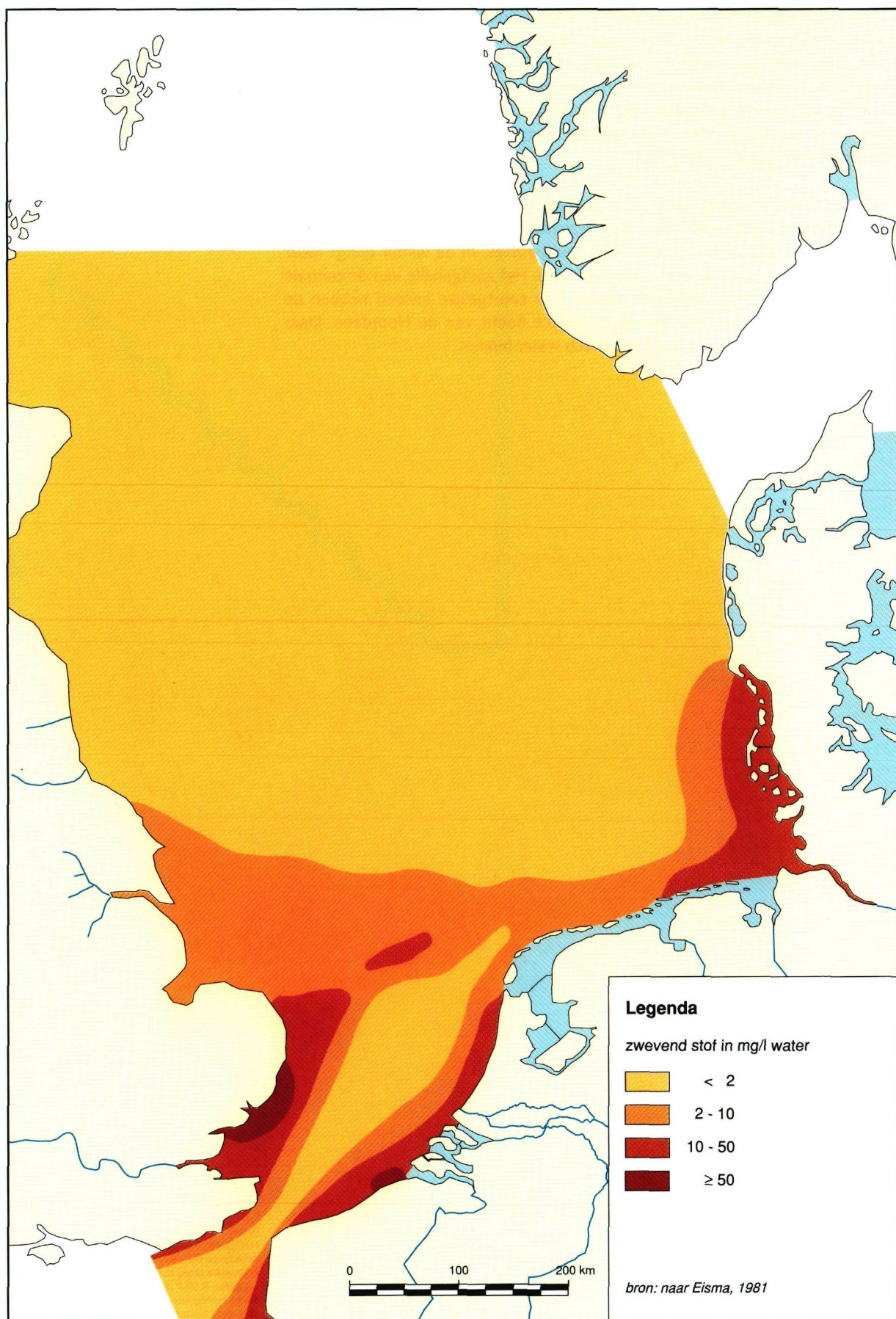


Zwevend stof-gehalte



Zoutgehalte in de winter

Het water van de Noordzee is niet overal even zout. In het Atlantische water, dat door Het Kanaal en in het noorden langs Schotland de Noordzee binnen komt, bevat een liter zeewater gemiddeld circa 35 g zout. Langs de kusten van Nederland, Duitsland, Denemarken en Noorwegen is, onder invloed van de uitstroming van (zoet) rivierwater, het zoutgehalte lager, soms maar 25 g/l. De kaart geeft een beeld van het gemiddelde zoutgehalte van de Noordzee in de winter over de periode 1905-1953.

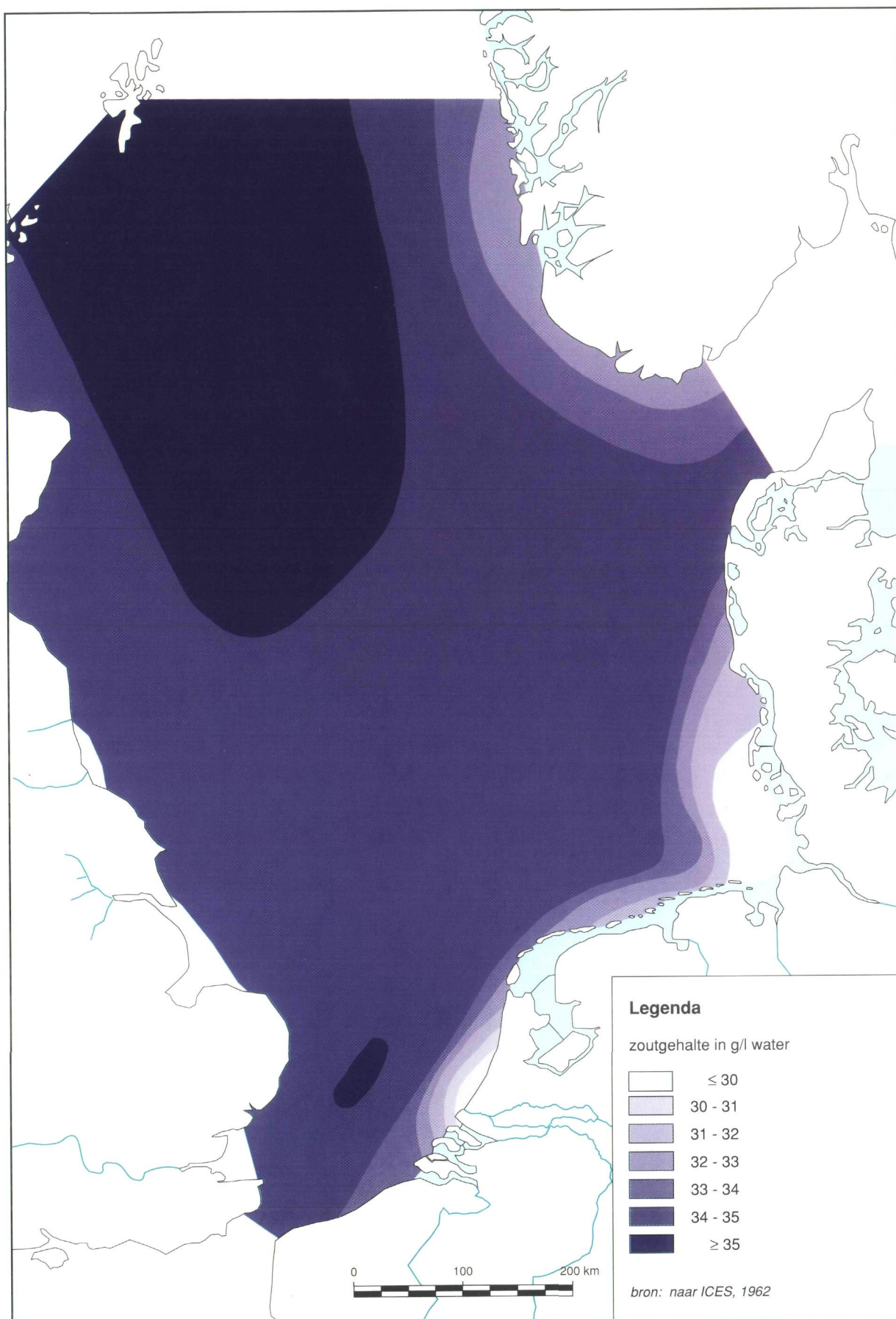
De netto waterbeweging in de Noordzee wordt sterk beïnvloed door de klimatologische omstandigheden in de verschillende seizoenen ^(13, 14). Dit komt ook tot uitdrukking in het patroon van zoutgehaltes. In de winter dringt meer Noordatlantische water binnen in de Noordzee. Het zoutgehalte van de centrale Noordzee is dan hoger dan in de zomer. Een soortgelijke invloed hebben de winterse zuidwestenwinden op de Zuidelijke Bocht van de Noordzee. Daar stroomt dan via Het Kanaal meer Atlantisch water binnen.

Bron:

ICES (1962). *Mean monthly temperature and salinity of the surface layer of the North Sea and adjacent waters*. ICES, Charlottelund.

Laane, R.W.P.M., Leewis, R.J., Colijn, F., van Berge Henegouwen, A., Hisgen, R. (1990). *De zee, de zee de Noordzee*. SDU, 's-Gravenhage.

Zoutgehalte in de winter



Zoutgehalte in de zomer

Het gemiddelde zoutgehalte in de Noordzee wordt beïnvloed door de seizoenen. De zomerse waarden op de kaart zijn gemiddelden van metingen over de periode 1905-1953. Opvallend is het seizoensverschil in het Skagerrak ⁽¹⁹⁾. Het wordt veroorzaakt doordat in de winter de meeste (binnen)wateren in de landen rondom het Skagerrak bevrozen. Er stroomt dan weinig zoet water in zee.

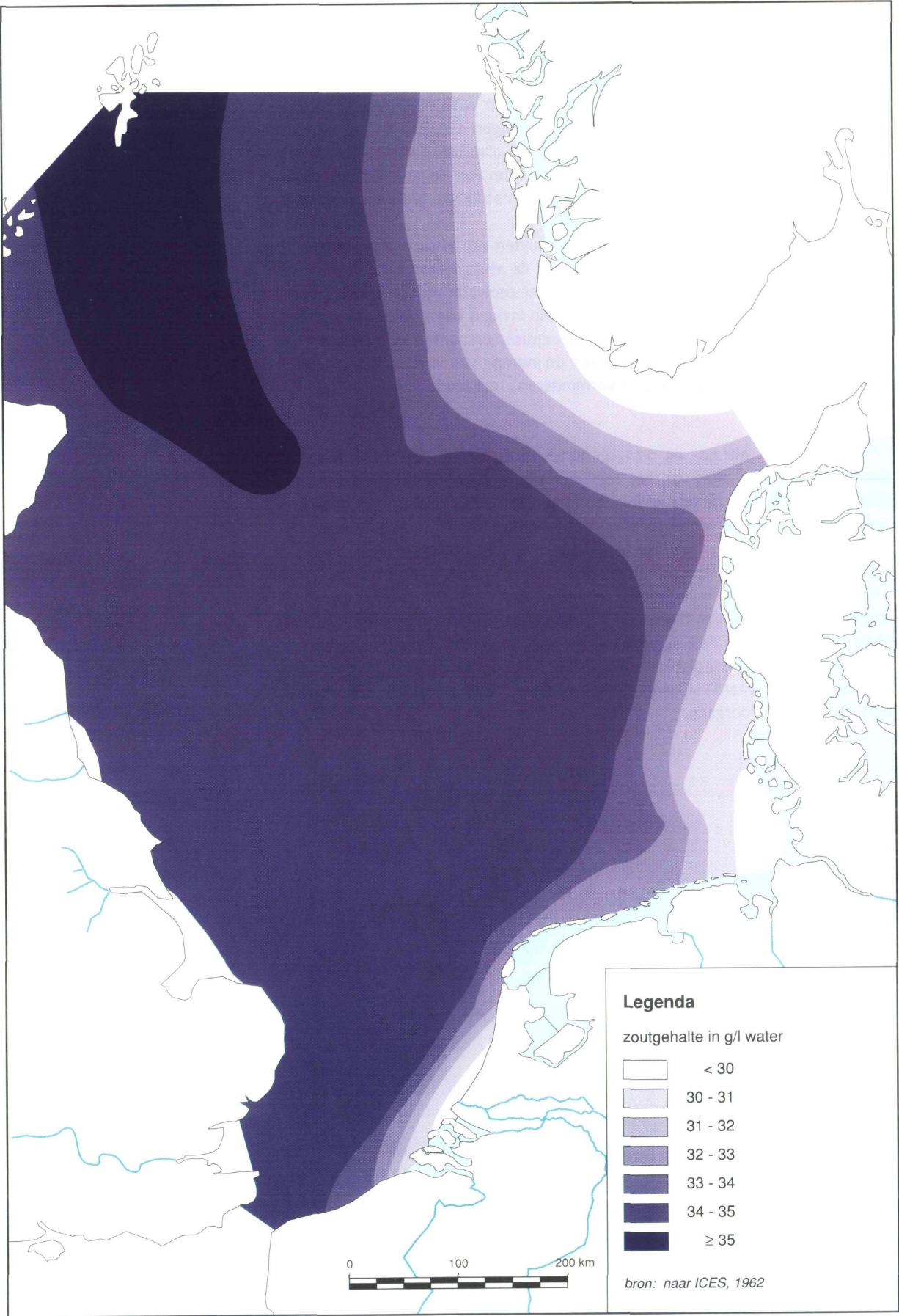
20

WATER

Bron:

ICES (1962). *Mean monthly temperature and salinity of the surface layer of the North Sea and adjacent waters*. ICES. Charlottelund.

Laane, R.W.P.M., Leewis, R.J., Colijn, F., van Berge Henegouwen, A., Hisgen, R., (1990). *De zee, de zee de Noordzee*. SDU, 's-Gravenhage.



Nitraat- en nitrietgehalte in de winter

Nitraat en nitriet zijn aanduidingen voor chemische verbindingen van stikstof (N) met zuurstof (O). Ze zijn, samen met verbindingen van fosfor (P), belangrijke voedingsstoffen voor het fytoplankton (algen) in het water. Daarmee vormen ze mede de basis voor al het leven in de zee.

Stikstofverbindingen komen van nature in zeewater voor, met name het water uit de Atlantische Oceaan voert veel stikstofverbindingen aan. Een andere permanente en natuurlijke bron wordt gevormd door de afwatering van het land. Het water dat via rivieren naar zee stroomt is in de loop van de jaren echter steeds zwaarder belast met stikstofverbindingen uit niet natuurlijke bronnen: meststoffen uit de landbouw en afvoer van rioolwater.

Stikstofverbindingen in de verbrandingsprodukten van fossiele brandstoffen in auto's en industriële processen komen ook via de atmosfeer in zee terecht. Een teveel aan stikstof- en fosforverbindingen in het zeewater veroorzaakt eutrofiëring (overbemesting), hetgeen een versturende invloed heeft op het Noordzee-ecosysteem. Tijdens de Tweede Noordzeeministersconferentie hebben de Noordzeestaten besloten ernaar te streven de inbreng van voedingsstoffen in de Noordzee vóór 1995 met 50% te verminderen, uitgaande van de situatie in 1985.

De kaart geeft nitraat- en nitrietgehalten in de winter van 1987 aan. De nitraat- en nitrietgehalten van het zeewater zijn in de winter hoger dan in de zomer. Dit komt door de relatief lage opname van stikstofverbindingen door algen, hierdoor blijft er in de winter meer nitraat en nitriet in het water aanwezig. De aanvoer van rivierwater naar zee veroorzaakt relatief hogere waarden aan de kusten. In het noorden stroomt nitraatrijk Atlantisch water de Noordzee in.

Op de Doggersbank is het nitraatgehalte relatief laag. Dit hangt samen met de primaire produktie van biomassa ⁽²⁷⁾, die op deze plaats in de winter relatief hoog is. De zee boven de Doggersbank is ondiep en helder. Daardoor dringt het zonlicht door tot het fytoplankton, dat zich in de onderste waterlaag bevindt. De levensprocessen, waarbij stikstofverbindingen worden opgenomen, kunnen hier zelfs in de winter doorgaan.

Bron:

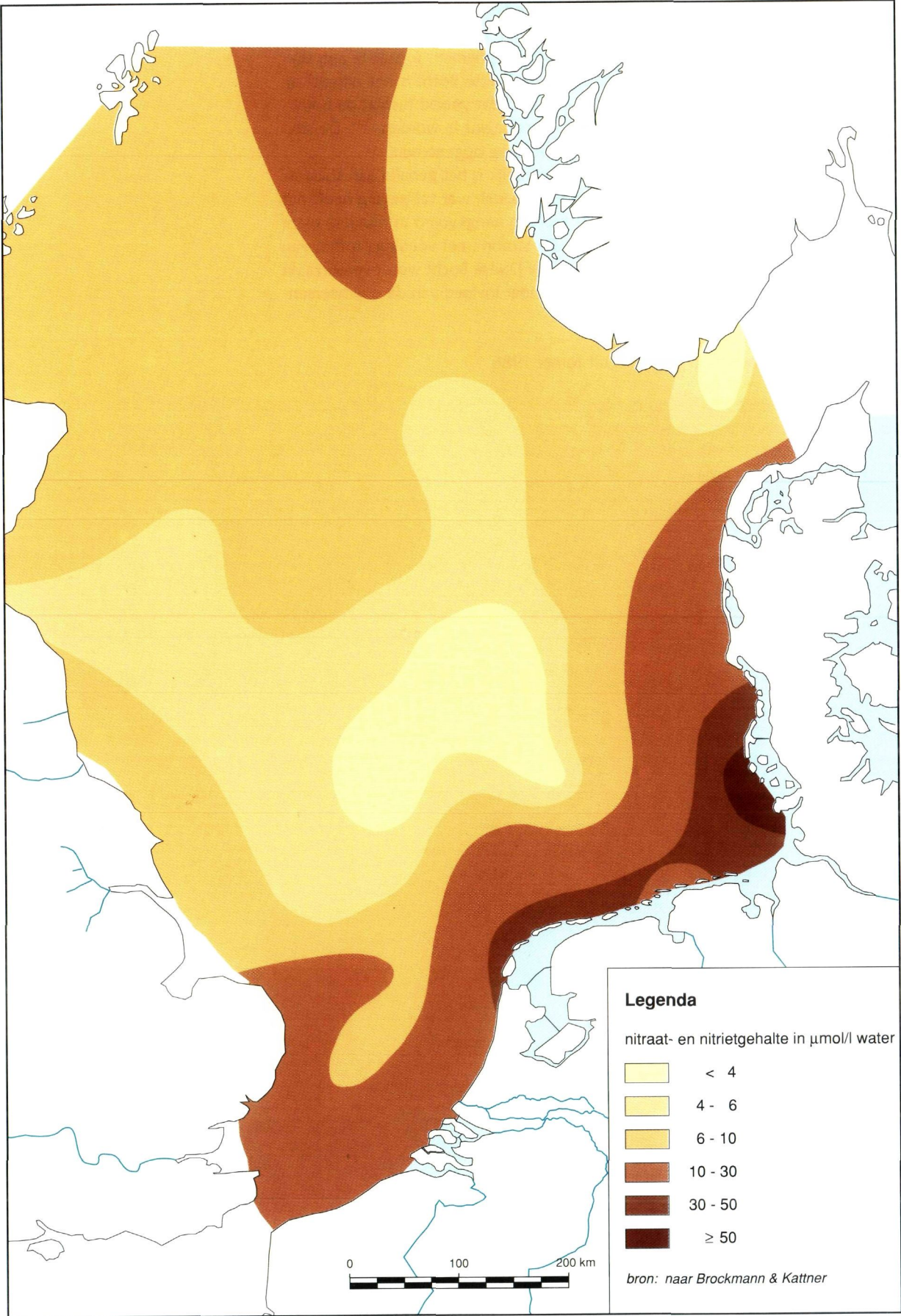
Brockmann, U.H., Laane, R.W.P.M., Postma, H. (1990). *Cycling of nutrient elements in the North Sea*. *Neth. J. of Sea Res.*, 26 (2-4), p. 239-264.

Brockmann & Kattner (in press). In: *Estuarine Coastal Shelf Science*.

Laane, R.W.P.M., Leewis, R.J., Colijn, F., van Berge Henegouwen, A., Hisgen, R., (1990). *De zee, de zee de Noordzee*. SDU, 's-Gravenhage.

Peeters, J.C.H. (DGW) (1991): *mondelinge mededeling*.

Nitraat- en nitrietgehalte in de winter



Niraat- en nitrietgehalte in de zomer

In de zomer zijn de gehalten niraat en nitriet in het zeewater veel lager dan in de winter (21). Dat komt doordat er meer zonlicht in het water doordringt waardoor algen veel actiever deze stikstofverbindingen opnemen. Schaarste aan stikstofverbindingen remt de algengroei weer af. In de Duitse Bocht is het niraat- en nitrietgehalte relatief hoog. Men neemt aan dat in dat gebied fosfaat de bouwstof is die tijdens de algengroei als eerste schaars begint te worden (24). De stikstofverbindingen worden daardoor niet meer volledig opgenomen.

