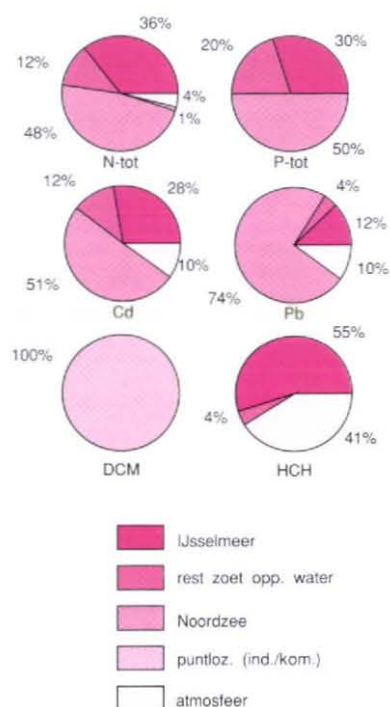


Figuur 4C.F5.03 Aanvoer zoet water en belasting Waddenzee met zwevend stof, stikstof, fosfor, cadmium, kwik, koper en zink (situatie 1985) De bijdrage van de rivier de Eems, in het oostelijk deelgebied, is apart aangegeven vanwege de onbetrouwbaarheid van deze getallen.



Figuur 4C.F5.04 Relatieve bijdrage (%) per bron aan de belasting van de Waddenzee voor stikstof, fosfor, lood, cadmium, dichloormethaan en hexachloorhexaan. Situatie 1985.

Typering

2. De belasting met organische microverontreinigingen

Er zijn weinig gegevens beschikbaar over de aanvoer van organische microverontreinigingen via de diverse bronnen. De meetbaarheid (lage detectiegrenzen) is de belangrijkste oorzaak. Voor zover bekend komt dichloormethaan uitsluitend via de industriële lozingen in de Waddenzee, terwijl hexachloorcyclohexaan (het landbouwbestrijdingsmiddel lindaan) voor ongeveer de helft uit het IJsselmeer komt en voor iets minder dan de helft via de atmosfeer. Een klein deel komt via het overige zoete oppervlaktewater (Figuur 4C.F5.04).

De beïnvloeding van het watersysteem is aangegeven in hoofdstuk 4C.D2.

Typering en trend

C. Nutriënten

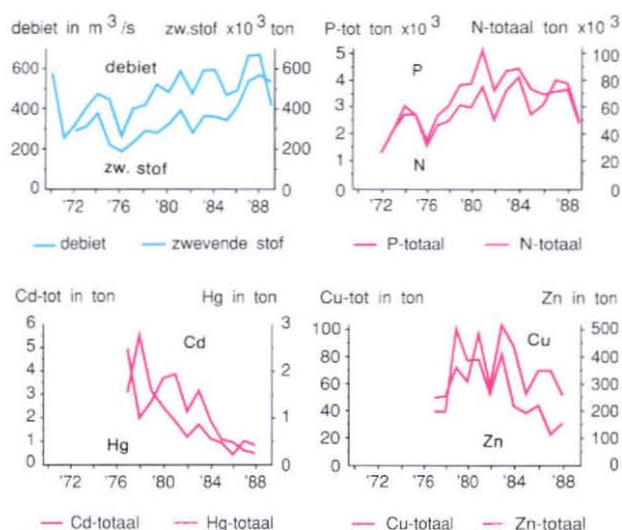
De aanvoer van nutriënten via de Noordzee naar de Waddenzee wordt op ongeveer gelijke grootte geschat als die via het zoete oppervlaktewater (Figuur 4C.F5.04). Ook voor de nutriënten speelt de invloed van de Rijn een grote rol.

De aanvoer van stikstof en fosfor naar de westelijke en oostelijke Waddenzee en naar de Eems-Dollard is in figuur 4C.F5.03 aangegeven.

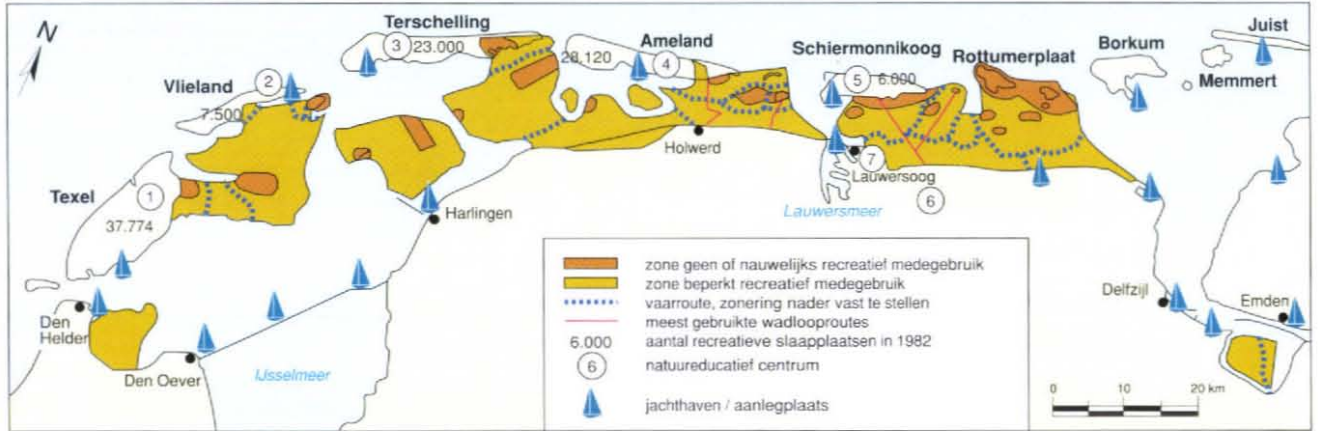
Voor de periode 1981-1989 is een duidelijke afname in de aanvoer van fosfor te constateren.

Beleid/Maatregelen

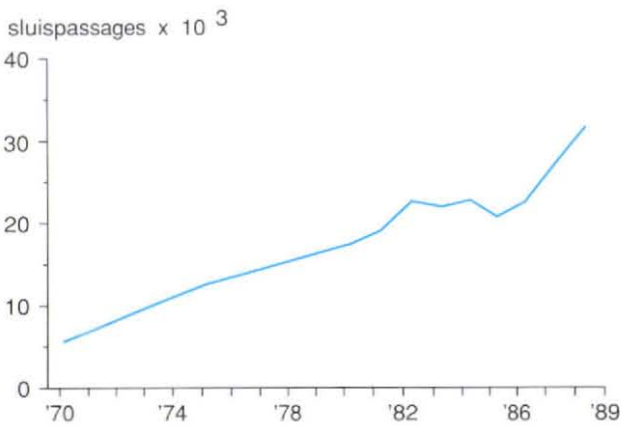
Voor de rechtstreekse lozingen op de Waddenzee worden de doelstellingen van de derde Noordzeeconferentie nagestreefd. Voor de industriële lozingen is deze reductie nu al voor een aanzienlijk deel gerealiseerd.



Figuur 4C.F5.05 Verloop in de afvoer van enkele stoffen vanuit het IJsselmeer.



Figuur 4C.F6.01 Zonering van recreatievormen.
Bron: Wadatlas, RWS, 1989.



Figuur 4C.F6.02 Verloop van het aantal sluispassages bij Kornwerderzand.
Gerelateerd aan het aantal sluispassages bij Kornwerderzand neemt de recreatievaart op de Waddenzee sterk toe.
Bron: Stuurgroep Waddenprovincies, 1989



Foto 33 Het Waddengebied is een aantrekkelijke omgeving voor de recreant.

4C.F6 Recreatie

Recreatie en toerisme een belangrijke bron van inkomsten voor de regio

In de Waddenzee en Eems-Dollard vindt een groot aantal recreatieve activiteiten plaats. Enkele belangrijke takken zijn watersport, wadlopen, vissen, sportvliegen, strandrecreatie (Figuur 4C.F6.01). Toerisme is een belangrijke bron van inkomsten op de eilanden en van wezenlijk belang voor de kustgemeenten.

Typering en trend

Watersport

In figuur 4C.F6.02 is het aantal sluispassages van de recreatievaart (zeilboten, motorboten, roeiboten, speedboten) bij Kornwerderzand weergegeven. Naar verwachting zal deze sterke toename met name richting Waddenzee zich de komende jaren voortzetten. De recreatievaart en langduriger verblijven concentreren zich in de westelijke Waddenzee (Figuur 4C.F6.02). Het wadlopen en het droogvallen van schepen op wadplaten is eveneens sterk toegenomen. Door veiligheidsmaatregelen is het wadlopen op ca. 30 duizend personen per jaar gestabiliseerd. (1970/75: ca. 55 duizend).

