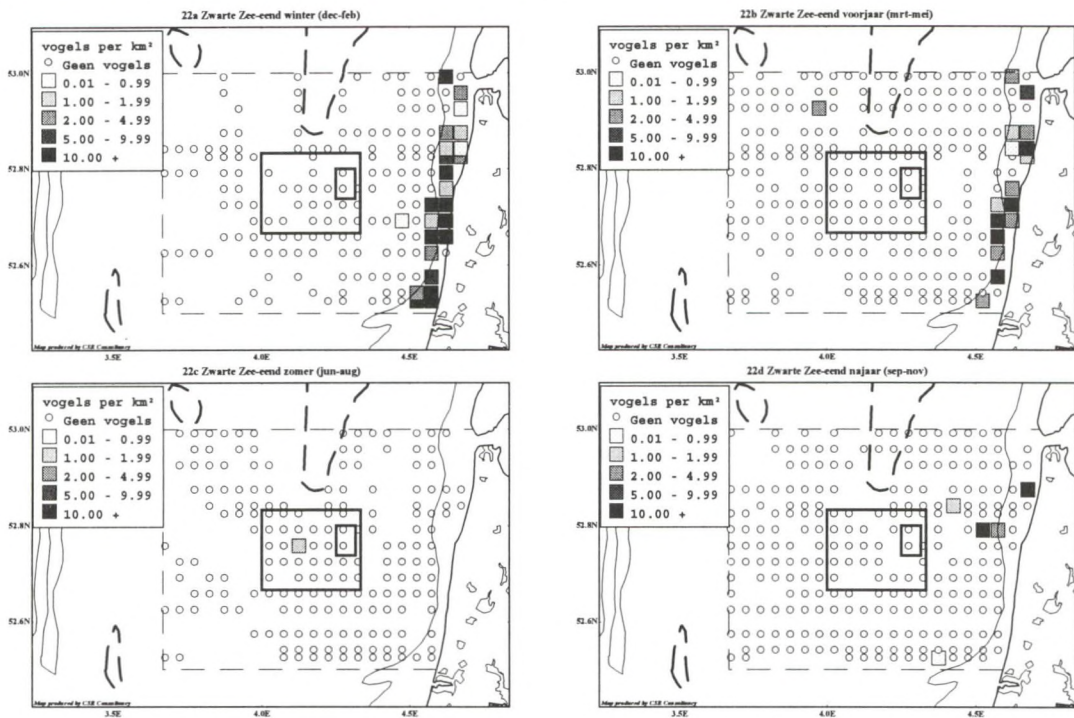
Figuur 21. Waarnemingen van Rotganzen in voorjaar en najaar tijdens tellingen vanaf schepen, 1987-99 (ESAS database 3.0, aangevuld met gegevens van 1998 en 1999, NIOZ and CSR Consultancy).

ZWARTE ZEE-EEND *MELANITTA NIGRA*

Zee-eenden, in het bijzonder Zwarte Zee-eenden, komen in sommige jaren in zeer grote groepen, tot meer dan 100.000 vogels, voor in de kustwateren tussen Q4 en de Hollandse kust, waar in sommige jaren rijke banken schelpdieren voorkomen die voor deze vogels het stapelvoedsel zijn (Leopold *et al.* 1995, Leopold 1996). Groepen pleisterende Zwarte Zee-eenden trekken andere soorten duikende, schelpdier-etende eenden aan, met name Grote Zee-eenden *Melanitta fusca*, Eidereenden *Somateria mollissima* en Toppereenden *Aythya marila*, die hier dan ook in soms grote aantallen voorkomen. Mijnbouwwak Q4 ligt weliswaar buiten het gebied waar deze eenden massaal verblijven en voedsel zoeken, maar toch vormen offshore activiteiten en hiermee geassocieerd verkeer in Q4 een potentieel risico voor deze vogels. De groepen in de kustzone zijn zeer

kwetsbaar voor verontreinigen (OVI Zwarte Zee-eend 52) en een olieverontreiniging kan grote gevolgen hebben voor deze groepen.

Van de vier genoemde soorten zee-eenden is de Zwarte Zee-eend het meest talrijk, en bovendien komt deze soort ook verder uit de kust, als enige nog (in geringe aantallen) voor. Zwarte Zee-eenden zijn zeer mobiel en trekken voortdurend in groepjes heen en weer tussen de verschillende voedselgebieden langs de kust. Daarnaast zijn de groepen eenden zeer verstoringgevoelig (TDI 60), waardoor ze bij nadering van een schip of laagvliegend vliegtuig massaal op de wieken gaan en ook tijdelijk kunnen uitwijken naar locaties die overigens voor hen weinig geschikt zijn (Leopold *et al.* 1995, Eigenhuis 1996). Het is daardoor niet onmogelijk dat grote groepen eenden tijdelijk verblijf kiezen binnen de grenzen van mijnbouwwak Q4.



Figuur 22. Dichtheden Zwarte Zee-eenden ($n \text{ km}^{-2}$) per kwadrant (2'NB x 3'OL) per kwartaal (winter, voorjaar, zomer, najaar) tijdens tellingen vanaf schepen, 1987-99 (ESAS database 3.0, aangevuld met gegevens van 1998 en 1999, NIOZ and CSR Consultancy).

Verplaatsingen, hetzij tussen nabijgelegen voedselgebieden, hetzij ter correctie voor afdriven door het getij, vinden dagelijks plaats in het winterhalfjaar. De vogels volgen hierbij de kustlijn en blijven aan de landzijde van Q4. Tijdens de echte (lange-afstands)trek, komen Zwarte Zee-eenden echter ook verder op zee voor. De mate waarin mijnbouwwak Q4 wordt overvlogen, hangt vermoedelijk vooral af van de aantallen die op dat moment in de Noord-Hollandse kuststrook verblijven. Offringa (1993) stelde vast, dat groepjes Zwarte Zee-eenden regelmatig de zuidelijke Noordzee oversteken, van overwinteringsgebieden langs de kusten van het vasteland van West-Europa naar de Britse Eilanden en omgekeerd. Q4 ligt daarbij op de route ligt tussen Noord-Holland en het Waddengebied enerzijds, en de Theemsmonding anderszijds. De omvang van deze uitwisseling is echter nooit vastgesteld. Naast deze oost-west bewegingen, trekken ook veel Zwarte Zee-eenden in NO-ZW richting door de zuidelijke Noordzee, waarbij de 'holle bocht' in de Nederlandse kustlijn veelvuldig wordt afgesneden (Platteeuw 1990). De afstand tot de kust waarop de eenden dan vliegen is nog goeddeels onbekend, evenals de plaats waar deze eenden de kustlijn weer gaan volgen. Tijdens de voorjaartrek lijkt dit een punt te zijn ten zuiden van Q4, wat zou inhouden dat er

dan nog relatief weinig vogels over Q4 passeren (Platteeuw 1990). In hoeverre echter ook vogels, komend uit het zuiden niet alleen de Zuidelijke Bocht van de Noordzee zouden afsnijden, maar ook de hele Duitse Bocht, is niet duidelijk, ook al omdat veel van de lange-afstandstrek van zee-eenden 's nachts plaatsvindt (Bergman & Donner 1960, Zhalakevicius 1977, Pedersen 1988). Zwarte Zee-eenden komen in de winter en in het voorjaar massaal voor in de kustzone, ten oosten van Q4. Ze arriveren pas laat in de herfst in het studiegebied en in de zomer werden tot nu toe geen pleisterende groepen opgemerkt. Tijdens de vogeltellingen vanaf schepen werd slechts incidenteel een groepje Zwarte Zee-eenden *offshore*, in mijnbouwwak Q4 opgemerkt (Fig. 22), een beeld dat wordt bevestigd door de vliegtuigtellingen van Rijkswaterstaat (Baptist & Wolf 1993, Baptist *et al.* 1997) en offshore-zeetrekellingen (Den Ouden & Camphuysen 1983, Platteeuw *et al.* 1995): op 10 km uit de kust is de soort nog algemeen, op 120 km een zeldzaamheid.

STELTLOPERS

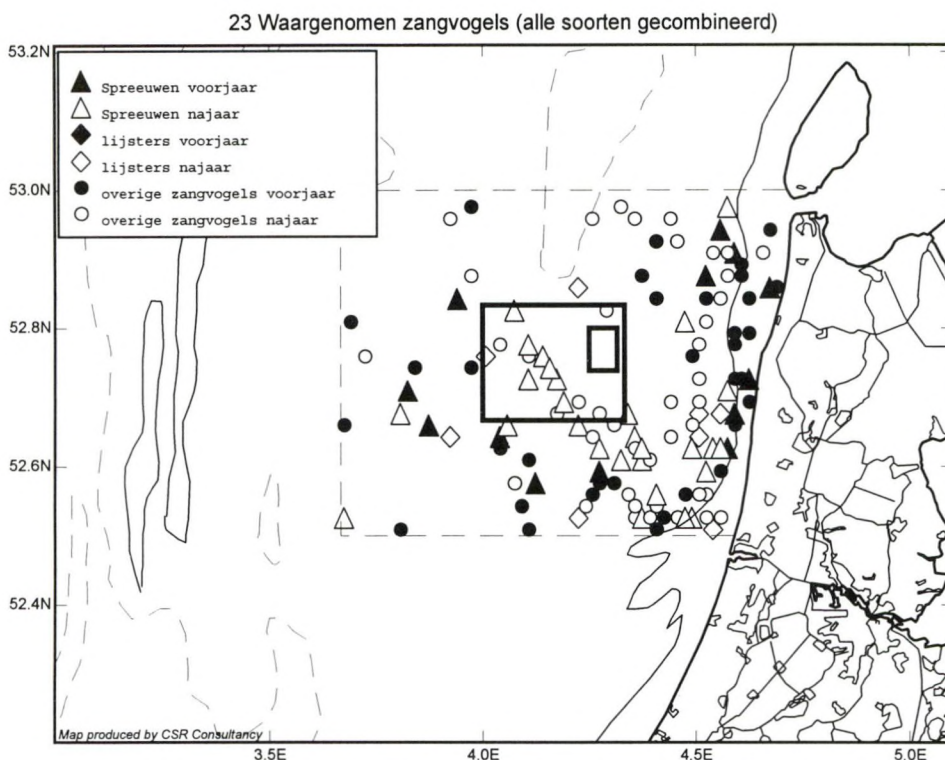
De steltlopers, die in Q4 voorkomen, zijn alle trekvogels die van het gebied alleen het luchtruim gebruiken. Problemen ten aanzien van olieverontreiniging op zee, of verstoringen door scheepvaart spelen dan ook niet bij deze groep. In feite zijn alleen problemen tijdens affakkelen van gas relevant. Vele soorten steltlopers komen boven Q4 met name voor tijdens de voor- en najaarstrek. Andere trekbewegingen, zoals vorsttrek tussen Waddenzee en Delta, vinden dicht bij de kust plaats.

Steltlopers die over Q4 trekken zijn afkomstig uit een zeer groot areaal aan broedgebieden, van de Canadese tot de Siberische Arctis en daarnaast van meer gematigde streken als IJsland, Schotland en Scandinavië. Veel van deze vogels hebben de Waddenzee en Delta als eind- of tussenstation van hun herfsttrek, en moeten dus de Noordzee overvliegen. Veel van de trek boven zee gebeurt op grote hoogten (Piersma *et al.* 1990, Piersma & Van de Sant 1992), onzichtbaar voor vogeltellers op schepen, waarnemingsplatforms of aan de kust. Steltlopers die vanaf het zeeoppervlak worden opgemerkt, vliegen relatief laag. Deze vogels zijn of vermoeid, of hebben de daling naar hun plaats van bestemming al ingezet, of vliegen standaard niet op zeer grote hoogten, zoals wellicht het geval is bij de Kievit (Buurma 1987). Hoger vliegende steltlopers die toch worden opgemerkt, zijn veelal tijdens hun trek luidruchtig, waardoor ze toch opvallen (Camphuysen & Leopold 1998). De soorten die rond Q4 het meest werden opgemerkt waren dan ook: Kievit (vliegt laag), Wulp (groot en luidruchtig) en Regenwulp (luidruchtig). Daarnaast werden kleinere aantallen van 12 andere soorten opgemerkt tijdens de tellingen vanaf schepen. Aantallen opgemerkte steltlopers op Meetpost Noordwijk, op 10 km uit de kust, laten iets hogere aantallen steltlopers zien (Den Ouden & Camphuysen 1988), wat er op wijst dat de vogels hetzij verder uit de kust in lagere dichtheden voorkomen, hetzij hoger vliegen. Volgens Van der Laar (1993b) zijn steltlopers gevoelig voor de aantrekkingskracht van een nachtelijke gasvlam, al nam hij geen ongelukken waar. Camphuysen & Leopold (1998) suggereren, dat steltlopers vooral kwetsbaar zijn tijdens de voorjaarstrek, wanneer ze, vliegend op hun laatste vetreserves, bijna de Waddenzee hebben bereikt. Dezelfde redenatie gaat op voor de situatie in het najaar, wanneer vogels, komend uit het noordwesten (IJsland, Groenland, Canada) boven Q4 bijna het vasteland van West-Europa hebben bereikt.

ZANGVOGELS

Naast de hierboven besproken steltlopers, waren zangvogels de meest talrijke doortrekkers in het studiegebied. Dit is een afspiegeling van hun talrijkheid in Europa, in combinatie met hun massale, jaarlijkse lange-afstandstrek. Zo broeden er alleen al van een trekvogel als de Spreeuw *Sturnus vulgaris* in Europa meer dan 30 miljoen paar (Hagemeijer & Blair 1997). Waarnemingen vanaf de kust, op lichtschepen en met behulp van radar hebben uitgewezen, dat Spreeuwen en andere in Europa talrijke zangvogels als lijsterachtigen *Turdus spp.*, Goudhaantjes *Regulus regulus* en vinken *Fringilla spp.* bij miljoenen ieder jaar de Noordzee oversteken tijdens de voor- en najaarstrek (Mörzer Bruyns 1939, Owen 1953, Peakall 1956, Tinbergen 1956, Lack 1959, 1960, 1963, Myers 1964, Eastwood 1967, Bourne 1980, Buurma 1987, Alerstam 1990). De grote meerderheid van

deze zangvogels vliegt boven zee echter op grote hoogte, waardoor ze voor vogeltellers op een schip niet op te merken zijn; bovendien vinden de meeste trekbewegingen 's nachts plaats. Tijdens plotseling verslechterende weersomstandigheden (mist, tegenwind) kunnen echter veel vogels op trek worden verrast, vermoeid raken en genoodzaakt worden lager te gaan vliegen of zelfs te landen op schepen en offshore-installaties, een verschijnsel dat als het massaal optreedt wordt aangeduid met de term 'fall'. Juist onder deze omstandigheden worden vermoeide zangvogels aangetrokken door verlichting, ook door een gasvlam op een affakkeland booreiland, soms met dramatische gevolgen (Lid 1979, Jones 1980, Camphuysen 1997d).



Figuur 23. Waarnemingen van zangvogels (Spreeuwen, lijsters en overige zangvogels) in voorjaar en najaar tijdens tellingen vanaf schepen, 1987-99 (ESAS database 3.0, aangevuld met gegevens van 1998 en 1999, NIOZ and CSR Consultancy).

