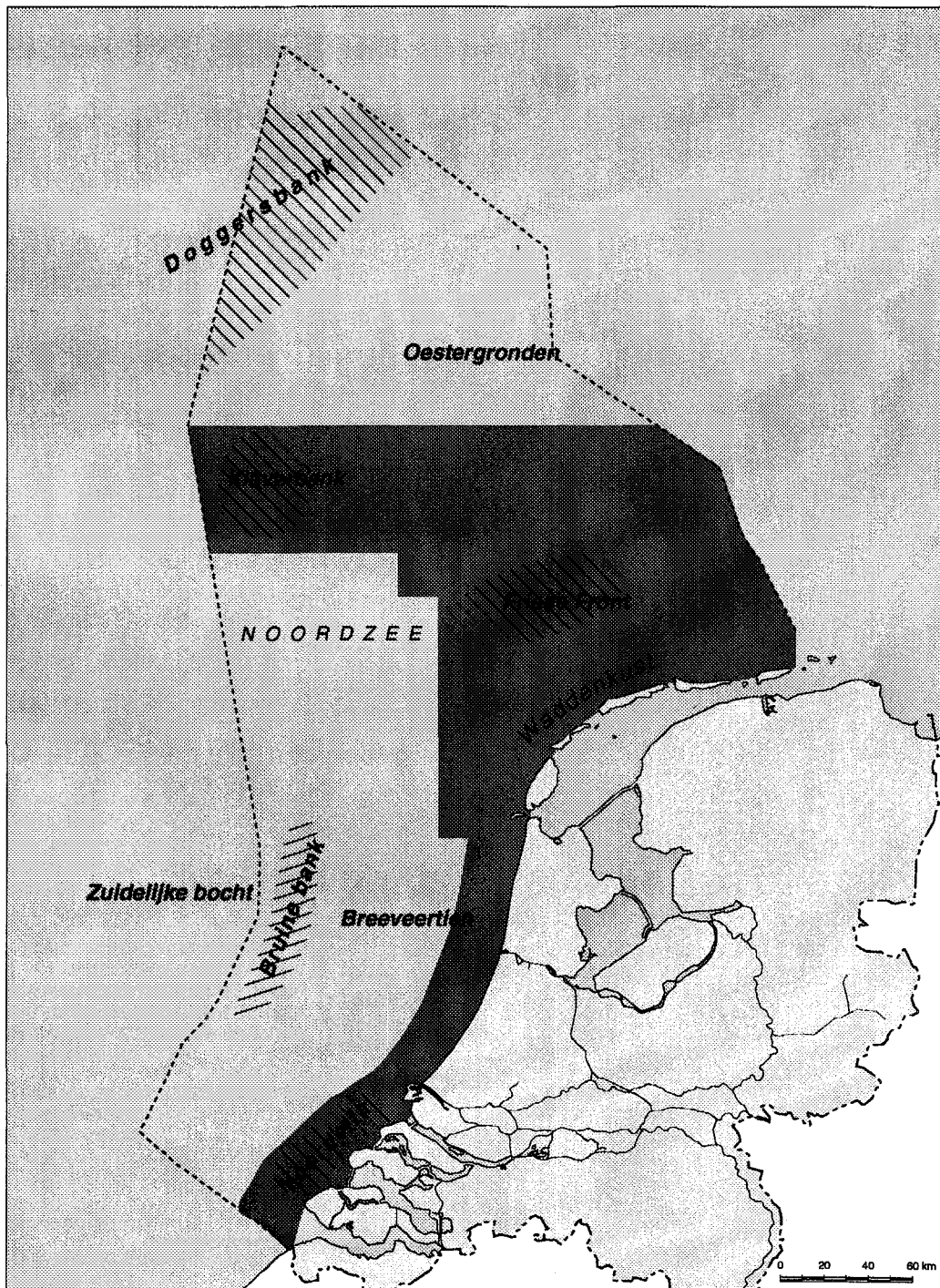


MILIEUZONERING VAN HET NCP OP BASIS VAN ECOSYSTEEM KENMERKEN



Referentie document van het WSP-Noordzee 1991-1995

MILIEUZONERING VAN HET NCP OP BASIS VAN ECOSYSTEEM KENMERKEN

Referentie document van het WSP-Noordzee 1991-1995

Rapport NZ-N-90.07
Juni 1992



Directie Noordzee - Dienst Getijdewateren

Samenvatting	i
Summary	iii
1 Inleiding	1
1.1 Achtergronden van de milieuzonering	1
1.2 Doelstelling	2
1.3 Aanpak en leeswijzer	2
2 Inventarisatie van het NCP op basis van fysisch-chemische systeem kenmerken	5
2.1 Watermassa's	5
2.2 Sedimentfase	5
2.2.1 Geomorfologie	5
2.2.2 Sedimenttype	5
2.2.3 Contaminanten in de bodem	6
2.3 Deelgebieden op het NCP op grond van abiotische kenmerken	7
3 Inventarisatie van het NCP op basis van ecosysteem kenmerken	9
3.1 Fytoplankton	9
3.2 Zoöplankton	10
3.3 Zoöbenthos	10
3.3.1 Macrozoöbenthos	10
3.3.2 Meiozoöbenthos	13
3.3.3 Deelgebieden van het NCP op grond van bodemfauna	15
3.4 Vissen	16
3.5 Zeevogels	17
3.6 Zeezoogdieren	17
3.7 Overzicht karakteristieke biologische kenmerken	19
4 Effecten van gebruiksfuncties op het ecosysteem	21
4.1 Effectmatrices: de relaties tussen gebruiksfuncties, de aard van verstooring en het ecosysteem	21
4.2 Bekende effecten van menselijke activiteiten op het benthos	21
5 Milieuzonering van het NCP	23
5.1 Criteria voor het waarderen van ecosysteemkenmerken	23
5.2 Toetsen van deelgebieden aan criteria voor ecologische waarden	24
5.3 Milieuzonering	26
Samenstelling projectgroep	27
Literatuurlijst	29
Bijlagen en Figuren	35

Samenvatting

In het Watersysteemplan Noordzee 1991-1995 is een strategie ontwikkeld om het streefbeeld Noordzee (3e Nota Waterhuishouding) te verwezenlijken. Een essentiële component in deze strategie, gericht op duurzame ontwikkeling van het Noordzee systeem, is een gebiedsgerichte bescherming die uitgewerkt wordt in de vorm van een ruimtelijke zonering.

Hiermee wordt uitwerking gegeven aan de actiepunten uit het Waterkwaliteitsplan Noordzee 1986-1990 om tot een realistische en gedifferentieerde milieuzonering te komen. De gebiedsgerichte doelstelling met betrekking tot de milieuzone in het WSP luidt:

een gebied waarin, door het stellen van scherpere voorschriften, aan verontreiniging en verstoring door bepaalde gebruiksfuncties, een bijzonder beschermingsniveau geboden wordt, teneinde daarmee een bijdrage te leveren aan bescherming, herstel en ontplooiing van het gehele watersysteem Noordzee.

Onderhavige nota bevat de onderbouwing van de in het WSP gepresenteerde milieuzone van het Nederlands Continentaal Plat (NCP) vanuit de resultaten van het MILZON-project. Hierbij zij aangetekend dat bij de vaststelling van de uiteindelijke begrenzing van de milieuzone de resultaten van het NBP-project 22 mede bepalend zijn geweest.

In 1986-1987 is het project Milieuzonering (MILZON) gestart met als doelstelling:

"het verkrijgen van inzicht in de ruimtelijke en temporele verdeling van structurele en functionele Noordzee-ecosysteemkenmerken, en het onderscheiden van gebieden met grote ecologische waarden en/of gevoeligheden voor actuele dan wel potentiële gebruiksfuncties."

Binnen het MILZON-project zijn abiotische en biotische ecosysteemkenmerken geïnventariseerd. Prioriteitsstelling bij het in kaart brengen van ecosysteemkenmerken heeft plaatsgevonden door middel van een algemene gebruiksfunctie-ecosysteem matrix, waarin zeven relevante gebruiksfuncties in relatie zijn gebracht met ecosysteemkenmerken. De bodemfauna komt hieruit naar voren als een sleutelparameter voor gebiedsindeling gericht op regulering van gebruiksfuncties. De reden daarvoor is dat de bodemfauna door zijn plaatsgebonden karakter een indeling van het NCP in deelgebieden mogelijk maakt en de bodem en bodemfauna door alle gebruiksfuncties in min of meerdere mate beïnvloed worden. Door middel van gerichte bemonsteringsprogramma's zijn daarom in de periode 1987-1989 extra gegevens over de verspreiding van benthos verzameld. Verder zijn wat betreft biotische kenmerken de gegevens over plankton, vissen, zeevogels en zeezoogdieren geïnventariseerd over de periode 1985-1990. Voor de abiotische kenmerken van het systeem zijn gegevens verzameld van de bodemsamenstelling van het NCP en van de gehalten in de bodem van enkele contaminanten. De resultaten van de inventarisatie van structurele ecosysteemkenmerken zijn weergegeven in een serie abiotische, biotische en ecologische kaarten die de huidige situatie op het NCP weergeeft. Eerder is uit onderzoek gebleken dat het slibgehalte van de bodem een belangrijke randvoorwaarde voor de verspreiding van benthische gemeenschappen vormt. De verspreiding van macrobenthosgemeenschappen, bepaald door diversiteit, biomassa en dichtheid, is het uitgangspunt voor ruimtelijke indeling. Negen, ecologisch min of meer homogene, deelgebieden kunnen hierdoor op het NCP worden onderscheiden, te weten de Voordelta, de Hollandse Kust, de Waddenkust, het Friese Front gebied, de Klaverbank, de Oestergronden, de Doggersbank, Breeveertien en de Bruine Bank. Van deze gebieden zijn de (potentieel) aanwezige ecologische waarden bepaald aan de hand van de volgende criteria. Hoge ecologische waarde wordt toegekend aan gebieden met een karakte-

ristieke benthosgemeenschap of gebieden die de mogelijkheid bezitten om zulke gemeenschappen te ontwikkelen. Ook is gekeken naar de betekenis van gebieden voor vis, zeezoogdieren en zeevogels. Voor vis is de aanwezigheid van paaiplaatsen, kinderkamers en gebieden waar eieren worden afgezet, essentiële voorwaarden voor een duurzame ontwikkeling. Rust- en fourageergebieden en doortrek corridors vervullen voor zeevogels een belangrijke functie. Verder is het voorkomen van zeezoogdieren als waardevol beschouwd.

Op het NCP komen de Voordelta, de Waddenkust, het Friese Front gebied en de Klaverbank uit de verzamelde gegevens als het meest waardevol naar voren. Door de hoge mate van verontreiniging scoort de Hollandse kust niet hoog in ecologische waarde, maar wordt er voor het gebied na biologisch herstel wel een potentiële ontwikkeling tot een ecologisch waardevol gebied voorzien. De Oestergronden en de Breeveertien scoren ook lager, maar zijn als verbindingsroutes van belang. Als resultaat van de specifieke waarden van deelgebieden en de voorwaarde voor ongehinderde migratie ontstaat een Milieuzone, waarin beiden zijn vertegenwoordigd.

De exacte begrenzing van het zandige ondiepe gedeelte van de milieuzone is de dieptelijn van 20 -NAP meter voor gehele Noord- en Zuid Hollandse kust en de Waddenkust. Hierop sluit het diepere gedeelte, bestaande uit het Friese Fronten gebied, een gedeelte van de slibrijke Oestergronden en het grindvoorkomen Klaverbank, aan. Het bijzondere beschermingsniveau dat past bij deze milieuzone biedt een optimale garantie voor het handhaven van een stabiel en divers ecosysteem op het Nederlands Continentaal Plat.

De op grond van het NBP-project 22 voorgestelde gebieden met een specifiek beschermingsniveau zijn binnen de voorgestelde milieuzone gesitueerd.

Summary

In the Water System Management Plan North Sea 1991-1995 (WSMP) a strategy has been developed to establish the Target Situation North Sea as presented in the Third National Policy Document on Water. An essential component of this strategy, aimed at sustainable development of the North Sea ecosystem, is an area-orientated protection, conceptualised in spatial zoning. This provides a realistic and differentiated Environmental Zone as proposed by the Water Quality Management Plan North Sea 1986-1990. The area-orientated objective with regard to the Environmental Zone is defined in the WSMP as:

An area, for which, by implementation of stricter regulations, contamination and disturbance by certain human uses of the marine environment, a special level of protection is offered, in order to contribute to the protection, recovery and development of the entire ecosystem North Sea.

This document presents, based on the results of the MILZON-project, the underlying motivation of the Environmental Zone as presented in the WSMP. It should be noted that the results of the Protected Area-project of the Ministry of Fisheries Nature and Agriculture (NBP 22) have explicitly contributed to the establishment of the boundaries of the Environmental Zone.

In 1987, the MILZON-project was initiated with the objective:

"to develop a better understanding of the spatial and temporal distribution of structural and functional North Sea ecosystem characteristics, and the influence of actual or potential human uses of the marine environment, in order to distinguish areas of different ecological value and/or vulnerability."

Within the project, inventarisation of biotic and biotic ecosystem characteristics was carried out. Priority by mapping ecosystem features was done by means of a matrix coupling seven different types of human uses of the marine environment to its various features. From this, bottomfauna is considered a key parameter for discrimination between different areas aimed on regulation of human activities. The reasons for this are that specific benthic communities are restricted to particular areas, since benthos does not migrate, and that most human uses of the marine environment influence more or less the bottom and hence its infauna. Sampling programs on the Dutch Continental Shelf during 1987-1989 generated additional information on the spatial distribution of benthos. Furthermore, recent information (1985-1990) on the spatial distribution of plankton, fishes, seabirds, coastal birds and seamammals has been collected. Abiotic system characteristics, such as data on sediment composition of the Dutch Continental Shelf of the North Sea (DCP) and contents of some contaminants in the bottom sediment have also been taken into account. The results of the inventarisation of structural ecosystem characteristics are depicted in a series of abiotic, biotic and ecological maps representing the present situation of the DCP. Earlier studies revealed that the silt content of the sediment is a major prerequisite for distribution of benthic communities. The spatial distribution of macrobenthic communities, which is based on differences in diversity, biomass and density, is the starting point for spatial zoning. Nine, ecologically more or less homogeneous, subareas could be distinguished on the DCP: the Voordelta area, the western Dutch coast, the northern Waddencoast, the Frisian Front area, the Cleaverbank, the Oystergrounds area, the Doggerbank, the Broad Fourteens area and the Brown Bank.

The (potential) ecological values present in these areas, are defined according to the following criteria. High ecological values are coupled to areas with a characteristic benthic community or areas which possess the ability to develop such communities. Furthermore, the function of an

area for fishes, seabirds, coastal birds and seamammals is considered. For fish, the presence of spawning areas and nursery grounds are essential for sustainable development. For birds resting and foraging areas and migration routes are a prerequisite. The presence of seamammals contributes to the ecological value of an area.

On the DCP the Voordelta, the western Dutch coast, the Waddencoast, the Frisian Front area and the Cleaverbank have the highest (potential) ecological value. Due to its high degree of pollution the western Dutch coast scores relatively low, but after biological recovery a potential development towards an ecological valuable area is foreseen. The Oystergrounds and the Broad Fourteens also score lower but are essential in facilitating migration. Combining (parts of) different subareas with highest ecological value with the principle of free migration results in the Environmental Zone.

The exact boundary of the Environmental Zone for the shallow sandy part is the isobath of NAP-20 m for the coastal zone and the Waddencoast. The deeper part is situated adjacent to the coast and contains the Frisian Front area, parts of the silty Oystergrounds and the gravel deposit Cleaverbank. The special protection level in this Environmental Zone provides an optimal guarantee for the sustainable development of a stable and diverse ecosystem on the DCP.

Within the Environmental Zone so-called Protected Areas, as proposed in the NBP 22-project, will be situated. For these areas a specific level of protection will be applied.

1 Inleiding

1.1 Achtergronden van de milieuzonering

In het Waterkwaliteitsplan Noordzee (WKP) (1986) staat het streven verwoord om te komen tot een realistische en gedifferentieerde zonering ten aanzien van ecologische waarden en gebruiksfuncties. In het Beleidsplan Harmonisatie Noordzeebeleid 1989-1992 (BHN) (1988) is zonering genoemd als een uitgangspunt voor evenwichtige afstemming van gebruik. Hierbij is aangetekend dat de voorkeur uitgaat naar ruimtelijke differentiatie van milieuvoorschriften voor verschillende gebruiksfuncties boven het aanwijzen van beschermde gebieden.

De derde Nota Waterhuishouding (NW3) (1989) beschrijft de huidige ecologische toestand van de kustzone van het Nederlands Continentaal Plat (NCP) door middel van de Zoute Wateren AMOEBE (Algemene Methode voor OEcologische BESchrijving, ten Brink 1989a). Ook is een toestand van duurzame ontwikkeling voor de watersystemen van Nederland beschreven in de vorm van streefbeelden. De strategie om vanuit de huidige toestand deze streefbeelden te bereiken bestaat uit meerdere beleidssporen. Naast het versneld terugdringen van de verontreiniging wordt het noodzakelijk geacht langs nog twee andere sporen te werken: (her)inrichting van de watersystemen en geleiding van het gebruik door de mens.

Ten aanzien van de Noordzee is inderdaad een grote discrepantie te constateren tussen het streefbeeld en de huidige toestand. Het streefbeeld is als volgt in NW3 geformuleerd: "de Noordzee wordt gekenmerkt door het samengaan van een breed scala aan menselijke activiteiten. Eutrofierverschijnselen zijn zeldzaam. De vispopulatie is gezond en vangsten van een aantal vissoorten liggen op een aanzienlijk hoger niveau dan nu. Winning van olie, gas en zand zijn aan adequate milieu- en veiligheidsvoorschriften gebonden. De schone kust vormt een toeristische trekpleister. Zeehonden, bruinvissen en dolfijnen worden regelmatig waargenomen. De vogelpopulaties zijn stabiel en divers." In het Watersysteemplan Noordzee (WSP) (1991) is hieraan toegevoegd: "de Noordzee wordt gekenmerkt door een stabiel en divers bodemleven". In het WSP wordt gesteld dat de streefbeelden in 2010 bereikt zullen moeten zijn.

De huidige toestand van de Noordzee is op te maken uit de AMOEBE (ten Brink 1989a). Deze methode laat zien dat de invloed van de mens op de zoute watersystemen van Nederland groot is: de nagenoeg niet door de mens beïnvloedde referentietoestand in 1930 verschilt aanmerkelijk van de actuele toestand (\pm 1985). Er is bijvoorbeeld sprake van een verschuiving van langlevende naar kortlevende soorten (ten Brink 1989a, 1989b).

De discrepantie tussen streefbeeld en huidige toestand van de Noordzee is niet alleen het gevolg van verontreiniging, zodat ook voor dit watersysteem een meersporenaanpak geboden is. Een duurzaam gebruik van de hele Noordzee is er dus bij gebaat om -naast het terugdringen van de verontreiniging- het overige gebruik van de Noordzee te geleiden.

Een vorm van inrichting is ruimtelijke of temporele zonering. Deze wordt vanuit beheersoogpunt onmisbaar geacht. Een zonering biedt houvast om gedifferentieerde beschermingsniveaus te formuleren voor diverse onderscheiden gebieden of perioden, zodat er sprake kan zijn van een gereguleerd multifunctieel en duurzaam gebruik. Dit sluit aan bij het Brundtland-rapport (1987) en het Nationaal Milieubeleidsplan (1989). Een algemeen beschermingsniveau voor de gehele Noordzee zou kunnen worden aangevuld met een bijzonder beschermingsniveau voor een zgn. milieuzone. Eventueel kunnen binnen de milieuzone nog specifieke beschermingsniveau's worden vastgesteld. Konkreet behelst een beschermingsniveau een pakket maatregelen (eisen, vergunningen, verboden) voor de diverse gebruiksfuncties.

1.2 Doelstelling

In 1987 werd door Directie Noordzee en de Dienst Getijdewateren van Rijkswaterstaat in 1987 gestart het project MILieuZOnering Noordzee (MILZON) gestart (Zevenboom & Leewis 1987, Leewis & Zevenboom 1989). Hiermee werd tegemoetgekomen aan de geschetste behoefte aan een ruimtelijk of temporele zonerings van de Noordzee.

De doelstelling van het project MILZON is:

"Het verkrijgen van inzicht in de ruimtelijke en temporele verdeling van structurele en functionele Noordzee-ecosysteemkenmerken en het onderscheiden van gebieden met grote ecologische waarden en/of grote gevoeligheid voor actuele dan wel potentiële gebruiksfuncties".

Het project heeft zich toegespitst op de ruimtelijke verdeling van ecosysteemkenmerken van het Nederlands deel van het Continentaal Plat (NCP).

Een tentatieve analyse van de beïnvloeding van het ecosysteem door gebruiksfuncties is uitgevoerd door middel van het opstellen van een relatiematrix voor gebruiksfuncties en ecosysteemkenmerken in termen van kwetsbaarheid van het systeem.

De operationele doelstelling van dit document is daarmee als volgt te formuleren:

"Het aangeven van de ruimtelijke verdeling van structurele ecosysteemkenmerken, die maatgevend zijn voor de ecologische waardering van het NCP en die een relatie hebben met de gebruiksfuncties; het onderscheiden van gebieden (een Milieuzone) binnen het NCP op grond van deze kenmerken."

In aansluiting op het project MILZON is thans een nieuw project geformuleerd: MILZON-2. Dit project anticipeert op de aanwijzing van een Milieuzone. De doelstellingen van dit project zijn:

- het aangeven van kansrijke en efficiënte maatregelen ten aanzien van de diverse gebruiksfuncties om de verschillende beschermingsniveau's in de onderscheiden gebieden inhoud te geven. Hierbij zal gebruik gemaakt worden van de relatiematrix van het project MILZON en van de toekomstige resultaten van het project risico-analyse Referee Amoebe Mans (RAM).
- het monitoren (zowel ruimtelijk als temporeel), analyseren en presenteren van ecosysteemkenmerken ter toetsing van de effectiviteit van de zonerings en de daarmee samenhangende beschermingsniveau's. De ecosysteemkenmerken en de indicatorsoorten van de te ontwikkelen Noordzee-AMOEBE zullen als meetlat fungeren bij het:
 - vaststellen van de trends in ruimte en tijd;
 - vaststellen of de streefbeeldens worden bereikt.

Hiermee wordt bijgedragen aan de voorziene evaluatie van de milieuzone aan het eind van de WSP-planperiode.

1.3 Aanpak en leeswijzer

Als uitgangspunt is gekozen voor een karakterisering van het NCP op grond van fysische en chemische kenmerken (Hoofdstuk 2). Deze zijn in grote mate bepalend voor het type ecosysteem.

Vervolgens zijn biotische kenmerken op het niveau van populaties en gemeenschappen, gekarakteriseerd door dichtheid, diversiteit en biomassa, geïnventariseerd. Als leidraad in de beschrij-

ving zijn de trofische niveaus gehanteerd (Hoofdstuk 3). Er is nagegaan in hoeverre deze structurele kenmerken een ruimtelijke variatie op het NCP vertonen, en op welke wijze bepaalde gebieden een functionele rol vervullen voor het overleven van een soort (bv. paaigebieden, kinderkamers, trekroutes en fourageergebieden).

In Hoofdstuk 4 is de relatie onderzocht van de elementen van het ecosysteem met de gebruiksfuncties en is een afschatting gemaakt van potentiële danwel de actuele effecten van de gebruiksfuncties op het ecosysteem. Tevens zijn criteria voor waardering van verschillende ecosysteemkenmerken op ecologische waarde geformuleerd.

De bodemfauna is niet alleen geschikt om de ruimtelijke differentiatie van het ecosysteem te beschrijven, het is ook een sleutelparameter in het vaststellen van de ecologische waarde van het ecosysteem, omdat deze ecosysteemcomponent een sterke relatie vertoont met de gebruiksfuncties.

Voor de waardering van verschillende ecosysteem kenmerken op ecologische waarde zijn criteria geformuleerd. Op grond van deze criteria worden de op basis van bodemfauna onderscheiden gebieden, voor alle relevante ecosysteemkenmerken op hun waarde beoordeeld en gerangschikt.

Op basis van deze gegevens is de milieuzone bepaald (Hoofdstuk 5).

Vanzelfsprekend liggen de hoogst gewaardeerde gebieden in deze zone. Er is echter ook rekening gehouden met de migratie van organismen en handhaafbaarheid van het bijzondere beschermingsniveau dat bij de zone hoort: de milieuzone is een aaneengesloten gebied. Ook potentiële ontwikkeling is meegenomen. De door het studierapport van het Natuurbeleidsplan project 22 voorgestelde gebieden liggen binnen de Milieuzone.

2 Inventarisatie van het NCP op basis van fysisch-chemische systeem kenmerken

Het breed in kaart brengen van ecosysteem kenmerken vindt plaats op grond van zo recent mogelijke veldonderzoek gegevens en literatuur. Dit is gebeurd voor abiotische en biotische ecosysteem kenmerken. Hierbij is niet gestreefd naar een uitvoerige bespreking en is waar mogelijk verwezen naar uitvoeriger beschrijvingen van het Noordzee systeem.

De geselecteerde abiotische kenmerken omvatten watermassa's, sediment karakteristieken en contaminanten in de bodem.

2.1 Watermassa's

Aan de hand van de topografie (figuur 1a) en reststromen (figuur 1b,1c) zijn een aantal watermassa's te onderscheiden. De watermassa's op het NCP laten zich, in samenhang met de bijbehorende waterbodems, indelen naar saliniteit, diepte en herkomst van de watermassa.

In de winter is het hele NCP verticaal gemengd (figuur 1b). Atlantisch of Centraal Noordzeewater is 's zomers gestratificeerd (figuur 1c), terwijl het Kanaalwater ook in de zomer gemengd blijft.

Kustwater heeft een lagere saliniteit dan volle zee en een hoger nutriëntengehalte door de rivierinvloed. De door stroming en golven opgewekte turbulenties veroorzaken verhoogde troebelheid. De breedte van de watermassa die onder invloed staat van rivier aanvoer is 20 tot 30 km.

Getijstromingen en wind kunnen een front veroorzaken tussen goed gemengde watermassa's en watermassa's waar temperatuursstratificatie optreedt. Op het grensvlak tussen de verschillende watermassa's treedt een uitwisseling op waardoor de totale biomassa en productiviteit in een frontensysteem sterk kan toenemen. Dit fenomeen is waargenomen in het Friese Fronten gebied. In de Oestergronden treedt 's zomer een temperatuurstratificatie op. Gedurende de periode van stratificatie kan in het koudere bodemwater de zuurstofspanning afnemen.