Strand- en oeverrecreatie

Zonnen en zwemmen zijn in de Waddenzee vrij beperkt door het ontbreken van zandstranden. Alleen bij Wieringen, Harlingen, Lauwersoog, Delfzijl en Termunterzijl is sprake van bescheiden concentratiepunten. De zwemwaterkwaliteit wordt gecontroleerd bij Harlingen, Termunterzijl en de Noordzezijde van de Waddeneilanden. Het water voldoet aan de gestelde normen voor zwemwater.

Sportvisserij

De sportvisserij wordt jaarlijks door 300 duizend tot 400 duizend mensen beoefend, zowel vanaf een boot als van de kust. Per jaar worden ca. 5 milj vissen gevangen (5 - 7 % van de bot- en aalstand), waarvoor ca. 20 milj zeepieren nodig zijn. De omzet in de sportvisserij is ca. 5 milj gulden.

Beïnvloeding watersysteem

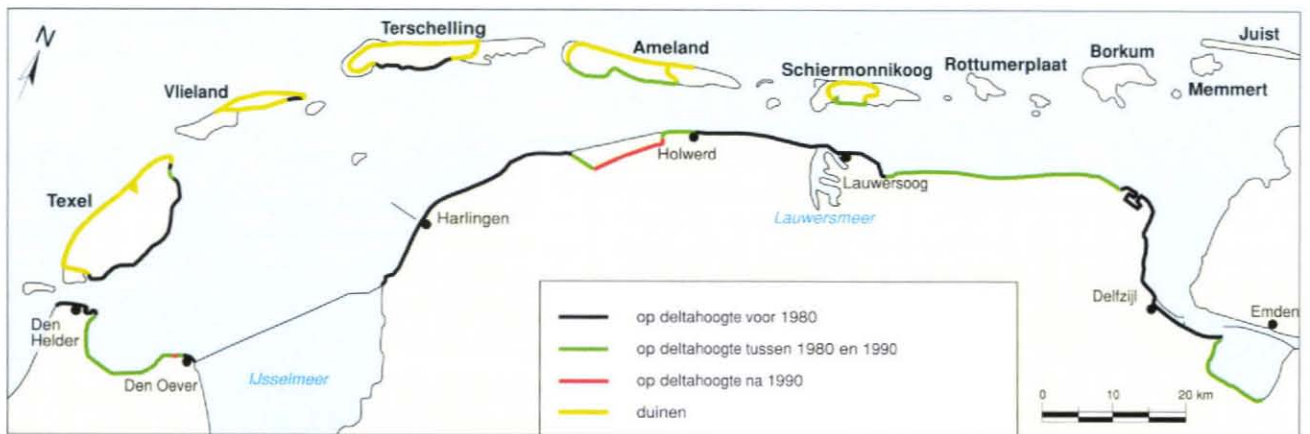
Recreatie kan de aanwezige flora en fauna verstoren. De belangrijkste verstoringen worden veroorzaakt door droogvallende schepen en, in mindere mate, wadlooptochten (gereguleerd).

Beleid/Maatregelen

Volgens het beheersprogramma recreatie Waddengebied is de doelstelling „het, met handhaving van het specifieke karakter van het Waddengebied, bieden van een verscheidenheid aan mogelijkheden voor openluchtrecreatie, die tegemoet komt aan zowel de voorkeuren van groepen als aan die van individuen". In het Beheersplan Recreatie wordt op grond van deze doelstelling geen actief stimuleringsbeleid voor recreatie geadviseerd. Dientengevolge zijn bepaalde activiteiten en gebieden uitgesloten van recreatie door middel van wet- en regelgeving.



Foto 34 Strandsuppleties als wapen tegen de oprukkende zee.



Figuur 4C.F7.01 Faseringen dijkversterkingen tot deltohoogte.

4C.F7 Veiligheid (zeewering)

Typering

Het Waddengebied vrijwel volledig veilig

Zeeweringen (duinen, dijken en dammen) worden berekend met gebruikmaking van de uitgangspunten voor stormvloeden, zoals aangegeven in het eindrapport van de Deltacommissie.

In het noorden (vasteland Friesland, Groningen en het eiland Texel) heeft de te keren stormvloed een gemiddelde overschrijdingsfrequentie per jaar van 1/4000.

Voor de overige Waddeneilanden geldt een andere frequentie (hoofdstuk 3.2.7). Door de werkzaamheden in het kader van de Deltawet zijn de dijken van Groningen en Friesland (met uitzondering van nog ongeveer 5 km in Friesland) op Deltahoogte gebracht. De veiligheid van de Afsluitdijk is in studie.

Voor duinen is een leidraad voor veiligheidsnormen ontwikkeld (TAW, Technische Adviescommissie Waterkeringen).

Een duin wordt slechts ten dele ontworpen. Veelal wordt voor duinen een afslagberekening gemaakt. De kruinhoogte wordt dan bepaald door de berekening van een grensprofiel (vereiste minimum restprofiel na duinafslag). De situatie is veilig en is aangegeven in figuur 4C.F7.01.

De ontwikkelingen van de kust op de verschillende Waddeneilanden over de afgelopen 100 jaar is als volgt:

- Texel en Vlieland: gemiddelde achteruitgang van de kustlijn: 2 tot 11 m per jaar,
- Terschelling en Ameland: aangroei aan de westzijde 5 tot 10 m per jaar, achteruitgang in het midden 4 m per jaar,
- Schiermonnikoog: aangroei met 3 tot 7 m per jaar.

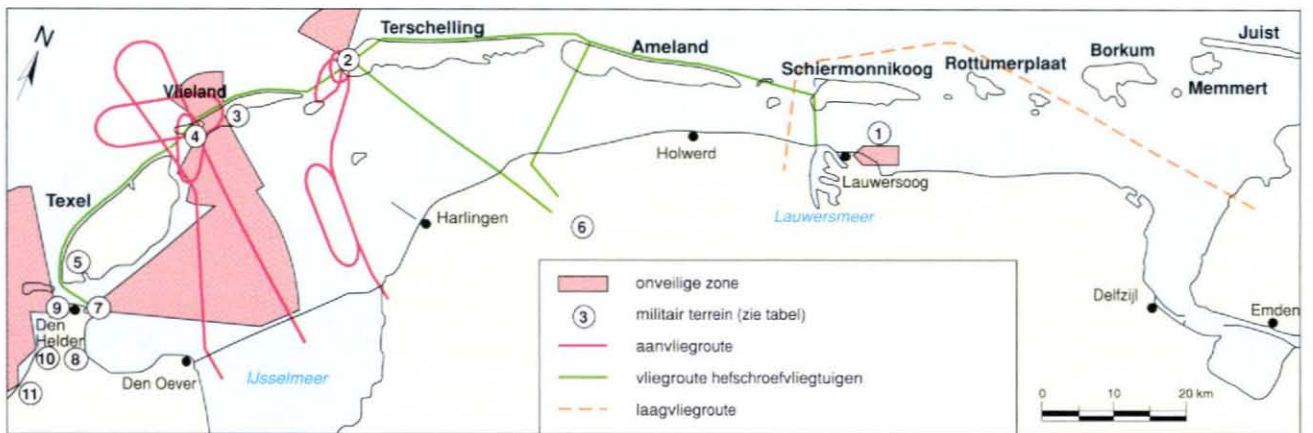
Beleid/Maatregelen

De kustlijn wordt kunstmatig in stand gehouden. Vanaf de tachtiger jaren wordt de methodiek van zandsuppleties frequent toegepast.

De zandhoeveelheden die door middel van zandsuppleties zijn aangebracht bedragen in de periode 1965 - 1985 gemiddeld 600 duizend m³ per jaar.



Foto 35 Op diverse manieren wordt de Waddenzee door defensie als oefenterrein gebruikt.



Figuur 4C.F8.01 Militaire vlieggebieden, militaire terreinen en onveilige zones ten gevolge van militaire activiteiten.
Bron: Beheersplan Militaire Activiteiten.

4C.F8 Militaire activiteiten

Typering

Waddenzee

Voor militaire activiteiten wordt 80 duizend ha (ongeveer 32%) van de Waddenzee gebruikt. Hiervan is 2000 ha dagelijks in gebruik. In de geluidhinderzones is gedurende bepaalde perioden de gemiddelde geluidsbelasting meer dan 45 dB.

De schietoefeningen op de daarvoor ingerichte terreinen (schietgebieden) vinden op ongeveer 30 dagen per jaar plaats, (periode: 1 september tot 15 april).

Ten noorden van Terschelling / Ameland is een gebied van 15 duizend ha waar luchtgevechtsoefeningen plaatsvinden. Straaljagers oefenen gedurende het gehele jaar in de daarvoor aangewezen gebieden. Van de laagvliegroutes wordt eveneens het gehele jaar gebruik gemaakt.