Ondanks de zeer grote aantallen zangvogels die jaarlijks de Noordzee oversteken, worden slechts opmerkelijk geringe aantallen vanaf de schepen tijdens vogeltellingen op zee opgemerkt (Tabel 4). De meest talrijke soorten waren Spreeuw, diverse soorten lijsters (met name Kramsvogel *Turdus pilarus*, Koperwiek *T. iliacus* en Merel *T. merula*), Veldleeuwerik *Alauda arvensis*, Graspieper *Anthus pratensis* en Vink *Fringilla coelebs*. Dit zijn alle in Europa zeer talrijk voorkomende soorten trekvogels. Een aantal van hen werd wellicht in geflatteerd (relatief) hoge aantallen opgemerkt, omdat ze tijdens de trek luidruchtig zijn (Kramsvogel, Veldleeuwerik, Graspieper) waardoor ze ook als ze vrij hoog passeerden, nog konden worden opgemerkt. Minder luidruchtige, maar ook boven zee zeer talrijke soorten worden door zeevogeltellers juist veel minder opgemerkt, waardoor de hier beschikbare dataset geen goede afspiegeling vormt van de soorten en aantallen trekvogels boven zee. Waarnemers, die vanaf een vaste waarnemingspost op volle zee (Meetpost Noordwijk) de vogeltrek observeerden, kwamen op een vergelijkbaar spectrum aan soorten (Van der Ham 1988) en daarnaast zagen zij meer van de kleinere, minder opvallende soorten zangvogels. Deze kleinere soorten (alles kleiner dan 20 cm, de grootte van een Spreeuw) zijn, gezien andere vogeltrekstudies,

wel massaal boven zee aanwezig, maar onttrekken zich aan directe waarnemingen. Alleen tijdens 'falls', als ze massaal schepen en offshore-installaties opzoeken, zijn ze opvallend aanwezig. Zelfs wanneer ze massaal omkomen en in zee vallen, gebeurt dit veelal ongemerkt, daar de kleine kadavers bijzonder snel worden opgeruimd door aaseters en dus niet massaal op het strand aanspoelen (Camphuysen 1988). Zangvogels werden, zoals verwacht, tot ver uit de kust tijdens zowel de voor- als najaarstrek gezien. Zoals eerder opgemerkt, zullen veel van de waargenomen vogels vermoeide individuen zijn geweest, aangetrokken door het schip van waaraf geteld werd. Er was geen duidelijk verschil in aantallen of soortsaanstelling tussen voor- en najaar (Fig. 23).

ZEEZOOGDIEREN

In de Zuidelijke Bocht van de Noordzee, inclusief Q4, komen twee soorten walvisachtigen en twee soorten zeehonden regelmatig voor: de Bruinvis *Phocoena phocoena*, de Witsnuitdolfijn *Lagenorhynchus albirostris*, de Gewone Zeehond *Phoca vitulina* en de Grijze Zeehond *Halichoerus grypus*. Daarnaast zijn incidenteel andere soorten walvisachtigen in het studiegebied (levend) gezien, zoals een Butskop *Hyperoodon ampullatus* op 15 november 1989, Tuimelaars *Tursiops truncatus* op 15 september 1990 en op 26 september 1992, een Witflankdolfijn *Lagenorhynchus acutus* op 28 februari 1997 en een Grijze Dolfijn *Grampus griseus* op 26 augustus 1978 (Tabel 13). Juist ten zuiden van het studiegebied, maar gezien de noordwaartse zwemrichting korte tijd later door deze zone trekkend, werd op 8 september 1998 een Gewone Vinvis *Balaenoptera physalus* gezien (Camphuysen 1998b). Naast levend waargenomen dieren worden er van diverse soorten ook dode exemplaren gemeld, soms drijvend in zee, meestal angespoeld op het strand. Deze laatste categorie heeft geen betekenis waar het gaat om de mogelijke effecten van gaswinning; ook de categorie 'zeldzaamheden' is feitelijk van geen nader belang.

Waarnemingen van zeezoogdieren worden via verschillende netwerken verzameld en wat betreft walvisachtigen zo veel mogelijk bijeengebracht in de 'Marine Mammal Database' van de Nederlandse Zeevogelgroep. Dit betreft waarnemingen vanaf schepen tijdens zeevogeltellingen; waarnemingen vanaf de kust tijdens zeetrekellingen en waarnemingen vanuit de lucht (Rijkswaterstaat), eveneens tijdens zeevogeltellingen. Daarnaast worden losse meldingen door het publiek, al dan niet gepubliceerd in kranten, verzameld.

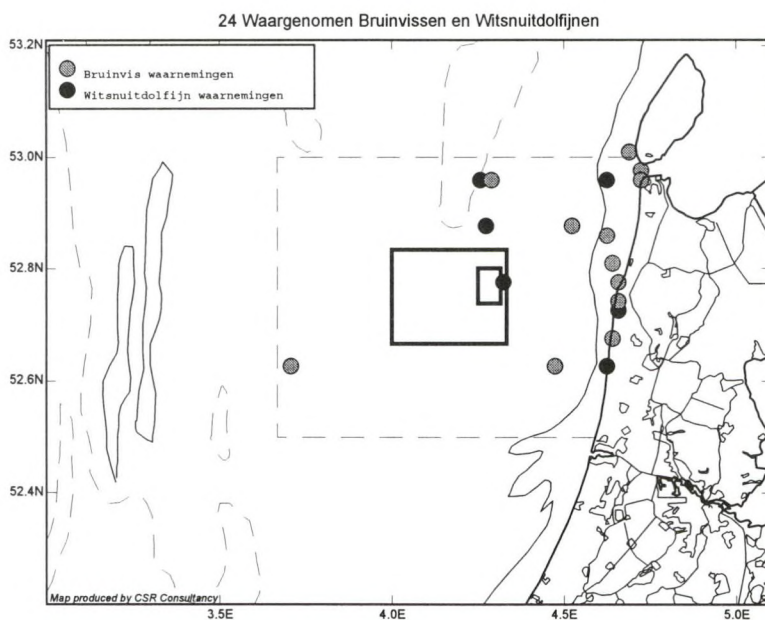
BRUINVIS *PHOCOENA PHOCOENA* EN WITSNUITDOLFIJN *LAGENORHYNCHUS ALBIROSTRIS*

De Bruinvis is steeds de meest waargenomen soort in het studiegebied. Van alle walvisachtigen in dit gebied is echter juist de Bruinvis bij uitstek een onopvallende verschijning, die veelal door waarnemers op zee over het hoofd wordt gezien, waardoor zijn aanwezigheid sterk wordt onderschat (Camphuysen 1987, 1991, Hammond *et al.* 1995). De Bruinvis neemt de laatste jaren in aantal toe in het studiegebied, zo blijkt uit een stijgend aantal waarnemingen, zowel vanaf de kust (Camphuysen & Leopold 1993, Camphuysen 1994a, 1994b) als vanuit de lucht (Witte *et al.* 1998). Het aantal waarnemingen vanaf schepen in het studiegebied is echter klein (Fig. 24); er werd zelfs niet één Bruinvis gezien binnen de grenzen van mijnbouwwak Q4. Waarnemingen in een ruimere omgeving, van volle zee tot aan de kust (Baptist 1987, Camphuysen & Leopold 1993, Northridge *et al.* 1995, Reijnders *et al.* 1995, Addink & Smeenk 1999, Witte, RWS, pers. com.) laten echter zien dat dit geflatteerd is.

Witsnuitdolfijnen zijn, afgemeten aan het aantal waargenomen groepen vanaf de kust tijdens zeetrekellingen in vergelijking met het aantal waargenomen groepen van de Bruinvis (4 versus 216 groepen), beduidend minder talrijk. Op volle zee worden ze echter, ook door hun opvallende gedrag, relatief vaak opgemerkt (Fig. 24). Meestal gaat het hierbij om meerdere dieren per groep. Ook door het publiek, met name door hengelaars op bootjes, worden de laatste jaren soms grote groepen Witsnuitdolfijnen gezien in het studiegebied (100 op 31 maart 1990; 25 op 7 november 1990; 20 op 20 december 1998; 50 op 10 januari 1999). Tijdens reguliere zeevogeltellingen van schepen werden echter nog nooit Witsnuitdolfijnen binnen de grenzen van mijnbouwwak Q4 gevonden. Op grond van waarnemingen aan de kust, door sportvissers en in een iets ruimer zee-

gebied tijdens vogeltellingen (Northridge *et al.* 1995), moet toch worden aangenomen, dat deze dolfijn een min of meer reguliere bezoeker is van Q4.

Voor zowel de Bruinvis als de Witsnuitdolfijn geldt, dat deze dieren in Q4 ongeveer aan de rand van hun normale verspreidingsgebied zitten. De aantallen die in het gebied voorkomen, kunnen op grond van de schaarse waarnemingen niet worden berekend, maar zullen in het algemeen niet hoog zijn. Bruinvissen bezoeken de Nederlandse kust vooral in het winterhalfjaar; in het voorjaar trekken ze vermoedelijk verder *offshore*, om te kalven (Addink & Smeenk 1999). Voor de Witsnuitdolfijn is opmerkelijk, dat de grotere groepen eveneens in het winterhalfjaar werden waargenomen. Winter en voorjaar lijken dus de seizoenen, waarin de meeste dieren het gebied aandoen. Ze zijn hierbij kwetsbaar voor olievlekken en zeer harde, plotselinge geluiden (bijvoorbeeld seismiek). Bruinvissen worden wel, Witsnuitdolfijnen niet door scheepvaart verstoord, dat wil zeggen dat Bruinvissen vaak vluchtgedrag vertonen als een schip tot op circa 300 meter nadert (eigen waarnemingen), terwijl de Witsnuitdolfijnen juist schepen opzoeken, waarbij ze kunnen reageren op afstanden groter dan 1 km. Reacties op flares zijn niet bekend, maar aangenomen wordt dat zeezoogdieren hieronder niet zullen lijden.



Figuur 24. Waarnemingen van Bruinvissen en Witsnuitdolfijnen vanaf schepen en vanaf de kust, 1972-99 (NZG Marine Mammal Database).

ZEEHONDEN

In mijnbouwwak Q4 komen twee soorten zeehonden voor, de Gewone Zeehond *Phoca vitulina* en de Grijze Zeehond *Halichoerus grypus*. Zeehonden verblijven niet permanent op zee, maar keren na foerageertrips steeds terug naar rustplaatsen aan land. In Nederland verblijven rustende zeehonden in de Waddenzee en in de Delta. Dieren uit Groot Brittannië kunnen eveneens eventueel mijnbouwwak Q4 bezoeken. Uit onderzoek aan zeehonden die werden uitgerust met satellietzenders is gebleken, dat Gewone Zeehonden foeragerend een gebied met een straal van ten minste 50 km kunnen bestrijken (vanuit de Waddenzee en Delta de Noordzee op; Brasseur (IBN-DLO) pers. comm.). Grijze Zeehonden hebben een nog groter bereik (Hammond & Fedak 1994). Met name jonge zeehonden kunnen lange zwerftochten maken. Er is dan ook uitwisseling

tussen dieren uit de Waddenzee en de Delta en zelfs tussen Nederland en Groot-Brittannië, bij beide soorten zeehonden (Reijnders *et al.* 1995, Brasseur & Reijnders 1996). Rond mijnbouwwak Q4 kunnen dus Gewone en Grijs Zeehonden voorkomen, afkomstig uit een zeer groot gebied. Hoge dichtheden zijn echter nooit vastgesteld. Op de dichtstbijzijnde rustplaatsen, rond het Marsdiep tussen Den Helder en Texel, leven nu ongeveer 50 Gewone en 25 Grijs Zeehonden, waarvoor Q4 binnen normaal foerageerbereik ligt, en deze aantallen dieren zijn stijgende. Over het gebruik van offshore-wateren door zeehonden is nog onvoldoende bekend: de detectie van zeehonden vanaf schepen tijdens standaard-vogeltellingen is bijzonder lastig gebleken, behalve onder bijzonder gunstige weersomstandigheden (Leopold *et al.* 1995), en de resultaten van vliegtuigtellingen of satellietzenders zijn nog onvoldoende beschikbaar.

Onderzoek naar de olie-gevoeligheid van zeehonden wees uit dat deze dieren vooral op de rustplaatsen kwetsbaar zijn (Davis & Anderson 1976, Geraci & St. Aubin 1990, Ekker *et al.* 1992). In het studiegebied bevindt zich één regelmatig gebruikte rustplaats (de Razende Bol) waar beide soorten voorkomen, maar deze locatie bevindt zich op 35 km afstand van het zoekgebied. Indien de effecten van een *spill* zich tot dit gebied zouden uitstrekken, is er naast het acute gevaar voor de hier rustende zeehonden vooral ook een probleem in de achterliggende westelijke Waddenzee te verwachten.

MACROFAUNA

Alleen de macrofauna-soorten die regelmatig in het studiegebied en op de stations gevonden zijn, worden hier gedetailleerd besproken. Omdat geen onderzoek bekend is over de effecten van (beperkte) morsingen van olie(achtige) componenten op macrobenthos, worden de resultaten van onderzoek naar de effecten van OBM-lozingen gebruikt. Aan de hand dat onderzoek, gedaan in de omgeving van OBM-lozingen in verschillende delen van de Noordzee, zal zoveel mogelijk worden aangegeven hoe gevoelig de verschillende soorten voor OBM-verontreiniging zijn. OBM-verontreiniging kan in dit geval gelijk worden gesteld aan olieverontreiniging, omdat bij genoemde onderzoeken de effecten van olie-concentraat kg^{-1} droog sediment bepaald is.

AMPHIPODA (VLOKREEFTEN)

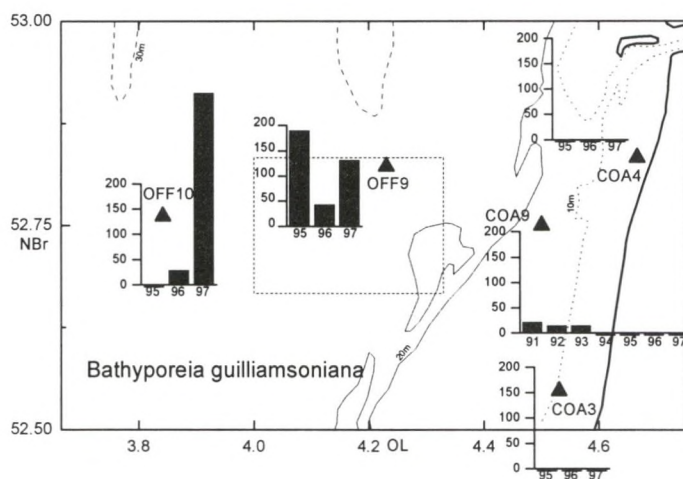
Verscheidene soorten van deze kleine (minder dan 1 cm) kreeftachtigen komen algemeen in het studiegebied voor. Met name de gravende soorten *Bathyporeia guilliamsoniana*, *B. elegans*, *Urothoe brevicornis* en *U. poseidonis* kunnen hoge dichtheden bereiken en worden hier afzonderlijk besproken.

Bathyporeia guilliamsoniana (Bate, 1858)

Deze soort van de familie Haustoriidae is een van de grotere vlokreeften (lengte tot 8 mm). *Bathyporeia guilliamsoniana* leeft meestal ingegraven in het zand, zich voedend met detritus en micro-organismen die van zandkorrels worden afgegraasd. Zijn voedingswijze kan dan ook geclassificeerd worden als een selectieve 'deposit-feeder'. Deze dieren kunnen zich ook zwemmend verplaatsen en op het NCP komt deze soort vooral in hoge dichtheden voor in het zuidelijke deel offshore van de Hollandse kust, dicht onder de Waddeneilanden en op de Doggersbank. Al deze gebieden hebben een bodem met een fijn tot middelfijn zandig sediment zonder slib. De dichtheden kunnen oplopen tot 600 m^{-2} (Holtmann *et al.* 1996b). De dichtheid van de vlokreeft in het studiegebied in verschillende jaren is weergegeven in Fig. 25. Hieruit blijkt dat de soort in de kustzone tot 20 m diepte nauwelijks voorkomt, maar in diepere gedeelten offshore heel algemeen kan zijn, waarbij de fluctuaties tussen de jaren groot kunnen zijn. De hoogste dichtheid van 380 m^{-2} werd in 1997 op OFF10 gevonden.