(Bron: Noordzee atlas 1992; Bergman et al., 1991; Creutzberg, 1985).

2.2 Sedimentfase

2.2.1 Geomorfologie

Vanaf het strand neemt de waterdiepte over een afstand van 5 tot 10 km langzaam toe tot 15 à 20 m. Deze helling wordt de onderwateroever genoemd. De kustlijn wordt onderbroken door de (vroegere) delta's in het Zuiden (Deltagebied) en het Noorden (Waddengebied). De zeebodem wordt in het Zuidelijk deel van het NCP gekenmerkt door zandgolven van 1 tot 12 m hoogte en 60-600 m lengte. Verder uit de kust komen zandbanken voor die een lengte kunnen hebben van 50 tot 100 km. Op de Bruine Bank komen oude veenresten aan de oppervlakte. In de Voordelta is door de hoge stroomsnelheden een bodemprofiel gevormd waar over korte afstanden diepe geulen afgewisseld worden met droogvallende platen. In dit gebied bestaan grote gradiënten in de sedimentsamenstelling en de expositie van de verschillende substraten.

(Bron: Van Alphen & Damoiseaux 1988, 1989; data 1976-1984; Noordzee atlas 1992)

2.2.2 Sedimenttype

In grote lijnen neemt, van Zuid naar Noord, de korrelgrootte af van grof- naar fijnkorrelig sediment. Dit gaat samen met een toename in diepte van < 30 m in de Zuidelijke Bocht naar > 40

m in de Oestergronden en een afname van de reststroomsnelheid. De zuidelijke Noordzee is een relatief ondiep transport-gebied. Op de overgang naar dieper water, het Friese Front, treedt door afnemende stroomsnelheden, een sedimentatie van zwevend materiaal op en is het sediment gekenmerkt door fijn zand en hoog slibgehalte (figuur 1d).

(Bron: Montfrans et al. 1988; data tot 1986; Creutzberg et al., 1984; data 1975 tot 1983)

Grindfractie (> 2 mm)

Het enige belangrijke grindvoorkomen op het Nederlands deel van het Continentaal Plat ligt in de mijnbouwvakken E16 en K1, de Klaverbank, die deel uitmaakt van het Botney Cut gebied (figuur 1a, 1d). Grindconcentraties variëren van < 30 % tot ca. 80 % en de dikte van de oppervlakte grindlaag van 20 tot 130 cm. De grootste hoeveelheden grind liggen in de nabijheid van keileemopduikingen, niet op de keileemplateau's. Het grind is samengesteld uit kwarts (11 %), vuursteen (11 %), kalksteen (27 %), kristallijne gesteenten (28 %) en overige componenten (23 %). Kleinere grindvoorkomens zijn te vinden op de Texelse Stenen en de Bruine Bank.

(Bron: Laban 1982; data 1979 - 1980)

Zandfractie (mediaanwaarde 63 μ m - 2 mm)

In de kuststrook (0 tot ca. 20 km loodrecht op de kust) laten de zandfracties een onregelmatig patroon zien. Van Zuid naar Noord wisselt de fractie middelfijn zand (mediaan 250-500 μ m) af met de fractie fijn zand (mediaan 125-250 μ m). Fijn zand en zeer fijn zand (mediaan 63-125 μ m) komt voor nabij de uitmondingen van de Nieuwe Waterweg en het Noordzee-kanaal en ten noorden van Ameland en Schiermonnikoog. Verder zeewaarts in de Zuidelijke Bocht is het zand grof met mediane korrelgrootte van > 250 μ m. Op het Friese front en noordelijker heeft de zandfractie een mediane korrelgrootte van 125 μ m.

(Bron: Montfrans et al., 1988; data < 1987)

Slibfractie (< 63 μ m)

In de kuststrook laat het slibgehalte een onregelmatig patroon zien: binnen de 0-10 m diepte lijn is het slibgehalte hoger dan verder uit de kust. Slibgehalte's tussen 3 en 20 % komen dan ook voor in een ca. 10 km brede strook direct grenzend aan de kust en ten noorden van Vlieland en Ameland.

In de Zuidelijke Noordzee neemt van zuid naar noord het slibgehalte toe bij toenemende diepte. Slibgehalte's lager dan 3 % overheersen in de 10 cm toplaag van de bodem in de Zuidelijke bocht (figuur 1e, 1f). Sedimentatie van fijn materiaal en slib vindt plaats ter hoogte van het Friese Fronten gebied op ca. 53°30' N en ten noorden daarvan op de Oestergronden. In het Friese fronten gebied is het slibgehalte van het sediment 15 tot > 20 %. In de Oestergronden wordt fijn zand met een slibgehalte van 5 tot 10 % gevonden.

(Bron: Creutzberg et al. 1984, 1985; data 1975-1983, Groenewold & van Scheppingen 1987, 1988, 1989; van Scheppingen & Groenewold 1990; data 1987-1989)

2.2.3 Contaminanten in de bodem

Zware Metalen

Voor de zware metalen Cd, As, Zn, Pb, Cu, Cr, Ni in de bodem valt het volgende beeld te schetsen. De aanvoer van zware metalen via de rivieren (Westerschelde, Rijn-delta, Eems), hetzij in opgeloste vorm, hetzij gebonden aan zwevend materiaal, zorgt voor sterk verhoogde con-

concentraties in het kustgebied ten opzichte van de door Van Eck et al. (1985) gegeven referentiewaardes. Met name in het TiO_2 lozingsgebied liggen de concentraties zink, koper, cadmium en lood in het sediment veel hoger dan de natuurlijke achtergrondwaarden (figuur 2a). De gehalten nemen richting offshore af.

(Bron: DNZ/WL 1988, in bewerking; data 1986-1989)

PCB's

Aanvoer van PCB's vindt plaats vanuit de Atlantische Oceaan, het Kanaal, de rivieren, via atmosferische depositie en directe lozingen. Relatief hoge concentraties van de congener PCB153, gemeten in de 63 μm fractie, worden aangetroffen in het kustgebied. Uitschieters vormen het uitstromingsgebied van de Rijn/Maas, de kust van ter Heijde (Loswal Noord) en de kust van Vlieland (figuur 2b).

(Bron: meetserie DNZ 1986-1989, in bewerking; Klamer 1989)

Olie

Vanaf offshore mijnbouwinstallaties en schepen vinden operationele en calamiteuze lozingen van olie plaats (figuur 2c). Bij de offshore mijnbouw ontstaat oliehoudend boorgruis (OBM), dat wanneer het geloosd wordt, bijdraagt aan de bodemverontreiniging. De meeste offshore mijnbouw installaties bevinden zich in het Breeveertien gebied. Operationele lozingen van scheepvaart worden veelvuldig voor onze kust gesignaleert (figuur 2c). Achtergrondwaarden variëren van 0.2 tot 5 mg olie per kg droog sediment. Soms worden hogere waarden gevonden (tot 15 mg olie kg droog sediment⁻¹), afhankelijk van sedimenttype en analyse methode.

In de directe nabijheid van boorplatforms worden olie concentraties van 10 tot 100 g per kg droog sediment gevonden. De afstand tot waarop verhoogde concentraties ($> 2x$ achtergrondwaarde) wordt gevonden varieert sterk. Ze is afhankelijk van de hoeveelheid geloosde olie (gebonden aan oliehoudend boorgruis), type boorput (enkelvoudig/meervoudig), type boorgruis (gewassen/ongewassen OBM) en de lokale bathymetrie en hydrografie. Op het NCP varieert de afstand van 2 km (ongewassen boorgruis) tot 5 km (gewassen boorgruis).

Wanneer booractiviteiten gestaakt zijn blijft verontreiniging meer dan 6 jaar aanwezig als gevolg van langzame microbiële afbraak en re-distributie van verontreinigt sediment.

Voor het hele NCP wordt het totale met olie verontreinigde oppervlak geschat tussen minimaal 230 en maximaal 2800 km^2 .

(Bron: Zevenboom et al., 1992; De Jong et al., 1991; data 1985-1991)

2.3 Deelgebieden op het NCP op grond van abiotische kenmerken

Op grond van sediment samenstelling en watermassa kunnen op het NCP de volgende gebieden worden onderscheiden (figuur 10a):

1 Kuststrook

Hierin liggen drie gebieden: de Voordelta, de Noord en Zuid-Hollandse kust, en de Waddenkust.

2. Friese Fronten gebied

In het Friese Fronten gebied komen Kanaalwater, Engels kustwater en Atlantisch water samen. In de zomer kan er een sterke gradiënt (front) ontstaan tussen de gemengde en gestratificeerde watermassa's. Door de sterke afname van stroomsnelheden van zuid naar noord, treedt er een

voortdurende sedimentatie van materiaal op. Het sediment van deze overgangszone wordt gekenmerkt door hoge slibgehaltenes.

3. Klaverbank

Grindbanken (30-40 m diep) met 30-80 % grind afgewisseld met (middel)grofzandige stroken die zich afhankelijk van de heersende stromingen over het grind verplaatsen.

4. Oestergronden

Sedimentatie gebied op het diepste gedeelte van het NCP (40-50 m) met zeer fijn en slibhoudend zand. Aanvoer van Atlantisch zeewater met in de zomer temperatuur gelaagdheid (stratificatie). Mogelijke afname van zuurstofspanning in de bodemlaag gedurende stratificatie.

5. Doggersbank

Relatief ondiepe (20-30 m) bank bestaande uit fijn zand met aanvoer van Atlantisch zeewater. Slechts een klein deel van de Doggerbank ligt binnen het NCP.

6. Breeveertien

Vlakke, vrij ondiepe (20-30 m) zeebodem met fijn tot middelgrof zand en zandribbels. Aanvoer van Kanaalwater dat het gehele jaar door getijstroming verticaal gemengd blijft.

7. Bruine Bank

Geaccidenteerd gebied met hoog opstekende zandbanken met daarin veenresten en grind op een diepe (tot 40 m) fijnzandige zeebodem. Aanvoer van Kanaalwater dat verticaal gemengd blijft.

3 Inventarisatie van het NCP op basis van ecosysteem kenmerken

Het ecosysteem is opgebouwd uit verschillende trofieniveaus die ieder hun karakteristieke relaties in het voedselweb hebben. De verspreiding van verschillende organismen is daarom niet alleen gerelateerd aan abiotische parameters zoals waterkwaliteit of sedimentsamenstelling, maar wordt ook bepaald door ecosysteem interacties.

Van de volgende groepen zijn biotische kenmerken geselecteerd: fytoplankton, zoöplankton, macro- en meiozoöbenthos, vissen, zeevogels en zeezoogdieren. Fytoplankton gegevens zijn ontleend aan de RWS-projecten MONO en ALGENBLOEI-EUZOUT. Voor de bodemfauna zijn de resultaten gehanteerd van het in het kader van het MILZON project in 1987-1989 uitgevoerde inventarisatieonderzoek naar het voorkomen en de samenstelling van de bodemfauna in de westelijke en noordelijke gebieden vanaf de kuststrook tot offshore (MILZON-BENTHOS). De informatie van het grofmazige "North Sea Benthos survey, 1986" (ICES) en van de benthos inventarisatie van de Voordelta is daarbij gevoegd. Binnen het Voordelta-project is de macro- en de meiofauna van dit gebied intensief bemonsterd. Ook is gebruik gemaakt van de resultaten van het onderzoek op het Friese Front. Epifauna, dieren levend op de zeebodem of wrakken, zijn bij het macrozoöbenthos gerekend. Gegevens zijn ontleend aan literatuur of afkomstig uit Rijks-waterstaat projecten.

Voor wat betreft zoöplankton en vissen is gebruik gemaakt van de gegevens uit lopende projecten en literatuur. De gegevens over zeevogels en zeezoogdieren zijn gedeeltelijk binnen MILZON kader tot stand gekomen.

Voorts zijn de resultaten van effectgericht benthosonderzoek in relatie tot offshore mijnbouw (project MONMIJ), de (potentiële) grindwinning op de Klaverbank (project KLAVERBANK) en de sinds 1989 gestopte lozing van titaandioxide in het daarvoor bestemde dumpingsgebied (project TIO₂) meegenomen.

3.1 Fytoplankton

Primaire productie

Algen (fytoplankton) zijn de primaire producenten van de zee omdat ze anorganische koolstof omzetten tot organische C-verbindingen met behulp van energie uit zonlicht en de voedingsstoffen N, P en Si. Productiesnelheden van meer dan 1000 mg C.m⁻².h⁻¹ (op het midden van de dag) worden in de zomerperiode gemeten in het Zuidelijk deel van het NCP (Friese Fronten gebied), ten Oosten van Engeland, bij de Shetland eilanden en ten Noorden van de Duitse bocht (figuur 3a). In de winter worden maxima van 100 - 200 mg C m⁻² h⁻¹ (op het midden van de dag) aangetroffen in de gebieden Doggersbank en Breeveertien en aan de zuid-Noorse kust (figuur 3b). Op het NCP bedraagt de gemiddelde jaarlijkse fytoplankton productie ongeveer 200 g C.m⁻².

(Bron: Sündermann & Degens, 1989 (ZISCH en TOSCH project); Rich, 1990; data 1986-1987); NERC cruise report 1989.

Algenbloeien

In het voorjaar treedt in de wateren voor de Nederlandse kust een opbloei van fytoplankton op die meestal voor meer dan 90 % uit diatomeeën (kiezel-algen) bestaat. Vanaf april kunnen de algenbloeien gedomineerd worden door de schuimvormende, niet-giftige microflagellaat *Phaeocystis pouchetii* (70-90 %), waarbij de algenbiomassa 5 tot 10 maal kan toenemen. Opbloei van deze alg kan in verband gebracht worden met een overmaat aan stikstof en fosfaat in het kustwater. In de nazomer kunnen dinoflagellaten, waaronder giftige algensoorten, (opnieuw) dominant zijn in kustgebieden en offshore in het noordelijk deel van het NCP (figuur 3c).

Wat betreft de ruimtelijke verspreiding zijn diatomeeën en dinoflagellaten niet specifiek gebiedsgebonden. *Phaeocystis pouchetii* komt meestal voor aan de kust, hoewel ook offshore (Noordwijk 70 km) bloeien voorkomen (figuur 3c). Vanaf 1973 tot 1985 was in het Marsdiep een toenemende frequentie en dichtheid van *Phaeocystis pouchetii* bloeien zichtbaar. De giftige dinoflagellaat *Dinophysis acuminata* komt in de kuststrook in de hoogste dichtheden voor (figuur 3c). De giftige *Gyrodinium aureolum* wordt aangetroffen op de meer offshore gebieden van het NCP, hoewel ook bij Goeree-6 redelijk hoge dichtheden zijn aangetroffen. In totaal werd per jaar in voorjaars- en zomermaanden in de periode 1979-1990 tussen de 30 en 10.000 km², ofwel maximaal 2 % van het zee oppervlak op het NCP gedurende een of meerdere dagen bedekt met algendrijflagen.

(Bron: Cadée & Hegeman, 1986; Kat, 1985; data 1973-1983, Rademaker, 1989, Rademaker & Koeman, 1990, Zevenboom et al. 1989, 1990; data 1988-1989)

3.2 Zoöplankton

Calanoïde copepoden vormen de belangrijkste groep van het herbivore zoöplankton en dragen 80 % of meer bij aan de totale zoöplankton biomassa. In de relatief ondiepe Zuidelijke bocht van de Noordzee, worden de copepoden gedomineerd door 4 soorten: *Temora longicornis*, *Acartia clausi*, *Centropages haematus* en *Pseudocalanus elongatus*. Copepoden begrazen de fytoplankton populatie. De groeicyclus speelt zich af tussen april en oktober. De hoogste biomassa's werden gevonden in de zomer, de laagste aantallen en biomassa's (10 to 20 maal lager) in de winter, (figuur 4a-b). Een analyse van 13 vaartochten in de Zuidelijke Noordzee in 1986-1987 liet zien dat de zomerperiode wordt gekenmerkt door sterke fluctuaties in dichtheid en biomassa van *Temora longicornis*. De competitie om voedsel lijkt een regulerende rol te spelen.

(Bron: Sündermann & Degens, 1989 (ZISCH en TOSCH project); data 1986-1987; Daan 1989; data 1984-1985, North Sea Project 1989; data 1988-1989 (voorlopige rapportage), Baars et al. 1990; data 1989).

3.3 Zoöbenthos

3.3.1 Macrozoöbenthos

Door hun plaatsgebonden karakter en levenscycli die vaak meer dan een jaar bedragen, kan de verspreiding en de trends in de tijd van macrobenthos gezien worden als een spiegel van het verleden die alle gebeurtenissen reflecteert. Benthos wordt gekenmerkt door een mate van stabiliteit die zijn basis vindt in een koppeling tussen fauna samenstelling en abiotisch milieu. De mate van stabiliteit wordt o.a. bepaald door de ontwikkelingsfase en opbouw van de gemeenschap. Gemeenschappen die in het begin van een succesie staan zijn opgebouwd uit opportunistische soorten met korte levenscycli, snelle reproductie en een kleine lichaamsgrootte. Stabiele gemeenschappen zijn herkenbaar aan grote, langzaam groeiende soorten die zich langzaam voortplanten.

In 1986 is via de grofmazige ICES Synoptic Benthic Mapping het macrobenthos van de gehele Noordzee geïnventariseerd. Deze gegevens van macrofauna dichtheid en soortensamenstelling zijn geanalyseerd met behulp van TWINSPAN analyse, waarbij stations op basis van similariteit van soortendichtheid gegroepeerd zijn tot clusters. Op de gehele Noordzee kunnen 8 verschillende bodemlevensgemeenschappen onderscheiden worden, waarvan er op het NCP vijf vertegenwoordigd zijn (figuur 5a).

	Zuidelijke Noordzee				Centrale Noordzee
	Breeveertien		Oestergronden	Doggersbank	noord van Doggersbank
	<30m		30- 50 m	50 - 70 m	>70m
cluster	la	lb	IIa	IIb	IIIa
diepte					
sediment	grof zand	grof zand	slibrijk fijn zand	fijn zand	fijn zand
aantal soorten	27 ± 8	29 ± 9	44 ± 9	43 ± 10	54 ± 16
individuen.m ⁻²	805 ± 728	873 ± 623	1995 ± 1499	1093 ± 686	1224 ± 1233
biomassa g ADW.m ⁻²	9.5 ± 9.9	4.3 ± 4.3	12.6 ± 7.5	7.6 ± 6.5	7.4 ± 7.0
kensoorten	<i>Nephtys spec.</i> <i>Echinocardium cordatum</i>	<i>Aonides</i> <i>Phoxocephalus</i> <i>Pisione</i>	<i>Nucula</i> <i>Callianassa</i> <i>Cheatopterus</i> <i>Amphiura</i>	<i>Ophelia</i> <i>Nephtys</i>	-

Tabel 1: Schema van de TWINSPAN classificatie (soorten dichtheid gegevens), met abiotische en biotische parameters (gemiddelde en sd.) van de verschillende gemeenschappen die op het NCP worden aangetroffen. Ook zijn van de kensoorten van de gemeenschappen aangegeven (Künitzer et al., 1992; Duineveld et al., 1992).

De verspreiding van deze gemeenschappen vertoont grote overeenkomst met sedimentsamenstelling en dieptelijnen. In Tabel 1 zijn de karakteristieken van de voor het NCP relevante levensgemeenschappen aangegeven. In de Zuidelijke Bocht worden in het grove zand de clusters la en lb gevonden. Kensoorten van dit gebied zijn oa. *Nephtys* en *Echinocardium*. Deze clusters worden worden gekenmerkt door een lage biomassa. In het slibrijke fijne zand van de Oestergronden (cluster IIa) wordt een gemeenschap onderscheiden die gekenmerkt is door oa. *Nucula* en *Callianassa*. De gemiddelde biomassa is 13 g ADW.m⁻². De macrofauna biomassa op het NCP is gedomineerd door echinodermen, met name door *Echinocardium cordatum*. Er lijkt een trend in soortenrijkdom te bestaan waarbij het aantal soorten vanaf de Zuidelijke Bocht naar het noorden toe langzaam toeneemt.

Gedetailleerde informatie over de samenstelling van het benthos van de kuststrook, de Voordelta en het Friese Fronten gebied wordt betrokken uit resp. het Milzon Programma, de Voordelta Studie en het Friese Fronten project.

Daar waar tussen de de zuidelijke Bocht en de Oestergronden de diepte van zuid naar noord toeneemt, wordt een overgangsgebied gevonden. Dit gebied, dat bekend staat als het Friese Front, wordt gekenmerkt door een zeer slibrijk sediment en een voortdurende sedimentatie van materiaal ten gevolge van de hydrografische condities. In de zomer bevindt zich op deze plek vaak de scheiding tussen volledig gemengde en gestratificeerde watermassa's. Tussen deze watermassa's treedt uitwisseling van voedingsstoffen op zodat er een verhoogde primaire productie ontwikkelt. Het Friese fronten gebied onderscheidt zich van omringende gebieden door de grote aantallen van *Amphiura filiformis* en een zeer hoge biomassa van meer dan 30 g ADW.m⁻². De kustzone en de Voordelta worden gekenmerkt door hoge biomassa's en dichtheden. De soortenrijkdom is echter laag vergeleken met de offshore gebieden van het NCP. Op de resultaten van het Milzonprogramma is een TWINSPAN cluster-analyse uitgevoerd. De macrozoëbenthos-dichtheid en soortensamenstelling leverde een indeling in 4 zone's op (figuur 5b). Voor elk van deze zones kunnen specifieke kensoorten genoemd worden.

	zone 1 kust	zone 2 overgang	zone 3 offshore West	zone 4 offshore Noord
Soorten	21	14	13	23
Dichtheid (N.m ⁻²)	4232	1171	826	3300
Biomassa (g ADW.m ⁻²)	53	13	7	18

Tabel 2: Gemiddeld aantal soorten (aantal.m⁻²), dichtheid (N.m⁻²) en biomassa (g ADW.m⁻²) voor de voornaamste taxa en de gehele macrofauna in de vier onderscheiden clusters in de MILZON studie gebaseerd op cluster analyse van dichtheid van soorten (naar van Scheppingen en Groenewold, 1990).

Tot 5 km uit de kust wordt de benthische gemeenschap gedomineerd door polychaeaten (*Nephtys*) en tweekleppigen (*Spisula subtruncata*, *Macoma baltica*, *Tellina fabula*), met een gemiddelde biomassa van 53 g ADW.m⁻². In westelijke richting nemen biomassa en dichtheid geleidelijk af tot 6,6 g ADW.m⁻², resulterend in een westelijke offshore zone, gedomineerd door echinodermen (*Echinocardium cordatum*) en polychaeten. Vanaf de Waddenkust neemt de biomassa af tot 18 g ADW.m⁻² (*Spiophanes bombyx*, *Magelona papillicornis*, *Echinocardium cordatum*) (Tabel 2).

Wat betreft indeling in functionele groepen (manier van voedsel verzamelen) zijn de meeste dieren in de kustzone "suspensie-eters" (filtreren voedsel uit water). In de westelijke offshore zone voor de Noord- en Zuid-Hollandse kust overheersen "sediment-eters" die voedsel opnemen vanaf of uit het sediment.

De Voordelta is een hoog-energetisch en dynamisch gebied met diepe geulen en droogvallende platen. Dit drukt een duidelijk stempel op de sedimentsamenstelling en daarmee op de bodemfauna. De ruimtelijke variatie in biomassa en dichtheid van de bodemgemeenschap is sterk gecorreleerd met sedimentkarakteristieken and bathymetrie. De gemiddelde biomassa is 20 g ADW.m⁻², maar kan in slibrijke buitendelta's oplopen tot 60 g ADW.m⁻². Van de totale biomassa wordt 60% uitgemaakt door vier soorten, te weten *Spisula subtruncata* (mollusca), *Lanice conchilega* (polychaeta), *Echinocardium cordatum* (echinodermata) en zeeanemonen. De biomassa van molluscan neemt af van noord naar zuid, met hoogste waarden in de buitendelta van het Haringvliet. Hier bestaat 75 % van de biomassa uit de kokkel *Cerastoderma edule*. Qua dichtheid zijn de sediment-eters dominant, terwijl suspensie-eters de belangrijkste groep vertegenwoordigen wanneer naar biomassa gekeken wordt.

	stratum 1	stratum 2	stratum 3	stratum 4	stratum 5
Dichtheid (N.m ⁻²)	400	2000	14000	5000	1100
Biomassa (g AFDW.m ⁻²)	2	13	40	40	20

Tabel 3: Gemiddeld aantal soorten (aantal.m⁻²), dichtheid (N.m⁻²) en biomassa (g ADW.m⁻²) van de macrofauna in de vijf onderscheiden clusters in de VOORDELTA studie gebaseerd op TWINSPAN cluster analyse van dichtheid van soorten. Stratum 1 valt samen met de de soms droogvallende zandbanken, stratum 2 tot 4 vallen samen met de overgang naar de diepere geulen, en stratum 5 valt samen met het gebied voor de Slufterdam en Haringvliet (naar Craeymeersch et al., 1990).

Clusteranalyse, gebaseerd op soortensamenstelling en -dichtheid, leverde vijf clusters op die de overgang van intergetijdegebieden naar de diepere geulen volgen (tabel 3). Het Klaverbank gebied wordt gekenmerkt door een veranderlijk patroon van grind- en zandbanken, waarbij het zand over de 0.5 tot 1.3 m dikke grindlaag getransporteerd wordt gedurende periode's met zware stormen. Hierdoor heeft er zich een levensgemeenschap ontwikkeld die kenmerken vertoont van zowel "zand-gemeenschappen" (zoals elders op het NCP aangetroffen) als "hard substraat-gemeenschappen", zoals o.m. op wrakken wordt aangetroffen. De grindgebieden worden vooral gekenmerkt door veel molluscanen van tenminste 10 jaar oud (*Artemisschelp* (*Dosinia exolata*) en Noordkromp (*Arctica islandica*) en echinodermen. Daarnaast domineren polychaeten in dichtheid. De biomassa's zijn vergelijkbaar met omringende zand gebieden, 6 tot 23 g ADW m⁻². Door aanwezigheid van specifieke epifauna soorten (dodemansduim en zakpijpen), gehecht aan de stenen, is de soortenrijkdom hoog: 30-60 soorten per station. De aanwezigheid van onbegroeide stenen is een voorwaarde voor het afzetten van haring eieren.

(Bron: Craeymeersch et al., 1990; data 1984-1986; Creutzberg et al., 1984; data tot 1983; Groenewold & van Scheppingen 1990; data 1989; Künitzer et al., 1992, data 1986; van Moorsel & Waardenburg 1990; data 1988-1989; van Scheppingen & Groenewold, 1990; data 1988-1989; Sips & Waardenburg 1989).