Ook voor de oostkust van het Verenigd Koninkrijk is het gehalte aan stikstofverbindingen relatief hoog. De zee is daar erg troebel, wat tot gevolg heeft dat de voedingsstoffen die vanuit de Theems worden aangevoerd in mindere mate door de algen worden opgenomen (27, 28). De stroom met voedingsstoffen van de oostkust van het Verenigd Koninkrijk naar de Duitse Bocht wordt veroorzaakt door de oostwaarts gerichte waterbeweging onder invloed van de overheersende zuidwestelijke winden.

De kaart is gebaseerd op gegevens uit zomer 1986.

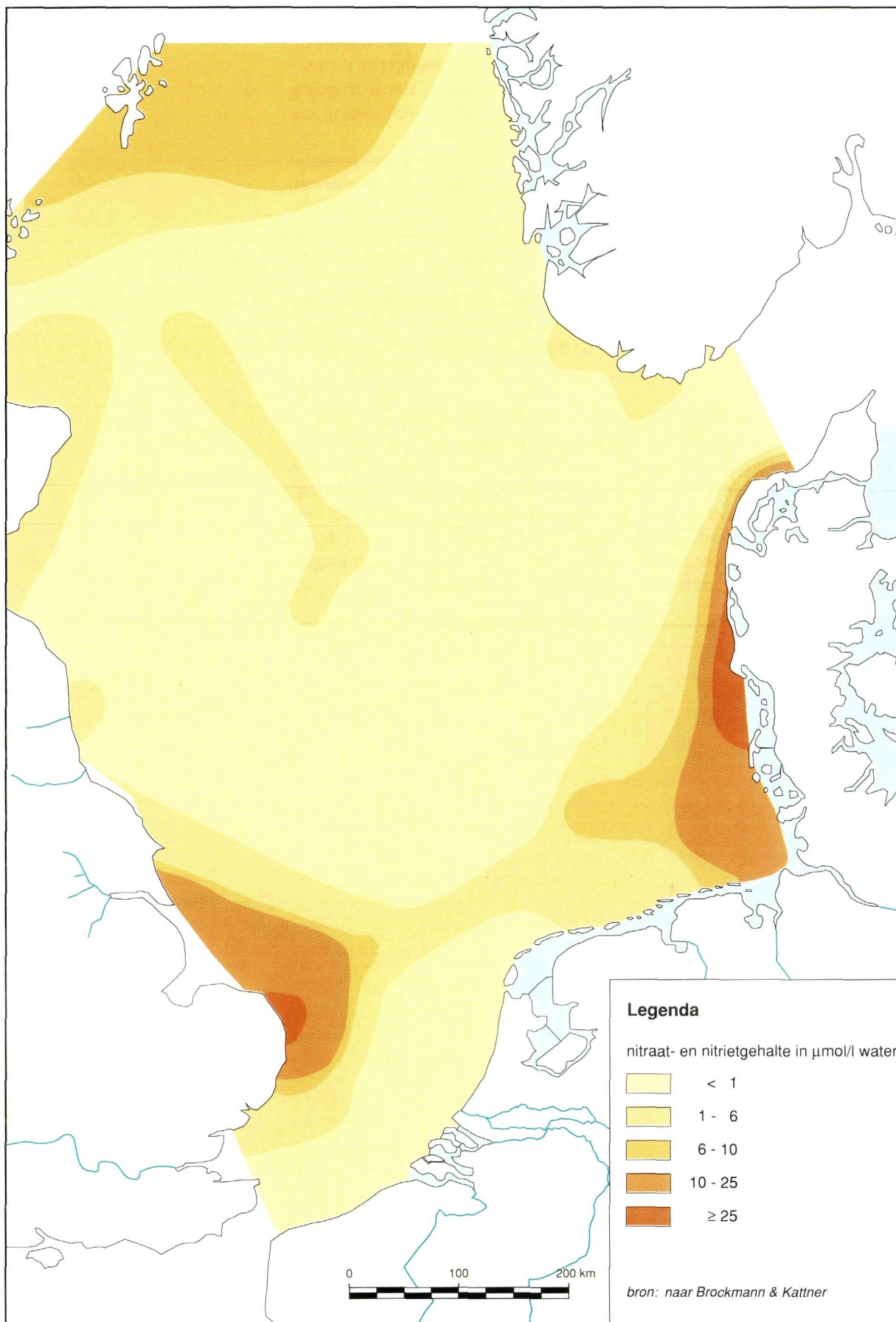
Bron:

Brockmann, U.H., Laane, R.W.P.M., Postma, H. (1990). *Cycling of nutrient elements in the North Sea*. *Neth. J. of Sea Res.*, 26 (2-4), p. 239-264.

Brockmann & Kattner (in press). In: *Estuarine Coastal Shelf Science*.

Laane, R.W.P.M., Leewis, R.J., Colijn, F., van Berge Henegouwen, A., Hisgen, R., (1990). *De zee, de zee de Noordzee*. SDU, 's-Gravenhage.

Peeters, J.C.H. (DGW) (1991): *mondelinge mededeling*.



Fosfaatgehalte in de winter

Fosfor (P) komt het meest voor als chemische verbinding met zuurstof (O) als fosfaat. Evenals de stikstofverbindingen is het een zogeheten macro-nutriënt, een onontbeerlijke voedingsstof voor fytoplankton. Via de atmosfeer en de rivieren wordt voortdurend fosfaat aan het zeewater toegevoegd. Het is afkomstig van meststoffen in de landbouw, de afvoer van rioolwater en verbranding van fossiele brandstoffen.

Aanvoer van teveel voedingsstoffen leidt tot overbemesting van het zeewater welke een versturende invloed heeft op het Noordzee ecosysteem (eutrofiëring). Algen nemen in het algemeen zestienmaal meer stikstof op dan fosfaten. Wanneer het aanbod van de voedingsstoffen sterk afwijkt van deze verhouding, bestaat de mogelijkheid dat er algensoorten gaan overheersen die overlast veroorzaken of giftig zijn voor de mens.

Om eutrofiëring tegen te gaan is op de Tweede Noordzeeministersconferentie door de Noordzeestaten besloten te streven naar een vermindering van de aanvoer van voedingsstoffen naar de zee met 50% voor het jaar 1995, uitgaande van de situatie in 1985.

Op de kaart zijn de fosfaatgehalten in de winter van 1987 weergegeven. De fosfaatgehalten van het zeewater zijn in de winter hoger dan in de zomer. Dit komt door de relatief lage opname van fosfaat door algen, hierdoor blijft er in de winter meer fosfaat in het water aanwezig. De hogere waarden aan de kusten houden verband met de langzame menging van fosfaatrijk rivierwater met zeewater. Op de Doggersbank is het fosfaatgehalte relatief laag. Daar is de zee ondiep en helder waardoor relatief veel licht tot op de bodem kan doordringen. Algen kunnen daardoor, zelfs in de winter, fosfaat opnemen ^(21, 27).

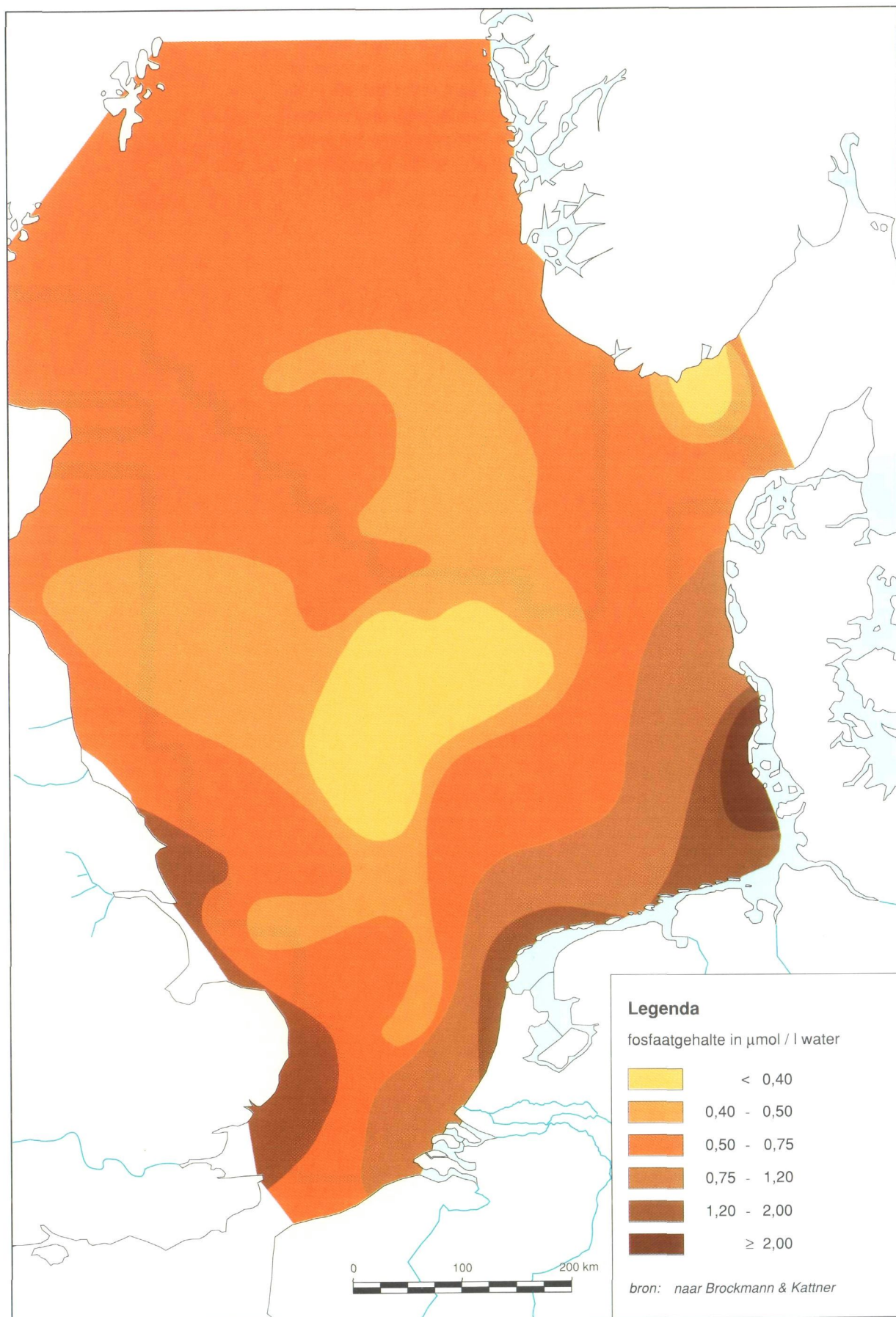
Bron:

Brockmann, U.H., Laane, R.W.P.M., Postma, H. (1990). Cycling of nutrient elements in the North Sea. *Neth. J. of Sea Res.*, 26 (2-4), p. 239-264.

Brockmann & Kattner (in press). In: *Estuarine Coastal Shelf Science*.

Laane, R.W.P.M., Leewis, R.J., Colijn, F., van Berge Henegouwen, A., Hisgen, R., (1990). De zee, de zee de Noordzee. SDU, 's-Gravenhage.

Peeters, J.C.H. (DGW) (1991): *mondelinge mededeling*.



Fosfaatgehalte in de zomer

In de zomer zijn de fosfaatgehalten in de Noordzee lager dan in de winter ⁽²³⁾. Dit hangt samen met de toename van de hoeveelheid zonlicht die in het water doordringt. Meer licht en hogere temperaturen stimuleren de algengroei en daarmee de opname van onder meer fosfaat. Het hogere fosfaatgehalte in de mondingsgebieden van de Elbe en de Theems wordt waarschijnlijk mede veroorzaakt door een geringe activiteit van algen door de troebelheid van het water. De toename van fosfaat in noordelijke richting hangt samen met de invloed van fosfaatrijk Atlantisch water.

De kaart is gebaseerd op gegevens uit zomer 1986.

Bron:

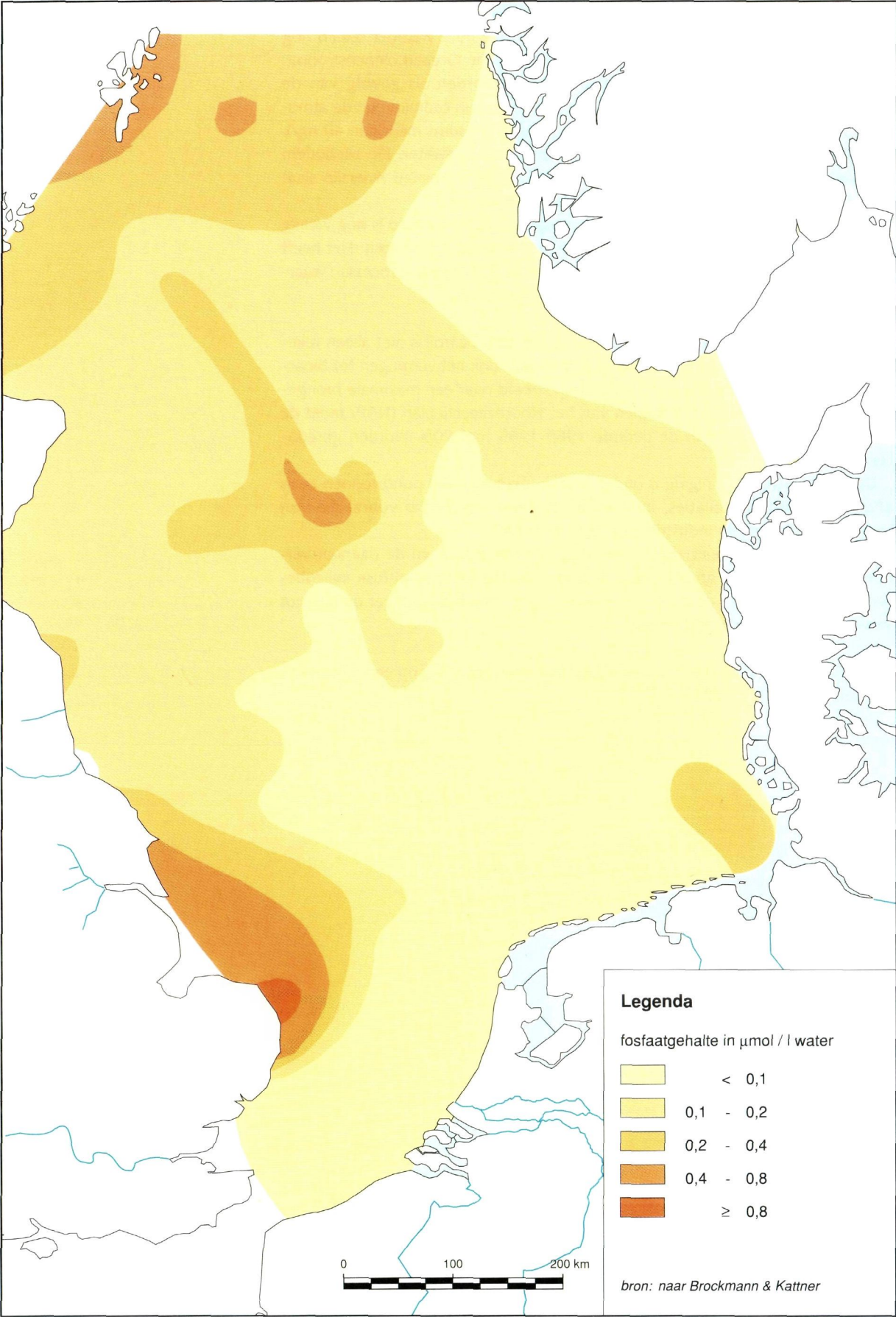
Brockmann, U.H., Laane, R.W.P.M., Postma, H. (1990). *Cycling of nutrient elements in the North Sea*. *Neth. J. of Sea Res.*, 26 (2-4), p. 239-264.

Brockmann & Kattner (in press). In: *Estuarine Coastal Shelf Science*.

Laane, R.W.P.M., Leewis, R.J., Colijn, F., van Berge Henegouwen, A., Hisgen, R., (1990). *De zee, de zee de Noordzee*. SDU, 's-Gravenhage.

Peeters, J.C.H. (DGW) (1991): *mondelinge mededeling*.

Fosfaatgehalte in de zomer



Cadmiumgehalte

Cadmium (Cd) komt van nature in zeewater voor in concentraties lager dan 10 nanogram per liter (ng/l). In de Noordzee kunnen deze waarden alleen nog worden gemeten in het water dat vanuit de Atlantische Oceaan binnenstroomt. In de overige gebieden is het gehalte hoger geworden als gevolg van de instroom van verontreinigd rivierwater en de neerslag van cadmium uit de atmosfeer. In de kustgebieden is het gehalte het hoogst, tot soms meer dan 40 ng/l. Dat komt doordat rivierwater zich slecht mengt met zeewater. De zeebodem vertoont een vergelijkbaar patroon. Met cadmium verontreinigd rivierslib slaat daar vooral neer in het stroomgebied van het rivierwater ⁽³²⁾.

Over de specifieke effecten van cadmium op het mariene milieu is nog weinig bekend. Vast staat dat het element giftig is voor levende organismen. Het heeft een chemische structuur die veel lijkt op die van calcium. Levensprocessen waarin calcium een rol speelt worden door cadmium verstoord.

Cadmium is op de zwarte lijst van de EG geplaatst. Daarbij is niet alleen rekening gehouden met de giftigheid van de stof, maar ook het vermogen tot bioaccumulatie. Voor zwarte lijst stoffen wordt gestreefd naar een maximale brongeorichte aanpak. Volgens de richtlijnen van het Noordzeeactieplan (NAP) moet de belasting met cadmium in de periode 1985-1995 met 90% worden gereduceerd.

De cadmiumverontreiniging is onder andere afkomstig van puntbronnen zoals afvalverbrandingsinstallaties, industriële lozingen waaronder vooral die van kunstmestbedrijven, en industriële emissies in de lucht.

Als gevolg van de veelzijdige toepassing van het metaal en de daaraan verbonden bijdrage in de afvalstromen, is tevens sprake van een diffuse milieubelasting. Bestrijding aan de bron is hier alleen goed mogelijk wanneer de uitstoot van de stof wordt teruggedrongen.

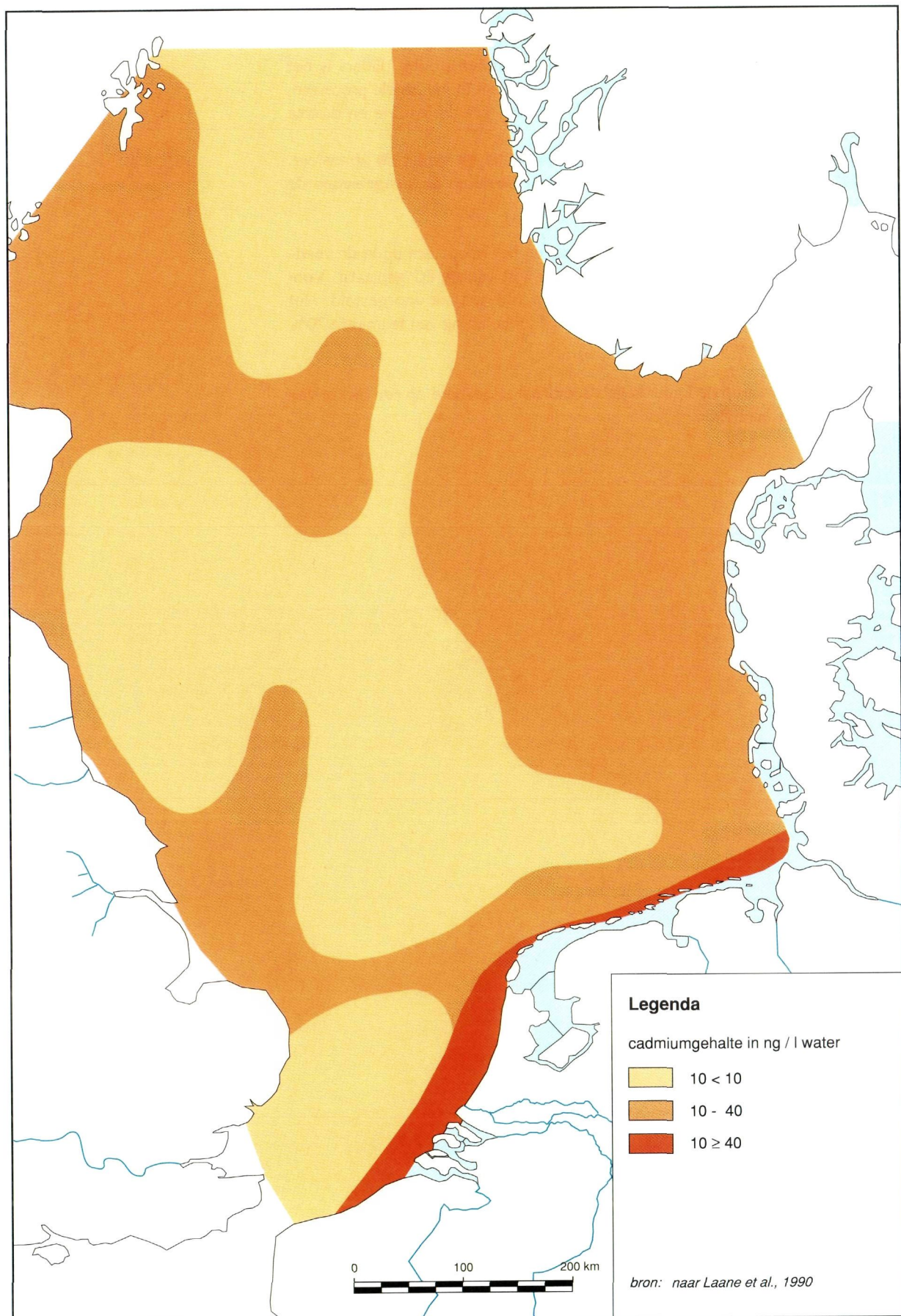
De metingen waarop de figuur is gebaseerd zijn uitgevoerd op een diepte van 10 meter in mei/juni 1986.