De soort wordt in de lijsten van Daan *et al.* (1990, 1994) niet genoemd onder de soorten die gevoelig zijn voor OBM-vervuiling. Dit wordt echter veroorzaakt doordat in die onderzoeken voornamelijk slibrijke gebieden zijn onderzocht waar *Bathyporeia* niet of nauwelijks voorkomt. Een

aanwijzing dat deze soort toch gevoelig is voor OBM-vervuiling is te vinden in Mulder *et al.* (1987). Uit de verspreiding van de verwante soort *B. elegans* rond een platform met een boorput (P6-B), blijkt dat nabij dit platform de dichtheden ernstig gereduceerd zijn (zie Fig. 8 in Mulder *et al.* 1987). Aangezien verschillen in levenswijze, bouw en verspreiding tussen *B. elegans* en *B. guilliamsoniana* zeer gering zijn, zijn wij van mening dat *B. guilliamsoniana* zeer waarschijnlijk ook als een gevoelige soort kan worden aangemerkt. Deze mening wordt versterkt doordat uit de literatuur (Oakden *et al.*, 1984) bekend is dat verschillende soorten binnen één familie vlokreeften (in dit geval de Phoxocephalidae) een hoge gevoeligheid voor bevuild sediment hebben en die plekken duidelijk mijden. Het is daarom goed mogelijk dat *B. guilliamsoniana* gevoelig voor OBM is, maar een hard bewijs is daar niet voor.



Figuur 25. Dichtheid van de vlokreeft *Bathyporeia guilliamsoniana* in de verschillende jaren op de vijf stations. Op de Y-as is het aantal m⁻² aangegeven. Een nulwaarde (niet aanwezig zijn) wordt weergegeven door een klein negatief balkje. Zie verder de uitleg bij Fig. 3.

Bathyporeia elegans Watkin, 1938

Deze soort, behorend tot de familie Haustoriidae, verschilt in morfologie slechts in details van *B. guilliamsoniana*: voedingswijze, gedrag en verspreidingsgebied zijn praktisch gelijk. *B. elegans* is echter nog algemener op het NCP en behoort tot de meest algemeen voorkomende macrobenthossoorten van het NCP (Holtmann *et al.* 1996b). Ook in het studiegebied komt de soort zeer algemeen voor op de stations OFF9 (100-400 m⁻²) en OFF10 (15 -1.300 m⁻²). In het kustgebied komt de soort echter praktisch niet voor (slechts één waarneming op station COA9). De soort komt niet op de lijst van voor OBM-gevoelige soorten voor (Daan *et al.* 1990, 1994) (zie echter de opmerking bij *B. guilliamsoniana*). Bij slechts één OBM-locatie (P6-B) werd deze soort in voldoende mate aangetroffen om de gevoeligheid voor OBM te kunnen onderzoeken. Gezien het verloop van de dichtheden op twee transecten van maximaal 5 km lang vanaf dit platform (Mulder *et al.* 1987) is duidelijk dat deze soort ook gevoelig voor OBM is. De dichtheden zijn namelijk op 500 m afstand of verder veel hoger dan dichterbij het platform (75 en 250 m afstand).

Megaluropus agilis Hoek, 1889

Van deze kleine (tot 5 mm) vlokreeft van de familie Melphidippidae is van de biologie weinig bekend. Toch is het een heel algemene soort op de diepere zandige delen van het NCP, met

uitzondering van de Doggersbank. De dichtheden kunnen oplopen tot 220 m^{-2} (Holtmann *et al.* 1996b). In het studiegebied komt de soort in het kustgebied zoals verwacht niet voor, op OFF9 in lage dichtheden ($0\text{-}15 \text{ m}^{-2}$), en op OFF10 in redelijke dichtheden ($15\text{-}120 \text{ m}^{-2}$). Deze soort staat niet vermeld op de lijsten van soorten die gevoelig zijn voor OBM. De enige aanwijzing dat deze soort minder gevoelig is voor OBM is de verspreiding van de soort rond platform P6-B (Tabel J in Mulder *et al.* 1987). Daarbij werden de hoogste aantallen (10 m^{-2}) vlakbij (75 m afstand) het platform gevonden.

Urothoe brevicornis Bate, 1862

Deze soort behoort evenals de *Bathyporeia* soorten tot de familie Haustoriidae. De bouw van deze maximaal 7 mm grote beestjes is nog robuuster dan die van *Bathyporeia*. Het zijn ware bulldozers, die goed kunnen graven en bovendien kunnen zwemmen. De voedingsgewoonte is vergelijkbaar met die van *Bathyporeia*. De verspreiding op het NCP is beperkt tot het zuidelijke gedeelte. Hier komt het in diep water op schone zandgronden zonder slib ter hoogte van de Hollandse en Zeeuwse kust voor. In ondiep water en vlakbij de kust komt de soort nauwelijks voor. De dichtheden kunnen oplopen tot 300 m^{-2} . In het studiegebied komt *U. brevicornis* alleen voor op OFF9 en OFF10. In 1995 werd het diertje hier helemaal niet aangetroffen. In de andere jaren varieerde de dichtheid van $15\text{-}59$ (OFF9) en van $29\text{-}190 \text{ m}^{-2}$ (OFF10). De gevoeligheid van *Urothoe* voor OBM is niet bekend. De gevonden aantallen tijdens het onderzoek van Mulder *et al.* (1987) zijn te laag en hebben bovendien slechts betrekking op één OBM-locatie, zodat geen uitspraak kon worden gedaan over de gevoeligheid voor OBM. De grote overeenkomst in levenswijze, bouw, verspreiding en het feit dat ze tot dezelfde familie behoren als de *Bathyporeia* species maken het aannemelijk dat de gevoeligheid dan ook overeenkomstig zal zijn.

Urothoe poseidonis Reibisch, 1905 - Bulldozerkreeftje

Deze soort komt in bijna alle opzichten overeen met de vorige. De verspreiding van de soort beperkt zich ook vrijwel tot het zuidelijk gedeelte van het NCP. De soort is echter veel algemener en komt vooral in hoge dichtheden onder de kust voor, waarbij de Waddenzee is inbegrepen. De dichtheden m^{-2} kunnen oplopen tot boven de 4.000 (Holtmann *et al.* 1996b). Het prefereert schone zandige sedimenten. In het studiegebied is de soort in alle bemonsterde jaren op de drie kuststations aangetroffen, en wel met een dichtheid die varieert tussen 15 en 890 m^{-2} . Op de offshore-stations is het niet zo regelmatig aanwezig. Op OFF9 werd het dier in 1996 niet gevonden en in de andere jaren met een dichtheid van maximaal 190 m^{-2} . Op OFF10 werd het Bulldozerkreeftje alleen in 1996 gevonden met een dichtheid van 44 m^{-2} . Wat de gevoeligheid voor OBM betreft geldt hetzelfde als voor *U. brevicornis*.

Andere Amphipoda soorten

De andere in het studiegebied aangetroffen vlokreeften, namelijk *Ampelisca brevicornis*, *Atylus falcatus*, *A. swammerdami*, Caprellidea, *Harpinia antennaria*, *Microprotopus maculatus*, *Periculodes longimanus*, *Pontocratus altamarinus*, *Synchelidium maculatum* en *Tryphosella sarsi*, kwamen zo sporadisch voor dat een aparte bespreking per soort niet zinvol is. Behalve van *Harpinia antennaria*, die tot de gevoeligste soorten voor OBM behoort (Daan *et al.* 1994), is van de andere soorten wat betreft OBM-gevoeligheid niets bekend.

OVERIGE CRUSTACEA (KREEFTACHTIGEN)

Naast de vlokreeften werd een zevental andere kreeftachtigen in het studiegebied aangetroffen. De meeste daarvan kwamen slechts sporadisch voor. Dit zijn de echte krabben (*Corystes cassivelaunus* en *Thia scutellata*), de aasgarnalen *Gastrosacus spinifer* en *Lophogaster typicus*, en de

Cumacea *Diastylis bradyi* en *Pseudocuma similis*. Alleen de Cumacea *Pseudocuma longicornis* kwam voldoende algemeen voor om apart behandeld te worden (Tabel 6).

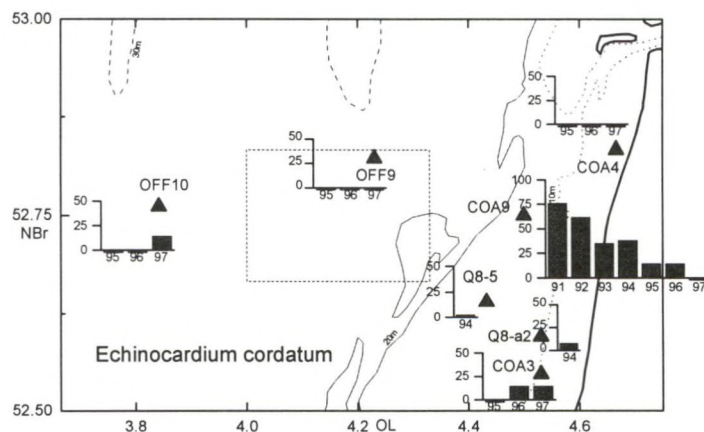
Pseudocuma longicornis (Bate 1858)

Dit kleine komma-kreeftje leeft meestal ingegraven in de bodem, en voedt zich met detritus en organisch materiaal. Het is echter ook een goede zwemmer en in bepaalde tijden kan het ook in het plankton worden aangetroffen. Op het NCP kan het zowel vlakbij de kust als midden op de Noordzee (Bruine Bank) in behoorlijke dichtheden (tot 400 m⁻²) voorkomen in fijn tot middel fijn zand. In het studiegebied komt het alleen op OFF10 in elk gemonsterd jaar voor met dichtheden van 15-44 m⁻². Op OFF9 komt het weliswaar in één jaar (1995) in hoge dichtheid voor (249 m⁻²), maar werd het in de andere jaren niet aangetroffen. In COA9 werd het diertje in vier van de zeven jaren gevonden, met als hoogste dichtheid 102 m⁻². Op COA3 is het slechts eenmaal aangetroffen in lage dichtheid en op COA4 werd het helemaal niet aangetroffen. De gevoeligheid van *P. longicornis* voor OBM is onbekend. Ook in het onderzoek van Mulder *et al.* (1987) bij platform P6-B werd deze soort in onvoldoende mate aangetroffen om een trend te kunnen afleiden. Ook van andere Cumacea soorten is de OBM-gevoeligheid niet bekend.

ECHINODERMATA (STEKELHUIDIGEN)

Echinocardium cordatum (Pennant, 1777) - Hartegel

De Hartegel *Echinocardium cordatum* komt op het gehele NCP algemeen voor, zowel in modderige als zandige gebieden (Holtmann *et al.* 1996). In zandig gebied is de groei van individuen veel sneller dan in gebieden met modderige bodems (Duineveld & Jenness 1984), maar de fluctuaties in dichtheden lijken in een zandig milieu groter. De soort leeft ingegraven in het sediment en is door zijn graafwerkzaamheden en zijn voedingsgewoonte een belangrijke bioturbator (sediment-omwoeler). Hij voedt zich met voedseldeeltjes op en in het sediment. Het voorkomen in het studiegebied is weergegeven in Fig. 26 en hierin zijn ook gegevens van het onderzoek van Daan & Mulder (1996) bij de productieplatform Q8-A2 en boring Q8-5 verwerkt. Op het station OFF9 werden tot nu toe gedurende het BIOMON onderzoek geen volwassen exemplaren aangetroffen. Wel werden hier in het jaar 1995 behoorlijke hoeveelheden juvenielen aangetroffen, namelijk 219 m⁻². Ditzelfde was het geval op station OFF10, waar er zelfs 966 m⁻² werden aangetroffen.



Figuur 26. Dichtheid van de Hartegel (*Echinocardium cordatum*) in de verschillende jaren op de vijf stations en bij twee productieplatforms. Op de Y-as is het aantal m⁻² aangegeven. Een nulwaarde (niet aanwezig zijn) wordt weergegeven door een klein negatief balkje. Zie verder de uitleg bij Fig. 3.

Op station COA9 was de soort het meest algemeen, maar in de loop der jaren daalde het aantal, met als dieptepunt het jaar 1997. Deze daling in aantallen over de laatste jaren werd in de gehele kustzone gevonden (Holtmann *et al.* 1998). Of dit een natuurlijke fluctuatie is of veroorzaakt wordt door andere factoren is niet te zeggen. Van de tot nu toe onderzochte macrobenthossoorten lijkt *Echinocardium cordatum* (Hartegel) één van de gevoeligste soorten voor vervuiling met boor-spoeling te zijn: verlaagde dichtheden werden gevonden op een locatie waar 13 jaar geleden een lozing van 26 ton basis-olie had plaatsgevonden (een voor die tijd relatief kleine hoeveelheid; Daan *et al.* 1996).

Andere soorten Echinodermata

Andere stekelhuidigen werden slechts onregelmatig in kleine dichtheden en meestal alleen als juveniel in het studiegebied aangetroffen. Van de slangsterren werden enkele malen (1993 en 1994) juveniele *Amphiura*'s op COA9 aangetroffen, maar eigenlijk hoort deze soort niet in dit zandige gebied thuis. Dit geldt wel voor de *Ophiura*'s. Maar zowel *Ophiura albida*, *O. ophiura* als juvenielen werden onregelmatig en in lage dichtheden in het studiegebied aangetroffen. Van de Gewone Zeester *Asterias rubens* werden alleen juvenielen op station COA9 gevonden. Deze bewegelijke grote epifaunasoort kan heel algemeen zijn in rijke visgebieden, maar wordt door de bodemhapper kwantitatief niet goed bemonsterd. Uitspraken over de dichtheid kunnen dus aan de hand van de BIOMON-getallen niet gedaan worden.

MOLLUSCA (WEEKDIEREN)

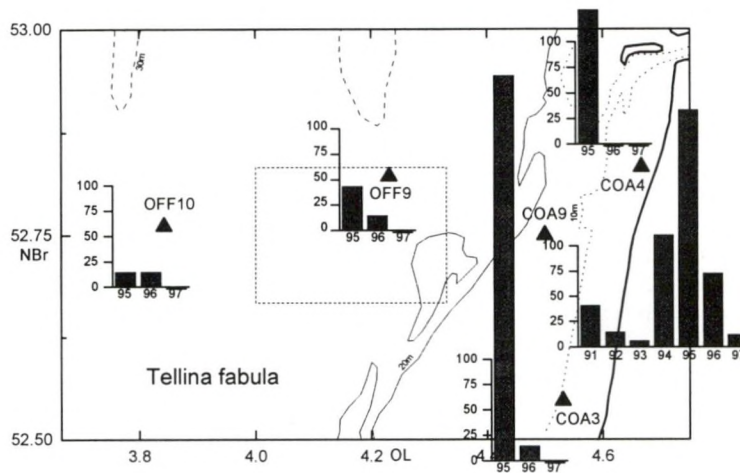
Tellina fabula Gmelin, 1791 - Rechtsgestreepte Platschelp

Deze tot 2 cm grote tweekleppige is algemeen op het NCP in gebieden met fijn en middel fijn zand, en komt vooral langs de kust, op de Bruine Bank, de Breeveertien en ten noorden van de Waddeneilanden voor. Gebieden met veel slib of grof zand worden gemeden (Holtmann *et al.* 1996). De soort leeft ingegraven en kan zowel voedseldeeltjes uit het water opnemen (filter-feeding) als van de bodem opzuigen (deposit-feeding). In het studiegebied is het de meest algemene soort van alle tweekleppigen. Het voorkomen is weergegeven in Fig. 27. Daaruit blijkt dat de soort vooral op de kuststations hoge dichtheden kan bereiken (COA3 in 1995 met 380 m^{-2}), maar tevens dat het aantal per jaar sterk kan variëren. Het jaar 1997 is een jaar waarbij maar weinig van deze platschelpen werden aangetroffen. In de kustzone is vanaf 1985 een daling te bemerken in de aantallen; in andere delen van het NCP is dat statistisch nog niet aangetoond (Holtmann *et al.* 1998). De biomassa volgt over het algemeen het dichtheidsverloop. Alleen op de offshore-stations blijken de biomassa's steeds zeer laag te zijn, wat betekent dat hier alleen juveniele exemplaren zijn aangetroffen. Ditzelfde geldt voor 1994 op COA9. *T. fabula* staat bekend als een OBM-gevoelige soort (Tabel 12). Van vijf platforms waar OBM-vervuiling was opgetreden en de soort in voldoende aantallen voorkwam, werd in vier gevallen een statistisch significante achteruitgang nabij de platforms geconstateerd (Daan *et al.* 1990).