3.3.2 Meiozoöbenthos

Het meiozoöbenthos draagt slechts ca. 4 % aan de totale bodemfauna biomassa bij, maar kan qua turn-over snelheid verantwoordelijk zijn voor ca. een-derde van de benthische productie. Epibenthische meiofauna vormt een belangrijke voedselbron voor macrobenthos en jonge platvis, met name in ondiepe sublittorale en intergetijdegebieden. Factoren die de structuur van meiofauna gemeenschappen in de Noordzee bepalen zijn o.m. diepte, sedimenttype en latitude.

In 1986 is via de grofmazige ICES Synoptic Benthic Mapping ook het meiobenthos geïnventariseerd in o.m. de Zuidelijke Noordzee (Tabel 4). De meest dominante groep is die van de nematoden, met dichtheden variërend van 60 tot 4170 individuen per 10 cm². Alleen in de Zuidelijke Bocht (Breeveertien) kunnen de dichtheden aan copepoden die van de nematoden evenaren. De Nematode/Copepode ratio is daar het laagst, 16-25, terwijl naar het noorden toe deze oploopt tot 250. Gebaseerd op de copepode soorten samenstelling kunnen 5 grote en 2 kleine meiofaunagemeenschappen worden onderscheiden (figuur 5c).

TWIN A komt overeen met de Zuidelijke Bocht van de Noordzee. Hoge dichtheden van overwegend interstitiële copepode soorten en enkele taxa karakteristiek voor grofzandige sediment komen hier voor. TWIN B omvat o.m. de Nederlandse kuststrook (figuur 5c). De TWIN-groepen kunnen zijn gerangschikt naar afnemende mediane korrelgrootte en toenemend silt/klei-gehalte.

	cluster 1	cluster 2	cluster 3	cluster 5	cluster 6
	TWIN A	TWIN B	TWIN C	TWIN D	TWIN E
Soorten	29	11	8	9	10
Dichtheid	192	30	25	19	51
Individueel ADW	0.5	0.8	3.0	1.6	3.2
Biomassa	86	29	66	32	159

Tabel 4: Gemiddeld aantal soorten, dichtheid (N. 10 cm⁻²), individueel gewicht (μ g ADW/individu) en biomassa (μ g ADW. 10 cm⁻²) voor de 5 onderscheiden TWINSPAN groepen van de copepoden fauna van het NCP (Huys et al., 1992).

	cluster 1	cluster 2	cluster 3	cluster 4
Taxa	5.1	9.7	8.6	6.2
Dichtheid (N.m ⁻²)				
Nematoda	2532	1402	604	966
Copepoda	14	191	126	22
Gastrotricha	11	54	143	60
Turbellaria	6	30	37	25
totaal	2576	1762	944	1084
Nematode/Copepode ratio	458	19	15	101

Tabel 5: Gemiddeld aantal taxa (aantal.m⁻²), dichtheid (N.m⁻²) van de vier belangrijkste meiobenthostaxa en de nematoden/copepoden ratio in de vier in de MILZON studie onderscheiden clusters, gebaseerd op analyse van dichtheid van meiofauna taxa (van Scheppingen en Groenewold, 1990).

De in 1988 en 1989 uitgevoerde intensieve monitoringsstudie (MILZON) had als doel de huidige status van de benthische gemeenschappen te beschrijven. Voor meiobenthos blijkt daaruit dat in de kuststrook (0-12 km) de belangrijkste taxa (Nematoda, Copepoda, Gastrotricha en Turbellaria) alle hun hoogste dichtheid hebben. Uitgaande van de dichtheden van de taxa zijn 4 clusters te onderscheiden (Tabel 5). De kuststrook boven de Waddeneilanden wordt gedomineerd door nematoden en de diversiteit is lager. Tussen totale dichtheid en sediment karakteristieken werd een zwak significante relatie gevonden. Mediane korrelgrootte is negatief gecorreleerd met met nematode dichtheid en positief met copepode dichtheid.

De Voordelta is een heterogeen gebied voor wat betreft sedimenttype en diepte. Interstitiële copepoden domineren.

	stratum 1 diep	stratum 2 diep	stratum 3 ondiep	stratum 4 ondiep
Taxa	6	7	9	6
Dichtheid (N.m ⁻²)				
Nematoda	2626	2564	286	237
Copepoda	19	25	325	126
Gastrotricha	7	2	70	31
Turbellaria	54	42	100	84
totaal	2714	2998	801	493
Nematode/Copepode ratio	137	103	0.9	1.9
Biomassa (0 - 10 cm) g ADW.m ⁻²				
Nematoda	747	482	80	90

Tabel 6: Gemiddeld aantal taxa (aantal.m⁻²), dichtheid (N.m⁻²) van de vier belangrijkste meiobenthostaxa, de totale meiobenthosdichtheid en de nematoden/copepode ratio van de vier onderscheiden clusters in de Voordelta studie gebaseerd op TWINSPAN analyse van dichtheid per taxon. Van de nematoden is de gemiddelde biomassa per stratum (μ g ADW.10 cm⁻²) gegeven (Craeymeersch et al. 1990).

De nematode gemeenschap bestaat uit 242 soorten, behorend tot 90 genera en 29 families. TWINSPAN analyse gebaseerd op soortensamenstelling scheidt ondiepe van diepe stations (tabel 6). De ondiepe stations worden gekenmerkt door een hoge diversiteit, lage dichtheid en biomassa (20-100 μg ADW 10 cm^{-2}). De diepere stations, tot 15 m diepte, zijn minder divers met hoge dichtheden en biomassa's (100-2050 μg ADW 10 cm^{-2}). De nematode/copepode ratio varieert van 0.9 tot 137. In het TiO_2 lozingsgebied voor de kust bij Hoek van Holland blijken de lozingen van titaandioxide van invloed te zijn geweest op de meiobenthosgemeenschap. De verticale verdeling van het meiobenthos verschilt binnen en buiten het lozingsgebied. In het dumpingsgebied is de grootste concentratie aan meiofauna gevonden verspreid over de bovenste 5 cm en is de dichtheid aan Nematoda, Copepoda, Gastrotricha en Turbellaria in de bovenste 10 cm significant lager dan in het referentie gebied, waar het meiobenthos voornamelijk in de bovenste 2 cm te vinden is. De diversiteit in lozingsgebied is lager dan daarbuiten en nematoden van het voedseltype "non-selective deposit-feeders" domineren.

(Bron: Craeymeersch et al., 1990; data 1984-1986; Groenewold & van Scheppingen 1990; data 1989; Huys et al. 1992; data 1986; van Scheppingen & Groenewold, 1990; data 1988-1989; Smol et al. 1989a, 1989b; data 1986-1988).

3.3.3 Deelgebieden van het NCP op grond van bodemfauna

Op basis van de huidige kennis van het bodemleven kunnen de volgende deelgebieden op het NCP onderscheiden worden (figuur 10a):

Voordelta: Het kustgebied voor Zeeuwse en Zuid-Hollandse delta, gekenmerkt door een sterke dynamiek en grote gradienten tussen de verschillende levensgemeenschappen. Zowel soorten die typisch voor open zee beschouwd kunnen worden, als soorten die typisch estuarien zijn komen voor.

Hollandse kust: Aan de kust een grote biomassa, vnl. van schelpdieren; naar het westen toe neemt de biomassa af en is de zeeklit (*Echinocardium*) een belangrijke soort.

Wadden Kust: Evenals onder de Hollandse kust een grote biomassa aan schelpdieren, naar het noorden toe slechts een geringere afname van biomassa. Belangrijke soorten zijn kleine polychaeten als *Magelona papillicornis* en *Spiophanes bombyx*.

Friese fronten gebied: Rondom de $53^{\circ}40'$ N breedtegraad, gekenmerkt door slibrijk sediment en extreem rijke bodemfauna, gedomineerd door de echinoderm *Amphiura filiformis*.

Klaverbank: Gekenmerkt door veel grote molluscan, polycheaten en epifauna soorten als dodemansduim en brokkelster.

Oestergronden: Tussen Friese fronten gebied en Doggersbank. De fauna bestaat voornamelijk uit echinodermen (zeeklit en brokkelster) en de perkamentworm (*Cheatopterus variopedatus*).

Doggersbank: Fauna van het fijne zand van de Doggersbank bestaat voornamelijk uit polychaeten (*Nephtys longosetosa* en *Ophelia borealis*).

Het onderscheiden van de Oestergronden en de Doggersbank, komt overeen met de indeling die volgt uit het ICES synoptic mapping project. Op grond van recent uitgevoerde kleinschalige ruim-

telijke inventarisaties (MILZON-BENTHOS 1988/89, MILZON-Klaverbank 1988/89, Friese Fronten project) kan een gedetailleerder beeld getekend worden.

3.4 Vissen

Paaiplaatsen en kinderkamers voor vis

De geschematiseerde ligging van gebieden met een kinderkamerfunctie en de paaiplaatsen van spiering, schol, haring en kabeljauw is weergegeven in figuur 6a. Het grootste gedeelte van het NCP is belangrijk als (al dan niet potentieel) paaigebied. De exacte ligging kan niet aangegeven worden, omdat gedurende de ontwikkeling van ei tot juveniel dier via het larve stadium vaak transport en trek vanuit het Zuidwesten naar het Noordoosten optreedt. De gehele kuststrook fungeert als "kinderkamer", waarin de jonge vis kan opgroeien. De Waddenzee is het belangrijkste, met name voor de commerciële vissoorten tong, schol en haring. Het massaal voorkomen van (ook jonge) vis in het Friese Fronten gebied duidt het belang van dit gebied aan.

In de periode 1935-1985 is er een sterke teruggang in het aantal gevangen stekelroggen geweest. Ook het aantal op het strand aangespoelde eierkapsels is sterk teruggelopen. De oorzaak van de teruggang in aantal is moeilijk vast te stellen, maar mogelijk speelt de intensieve boomkorvisserij een rol. De rog, die pas in het 7^e jaar geslachtsrijp wordt, en een laag aantal nakomelingen reproduceert is gevoelig voor overbevissing. De verankering van eierkapsels in ondiepe kustwateren en estuaria aan zeegras, wieren en stenen maakt de overlevingskans sterk afhankelijk van de boomkorvisserij.

(Bron: Bosschietier 1981; data ca. 1960-1976; Bergman, in: Ecologisch profiel Vissen DGW, 1989)

Commerciële vis

De visfauna in de gehele Noordzee kan, gebaseerd op de verspreiding van de 50 meest voorkomende vissoorten, globaal verdeeld worden in 3 groepen (figuur 6b). Het NCP wordt gekarakteriseerd door de zuidoostelijke visfauna van deze drie. In de zomer wordt deze gekenmerkt door grote hoeveelheden platvis en haring, een gemiddelde biomassa aan kabeljauwachtigen en haaien, en een geringe biomassa aan roggen. In de winter kunnen er op relatief beperkte schaal verschuiving plaatsvinden. Jongere jaarklassen (0-, 1- en 2-groep) kunnen in relatie tot fysische condities (diepte, temperatuur, saliniteit) een andere verspreiding vertonen dan oudere jaarklassen. De schol, *Pleuronectes platessa*, is een van de commerciële belangrijke soorten die in het Young Fish Survey programma gevolgd worden. De hoogste dichtheden worden bereikt in de nazomer en winter (figuur 6c). Evenals tong wordt schol voornamelijk met behulp van boomkorren gevangen. In het Friese Fronten gebied worden per uur meer dan 80 individuen gevangen. De maximale vangsten van schar (*Limanda limanda*) zijn veel hoger: per visuur kunnen meer dan 1000 individuen gevangen worden. In het kader van het internationale monitoringsonderzoek (Joint Monitoring Group, North Sea Task Force) worden extra gegevens verzameld over de visziekten en contaminantengehalten in vis.

(Bron: Welleman 1989; data 1985-1987; Daan et al. 1990; Bergman et al. 1991; data 1960-1985; Bergman et al., 1991)

3.5 Zeevogels

Op basis van fouragegedrag en verspreiding kunnen vier groepen zeevogels worden onderscheiden. De vis-etters zijn verdeeld in drie groepen: vogels van open zee (oa. alk, zeekoet, noordse stormvogel), vogels met een zeewaartse verspreiding (oa. mantelmeeuwen, drieteenmeeuw en jagers), en vogels die kustgebonden zijn (oa. zilvermeeuw, kokmeeuw). Afgezien van de alk en zeekoet worden een groot aantal vogels aangetrokken door vissersschepen waarbij overboord gezette bijvangst en ingewanden geconsumeerd worden. Daarnaast is er een kustgebonden groep die zich voornamelijk voedt met schelpdieren (oa. zeeëenden, sterns).

De dichtheid van vogels op het NCP is het hoogst na het broedseizoen. Zowel de broedvogels met hun jongen als noordelijk broedende zeevogels die doortrekken bevinden zich dan op het NCP. Plaatselijk kan het daarbij om grote aantallen vogels gaan.

De belangrijkste overwintersgebieden van alkachtigen en zeeëenden liggen in het zuidelijk deel van het NCP, met inbegrip van het kustwater.

Er zijn driemaal zoveel visetende vogels in het Friese Fronten gebied gedurende en na de broedtijd, vergeleken met Breeveertien en de Oestergronden (figuur 7). De reden hiervoor is naar alle waarschijnlijkheid een verhoogde aanwezigheid van vis. In de herfst en winter zijn de dichtheden van zeekoeten hoog (ca. 10.000 individuen), gevolgd door noordse stormvogel, grote mantelmeeuw en drieteenmeeuw.

Ten noorden van het Friese fronten gebied zijn gedurende het gehele jaar noordse stormvogels, drieteenmeeuwen en grote mantelmeeuwen aanwezig. In de zomer komen langs de randen van de Doggersbank veel zeekoeten (ouders met jongen) en jan van genten voor, later in het jaar gevolgd door zilvermeeuwen en alkachtigen. De Bruine Bank is een belangrijk overwinteringsgebied voor de zeekoet, alk en noordse stormvogel.

De kuststrook is een internationaal belangrijk vogelgebied: in sommige jaren is meer dan 1 % van de wereldpopulatie van de Roodkeelduiker en de Fuut en meer dan 1 % van de Europese populatie van de Zwarte Zeeëend en de Kleine Mantelmeeuw aanwezig. In het broedseizoen zoeken de op de kust broedende meeuwen (grote en kleine mantelmeeuw, zilvermeeuw) en sterns hier hun voedsel.

(Bron: Leopold 1991; Baptist & Leopold 1990, 1991 (concept); data 1986-1989)

3.6 Zeezoogdieren

Zeehonden

De desastreuze achteruitgang van de zeehondenpopulatie (grijze zeehond, *Phoca vitulina* en gewone zeehond *Halichoerus grypus*) in de Nederlandse kustwateren tussen 1950 en begin jaren 70 was het gevolg van ongelimiteerde jacht gevolgd door de effecten van verontreiniging. Met name de verontreiniging door PCB's verstoort ook nu nog de reproductie bij zeehonden. Toch stabiliseerde zich het aantal dieren in de Waddenzee sinds 1973 en nam vanaf 1980 weer duidelijk toe. De Waddenzee is voor de zeehond van belang als kraamkamer, verblijf- en foerageerplaats. In 1988 werd echter de internationale zeehondenpopulatie in de Noordzee, de Baltische Zee en de Ierse Zee besmet met het *Canine Distemper Virus* of een daarmee verwante variant. Zeker 17.000 dieren zijn gestorven en de verwachting is dat het 9 tot 12 jaar gaat duren voor het 1988 niveau opnieuw bereikt is in de Waddenzee.

(Bron: Reijnders 1984, 1988, Osterhaus & Reijnders 1989; data 1977-1989)

Walvisachtigen

Op het NCP worden vier soorten walvisachtigen waargenomen: de bruinvis (*Phocaena phocaena*), de witsnuitdolfijn (*Lagenorhynchus albirostris*), de witflankdolfijn (*Lagenorhynchus acutus*) en de tuimelaar (*Tursiops truncatus*).

Uit waarnemingen vanaf schepen en vanuit vliegtuigen blijkt dat het grootste deel van de zeezoogdieren populatie bestaat uit dolfinen (Fig. 8). Het relatief troebele kustwater belemmert waarnemingen vanuit het vliegtuig. De combinatie van vliegtuig- en scheepstellingen is dan noodzaak om tot een betrouwbaar verspreidingspatroon te komen. In de periode december-juni worden de hoogste dichtheden van de witsnuitdolfijn waargenomen in het westelijk deel van het NCP en ten noorden van 53° NB. Ze blijven echter op geruime afstand van de kust. Na juni trekken de dieren richting Engelse kust en verblijven westelijk en noordelijk van de Doggersbank (figuur 8a). De witflankdolfijn wordt vaak samen met de witsnuitdolfijn gezien in het Noordwestelijk deel van het NCP.

In de 60-er jaren is de bruinvispopulatie ingestort en werd de soort voor de Nederlandse kust niet meer waargenomen. Sinds in 1985 de zeewaarnemingen begonnen worden er echter weer geregeld bruinvissen waargenomen op het NCP. Vooral in de kuststrook treedt, na een volledig afwezigheid, sinds enkele jaren weer een toename van het aantal op (Figuur 8b). Van het hele NCP worden op het Friese Front de hoogste aantallen bruinvissen waargenomen. Door de wisselende aantallen in de verschillende seizoenen wordt er een migratie naar de Engelse kust verondersteld. Andere walvisachtigen (tuimelaar, griend, dwergvinvis, gewone dolfin en butskop) komen veel minder voor.

(Bron: Baptist & Leopold 1990, Baptist 1990, Baptist et al. 1990; data 1984-1990; Ecologisch profiel, 1988. DGW: Zoogdieren; notitie DGW.GWAO 1991)

3.7 Overzicht karakteristieke biologische kenmerken

In tabel 7 wordt een overzicht gegeven van de score van de verschillende gebieden voor de respectievelijke ecosysteemparameters.

De primaire productie ligt het hoogst in het kustgebied en rond het Friese Front. In de Voordelta, de kuststrook, het Friese Fronten gebied en de Klaverbank is de biomassa van de macrofauna meer dan 15 g ADW.m⁻². Voor zoöplankton zijn slechts zeer globale gradiënten bekend. De gehele kuststrook dient als kinderkamer voor vis. Het grootste gedeelte van het offshore gebied fungeert als paaiplaats. Voor de vogels vervult de gehele kuststrook inclusief Wadden en Voordelta een belangrijke rol als rust-, fourageer- en doortrekgebied. Hoge aantallen worden in het Friese fronten gebied aangetroffen. De zeehond wordt momenteel alleen in het Waddengebied aangetroffen, maar heeft ook kansen in het Deltagebied. Waarnemingen van walvisachtigen zijn nog voornamelijk gebonden aan het Friese Front en het offshore gebied.

	Phyto-plankton		Macrofauna			Vis		Vogels			Zeezoog-dieren	
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l
Voordelta	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	♂	-
Zuid en Noord Hollandse kust	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	-	♂
Waddenkust	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+
Friese Front	+	-	+	+	+	+	-	-	+	+	-	+
Klaverbank	-	-	+	+	+	+	-	-	+	-	-	+
Oestergronden	-	-	+	+	+	+	-	-	+	-	-	+
Doggersbank	-	+	+	-	+	+	-	-	+	-	-	+
Breeveertien	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	+

Tabel 7: Overzicht van de ecologische parameters voor de verschillende gebieden op het NCP.

Legenda

a	primaire productie in zomer (0 - 20 m)	- < 400 mgC.m ⁻² .h ⁻¹ < +
b	primaire productie in winter (0 - 20 m)	- < 100 mgC.m ⁻² .h ⁻¹ < +
c	soortenrijkdom	- < 40 soorten < +
d	biomassa	- < 15 g AFDW.m ⁻² < +
e	dichtheid	- < 2000 individuen.m ⁻² < +
f	paaigebied	- niet aanwezig; + wel aanwezig
g	kinderkamer	- niet aanwezig; + wel aanwezig
h	zeevogels: schelpdier-eters	- < 2 individuen.km ⁻² < +
i	zeevogels: vis-eters (vangen levende vis)	- < 2 individuen.km ⁻² < +
j	zeevogels: vis-eters (profiteren van visserij)	- < 2 individuen.km ⁻² < +
k	voorkomen zeehonden	- niet aanwezig; + wel aanwezig; ♂ potentie om aanwezig te zijn
l	voorkomen walvisachtigen	- niet aanwezig; + wel aanwezig; ♂ potentie om aanwezig te zijn

4 Effecten van gebruiksfuncties op het ecosysteem

4.1 Effectmatrices: de relaties tussen gebruiksfuncties, de aard van verstoring en het ecosysteem

Het gebruik van het Noordzee ecosysteem kan strijdig zijn met de duurzame ontwikkeling ervan. Om dit te inventariseren zijn twee matrices opgesteld: een matrix waar gebruiksfuncties gerelateerd zijn aan de aard en intensiteit van de verstoring die van de activiteit uitgaat (Bijlage 1) en een matrix waarin de gebruiksfuncties gerelateerd worden aan de mogelijke effecten op verschillende ecosysteem kenmerken gebruikmakend van de aard van de verstoring (Bijlage 2).

De onderscheiden gebruiksfuncties zijn: visserij, offshore mijnbouw, zand- en grindwinning, input stoffen, militaire activiteiten, scheepvaart en recreatie. Van elk van deze gebruiksfuncties is de invloed op het systeem op tentatieve manier benaderd. In Bijlage 1 zijn de verstoringen, afhankelijk van hun aard, in een aantal categorieën ondergebracht: verontreiniging met anorganische en organische microverontreinigingen, een toevoer van nutriënten, mechanische verstoring van het systeem, akoestische verstoring en het onttrekken van organismen aan het systeem. Afgezien van de aard van de verstoring kan ook de potentiële intensiteit waarmee een activiteit het systeem beïnvloed, geschat worden. Er is onderscheid gemaakt tussen een directe danwel indirecte en een matige (locaal en/of éénmalig) danwel sterke (grootschalig en/of frequent) beïnvloeding. Uit Bijlage 1 volgt dat visserij de enige gebruiksfunctie is waar een potentieel sterke directe de verstoring door mechanische verstoring voor het systeem vanuit gaat. Ook de offshore mijnbouw en input van rivieren vormt, door de verontreiniging met stoffen, een potentiële sterke directe de verstoring voor het systeem.

In Bijlage 2 is het potentiële effect van de verschillende gebruiksfuncties gerelateerd aan de verschillende trofieniveaus van het ecosysteem. Van een potentiële effect is sprake indien er een aangrijpingspunt tussen menselijke activiteit en biotische component verondersteld kan worden. Het actuele effect treedt pas op bij daadwerkelijke blootstelling. Evenals bij Bijlage 1 ontbreekt er bij het invullen van bijlage 2 vaak systematisch onderzoek naar dosis-effectrelaties. Bij het opstellen van de tabel zijn daarom aannames gedaan: grootschalig en/of frequente activiteiten resulteren in sterke effecten, lokaal en/of éénmalige activiteiten resulteren in matige effecten. Ook mogelijk indirecte effecten zijn meegenomen.

Uit Bijlage 2 volgt dat het integrale potentiële effect op elke component van het biotische systeem volgt uit een (gewogen) sommatie van de potentiële effecten van de onderscheiden activiteiten. Rivier input (van nutriënten) heeft een potentiële effect op alle onderdelen van het ecosysteem: van fytoplankton tot zeezoogdieren. Visserij heeft door de mechanische verstoring en het onttrekken van biomassa mogelijke effecten op benthos, vis en zeezoogdieren. Recreatie wordt geacht een (in)direct matig effect te hebben op vogels en zoogdieren. Uit Bijlage 2 blijkt dat benthosgemeenschappen, -potentieel- het zwaarst onder druk staan. Hieraan wordt de conclusie verbonden dat benthos gemeenschappen een sleutelparameter zijn voor het aangeven van effecten op het biotisch systeem. De gebiedsindeling gemaakt op grond van bodemdiergemeenschappen (zie 3.3.3) is daarom gebruikt als basis voor toetsing van de deelgebieden op verschillen in ecologische waarde.

4.2 Bekende effecten van menselijke activiteiten op het benthos

Verstoringen van het leefmilieu laten zich vertalen in een wijziging in de opbouw van de benthische gemeenschap. Ten dele is er een tentatieve schatting van de effecten gemaakt, ten dele zijn de actuele effecten onderwerp van onderzoek. Tot nu toe is er onderzoek verricht naar de effecten van twee activiteiten: olieverontreiniging en visserij.

Effecten van olie op macrobenthos zijn tweeledig: fysisch (verstikking) en chemisch. Oliehoudend boorgruis (OBM) veroorzaakt nog tot op lange termijn een meetbaar effect op de bodem-

fauna. De No Observed Effect Concentration (NOEC) van olie gehecht aan oliehoudend boorgruis ligt in de orde grootte van 10 mg olie per kg droog sediment voor macrobenthos. Bij toenemende concentraties worden verschillende effecten waargenomen, variërend van afname in dichtheid van het aantal gevoelige soorten, toename van sommige opportunistische soorten, toename in sterfte van gevoelige soorten en uiteindelijk een afname in dichtheid en biomassa van de hele macrobenthos gemeenschap bij meer dan 100 mg olie kg droog sediment¹. De Oestergronden blijkt een gebied te zijn waar het aantal OBM-gevoelige soorten aanzienlijk hoger is, dan in overige delen van Noordzee (figuur 9). Het dient echter opgemerkt te worden dat uit de verspreiding van de verschillende organismen, niet de reden van aan- of afwezigheid afgeleid kan worden. Deze oorzaak kan bij meerdere factoren tegelijk liggen.

Ook boomkorvisserij heeft mogelijk een effect op de bodemfauna. Zeesterren, zeeklitten en krabben vormen een groot deel van de vangst en gaan, deels dood, weer overboord. Als een noordkromp (*Arctica islandica*), een grote tweekleppige schelp, gevangen wordt, overleeft deze het vrijwel zeker niet. Dit geldt ook voor de zeeklit *Echinocardium cordatum*.

De gevoeligheid van een levensgemeenschap wordt ook bepaald door de tijd die nodig is voor herstel na verstoring. Fysische verstoring en instabiliteit leidt tot verandering van abundantie, soortensamenstelling, grootteklasse verdeling en productiviteit. Gemeenschappen die opgebouwd zijn uit grotere langzaam groeiende organismen zullen ten gevolge van hun lange generatietijd slecht bestand zijn tegen verstoring. Bij voortdurende instabiliteit treedt een verlies van soortenrijkdom op en ontstaat een gemeenschap die opgebouwd is uit opportunistische kleinere soorten.