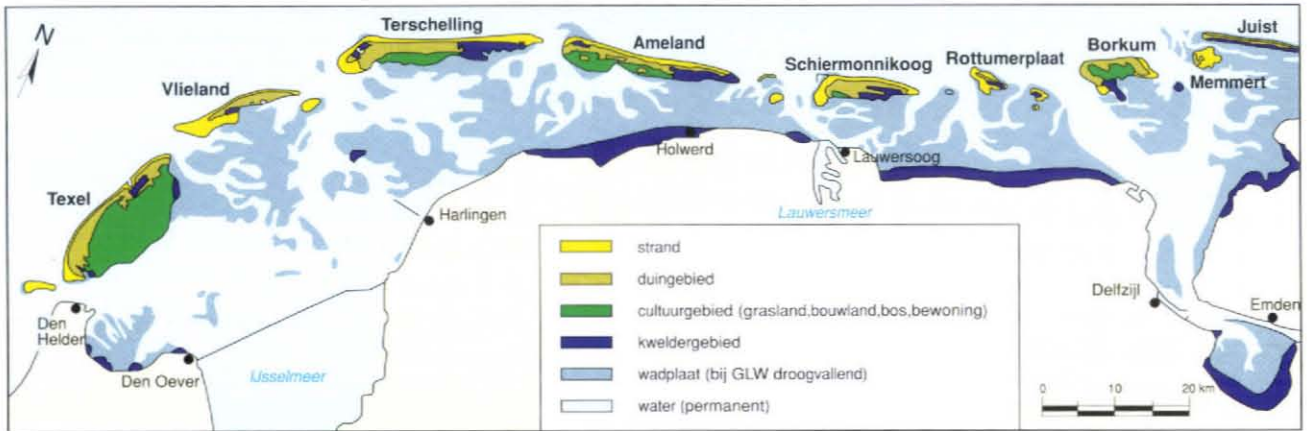
Lauwerszee

Sinds 1987 oefenen militairen in het Lauwersmeer over een oppervlakte van 3600 ha (35 % van het Lauwersmeergebied) het gehele jaar, ook 's nachts.

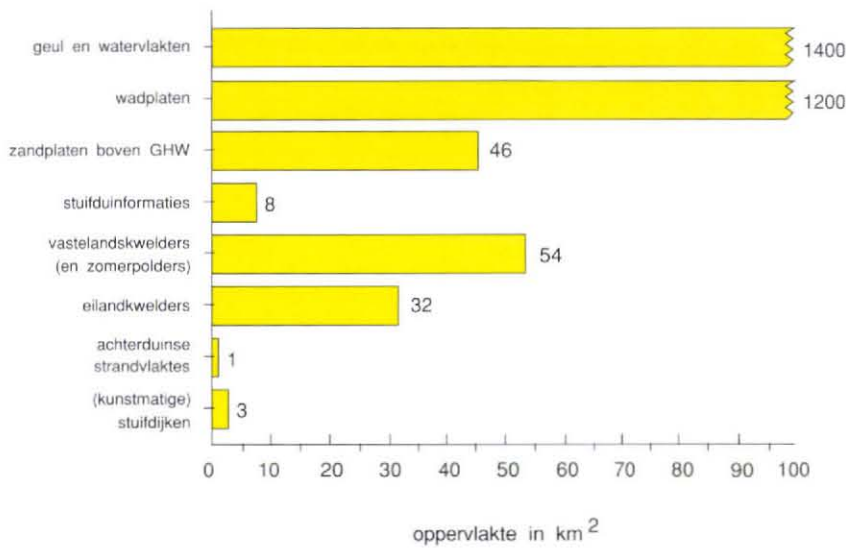
Vanaf 1990 worden de schietoefeningen gedeeltelijk met laserlicht uitgevoerd, waardoor de geluidsbelasting vermindert.

Beleid/Maatregelen

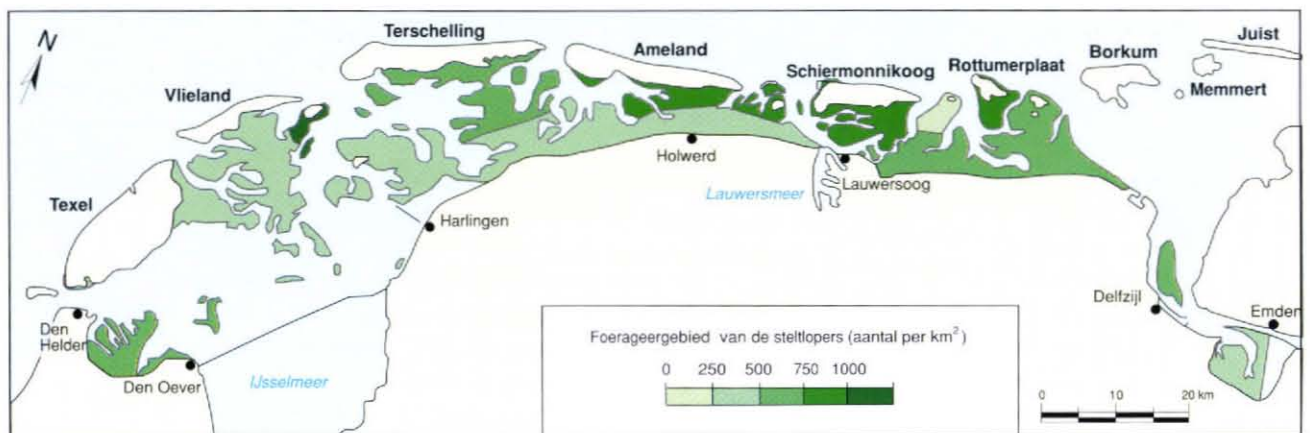
In het jaar 2000 zal de milieubelasting conform het milieuplan defensie met 25 % verminderd moeten zijn ten opzichte van 1990.



Figuur 4C.F9.01 Landschappen in het Waddengebied. Bron: Wadatlas, 1989.



Figuur 4C.F9.02 Oppervlakte van de verschillende landschapstypes. Bron: Wadatlas, 1989.



Figuur 4C.F9.03 Foerageergebieden van steltlopers. Bron: Wadatlas, 1989.

4C.F9 Natuur en landschap

Typering

Een wetland van internationale betekenis

Het Waddengebied is, als wetland van internationaal belang, onder te verdelen in een aantal biotopen (Figuur 4C.F9.01 en 4C.F9.02), die ieder hun karakteristieke organismen herbergen.

De begrenzing van het water rond de eilanden varieert van strandvlakten en duinen aan de Noordzeekant tot (zandige) eilandkwelders aan de oostzijde. Aan het vaste land vormen de kleiige kweldergebieden, die grotendeels (ca. 2/3 deel) door het uitvoeren van landaanwinningswerken zijn ontstaan, het beeld van de kustlijn. Naast deze natuurlijke oevers komen dijken voor, die het lage achterland beschermen. Op dit moment vindt een studie plaats naar de mogelijkheden om deze oevers ecologisch gezien te verbeteren. Hierbij wordt gedacht aan materialen die aan planten en dieren bestaansmogelijkheden bieden.

Karakteristieke flora en fauna

Karakteristieke flora en fauna van het gebied zijn de zouttolerante vegetatie van de kwelders, de vogels (Figuur 4C.F9.03 en 4C.F9.04) en de onderwaterfauna, waaronder diverse vissoorten waarvan de nakomelingen dankbaar gebruik maken van de voedselrijkdom van het gebied (kinderkamerfunctie). Een vertrouwd beeld vormen nog steeds de zeehonden hoewel die in de loop der jaren sterk in aantal zijn achteruitgegaan (Figuur 4C.F9.05).

In de Waddenzee voldoen 25 watervogelsoorten aan de 1% norm van het Verdrag van Ramsar (tabel 1 en hoofdstuk 3.2.9.), waarmee het internationale belang van het gebied wordt onderstreept.



Foto 36 Onbelemmerde vergezichten kenmerken het Waddengebied.

Beïnvloeding watersysteem

Onderdeel van de landschappelijke waarde van het Waddengebied is het onbelemmerde vergezicht, zoals in de inleiding genoemd. Als voorbeelden van verstoring hiervan zijn te noemen: de overdekte marinewerf te Den Helder, de Eemscentrale, boortorens, het windmolenpark te Zürich en de uitwateringssluizen van Lauwersoog.

Onder invloed van eutrofiëring is een verschuiving in de bodemfauna (macrozoöbenthos) te constateren. Dit blijkt uit een toename van de wormensoorten ten kosten van de andere organismen zoals schelpdieren. Verstoring van vogels en zeehonden door toenemende activiteiten in het gebied vormt een serieuze bedreiging.