Bron:

Van Eck, Turkstra, van 't Sant (1985). Voorstel referentiewaarden fysisch-chemische waterkwaliteitsparameters Nederlandse zoute wateren. RWS en Min. van VROM.

Laane, R.W.P.M., Leewis, R.J., Colijn, F., van Berge Henegouwen, A., Hisgen, R., (1990). De zee, de zee de Noordzee. SDU, 's-Gravenhage.

Cadmiumgehalte



Loodgehalte

Zeewater bevat van nature een bepaalde gehalte aan lood (Pb, minder dan 0,5 ng/l water). Deze waarde kan in de Noordzee alleen nog worden gemeten in het water dat vanuit de Atlantische Oceaan binnenstroomt. Elders is het gehalte hoger. Dat is het gevolg van lood dat vrijkomt in industriële processen, verbrandingsinstallaties, verbrandingsprodukten van gelode benzine en diverse afvalstromen

Het lood wordt naar zee gevoerd door rivierwater en vanuit de atmosfeer. Doordat rivierwater slecht mengt met zeewater bevatten de kustgebieden de hoogste loodgehalten (tot 5 ng/l water).

Lood is zwaar giftig; het is niet afbreekbaar en het hoopt zich op in de voedselketen. Om die redenen is het op de zwarte lijst van de EG geplaatst. Voor zwarte lijst stoffen is een maximale brongerichte aanpak voorgesteld. Het Noordzeeactieplan bepleit een reductie van de loodbelasting van tenminste 70% binnen de periode 1985-1995.

De metingen waarop de figuur is gebaseerd zijn uitgevoerd op een diepte van 10 meter in mei/ juni 1986.

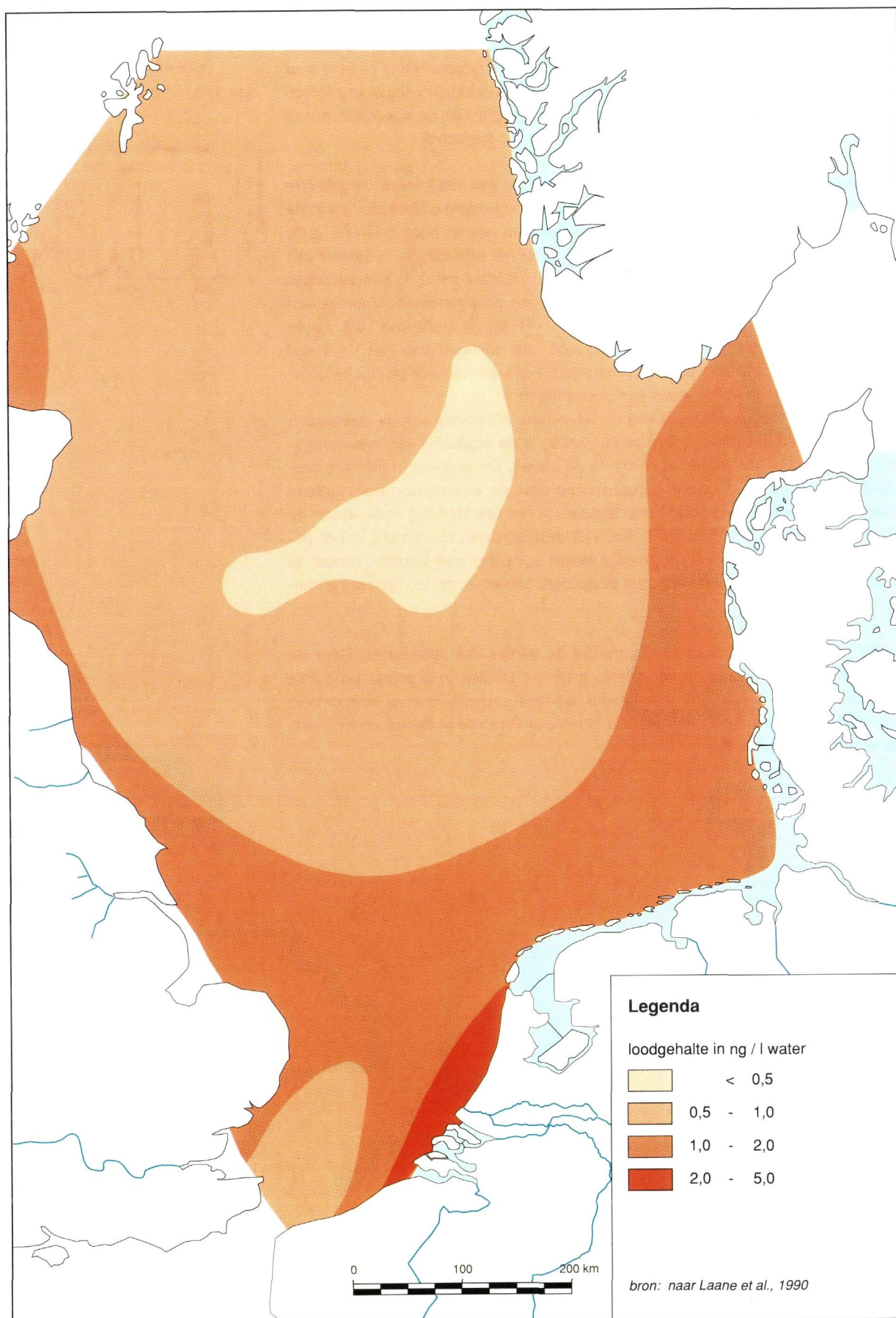
Bron:

Laane, R.W.P.M., Leewis, R.J., Colijn, F., van Berge Henegouwen, A., Hisgen, R. (1990). De zee, de zee de Noordzee. SDU, 's-Gravenhage.

Ministeriële verklaring van de Derde Internationale Conferentie over de bescherming van de Noordzee, 's-Gravenhage, 8 maart 1990.

Min. van Verkeer en Waterstaat (V&W) (1990). Noordzeeactieplan 1990, nationaal uitvoeringsdocument Derde Noordzeeministerconferentie. Tweede Kamer, vergaderjaar 1990-1991, 21 884, nrs. 1-2. SDU, 's-Gravenhage.

Loodgehalte



Primaire produktie in de winter

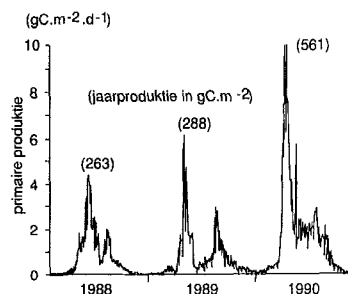
Al het leven in de zee vormt een keten van eten en gegeten worden. Het begin van de voedselketen in de zee, de primaire produktie, is het proces waarbij voedingsstoffen, zoals fosfaat en nitraat, door het fytoplankton (algen) met behulp van zonlicht worden opgenomen en omgezet in nieuw organisch (algen)materiaal. Algen staan daarmee aan het begin van de voedselketen en worden daarom de primaire producenten van de zee genoemd.

De kaart geeft de primaire produktie in de winter van 1987 weer. De primaire produktie is niet overal in de Noordzee gelijk. In de zuidelijke Noordzee en in de kustgebieden waar het gehalte aan voedingsstoffen relatief hoog is (21, 23), is de primaire produktie vaak hoger. Op plaatsen waar het licht diep in het water kan doordringen en de aanvoer van voedingsstoffen relatief groot is, kan eveneens een verhoging van de primaire produktie worden waargenomen. Voorbeelden hiervan zijn de Doggersbank in de winter (21, 23) en de Hollandse kust. Grote hoeveelheden slib in het water, zoals voor de oostkust van het Verenigd Koninkrijk en in de Duitse Bocht, veroorzaken een lage primaire produktie doordat het licht niet ver in het water kan doordringen.

De primaire produktie wisselt met de seizoenen. Als gevolg van de lage watertemperatuur en het geringe licht in de winter, is de produktie van nieuw organisch materiaal in de winter lager dan in de zomer. De gradiënt in primaire produktie van zuid naar noord hangt samen met de afnemende hoeveelheid (dag)licht bij een toenemende breedtegraad. In het noorden zijn in de winter de dagen korter dan in het zuidelijk deel van de Noordzee. Het inzicht in het primaire produktieproces en de grootte ervan is echter nog beperkt omdat er slechts op enkele plaatsen metingen uitgevoerd zijn en er zelden jaarcyclus gemeten zijn.

De kaart geeft een momentopname uit de winter van 1987 weer. Door de jaren heen kunnen zelfs op één plaats grote verschillen in jaarlijkse produktie optreden (zie de figuur). Primaire produktie wordt uitgedrukt in de hoeveelheid koolstof (C) die per vierkante meter (m^2) per uur (h) in de waterkolom ter plaatse wordt geproduceerd.

Dagproduktie in de waterkolom op meetpunt Noordwijk 20 (± 20 km uit de kust)



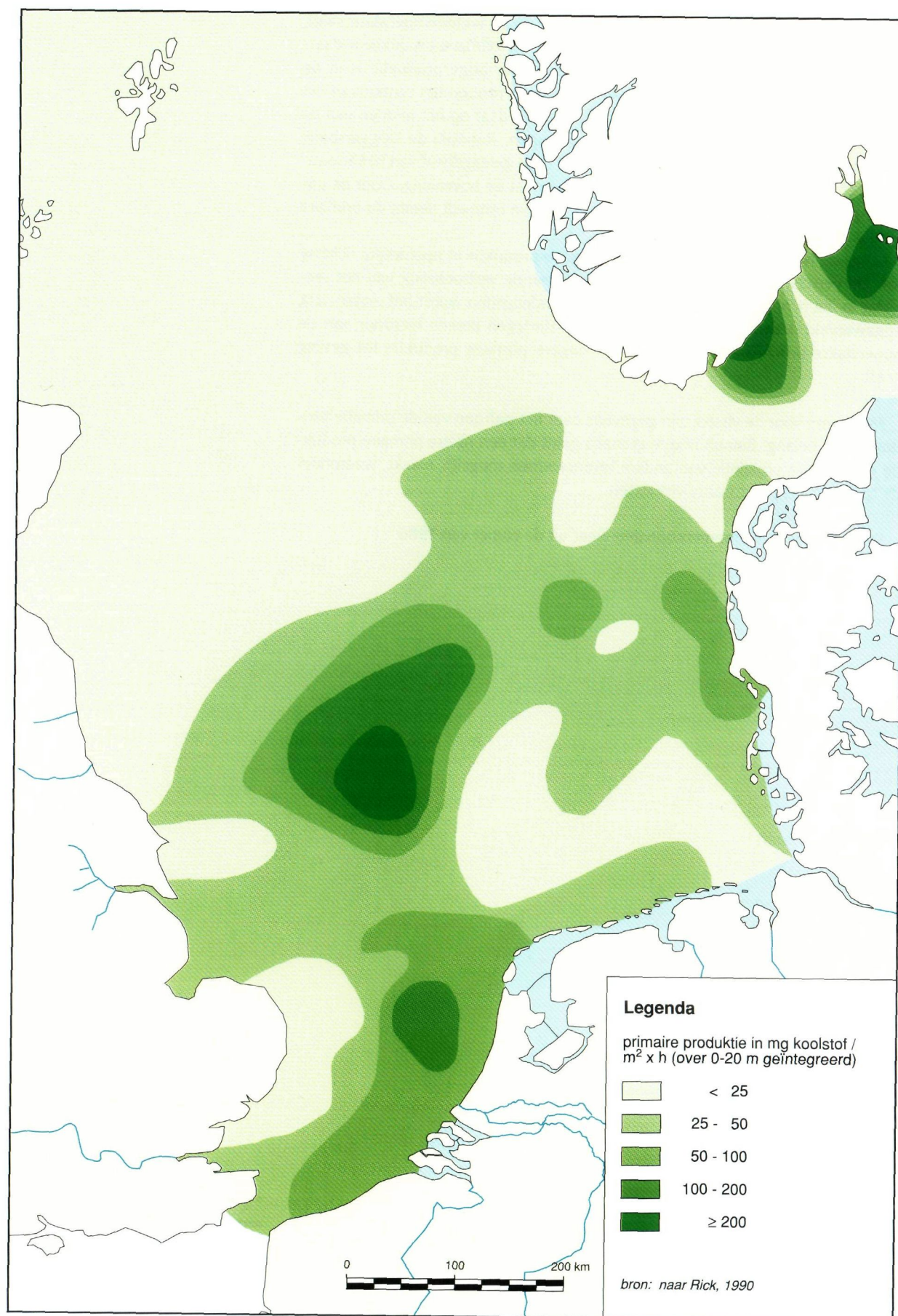
Bron:

Peeters, J.C.H. (DGW) (1991): mondelinge mededeling.

Peeters, J.C.H., Haas, H.A., Peperzak, L. (1991). Eutrofiëring, primaire produktie en zuurstofhuishouding in de Noordzee. Eindrapport Euzout*2. DGW nota GWA0-91.083.

Rick, H.J. (1990). Ein Beitrag zur Abschätzung der Wechselbeziehung zwischen den planktischen Primärproduzenten des Nordseegebietes und den Schwermetallen Kupfer, Zink, Cadmium und Blei auf Grundlage von Untersuchungen an natürlichen Planktongemeinschaften. Dissertation Aachen.

Primaire produktie in de winter



Primaire produktie in de zomer

Wanneer in de lente het zonlicht sterker wordt en de watertemperatuur stijgt, neemt de activiteit van het fytoplankton sterk toe. De primaire produktie is daarvoor in de zomer hoger dan in de winter. Een zeer hoge produktie is in de zomerperiode gemeten in het gebied van het Friese Front en ten oosten van het Verenigd Koninkrijk. De toename van biomassa kan daar op het midden van de dag meer dan 1000 mgC per m² per uur bedragen. Rondom de Doggersbank treedt na verloop van tijd stratificatie op. Door deze gelaagdheid van het zeewater keren reeds bezonken algen niet meer terug naar de bovenlaag. Door de uitputting van voedingsstoffen die daardoor ter plaatse optreedt neemt de primaire produktie snel af.

Langs de Nederlandse kust neemt de primaire produktie in noordelijke richting toe. Dit verschijnsel hangt samen met de afnemende vertroebeling van het zeewater in die richting. Ter hoogte van de Shetlandeilanden wordt het water sterk opgewerveld. Voedingsstoffen uit diepere waterlagen komen hierdoor aan de oppervlakte beschikbaar, wat weer een hogere primaire produktie tot gevolg heeft.

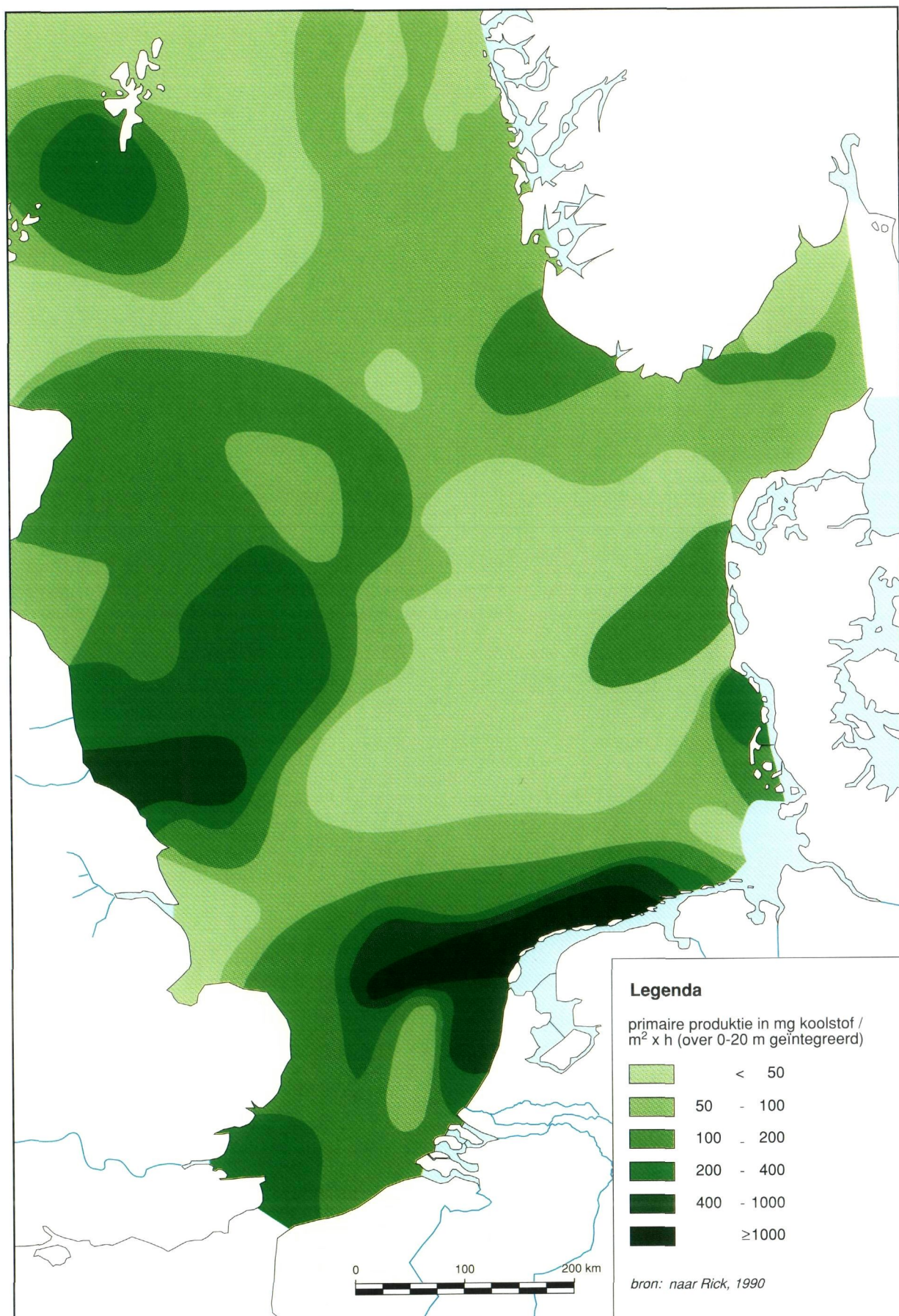
Met name voor de visserij zijn gegevens over het patroon van de primaire produktie van belang. Binnen zekere grenzen geldt dat een rijkere primaire produktie een grotere populatie van andere levensvormen mogelijk maakt, waaronder de commercieel interessante vissoorten.

De kaart geeft een momentopname weer uit de zomer van 1986.

Bron:

Peeters, J.C.H. (DGW) (1991): mondelinge mededeling.

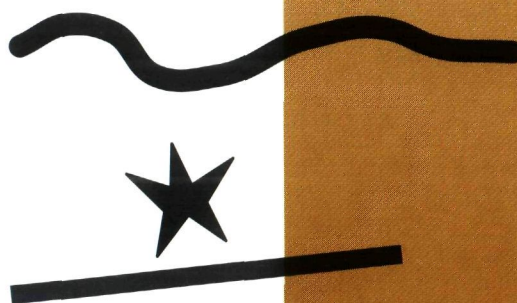
Rick, H.J. (1990). Ein Beitrag zur Abschätzung der Wechselbeziehung zwischen den planktischen Primärproduzenten des Nordseegebietes und den Schwermetallen Kupfer, Zink, Cadmium und Blei auf Grundlage von Untersuchungen an natürlichen Planktongemeinschaften. Dissertation Aachen.



Bodem

Fysische kenmerken (kaart 29 t/m 31)

Chemische kenmerken (kaart 32 t/m 36)



Samenstelling van het bodemoppervlak

De bovenste 50 centimeter van de zeebodem van het Nederlands deel van het Continentaal Plat (NCP) bestaat uit grind, zand, klei en keileem. Het patroon waarin deze afzettingen worden aangetroffen is onder meer bepaald door stroomsnelheid, golfwerking en waterdiepte. Zo is het sediment in gebieden met een lage stroomsnelheid en/of geringe golfwerking bij de bodem fijnkorreliger dan op plaatsen met een krachtiger waterbeweging. Dit komt doordat voor het transport van grover materiaal meer (stromings- en golf)energie nodig is dan voor het transport van fijn materiaal.