De hersteltijd die een gemeenschap na een verstoring nodig heeft, de (in)stabiliteit en de gevoeligheid voor verstoring van bepaalde soorten of levensgemeenschappen wordt niet meegenomen in de bepaling van de ecologische waarde. De potentiële kwetsbaarheid van een levensgemeenschap wordt, afgezien van de ecologische waarde, mede bepaald door de aanwezigheid van OBM- of visserijgevoelige soorten in een levensgemeenschap. Bij de afweging van maatregelen dient met de kwetsbaarheid rekening gehouden te worden.

(Bron: Bergman en Duineveld, 1990; Bergman et al., 1990; Bergman et al., 1991; Daan et al., 1990, 1991; data 1985-1990; Witbaard, 1989).

5 Milieuzonering van het NCP

5.1 Criteria voor het waarden van ecosysteemkenmerken

Op grond van ruimtelijke verschillen die zijn vastgesteld, kunnen, afhankelijk van gekozen criteria, meer of minder waardevolle gebieden gedefinieerd worden. Bij de uitwerking van de criteria voor ecologische waardering zijn structurele en functionele kenmerken van het ecosysteem als uitgangspunt gehanteerd, waarbij ieder criterium zo veel mogelijk eenduidig kwantificeerbaar is.

Voorzover mogelijk is bij de keuze van criteria voor waardering aansluiting gezocht bij de in derde Nota Waterhuishouding geformuleerde streefbeelden. In navolging van het streven naar stabiliteit en diversiteit wordt bij invulling van de criteria groot belang gehecht aan een evenwichtig functionerend ecosysteem, uitgedrukt in het vóórkomen van stabiele en diverse bodemdiergemeenschappen, zeezoogdieren, stabiele en diverse vogelpopulaties en gezonde vispopulaties en een hoge visproductie.

Aanwezigheid van de volgende kenmerken voor diverse factoren leidt tot een hoge ecologische waarde:

Abiotische factoren

Sediment

Niet alle typen sediment komen in gelijke hoeveelheid voor op het NCP. Bepaalde typen die beperkt aanwezig zijn, krijgen een hoge waarde toegekend. Bijvoorbeeld het oppervlak waar grind wordt gevonden, is betrekkelijk gering. De aan dit substraat gebonden fauna, die een apart element van het Noordzee ecosysteem vertegenwoordigt, kent daarmee ook een geringe verspreiding.

Morfologie

In een dynamisch milieu waar geulen en platen elkaar afwisselen, zijn grote gradiënten in expositie en sedimentsamenstelling waarneembaar. Dit heterogeen milieu, dat beperkt is tot de Voordelta, kent een specifieke afwisseling van biota die waarde toevoegt aan de diversiteit van het ecosysteem.

Watermassa's

De uitwisseling tussen watermassa's in fronten worden gekenmerkt door een verhoogde biologische activiteit. De goede voedselcondities leiden, van lage tot hoge trofieniveaus, tot een hoog-productief ecosysteem. Op een frontstelsel wordt vaak een concentratie van dieren waargenomen, omdat het een rol vervult als fourageergebied. Hierdoor heeft een front een uitstralingseffect voor de omliggende gebieden. Afgezien van de verhoogde productiviteit kent een frontstelsel ook een eigen specifieke soortensamenstelling, die gebonden is aan de afwijkende fysische omstandigheden en voedselcondities.

Biotische factoren

Macrozoöbenthos

In de Noordzee is, op basis van voorkomen van soorten en dichtheid van bodemdieren, onderscheid gemaakt tussen verschillende levensgemeenschappen die een karakteristieke samenstelling en vaak ook specifieke kensoorten hebben. Iedere levensgemeenschap voegt iets toe aan de diversiteit en daarmee aan de structurele en functionele eigenschappen van het ecosysteem.

Vis

Bepaalde gebieden vervullen een essentiële functie in het levenscyclus van vissen. Zo zijn paaiplaatsen en kinderkamers gebieden die een functionele rol in het ecosysteem vervullen, en hebben daarmee een hoge ecologische waarde.

Vogels

Delen van de Noordzee hebben een internationale betekenis voor bepaalde vogelpopulaties. Het kan voorkomen dat in bepaalde seizoenen in bepaalde gebieden meer dan 1% van de internationale populatie van een soort aanwezig is. Een dergelijke concentratie van vogels kan plaatsvinden na de broedperiode, gedurende trek of tijdens fourageren. Deze gebieden vervullen een functionele rol in de levenscyclus van deze dieren en hebben daarom een hoge ecologische waarde.

Zeezoogdieren

Zeezoogdieren hebben een drastische achteruitgang in aantal op het NCP laten zien. Gebieden waar deze organismen verblijven of doortrekken hebben daarom een hoge ecologische waarde.

Gebieden met abiotische eigenschappen passend voor bepaalde diersoorten, die echter onder invloed van stress verdwenen zijn, hebben door de mogelijkheid deze diersoorten te herbergen, een hoge potentiële ecologische waarde.

5.2 Toetsen van deelgebieden aan criteria voor ecologische waarden

Door zijn relatief geringe diepte en de aanvoer van voedselrijk water is het NCP een ecologisch rijk gebied met een hoge produktiviteit.

De (potentiële) ecologische waardering wordt hieronder per deelgebied beschreven. Achtereenvolgens wordt ingegaan op fysisch-morfologische eigenschappen, voorkomen van macrobenthos, functie van het gebied voor vissen, aanwezigheid van vogels en zeezoogdieren en, voor zover relevant, de potentie van het gebied (figuur 10a). De verschillende gebieden vertegenwoordigen ieder een karakteristiek biotoop, die echter verschillend gewaardeerd worden.

Voordelta

Dit gebied onderscheidt zich op basis van een grote natuurlijke dynamiek wat met name tot uiting komt in morfologie van het systeem (plaat- en geulvorming). Macrozoöbenthos komt in hoge dichtheden voor en kent een lage diversiteit. Dit laatste wordt veroorzaakt door de heterogene sedimentsamenstelling en instabiliteit van het systeem. Voor dit gebied de wisselwerking met de Zeeuwse Delta van belang. Zo fungeert het Brouwershavense Gat als opgroeigebied voor juveniele platvissen, die later naar de buitendelta vertrekken. Als laatste kan de betekenis van dit gebied als rust-, fourageer- en doortrekgebied voor vogels worden genoemd. De Voordelta is een gebied dat morfologisch gezien nog steeds in ontwikkeling is. Plaat- en geulvorming maakt het gebied tot een potentiële vestigingsgebied voor zeehonden. Voorwaarden hiervoor zijn een afname in PCB-belasting van dit gebied en een niet te hoge recreatiedruk.

Kuststrook: Zuid- en Noord-Hollandse kust

De kuststrook heeft een relatief hoog slibgehalte, waarmee waarschijnlijk samenhangt dat de macrozoöbenthos in deze zone in hoge dichtheden voorkomt, terwijl tevens de biomassa hoog is. In voorjaar en zomer heeft de kuststrook hoge dichtheden aan fytoplankton, gevolgd door zoöplankton in de waterfase. De kustzone heeft een belangrijke functie als kinderkamer van verschillende platvissoorten. Ook vanwege de aanwezige vogels vormt de kustzone een belangrijk gebied. Het gebied is van internationale betekenis voor verschillende vogelsoorten

(Roodkeelduiker, Fuut, Zwarte Zeeëend en de Kleine Mantelmeeuw). In de herfst lopen de trekroutes van vele tienduizenden vogels over deze zone die dan een essentiële rol als fourageergebied vervult. De via de rivieren aangevoerde contaminanten vormen echter een sterke belasting voor dit gebied, wat weerspiegeld wordt door de extreem hoge Nematoden/Copepoden verhouding. Het hoge aandeel van opportunistische soorten en de relatief lage diversiteit binnen de macrozoobenthos-gemeenschap wijzen hier ook op. Door de hoge mate van verontreiniging heeft de kuststrook een verlaagde score in ecologische waarde. Er wordt vanuit gegaan dat wanneer de contaminanten en nutriënten-last afneemt, de nu relatief lage diversiteit in bodemleven toeneemt. Het gebied heeft dan ook wel een hoge potentiële waarde: het gebied kan zich herstellen tot een waardevol ecosysteem. Deze kuststrook fungeert als verbindingzone tussen de Voordelta en de Waddenkust en het Friese Fronten gebied.

Waddenkust

De Waddenkust vertoont morfologisch gezien overeenkomsten met het Voordelta gebied. Het kenmerkt zich net als de Voordelta door een hoge dynamiek, waarbij in tegenstelling tot de Voordelta er reeds sprake is van een evenwichtssituatie. De kustzone boven de waddeneilanden met een hoge primaire productie waarde, heeft een hoge biomassa aan macrobenthos, echter een lage diversiteit. Het gebied heeft een belangrijke internationale functie voor vogels, waarbij de wisselwerking met de Waddenzee van belang is. Het is voor Nederland uniek door de aanwezigheid van zeehondenpopulaties. Ook dit gebied fungeert, net als de rest van de kustzone, als kinderkamergebied voor vis. De hoge PCB gehalten hebben een negatieve invloed op de voortplanting van de zeehonden in dit gebied.

Vooraf de kuststrook is een belangrijk opgroeigebied voor jonge vis.

Friese Fronten gebied

Het Friese Fronten gebied loopt parallel aan 53°40' NB: de overgang van transport(erosie)gebied naar sedimentatiegebied. In dit gebied treedt gedurende het voorjaar en zomer een hoge primaire productie op. De gunstige voedselcondities ten gevolge van deze hoge primaire productie, zijn terug te vinden in een rijke macrofauna gemeenschap, veel vis en de daarmee samenhangende hoge dichtheid aan vogels. In dit gebied worden regelmatig bruinvissen waargenomen.

Klaverbank

Het gebied onderscheidt zich van de rest van het NCP door het voorkomen van grind- en zandbanken. Het kent hierdoor een specifieke (voor het NCP unieke) epifauna. In de benthos levensgemeenschap van de grindvoorkomens komen met name veel grote mollusken en epifauna soorten voor. Deze soorten zijn gevoelig voor fysieke verstoring en grote schelpen hebben bovendien lange regeneratietijd.

De Klaverbank is een potentiële substraat voor het afzetten van haringeieren.

Oestergronden

De Oestergronden worden gekenmerkt door een stratificatie in de zomer. Door deze stratificatie is er een geringe seizoensvariatie in bodemwatertemperatuur. De Oestergronden hebben een hoog aantal macrozoöbenthossoorten zij het in relatief lage dichtheden maar redelijk hoge biomassa. Een gedeelte van het gebied fungeert als paaigrond voor spiering, schol, haring of kabeljauw. De witsnuit- en witflankdolfijnen worden zeer regelmatig in dit gebied waargenomen en verblijven daar tussen december en juni.

Doggersbank

Dit gebied is een relatief ondiepe fijn-zandige bank. Een gedeelte van dit gebied fungeert als vispaaiplaats.

Breeveertien

Breeveertien kenmerkt zich door fijn tot middelgrof zand, relatief weinig macrobenthossoorten en een lage biomassa. Het grootste gedeelte van dit gebied heeft een functie als vispaaiplaats. Er zijn waarnemingen van walvisachtigen in dit gebied bekend.

5.3 Milieuzonering

Aan de hand van de resultaten uit de vorige paragraaf is geconcludeerd aan welke gebieden een speciale ecologische waarde kan worden toegekend. De ecosystemen in deze gebieden behoeven een speciale bescherming, waaraan in een milieuzone uitwerking aan gegeven kan worden.

De milieuzone wordt bedoeld als:

"een gebied waarin een bijzonder beschermingsniveau een bijdrage levert tot bescherming, herstel en ontplooiing van het gehele watersysteem Noordzee".

Uitgangspunt is daarom dat alle geselecteerde bijzondere gebieden vertegenwoordigd zijn. Om de bescherming, het herstel en de ontplooiing van de ecologische waarden en potenties te waarborgen, is het noodzakelijk dat er voor één aaneengesloten milieuzone gekozen wordt. Dit houdt in dat tussen de waardevolle gebieden verbindingen van potentiëel waardevolle gebieden opgenomen worden. Deze gebieden voegen, afgezien van hun eigen specifieke ontwikkelingsmogelijkheden, de mogelijkheid tot handhaving van gradiënten, herstel en migratie extra waarden toe. Hiermee wordt de milieuzone een representatieve afspiegeling van de op het NCP aanwezige ecologische veelzijdigheid. Een extra voorwaarde hiervoor vormt een minimum oppervlakte van de Milieuzone, dat noodzakelijk is voor ecologisch herstel en ontplooiing. Het vaststellen en handhaven van regelgeving is het best te realiseren in een aaneengesloten gebied.

De milieuzone zoals reeds opgenomen in het Watersysteemplan Noordzee luidt daarom: Voordelta, Waddenkust, Friese Front en Klaverbank als ecologisch meest waardevolle gebieden (figuur 10b). De kuststrook, die een ontwikkelingspotentie wordt toegekend, en een deel van de Zuidelijke Bocht en Oestergronden dienen als verbindingzone. Hiermee zijn in de milieuzone gebieden opgenomen die een belangrijke functie vervullen als kinderkamer voor vissen, een waarde voor vogels als rust-, fourageer en doortrekgebied hebben, en productieve benthische gemeenschappen omvatten in zowel zandige als slibrijke gebieden. De Waddenkust is het enige gebied waar momenteel zeehonden voorkomen. In de Voordelta kan deze functie ontwikkeld worden.

Bij de begrenzing van de milieuzone is tevens afstemming gezocht met de op grond van het Natuurbeleidsplan beoogde beschermde gebieden op het NCP. In het in het kader van het NBP-project 22 (Bergman et al., 1990) opgestelde rapport zijn voorstellen gedaan voor de omvang en ligging van beschermde gebieden in de Noordzee.

Met de huidige kennis wordt gemeend dat regulering van gebruiksfuncties binnen het aangewezen gebied door (1) de keuze van de geselecteerde ecologische waarden en (2) de structuur, omvang en ligging van de zone voldoende ecologische rendement oplevert voor het hele NCP.

Samenstelling projectgroep

Rijkswaterstaat Dienst Getijdewateren:

H.J.M. Baptist
ir. B. ten Brink
dr. F. Colijn
dr. A. Cramer
H. Duyts
dr. K. Essink
dr. R.J. Leewis (co-projectleider)
drs. A. Smaal

Rijkswaterstaat Directie Noordzee

dr. W. Zevenboom (projectleider)
drs. S.A. de Jong (secretaris)
drs. C. van Zwol
drs. J.S.L.J. van Alphen
drs. H.R. Bos
ing. P. Meertens
R. Molendijk
ing. J. Sydow

Waterloopkundig Laboratorium (tot 1990)

drs. P. Glas

Opstellers van deze nota:

dr. A. Cramer
drs. S.A. de Jong
dr. W. Zevenboom
drs. C. van Zwol

Met dank aan drs. A.A. Beukema (DNZ) en ir. J.P.G. van de Kamer (DGW)

Literatuurlijst

- ALPHEN, J.S.L.J. van, DAMOISEAUX, M.A. (1988)
Geomorphologische kaart van de Nederlandse kustwateren, schaal 1:250.000. Geol. Tijdschr. 22: 161-167.
- ALPHEN, J.S.L.J. van, DAMOISEAUX, M.A. (1989)
A geomorphological map of the Dutch shoreface and adjacent part of the continental shelf. Geol. Mijnbouw 68: 433-443.
- ANONYMOUS (1988)
Microverontreinigingen in sedimenten van de Noordzee: verslag van de bemonstering in 1986. Directie Noordzee / Waterloopkundig Laboratorium. WL-rapport T 307, p. 1-21.
- BAARS, M.A., FRANZ, H.G., KUIPERS, B.R., VELDHUIS, M.J.W. (1990)
Production and carbon budgets in the North Sea in relation to hydrographical structure. In: Beukema, J.J. (ed.) Annual Report NIOZ 1989, p. 57-58.
- BAPTIST, H. (1990)
AMOEBE nieuws: is de Bruinvis weer terug in ons kustwater? Zoutkrant 2: p. 5.
- BAPTIST, H., CAMPHUYSEN, C., LEOPOLD, M. (1990, concept)
Seamammal sightings in the Netherlands. Dienst Getijdewateren, p. 1-2.
- BAPTIST, H., LEOPOLD, M. (1990, concept)
Vogels en zeezoogdieren op de Noordzee. MILZON notitie 90-04, p. 1-8.
- BELEIDSPAN HARMONISATIE NOORDZEEBELEID (1988)
Beleidsplan 1989-1992. Tweede Kamer, vergaderjaar 1988-1989, 17408, nrs. 44-45, p. 1-71.
- BERGMAN, M.J.N. (1989)
Ecologische profielen: beschrijving van de populaties van haring, schol, kabeljauw, grondel, steur, rog en zeekeeft in de Noordzee en Nederlandse estuaria in de periode 1900-1985. Rijkswaterstaat, Dienst Getijdewateren/NIOZ.
- BERGMAN, M. (1990)
Milieu-effect rapportage Lozing oliehoudende mengsels vanaf mijnbouwinstallaties op zee. Basisrapport 7: Beschrijving van het biotisch milieu. Grontmij/NIOZ, p. 1-20.
- BERGMAN, M.J.N., & G.C.A. Duineveld, 1990.
Verspreiding van enige macrobenthossoorten op de Noordzee. NIOZ Rapport 1990 - 7.
- BERGMAN, M.J.N., LINDEBOOM, H.J., PEET, G., NELISSEN, P.H.M., NIJKAMP, H., LEOPOLD, M.F. (1991).
Beschermd gebied in de Noordzee -noodzaak en mogelijkheden-. Ministerie LNV/NIOZ, 1-195.
- BEON, 1990.
Effects of beamtrawl fishery on the bottom fauna in the North Sea. BEON-report 8: 57 pp.
- BOSSCHIETER, J.R. (1981)
Inventarisatie van ecologisch kwetsbare gebieden langs de Nederlandse kust. Deelproject II: Vissen en Benthos. Rapport NZ-R-81.33 Directie Noordzee, p. 1-69.
- BRINK, B. ten (1989a)
Systematisch op zoek naar duurzame ontwikkeling: het 7-stappenplan. Dienst Getijdewateren, p. 1-7.
- BRINK, B. ten (1989b)
Amoebes-approach: a method for description and assessment of ecosystems. Tidal Waters Division. Summary poster 3rd North Sea seminar 1989, p. 1-17. Distress Signals, Rotterdam. The Netherlands.
- BRUNDTLAND-rapport (1987)
Our Common Future. World Commission on Environment and Development 1987. Oxford University Press, p. 1-..
- CADEE, G.C., HEGEMAN, J. (1986)

- Seasonal and annual variation in *Phaeocystis pouchetii* (Haptophyceae) in the western most inlet of the Wadden Sea during the 1073 to 1985 period. *Neth. J. Sea Res.* 20: 29-36.
- CRAEYMEERSCH, J.A., HAMERLYNCK, O., HOSTENS, K., VANREUSEL, A., VINCX, M. (1990)
De ekologische ontwikkeling van de Voordelta. Deelrapport 1. De huidige ekologische situatie van de Voordelta. DIHO/Rijksuniversiteit Gent, p. 1-92.
- CREUTZBERG, F., WAGENAAR, P., DUINEVELD, G., LOPEZ-LOPEZ, N. (1984)
Distribution and density of the benthic fauna in the southern North Sea in relation to bottom characteristics and hydrographic conditions. *Rapp. P.-v. Réun. Cons. int. Explor. Mer.* 183: 101-110.
- CREUTZBERG, F. (1985)
A persistent chlorophyll a maximum coinciding with an enriched benthic zone. In: Gibbs, P.E. (ed.) *Proc. 19th Eur. Mar. Biol. Symp.* Cambridge University Press, p. 97-108.
- DAAN, N., BROMLEY, P.J., HISLOP, J.R.G., NIELSEN, N.A. (1990)
Ecology of the North Sea Fish. *Neth. J. Sea Res.* 26(2-4): 343-386.
- DAAN, R. (1989)
Factors controlling the summer development of copepod populations in the Southern Bight of the North Sea. *Neth. J. Sea Res.* 23(3): 305-322.
- DAAN, R., LEWIS, W.E., MULDER, M. (1990)
Biological effects of discharged oil-contaminated drill cuttings in the North Sea; studies carried out in the Dutch continental Shelf, 1987 and 1988. NIOZ-Report 1990-5.
- DAAN, R., LEWIS, W.E., MULDER, M. (1991)
Biological effects of washed OBM drill cuttings discharged on the Dutch Continental Shelf. NIOZ-Report 1991-8.
- DERDE NOTA WATERHUISHOUDING (1989)
Water voor nu en later. Ministerie van Verkeer en Waterstaat. Tweede Kamer, vergaderjaar 1989-1990, 21 250, nr. 44-3, p. 1-61.
- DNZ/WL (1988)
Microverontreinigingen in sedimenten van de Noordzee. Verslag van de bemonstering in 1986. WL rapport T307.
- DUINEVELD, G.C.A., DE WILDE, P.A.W.J., KOK, A. (1990)
A synopsis of the macrobenthic assemblages and benthic ETS activity in the Dutch sector of the North sea. *Neth. J. Sea Res.* 26: 125-138.
- ECK, B., VAN, H. VAN'T SANT, E. TURKSTRA (1985)
Voorstel referentiewaarden fysische-chemische waterkwaliteitsparameters Nederlandse zoute wateren. Ministerie van Volksgezondheid, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (Directoraat-Generaal voor de Milieuhygiëne) en Ministerie van Verkeer en Waterstaat (RWS, Deltadienst).
- GEE, A. DE, M.A. BAARS, H.W. VAN DER VEER (eds.), 1991.
De ecologie van het Friese Front. Waarnemingen aan een biologisch-rijke zone in de Noordzee, gelegen tussen de Zuidelijke Bocht en de Oestergronden. NIOZ Rapport 1991- 2.
- GROENEWOLD, A., VAN SCHEPPINGEN, Y.C.M. (1988)
De ruimtelijke verspreiding van het benthos in de zuidelijke Noordzee. Directie Noordzee/Dienst Getijdewateren/Stichting ter bevordering van de Nederlandse Oceanografie. MILZON rapport 88-14, p. 1-19.
- GROENEWOLD, A., VAN SCHEPPINGEN, Y.C.M. (1990)
De ruimtelijke verspreiding van het benthos in de zuidelijke Noordzee, de Noord-Nederlandse kustzone 1989. Directie Noordzee/Dienst Getijdewateren/Stichting ter bevordering van de Nederlandse Oceanografie. MILZON rapport 90-01, p. 1-24.
- GROENEWOLD, A., VAN SCHEPPINGEN, Y.C.M. (1989)

- De ruimtelijke verspreiding van het benthos in de zuidelijke Noordzee, voorjaar 1988. Directie Noordzee/Dienst Getijdewateren/Stichting ter bevordering van de Nederlandse Oceanografie. MILZON rapport 89-01, p. 1-27.
- GROENEWOLD, A., VAN SCHEPPINGEN, Y. (1987)
De ruimtelijke verspreiding van het benthos in de zuidelijke Noordzee. Directie Noordzee/Dienst Getijdewateren. MILZON rapport 87-12, p. 1-14.
- JONG DE, S.A., ZEVENBOOM, W., VAN HET GROENEWOUD, H., DAAN, R. (1991)
Short and long term effects of discharged OBM cuttings with and without previous washing, tested in field and laboratory studies on the Dutch Continental Shelf, 1985-1990. Proc. First International Conference on Health, Safety & Environment in Oil & Gas Exploration and Production. Den Haag, 11-14 november 1991. SPE 23353.
- KAT, M. (1985)
Dinophysis acuminata blooms, the distinct cause of Dutch mussel poisoning. In: Anderson, White and Baden (eds.): Toxic Dinoflagellates, p. 73-77.
- KLAMER, J.C. (1989)
PCB's in de Noordzee; Bronnen en verspreiding. Nota GWAO-89.2001.
- KÜNITZER, A., D. BASFORD, J.A. CRAEYMEERSCH, J.M. DEWUMAREZ, J.DÖRJES, G.C.A. DUINEVELD, A. ELEFThERIOU, C.HEIP, P. HERMAN, P. KINGSTON, U. NIERMANN, E. RACHOR, H. RUHMOR, EN P.A.W.J. DE WILDE, 1992.
The benthic infauna of the North Sea: species distribution and assemblages. ICES. J. mar. Sci., 49: 127 - 143.
- LABAN, C. (1982)
Geologisch onderzoek naar grindvoorkomens in het Botney Cut gebied op 7520. Rijks Geologische Dienst (Haarlem), p. 1-7.
- LEEWIS, R.J., ZEVENBOOM, W. (1989)
Project Milieuzonering: een evaluatie. Nota NZ-N-89.05 (MILZON notitie 89-01). Dienst Getijdewateren/Directie Noordzee, p. 1-9.
- LEOPOLD, M.F. (1991)
Toppredatoren op het Friese Front: zeevogels en zeezoogdieren. In: de Gee, Baars, van der Veer (eds.): De ecologie van het Friese Front, NIOZ rapport 1991-2; p.79-89.
- MONTFRANS, H.M. van, DE GRAAF, L.W.S., VAN MOURIK, J.M., ZAGWIJN, W.H.(1988)
Geologie van Nederland, deel 2: Delfstoffen en samenleving. Rijks Geologische Dienst (Haarlem), p. 1-83.
- MOORSEL, G.W.N.M. van, WAARDENBURG, H.W. (1990)
Impact of gravel extraction on geomorphology and the macrobenthic community of the Klaverbank (North Sea) in 1988. Bureau Waardenburg BV, p. 1-53.
- NATIONAAL MILIEUBELEIDSPLAN (1989)
Kiezen of verliezen. Tweede Kamer nr. 21.137, nrs. 1-2, vergaderjaar 1988-1989, p. 1-258.
- NATUURBELEIDSPLAN (1990)
Tweede Kamer, 21.149, nrs. 2-3, vergaderjaar 1989-1990.
- NIOZ (1990)
Annual Report p. 1-151. Eds. Beukema, J.J., van Aken, H.A., Cadée, G.C., Vosjan, J.H.
- NOORDZEE ATLAS (1987), p. 1-30.
Werkgemeenschap Mariene Monitoring. Directie Noordzee/Dienst Getijdewateren/Meetskundige Dienst.
- NORTH SEA PROJECT (1989)
Zooplankton (NIOZ, Texel). Newsletter No. 8. Marine Sciences Directorate, p. 3-4.
- OSTERHAUS, A.D.M.E., REIJNDERS, P.J.H., 1989.