Ensis soorten

Deze grote schelpen zijn in bodemhappen meestal in lage dichtheden aanwezig. Door hun grote biomassa kunnen ze toch op sommige stations als belangrijke soort worden aangemerkt. Sinds de jaren 80 heeft de nieuwkomer *Ensis americanus* (Amerikaanse Zwaardschede) zich massaal uitgebreid in de Waddenzee en in de kustwateren. In het studiegebied is deze soort alleen te vinden in de kuststations. Op COA3 werden zelfs hoge dichtheden gevonden van relatief grote exemplaren (tot 234 m^{-2} en een biomassa tot 170 g m^{-2}). Op COA4 werden alleen juvenielen gevonden en op COA9, het kuststation dat het verst van de kust ligt, werd de soort slechts eenmaal aangetroffen. Op de offshore-stations werd alleen op OFF9 in de laatste 2 jaar een *Ensis* aangetroffen, namelijk *E. arcuatus* met een biomassa van 35 tot 43 g m^{-2} . Tijdens het Boorspoelings Onderzoek werd

Ensis niet of in te lage dichtheden gevonden om uitspraken te doen over de gevoeligheid voor OBM (Daan *et al.* 1990, 1996, Mulder *et al.* 1987).



Figuur 27. Dichtheid van de Rechtsgestreepte Platschelp (*Tellina fabula*) in de verschillende jaren op de vijf stations. Op de Y-as is het aantal m⁻² aangegeven. Een nulwaarde (niet aanwezig zijn) wordt weergegeven door een klein negatief balkje. Zie verder de uitleg bij Fig. 3.

Montacuta ferruginosa (Montagu, 1808) - Zeeklitschelpje

Deze kleine schelpensoort (maximaal 9 mm lang) komt vooral ten zuiden van de Oestergronden en ten noorden van de Bruine Bank en Breeveertien voor. Ook bij Zeeland en voor de kust van Hoek van Holland zijn ze in hoge dichtheden gevonden. Deze soort leeft commensaal met de Hartegel *Echinocardium cordatum*, en is een filterfeeder. Zonder de zeeëgel kan het schelpje wel overleven, maar is groei duidelijk vertraagd (Holtmann *et al.* 1996). In het studiegebied is de soort alleen op de kuststations gevonden, met name op COA9. In de jaren 1991-1994 werden hier hoge dichtheden genoteerd tot 354 m⁻². In de laatste jaren is het aantal echter drastisch gedaald tot 30 m⁻² en in 1997 werd de soort hier niet meer teruggevonden. In datzelfde jaar werd *M. ferruginosa* wel in lage dichtheden op de andere twee kuststations gevonden. Wat biomassa betreft draagt deze soort niet veel bij aan de totale macrofauna-biomassa. *M. ferruginosa* staat boven aan de lijst van de voor OBM-gevoelige soorten. Deze gevoeligheid kan echter ook indirect zijn, aangezien de soort in zijn verspreiding bijna geheel afhankelijk is van grote hartegels (*Echinocardium*) (Daan *et al.* 1994). Wanneer de Hartegel, die heel gevoelig is voor OBM verdwijnt, zal de dichtheid van *Montacuta* ook sterk afnemen. Bij vergelijking van de verspreiding van de twee soorten is de opvallende overeenkomst duidelijk. De teruggang van *Echinocardium* op COA9 is gelijk aan die van *Montacuta*.

Mysella bidentata (Montagu, 1803) - Tweetandschelp

Dit schelpje is nog veel kleiner dan de vorige soort (maximaal 3 mm). Deze soort kan commensaal met verschillende dieren leven, maar kan ook goed zonder. Op het NCP komt het vooral in gebieden met slib voor, zoals de Oestergronden, plaatselijk langs de kust en in de Waddenzee. Dichtheden tot bijna 1.900 m⁻² zijn gevonden (Holtmann *et al.* 1996). *Mysella* is een filterfeeder. In het studiegebied komt de soort net als *Montacuta* bijna uitsluitend op COA9 voor: in de jaren 1991-1993 in lage dichtheden (tot 20 m⁻²) en dan met een piek van 570 m⁻² in 1994 die langzaam afloopt tot 1997 met nul exemplaren. *Mysella bidentata* behoort ook tot de voor OBM-gevoelige soorten

(Tabel 12). Bij 8 van de 9 OBM-locaties waar *Mysella* in voldoende dichtheden voorkwam kon een duidelijke achteruitgang van het voorkomen bij een platform worden geconstateerd (Daan *et al.* 1994).

Spisula subtruncata (Da Costa, 1778) - Halfgeknotte Strandschelp

Deze middelgrote schelpensoort heeft op het NCP zijn belangrijkste verspreidingsgebied dicht onder de kust, en kan daar dichte banken vormen die een belangrijke voedselbron voor o.a. Zwarte Zee-eenden vormen. Sinds de jaren '90 wordt er ook commercieel op gevestigd. In de rest van de Noordzee komt de soort praktisch niet voor. De soort is een filterfeeder, die slechts ondiep ingegraven leeft. In het studiegebied wordt de soort ook uitsluitend op de kuststations, met name COA9 en COA3, gevonden. Op COA3 komt de soort wel regelmatig voor maar meestal alleen juvenielen met een hoogste dichtheid van 483 m^{-2} en biomassa van $2,2 \text{ g m}^{-2}$. Op COA9 echter kan de soort in enorme dichtheden voorkomen (5.000 m^{-2} , zowel in 1991 als 1996) afgewisseld met een enkel slap jaar (1995 met maar 44 m^{-2}). De biomassa kan oplopen tot boven de 200 g m^{-2} . Op geen van de onderzochte OBM-locaties werd *Spisula* in voldoende mate aangetroffen om een uitspraak te kunnen doen over de gevoeligheid van deze soort voor OBM-vervuiling. De soort kan zich echter goed handhaven op plekken met een rijke organische depositie.

Andere tweekleppigen

Veel soorten werden slechts enkele malen of slechts op één station gevonden. Dit zijn de volgende soorten: *Abra alba*, *Angulus tenuis*, *Donax vittatus*, *Macoma balthica*, *Macra corallina* en *Spisula elliptica*. Daarom worden deze soorten hier verder niet in detail behandeld. Alleen van de eerste soort is bekend dat ze een zekere gevoeligheid voor OBM heeft (Tabel 12).

Lunatia alderi (Forbes, 1838) - Glanzende Tepelhoorn

Dit is de enige slak die in het studiegebied is aangetroffen. Op het NCP komt de soort vooral ten noorden van de Bruine Bank en noordelijk van de Waddeneilanden voor en verder op de zuidelijke Doggersbank en voor de Zuid-Hollandse kust. Er zijn dichtheden van bijna 400 m^{-2} gevonden (Holtmann *et al.* 1996). Het is een echte vleeseter, die schelpen aanboort en daarna leegraspt. In het studiegebied werden onregelmatig op stations OFF9, OFF10 en COA9 vrijwel uitsluitend juvenielen gevonden in relatief lage dichtheden (max. 30 m^{-2}). Alleen in 1991 werden op COA9 50 exemplaren m^{-2} met een biomassa van $1,6 \text{ g m}^{-2}$ gevonden. In 1997 werden helemaal geen tepelhorrens op de stations gevonden. Dit slakje vertoont ook een zekere gevoeligheid voor OBM (Tabel 12). Van de 6 onderzochte OBM-locaties waar de soort in de omgeving in voldoende mate werd aangetroffen, kon bij 4 een achteruitgang van de soort worden geconstateerd (Daan *et al.* 1990).

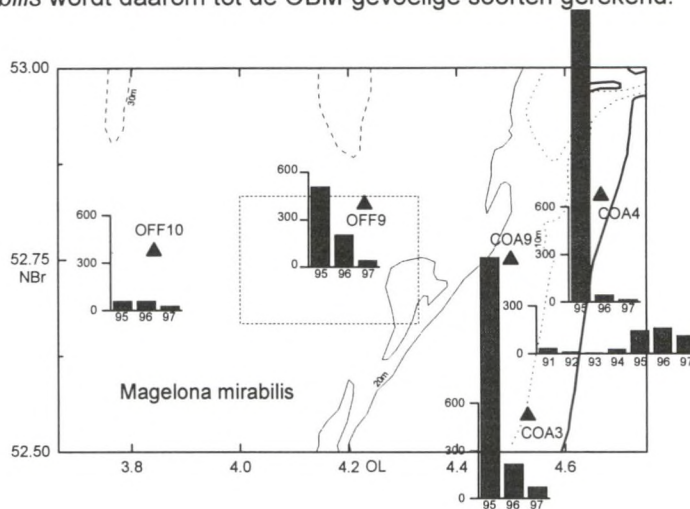
POLYCHAETA (BORSTELWORMEN)

Borstelwormen vormen een belangrijk deel van het macrobenthos. Meestal zijn ze wat dichtheid en diversiteit betreft de dominante groep. Ook in het studiegebied nemen ze met 27 soorten bijna de helft in van het totaal aantal gevonden soorten. Veel soorten werden slechts enkele malen of maar op één station gevonden. Dat zijn de volgende soorten die hier niet verder behandeld zullen worden: *Anaitides groenlandica*, *Anaitides maculata*, *Anaitides mucosa*, *Anaitides rosea*, *Aricidea minuta*, *Autolytus spec.*, *Eteone longa*, *Exogone hebbes*, *Harmothoe spec.*, *Harmothoe glabra*, *Harmothoe lunulata*, *Heteromastus filiformis*, *Lanice conchilega*, *Nephtys caeca*, *Nereis longissima*, *Ophelia limacina*, *Orchomene nana* en *Sthenelais boa*. Alleen van *Harmothoe* en *Lanice conchilega* is bekend dat ze gevoelig zijn voor OBM (Tabel 12). *Anaitides groenlandica* en *Nereis longissima* worden door Daan *et al.* (1990) vermeld als opportunisten. Deze opportunistische soorten zijn normaal vrij zeldzaam, maar kunnen floreren, zo gauw de meeste andere soorten verdwijnen. Hun voorkomen vormt meestal een sterke aanwijzing voor een organische verrijking van de bodem. Bij

OBM-locaties kunnen ze dan ook in verhoogde dichtheden gevonden worden. Op de andere soorten zal in meer of mindere mate in detail worden ingegaan.

Magelona mirabilis (Johnston, 1865)

Deze borstelworm, die meestal onder de naam *Magelona papillicornis* (non Müller) bekend is, kan bijna overal op het NCP gevonden worden, maar vooral in een strook ten zuiden en oosten van de Oestergronden en voor de Noord-Hollandse kust. Zeer hoge dichtheden kunnen boven de Waddeneilanden voorkomen, zelfs tot bijna 13.000 m⁻² (Holtmann *et al.* 1996). Fijne zanden worden geprefereerd. De gevonden exemplaren zijn meestal maar enkele centimeters groot, maar de soort kan meer dan 10 cm lang worden (Hartmann-Schröder 1996). Met zijn twee lange tentakels vist de worm voedseldeeltjes uit het water of 'likt' die van het sediment. In het studiegebied is het naast de vlokreeft *Urothoe poseidonis* de meest algemene soort. De verspreiding is weergegeven in Fig. 28. Hieraan is te zien dat de soort vooral in 1995 hoge dichtheden bereikte op de stations COA3, COA4 en OFF9 met een maximum van 1.840 m⁻². Ook blijkt dat de aantallen van jaar tot jaar sterk kunnen verschillen. Volgens Holtmann *et al.* (1996: Fig. 12-13) is er echter geen sprake van een duidelijke achteruitgang van de soort in het kustgebied en offshore. In 80% van de onderzochte OBM-locaties (5x), en waar deze soort in de buurt in voldoende mate voorkwam, werd een significant lagere dichtheid van *Magelona* bij het platform gevonden. *M. mirabilis* wordt daarom tot de OBM-gevoelige soorten gerekend.



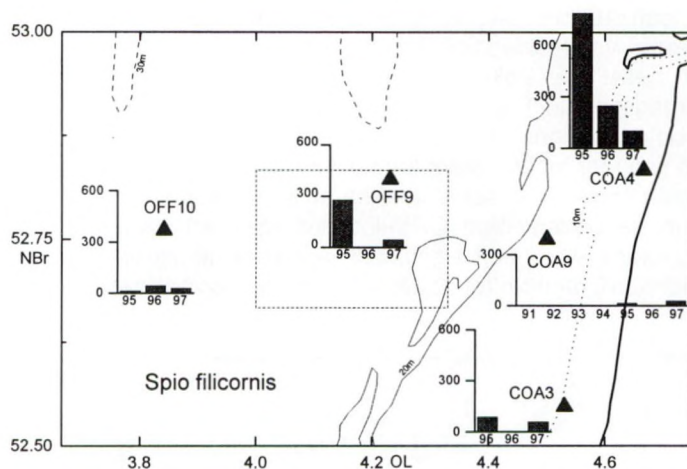
Figuur 28. Dichtheid van de polychaet *Magelona mirabilis* in de verschillende jaren op de vijf stations. Op de Y-as is het aantal m⁻² aangegeven. Zie verder de uitleg bij Fig. 3.

Spio filicornis (O.F. Müller, 1766)

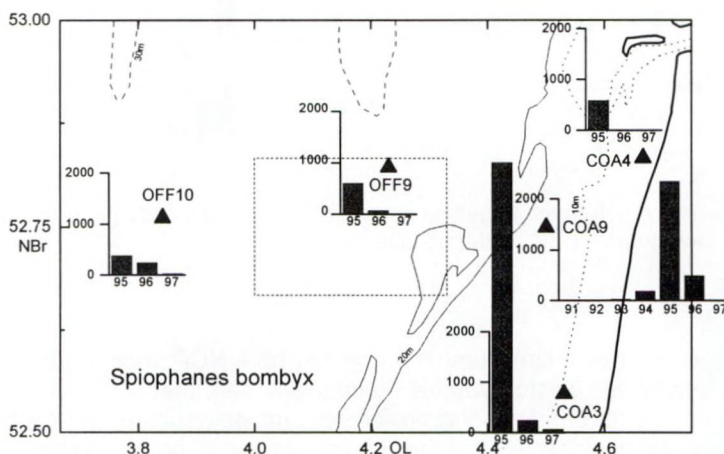
Deze kleine dunne worm (tot 3 cm) komt bijna op het hele NCP voor, maar vooral bij de Bruine Bank, de Breeveertien en ten westen van de Waddeneilanden, met soms dichtheden tot boven de 2.000 m⁻² (Holtmann *et al.* 1996). De soort prefereert zandige gebieden en voedt zich door met de twee lange tentakels voedseldeeltjes van het bodemoppervlak op te pikken. In het studiegebied komt de soort redelijk algemeen verspreid voor (Fig. 29). Vooral op COA4 bereikt het behoorlijke dichtheden (tot 790 m⁻²). Deze soort wordt door Daan *et al.* (1990) als een opportunistische soort bestempeld, omdat enkele malen verhoogde dichtheden werden aangetroffen bij platforms met OBM-vervuiling. De soort heeft een zekere mate van tolerantie t.o.v. OBM en kan door de geringe competitie- en predatiedruk door afwezigheid van OBM-gevoelige dieren floreren.