Het bodemoppervlak in het relatief ondiepe zuidelijke deel van het NCP staat bloot aan sterke stroom- en golfwerking en bestaat daardoor vooral uit grove zanden. In noordwaartse richting vindt een geleidelijke overgang plaats naar een bodem die uit overwegend fijn zand en slib bestaat.

Er zijn enkele uitzonderingen op dit algemene beeld. In de noordelijke helft van het Continentaal Plat komen formaties voor die in de ijstijd door landijs of stromend smeltwater zijn afgezet. Zo zijn er de grindige afzettingen van de Klaverbank (rond 54° N.B. en 3° O.L.) en de keileem en keien ten noordwesten van Texel. Zeestroming en golfwerking zijn niet bij machte gebleken dit materiaal te verplaatsen.

De Doggersbank, in het meest noordelijke deel van het NCP, bestaat uit grovere zanden vanwege de geringe waterdiepte.

De verschillen in bodemsamenstelling zijn mede bepalend voor de vestigingsmogelijkheden van de bodemorganismen. Zo bezitten de Klaverbank en de slibrijke Oestergronden een specifieke rijke bodemfauna. De zandige en dynamische bodem van de zuidelijke Noordzee is daarentegen armer aan bodemleven (42, 53).

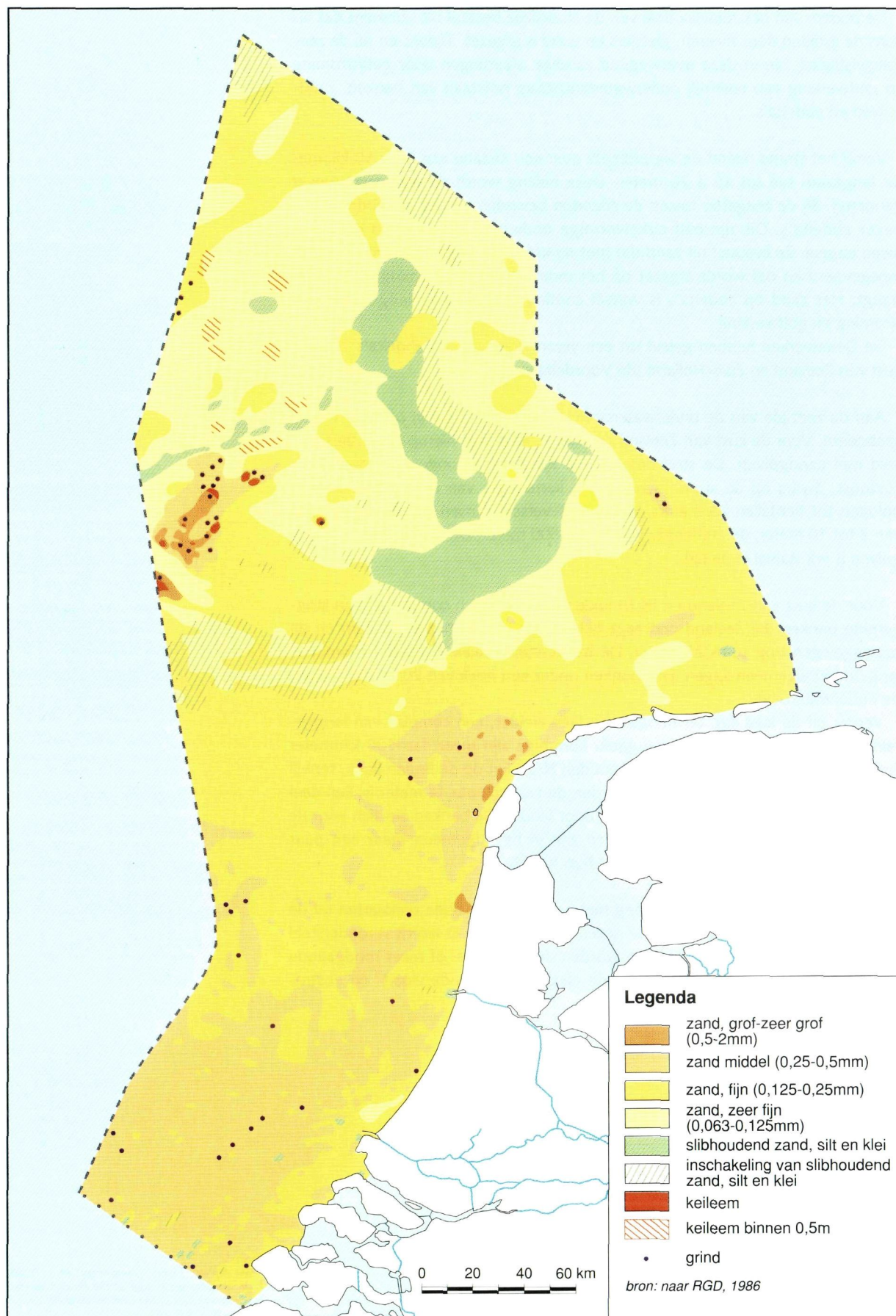
Door de afnemende mogelijkheden voor zand- en grindwinning op land neemt de laatste jaren de vraag naar zeezand en zeegrind toe. De Klaverbank en Texelse stenen zijn interessant voor de bouw. De zandige afzettingen langs de kust zijn in verband met de geringe vaarafstand interessant voor exploitatie als ophoogzand (73).

Bron:

Rijks Geologische Dienst (RGD) (1986). *Geologie van Nederland, deel 2. Delfstoffen en samenleving*. RGD, Haarlem & het Fysisch Geografisch en Bodemkundig Laboratorium van de Univ. van Amsterdam.

Schüttenhelm, R.T.E. (1980). *The superficial geology of the Dutch sector of the North Sea*. *Marine Geology* 34, M.27-M.37.

Samenstelling van het bodemoppervlak



Morfologie van de zeebodem

De bodem van het zuidelijk deel van de Noordzee bestaat uit sediment dat tijdens de ijstijden door rivieren, gletsjers en wind is afgezet. Tijdens en na de zeespiegelstijging zijn in deze overwegend zandige afzettingen door getijstroming en golfwerking een reliëfrijk onderwaterlandschap ontstaan van banken, zandgolven en ebdelta's.

Vanaf het strand neemt de waterdiepte over een afstand van 5 tot 10 kilometer langzaam toe tot 15 à 20 meter. Deze helling wordt de onderwateroever genoemd. Bij de zeegaten tussen de eilanden bevinden zich op de onderwateroever ebdelta's. Dit zijn half-cirkelvormige ondieptes, doorsneden door een diepe ebgeul. Ze bestaan uit zand dat met de krachtige uitgaande stroom wordt meegevoerd en dat wordt afgezet op het moment dat de stroming in zee vertraagt. Het zand op ebdelta's is vrijwel continu in beweging tengevolge van stroming en golfwerking.

De Deltawerken hebben geleid tot een verandering van de ebdelta's voor de kust van Zeeland en Zuid-Holland (de Voordelta).

Aan de zeezijde van de onderwateroever bevindt zich de min of meer vlakke zeebodem. Voor de kust van Zeeland en Zuid-Holland ligt hierop een uitgestrekt veld met zandgolven. De strekking van de kamlijnen is ongeveer noordwest-zuidoost, dwars op de stroomrichting. De kamlengte van de zandgolven kan oplopen tot tientallen kilometers. Het hoogteverschil tussen top en dal varieert van 2 tot 10 meter, de golflengte van 60 tot 600 meter. De ligging van de zandgolven is vrij stabiel in de tijd.

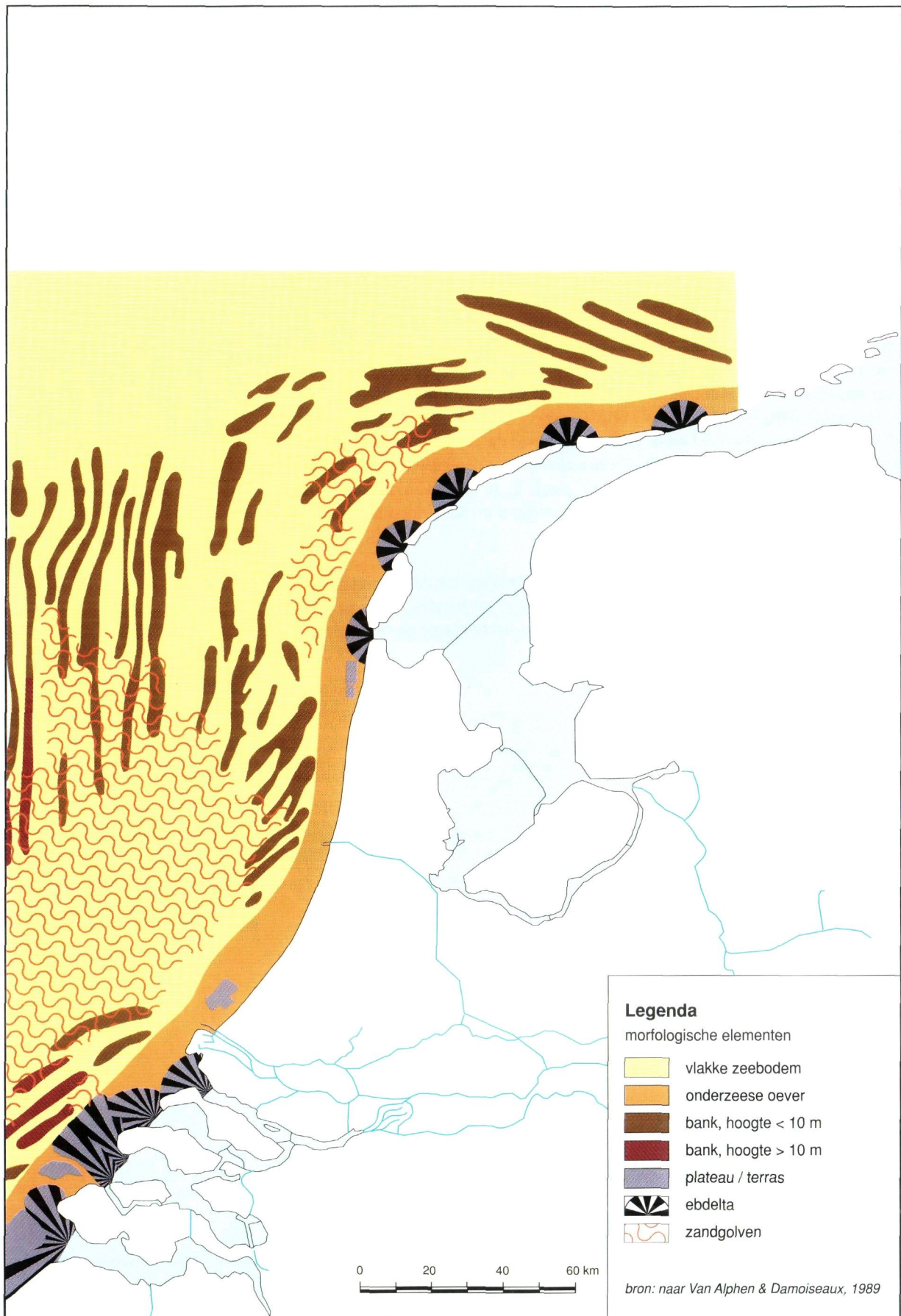
Voor de kust van Zeeland en bij IJmuiden bevinden zich complexen van langgerekte banken. Bij Zeeland bedraagt het hoogteverschil tussen de kam en de tussengelegen trog soms 20 meter. De banken zijn enkele tientallen kilometers lang. In het algemeen liggen deze banken onder een hoek van 20° tot 35° tegen de onderwateroever.

Verder uit de kust ligt, ter hoogte van Den Helder, een complex van langgerekte noord-zuid georiënteerde ruggen. Sommige zijn meer dan 100 kilometer lang. Het ondiepste punt (19 meter beneden NAP) ligt op de Bruine Bank, terwijl in de nabijgelegen trog, 1 kilometer verder, de waterdiepte 44 meter is. Een deel van deze ruggen is mogelijk opgestuwd door landijs. De banken die zich voor de kust van de Waddeneilanden bevinden zijn in het algemeen maar een paar meter hoog; in oostelijke richting neemt hun hoogte toe.

Het ontstaan van de banken is nog niet verklaard. Op oude zeekaarten uit de 16e eeuw komen ze al op ongeveer dezelfde plaats voor. Er wordt verondersteld dat hun vormen in stand gehouden worden door een min of meer rondgaande zandbeweging die het gevolg is van de elkaar afwisselende vloed- en ebstromen.

Bron:

van Alphen, J.S.L.J., Damoiseaux, M.A. (1989).
A geomorphological map of the Dutch shoreface
and adjacent part of the continental shelf. *Geol. & Mijnb.* 68, p. 433-443.



Kustontwikkeling

De Nederlandse kust bestaat grotendeels uit zand. Stroming en golfwerking verplaatsen het zand voortdurend van het strand en de duinen naar de brandingszone en de onderzeese oever en omgekeerd. Zand wordt ook langs de kust verplaatst. Wanneer uit een bepaald kustvak evenveel zand verdwijnt als wordt aangevoerd, dan blijft de kustlijn op zijn plaats. Is de aanvoer groter dan de afvoer dan is er sprake van kustaanwas; in het omgekeerde geval treedt kusterosie op.

Kusterosie en kustaanwas wisselen elkaar in lengterichting langs de kust af. Ook in de tijd gemeten doet zich zo'n afwisseling voor. Zo is er de strandafslag in de winter die in de zomer van nature weer wordt hersteld. Meer aandacht vraagt de structurele kusterosie, die zich meerdere jaren achtereenvolgend op dezelfde plaats voordoet. Hierdoor kunnen de duinen en daarmee de zeewering, worden aangetast. Is dat het geval, dan moet kunstmatig zand worden aangevoerd om strand en duinen te herstellen en daarmee de beveiliging tegen overstroming intact te houden. De kaart geeft aan hoe de kustlijn zich over de komende 40 jaar zou verplaatsten, wanneer er niet door mensen zou worden ingegrepen.

Een aanzienlijke achteruitgang wordt verwacht op een aantal plaatsen langs de kust van Noord-Holland en langs de kusten van de Waddeneilanden. Ook de koppen van de Zeeuwse en Zuidhollandse eilanden ondervinden structurele erosie. Natuurlijke aangroei vindt onder meer plaats in de luwte van de havenhoofden van IJmuiden, en aan de oostzijde van Ameland en Schiermonnikoog en op Schouwen.

In 1990 is door de regering als beleid met betrekking tot de kustverdediging vastgelegd dat het Rijk de ligging van de kustlijn zal handhaven, waarbij de eigen dynamiek van de duinenkust binnen een beperkte marge de ruimte krijgt.

Bron:

Min. van Verkeer en Waterstaat (V&W) (1989).
Kustverdediging na 1990 en bijbehorende technische achtergrondrapporten. Tweede Kamer, vergaderjaar 1989-1990, 21 136, nr. 5-6. SDU, 's-Gravenhage.



Cadmiumgehalte

Cadmium komt van nature in het mariene milieu voor. De natuurlijke waarde wordt ook wel de achtergrondwaarde genoemd. Deze bedraagt in sedimentdeeltjes kleiner dan $63\ \mu\text{m}$, 0,2 tot 0,4 mg/kg. De Noordzee wordt extra belast met cadmium dat via het slibtransport wordt meegevoerd en dat door uitstroming van het rivierwater of door de storting van baggerspecie in zee komt. Via de Rijn, de belangrijkste cadmiumbron voor het Nederlandse deel van de Noordzee, worden enige tientallen tonnen cadmium per jaar naar zee afgevoerd. In een strook van 20 tot 30 kilometer breed langs de Hollandse kust en langs de kust van de Waddeneilanden komen daardoor cadmiumgehalten tot 1,5 mg/kg voor; dat is circa vijfmaal hoger dan de natuurlijke achtergrondwaarde.

Aan het cadmiumgehalte langs de Waddeneilanden dragen de uitwatering van Rijnwater via de sluizen in de Afsluitdijk bij. Het hoge gehalte langs de kust van Zeeuws-Vlaanderen hangt waarschijnlijk samen met de uitstroming van de Westerschelde.

Verder uit de kust komt de aanwezigheid van cadmium in de bodem ongeveer overeen met de natuurlijke achtergrondwaarde. Het slib wordt daar voornamelijk vanuit Het Kanaal aangevoerd en is relatief weinig verontreinigd door bronnen langs de kust. Ten noordwesten van Texel wordt op een meetpunt weer een hoger gehalte aangetroffen. Mogelijk duidt dit op aanvoer van verontreinigingen vanuit de Engelse kustwateren.

Vanwege de toxiciteit, persistentie en het potentieel tot bioaccumulatie is cadmium op de zwarte lijst van de EG geplaatst. Voor zwarte lijst stoffen is door de Derde Noordzeeministersconferentie een maximale brongerichte aanpak voorgesteld. Volgens het Noordzeeactieplan (NAP) moet worden gestreefd naar een reductie van het transport van cadmium naar het mariene milieu van tenminste 90% in de periode 1985-1995.

Het gehalte van een zwaar metaal in de bodem, zoals bijvoorbeeld cadmium, wordt in het algemeen vastgesteld door te meten in de bodemfractie kleiner dan $63\ \mu\text{m}$ (slib). Zware metalen hechten zich met name aan deze slibdeeltjes die zich vrij door het water bewegen. Door het volgen van slibtransporten kan men zo ook de zware metalen traceren. De slibdeeltjes worden ook door organismen opgenomen waardoor het zware metaal zich in deze organismen kan ophopen. Een andere reden voor het bepalen van zware metalen in deze fijne fractie is gelegen in het feit dat in een te groot bodemonmonster de meetbare hoeveelheid metaal onder de detectiegrens kan komen te liggen.

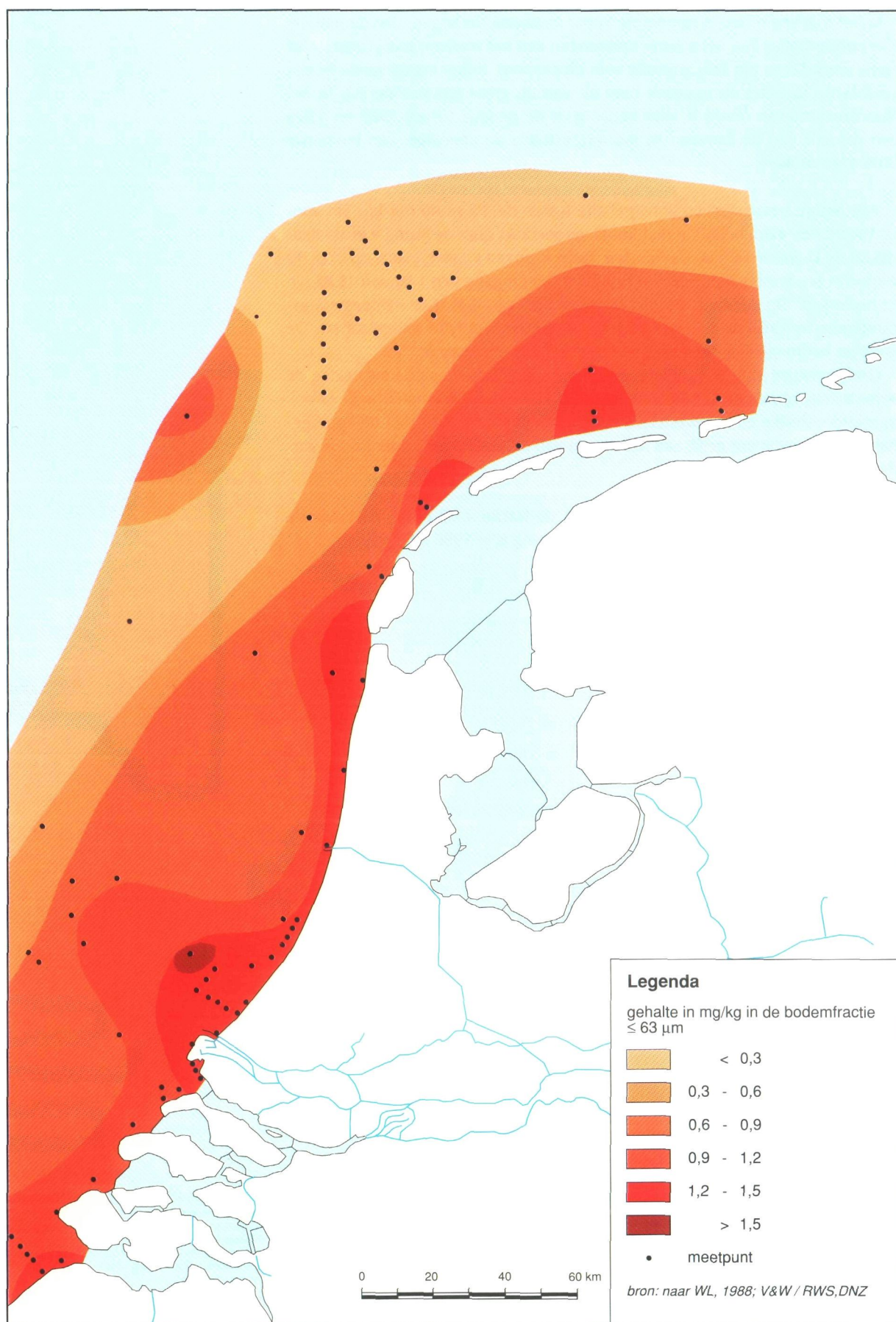
De meetresultaten hebben betrekking op de fractie $< 63\ \mu\text{m}$ in de bovenste 10 centimeter van de zeebodem. De bemonstering is in 1986 uitgevoerd.