- Seal disease epidemic in Northwestern Europe: present state of virological investigations and required research. International Council for the Exploration of the Sea C.M. 1989 N/13 Marine Mammals Committee, p. 1-10.
- RADEMAKER, M., KOEMAN, R. (1990)
Determinatie fytoplankton in het Nederlands deel van de Noordzee, juli 1989december 1989. Directie Noordzee rapport NZ-N-89.19, p. 1-7.
- RADEMAKER, M. (1989)
Determinatie fytoplankton in het Nederlands deel van de Noordzee, augustus 1988juni 1989. Rapport NZ-N-89.17 Directie Noordzee, p. 1-18.
- REIJNDERS, P. (1988)
Gevolgen virusuitbraak voor zeehonden in het internationale Waddengebied. Waddenbulletin 88(4): 201-203.
- REIJNDERS, P.J.H. (1984)
De lotgevallen van zeehonden in de Nederlandse kustwateren. Argus 84/1: 5-9.
- RICK, H.J., (1990)
Ein Beitrag zur abschatzung der wechselbeziehung zwischen der Primärproduzenten des Nordsee gebietes und den schwemetallen Kupfer, Zink, Cadmium und Blei auf Grundlage von Untersuchungen an natürlichen Planktongemeinschaften. Diss. Aachen.
- VAN SCHEPPINGEN, Y.C.M., GROENEWOLD, A., (1990)
De ruimtelijke verspreiding van het benthos in de zuidelijke Noordzee, de Nederlandse kustzone: overzicht 1988-1989. Directie Noordzee/Dienst Getijdewateren/Stichting ter bevordering van de Nederlandse Oceanografie. MILZON rapport 90-03, p. 1-27.
- SIPS, H.J.J., WAARDENBURG, H.W. (1989)
The macrobenthic community of gravel deposits in the Dutch part of the North Sea (Klaverbank): ecological impact of gravel extraction. Bureau Waardenburg, p. 1-34.
- SMOL, N., HUYS, R., VINCX, M. (1989a)
Studie van het meiobenthos van een dumpingsgebied van titaandioxide-afval in de Nederlandse kustwateren, periode 1986-1987. Rijksuniversiteit Gent, p. 1-71.
- SMOL, N., VINCX, M., DE SMET, G. (1989b)
Studie van het meiobenthos van een dumpingsgebied van titaandioxide-afval in de Nederlandse kustwateren, periode 1988. Rijksuniversiteit Gent, p. 1-16.
- SÜNDERMANN, J., DEGENS, E.T. (eds.) (1989)
The North Sea: water exchange and pollution. Research to protect the marine environment (ZISCH & TOSCH projects), p. 1-49.
- WATERKWALITEITSPLAN NOORDZEE (1985)
Achtergronddocument t.b.v. Harmonisatie Noordzeebeleid, deel 2. De ecologie van de Noordzee, b. Analyse. Rijkswaterstaat/Waterloopkundig Laboratorium, p. 1-365.
- WATERKWALITEITSPLAN NOORDZEE (1986)
Harmonisatie Noordzeebeleid. Tweede Kamer, vergaderjaar 1986-1987, 17408, nr. 22, p. 1-126.
- WATERSYSTEEMPLAN NOORDZEE 1991-1995 (1991)
Ontwerpplan, dd. 17 mei 1991, Ministerie van VROM, Ministerie van EZ, Ministerie van LNV en Ministerie van V & W, p 1-87.
- WELLEMANN, H.C. (1989)
Een selectie van de Nederlandse survey gegevens van haring, horsmakreel, kabeljauw, schar, schol en wijting. RIVO-bijdrage aan MANS-project. Rapport BO 89-101 RIVO, p. 1-14.
- WILDE, P.A.W.J., DUINEVELD, G.C.A. (1988)
Macrobenthos van het Nederlands Continentale Plat, verzameld tijdens de ICES "North Sea Benthos Survey", april 1986. NIOZ, p. 1-3.
- WITBAARD, R. (1989)

- De verspreiding van een aantal macrobenthos soorten in de Noordzee. NIOZ-rapport 1989-1, p. 1-99.
- ZEVENBOOM, W., DE VREUGD, R.J., VAN DE NIEUWENDIJK, L.J., VRANSEN, R.C., RADEMAKER, M. (1989)
Trends in nutrients, N/P ratios, chl. a, and algal species in the Dutch part of the North Sea. Directie Noordzee nota NZ-N-89.13.
- ZEVENBOOM, W., LEEWIS, R.J. (1987)
Projectplan Milieuzonering. MILZON notitie 87-05, p. 1-17. Directie Noordzee/Dienst Getijdewateren.
- ZEVENBOOM, W., RADEMAKER, M., COLIJN, F. (1990)
Exceptional algal blooms in Dutch North Sea waters. International Conference North Sea Pollution, September, 10-14, 1990, Amsterdam. Directie Noordzee/TRIPOS/Dienst Getijdewateren, Directie Noordzee nota NZ-N-90.06, p. 1-13.
- ZEVENBOOM, W., ROBSON, M., MASSIE, L., REIERSSEN, L.O. (1992, concept)
Environmental effects of offshore mining discharges; a contribution to the 1993 Quality Status Report of the North Sea. Second draft, 1 May 1992, p. 1-36.

 Bijlagen en Figuren

- Bijlage 1** Matrix met geselecteerde gebruiksfuncties gerelateerd aan type beïnvloeding.
- Bijlage 2** Matrix met geselecteerde gebruiksfuncties gerelateerd aan ecosysteem kenmerken.
- Fig. 1a** Dieptelijnen, mijnbouwvakken en topografische gebieden op het NCP (Directie Noordzee 1987).
- Fig. 1b** Watermassa's van de Noordzee: wintersituatie (Noordzee-atlas, 1992).
- Fig. 1c** Watermassa's van de Noordzee: zomersituatie (Noordzee-atlas, 1992).
- Fig. 1d** Sediment kaart van het NCP (Montfrans et al., 1988).
- Fig. 1e** Slibgehalte op het NCP (Creuzberg et al., 1984).
- Fig. 1f** Slibgehalte west- en noordelijk (kust)deel van het NCP (MILZON-BENTHOS) (van Scheppingen & Groenewold, 1990).
- Fig. 2a** Cadmiumgehalte in het sediment van het NCP, 1986-1989 (DNZ/WL 1988; Klamer, 1989).
- Fig. 2b** PCB-153 gehalten in het sediment van het NCP, 1986-1989 (DNZ/WL 1988; Klamer, 1989).
- Fig. 2c** Totaal aantal olievlekken geobserveerd in 1990 (RWS/DNZ, 1990).
- Fig. 3a** Primaire productie gemeten op 12.00 uur in 1986-1987 in de zomersituatie (Sündermann & Degens, 1989).
- Fig. 3b** Primaire productie gemeten op 12.00 uur in 1986-1987 in de wintersituatie (Sündermann & Degens, 1989).
- Fig. 3c** Verspreiding van *Phaeocystis pouchetii*, *Noctiluca scintillans*, *Dinophysis acuminata* en *Gyrodinium aureolum* op het NCP in 1989. (Zevenboom et al. 1990).
- Fig. 4a** Ruimtelijke verdeling van copepoden (zoöplankton) in gehele Noordzee in de periode mei/juni 1986 (Sündermann & Degens, 1989).
- Fig. 4b** Ruimtelijke verdeling van copepoden (zoöplankton) in gehele Noordzee in de winter van 1987 (Sündermann & Degens, 1989).
- Fig. 5a** TWINSPAN classificatie van macrobenthos op de Noordzee op basis van dichtheden (Künitzer et al., 1992).
- Fig. 5b** Onderscheiden zones in MILZON-BENTHOS gebied (1988-1989) op basis van macrobenthos dichtheid (van Scheppingen en Groenewold, 1990).
- Fig. 5c** Verdeling van de vijf belangrijkste TWINSPAN stations-groepen in de Noordzee met de belangrijkste ecotypen van iedere TWIN-groep (Huys et al., 1992).
- Fig. 6a** Paaigebieden en kinderkamers op het NCP, 1960-1976 (Bosschieter, 1981).
- Fig. 6b** Verspreiding van visfauna in de Noordzee in drie hoofdgroepen (Daan et al., 1990).
- Fig. 6c** Aantallen schol gevangen per uur in het 3^e kwartaal, gemiddeld over de jaren 1985-1987 (Welleman, 1989).
- Fig. 7** Verspreiding van de zeekoet (aantal/km²) in augustus-september in de Noordzee (Leopold, 1991).
- Fig. 8a** Verspreiding van dolfijnen in de Noordzee in de periode 1984-1990 (Baptist et al., ongepubliceerd materiaal).
- Fig. 8b** Verspreiding van bruinvis in de Noordzee in de periode 1984-1990 (Baptist et al., ongepubliceerd materiaal).
- Fig. 9** Verdeling van soorten die gevoelig zijn voor oliehoudend boorgruis (max. 17) op het NCP (De Wilde en Duineveld, 1990; Daan et al., 1990).
- Fig. 10a** Gebieden op het NCP gebaseerd op ecosysteem kenmerken (deze nota, 1991).
- Fig. 10b** Milieuzone op het NCP gebaseerd op ecosysteem kenmerken (WSP, 1991).
-

GEBRUIKSFUNCTIE	AARD VAN VERSTORING				
	1	2	3	4	5
Visserij	-	◆	■	-	■
Offshore mijnbouw	■	-	-	○	-
Zand-/grindwinning	-	◆	○	-	■
Input stoffen	■	■	-	-	-
Militaire activiteiten	-	-	-	■	-
Scheepvaart	■	-	-	■	-
Recreatie kust	-	○	○	■	-

Bijlage 1: Matrix met geselecteerde gebruiksfuncties gerelateerd aan de aard van de verstoring van het Noordzee ecosysteem op basis van een tentatieve benadering.

symbolen:

- = direct sterke effecten (grootschalig en/of frequent)
- = direct matige effecten (locaal en/of éénmalig)
- ◆ = indirecte effecten
- = niet optredend

Type verstoring:

1. = verontreiniging (anorganische, organische microverontreinigingen)
2. = nutriënten (toegenomen eutrofiëring)
3. = mechanische verstoring
4. = akoestische verstoring
5. = onttrekken van organismen

GEBRUIKSFUNCTIES (type beïnvloeding)	BIOTISCH SYSTEEM					
	fytoplankton	zoöplankton	zoöbenthos	vissen	vogels	zoogdieren
Visserij (2, 3, 5) (methode)		X	■2 X	■2 X	◆2	■2
Offshore Mijnbouw (1, 4)	○1	○1	■2	○1	‡1	■2
Zand-/grindwinning (2, 3, 5)	‡1		■2	○1		
Input stoffen (1, 2)	■2	■2	■2	■2	■2	■/◆2
Militaire activiteiten (4)				■2		■2
Scheepvaart (1, 4)	○1	○1	■2	○1	○1	○1
Recreatie (2, 3, 4)					○1	‡1
INTEGRAAL EFFECT	5	4	10	9	7	10

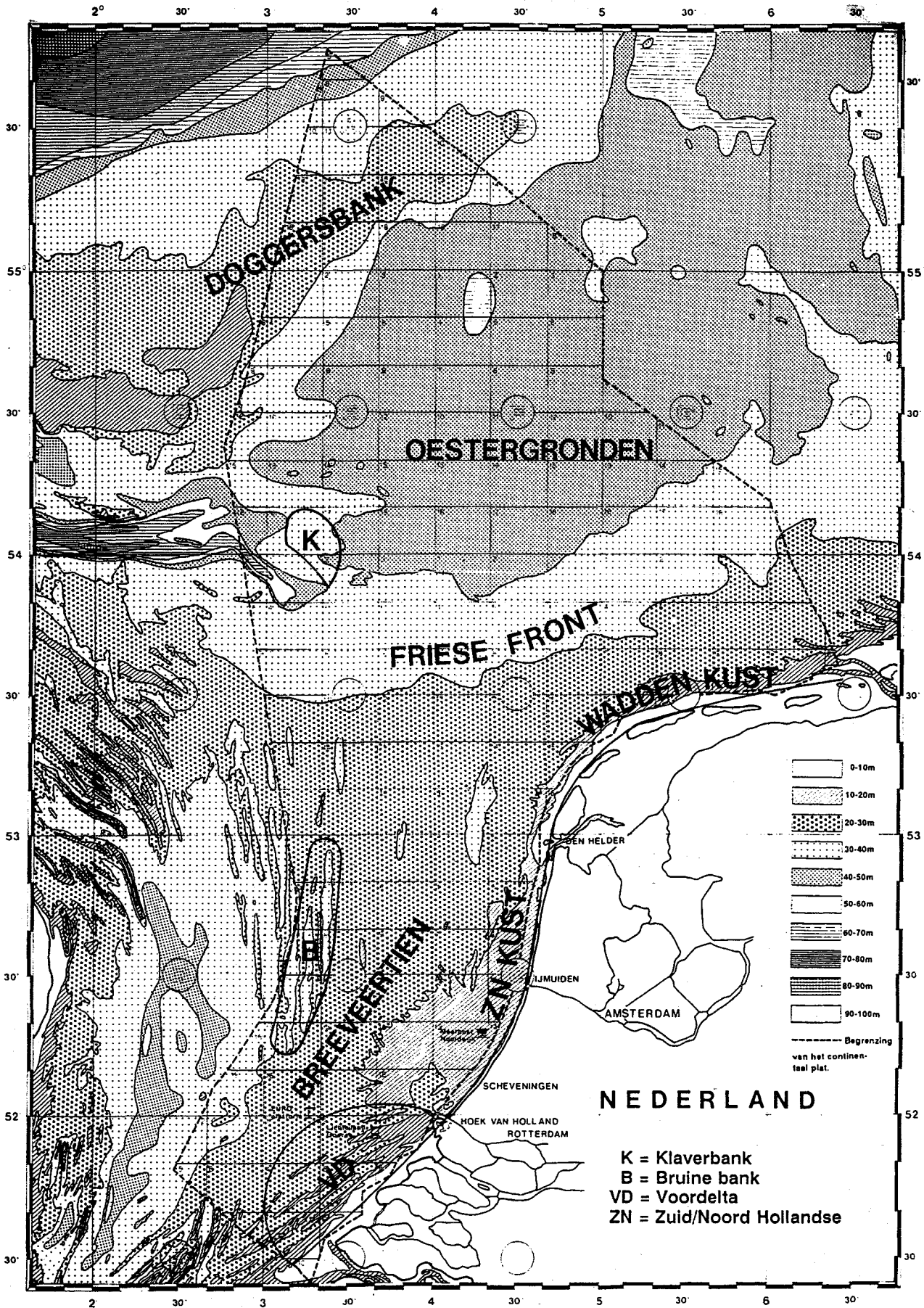
Bijlage 2: Matrix waarin het potentiële effect van gebruik gerelateerd is aan ecosysteemkenmerken.

symbolen:

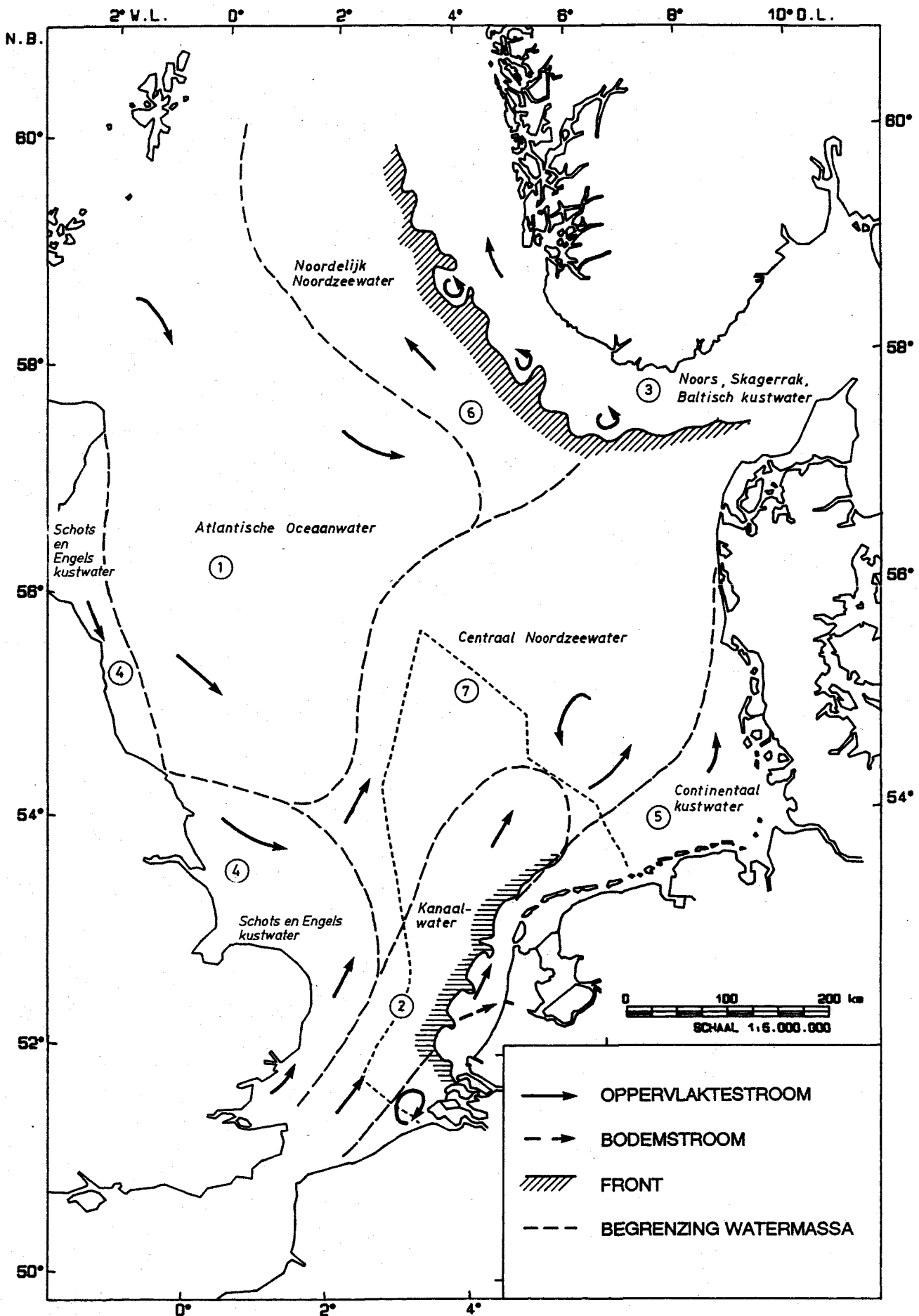
- = direct sterke effecten 2
- = direct matige effecten 1
- ◆ = indirect sterke effecten 2
- ‡ = indirect matige effecten 1
- X = eisenstellend

Type beïnvloeding:

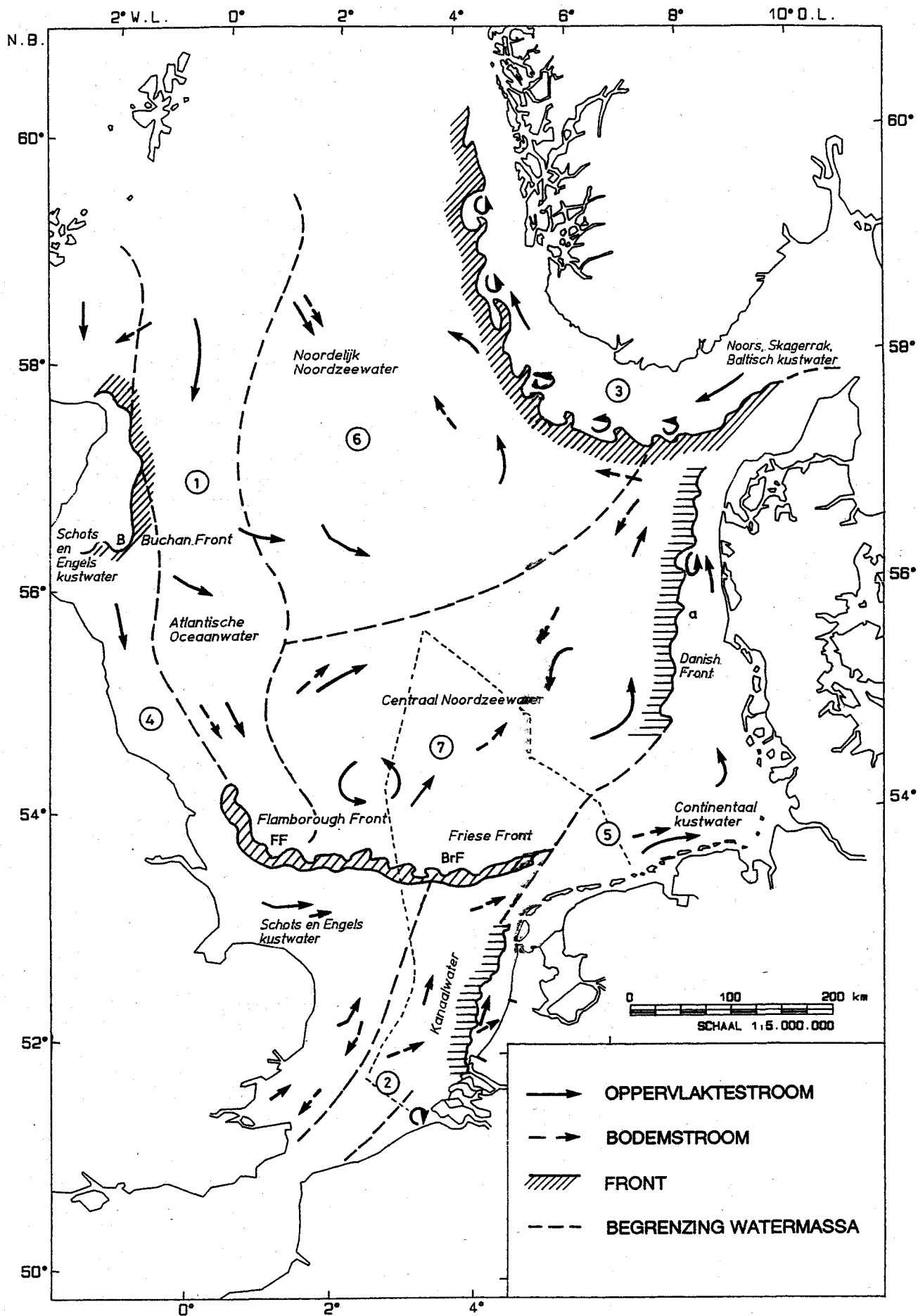
1. = verontreiniging (anorganische, organische microverontreinigingen)
2. = nutriënten (toegenomen eutrofiëring)
3. = mechanische verstoring
4. = akoestische verstoring
5. = onttrekken van organismen



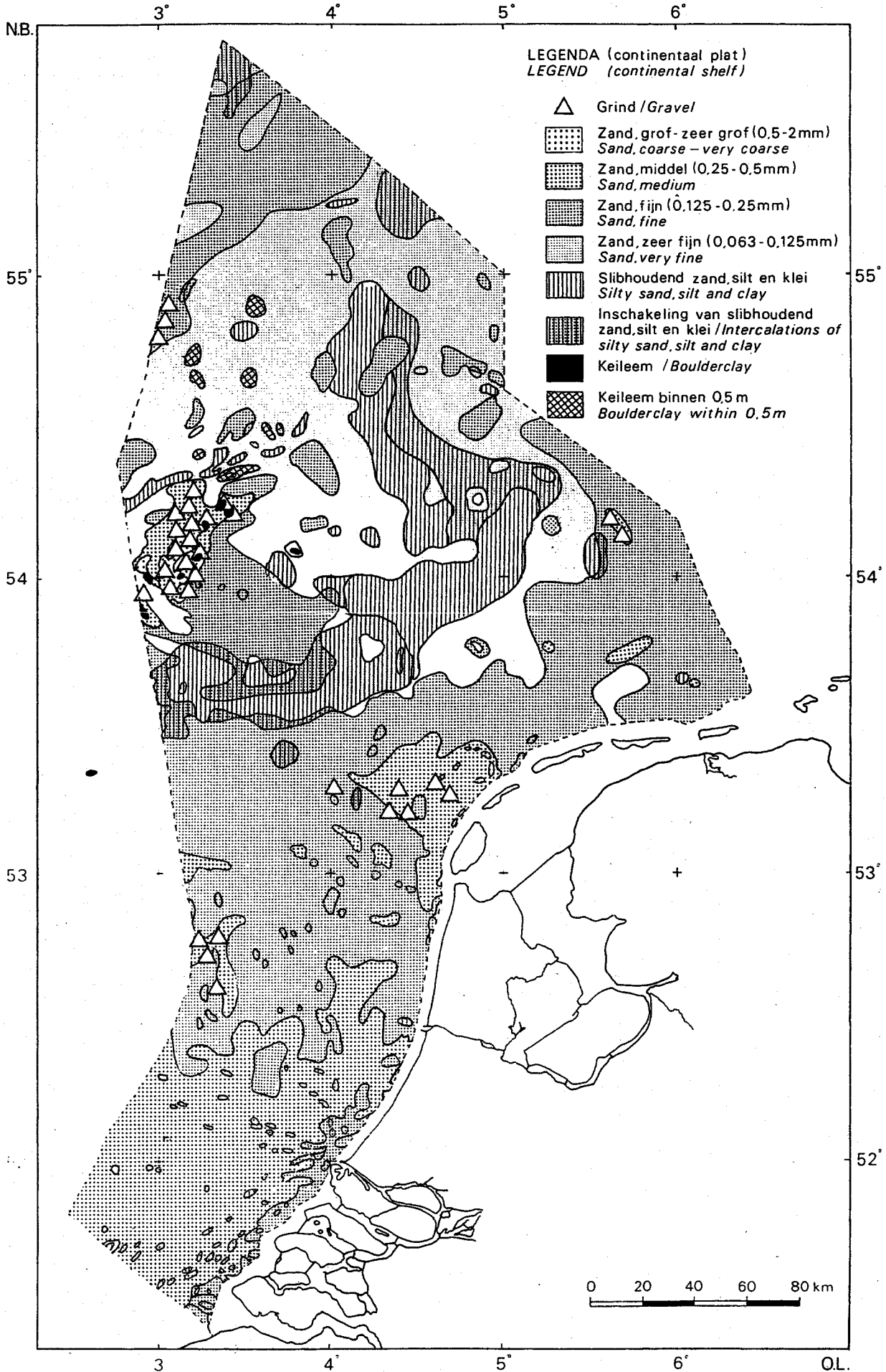
DIEPTELIJNEN , MIJNBOUWVAKKEN EN TOPOGRAFISCHE GEBIEDEN OP HET NCP (Directie Noordzee 1987).