Spiophanes bombyx (Claparède, 1870)

Deze soort is wat morfologie en verspreiding op het NCP betreft te vergelijken met *Spio filicornis*. De soort is nog algemener en kan zelfs dichtheden bereiken van 30.000 m⁻² (Holtmann *et al.* 1996). In het studiegebied is de verspreiding in tijd en plaats nogal onregelmatig (Fig. 30). De hoogste dichtheden (> 5.000 m⁻²) werden bereikt op COA 3. *S. bombyx* is echter wel een soort die in zekere mate gevoelig is voor OBM. In 50% van de OBM-locaties waar *Spiophanes* voorkwam werd een negatief effect op de dichtheid van de soort gevonden (Tabel 12).



Figuur 29. Dichtheid van de polychaet *Spio filicornis* in de verschillende jaren op de vijf stations. Op de Y-as is het aantal m⁻² aangegeven. Zie verder de uitleg bij Fig. 3.



Figuur 30. Dichtheid van de polychaet *Spiophanes bombyx* in de verschillende jaren op de vijf stations. Op de Y-as is het aantal m⁻² aangegeven. Zie verder de uitleg bij Fig. 3.

Capitella capitata (Fabricius, 1780) - Slangpier

De verspreiding van deze kleine soort beperkt zich tot de kustzone met inbegrip van de Waddenzee en de Zeeuwse Delta. Deze opportunistische soort prefereert vooral sterk organisch verrijkte bodems die zelfs enige tijd zuurstofloos mogen zijn. In de rest van het NCP wordt de Slangpier normaal niet aangetroffen. Deze polychaet is een 'deposit-feeder'. In het studiegebied is de soort uitsluitend op de kuststations aangetroffen. Op het verst van de kust afgelegen kuststation COA9 komt de soort over de jaren onregelmatig voor. Op de twee andere kuststations is het voorkomen heel regelmatig, zij het in relatief lage dichtheden (max. 117 m^{-2}). Dit is een zeer opportunistische soort. Zo gauw een gebied vervuild raakt met organisch materiaal waardoor de meeste andere soorten verdwijnen, kan deze soort floreren. De soort is dan ook in hoge mate indicatief voor een organische verrijking van het sediment. Dit is ook het geval in met OBM-vervulde gebieden. Bij vier locaties met door OBM zwaar vervulde bodems werd *C. capitata* in verhoogde aantallen aangetroffen (Daan *et al.* 1990).

Chaetozone setosa (Malmgren, 1867)

Deze polychaet komt op het hele NCP in relatief lage dichtheden voor. Het is een 'deposit-feeder'. In het studiegebied komt het in onregelmatig lage dichtheden voor op de offshore-stations. Op COA9 bereikt het in goede jaren een dichtheid van meer dan 50 m^{-2} . Volgens Daan *et al.* (1994) is dit ook een OBM-gevoelige soort (Tabel 12).

Nephtys cirrosa Ehlers, 1868

Deze tot 10 cm grote soort komt op het NCP vooral in het zuidelijke deel en uit de kust voor, met soms dichtheden tot bijna 400 m^{-2} . De worm is een rover die van kleine organismen leeft. Fijn tot grof schoon zand wordt geprefereerd als leefgebied. In het studiegebied komt de soort in lage dichtheden op de offshore-stations voor ($15\text{-}90 \text{ m}^{-2}$). Op COA9 werd de soort in alle jaren aangetroffen, behalve in 1997. De hoogste dichtheid werd hier in 1991 bereikt met 143 m^{-2} . Er zijn geen gegevens bekend over de gevoeligheid voor OBM. Van een verwante soort *Nephtys hombergii* is wel bekend, dat deze gevoelig voor OBM is.

Nephtys hombergii Savigny, 1818

Deze grote borstelworm is op het NCP algemeen vlak langs de kust, in de Waddenzee en Zeeuwse Delta, maar ook in het zuidelijk deel van de Doggersbank (Holtmann *et al.* 1996). Net als *N. cirrosa* is het een carnivoor. Deze soort prefereert echter zandige gebieden met een zeker gehalte aan slib. In het studiegebied werd de soort dan ook alleen op de kuststations aangetroffen. Op COA3 en COA4 in dichtheden van 15 tot 117 m^{-2} , en op COA9 zeer onregelmatig en dan in lage dichtheden. Voor deze soort is gevoeligheid voor OBM aangetoond (Tabel 12). Bij zeven platforms met OBM-vervuiling werden duidelijk lagere aantallen gevonden dan in de omgeving (Daan *et al.* 1994).

Pectinaria koreni Malmgren, 1865

Deze kokerworm werd alleen in lage dichtheden op COA3, COA4 en COA9 gevonden. Alleen in 1995 werden er 219 m^{-2} op COA3 gevonden. In 1997 werden helemaal geen exemplaren gevonden. De gevoeligheid voor OBM is niet bekend.

Scolelepis bonnierii (Mesnil, 1896)

Ook deze polychaet werd slecht sporadisch in lage dichtheden aangetroffen, en wel op OFF9, OFF10 en 2 keer op COA9. Van de gevoeligheid voor OBM is niets bekend.

Scoloplos armiger (O.F. Müller, 1776) - Wapenworm

De Wapenworm komt bijna op het hele NCP voor. Hoge dichtheden komen vooral langs de kust, in de Waddenzee en de Zeeuwse Delta voor. Het is een '*deposit-feeder*' die zich in allerlei sedimenten thuisvoelt (Holtmann *et al.* 1996). In het studiegebied is het ook een algemene verschijning met uitzondering van COA4 waar de worm niet werd aangetroffen. Op de andere stations werd de soort in de laatste 3 jaren steeds aangetroffen in dichtheden van 15 tot 219 m⁻². Ook van *S. armiger* zijn geen gegevens bekend over de gevoeligheid voor OBM.

OVERIGE GROEPEN MACROBENTHOS

Buiten de Crustacea, Mollusca, Echinodermata en Polychaeta werden nog enkele vertegenwoordigers van andere diergroepen in het studiegebied aangetroffen. Zo werden er enkele keren zeeanemonen en een keer Oligochaeta en Phoronida aangetroffen. Nemertijnen, een soort slijmerige wormen, kwamen iets regelmatig voor, maar steeds in lage dichtheden. Op COA9 werden ze wel bijna ieder jaar aangetroffen, maar de maximale dichtheid kwam niet boven de 50 m⁻². De gevoeligheid voor OBM is voor deze groep niet bekend.

DISCUSSIE

ZEEVOGELS

Het mijnbouwwak Q4 is voor geen van de daar voorkomende soorten zeevogels van cruciaal belang: als regel zijn de dichtheden in dit gebied niet bijzonder hoog en klein ten opzichte van de totale betrokken populaties. Wel kunnen sommige soorten tijdelijk in belangrijke aantallen het gebied benutten, met name op de doortrek (Dwergmeeuw, Grote Jager), en foerageren 's zomers belangrijke aantallen volwassen Kleine Mantelmeeuwen in het gebied. Het is niet zo, dat er bij een incident zonder meer kan worden uitgegaan van aantallen vogels, die *gemiddeld* in het gebied verblijven. Voor veel soorten geldt, dat de aantallen op zee in korte tijd drastisch kunnen wijzigen, afhankelijk van (massale) verplaatsingen door wind, doortrek, of een zich plotseling aandoende goede mogelijkheid tot foerageren. Mocht er zich ooit een incident voordoen waarbij een olievlek wordt geproduceerd, dan is het van groot belang de actuele situatie vast te stellen, waarbij de hier gepresenteerde data weliswaar richtinggevend kunnen zijn, maar getoetst dienen te worden aan de dan heersende omstandigheden. Afhankelijk van het type en vooral de vluchtigheid van een in zee geloosde of gemorste substantie kan een vervuiling zich over verrassend grote afstanden verplaatsen, zoals herhaaldelijk gebleken is bij lozingen van uiteenlopende stoffen zoals palmolie (Dover-Texel), ruwe olie (Bruine Bank-Texel), poly-isobutyleen (Zeeland-kop van Noord-Holland) en verscheidene gevallen met brandstofolie in de zuidelijke Noordzee en in de Duitse Bocht (Anon. 1975, Anon. 1982, Hartwig & Dahlmann 1984, Dahlmann 1985, Camphuysen 1989, Leopold & Camphuysen 1992, Camphuysen *et al.* 1999, Camphuysen & Heubeck *in press*). Daarom zijn niet alleen de risico's voor het dierlijk leven ter plaatse van betekenis, maar ook die van concentraties op enige afstand. Het is onmogelijk om op voorhand een absolute grens te trekken tot waarop een vervuiling waarschijnlijk nog wel of beslist niet meer schadelijke effecten kan hebben. Ten aanzien van (olie) verontreiniging is vooral de kustzone van belang, waar de avifauna rijker is en de dichtheden eenden, meeuwen en sterns veel hoger zijn dan bijvoorbeeld in Q4. Met name concentraties zee- en Eidereenden in de kuststrook zijn kwetsbaar voor (olie)verontreiniging. Concentraties eenden komen echter niet ieder jaar voor de kust van Noord-Holland voor en actuele kennis van het al dan niet voorkomen van dergelijke groepen eenden is bij een calamiteit daarom van het grootste belang.

Ten aanzien van de trekvogels kan worden opgemerkt dat de aantallen die hier *zichtbaar* passeren lager zijn dan dicht bij de kust, maar dat de werkelijke trekstromen op grotere hoogten even sterk zijn als in de kuststrook (Buurma 1987). Over Q4 trekt een aantal 'risico-soorten' voor

aantrekking door een 'flare' in zeer grote aantallen door. Dit betreft verschillende soorten steltlopers en zangvogels en in mindere mate ook waterwild en roofvogels. Ook hiervoor geldt, dat de situatie (het 'vogelaanbod') sterk in de tijd varieert, evenals de weersomstandigheden, die bepalen of passerende vogels überhaupt kwetsbaar zijn.

Over verstoring door scheepvaart en helikopters, betrokken bij het plaatsen en de aanwezigheid van de winnings-installaties, kan worden vastgesteld dat deze in mijnbouwwak Q4 zelf niet bijzonder groot zal zijn, vergeleken met de reeds aanwezige schepen en helikopters in dit zeegebied. Wel kan wellicht rekening gehouden worden met eventuele verstoringgevoelige concentraties vogels en zeezoogdieren in de omgeving van Q4, met name in de kuststrook (zee-eenden, zeehonden). Groepen eenden zitten op jaarlijks wisselende locaties, die van tevoren bepaald en vervolgens gemeden kunnen worden. Als alternatief kan worden volstaan met het kiezen van een zeewaartse route voor 'suppliers', wanneer eenmaal het Schulpengat bij Den Helder, of de IJgeul bij IJmuiden verlaten is.

Omdat het bij de geplande activiteiten in Q4 gaat om exploitatie, dus om een permanente opstelling, zijn er weinig mogelijkheden om het 'ecologisch minst kwetsbare alternatief' te kiezen, waar het gaat om de timing van de activiteiten. Alleen het eventuele flaren van gas kan in de tijd worden gestuurd, waarbij het aanbeveling verdient het flaren vooral overdag te laten gebeuren, en zo mogelijk, niet tijdens de voor- of najaarstrek.

ZEEZOOGDIEREN

Het studiegebied ligt binnen het areaal van de vier meest talrijke zeezoogdieren van Nederland, maar ook hiervoor geldt, dat er geen aanwijzingen zijn, dat het gebied voor hen van bijzondere betekenis is. Toch zijn niet alleen de risico's voor het dierlijk leven ter plaatse van betekenis, maar ook die van zeezoogdieren in omringende gebieden, omdat op voorhand geen absolute grens getrokken kan worden tot waarop een activiteit of incident waarschijnlijk nog wel of beslist niet meer schadelijke effecten kan hebben. In het hier besproken gebied is het alleszins redelijk om de risico's voor zeezoogdieren dicht onder de Noord-Hollandse kust bij de afwegingen te betrekken. Over verstoring door scheepvaart en helikopters, betrokken bij het plaatsen en de aanwezigheid van de winnings-installaties, kan worden vastgesteld dat deze in mijnbouwwak Q4 zelf niet bijzonder groot zal zijn, vergeleken met de reeds aanwezige schepen en helikopters in dit zeegebied. Wel kan wellicht rekening gehouden worden met eventuele verstoringgevoelige concentraties zeezoogdieren in de omgeving van Q4, met name in de kuststrook (zeehonden).

MACROFAUNA

Het studiegebied is niet bijzonder rijk aan macrofauna. Elk van de aangetroffen soorten heeft een veel groter verspreidingsgebied dan het studiegebied en al de soorten komen min of meer algemeen voor in de Noordzee. De populatie in het studiegebied vormt dus maar een klein deel van de hele populatie. Enkele soorten kunnen hoge dichtheden met een daarbij behorende hoge biomassa bereiken in de kustzone. *Spisula subtruncata* is daar een voorbeeld van. In het mijnbouwwak Q4 is wat betreft dichtheid en biomassa de worm *Magelona mirabilis* de belangrijkste soort, maar in het gebied boven de Waddeneilanden worden veel hogere aantallen aangetroffen. Hieruit blijkt dat het studiegebied niet de toplocatie voor deze soort is. Het gebied is wel een belangrijk gebied voor de visserij en de macrofauna ter plaatse vormt dus kennelijk wel een belangrijke voedselbron voor vissen.

De schadelijke effecten voor het macrobenthos veroorzaakt door gaswinning kunnen onderscheiden worden in drie categorieën:

- (1) verstoring van de bodem door het lozen van Water Based Muds (WBM) boorgruis
- (2) verontreiniging van de waterkolom door gassen en/of olie(achtige) componenten
- (3) verontreiniging van de bodem door oliehoudend materiaal

(1) Bij het lozen van schoon WBM-boorgruis zal altijd een effect optreden. Een gedeelte van de bodem wordt bedekt door dit boorgruis en zal de macrofauna begraven en voor een groot gedeelte verstikken. Dit effect blijft echter zeer lokaal en beperkt zich (bij de gedane onderzoeken) tot een straal van minder dan 100 m rond het lozingspunt. Bovendien is het effect van tijdelijke aard, omdat het gebied snel weer gekoloniseerd wordt vanuit de omgeving. Dit komt omdat de meeste soorten in het gebied een korte levensduur hebben en een groot aantal nakomelingen produceren. Sommige algemene soorten zoals vlokreeften kunnen goed zwemmen en op die manier een gebied snel bevolken. Concluderend kan gezegd worden dat verstoring zeker zal optreden, maar dat het effect op de macrofauna gering van omvang en bovendien tijdelijk van aard zal zijn.

(2) Vervuiling van de waterkolom door gassen en/of olie(achtige) componenten zal, indien die al optreedt, naar verwachting van korte duur zijn. Die verwachting is gebaseerd op het feit dat hierbij ook andere risico's meespelen, zoals brandgevaar, die in ieders belang zo snel mogelijk verholpen moeten worden. Bovendien zullen gassen en olie(achtige) componenten snel opstijgen, waardoor de verontreiniging van de waterkolom boven de meer dan 20 m diepe bodem meestal klein en van korte duur is, evenals de kans dat de bodemfauna sterk beïnvloed wordt door een lekkage. Bij het lozen van productiewater, dat aan strenge voorschriften is gebonden, zal een eventuele vervuiling door olie snel opgemerkt worden. De kans dat olie(achtige) componenten in de waterlaag (net) boven de meer dan 20 m diepe bodem terechtkomt wordt klein geacht en de beïnvloeding van het macrobenthos zal daarom nihil zijn. Wanneer echter bijvoorbeeld bij een lekkage olie aan sediment gebonden wordt, zal dit voor een deel op de bodem blijven liggen. Olie zal langzaam uit dit sediment naar de waterkolom diffunderen, en daardoor kan het macrobenthos gedurende een langere tijd beïnvloed worden.