Bron:

Van Eck, Turkstra, van 't Sant. (1985) Voorstel referentiewaarden fysisch-chemische waterkwaliteitsparameters Nederlandse zoute wateren. RWS en Min. van VROM.

Min. van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat, Directie Noordzee (V&W/RWS/DNZ): ongepubliceerde gegevens.

Waterloorkundig Laboratorium (WL) (1988). Microverontreinigingen in sedimenten van de Noordzee, verslag bemonstering 1986.



Kopergehalte

In het mariene milieu is van nature koper aanwezig. In hogere dan de natuurlijke concentraties kan het schade toebrengen aan het mariene ecosysteem. Met name weekdieren zijn zeer gevoelig voor dit element. Koper maakt vanwege zijn persistente karakter en toxiciteit deel uit van de grijze lijst van de EG. In het Noordzeeactieplan (NAP) is voor koper voor de periode tussen 1985 en 1995 een reductie van de aanvoer via rivieren, estuaria en atmosfeer van tenminste 50% afgesproken.

Van nature bevat slib een kopergehalte tussen de 15 en 40 mg/kg. Tot voor kort werd een extra belasting met koper veroorzaakt door de lozing van afvalzuuren uit de Duitse titaandioxideindustrie. Deze lozingen vonden plaats op circa 50 kilometer ten westen van Hoek van Holland. Met ingang van 1 januari 1990 zijn ze beëindigd. Op de plaats van het lozingsgebied zijn tijdens de bemonsteringscampagne in 1986 de hoogste kopergehalten van het NCP aangetroffen. De gehalten bedroegen viermaal de natuurlijke achtergrondwaarde.

Onder invloed van de overheersende water- en slibbeweging verspreidde de verontreiniging zich vanuit dit lozingsgebied over een 50 kilometer brede strook in noordoostelijke en zuidwestelijke richting. Buiten dit gebied zijn de kopergehalten in het sediment gelijk aan het niveau van de natuurlijke achtergrondwaarde.

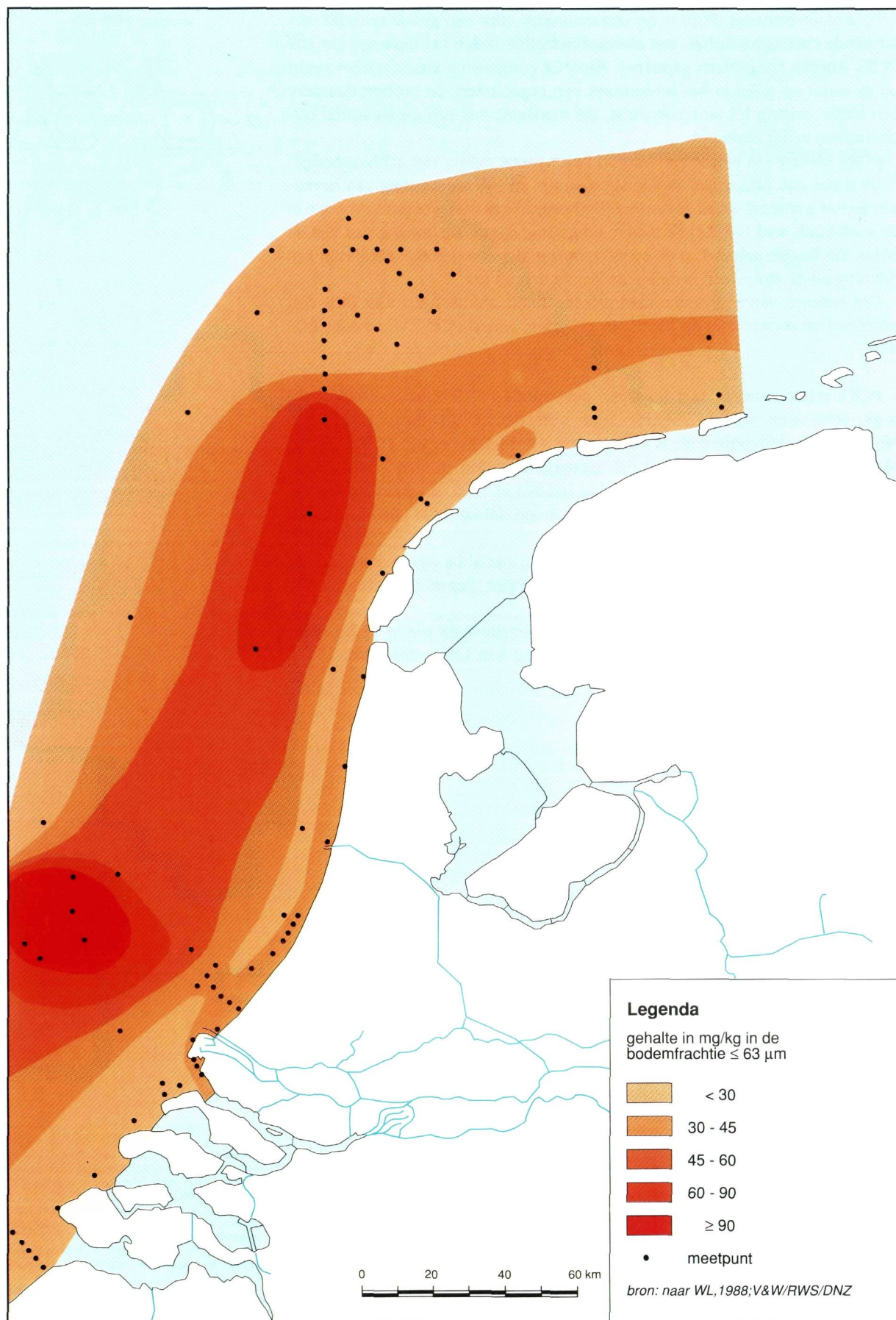
De meetresultaten hebben betrekking op de fractie $< 63 \mu\text{m}$ in de bovenste 10 centimeter van de zeebodem. De bemonstering is in 1986 uitgevoerd.

Bron:

Van Eck, Turkstra, van 't Sant. (1985). Voorstel referentiewaarden fysisch-chemische waterkwaliteitsparameters Nederlandse zoute wateren. RWS en Min. van VROM.

Min. van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat, Directie Noordzee (V&W/RWS/DNZ): ongepubliceerde gegevens.

Waterloopkundig Laboratorium (WL) (1988). Microverontreinigingen in sedimenten van de Noordzee, verslag bemonstering 1986.



PCB 138-gehalte

Polychloor-biphenyl (PCB) is de verzamelnaam voor een groep van 209 verschillende chemische stoffen met allemaal hetzelfde skelet; het biphenyl. De 209 PCB's worden congenen genoemd. Alle PCB congenen lossen relatief slecht op in water en goed in het lichaamsvet van organismen. Ze hebben daardoor een sterke neiging tot bioaccumulatie, die toeneemt met een groter aantal chlooratomen in het molecuul.

PCB's komen van nature niet voor in het mariene milieu. Het achtergrondgehalte is dus nul. Belangrijke toevoerstromen zijn de rivieren, storting van havenslib en het transport via de atmosfeer. De hoogste gehalten worden gevonden in de kuststrook, met name in de directe omgeving van de uitstroming van Rijn en Maas. De hogere gehalten in de open Noordzee zijn voornamelijk afkomstig van neerslag uit de atmosfeer, in de fractie kleiner dan 63 µm.

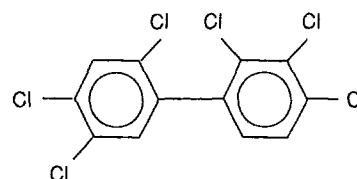
Om redenen van analytische aard worden standaardmetingen naar PCB-verontreiniging verricht aan de hand van een klein aantal PCB's, waaronder PCB 138.

PCB's staan vanwege hun toxiciteit, persistentie en sterk bioaccumulerende eigenschappen op de zwarte lijst van de EG. Tijdens de Derde Noordzeeministersconferentie is afgesproken dat de aanvoer van PCB's naar de Noordzee zal worden gestopt en dat maatregelen zullen worden genomen om deze stoffen uitgebannen en vernietigd te hebben in 1995. Voor landen die niet bij machte zijn die taakstelling voor de genoemde datum uit te voeren geldt als uiterste tijdslimiet 1999.

De effecten van PCB's op levende organismen zijn al bij lage gehalten merkbaar, bijvoorbeeld op de voortplanting van zeehonden, vogels en zeesterren⁽⁸⁸⁾.

De meetresultaten hebben betrekking op de fractie < 63 µm in de bovenste 10 centimeter van de zeebodem. De bemonstering is in 1986 uitgevoerd.

structuur PCB 138



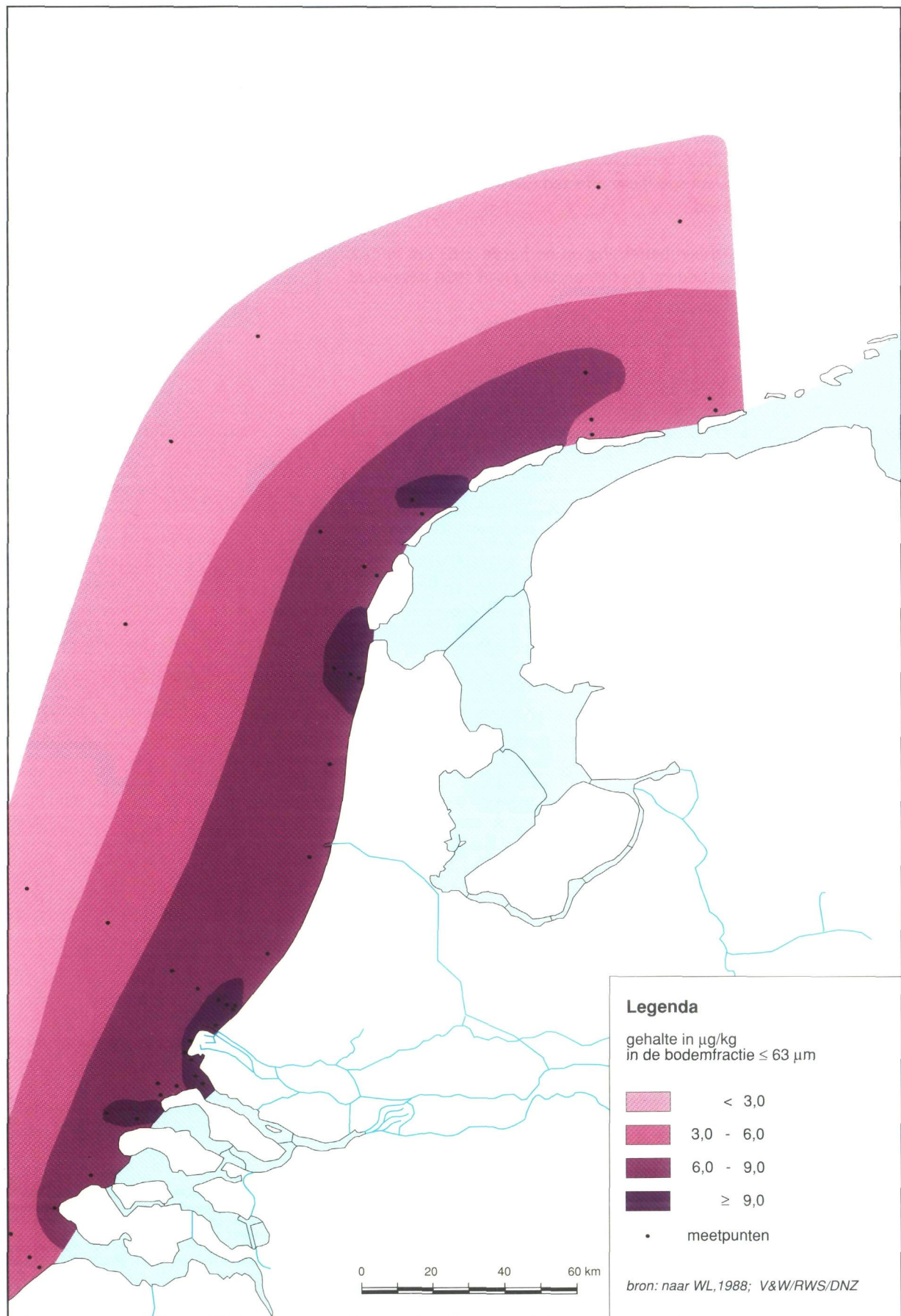
Bron:

Van Eck, Turkstra, van 't Sant. (1985). Voorstel referentiewaarden fysisch-chemische waterkwaliteitsparameters Nederlandse zoute wateren. RWS en Min. van VROM.

Reijnders, P.J.H. (1987). Reproductive failure in common seals feeding on fish from polluted coastal waters. *Nature* 324, 456-457.

Min. van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat, Directie Noordzee (V&W/RWS/DNZ): ongepubliceerde gegevens.

Waterlooplekundig Laboratorium (WL) (1988). Microverontreinigingen in sedimenten van de Noordzee, verslag bemonstering 1986



HCB-gehalte

Hexachloorbenzeen (HCB) is een stof die voorkomt op de zwarte lijst van de EG. De natuurlijke achtergrondwaarde van HCB is nul; de stof is geheel afkomstig uit de organische chemie. Dit verklaart de relatief hoge waarden die in de kuststrook worden aangetroffen, met name waar Rijn- en Maaswater via Nieuwe Waterweg en IJsselmeer in zee uitstromen.

In het Noordzeeactieplan (NAP) is vastgelegd dat tussen 1985 en 1995 een reductie van tenminste 50% bereikt moet zijn van de aanvoer via rivieren, estuaria en de atmosfeer. Over specifieke effecten van HCB op het mariene ecosysteem is nog weinig bekend.

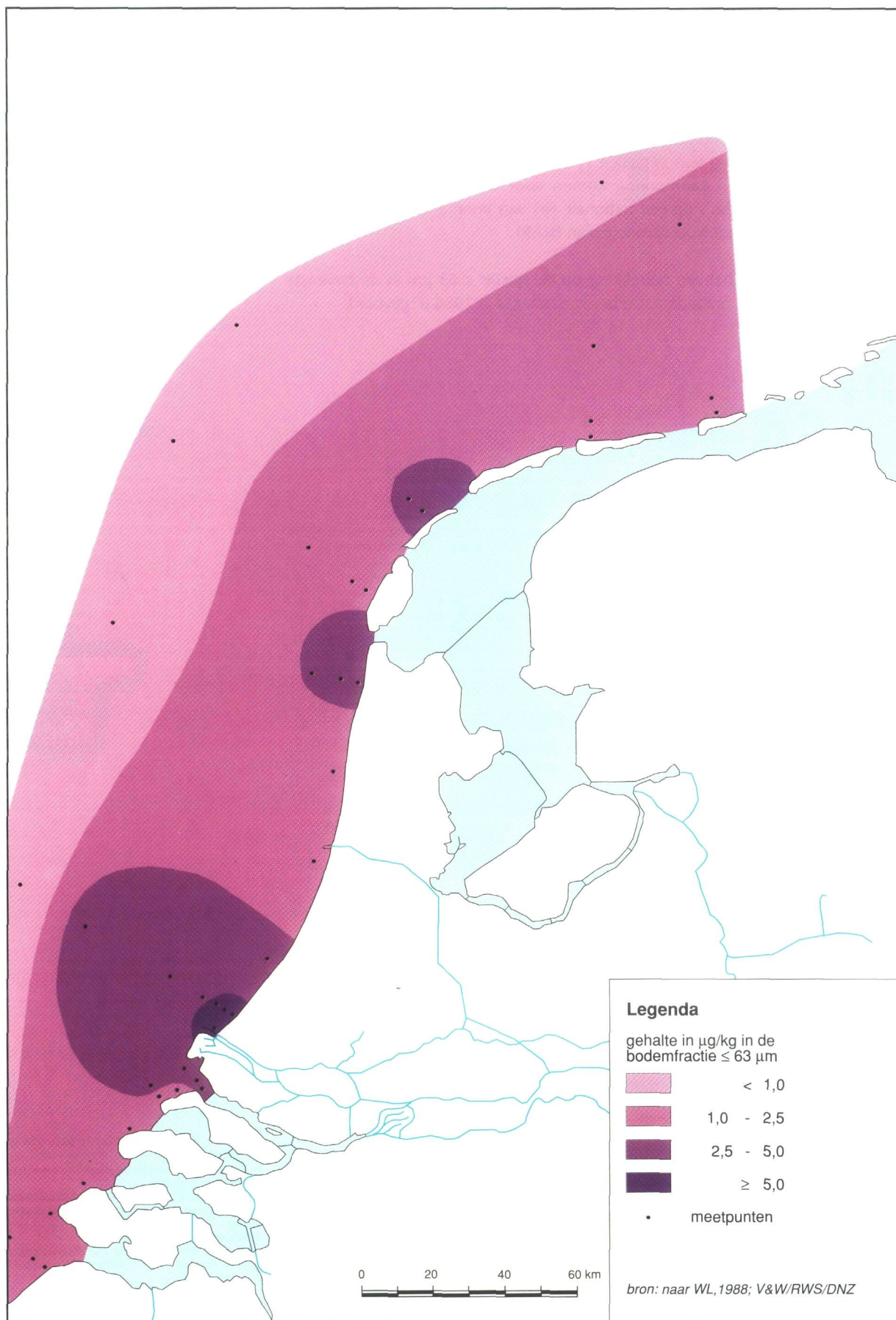
De meetresultaten hebben betrekking op de fractie $< 63 \mu\text{m}$ in de bovenste 10 centimeter van de zeebodem. De bemonstering is in 1986 uitgevoerd.

Bron:

Van Eck, Turkstra, van 't Sant. (1985). Voorstel referentiewaarden fysisch-chemische waterkwaliteitsparameters Nederlandse zoute wateren. RWS en Min. van VROM.

Min. van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat, Directie Noordzee (V&W/RWS/DNZ): ongepubliceerde gegevens.

Waterloorkundig Laboratorium (WL) (1988). Microverontreinigingen in sedimenten van de Noordzee, verslag bemonstering 1986.



PAK's-gehalte

Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen (PAK's) komen van nature in zeer lage gehalten voor in het mariene slib. De verhoogde gehalten in de kuststrook zijn een gevolg van de aanvoer via rivieren en de storting van baggerspecie. De hoge gehalten ten noorden van de Waddeneilanden zijn vermoedelijk veroorzaakt door aanvoer door de atmosfeer.

Er is een relatie aangetoond tussen het voorkomen van levertumoren bij bot ⁽⁹⁰⁾ en de aanwezigheid van bepaalde PAK's. Momenteel staan PAK's op een lijst van stoffen die in aanmerking komen voor de zwarte lijst van de EG. Nederland heeft de PAK's op een nationale lijst van prioritaire stoffen geplaatst en ze opgenomen in het Noordzeeactieplan (NAP).

De meetresultaten hebben betrekking op de fractie < 63 µm in de bovenste 10 centimeter van de zeebodem. De bemonstering is in 1986 uitgevoerd.