Beleid/Maatregelen

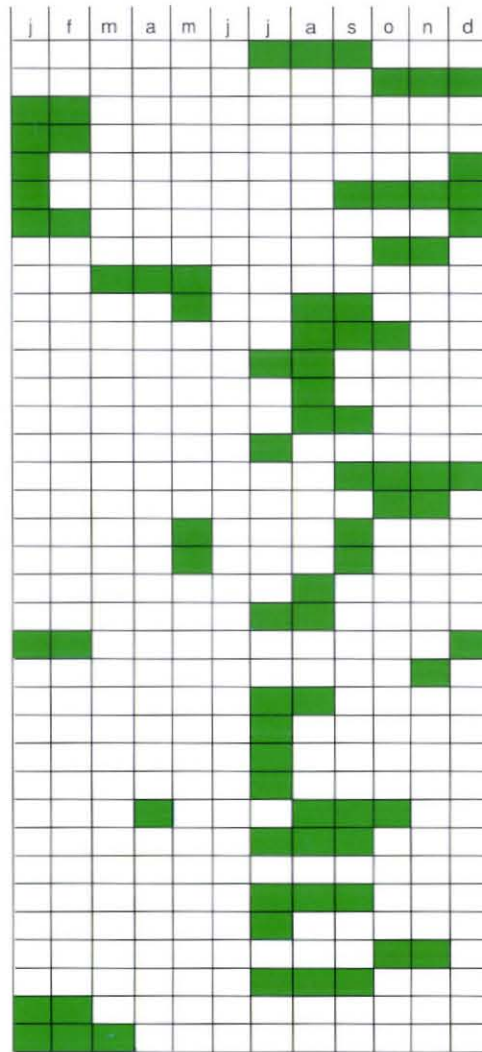
Eind jaren '60 komt de aandacht voor bescherming van de Waddenzee op gang. In 1980 wordt de PKB-nota Waddenzee (Planologische Kern-Beslissing) vastgesteld, met als hoofddoelstelling: de bescherming, het behoud en waar nodig het herstel van de Waddenzee als natuurgebied. Op grond van de PKB wordt in 1981 150 duizend ha (van de 240 duizend) aangewezen als staatsnatuurmonument en 300 ha als beschermd

maximaal aantal vogels
in de Waddenzee (1988)

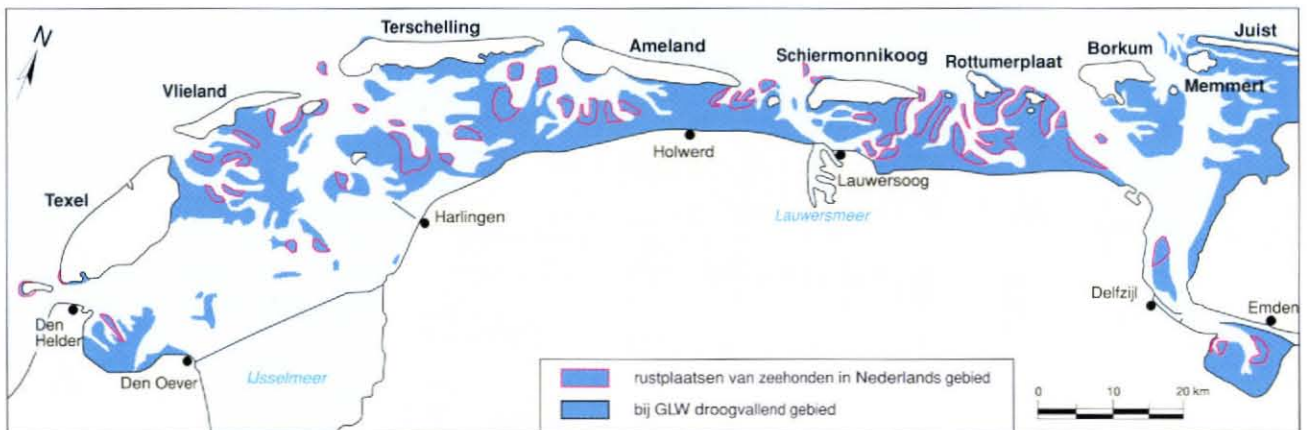
✕ aalscholver	2800
✕ bergeend	58000
✕ eidereend	125000
ijseend	1000
✕ toppereend	85000
wilde eend	28000
✕ zwarte zee-eend	29000
brandgans	50000
✕ rotgans	56000
✕ rosse grutto	78000
✕ kluut	16000
✕ lepelaar	300
kokmeeuw	120000
kleine mantelmeeuw	4800
stormmeeuw	70000
zilvermeeuw	78000
✕ pijlstaart	9000
✕ bontbekplevier	6000
✕ zilverplevier	18000
✕ groenpootruiter	5600
✕ zwarte ruiter	2900
✕ scholekster	242000
✕ smient	163000
✕ steenloper	6700
dwergstern	700
grote stern	18000
noordse stern	3000
✕ bonte strandloper	274000
✕ kanoetstrandloper	132000
✕ krombekstrandloper	?
✕ tureluur	37000
visdief	8000
✕ wintertaling	45000
✕ wulp	101000
✕ middelste zaagbek	18000
✕ grote zaagbek	12000

✕ vogelsoorten uit Verdrag van Ramsar (1971)

maximaal aanwezig in
de maanden



Figuur 4C.F9.04 Maximaal aantal van enkele vogelsoorten in de Waddenzee. Bron: RIN, 1989.



Figuur 4C.F9.05 Rustplaatsen van zeehonden. Bron: Wadatlas, 1989.

natuurmonument (particulier eigendom) vallend onder de Natuurbeschermingswet (Figuur 4C.F9.06). Herziening van de PKB-Waddenzee is in 1991 aan de orde.

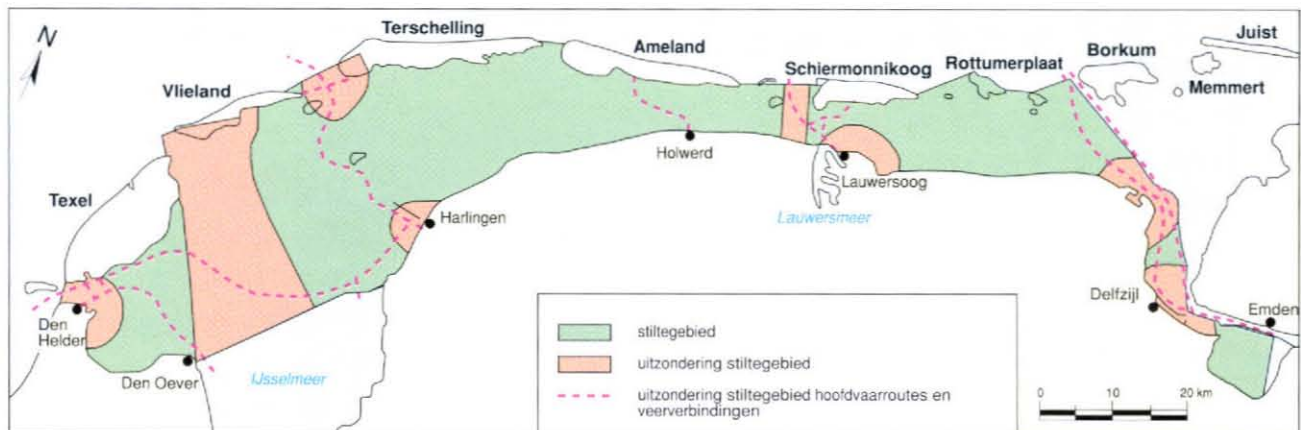
De Waddenzee valt sinds 1980 als geheel onder het Verdrag van Ramsar.

Om die reden zou de gehele Waddenzee in principe als stiltegebied moeten worden beschouwd. Dit is een gebied waarin de geluidsbelasting door toedoen van menselijke activiteiten zo laag is dat de in dat gebied heersende natuurlijke geluiden niet of nauwelijks worden verstoord. Om menselijke activiteiten mogelijk te maken zijn hiervoor uitzonderingsgebieden ingesteld (Figuur 4C.F9.07).

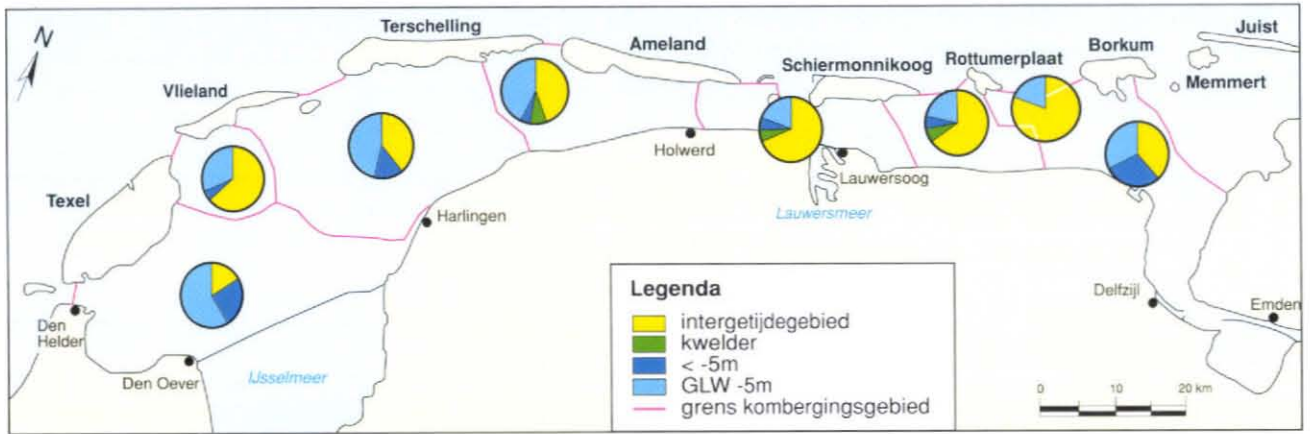


Figuur 4C.F9.06 Gebieden die onder de natuurbeschermingswet vallen.
Bron: Wadatlas, 1989.