(3) Vervuiling van de bodem wordt normaal gesproken zoveel mogelijk vermeden. Indien blijkt dat er olie in het boorgruis zit (door natuurlijke oorzaken of bij gebruik van OBM) moet dit naar land getransporteerd worden om daar gereinigd te worden. Het is voorstelbaar dat door een morsing toch met olie vervuild boorgruis op de zeebodem terecht komt. In de tot nu toe gedane onderzoeken is gebleken dat deze vervuiling een schadelijke werking heeft op de macrofauna. Hierbij moet wel bedacht worden, dat deze onderzoeken plaatsvonden op locaties waar gedurende de booroperatie grote hoeveelheden OBM geloosd waren (13-1082 ton). Uit het Boorspoelings Onderzoek bleek dat soms al bij geringe hoeveelheden olie in het sediment (1,3 mg olieconcentraat kg^{-1} droog sediment) een negatief effect bij gevoelige soorten werd geconstateerd. Het verband tussen de gemeten effecten op het macrobenthos en de hoeveelheid geloosd OBM-gruis en -spoeling was echter niet evident. Waarschijnlijk spelen andere factoren, zoals de dikte van de gestorte laag en chemische samenstelling van het OBM een grote rol. Onderzoek naar kleinere morsingen van OBM of ander oliehoudend materiaal is niet gedaan, maar het is evident dat bij een morsing van een veel geringere hoeveelheid olieachtige componenten de meetbare effecten op het macrobenthos gering zullen zijn. Hieronder zijn de effecten beschreven die kunnen ontstaan bij een grote lozing van OBM.

Bij een vervuiling van 1-10 mg olieconcentraat kg^{-1} droog sediment kunnen in het Q4 gebied zeven van de 29 geregistreerde soorten negatief beïnvloed worden (Tabel 12). Voor zes andere soorten is het waarschijnlijk dat er in dat geval negatieve effecten zullen zijn. Aangezien de beïnvloede soorten ook meestal de belangrijkste zijn wat betreft dichtheid, zal het effect op de totale biomassa groter zijn dan de verhouding tussen gevoelige soorten en totaal aantal soorten zou doen vermoeden. Van de andere soorten is niet bekend of ze gevoelig zijn voor OBM.

Bij een vervuiling van 10 tot 100 mg olieconcentraat kg^{-1} droog sediment kan het effect zich beperken tot de gevoelige soorten, maar kan het ook veel verder strekkende gevolgen hebben. In het ergste geval kunnen alle zeven door Daan *et al.* (1990) genoemde effecten al optreden. Dit zijn de volgende: dominante soorten worden in dichtheid gereduceerd, de totale macrobenthosdichtheid neemt af, meer dan 50% van de algemene soorten komen in gereduceerde dichtheden voor, bijna alle soorten komen in gereduceerde dichtheden voor, opportunistische soorten komen in verhoogde dichtheden voor, en een afnemende diversiteit. De volgorde van het voorkomen van

deze effecten loopt niet netjes in de pas met olieconcentraties. Bij één en dezelfde graad van olievervuiling kunnen onder verschillende omstandigheden ook verschillende effecten optreden. Met andere woorden: geen enkel van de genoemde effecten is kwantitatief universeel te relateren aan een bepaalde graad van olievervuiling. Een vervuiling van 10-100 mg olieconcentraat kg^{-1} zal voor Q4 betekenen dat de effecten op de gehele macrofauna al goed merkbaar zijn. Een precieze kwantificering is echter moeilijk te geven. In het ergste geval komt het effect overeen met die van een nog sterkere vervuiling van meer dan 100 mg olieconcentraat kg^{-1} droog sediment. Bij een vervuiling van meer dan 100 mg olieconcentraat kg^{-1} zullen bijna alle bovengenoemde effecten tegelijkertijd optreden. Dit betekent dat in het ergste geval een aantal soorten zal verdwijnen, dat de dichtheid van de meeste soorten zal afnemen, en dat opportunistische soorten hun kans grijpen en in verhoogde dichtheden voorkomen.

Al deze effecten hebben indirect hun weerslag op het voorkomen van de bewegelijke carnivore epi- en visfauna. Deze fauna is namelijk afhankelijk van het voedselaanbod. Als de bodemfauna door de vervuiling gereduceerd wordt, zullen ook hun predatoren afnemen en/of wegtrekken. Bij verbeterende condities kunnen deze soorten echter ook weer snel door hun bewegelijkheid het gebied bevolken. Het verschil met het effect dat een olievervuiling op vogels heeft, is dat bij de macrofauna de werking van de vervuiling van veel langere duur kan zijn (> 10 jaar). Voor beide diergroepen geldt, dat het effect op de totale populatie gering zal zijn.

Concluderend kan gesteld worden, dat voor zover bekend zowel in het mijnbouwwak Q4 als in het studiegebied geen zeldzame of bijzondere macrofaunasoorten voorkomen. Alle aangetroffen soorten hebben een wijde verspreiding in de Noordzee. Verstoring van de bodem door een gemiddelde lozing van schoon WBM-boorgruis bij uitvoering van een productieboring zal de bodemfauna slechts in een klein gebied beïnvloeden (straal van ca. 100 m rond het lozingspunt). Deze verstoring zal bovendien slechts van tijdelijke aard zijn (< 1 jaar). Een vervuiling van de waterkolom met gas of olie zal waarschijnlijk een gering effect op het macrobenthos hebben, omdat de blootstelling aan deze vervuiling van zeer tijdelijke aard en van beperkte omvang zal zijn.

Vervuiling van de bodem met minerale olie of olie(achtige) componenten kan al in concentraties van 1-10 mg olie kg^{-1} droog sediment een negatief effect op de bodemfauna hebben. De grootte van dit effect is echter van plaats tot plaats variabel en niet direct gerelateerd aan de omvang van de olievervuiling. Bij concentraties van meer dan 10 mg olie kg^{-1} droog sediment is echter altijd een achteruitgang van de dichtheden van OBM-gevoelige soorten te verwachten. Bij hogere vervuilingsgraden kan het effect op de bodemfauna steeds ernstiger vormen aannemen, tot en met reductie van het aantal soorten, afname van de dichtheid van alle niet-opportunistische soorten en toename van opportunistische soorten. Het negatieve effect van een olievervuiling door OBM-lozing op het macrobenthos kan zich tot enkele kilometers van het lozingspunt uitstrekken, en zich nog lange tijd na de lozing doen gelden, zelfs na meer dan 10 jaar. Bij de gaswinning in mijnbouwwak Q4 zal echter geen OBM geloosd worden en indien oliecomponenten toch op de zeebodem terechtkomen, zal het hooguit gaan om kleine morsingen.

REFERENTIES

- Addink M.J. & Smeenk C. 1999. The Harbour Porpoise *Phocoena phocoena* in Dutch coastal waters: analysis of stranding records for the period 1920-1994. *Lutra* 41: 55-80.
- Alerstam T. 1990. Bird migration. Cambridge University Press, Cambridge.
- Anonymous 1975. Olieverontreiniging 'Pacific Colocotronis'. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directie Noordzee, Rijswijk.
- Anonymous 1982. Bestrijding olieverontreiniging ms 'Katina' op de Noordzee 7-13 juni 1982. NZ-R-8223 Directie Noordzee, Rijkswaterstaat, Rijswijk: 65 pp.
- Anonymous 1991. Milieubeleidsplan voor de scheepvaart. Directoraat Generaal Scheepvaart en Maritieme Zaken, Den Haag: 65 pp en bijlagen.
- Avery M.L., Springer P.F. & Daley N.S. 1978. Avian mortality at man-made structures: an annotated bibliography. Fish and Wildlife Service, US Department of the Interior, Biological Services Program. FWS/OBS-78-58: 108 pp.

- Avery M.L., Springer P.F. & Daley N.S. 1980. Avian mortality at man-made structures: an annotated bibliography (revised). Fish and Wildlife Service, US Department of the Interior, Biological Services Program. FWS/OBS/-80-54: 54 pp.
- Baptist H.J.M. 1987. Waarnemingen van zeezoogdieren in de Nederlandse sector van de Noordzee. *Lutra* 30: 93-104.
- Baptist H.J.M., Camphuysen C.J. & Leopold M.F. 1990. Sea mammal sightings in the Netherlands. In: Evans P.G.H., Aguilar A. & Smeenk C. (eds). European Research on Cetaceans 4. Proc. Fourth Ann. Conf. European Cetacean Soc., Palma de Mallorca, March 1990: 31-33.
- Baptist H.J.M. & Wolf P.A. 1993. Atlas van de vogels van het Nederlands Continentaal Plat. Rapport DGW-93.013, Rijkswaterstaat, Dienst Getijdewateren, Middelburg: 1-168.
- Baptist H.J.M., Witte R.H., Duiven P. & Wolf P.A. 1997. Aantallen Eidereenden *Somateria mollissima* in de Nederlandse kustwateren en de Waddenzee in de winters 1993-97. *Limosa* 70: 113-118.
- Beets D.J., van der Spek A.J.F. & van der Valk L. 1994. Holocene ontwikkeling van de Nederlandse kust: Project kustgenese. RGD rapport 40.016: 53 pp.
- Ben-Yami M. 1988. Attracting fish with light. FAO, Rome: 72 pp.
- Bergman G. & Donner K.O. 1960. Die jetzige Grösse des Frühjahrsbestandes von *Clangula hyemalis* und *Melanitta nigra* am Finnische Meerbusen. *Orn. Fenn.* 37: 117-122.
- Bergman M.J.N., Craeymeersch J.A., Polet H. & van Santbrink J.W. 1998. Fishing mortality in invertebrate populations due to different types of trawl fisheries in the Dutch sector of the North Sea in 1994. In: Lindeboom H.J. & de Groot S.J. (eds). The effects of different types of fisheries on the North Sea and Irish Sea benthic ecosystems. NIOZ-rapport 1998-1: 353-358.
- Bijlsma R.G., Hustings F. & Camphuysen C.J. 1999. Schaarse en algemene vogels van Nederland. Avifauna van Nederland, 2. KNNV Uitgeverij Utrecht en GMB Uitgeverij, Haarlem.
- Blomqvist S. & Peterz M. 1984. Cyclones and pelagic seabird movements. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 20: 85-92.
- Bourne W.R.P. 1979. Birds and Gas Flares. *Mar. Poll. Bull.* 10: 124-125.
- Bourne W.R.P. 1980. The midnight descent, dawn ascent and reorientation of landbirds migrating over the North Sea in autumn. *Ibis* 122: 536-540.
- Bourne W.R.P. & Merrie T.D.H. 1978. Birds and offshore oil platforms. *Br. Trust Orn. News* 94: 5.
- Bourne W.R.P., Knox A.G., Merrie T.D.H. & Morley A.H. 1979. The birds of the Forties Oilfield 1975-1978. North-east Scotland Bird Report (1978): 47-52.
- Brasseur S.M.J.M. & Reijnders P.J.H. 1994. Invloed van diverse verstoringsbronnen op het gedrag en habitatgebruik van Gewone Zeehonden: consequenties voor de inrichting van het. IBN-rapport 113: 62 pp.
- Brasseur S.M.J.M. & Reijnders P.J.H. 1996. De zeehond terug op z'n bank; een haalbaarheidsstudie voor het Brielse Gat. IBN-rapport 208: 31 pp.
- Brasseur S.M.J.M. & Reijnders P.J.H. 1997. The Harbour Seal in the Netherlands: ecological profile Harbour Seal. Rapport RIKZ, Den Haag.
- Buurma L.S. 1987. Patronen van hoge vogeltrek boven het Noordzeegebied in oktober. *Limosa* 60: 63-74.
- Camphuysen C.J. & Derks P.J.T. 1989. Voorkomen en sterfte van de Fuut *Podiceps cristatus* voor de Nederlandse kust, 1974-86. *Limosa* 62: 57-62.
- Camphuysen C.J. & Heubeck M. *in press*. Marine oil pollution and beached bird surveys: the development of a sensitive monitoring instrument. Environmental Pollution.
- Camphuysen C.J. & Leopold M.F. 1993. The Harbour Porpoise *Phocoena phocoena* in the southern North Sea, particularly the Dutch sector. *Lutra* 36: 1-24.
- Camphuysen C.J. & Leopold M.F. 1994. Atlas of seabirds in the southern North Sea. IBN Research report 94/6, NIOZ-Report 1994-8, Institute for Forestry and Nature Research, Netherlands Institute for Sea Research and Dutch Seabird Group, Texel.
- Camphuysen C.J. & Leopold M.F. 1998. Kustvogels, zeevogels en bruinvissen in het Hollandse kustgebied. NIOZ Report 1998-4, CSR Rapport 1998-2, Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee, Texel.
- Camphuysen C.J. 1979. Meetpost Noordwijk Najaar 1978. *Meded. CvZ* 2(2): 19-31.
- Camphuysen C.J. 1985. Vogelwaarnemingen in de winter 1984/85 op NAM-gasproductieplatforms. *Meded. CvZ* 8(1): 31-32.
- Camphuysen C.J. 1987. Het ontdekken en herkennen van Bruinvissen *Phocoena phocoena* op zee. *Sula* 1: 66-72.
- Camphuysen C.J. 1988. Dode zangvogels op de vloedlijn. *Sula* 2: 79-82.
- Camphuysen C.J. 1989. Beached Bird Surveys in the Netherlands 1915-1988; Seabird Mortality in the southern North Sea since the early days of Oil Pollution. Techn. Rapport Vogelbescherming 1, Werkgroep Noordzee, Amsterdam 322 pp.
- Camphuysen C.J. 1990. Dieet, leeftijd en geslacht van de Zeekoet *Uria aalge* in de Nederlandse Noordzee in het voorjaar. *Sula* 4(2): 41-54.