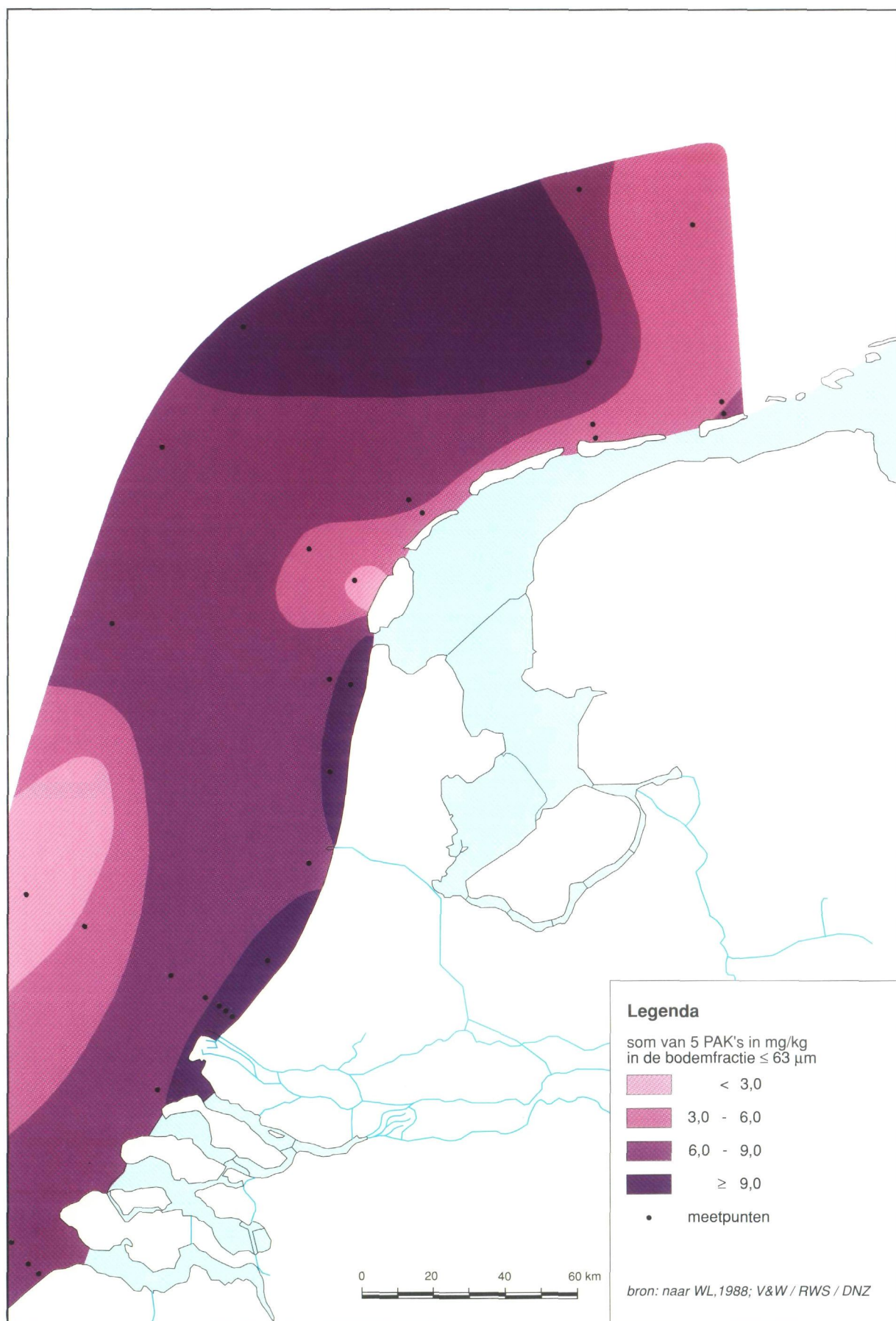
Bron:

Van Eck, Turkstra, van 't Sant. (1985). Voorstel referentiewaarden fysisch-chemische waterkwaliteitsparameters Nederlandse zoute wateren. RWS en Min. van VROM.

Marquenie, J., Vethaak, A.D. (1988). Effecten van verontreinigingen op zoutwater ecosystemen. Verslag studiedag Vereniging voor Milieuwetenschappen, Ede, 1988.

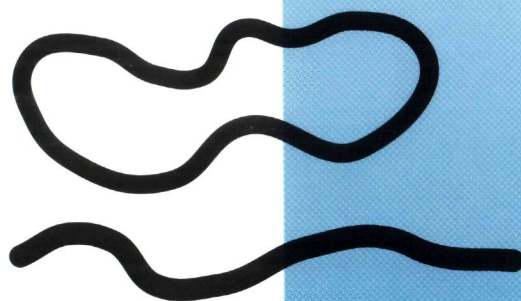
Min. van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat, Directie Noordzee (V&W/RWS/DNZ): ongepubliceerde gegevens.

Waterloopkundig Laboratorium (WL) (1988). Microverontreinigingen in sedimenten van de Noordzee, verslag bemonstering 1986.



Lucht

Fysische kenmerken (kaart 37 t/m 39)



Neerslag over oktober tot en met maart

De kaart geeft een beeld van de neerslag in het „natte” seizoen; dat is de periode van oktober tot en met maart. De maanden november, december en januari zijn het natst.

Neerslag wordt geregistreerd aan de hand van het „gemiddelde aantal neerslagwaarnemingen” uitgedrukt in procenten. Dat geeft dus het percentage van het totale aantal waarnemingen waarin voor het betreffende gebied neerslag, in de vorm van regen, sneeuw, hagel etc., is gerapporteerd. In het noordelijk deel van de Noordzee is dit aantal waarnemingen het grootst.

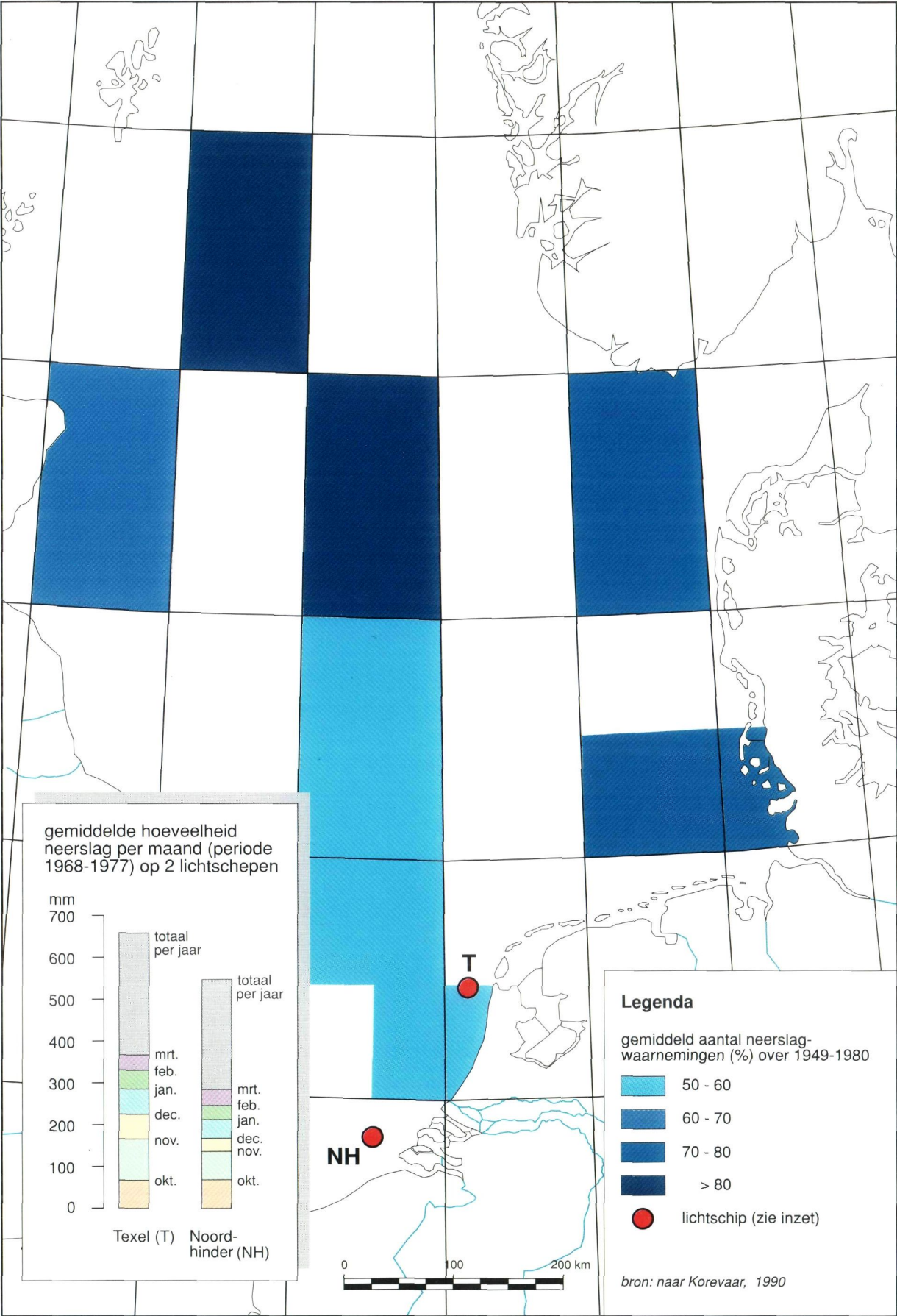
In januari en februari wordt een groot deel van de neerslag gevormd door sneeuw. De neerslagwaarnemingen zijn, voor wat betreft de waarnemingen aan boord van lichtschepen, gemiddeld over de periode 1949-1980. De waarnemingen afkomstig van vrijwillig observerende schepen zijn gemiddeld over de periode 1961-1980.

Op de kaart is tevens aangegeven hoe groot de gemeten hoeveelheid neerslag per maand is. Deze metingen zijn niet mogelijk op bewegende schepen. Voornoemde metingen zijn afkomstig van het lichtschip Texel en van het lichtschip Noordhinder en zijn gemiddeld over de periode 1968-1977.

Bron:

Korevaar, C.G. (1990). *North Sea Climate: based on observations from ships and lightvessels.*

Neerslag over oktober tot en met maart



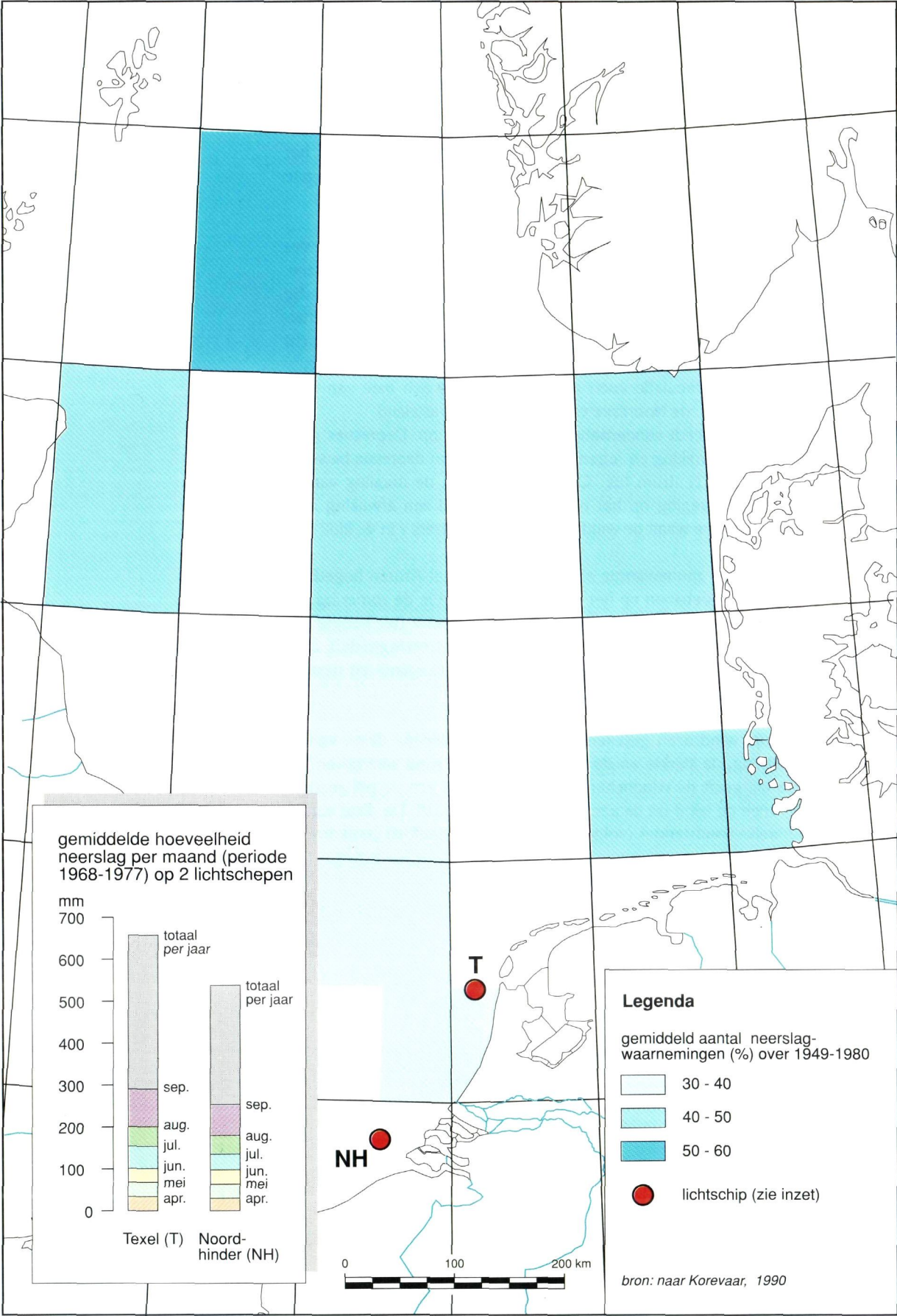
Neerslag over april tot en met september

De kaart geeft voor enkele gebieden het gemiddelde aantal neerslagwaarnemingen (in procenten) weer in het „droge” seizoen; dat is de periode van april tot en met september. De droogste maanden zijn mei, juni en juli. De meeste neerslag valt in de vorm van motregen. De neerslagwaarnemingen zijn, voor wat betreft de waarnemingen aan boord van lichtschepen, gemiddeld over de periode 1949-1980. De waarnemingen afkomstig van vrijwillig observerende schepen zijn gemiddeld over de periode 1961-1980.

Op de kaart is tevens de gemiddelde hoeveelheid neerslag per maand aangegeven, gemeten over de periode 1968-1977. Deze metingen zijn verricht op het lichtschip Texel en het lichtschip Noordhinder. De hoeveelheid neerslag is het grootst in het najaar en bereikt een maximum in september. In het voorjaar is de neerslag het geringst.

De lichtschepen en de vrijwillig observerende schepen behoren tot een wereldwijd netwerk van de World Meteorological Organization (WMO). Andere klimatologische gegevens die door deze schepen verzameld betreffen: luchttemperatuur, luchtvochtigheid, oppervlaktetemperatuur van het zeewater, luchtdruk, wolbedekking, neerslag, zicht, wind en golfhoogte.

Neerslag over april tot en met september



Windsnelheid en windrichting in november

Het windklimaat van de Noordzee wordt sterk bepaald door de gemiddelde luchtdrukverschillen boven de noordelijk Atlantische Oceaan en het Europese vasteland. Bij de Azoren ligt permanent een uitgestrekt hogedrukgebied; tussen IJsland en Groenland een lagedrukgebied. Tussen deze systemen wordt een stroming in stand gehouden die boven de zuidelijke Noordzee overwegend zuidwestelijk is en afbuigt tot zuidelijk boven de noordelijke Noordzee. Deze stroming is het sterkst in de winter. Onder invloed van de ijzige poollucht is het luchtdrukverschil dan het grootst. In de wintermaanden worden de hoogste windsnelheden geregistreerd.

Binnen de grootschalige luchtcirculatie komen op kleinere schaal depressies voor. Ze zijn kenmerkend voor het wisselvallige weerbeeld boven de Noordzee. Depressies ontstaan langs het scheidingsvlak van koude polaire lucht, afkomstig van hoge breedtes en warme subtropische lucht uit het zuiden. Langs het scheidingsvlak wordt de warme lucht gedwongen op te stijgen over de koelere lucht in de onderste luchtlaag.

De grootschalige luchtcirculatie voert de depressies met zich mee van west naar oost: over de oceaan, de Noordzee en uiteindelijk het vasteland.

In de stijgende lucht treedt condensatie van waterdamp op. Depressies gaan daardoor samen met bewolking en regen. De lucht rond een depressie beweegt zich naar het lage druk centrum toe. Onder invloed van de draaiing van de aarde krijgt de luchtbeweging op het noordelijk halfrond een afwijking naar rechts. Rond een depressie waait de wind altijd tegen de wijzers van de klok in.

Onder invloed van de zonnewarmte en de ligging van het Azoren hogedrukgebied liggen de depressiebanen op het noordelijk halfrond in de zomer op een hogere breedte (ter hoogte van Noorwegen) dan in de winter (ter hoogte van Frankrijk). In het voorjaar en najaar schuiven de depressiegordels over Nederland. Dit verklaart onder meer het verschijnsel van voorjaars- en najaarsstormen.

Op de kaart zijn windrozen getekend die voor verschillende delen van de Noordzee de richting, de sterkte en de frequentie van de wind weergeven. De richting van de pijl geeft de windrichting weer. De lengte van de pijl geeft de frequentie waarmee de wind uit de aangegeven richting waait. De dikte van de pijl geeft weer welke windsterktes (volgens de schaal van Beaufort) voorkomen.

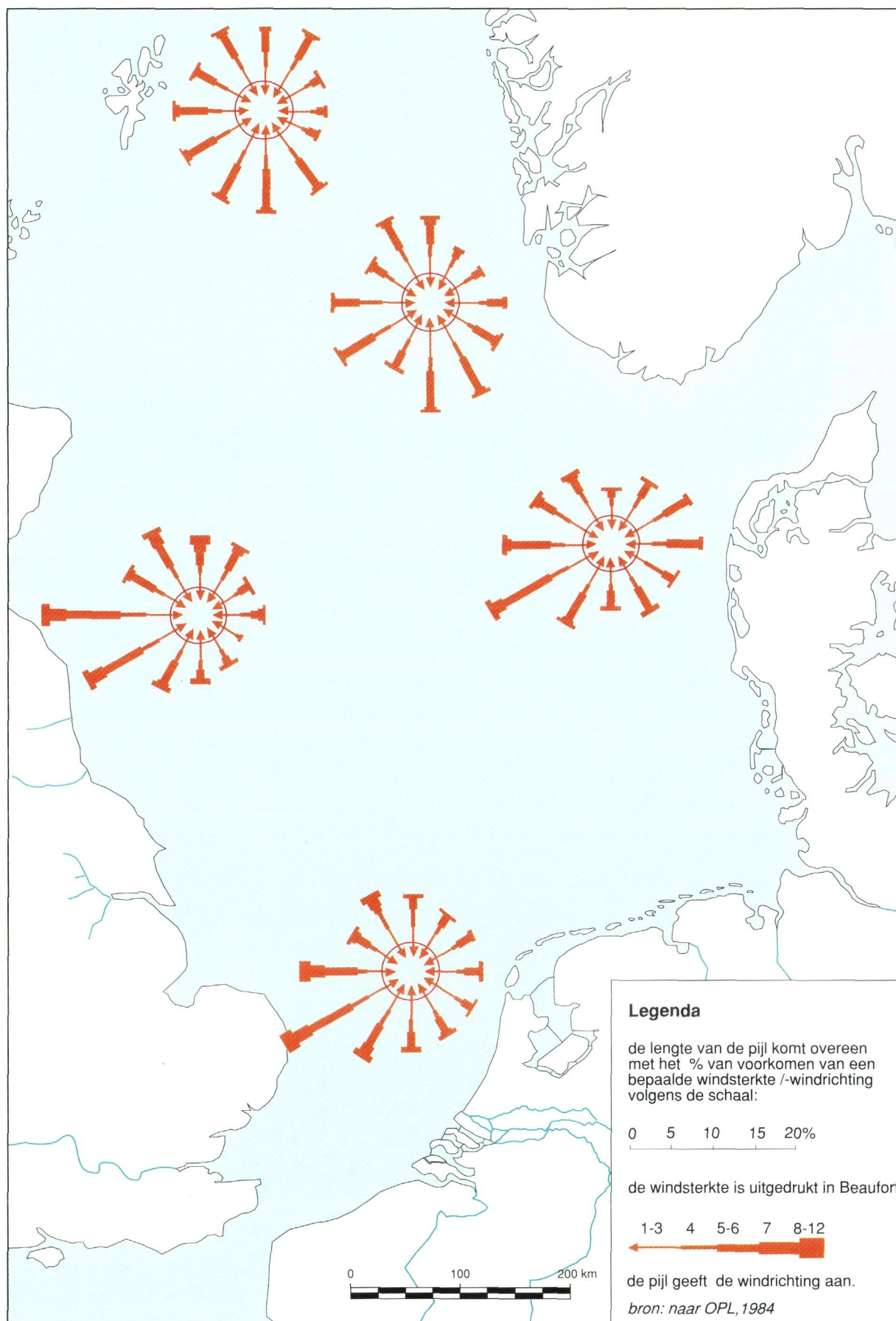
Bron:

Borresen, J.A. (1987). *Wind atlas for the North Sea and the Norwegian Sea*. Norwegian University Press/ The Norwegian Meteorological Institute, Oslo.

Oilfield Publications Limited (OPL) (1984?). *The North Sea Environmental Guide*.

Wieringa, J., Rijkooft, P.J. (1983). *Windklimaat van Nederland*. SDU, 's-Gravenhage.

Windsnelheid en windrichting in november



Flora en fauna

Bodemdieren (kaart 40 t/m 45)

Vissen (kaart 46 t/m 48)

Vogels (kaart 49 t/m 51)

Zoogdieren (kaart 52)

Natuurwaarden (kaart 53)



Grote bodemdieren: aantal soorten op het NCP

De bodemdieren worden verdeeld in de klassen groot en klein. Grote bodemdieren (macrobenthos) zijn dieren, levend in en op de zeebodem, die op een zeef met een maaswijdte van 1 millimeter achterblijven. Kleine bodemdieren (meiobenthos) zijn kleiner dan 1 millimeter.