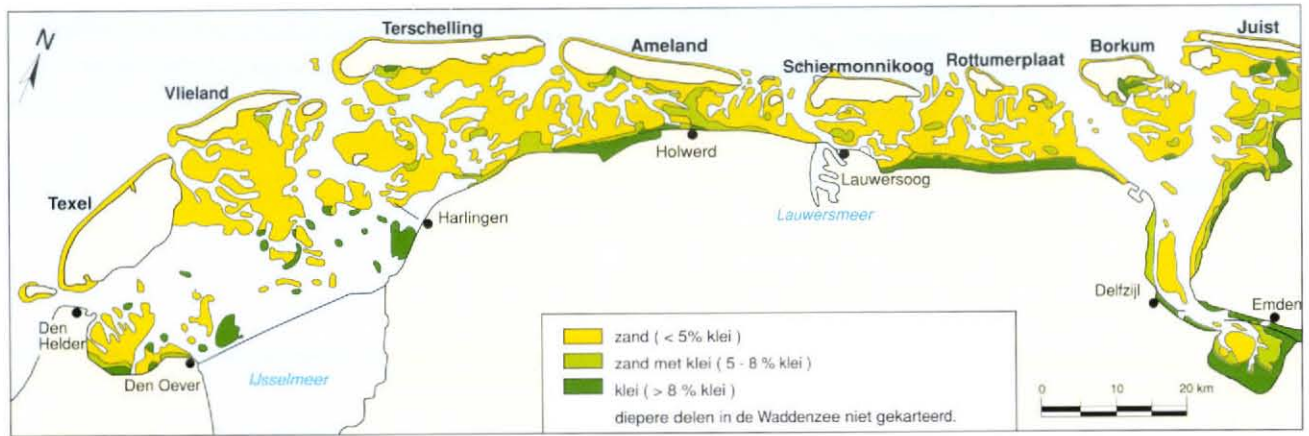
- | | |
|---|--|
| 1. Permanent verboden toegang | 6. Verboden toegang van 15 april tot 15 augustus |
| 2. Verboden toegang van 15 maart tot 15 augustus | 7. Verboden toegang van 1 mei tot 15 augustus |
| 3. Verboden toegang van 15 maart tot 15 september | 8. Verboden toegang van 15 mei tot 31 augustus |
| 4. Verboden toegang van 1 april tot 15 augustus | 9. Verboden toegang van 15 mei tot 1 september |
| 5. Verboden toegang van 15 april tot 15 juli | |



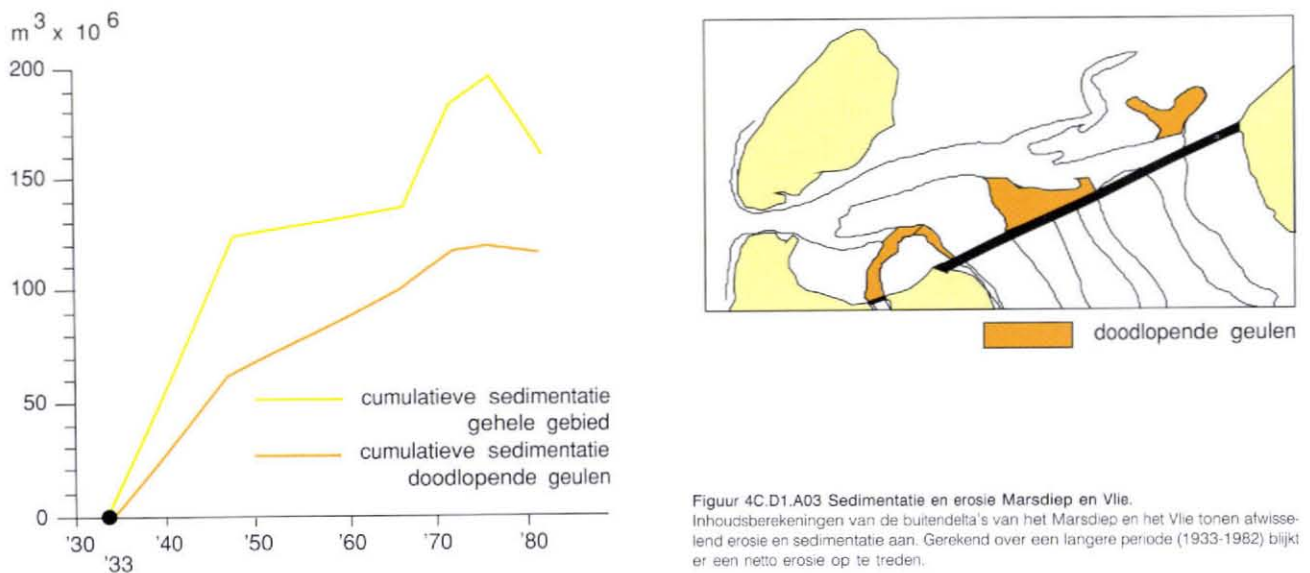
Figuur 4C.F9.07 Stiltegebieden in de Waddenzee.
Bron: Wadatlas, 1989.



Figuur 4C.D1.A01 Verdeling van dieptezones binnen de diverse kombergingsgebieden.
Bron: WadAtlas, 1989.



Figuur 4C.D1.A02 Bodemsamenstelling van het Waddengebied.
Bron: WadAtlas, 1989.



Figuur 4C.D1.A03 Sedimentatie en erosie Marsdiep en Vlie.
Inhoudsberekeningen van de buitendelta's van het Marsdiep en het Vlie tonen afwisselend erosie en sedimentatie aan. Gerekend over een langere periode (1933-1982) blijkt er een netto erosie op te treden.

4C.D1 Fysische toestand Waddenzee/Eems-Dollard

A Bodem en oever

1. Oppervlakte

Het Nederlandse deel van de Waddenzee bestaat uit een tiental kombergingsgebieden die via de zeegaten in verbinding staan met de Noordzee. De kombergingsgebieden in de oostelijke Waddenzee en het Eijerlandse Gat bestaan voor het grootste gedeelte uit intergetijdegebieden die bij eb droogvallen. De westelijke Waddenzee bestaat voor het grootste deel uit permanent onder water blijvende gebieden. Hier neemt de zone tussen de laagwaterlijn en NAP -5 m, door een rijkere flora en fauna te onderscheiden van de echte geulbodems, een belangrijke plaats in (Figuur 4C.D1.A01).

2. Bodemsamenstelling

De bodem van de Waddenzee bestaat voor het grootste deel uit zand met een gering percentage slib (Figuur 4C.D1.A02). In de oostelijke Waddenzee komen meer „slibrijke” gebieden voor dan in de westelijke Waddenzee. De belangrijkste oorzaak hiervan is de grotere beschutting tegen golfwerking. De geulbodems van de zeegaten zijn veelal grofzandig. In de richting van de kust van het vasteland neemt de korrelgrootte af en het slibgehalte toe. Deze verfijning treedt eveneens op vanuit de geulen over het wad in de richting van de wantijen. De slibrijkste bodems worden aangetroffen op de landaanwinningsswerken en vastelandskwelders van de Friese en Groningse kust en op de slikken en kwelders van de Dollard.



Foto 37 De getijdestromen zorgen voor grillige structuur van de droog gevallen bodem.

3. Sedimentatie, erosie

In het algemeen treedt in de Waddenzee een netto sedimentatie op van zand en slib. Schattingen voor de sedimentatie van slib lopen uiteen van één miljoen tot tien miljoen ton per jaar.