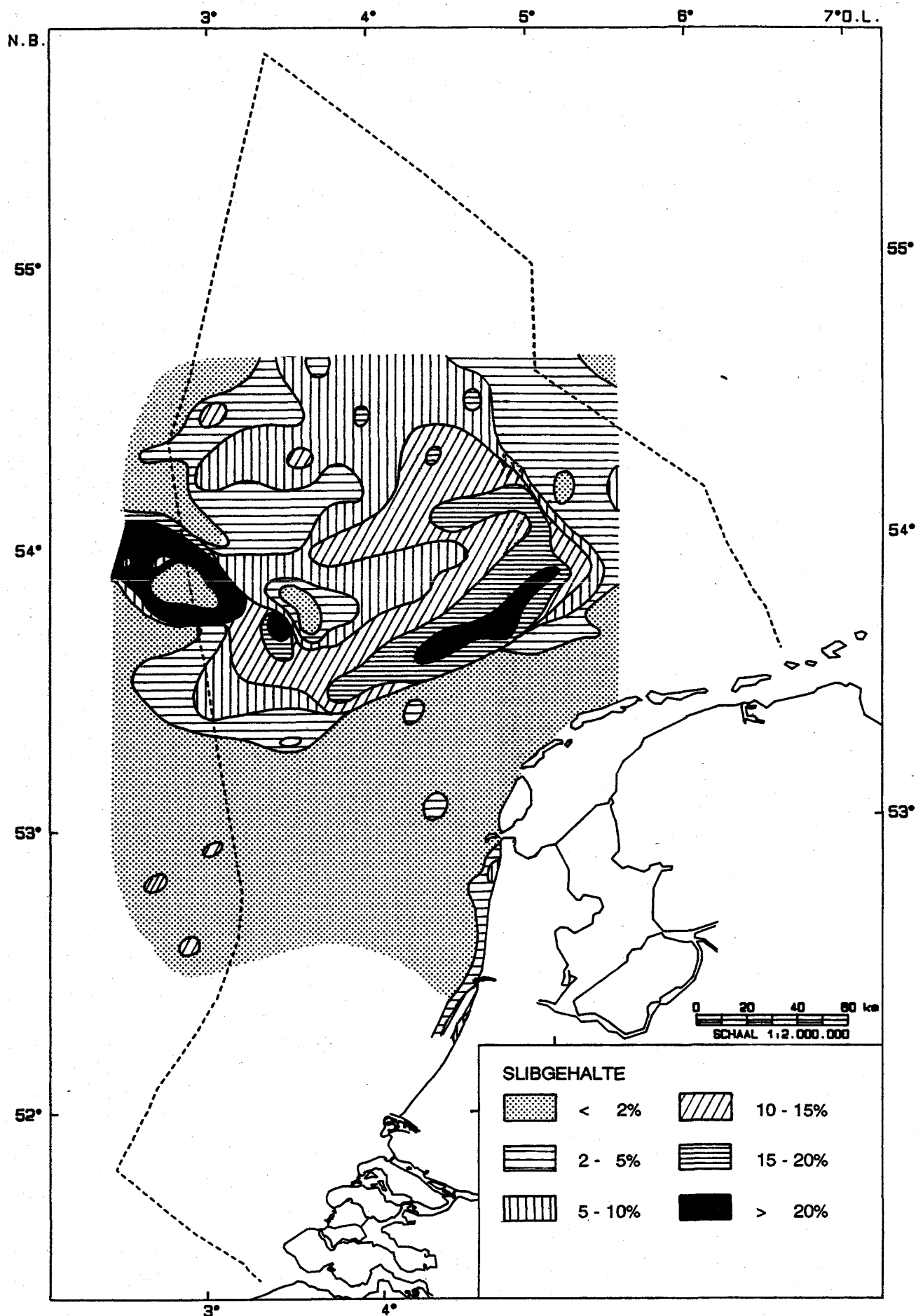
RESTSTROMEN , WATERMASSA'S EN FRONTEN IN DE WINTER
(de ruimtelijke Noordzee Atlas 1992).



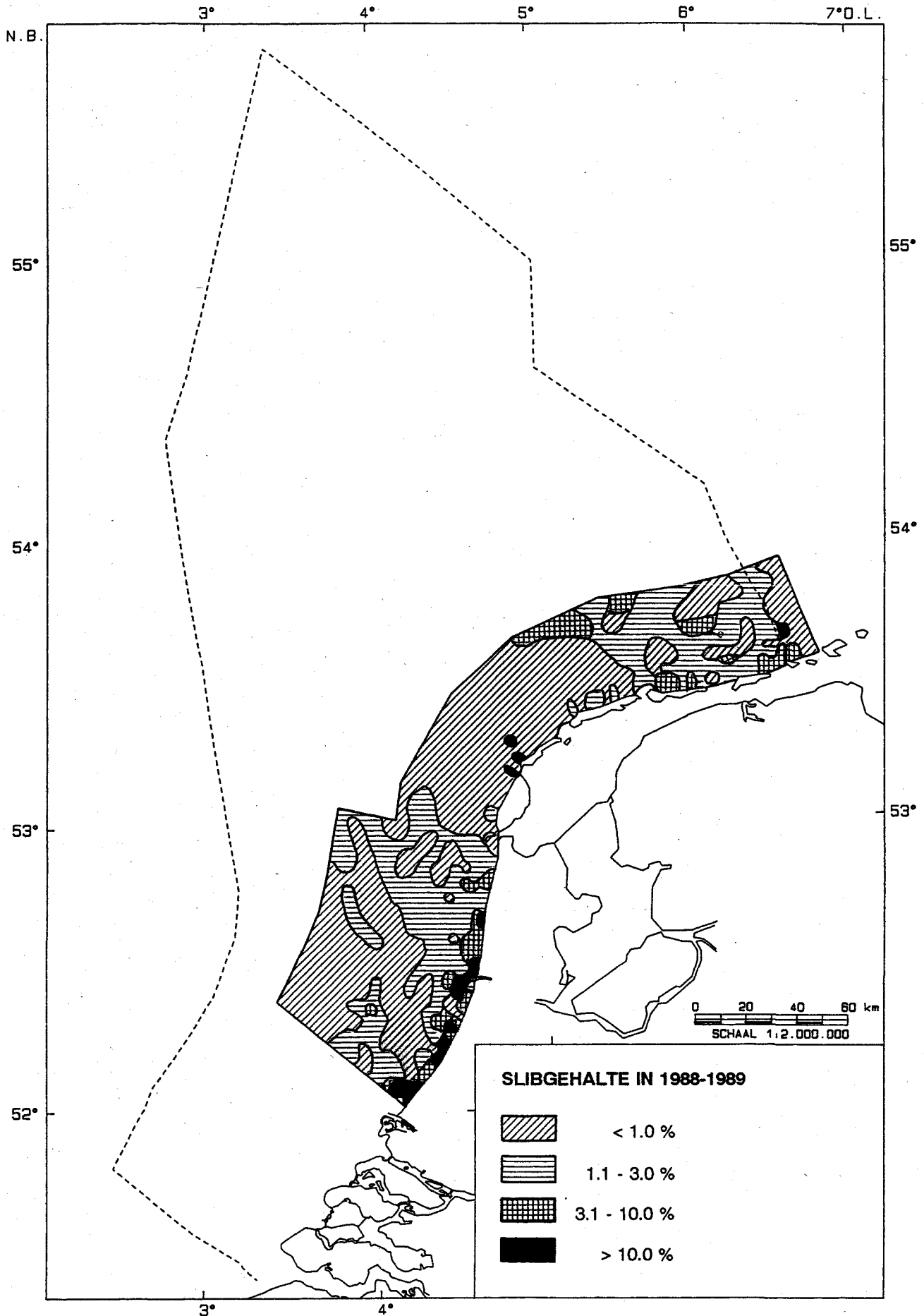
RESTSTROMEN , WATERMASSA'S EN FRONTEN IN DE ZOMER
(de ruimtelijke Noordzee Atlas 1992)



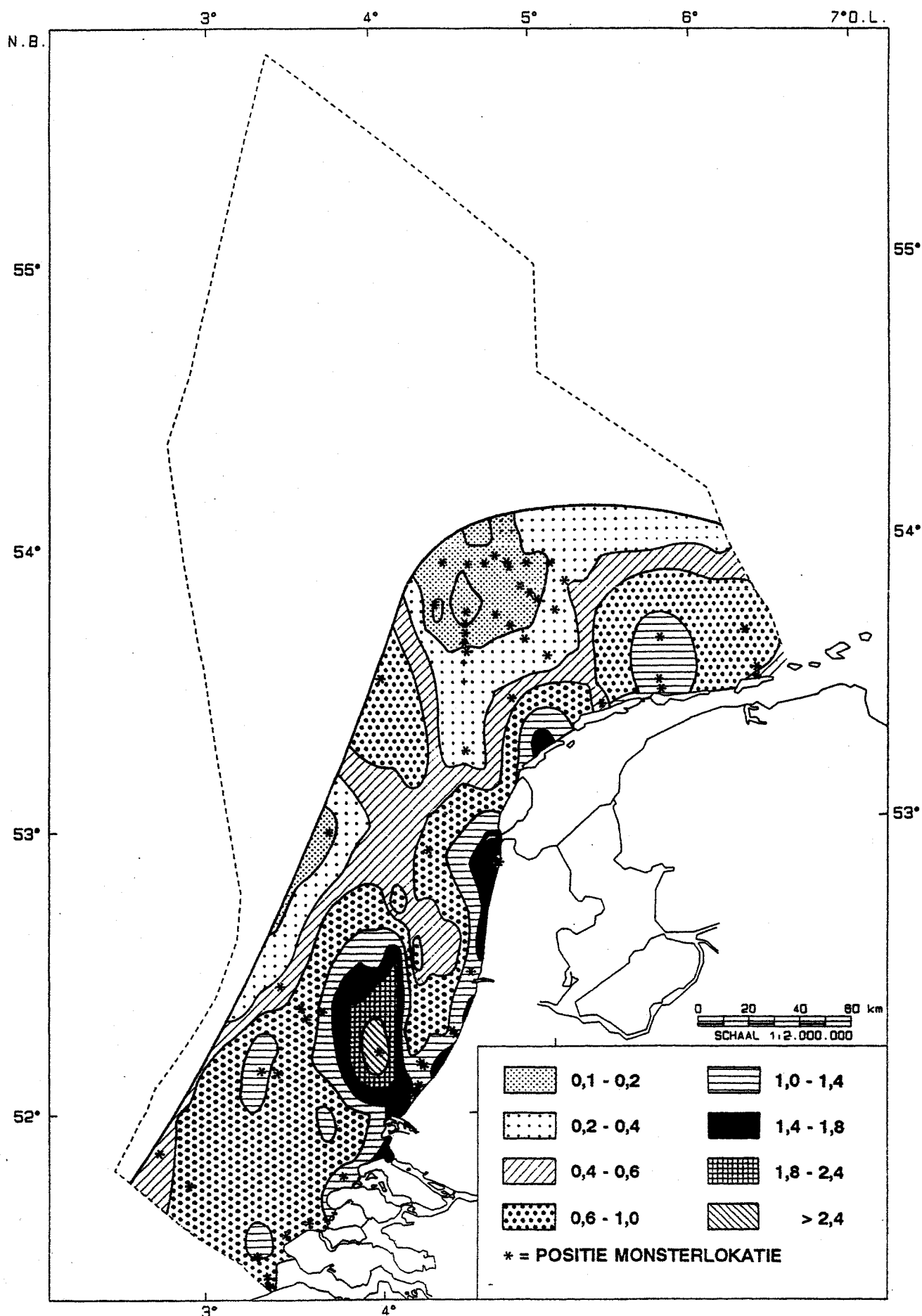
SEDIMENTKAART VAN HET NCP (Montfrans et al. 1988).



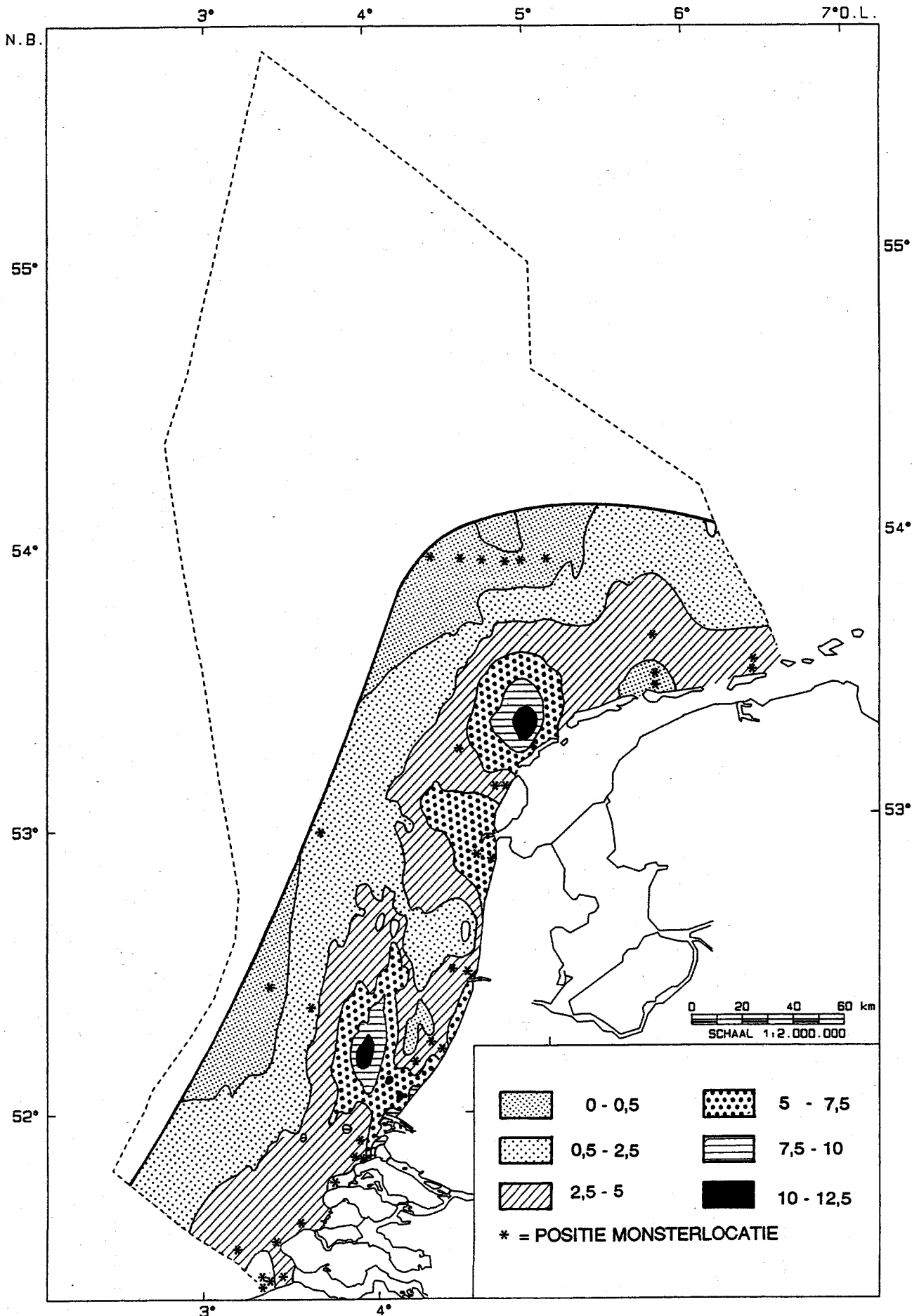
SLIBGEHALTE NCP (Creutzberg et al. 1984).



SLIBGEHALTE WEST - EN NOORDELIJK (KUST)DEEL VAN HET NCP MILZON - BENTHOS) (van Scheppingen & Groenewold 1990).

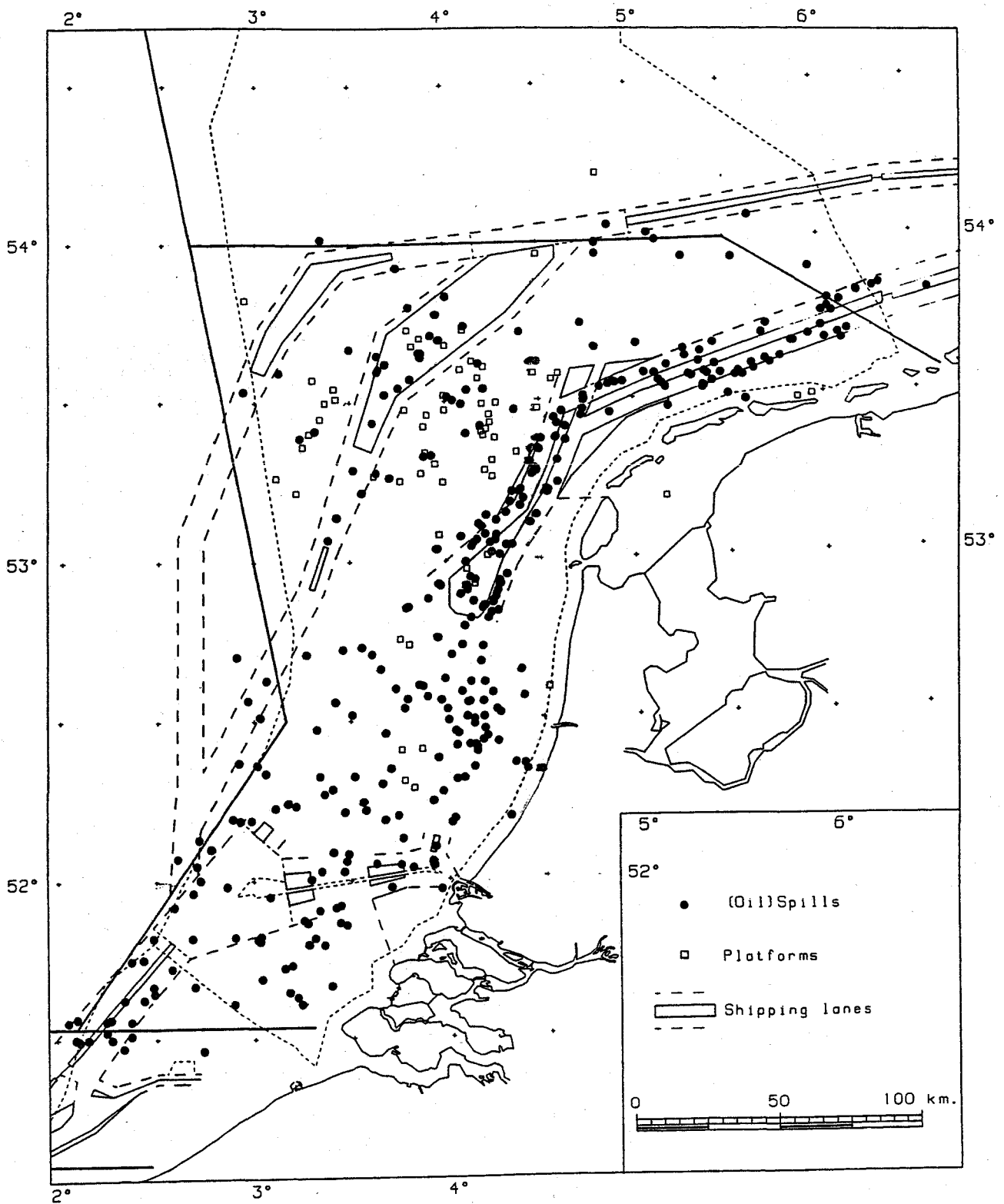


RUIMTELIJKE VERDELING VAN CADMIUM (mg/kg)
 FRACTIE < 63 μm , OP HET NCP TOT 100 km. UIT DE KUST.

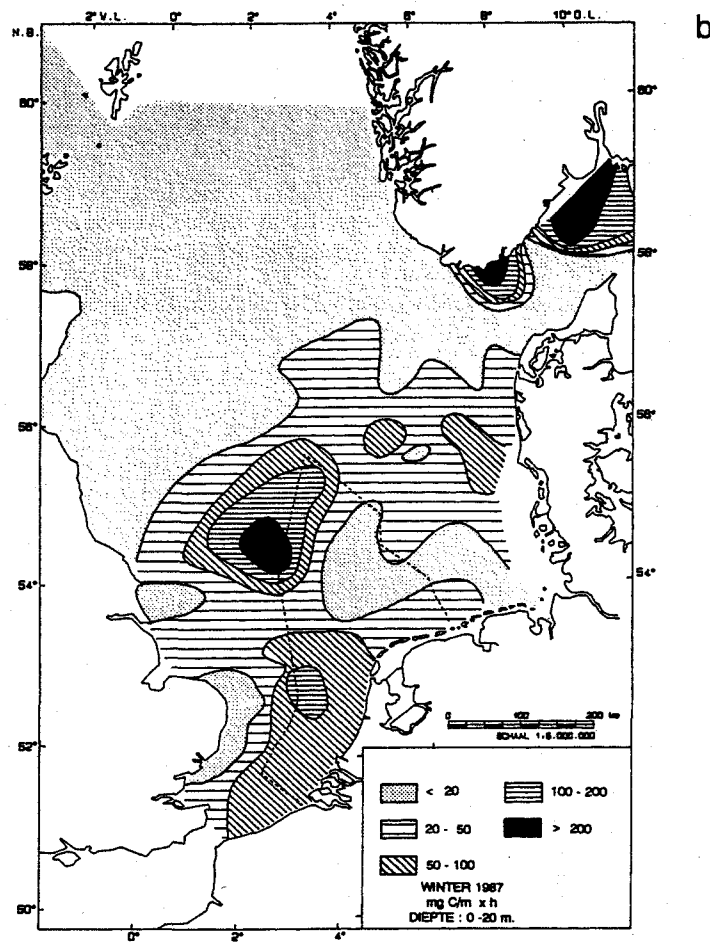
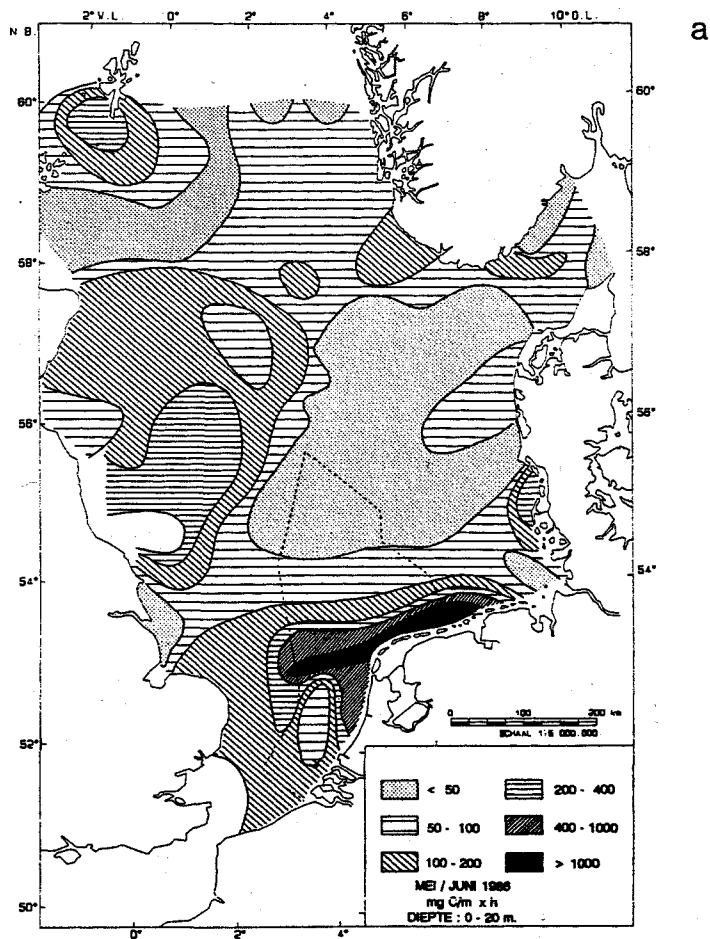


RUIMTELIJKE VERDELING VAN PCB153 ($\mu\text{g}/\text{kg}$)
 FRACTIE $63 \mu\text{m}$, OP HET NCP TOT 100 km. UIT DE KUST.