- Camphuysen C.J. 1991a. Het herkennen van de Bruinvis *Phocoena phocoena* op zee. *Huid & Haar* 10: 31-37.
- Camphuysen C.J. 1991b. Hvalguide - Veiledning i bestemmelse av hval i de Nordøst-Atlantiske havområder. Norsk Inst. Naturforsk., Trondheim NINA Temahefte 1: 1-41.
- Camphuysen C.J. 1992. Auk wrecks in the southern North Sea, 1981-1991: oil pollution or food shortage? In: Tasker M.L. (ed.) Proc. Seabird Group Conference 'European Seabirds', Glasgow 27-29 March 1992: 23.
- Camphuysen C.J. 1993a. Foerageermogelijkheden voor zeevogels in de boomkorvisserij: een verkennend onderzoek. *Sula* 7(3): 81-104.
- Camphuysen C.J. 1993b. Scavenging seabirds behind fishing vessels in the northeast Atlantic, with emphasis on the southern North Sea. NIOZ-Report 1993-1, BEON Report 1993-20, Netherlands Institute for Sea Research, Texel: 79 pp.
- Camphuysen C.J. 1994a. Terugkeer van Bruinvis en Tuimelaar in Nederlandse wateren? *Sula* 8: 271-274.
- Camphuysen C.J. 1994b. The Harbour Porpoise *Phocoena phocoena* in the southern North Sea, II: a comeback in Dutch coastal waters? *Lutra* 37(1): 54-61.
- Camphuysen C.J. 1995a. Grauwe Pijlstormvogel *Puffinus griseus* en Noordse Pijlstormvogel *P. puffinus* in de zuidelijke Noordzee: een offshore perspectief. *Limosa* 68: 1-9.
- Camphuysen C.J. 1995b. Herring Gull *Larus argentatus* and Lesser Black-backed Gulls *Larus fuscus* feeding at fishing vessels in the breeding season: competitive scavenging versus efficient flying. *Ardea* 83(2): 365-380.
- Camphuysen C.J. 1997a. Veel waarnemingen van Bruinvissen *Phocoena phocoena* in Nederlandse kustwateren in 1997. *Sula* 11(4): 233-235.
- Camphuysen C.J. 1997b. Aantalsontwikkelingen van een aantal karakteristieke kustvogels van het Waddengebied. In: Have T.M. van der & Osieck E.R. (eds) Aantalsontwikkelingen van en beheersmaatregelen voor karakteristieke vogels van het Waddengebied: 19-48. Tech. Rapp. Vogelbescherming 18, Vogelbescherming, Zeist.
- Camphuysen C.J. 1997c. Olievervuiling en olieslachtoffers langs de Nederlandse kust, 1969-97: signalen van een schonere zee. *Sula* 11(2) special issue: 41-156.
- Camphuysen C.J. 1997d. Vliegvel in zee zal miljoenen vogels aantrekken. Forum, De Volkskrant 11 januari 1997.
- Camphuysen C.J. 1997e. Ecologisch profiel van de Eidereend *Somateria mollissima*. RIKZ-werkdocument 96.146x, Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee, Texel: 125 pp.
- Camphuysen C.J. 1998a. Vliegvel in de Noordzee: Aanvaringsrisico's en de ecologische betekenis van de kustwateren tussen Goeree en Wijk aan Zee. Werkdocument TNLI, 1 juni 1998, CSR Rapport 1998-2, CSR Consultancy, Oosterend.
- Camphuysen C.J. 1998b. Opnieuw Gewone Vinvissen *Balaenoptera physalus* in de Noordzee, zomer 1998. *Sula* 12(3): 100-101.
- Camphuysen C.J. 1998c. Het voorkomen van de Alk *Alca torda* in Nederlandse wateren. *Limosa* 71: 69-77.
- Camphuysen C.J. 1998d. Beached bird surveys indicate decline in chronic oil pollution in the North Sea. *Mar. Poll. Bull.* 36(7): 519-526.
- Camphuysen C.J. 1999. Diurnal activity patterns and nocturnal group formation of wintering Common Murres in the central North Sea. *Colonial Waterbirds* (in press).
- Camphuysen C.J., Barreveld H., Dahlmann G. & Franeker J.A. van 1999. Seabirds in the North Sea demobilized and killed by polyisobutylene (C₄H₈)_n. *Marine Pollution Bulletin* (in press).
- Camphuysen C.J., Calvo B., Durinck J., Ensor K., Follestad A., Furness R.W., Garthe S., Leaper G., Skov H., Tasker M.L. & Winter C.J.N. 1995. Consumption of discards by seabirds in the North Sea. Final report to the European Comm., study contr. BIOECO/93/10, NIOZ-Report 1995-5, Netherlands Institute for Sea Research, Texel 202+LVIII pp.
- Camphuysen C.J., Leopold M.F. & Tasker M.L. 1992. Conservation of seabirds in coastal and offshore waters. In: Proc. & abstr. int. seminar 'The Conservation of Dispersed Species in Europe' at the XVIII ICBP Europ. Cont. Sect. Conference, Aachen, May 1992 28-30.
- Daan R. & Mulder M. 1993a. A study on possible short-term environmental effects of WBM cutting discharges in the Frisian Front area (North Sea). NIOZ-rapport 1993-5: 1-33.
- Daan R. & Mulder M. 1993b. A study on possible environmental effects of a WBM cutting discharge in the North Sea, one year after termination of drilling. NIOZ-rapport 1993-16: 1-17.
- Daan R. & Mulder M. 1996. Long-term effects of OBM cutting discharges at 12 locations on the Dutch continental shelf. NIOZ-rapport 1996-6: 1-36.
- Daan R., Mulder M. & van Leeuwen A. 1994. Differential sensitivity macrozoobenthic species to discharges of oil-contaminated drill cuttings in the North Sea. *Netherlands journal of sea research* 33(1): 113-127.

- Daan R., Lewis W.E. & Mulder M. 1990. Biological effects of discharged oil-contaminated drill cuttings in the North Sea. NIOZ-rapport 1990-5: 1-79.
- Dahlmann G. 1985. Herkunft der Ölverschmutzungen an der deutschen Nordseeküste. Seevögel 6 (Sonderband): 73-80.
- Dahlmann G. & Hartwig E. 1984. Verlauf Analyse und Wertung einer akuten Oelverschmutzung im Bereich der Insel Fehmarn - Ein exemplarischer Fall. Seevögel 5(4):58-63.
- Dahlmann G., Timm D., Averbeck C., Camphuysen C.J. & Skov H. 1994. Oiled seabirds - Comparative investigations on oiled seabirds and oiled beaches in the Netherlands, Denmark and Germany (1990-1993). Mar. Poll. Bull. 28: 305-310.
- Davis J.E. & Anderson S.S. 1976. Effects of oil pollution on breeding Grey Seals. Mar. Poll. Bull. 7(6): 115-118.
- Dijk A.J. van 1998. Breeding Black-headed Gulls *Larus ridibundus* along the coast of The Netherlands during the 20th century. Sula 12(4): 147-158.
- Dijk A.J. van, Boele A., Zoetebier D. & Meijer R. 1998. Kolonievogels en zeldzame broedvogels in Nederland in 1996. SOVON Monitoringrapport 1998/07, SOVON, Beek-Ubbergen: 70 pp.
- Directie Noordzee 1979. Noordzee. Hydrografische kaart van het Nederlands deel van het Continentaal Plat. Rijkswaterstaat, Directie Noordzee, Rijswijk, april 1979.
- Dixon T.J. 1980. Systematic list of bird species recorded at West Sole Platform A. 12-14 January 1980. Internal report Nature Conservancy Council, Aberdeen: 7 pp.
- Duineveld G.C.A. & Belgers J.J.M. 1993. The macrobenthic fauna in the Dutch sector of the North Sea in 1992. NIOZ-rapport 1993-11: 1-21.
- Duineveld G.C.A. & Belgers J.J.M. 1994. The macrobenthic fauna in the Dutch sector of the North Sea in 1993 and a comparison with previous data. NIOZ-rapport 1994-12: 1-103.
- Duineveld G.C.A. & Jenness M.I. 1984. Differences in growth rates of the sea urchin *Echinocardium cordatum* as estimated by the parameter ω of the Bertalanffy equation applied to skeletal rings. Marine Ecology Progress Series 19: 65-72.
- Duineveld G.C.A. 1992. The macrobenthic fauna in the Dutch sector of the North Sea in 1991. NIOZ-rapport 1992-6: 1-19.
- Dunnet G.M. 1987. Seabirds and North Sea oil. In: Hartley J.P. & Clark R.B.(eds). Environmental effects of North Sea oil and gas developments Proc. R. Soc. Disc. Meet. London Phil. Trans. R. Soc. Lond. B 316: 513-524.
- Eastwood E. 1967. Radar ornithology. Methuen, London.
- Eigenhuis K.J. 1996. Zwarte Zeeëenden *Melanitta nigra* van hot naar her gejaagd bij Petten. Sula 10: 107.
- Ekker M., Lorentsen S.-H. & Røv N. 1992. Chronic Oil-fouling of Grey Seal Pups at the Froan Breeding Ground, Norway. Mar. Poll. Bull. 24: 92-93.
- Elkins N. 1983. Weather and bird behaviour. T & AD Poyser, Calton.
- Franeker J.A. van 1998. NAM ENSCO71 Flaring Project. IBN-rapport 389: 13 pp.
- Frost K.J., Lowry L.F. & Verhoef J.M. 1997. Monitoring the trend of harbor seals in Prince William Sound, Alaska, after the Exxon Valdez oil spill. In: K.J. Frost *et al.* (eds). Monitoring, habitat use, and trophic interactions of harbor seals in Prince William Sound, Alaska: 1-19. Annual report to the Exxon Valdez Oil Spill Trustee Council, Restoration Study 97064. Alaska Department of Fish and Game, Division of Wildlife Conservation, Fairbanks, AK.
- Furness R.W. & Camphuysen C.J. 1997. Seabirds as monitors of the marine environment. ICES J. Mar. Sc. 54: 726-737.
- Geraci J.R. & St. Aubin D.J. (eds) 1990. Sea Mammals and Oil: Confronting the Risks. Academic Press, San Diego.
- Goold J.C. & Fish P.J. 1998. Broadband spectra of seismic survey air-gun emissions, with reference to dolphin auditory thresholds. J. Acoustic. Soc. America 103(4): 2177-2184.
- Grimminger M. 1981. Das Vorkommen neun pelagischer Vogelarten bei der Forschungsplattform 'Nordsee' im Herbst 1980. Seevögel 2: 39-47.
- Hagemeyer E.J.M. & Blair M.J. (eds) 1997. The EBCC Atlas of European breeding birds, their distribution and abundance. T. & A.D. Poyser, London.
- Ham N.F. van der 1988. Meetpost Noordwijk 1978-1982, verslag nr. 4, Columbidae - Emberizidae. Sula 2: 83-90.
- Hammond P.S. & Fedak M.A. (eds) 1994. Grey seals in the North Sea. Final Report to the Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, contract MM0503, Sea Mammal Research Unit, NERC, Cambridge 1-157.
- Hammond P.S., Benke H., Berggren P., Borchers D.L., Buckland S.T., Collet A., Heide-Jørgensen M.P., Heimlich-Boran S., Hiby A.R., Leopold M.F. & Øien N. 1995. Distribution and abundance of the

- Harbour Porpoise and other small cetaceans in the North Sea and adjacent waters. Life 92-2/UK/027, final report, Sea Mammal Research Unit, National Environment Research Council, Cambridge.
- Hartmann-Schröder G. 1996. Annelida, Borstenwürmer, Polychaeta. Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeressteile nach ihren Merkmalen und nach ihrer Lebensweise 58 (second edition): 1-648. - Gustaf Fischer: Jena.
- Hildén O. & Tasker M.L. 1997. Razorbill *Alca torda*. In: Hagemeijer W.J.M. & Blair M.J. (eds). The EBCC Atlas of European breeding birds - their distribution and abundance: 372-373. T. & A.D. Poyser, London.
- Holtmann S.E., Belgers J.J.M., Kracht B. & Duineveld G.C.A. 1995. The macrobenthic fauna in the Dutch sector of the North Sea in 1994 and a comparison with previous data. NIOZ-rapport 1995-7: 1-98.
- Holtmann S.E., Belgers J.J.M., Kracht B. & Daan R. 1996a. The macrobenthic fauna in the Dutch sector of the North Sea in 1995 and a comparison with previous data. NIOZ-rapport 1996-8: 1-102.
- Holtmann S.E., Groenewold A., Schrader K.H.M., Asjes J., Craeymeersch J.A., Duineveld G.C.A., van Bostelen A.J. & van der Meer J. 1996b. Atlas of the zoobenthos of the Dutch continental shelf. pp. 1-243. Ministry of Transport, Public Works and Water Management, DGW, North Sea Directorate: Rijswijk, The Netherlands.
- Holtmann S.E., Mulder M. & R. Daan 1998a. The macrobenthic fauna in the Dutch sector of the North Sea in 1996 and a comparison with previous data. NIOZ-rapport 1997-8: 1-100.
- Holtmann S.E., Duineveld G.C.A., Mulder M. & de Wilde P.A.W.J. 1998b. The macrobenthic fauna in the Dutch sector of the North Sea in 1997 and a comparison with previous data. NIOZ-rapport 1998-5: 1-103.
- Jenness M.I. & Duineveld G.C.A. 1985. Effects of tidal currents on chlorophyll a content of sandy sediments in the southern North Sea. Marine Ecology Progress Series 21: 283-287.
- Jenssen B.M. & Ekker M. 1990. Effects of plumage oiling on thermoregulation in Common Eiders residing in air and water. Trans. Congr. Int. Union Game Biol. 19: 281-287.
- Jenssen B.M. & Ekker M. 1991. Dose dependent effects of plumage-oiling on thermoregulation of Common Eiders *Somateria mollissima* residing in water. Polar Res. 10: 579-584.
- Jones P. 1980. How lethal to migrant birds are the oil-field flares? Br. Birds 73: 547-555.
- Jones P. 1981. Birds from Bravo. Birds 8: 30.
- Katwijk Q. van & Camphuysen C.J. 1993. Post-breeding dispersal of Guillemots *Uria aalge* in the North Sea, late summer 1993. Sula 7: 133-140.
- Keijl G.O. & Arts F.A. 1998. Common Gulls *Larus canus* as breeding birds in The Netherlands. Sula 12(4): 159-172.
- Keijl G.O. & Leopold M.F. 1997. Massaal fouragerende Dwergmeeuwen *Larus minutus* voor de Hollandse kust in april 1996. Sula 11(1): 17-20.
- Keijl G.O. & Mostert K. 1988. Vorsttrek van Scholeksters *Haematopus ostralegus* langs de kust in 1987. Sula 2: 113-118.
- Keijl G.O., Roomen M.W.J. van & Veldhuijzen van Zanten H. 1986. Voedseleecologie van de Stormmeeuw (*Larus canus*) te Schoorl 1986: Voedselkeuze en fourageerritme in de periode dat de jongen worden grootgebracht. Inst. Ierarenopl., Hogeschool Holland, sectie biologie, Diemen: 64 pp.
- Keijl G.O., Roomen M.W.J. van & Veldhuijzen van Zanten H. 1989. De relatie tussen het gebruik van de zeereep door Stormmeeuwen *Larus canus* en het voorkomen van vissende meeuwengroepen op zee. Sula 3(1): 26-30.
- Kerkhoff M., Frintrop P. & Koops W. 1981. Pollution of the Dutch coast by oil from the *Eleni V*, July 1978. The Science of the Total Environm. 19: 33-39.
- King J.G. & Sanger G.A. 1979. Oil Vulnerability Index for Marine Oriented Birds. In: Bartonek J.C. and D.N. Nettleship 1979. Conservation of Marine Birds of Northern North America. Wildlife Research Report 11. Washington DC (Fish and Wildl. Serv.): 227-239.
- Klaassen M. & Lemmetyinen R. 1997. Arctic Tern *Sterna paradisaea*. In: Hagemeijer W.J.M. & Blair M.J. (eds) The EBCC Atlas of European breeding birds - their distribution and abundance: 358-359. T. & A.D. Poyser, London.
- Koks B.J. 1998. The Little Gull *Larus minutus* as breeding bird in The Netherlands. Sula 12(4): 137-146.
- Koks B.J. & Jongenelen M.G.M. 1998. Great Black-backed Gull *Larus marinus*: latest newcomer as breeding bird in The Netherlands. Sula 12(4): 201-206.
- Laar F. van der 1993a. Vogelverplaatsingen rondom een exploratieplatform voor gaswinning. Rapport aan de NAM, Koninklijke Luchtmacht, Sectie Natuurlijk Milieu, den Haag.
- Laar F. van der 1993b. Vogels en affakkelen off-shore. Een studie naar de reacties van vogels op affakkelen, februari 1992. Locatie: twee kilometer ten noorden van Terschelling. Rapport NAM, Assen.
- Lack D. 1958. Weather movements of Swifts 1955-1957. Bird Study 5: 128-142.