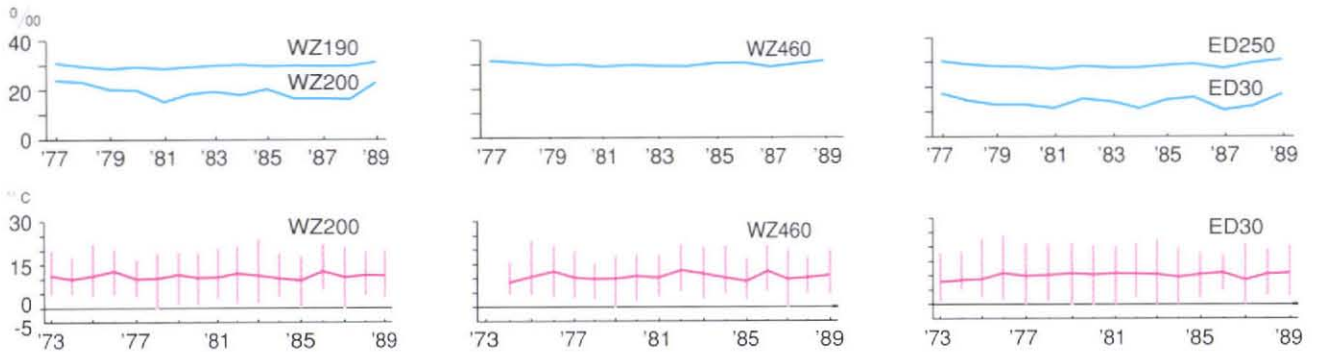
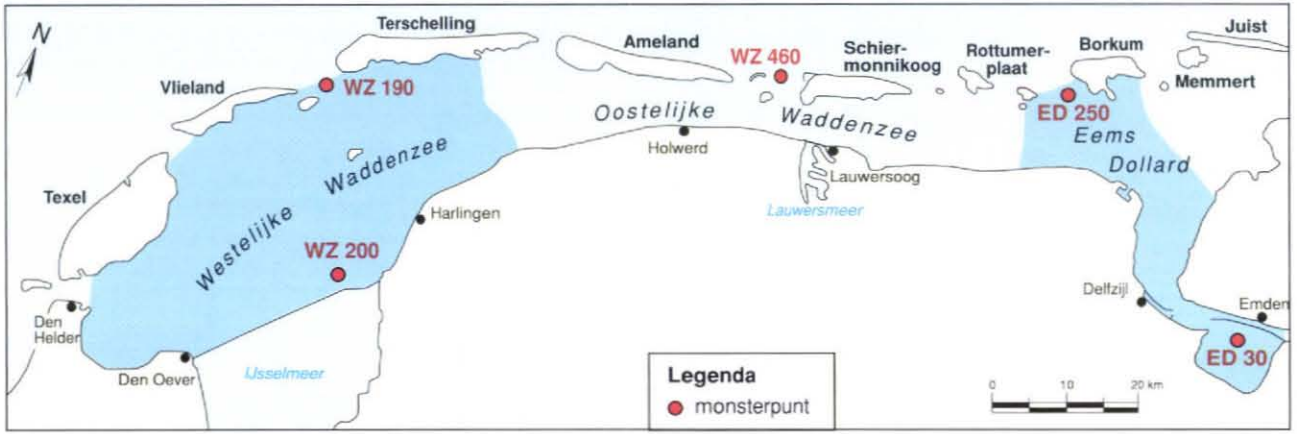
In de meeste kombergingsgebieden van de Waddenzee is er tevens sprake van een inhoudsafname door aanzanding. Deze aanzanding is zodanig dat de huidige zeespiegelstijging bijgehouden wordt. Een uitzondering hierop wordt gevormd door het kombergingsgebied van het Marsdiep. Na de afsluiting van de Zuiderzee trad, met name in de vanaf dit moment doodlopende geulen, een sterke aanzanding op. Nadat deze zijn opgevuld blijkt vanaf de jaren '70 echter in het kombergingsgebied van het Marsdiep een netto erosie op te treden (Figuur 4C.D1.A03).

B. Water

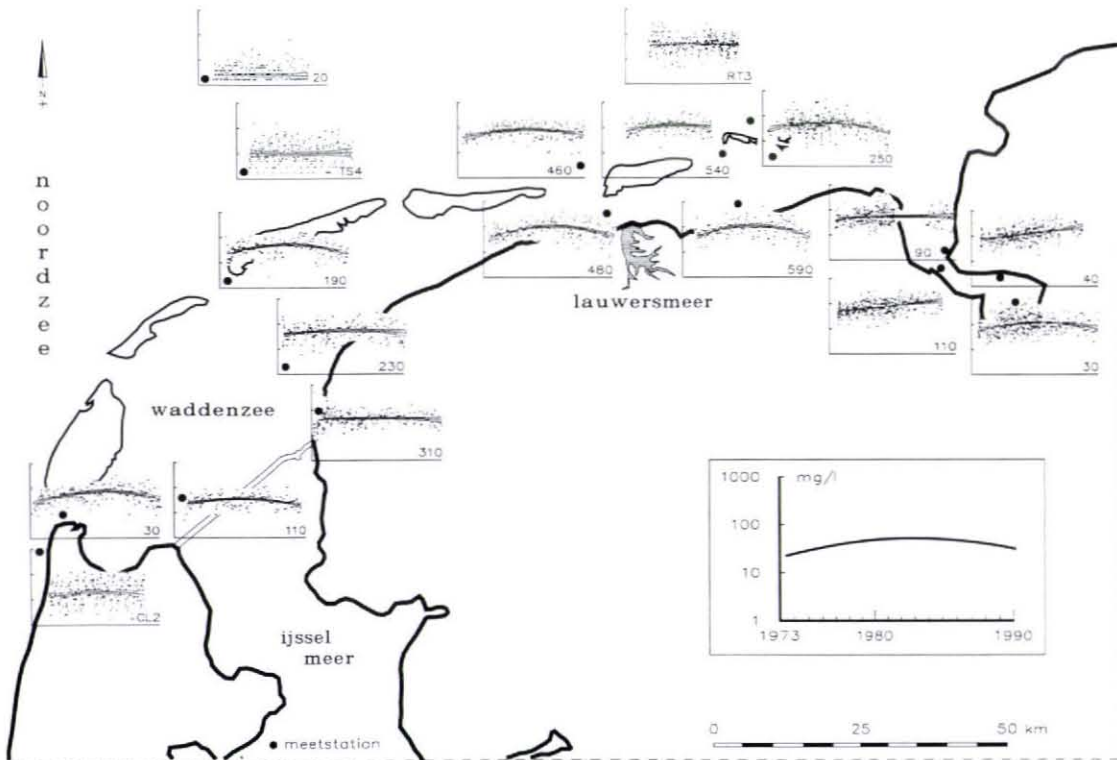
1. Waterbeweging en stroomsnelheid

Getij

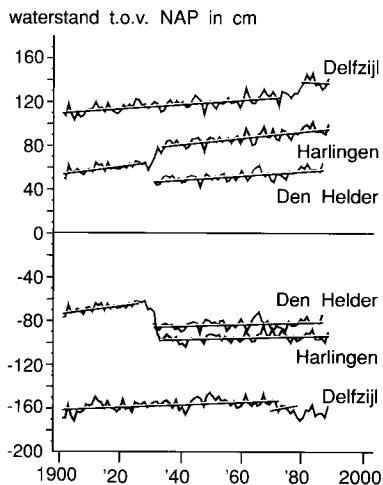
In dit deel van de Noordzee verplaatst de getijgolf zich van west naar oost: de tijdstippen van laag en hoog water bij Rottumeroog vallen ca. 3 uur later dan die bij Texel. Van west naar oost gaande nemen de



Figuur 4C.D1.B02 Verloop van de saliniteit op een aantal meetlocaties in de Waddenzee 1977-1989. Op de locaties met lagere saliniteit zijn de fluctuaties hiervan groter dan op de locaties met hogere saliniteit. Dit wordt veroorzaakt door variaties in de jaarlijkse zoetwaterafvoer.



Figuur 4C.D1.B03 Verloop zwevend stofgehalte Waddenzee (1973-1990). Bron: Waterloopkundig laboratorium, Delft.



Figuur 4C.D1.B01 Verloop van hoog- en laagwaterstanden 1900-1989.

getijverschillen toe: het gemiddeld getijverschil bij Texel bedraagt 1,35 m, dat bij Rottummeroog 2,25 m. Binnen de kombergingsgebieden neemt het getijverschil vanaf het zeegat landwaarts toe. Doordat het gemiddeld hoogwater meer toeneemt dan het gemiddeld laagwater neemt de getijamplitude toe. Deze toename bedraagt de laatste decennia 11 cm/eeuw bij Den Helder tot 34 cm/eeuw bij Terschelling. De vergroting van de getijamplitude wordt vermoedelijk grotendeels veroorzaakt door antropogene invloeden zoals het uitdiepen van vaargeulen en het uitvoeren van waterbouwkundige werken (Figuur 4C.D1.B01).

Stroomsnelheid

De getijstrooming is bepalend voor het zand- en slibtransport en voor de ligging van het geulenstelsel. Wanneer een geul niet in evenwicht verkeert met het debiet zal er erosie of sedimentatie optreden. Voor de Waddenzee moet nog worden onderzocht in hoeverre met een stroomsnelheidskengetal het al of niet in dynamisch evenwicht zijn van de afzonderlijke geulen kan worden aangegeven.

2. Saliniteit

Het westelijk deel van de Waddenzee heeft door de spui van het IJsselmeer een lager zoutgehalte dan het oostelijk deel. Ook de menging van zoet water afkomstig uit de Rijn met Noordzeewater speelt hierbij een rol. In de Eems-Dollard is het zoetwaterdeel grotendeels van de Eems afkomstig.