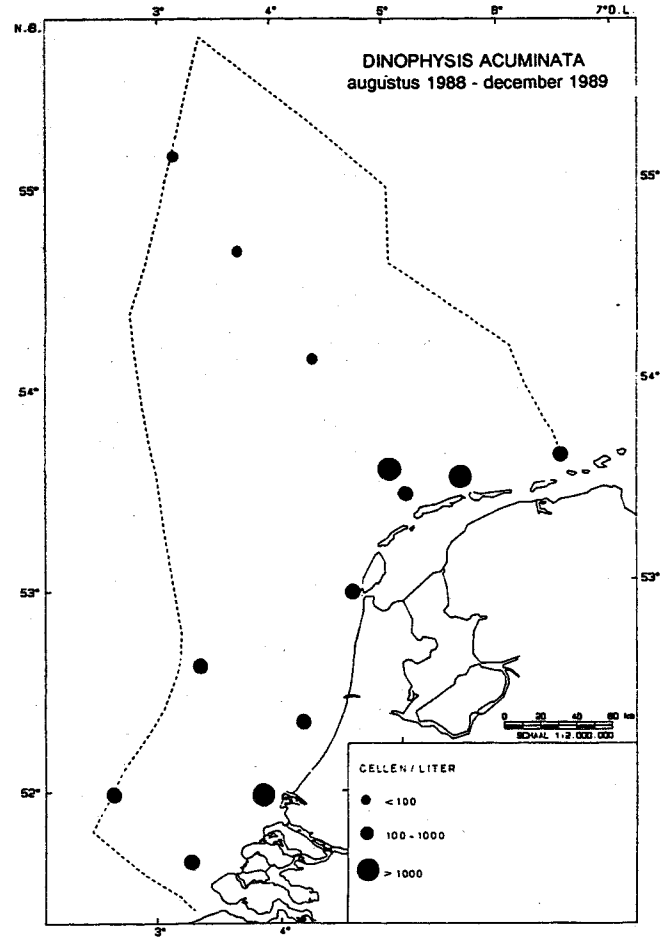
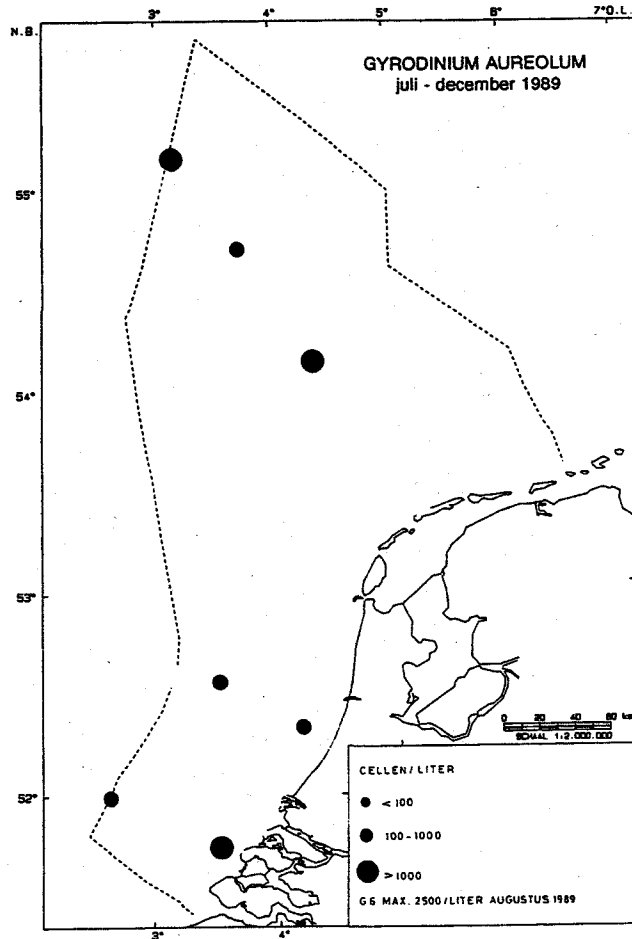
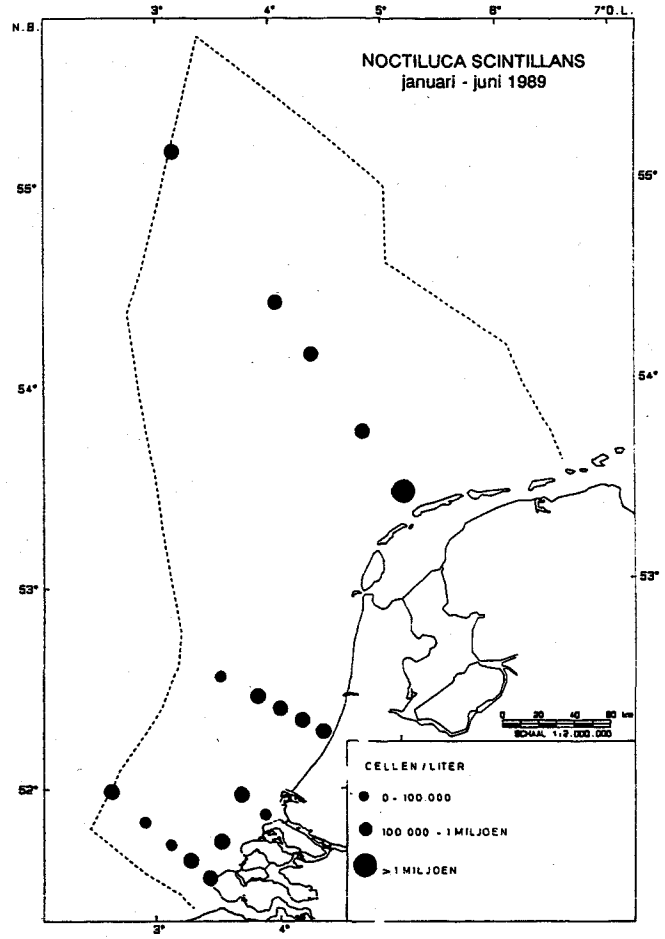
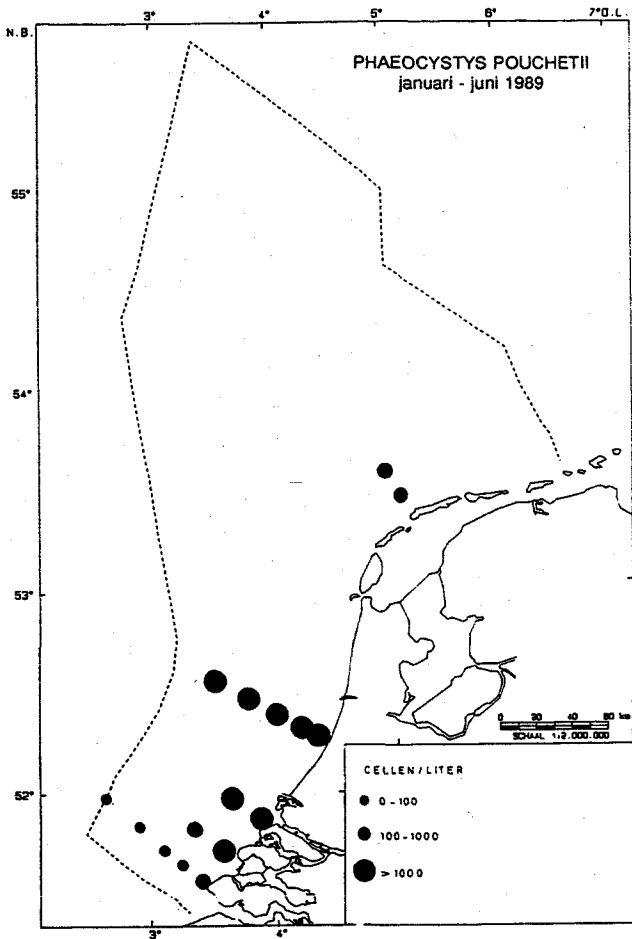
Fig. 2c



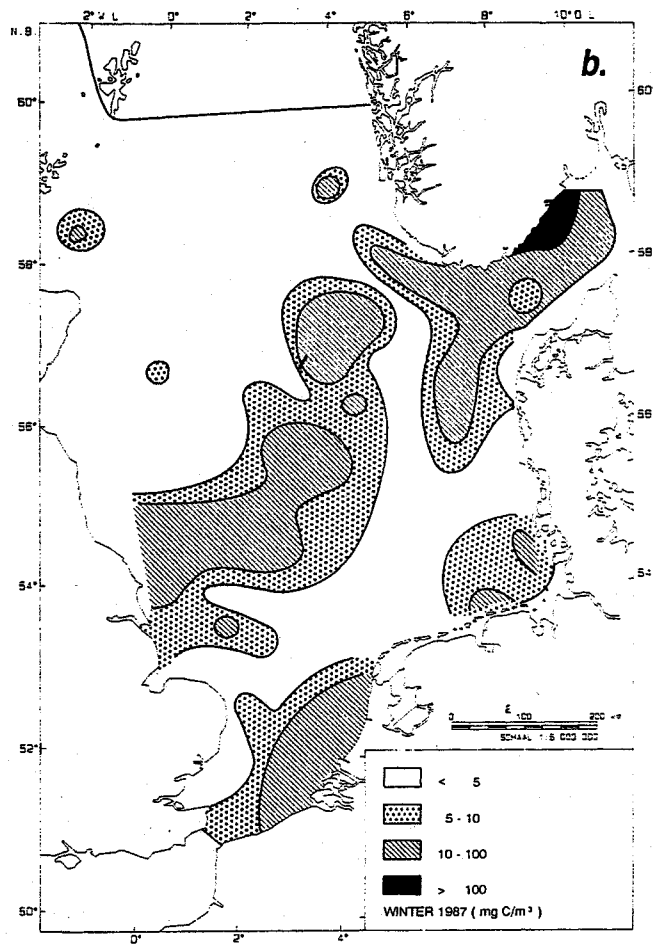
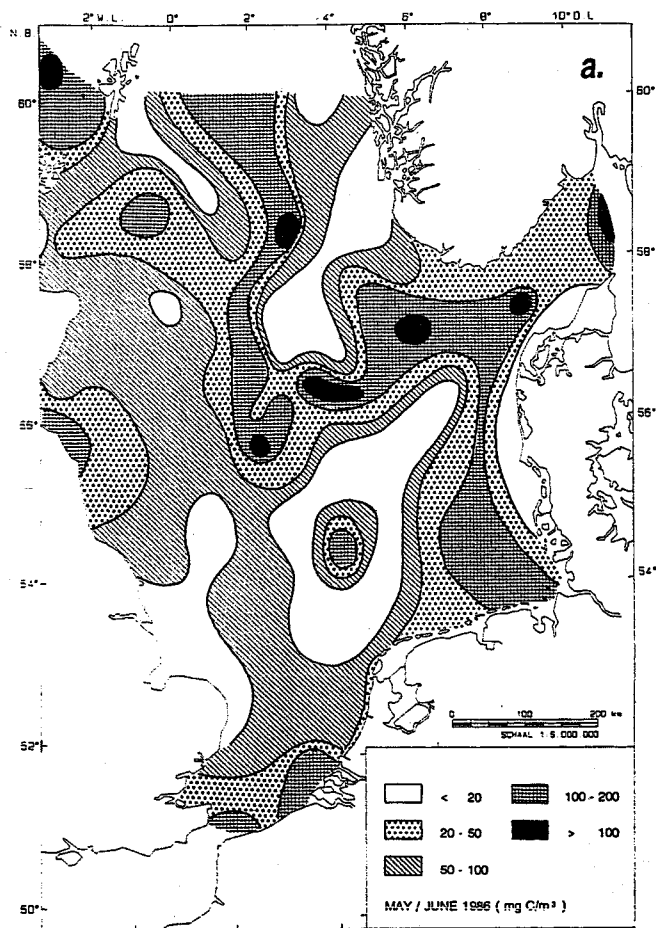
TOTAAL AANTAL OLIEVLEKKEN GEOBSERVEERD IN 1990
(RWS/DNZ, 1990)



PRIMAIRE PRODUCTIVITEIT IN DE ZOMER (a) EN WINTER (b) 1986 - 1987 (Sündermann & Degens 1989) GEMETEN OP 12.00 UUR.

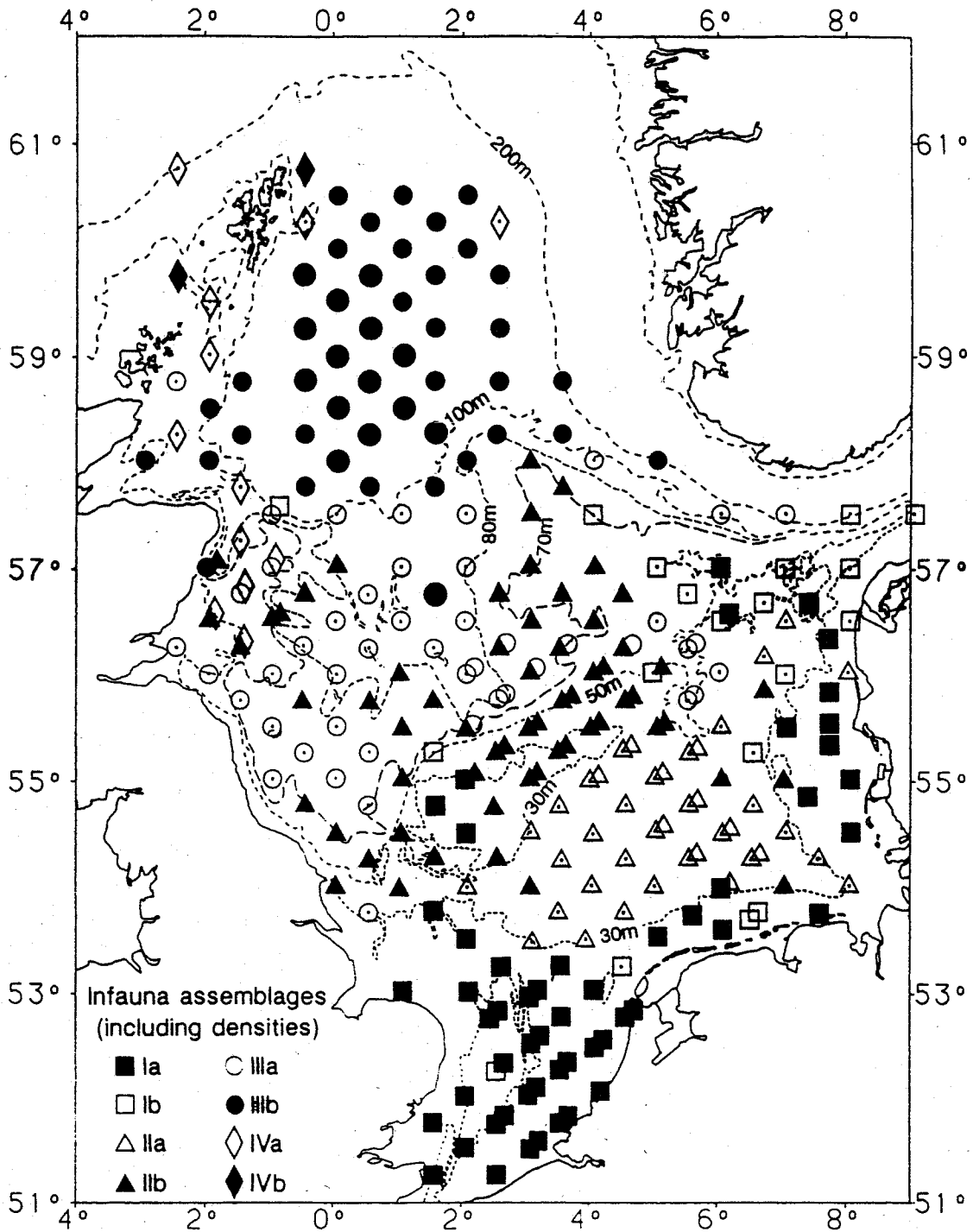


VERSPREIDING VAN PHAEOCYSTIS , NOCTILUCA , DINOPHYSIS ACUMINATA EN GYRODINIUM AUREOLUM OP HET NCP 1989 (Zevenboom et al. 1990).

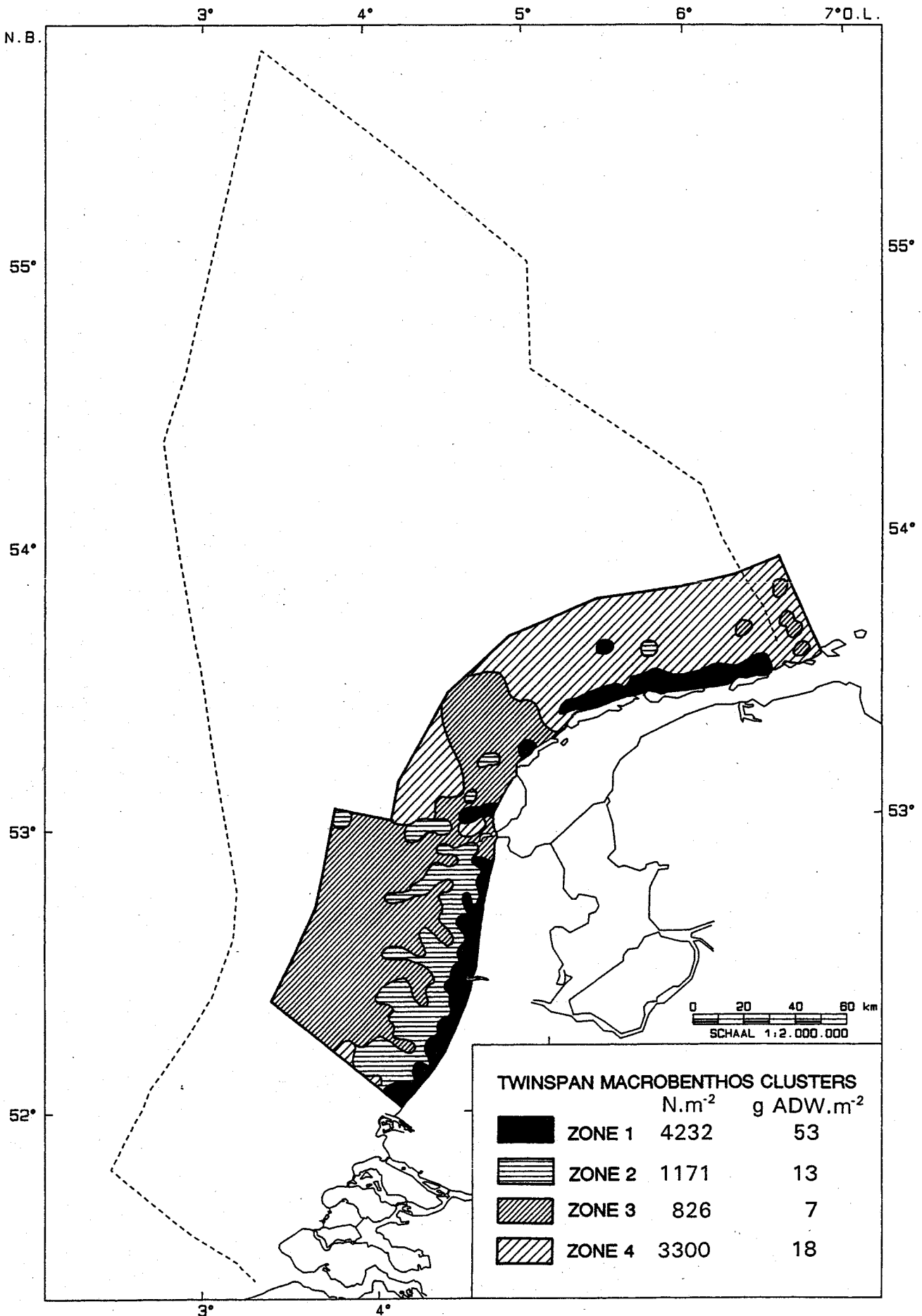


RUIMTELIJKE VERDELING VAN COPEPODEN (ZOÖPLANKTON)
IN GEHELE NOORDZEE 1989 (Sündermann & Degens 1989).

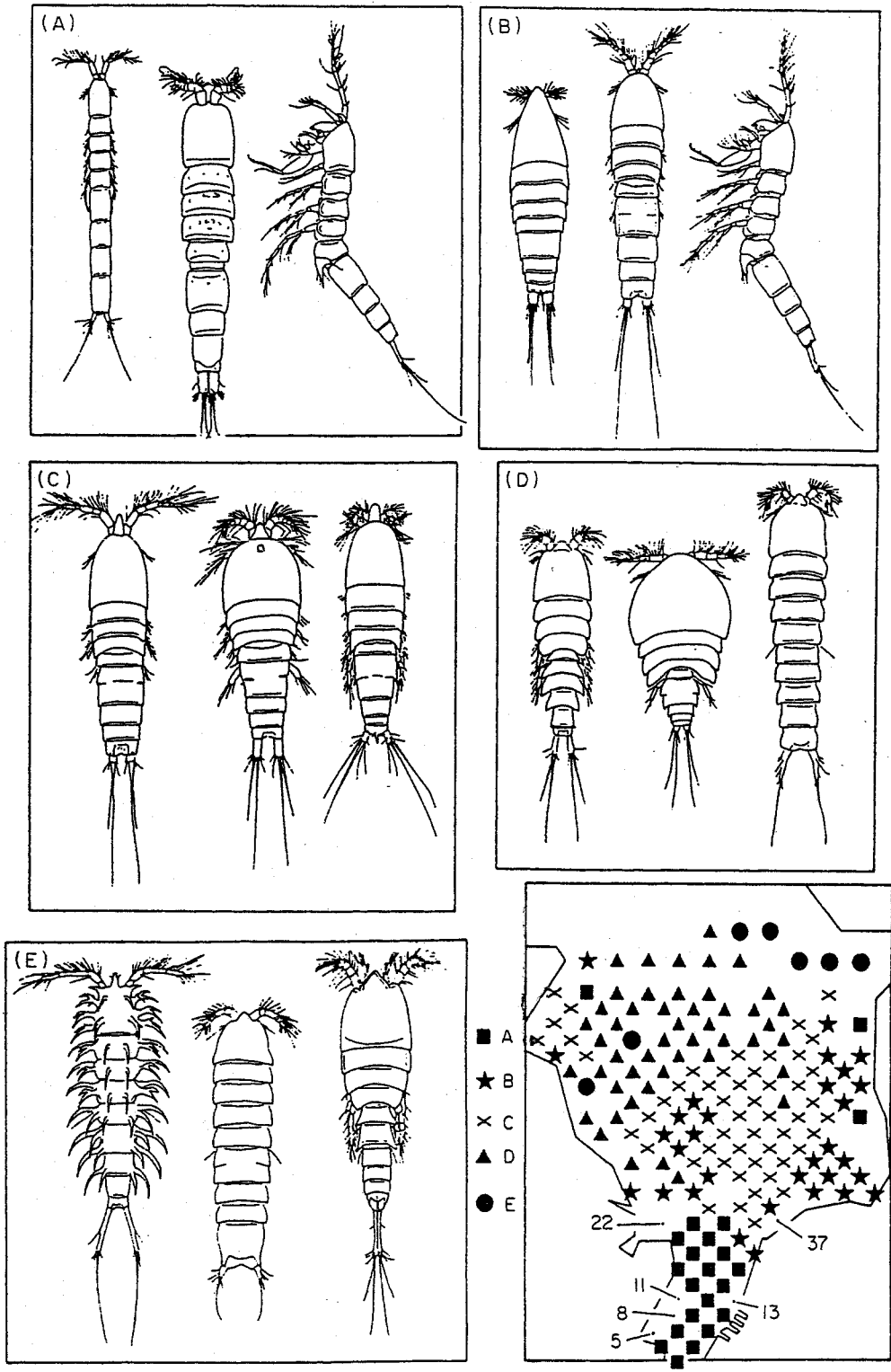
Fig. 5a



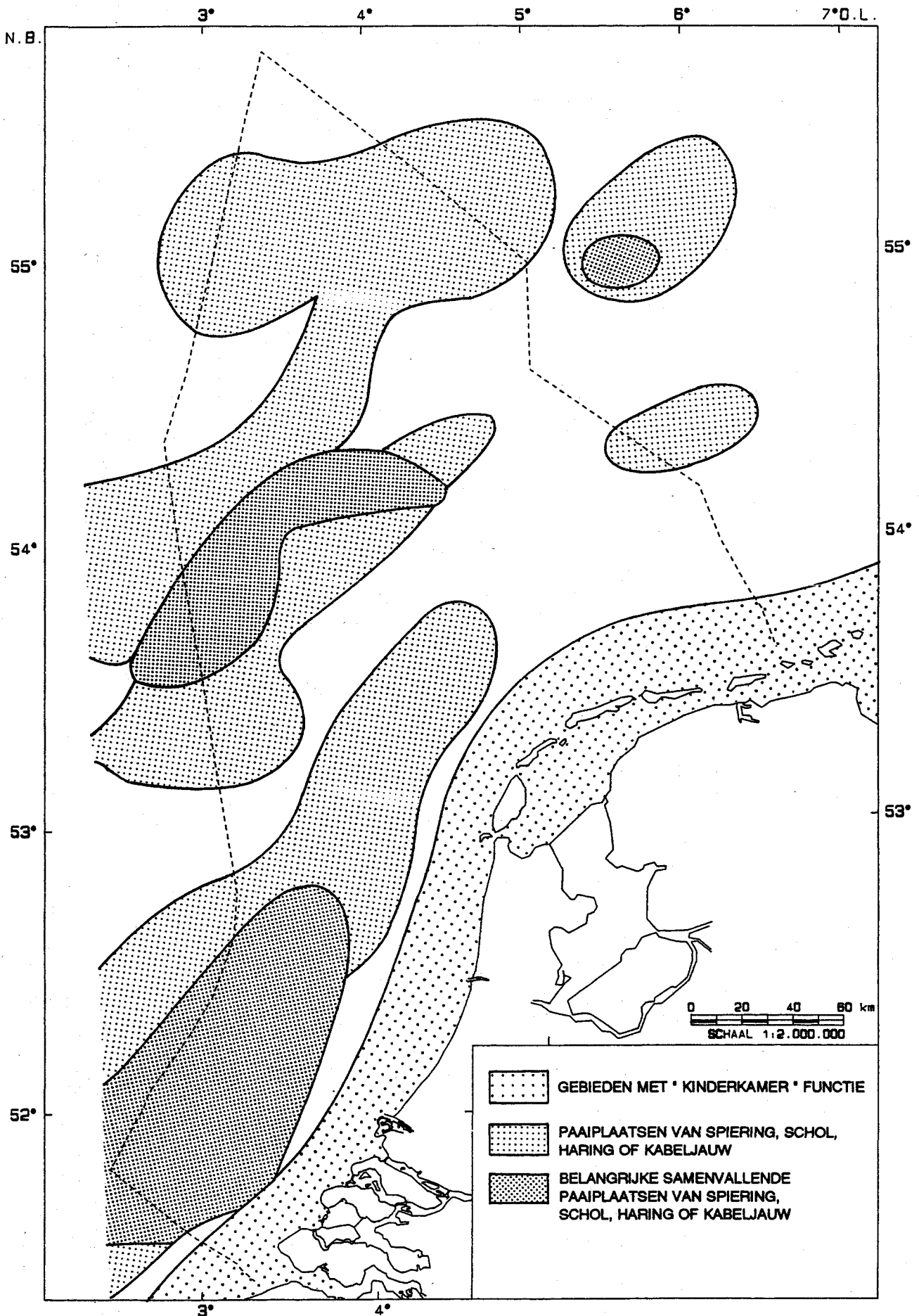
TWINSpan CLASSIFICATIE VAN MACROBENTHOS OP DE
NOORDZEE OP BASIS VAN DICHTHEDEN (Künitzer et al., 1992)



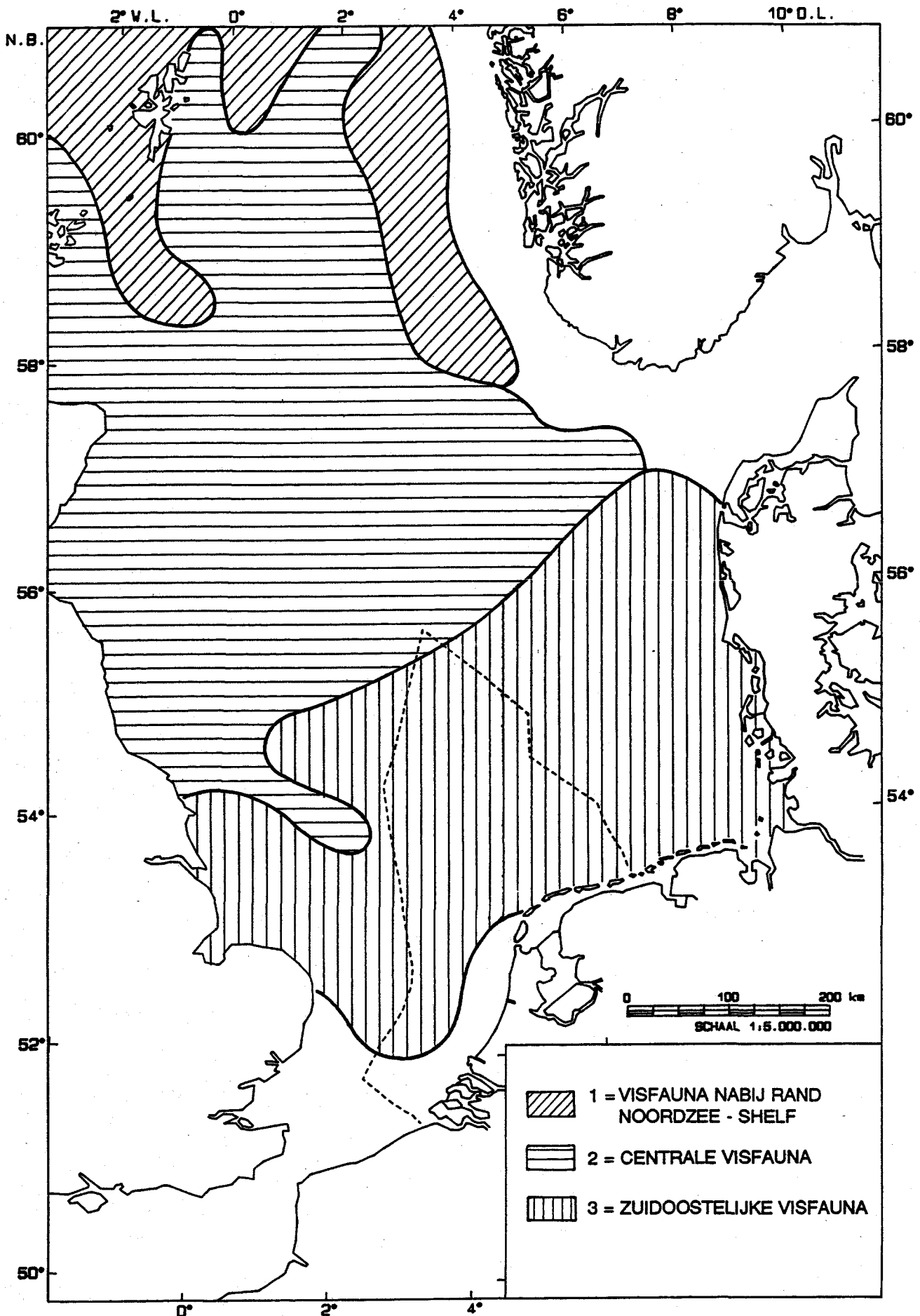
ONDSCHIEDEN ZONES IN MILZON-BENTHOS GEBIED (1988 - 1989) OP BASIS VAN MACROBENTHOS DICHTHEID (n/m²)
(van Scheppingen & Groenewold 1990).