- Lack D. 1959. Migration across the North Sea studied by radar part 1. Survey through the year. *Ibis* 101: 209-234.
- Lack D. 1960. Migration across the North Sea studied by radar part 2. The spring departure 1956-59. *Ibis* 102: 26-57.
- Lack D. 1963. Migration across the southern North Sea studied by radar part 4, autumn. *Ibis* 105: 1-54.
- Leopold M.F. 1996. *Spisula subtruncata* als voedselbron voor zee-eenden in Nederland. BEON rapport 96-2, den Haag.
- Leopold M.F. & Camphuysen C.J. 1992. Olievogels op het Texelse strand, februari 1992. Oiled seabirds on Texel, February 1992. NIOZ-Report 1992-5, Netherlands Institute for Sea Research, Texel: 29 pp.
- Leopold M.F. & Camphuysen C.J. 1998. Monitoring Pinkegat: voorkomen van zeevogels en zeezoogdieren in de Noordzee-kustzone vóór en tijdens de proefboring N7 (1997). Ongepubl. rapport aan Nederlandse Aardolie Maatschappij N.V., Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Texel & CSR Consultancy Rapport 97-9, Oosterend, Texel.
- Leopold M.F. & Dankers N.M.J.A. (eds) 1997. Natuur in de zoute wateren. Achtergrondsdocument bij de Natuurverkenning 97. Informatie en Kennis Centrum Natuurbeheer, Wageningen.
- Leopold M.F., Baptist H.J.M., Wolf P.A. & Offringa H. 1995. De Zwarte Zeeëend *Melanitta nigra* in Nederland. *Limosa* 68: 49-64.
- Leopold M.F., Werf B. van der, Ries E.H. & Reijnders P.J.H. 1997. The importance of the North Sea for winter dispersal of harbour seals *Phoca vitulina* from the Wadden Sea. *Biol. Conserv.* 81: 97-102.
- Lid G. 1977. Fugler brennes ihjel av gassflammer i Nordsjøen. *Fauna* 30: 85-190. (Vertaling C. Smit (1979): Trekvogels vinden de dood in gasvlammen op de Noordzee. *Het Vogeljaar* 27: 124-127).
- Lloyd C., Tasker M.L. & Partridge K. 1991. The Status of Seabirds in Britain and Ireland. T. & A.D. Poyser, London.
- Meininger P.L. & Flamant R. 1998. Breeding populations of Mediterranean Gulls *Larus melanocephalus* in The Netherlands and Belgium. *Sula* 12(4): 127-136.
- Meininger P.L., Schekkerman H. & Roomen W.J. van 1995. Populatieschattingen en 1%-normen van in Nederland voorkomende watervogelsoorten: voorstellen voor standaardisatie. *Limosa* 68: 41-48.
- Merrie T.D.H. 1979. Birds and North Sea oil production platforms. *Scott. Birds* 10(7): 271-276.
- Molenaar J.G. de, Jonkers D.A. & Henkens R.J.H.G. 1997. Wegverlichting en natuur. Een literatuurstudie naar de werking en effecten van licht en verlichting op de natuur. Rijkswaterstaat, DWW-rapport W-DWW-97-057; IBN-rapport 287.
- Mörzer Bruijns M.F. 1939. Waarnemingen op het lichtschip 'Terschellingerbank' in oktober 1937. *Ardea* 28: 27-38.
- Mulder M., Lewis W.E. & van Arkel M.A. 1987. Effecten van oliehoudend boorgruis op de benthische fauna rond mijnbouwinstallaties op het Nederlands continentaal plat. NIOZ-rapport 1987-3: 1-60.
- Murphy R.C. 1936. Oceanic birds of South America. *Am. Mus. Nat. Hist.*, New York.
- Myres M.T. 1964. Dawn ascend and reorientation of migrants. *Ibis* 106: 7-51.
- NAM, Business Unit Exploratie 1998. Monitoring proefboringen Noordzee-kustzone. NAM, Assen.
- Nehls G., Kempf N. & Thiel M. 1992. Bestand und Verteilung mausernder Brandenten (*Tadorna tadorna*) im deutschen Wattenmeer. *Vogelwarte* 36: 221-232.
- Northridge S.P., Tasker M.L., Webb A. & Williams J.M. 1995. Seasonal distribution and relative abundance of Harbour Porpoises *Phocoena phocoena* (L.), White-beaked Dolphins *Lagenorhynchus albirostris* (Gray) and Minke Whales *Balaenoptera acutorostrata* (Lacepède) in the waters around the British Isles. *ICES J. Mar. Sci.* 52: 55-66.
- Northridge S., Tasker M.L., Webb A., Camphuysen C.J. & Leopold M.F. 1997. White-beaked *Lagenorhynchus albirostris* and Atlantic white-sided *L. acutus* distributions in north-west European and U.S. North Atlantic waters. *SC/48/SM44, Rep. Int. whal. Commn.* 47: 797-805.
- Oakden J.M., Oliver J.S. & Flegel A.R. 1984. Behavioral responses of a phoxocephalid amphipod to organic enrichment and trace metals in sediment. *Marine Ecology Progress Series* 14: 253-259.
- Oever C. van 't 1979. Vogels en gasvlammen. *De Wulp* 10(2): 11-12.
- Offringa H. 1993. Zwarte Zeeëenden *Melanitta nigra* offshore. *Sula* 7: 142-144.
- Offringa H. 1996. Slecht-weer-migratie van Gierzwaluw *Apus apus* op zee 1980-94. *Limosa* 69: 1-8.
- Oost A.P. 1995. Dynamics and sedimentary development of the Dutch Wadden Sea with emphasis on the Frisian Inlet. Proefschrift Rijks Universiteit Utrecht, *Geologia Ultraiectina* 126: 455 pp.
- Oost A.P. & Dijkema K.S. 1993. Effecten van de bodemdaling door gaswinning in de Waddenzee. IBN-rapport 025: 133 pp.
- Ouden J.E. den & Camphuysen C.J. 1983. Meetpost Noordwijk 1978-1981, Report no. 2 Anatidae-Scolopacidae. CvZ MpN-verslag nr. 2, Amsterdam.
- Ouden J.E. den & Ham N.F. van der 1988. Meetpost Noordwijk 1978-1982, Report no. 3 Stercorariidae-Alcidae. CvZ MpN-verslag nr. 3, Alkmaar/Amsterdam.

- Owen D.F. 1953. Migration at the Kentish Knock lightship. *Br. Birds* 46: 353-364.
- Peakall D.B. 1956. Migration at the Smith's Knoll lightvessel, autumn 1953. *Br. Birds* 49: 373-388.
- Pedersen M.P. 1988. Forårstræk af Sortand *Melanitta nigra* over Sydvestjylland [Voorjaarstrek van Zwarte Zee-eenden over ZW Jutland.]. *Dansk Orn. Foren. Tidsskr.* 82: 51-53.
- Piersma T. & Sant S. van de 1992. Pattern and predictability of potential wind assistance for waders and geese migrating from West Africa and the Wadden Sea to Siberia. *Ornis Svecica* 2: 55-66.
- Piersma T. Zwarts L. & Bruggemann J.H. 1990. Behavioural aspects of the departure of waders before long-distance flights: flocking, vocalizations, flight paths and diurnal timing. *Ardea* 78: 157-184.
- Platteeuw M. 1987. Trekbewegingen van Kokmeeuwen *Larus ridibundus* langs de Noordzeekust: oorzaken en achtergronden. *Sula* 1: 29-37.
- Platteeuw M. 1990. Zwarte Zeeëenden *Melanitta nigra* snijden Nederlandse kust af. *Sula* 4: 70-74.
- Platteeuw M., Ham N.F. van der & Camphuysen C.J. 1985. K7-FA-1, K8-FA-1, Zeevogelobservaties winter 1984/85. *CvZ spec. publ.*, Amsterdam.
- Raaphorst W. van, Philippart C.J.M., Smit J.P.C., Dijkstra F.J. & Malschaert J.F.P. 1998. Distribution of suspended particulate matter in the North Sea as inferred from NOAA/AVHRR reflectance images and in situ observations. *J. Sea Res.* 39: 197-215.
- Reijnders P.J.H., Leopold M.F., Camphuysen C.J., Heessen H.J.L. & Kastelein R.A. 1995a. The status of harbour porpoises in Dutch waters and state of related research in The Netherlands: an overview. *SC/47/SM41, Rep. Int. Whal. Commn.* 46: 607-611.
- Reijnders P.J.H., van Dijk J. & Kuiper D. 1995b. Recolonization of the Dutch Wadden Sea by the Grey Seal *Halichoerus grypus*. *Biological Conservation* 71: 231-235.
- Rijkswaterstaat 1988. De verspreiding van rivierwater dwars op de kust bij Terheijde en Noordwijk: ruimteschaal, frequentie en relatie met rivierafvoer en wind. RWS, Directie Noordzee, Notitie NZ-N-88-19.
- Rose P.M. & Scott D.A. 1994. Waterfowl population estimates. *IWRB Publ.* 29, International Waterfowl and Wetlands Research Bureau, Slimbridge, pp. 1-102.
- Sage B. 1979a. Flare up over North Sea birds. *New Scientist* 82: 464-466.
- Sage B. 1979b. Bird flare. *Birds* 7: 24-25.
- Salomonsen F. 1968. The moult migration. *Wildfowl* 19: 5-24.
- Sangster G., Hazevoet C.J., Berg A.B. van den, Roselaar C.S. & Sluys R. 1999. Dutch avifaunal list: species concepts, taxonomic instability, and taxonomic changes in 1977-1998. *Ardea* 87(1): [in druk].
- Shannon, C.E. & W. Weaver, 1949. The mathematical theory of communication. University of Illinois Press, Urbana.
- Skov H., Durinck J., Leopold M.F. & Tasker M.L. 1995. Important bird areas for seabirds in the North Sea, including the Channel and the Kattegat. *Birdlife International*, Cambridge: 156 pp.
- Spaans A.L. 1998a. Breeding Lesser Black-backed Gulls *Larus graellsii* in The Netherlands during the 20th century. *Sula* 12(4): 173-182.
- Spaans A.L. 1998b. The Herring Gull *Larus argentatus* as breeding bird in The Netherlands during the 20th century. *Sula* 12(4): 183-196.
- Stienen E.W.M., Arts F.A., Boer P. de, Beeren W.J. & Majoor F. 1998. Broedresultaten van Kokmeeuwen *Larus ridibundus* in Nederland in 1997. *Sula* 12(1): 1-11.
- Stone C.J. 1997. Cetacean observations during seismic surveys in 1996. *JNCC Report No. 228*, Joint Nature Conservation Committee, Aberdeen, 41 pp.
- Stone C.J. 1998. Cetacean observations during seismic surveys in 1997. *JNCC Report No. 278*, Joint Nature Conservation Committee, Aberdeen, 57 pp.
- Stone C.J., Webb A., Barton C., Ratcliffe N., Reed T.C., Tasker M.L., Camphuysen C.J. & Pienkowski M.W. 1995. An atlas of seabird distribution in north-west European waters. *Joint Nature Conservation Committee*, Peterborough, 326 pp.
- Stoop M.J. 1989. Olieverontreiniging door schepen op de Noordzee over de periode 1982 - 1987: opsporing en vervolging. *Werkgroep Noordzee*, Amsterdam 18 pp.
- Swelm N.D. van 1998. Status of the Yellow-legged Gull *Larus michahellis* as a breeding bird in The Netherlands. *Sula* 12(4): 197-200.
- Swennen C. & Spaans A.L. 1970. De sterfte van zeevogels door olie in februari 1969 in het Waddengebied. *Het Vogeljaar* 18: 233-245.
- Swennen C. 1978. Zeevogels en de ramp met de tanker 'Pacific Colocotronis' in de Noordzee. *Veldorn. Tijdschr.* 1: 34-41.
- Tasker M.L., Jones P.H., Blake B.F., Dixon T.J. & Wallis A.J. 1986. Seabirds associated with oil production platforms in the North Sea. *Ring. & Migr.* 7: 7-14.
- Timm D. & Dahlmann G. 1991. Investigations into the source of non-mineral oils in the feathers of seabirds. In: Camphuysen C.J. & van Franeker J.A. (eds). *Oil pollution, Beached Bird Surveys and Policy:*

- towards a more effective approach to an old problem. Proc. Int. NZG/NSO workshop, 19 April 1991, Rijswijk, Sula 5 (special issue): 15-17.
- Tinbergen L. 1956. Field observations of migration and their significance for the problems of navigation. *Ardea* 44: 231-235.
- Visser M. 1993. On the transport of fine marine sediment in the Netherlands coastal zone. Proefschrift, Rijksuniversiteit Utrecht: 176 pp.
- Wallis A. 1981. North Sea gas flares. *Br. Birds* 74: 536-537.
- Witte R.H., Baptist H.J.M. & Bot P.V.M. 1998. Increase of the Harbour Porpoise *Phocoena phocoena* in the Dutch sector of the North Sea. *Lutra* 40: 33-40.
- Würsig B. & Smultea M.A. *in prep.* Bottlenose Dolphin reactions to the Mega Borg Oil Spill. manuscript.
- Zhalakevicius M. 1977. [Radar observations on the moult migration of the Common Scoter in the Lithuanian SSR]. *Comm. Baltic Comm. for Study of Bird Migr.* 11: 36-43.
- Zoun P.E.F., Baars A.J. & Boshuizen R.S. 1991. A case of seabird mortality in the Netherlands caused by spillage of nonylphenol and vegetable oils, winter 1988/89. *Sula* 5(3): 101-103.

INHOUD

INLEIDING.....	1
MATERIAAL EN METHODE.....	2
Geselecteerde vogelsoorten.....	4
Seizoenen	9
Taxonomie en systematiek.....	9
BESCHRIJVING VAN HET ONDERZOEKSGBIED.....	9
Ligging zoekgebied winningslocatie Q4	9
Abiotische factoren: water en bodem.....	9
Scheepvaart en mijnbouwindustrie	11
Visserij	11
Verspreiding van vogels op zee.....	11
Vogeltrek	12
Populatiegroottes van zee- en kustvogels	13
Bodemdieren	14
Specifieke beschrijving van de bodemfauna op station OFF9	18
MILIEUEFFECTEN VAN GASWINNING: UITGANGSPUNTEN.....	18
Kwetsbaarheid van vogels voor vervuild oppervlaktewater	18
Kwetsbaarheid van vogels voor verstoring	21
Kwetsbaarheid van vogels voor lichtbronnen.....	24
Kwetsbaarheid van zeezoogdieren voor vervuild oppervlaktewater	25
Kwetsbaarheid van zeezoogdieren voor verstoring	26
Kwetsbaarheid van macrobenthos voor bodemverstoring en bodemvervuiling.....	27
HET VOORKOMEN VAN KUST- EN ZEEVOGELS.....	29
Noordse Stormvogel <i>Fulmarus glacialis</i>	30
Jan van Gent <i>Morus bassanus</i>	32
Grote Jager <i>Stercorarius skua</i>	32
Dwergmeeuw <i>Larus minutus</i>	33
Kokmeeuw <i>Larus ridibundus</i>	34
Stormmeeuw <i>Larus canus</i>	35
Kleine Mantelmeeuw <i>Larus graellsii</i>	36
Zilvermeeuw <i>Larus argentatus</i>	37
Grote Mantelmeeuw <i>Larus marinus</i>	38
Drieteenmeeuw <i>Rissa tridactyla</i>	39
Grote Stern <i>Sterna sandvicensis</i>	41
Noordse Stern/Visdief <i>Sterna hirundo/paradisaea</i>	42
Alk <i>Alca torda</i> en Zeekoet <i>Uria aalge</i>	43
Overige zeevogels.....	44
VOGELTREK.....	45
Zwanen, ganzen en eenden	45
Rotgans <i>Branta bernicla</i>	45
Zwarte zee-eend <i>Melanitta nigra</i>	46
Steltlopers	48
Zangvogels.....	48
ZEEZOOGDIEREN.....	50
Bruinvis <i>Phocoena phocoena</i> en Witsnuitdolfijn <i>Lagenorhynchus albirostris</i>	50
Zeehonden	51
MACROFAUNA	52
Amphipoda (vlokreefteften)	52
Overige crustacea (kreeftachtigen).....	54
Echinodermata (stekelhuidigen)	55
Mollusca (weekdieren).....	56
Polychaeta (borstelwormen).....	58
Overige groepen macrobenthos	62
DISCUSSIE	62
Zeevogels.....	62
Zeezoogdieren	63
Macrofauna	63
REFERENTIES	65