De verspreiding van het macrobenthos op de Noordzee wordt bepaald door temperatuur, diepte, voedselaanbod en samenstelling van het sediment. Op het relatief ondiepe NCP speelt de temperatuur een ondergeschikte rol. De grote bodemdieren kunnen verder worden ingedeeld naar de wijze waarop ze hun voedsel opnemen. De suspensie-eters filteren voedseldeeltjes uit het water; de sediment-eters nemen het op vanaf of uit het sediment.

De belangrijkste diergroepen van het macrobenthos zijn de borstelwormen (*Polychaeta*), weekdieren (*Mollusca*), stekelhuidigen (*Echinodermata*) en de kreeftachtigen (*Crustacea*). Het aantal macrozoöbenthos-soorten op het NCP varieert tussen 25 en 68 per meetstation. In de zuidelijke Noordzee zijn het aantal soorten en de totale biomassa het laagst. De meest soortenrijke gebieden zijn de Oestergronden en de noordzijde van de Doggersbank (46-63 soorten per station). Binnen de kuststrook varieert de soortenrijkdom tussen 5 of minder en 38 soorten per station. In het Doggersbank-gebied zijn de aantallen van de zee-klit (*Echinocardium cordatum*) gedurende de afgelopen 6 jaar toegenomen.

De gegevens van het kaartbeeld zijn afkomstig uit het ICES Benthic Mapping programma van 1986, voor de Noordzee-atlas bewerkt door S.A. de Jong (DNZ). Op ieder meetstation zijn 5 bodemhappen genomen. Van deze monsters is de macrofauna geïdentificeerd.

Bron:

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.

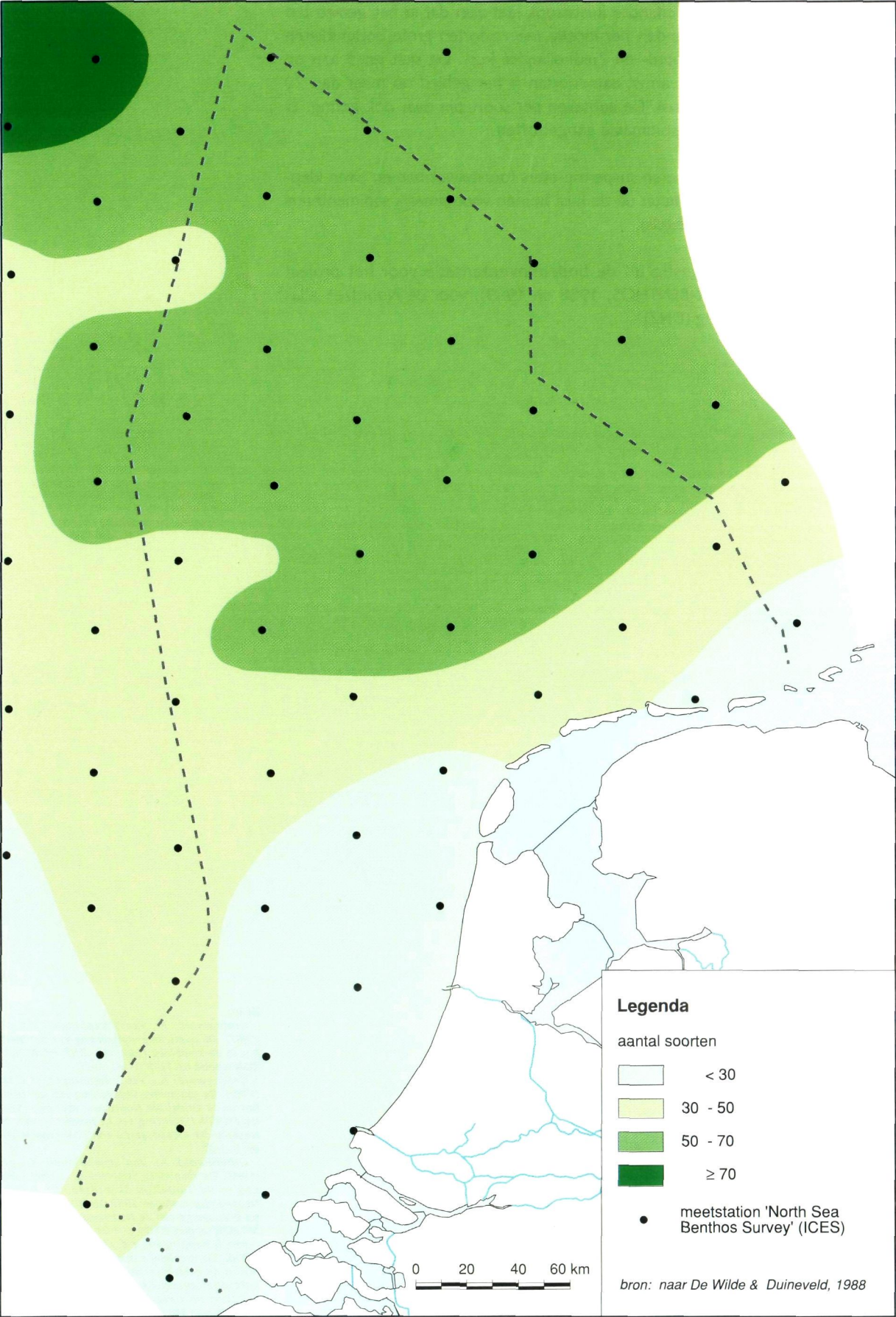
Duineveld, G.C.A., de Wilde, P.A.J.W., Kok, A. (1990). A synopsis of the macrobenthic assemblages and benthic ETS-activity in the Dutch sector of the North Sea. Neth. J. Sea Res. 26: 125-138.

Heyman, R. (1990). Benthic front systems of the Dogger Bank. In: Beukema J.J. (ed.). Annual Report NIOZ 1989, p. 50.

ICES (1986). Macrozoobenthic Mapping Programme 1986. Zesde rapport van de ICES Benthos Ecology Working Group.

de 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.

Grote bodemdieren: aantal soorten op het NCP



Grote bodemdieren: aantal soorten in de kuststrook

De detailkaart van de Nederlandse kuststrook laat zien dat in het gebied ten noorden van de Waddeneilanden per locatie meer soorten grote bodemdieren voorkomen dan langs de Noord- en Zuidhollandse kust. Dit sluit goed aan op het beeld van kaart 40. Het armst aan soorten is het gebied op meer dan 20 kilometer uit de Hollandse kust. De aantallen per soort zijn daar ook gering. Er wordt diengevolge weinig biomassa aangetroffen.

Dicht onder de kust domineren suspensie-eters (borstelwormen en twee-kleppigen); op meer dan 20 kilometer uit de kust komen voornamelijk sedimenteters voor (borstelwormen en zeeëgels).

De gegevens zijn afkomstig uit de bodeminventarisatie voor het project milieu-zonering (MILZON-BENTHOS, 1988 en 1989), voor de Noordzee-atlas bewerkt door S.A. de Jong (DNZ).

Bron:

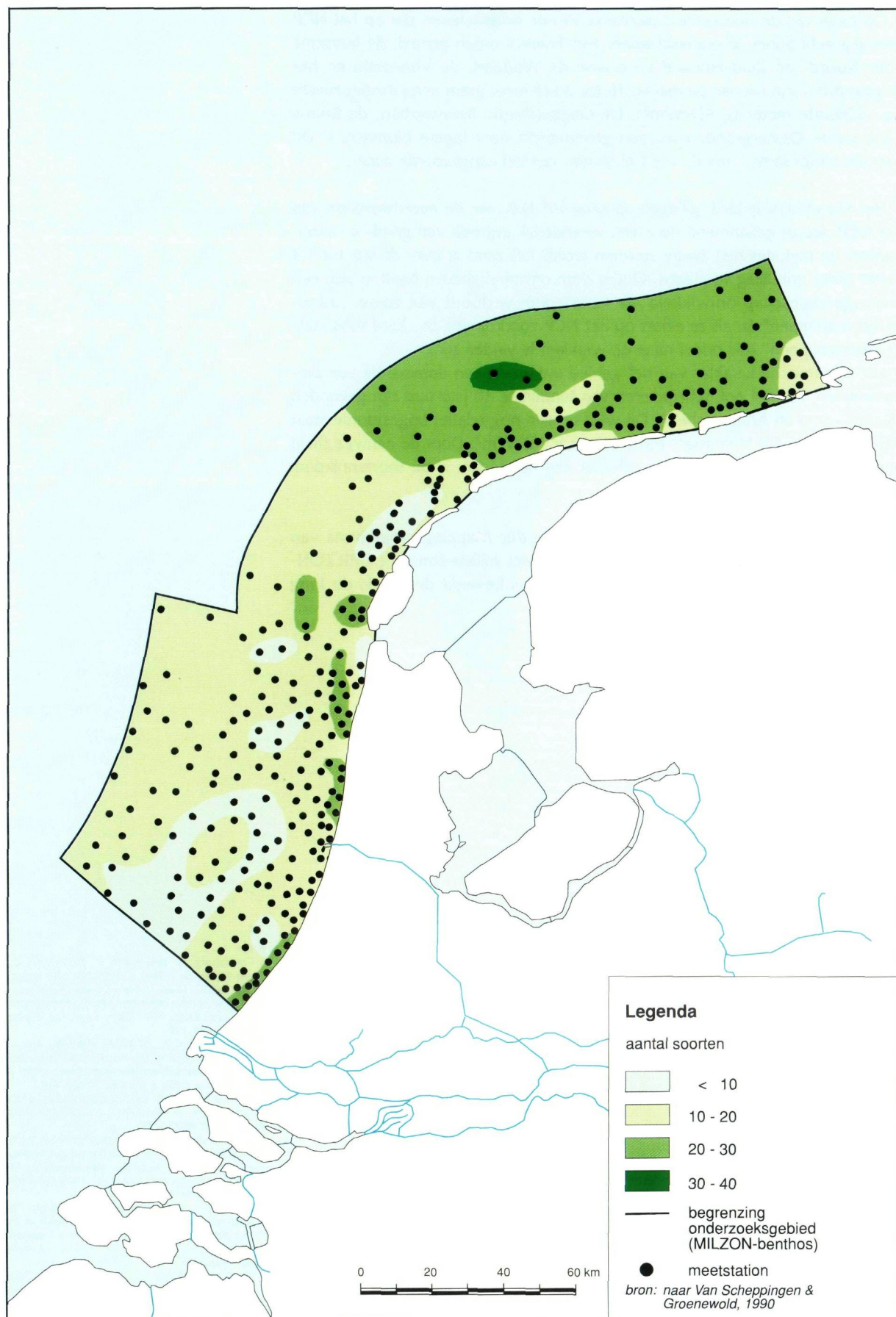
Groenewold, A., van Scheppingen, Y.C.M. (1987). De ruimtelijke verspreiding van het benthos in de zuidelijke Noordzee. DNZ/DGW MILZON rapport 87-12, p. 1-14.

Groenewold, A., van Scheppingen, Y.C.M. (1989). De ruimtelijke verspreiding van het benthos in de zuidelijke Noordzee, voorjaar 1988. DNZ/DGW/Stichting ter bevordering van de Nederlandse Oceanografie MILZON rapport 89-01, p. 1-27.

Groenewold, A., van Scheppingen, Y.C.M. (1990). De ruimtelijke verspreiding van het benthos in de zuidelijke Noordzee, de Noord-Nederlandse kustzone 1989. DNZ/DGW/Stichting ter bevordering van de Nederlandse Oceanografie MILZON rapport 90-01, p. 1-24.

van Scheppingen, Y.C.M., Groenewold, A. (1990). De ruimtelijke verspreiding van het benthos in de zuidelijke Noordzee, de Nederlandse kustzone: overzicht 1988-1989. DNZ/DGW/Stichting ter bevordering van de Nederlandse Oceanografie MILZON rapport 90-03, p. 1-27.

Grote bodemdieren: aantal soorten in de kuststrook



Grote bodemdieren: biomassa op het NCP

Op basis van de hoeveelheid biomassa van de bodemdieren zijn op het NCP grofweg acht zones te onderscheiden. Het Friese Fronten-gebied, de kustzone voor Noord- en Zuid-Holland en boven de Wadden, de Voordelta en het Doggersfront zijn rijk aan biomassa: 10 tot 20 of meer gram asvrij drooggewicht per vierkante meter (g ADW/m²). De Doggersbank, Breeveertien, de Bruine Bank en de Oestergronden worden gekenmerkt door lagere biomassa's. Dit patroon hangt samen met de voedselrijkdom van het aangevoerde water.

Het Klaverbank-gebied, gelegen op circa 54° N.B. aan de noordwestkant van het NCP, wordt gekenmerkt door een veranderlijk patroon van grind- en zandbanken. In periodes met zware stormen wordt het zand er over de 0,5 tot 1,3 meter dikke grindlaag verplaatst. Onder deze omstandigheden heeft er zich een levensgemeenschap ontwikkeld die kenmerken vertoont van zowel „zandgemeenschappen” (zoals ze elders op het NCP voorkomen) als „hard substraatgemeenschappen” (die onder meer op wrakken te vinden zijn).

Het dynamische karakter van het gebied impliceert een dominantie van pioniersoorten, hoewel ook schelpdieren van tenminste 10 jaar oud zijn gevonden (Noordkromp en Artemisschelp). Dit wijst op een nog relatief ongestoorde staat van dit gebied. De biomassa's zijn 6 tot 23 g ADW/m². Door de aanwezigheid van specifieke epifauna soorten, gehecht aan de stenen, is de soortenrijkdom toch hoog, 30-60 soorten per station.

De gegevens zijn afkomstig uit het ICES Benthic Mapping programma van 1986 en de bodeminventarisatie voor het project milieu-zonering (MILZON-Klaverbank, 1988-1990), voor de Noordzee-atlas bewerkt door S.A. de Jong (DNZ).

Bron:

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.

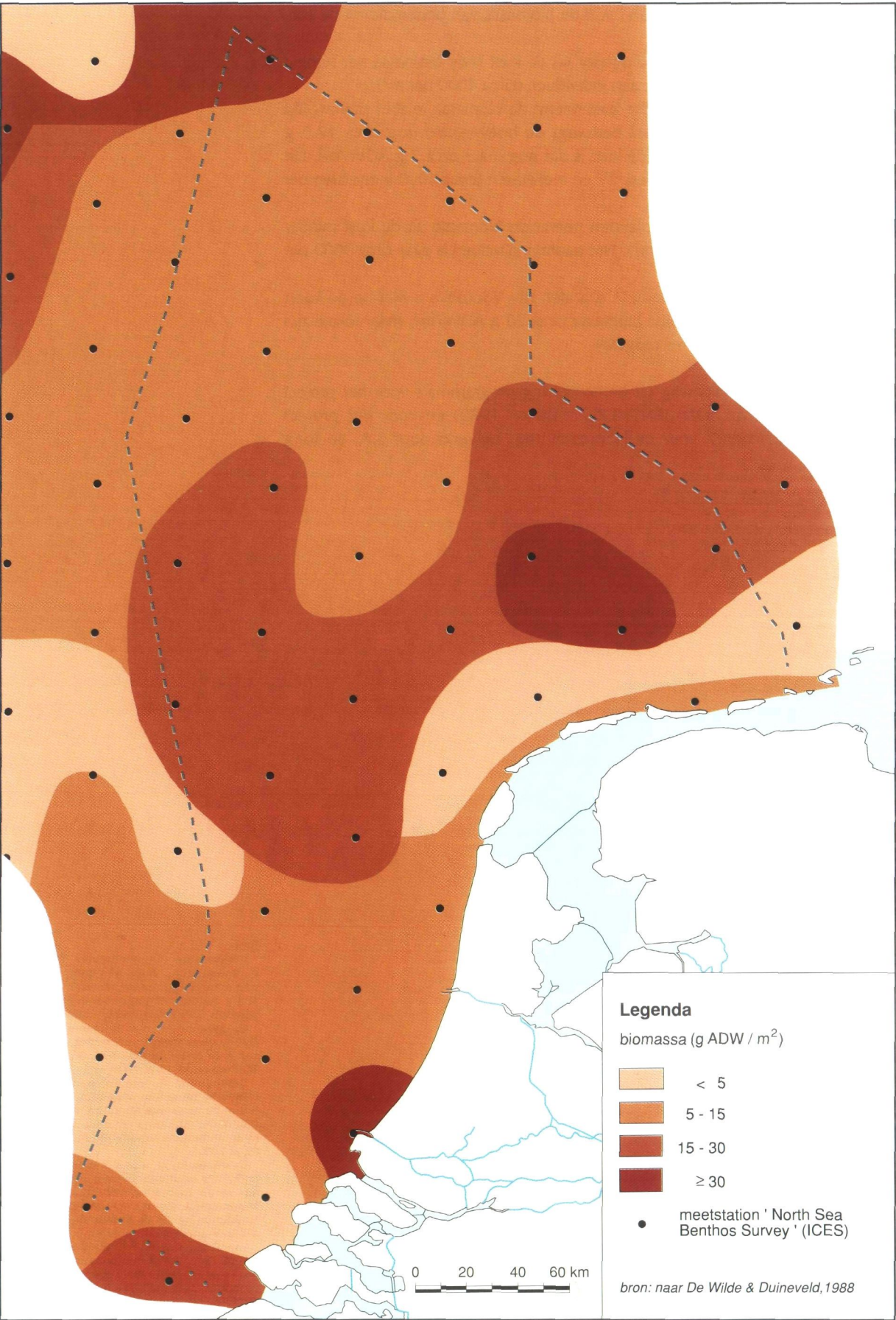
Duineveld, G.C.A., de Wilde, P.A.W.J., Kok, A. (1990). A synopsis of the macrobenthic assemblages and benthic ETS-activity in the Dutch sector of the North Sea. Neth. J. Sea Res. 26:125-138.

Heyman, R. (1990). Benthic front systems of the Dogger Bank. In: Beukema, J.J. (ed.). Annual Report NIOZ 1989, p. 50.

van Moorsel, G.W.N.M., Waardenburg, H.W. (1990). Impact of gravel extraction on geomorphology and the macrobenthic community of the Klaverbank (North Sea) in 1988. Bureau Waardenburg, p. 1-53.

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.

de 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.



Grote bodemdieren: biomassa in de kuststrook

In de kuststrook kan aan de hand van de biomassa van bodemdieren de volgende indeling worden gemaakt:

- in de zone tussen de 5 en 12 kilometer uit de kust is de biomassa het hoogst met circa 50 g ADW/m² en rijk aan individuen (circa 4000 per m²);
- voor de Noord- en Zuidhollandse kust neemt de biomassa relatief snel af. Op 12 tot 25 kilometer uit de kust bedraagt de hoeveelheid nog circa 12,5 g ADW/m²; op 65 kilometer uit de kust is dat nog maar circa 7 g ADW/m². Dit gebied is tevens arm aan soorten ⁽⁴¹⁾ en individuen (circa 1000 individuen per m²);
- ten noorden van de Waddeneilanden neemt de biomassa uit de kust minder sterk af (tot circa 18 g ADW/m²). Het aantal individuen is daar circa 3000 per m²;
- voor de Zuidhollandse en Zeeuwse eilanden (de Voordelta is niet op de kaart aangegeven) is de gemiddelde biomassa circa 20 g ADW/m², maar lokaal zijn waarden van 60 g ADW/m² mogelijk.

De resultaten zijn afkomstig uit bemonsteringsprogramma's voor het project milieu-zonering (MILZON-BENTHOS, 1988 en 1989) en voor het project Voordelta (1987-1989), voor de Noordzee-atlas bewerkt door S.A. de Jong (DNZ).