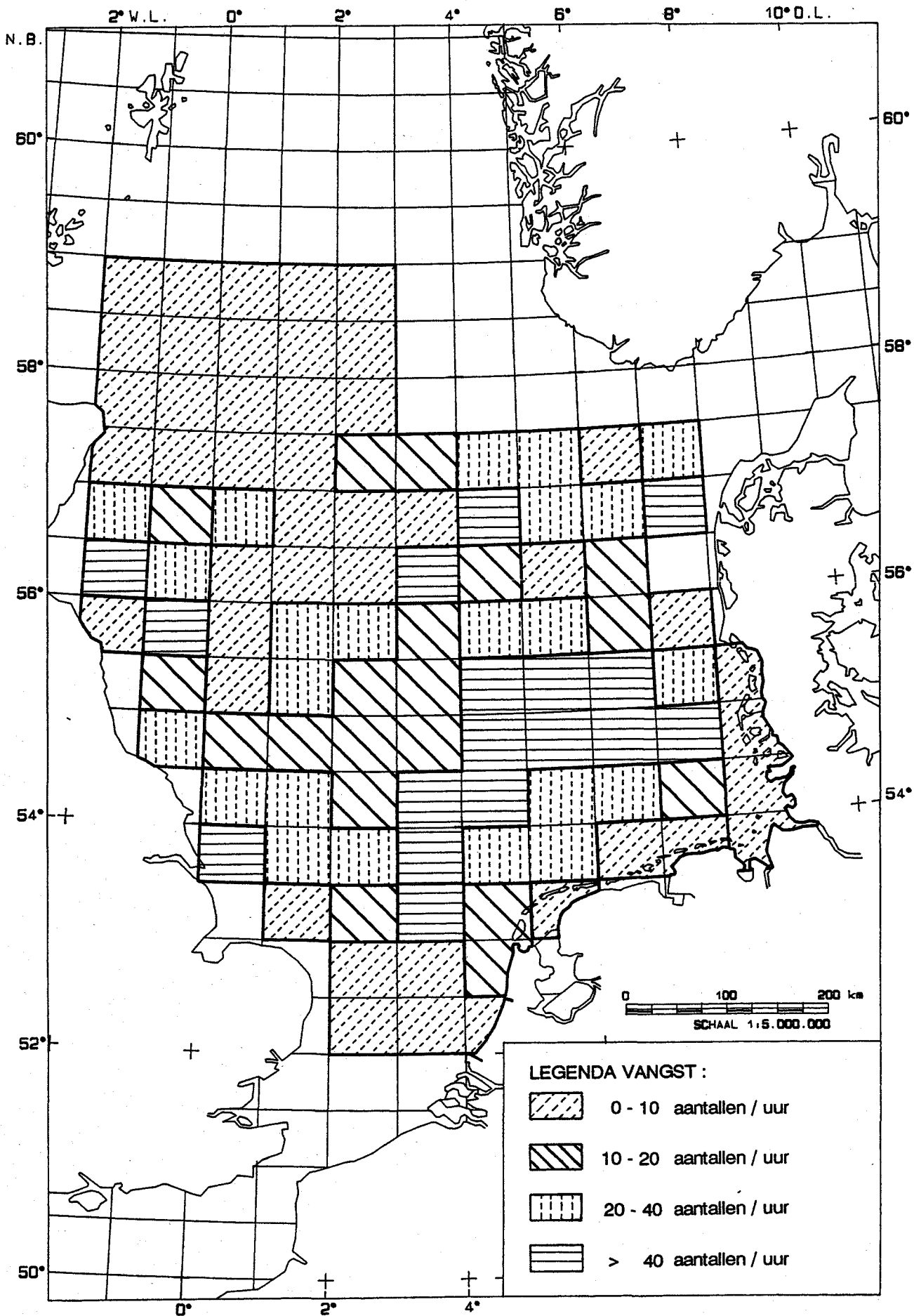
**VERDELING VAN DE VIJF BELANGRIJKSTE TWINS-
STATIONS-GROEPEN IN DE NOORDZEE MET DE BELANGRIJKSTE
ECOTYPEN VAN IEDERE TWIN-GROEP (Huys et al., 1992)**



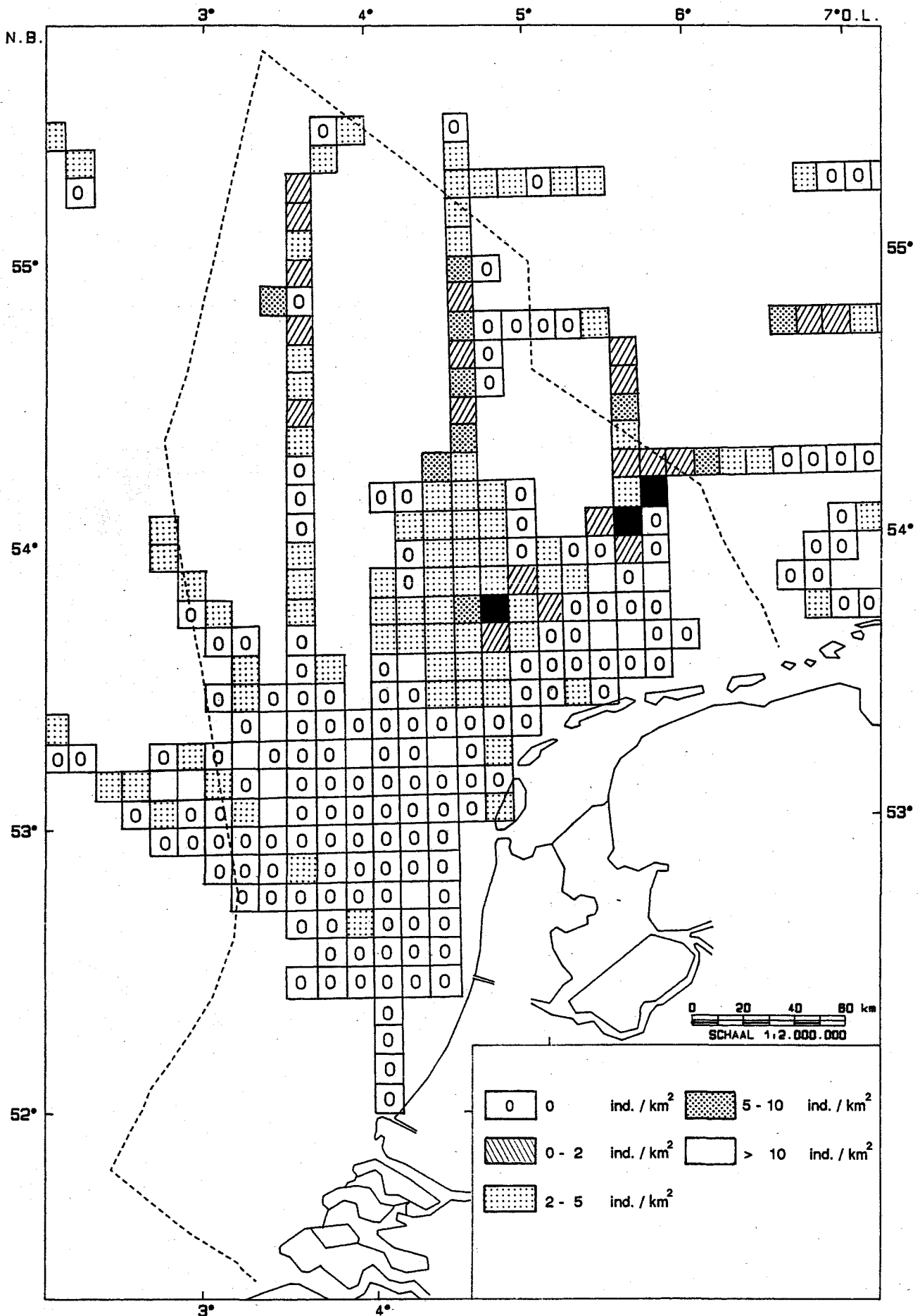
PAAIGEBIEDEN EN KINDERKAMERS OP HET NCP 1960-1976
(Bosschieter 1981).



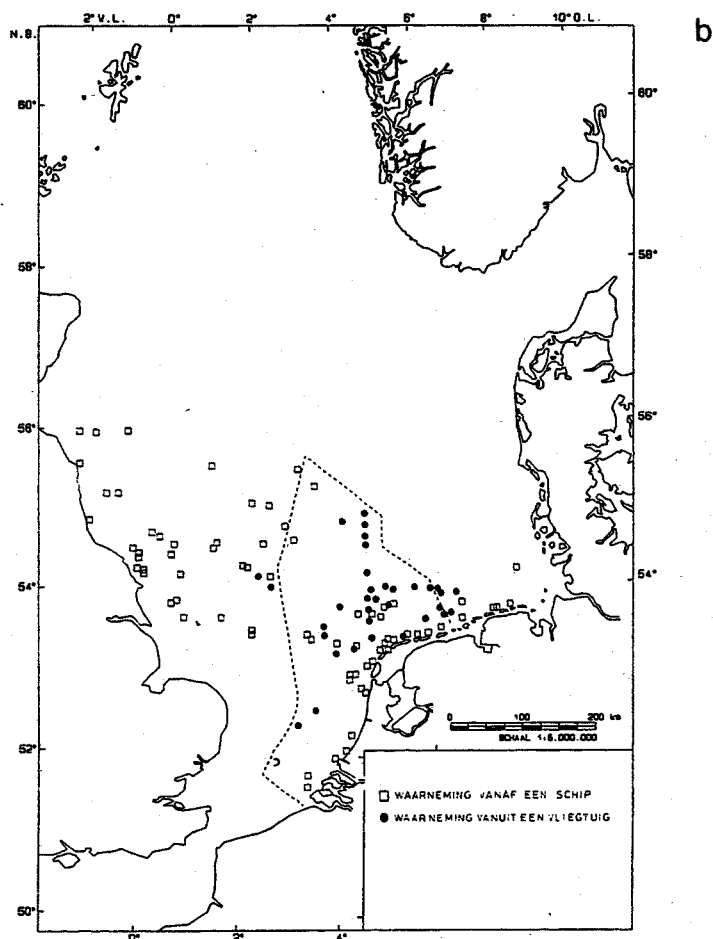
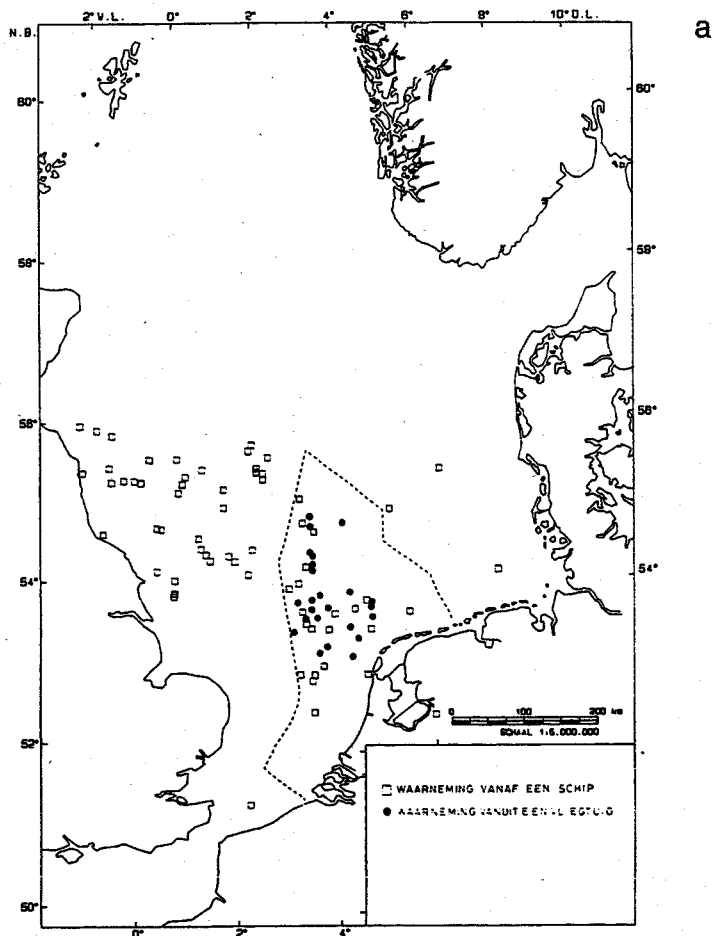
VERSPREIDING VAN VISFAUNA IN DE NOORDZEE 1982 - 1986
(Daan et al. 1990).



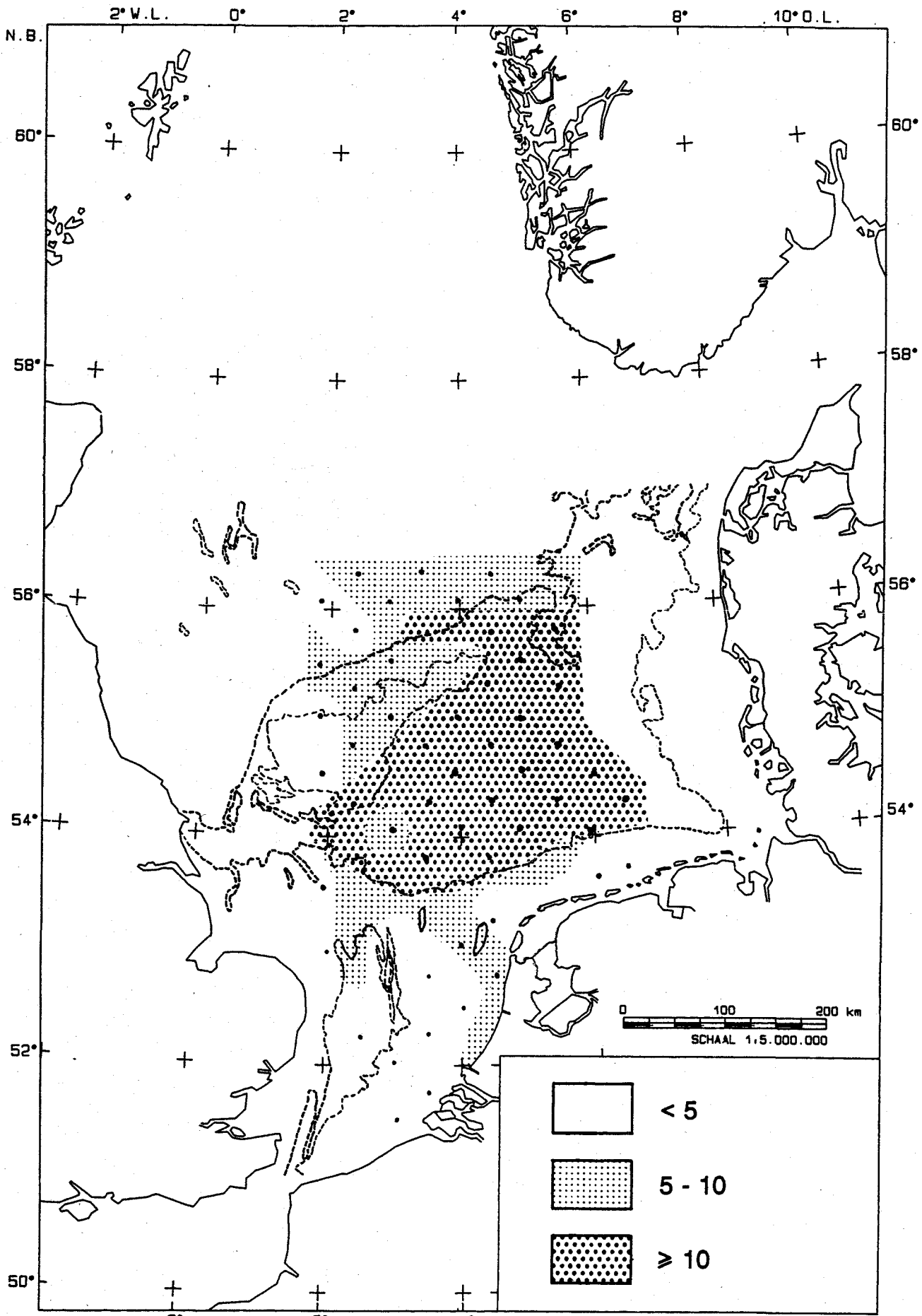
VANGST VAN SCHOL IN 3^e KWARTAAL IN 1985-1987 OP NCP
(Welleman 1989).



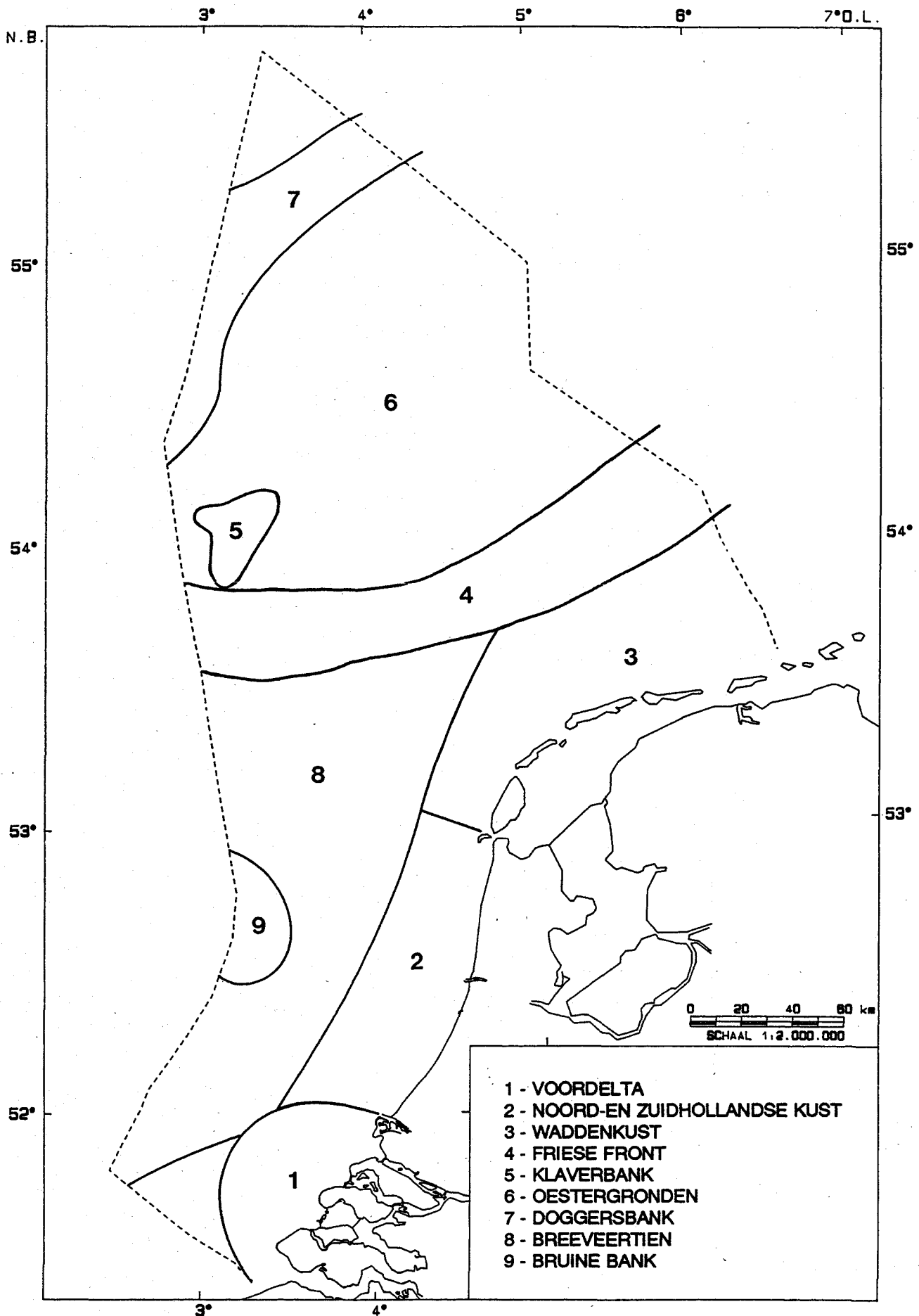
VERSPREIDING (n.km⁻²) VAN DE ZEEKOET IN DE MAANDEN AUGUSTUS EN SEPTEMBER (Leopold 1991).



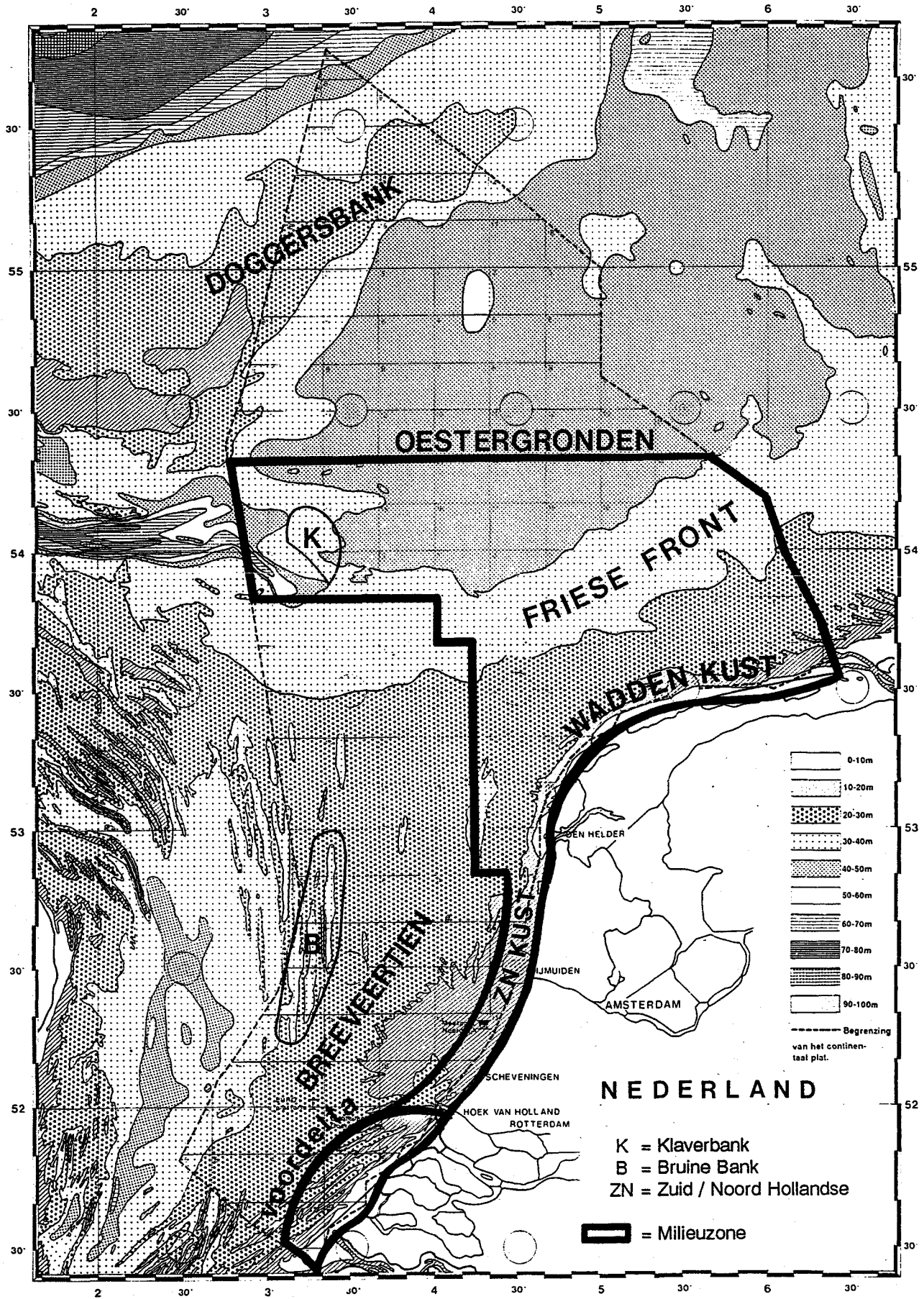
VERSPREIDING VAN DOLFIJNEN (a) EN BRUINVIS (b) IN DE NOORDZEE 1984 - 1990 (Baptist et al. unpubl.).



VERDELING VAN SOORTEN DIE GEVOELIG ZIJN VOOR OLIEHOUDEND BOORGRUIS (MAX.17) OP HET NCP (De Wilde & Duineveld 1990 ; Daan et al. 1990).



GEBIEDEN OP HET NCP GEBASEERD OP ECOSYSTEEM
 KENMERKEN (referentie document WSP 1991).



MILIEUZONE NCP GEBASEERD OP ECOSYSTEEM KENMERKEN (WSP 1991).