3. Troebelheid en zwevend stof

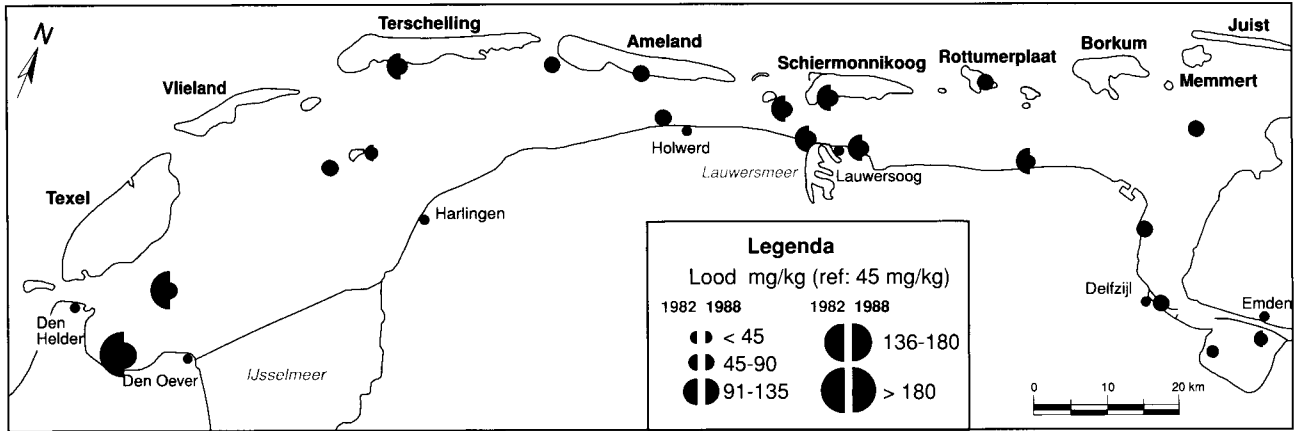
In de kombergingsgebieden nemen in het algemeen de zwevende stofgehalten toe vanaf de zeegaten in de richting van de kust. De oorzaak hiervan is een netto transport van slib in de vloedrichting: het zogenaamde Postma-transport.

In de Eems-Dollard komen de hoogste zwevende stofgehalten voor in de omgeving van het Emders Vaarwater. Dit is een duidelijk voorbeeld van een troebelingsmaximum veroorzaakt door de zoet-zoutgradiënt.

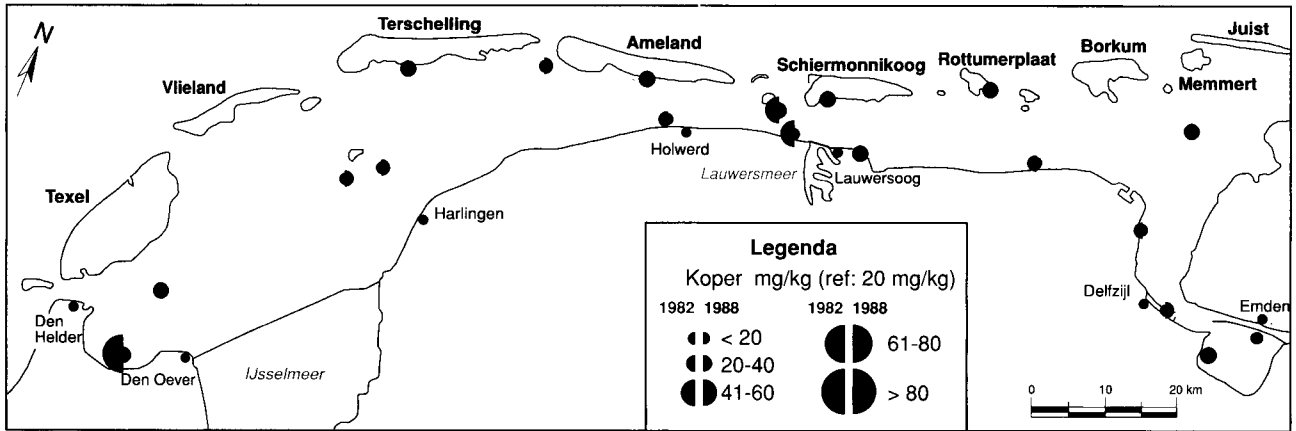
De zwevende stofgehalten in het oostelijk deel van de Waddenzee zijn over het algemeen hoger dan die in het westelijk deel. Uit routinemetingen vanaf begin jaren '70 blijkt dat er in de Waddenzee tot circa 1982 sprake is van een toename van de zwevende stofgehalten gevolgd door een even sterke afname in de jaren 1982-1990. Voor de Eems-Dollard geldt hetzelfde. In de omgeving van de havens van Delfzijl en Emden is er echter sprake van alleen een toename. Voor een viertal nabij de Waddenzee gelegen Noordzeelocaties is geen significante trend gevonden. In sommige gevallen kunnen gevonden trends verklaard worden doordat in de loop der jaren de bemonsteringstijdstippen ten opzichte van het getij systematisch zijn veranderd (Figuur 4C.D1.B03).

4. Temperatuur

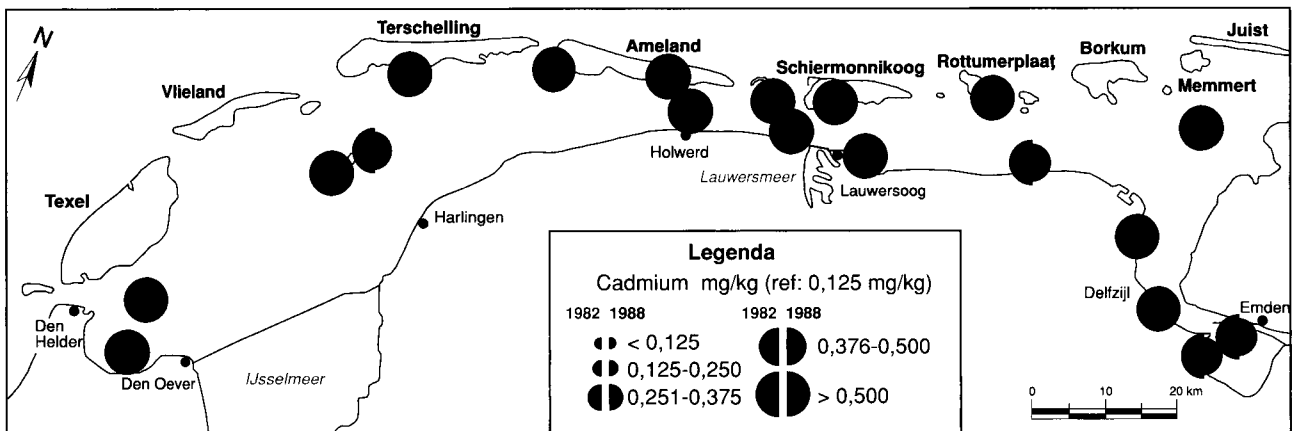
De watertemperatuur varieert van rond de 0° C in de winter tot circa 20° C in de zomer. Verschillen tussen jaargemiddelde waarden en



Figuur 4C.D2.A01 Loodgehalten in sediment 1982 en 1988. Er is gemeten in de sedimentfractie die kleiner is dan 0,063 mm (< 63 μm) uit de bovenste 5 mm sediment (referentie 45 mg/kg).



Figuur 4C.D2.A02 Kopergehalten in sediment 1982 en 1988. Er is gemeten in de sedimentfractie die kleiner is dan 0,063 mm (< 63 μm) uit de bovenste 5 mm sediment (referentie 20 mg/kg).



Figuur 4C.D2.A03 Cadmiumgehalten in sediment. Er is gemeten in de sedimentfractie die kleiner is dan 0,063 mm (< 63 μm) uit de bovenste 5 mm sediment. (referentie 0,125 mg/kg).

minima en maxima worden veroorzaakt door het optreden van koude en warme zomers en/of strenge en minder strenge winters. De temperatuurvariëaties zijn groter dan de variëaties op zee. Dit geldt ook voor de maxima en minima.

5. Zuurstof

In de Dollard werden in de omgeving van de spuisluizen van Nieuw-Statenzijl in het verleden regelmatig zuurstofgehalten beneden de 3 mg/l gemeten.

Dit gold met name voor de periode van september tot december. Gedurende de rest van het jaar werden incidenteel lage concentraties gemeten. Vanaf 1987 wordt op deze locatie niet meer gemeten.

4C.D2 Chemische toestand Waddenzee en Eems-Dollard

Een algemene uitleg van de principes en methoden die hier gebruikt worden wordt gegeven in hoofdstuk 3.3.2. De Waddenzee wordt ingedeeld in westelijke Waddenzee, oostelijke Waddenzee en Eems-Dollard, uitgaande van de belangrijkste (zoetwater)bronnen voor deze gebieden, respectievelijk de spuien van IJsselmeer, Lauwerszee, de Eems en Westerwoldse Aa. De op meerdere stations verzamelde gegevens voor de waterfase (inclusief zwevend materiaal) zijn per deelgebied als een geheel beschouwd.