Bron:

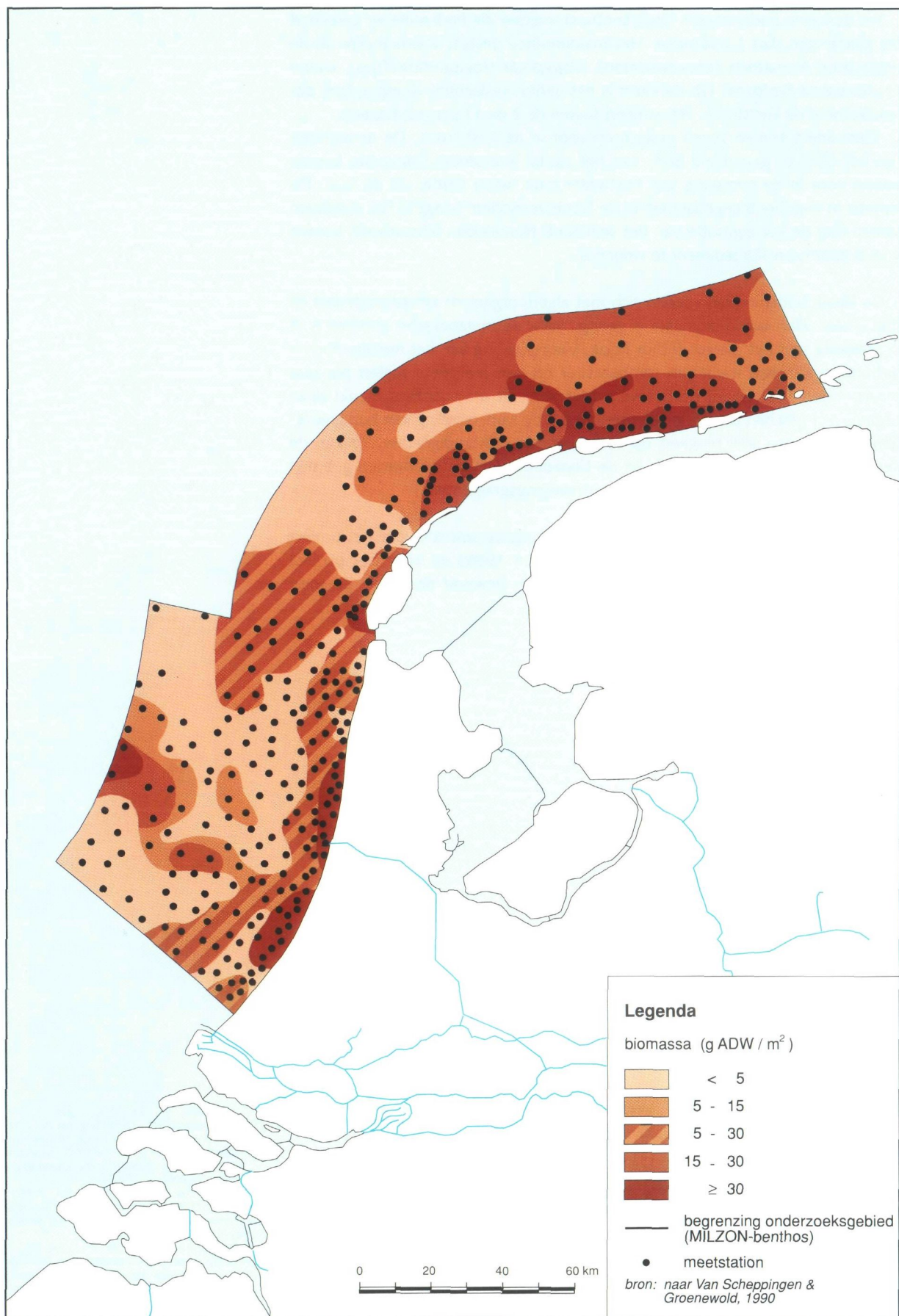
Craeymeersch, J.A., Hamerlynck, O., Hostens, K., Vanreusel, A., Vincx, M. (1990). De ekologise ontwikkeling van de Voordelta. Deelrapport 1. De huidige ekologise situatie van de Voordelta. DIHO/Rijksuniversiteit Gent, p. 1-92.

Groenewold, A., van Scheppingen, Y.C.M. (1987). De ruimtelijke verspreiding van het bentos in de zuidelijke Noordzee. DNZ/DGW MILZON rapport 87-12, p. 1-14.

Groenewold, A., van Scheppingen, Y.C.M. (1989). De ruimtelijke verspreiding van het bentos in de zuidelijke Noordzee, voorjaar 1988. DNZ/DGW/Stichting ter bevordering van de Nederlandse Oceanografie MILZON rapport 89-01, p. 1-27.

Groenewold, A., van Scheppingen, Y.C.M. (1990). De ruimtelijke verspreiding van het bentos in de zuidelijke Noordzee, de Noord-Nederlandse kustzone 1989. DNZ/DGW/Stichting ter bevordering van de Nederlandse Oceanografie MILZON rapport 90-01, p. 1-24.

van Scheppingen, Y.C.M., Groenewold, A. (1990). De ruimtelijke verspreiding van het bentos in de zuidelijke Noordzee, de Nederlandse kustzone: overzicht 1988-1989. DNZ/DGW/Stichting ter bevordering van de Nederlandse Oceanografie MILZON rapport 90-03, p. 1-27.



Kleine bodemdieren: aantal geslachten in de kuststrook

Tot de kleine bodemdieren (meiobenthos) worden die bodemdieren gerekend die kleiner zijn dan 1 millimeter. Het meiobenthos bestaat voornamelijk uit de geslachten *Nematoda* (draadwormen), *Copepoda* (roeipootkreeftjes), kleine *Crustacea* en *Protozoa*. Op de kaart is het aantal geslachten weergegeven dat voorkomt in de kuststrook. Het varieert tussen de 3 en 11 per meetstation.

Gemiddeld komen zeven geslachten voor in de kuststrook. De nematoden zijn het talrijkst: gemiddeld 80% van het aantal individuen. Copepoda komen vooral voor in de overgang van kustwater naar water verder uit de kust. De variatie in meiobenthosgeslachten in de Noordzeebodem hangt in het algemeen samen met de korrelgrootte van het sediment. Nematoden bijvoorbeeld komen vooral voor waar fijn sediment te vinden is.

De kleine bodemdieren voeden zich met algen, organisch afbraakmateriaal en met elkaar. Hun totale biomassa is gering, maar de metabolische activiteit is in vergelijking met het macrobenthos hoog. Voortplanting van het meiobenthos is gebonden aan een minimum temperatuur en kan meerdere malen per jaar plaatsvinden. De relatief korte levensduur van het meiobenthos maakt deze organismen geschikt als bio-indicatoren omdat de samenstelling van hun levensgemeenschappen snel reageert op veranderende omstandigheden. Zo kan de verhouding tussen de *Nematoda* en de *Copepoda* (N/C ratio) worden gebruikt wanneer er sprake is van duidelijke verontreinigingsgradiënten.

De resultaten zijn afkomstig uit bemonsteringsprogramma's voor het project milieu-zonering (MILZON-BENTHOS, 1988 en 1989) en voor het project Voordelta (1987-1989), voor de Noordzee-atlas bewerkt door S.A. de Jong (DNZ).

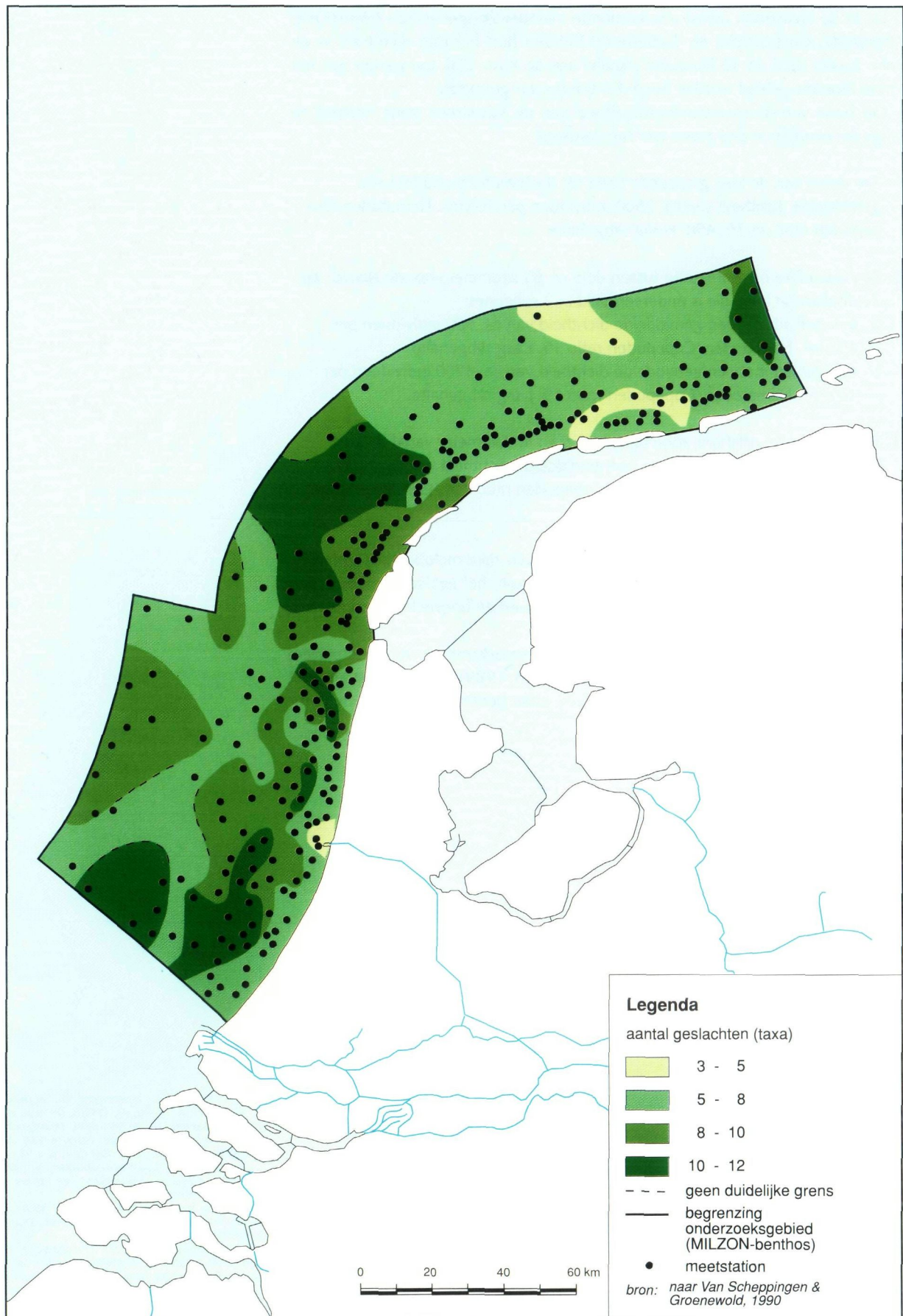
Bron:

Groenewold, A., van Scheppingen, Y.C.M. (1990). De ruimtelijke verspreiding van het benthos in de zuidelijke Noordzee, de Noord-Nederlandse kustzone 1989. DNZ/DGW/Stichting ter bevordering van de Nederlandse Oceanografie MILZON rapport 90-01, p. 1-24.

Huys, R., Heip, C.H.R., Herman, P.M.J., Soetaert, K. (1990). The meiobenthos of the North Sea: preliminary results of the North Sea Benthos Survey. ICES. C.M. 1990/Mini:8.

van Scheppingen, Y.C.M., Groenewold, A. (1990). De ruimtelijke verspreiding van het benthos in de zuidelijke Noordzee, de Nederlandse kustzone: overzicht 1988-1989. DNZ/DGW/Stichting ter bevordering van de Nederlandse Oceanografie MILZON rapport 90-03, p. 1-27.

Kleine bodemdieren: aantal geslachten in de kuststrook



Kleine bodemdieren: dichtheid in de kuststrook

De in de kuststrook meest voorkomende meiobenthosgeslachten (*Nematoda*, *Copepoda*, *Gastrotricha* en *Turbellaria*) hebben hun hoogste dichtheid in de zone tussen de 0 en 12 kilometer parallel aan de kust. Ook ten zuiden van het Friese Fronten-gebied worden hoge dichtheden aangetroffen.

Op basis van de meiobenthosdichtheid kan de kuststrook voor Holland en langs de Wadden in drie zones worden verdeeld:

1. Een direct aan de kust grenzende zone tot 5 kilometer breed met een gemiddelde dichtheid van ca. 2500 individuen per 10 cm². Nematoden/Copepoden ratio (zie 44): 458. Hoog slibgehalte.
2. Een westelijke offshore-zone tussen de 5 en 65 kilometer voor de Noord- en Zuidhollandse kust, die is onderverdeeld in 2 subzones:
 - a. een gebied met een gemiddelde dichtheid van ca. 900 individuen per 10 cm². Nematoden/Copepoden ratio 15. Laag slibgehalte.
 - b. een gebied met een gemiddelde dichtheid van ca. 1700 individuen per 10 cm². Nematoden/Copepoden ratio 19. Laag slibgehalte.
3. Een noordelijke offshore-zone tussen de 5 en 40 kilometer vanaf de kust boven de Waddeneilanden met een gemiddelde dichtheid van ca. 1100 individuen per 10 cm². Nematoden/Copepoden ratio 101. Gemiddeld slibgehalte.

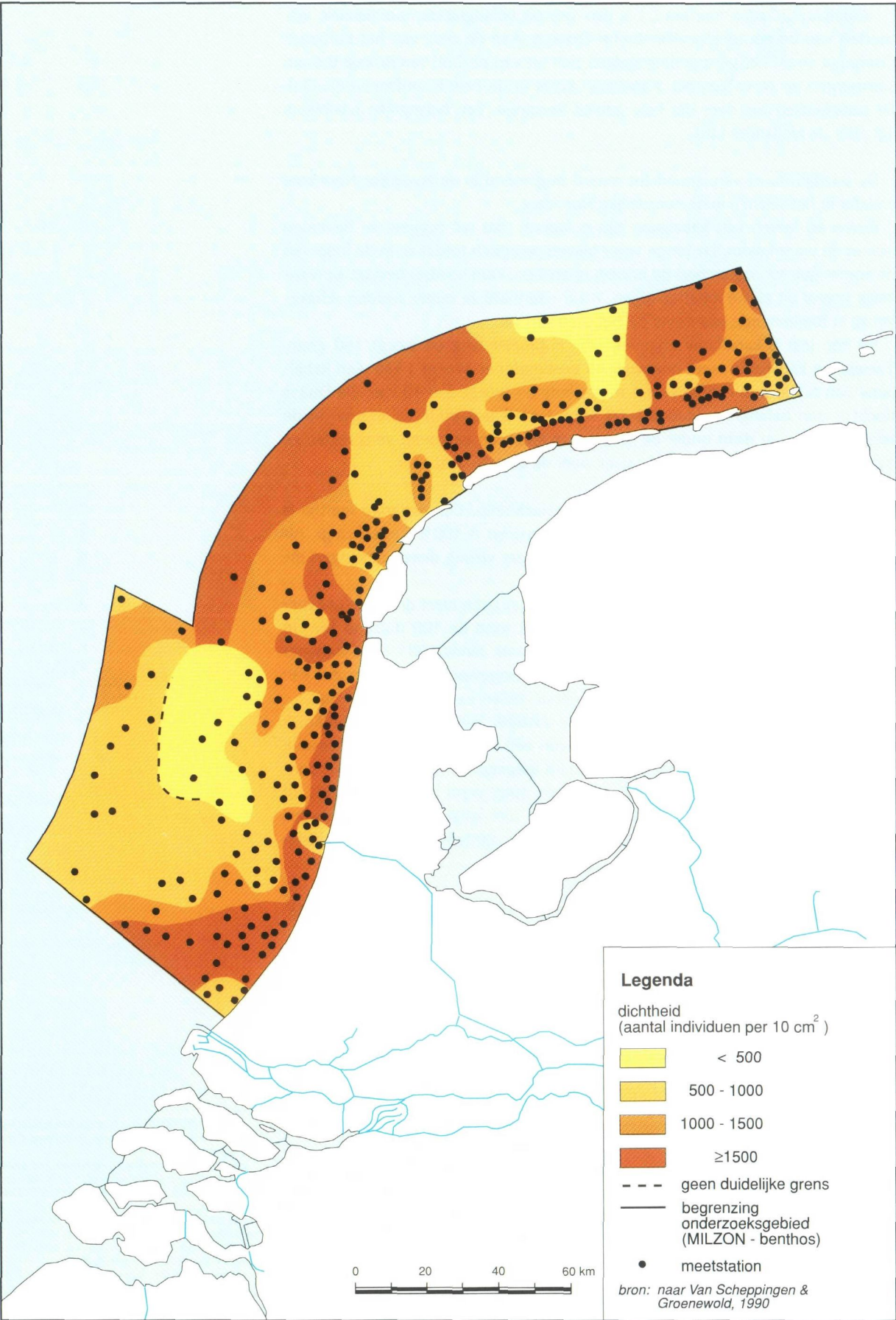
De Voordelta in de Zeeuwse kustzone heeft een rijke meiobenthos gemeenschap. Met name de geulen en, algemeen gesproken, het gebied ter hoogte van de Brouwersdam scoren hoog in aantallen individuen en hoeveelheid biomassa.

De resultaten zijn afkomstig uit bemonsteringsprogramma's voor het project milieu-zonering (MILZON-BENTHOS, 1988 en 1989) en voor het project Voordelta (1987-1989), voor de Noordzee-atlas bewerkt door S.A. de Jong (DNZ).

Bron:

Craeymeersch, J.A., Hamerlynck, O., Hostens, K., Vanreusel, A., Vincx, M. (1990). De ekologise ontwikkeling van de Voordelta. Deelrapport 1. De huidige ekologise situatie van de Voordelta. DHO/Rijksuniversiteit Gent, p. 1-92.
Groenewold, A., van Scheppingen, Y.C.M. (1990). De ruimtelijke verspreiding van het benthos in de zuidelijke Noordzee, de Noord-Nederlandse kustzone 1989. DNZ/DGW/Stichting ter bevordering van de Nederlandse Oceanografie MILZON rapport 90-01, p. 1-24.
van Scheppingen, Y.C.M., Groenewold, A. (1990). De ruimtelijke verspreiding van het benthos in de zuidelijke Noordzee, de Nederlandse kustzone: overzicht 1988-1989. DNZ/DGW/Stichting ter bevordering van de Nederlandse Oceanografie MILZON rapport 90-03, p. 1-27.

Kleine bodemdieren: dichtheid in de kuststrook



Verspreiding van eenjarige kabeljauw

Kabeljauw (*Gadus morhua* L.) is een van de belangrijkste commerciële vissoorten van de noordelijke Atlantische Oceaan. Aan de zijde van het Europees Continent strekt het verspreidingsgebied zich uit van de Golf van Biskaje tot aan Spitsbergen en Nova Zembla. Kabeljauw komt in de hele Noordzee voor. Ook de paaipplaatsen zijn over dat hele gebied verspreid. Een belangrijke paaipplaats ligt voor de Hollandse kust.

De paaitijd duurt van januari tot maart, beginnend in de zuidelijke Noordzee en later in het seizoen in de noordelijke Noordzee.

Eieren en larven van kabeljauw zijn pelagisch, dat wil zeggen: ze bevinden zich in de waterkolom. De jonge visjes blijven pelagisch totdat ze in de loop van de zomer (juli tot september) de bodem opzoeken. Hun voedsel bestaat aanvankelijk vooral uit kleine kreeftachtigen, maar naarmate ze ouder worden schakelen ze in toenemende mate over op het eten van vis.

Na één jaar is kabeljauw ongeveer 25 centimeter lang en weegt 160 gram. Tweejarige kabeljauw meet ongeveer 45 centimeter en weegt 1 kilo. Een kabeljauw van 6 jaar oud is ongeveer 1 meter lang en weegt dan 10 kilo. De Duitse Bocht is een belangrijke kinderkamer voor 1 en 2 jaar oude kabeljauw. In de winter kruipen ze dicht onder de kust. In de loop van de zomer verspreiden ze zich over dieper water om in het najaar weer de kust op te zoeken.

Kabeljauw wordt pas na enkele jaren geslachtsrijp. Op vierjarige leeftijd is ongeveer 60% geslachtsrijp. Na het zesde levensjaar is 100% geslachtsrijp. Als gevolg van de intensieve visserij worden nog maar weinig dieren gevangen die ouder zijn dan 10 jaar.

Vanaf het begin van deze eeuw tot in de zestiger jaren bleef de totale aanvoer van kabeljauw uit de Noordzee tamelijk stabiel rond de 100 duizend ton. In 1972 werd een piek bereikt van 340 duizend ton. Sinds 1981 is de aanvoer gestaag afgenomen tot het huidige niveau dat ongeveer gelijk is aan dat van vóór 1960. De aanvoer bestaat voornamelijk uit vissen van 1, 2 en 3 jaar oud.

De snelle toename van de vangst in de zestiger jaren hangt waarschijnlijk samen met de opeenvolging, sinds 1963, van een serie zeer sterke jaarklassen. Tegelijkertijd is ook de visserijsterfte langzaam toegenomen tot een tamelijk constant, maar veel te hoog niveau dat omstreeks 1980 werd bereikt. Dit heeft tot gevolg dat jonge kabeljauw eenvoudig de kans niet krijgt om de geslachtsrijpe leeftijd te bereiken. Als gevolg daarvan neemt de paaistand sinds 1970 geleidelijk af.

De gegevens zijn ontleend aan het International Young Fish Survey, 1983-1987, en bewerkt door H.J.L. Heessen (RIVO).

Bron:

Daan, N. (1978). Changes in cod stocks and cod fisheries in the North Sea. Rapp. P.-v. Réun. Cons. int. Explor. Mer, 172: 39-57.

Heessen, H.J.L. (1983). Distribution and abundance of young cod and whiting in the South-eastern North Sea in the period 1980-1982. ICES C.M. 1983/G:30.

Heessen, H.J.L. (1990). Visserij. In: de Wolf, P., (ed.). De Noordzee. Terra Zutphen, pp. 139-152.

International Young Fish Survey, 1983-1987. Bewerkt door H.J.L. Heessen (RIVO).

Rijnsdorp, A.D., Daan, N., van Beek, F.A., Heessen, H.J.L. (1991). Reproductive variability in North Sea plaice, sole and cod. J. Cons. int. Explor. Mer, 47: 352-375.