A Vervuiling van de waterbodem

1. Zware metalen

Ruimtelijke verspreiding en trend

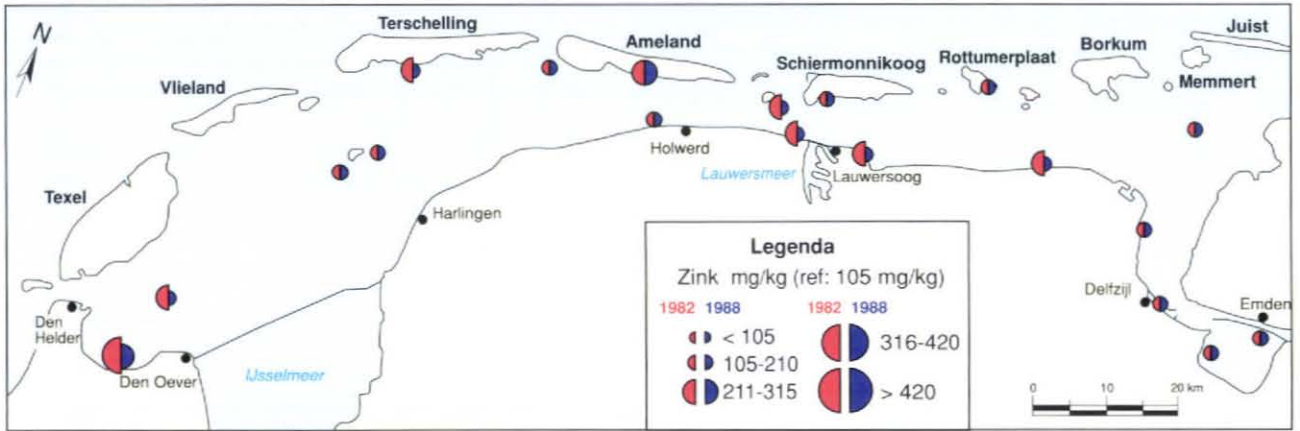
Per metaal worden in de kaartjes de gehalten voor 1982 aangegeven als de rode, linker halve cirkel en voor 1988 als de blauwe, rechter halve cirkel. De positie van de cirkels geeft de bemonsteringslocatie aan. De gehalten worden vergeleken met de referentiewaarde (hoofdstuk 3.3.2 chemische toestand).

Koper

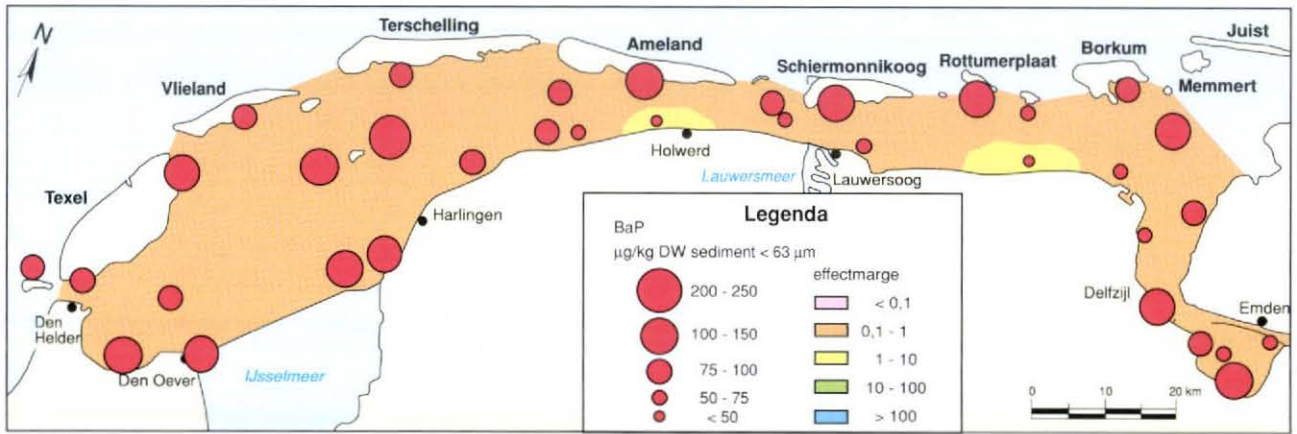
Het Balgzand valt op door de hoge gehalten koper in vergelijking met de overige stations (Figuur 4C.D2.A02). Op 12 van de 20 stations is een afname te constateren, maar is op de overige 8 stations een toename. De toename is geconcentreerd in de Eemsmond en in het stroomgebied van de Texelstroom in de westelijke Waddenzee.

Cadmium

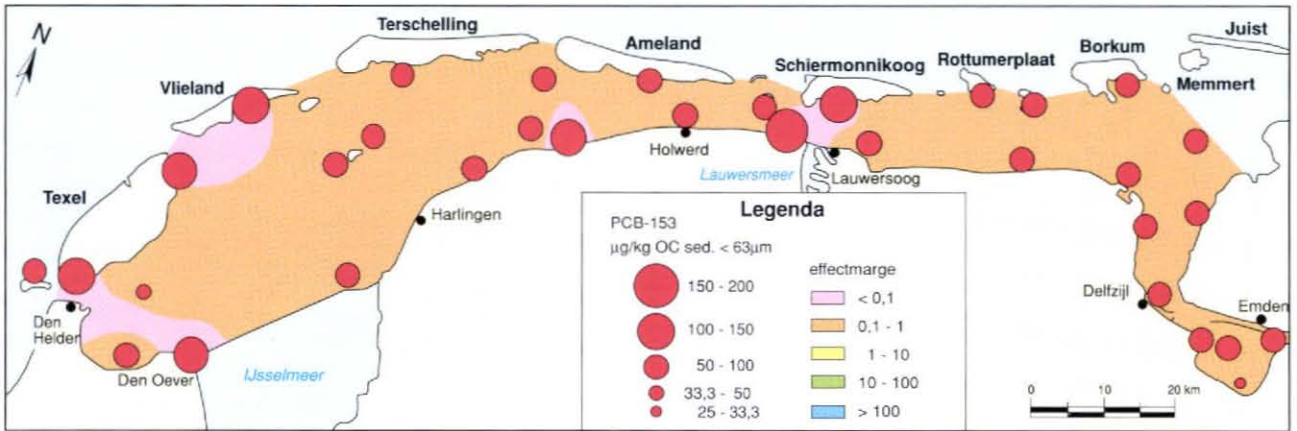
Tussen 1982 en 1988 (Figuur 4C.D2.A03) treedt een meer of mindere reductie op. Op 17 van de 20 stations blijft een overschrijding van de referentiewaarde met een factor 2 - 5 aanwezig. Opvallend zijn de sterke afname in de Lutjeswaard (ten z.o. van Texel) met een factor 2,5 en de hoge, gelijkblijvende gehalten in het Amsteldiep.



Figuur 4C.D2.A04 Zinkgehalten in sediment 1982 en 1988. Er is gemeten in de sedimentfractie die kleiner is dan 0,063 mm (< 63 µm) uit de bovenste 5 mm sediment. (referentie 105 mg/kg).



Figuur 4C.D2.A05 Effectmarges en gehalten van Benzo-a-Pyreen (BaP) in sediment (sediment fractie < 63 µm). De gehalten zijn vergeleken met een effectconcentratie van 50 µg BaP per kg droge stof.



Figuur 4C.D2.A06 Effectmarges en gehalten PCB-153 in sediment Waddenzee uitgedrukt in een effectmarge (sediment fractie < 63 µm). Een gehalte kleiner dan 1 wijst op een mogelijk effect op organismen. De gehalten zijn vergeleken met de effectconcentratie van 10 µg per kg organische koolstof (de gehalten in de sedimentfractie zijn omgerekend naar 100% organische koolstof).

Zink

Over het algemeen ligt het zinkgehalte op het niveau van de referentiewaarde. De hoogste gehalten worden gemeten in de westelijke Waddenzee. Tussen 1982 en 1988 zijn de gehalten gemiddeld niet veranderd (Figuur 4C.D2.A04).

2. Organische microverontreinigingen

Ruimtelijke verspreiding en trend

PAK'S (model staat voor alle PAK's: BaP)

Gegevens voor Benzo-a-Pyreen (BaP) in de sedimentfractie $< 63 \mu\text{m}$ van vóór 1988 zijn niet beschikbaar. Voor BaP zijn de effectmarges (hoofdstuk 3.3.2) gegeven in figuur 4C.D2.A05.

Op 33 van de 35 stations bevindt het BaP gehalte zich op of boven het niveau van $50 \mu\text{g/kg}$ (sedimentfractie $< 63 \mu\text{m}$). Uit de gegevens moet geconcludeerd worden dat in vrijwel de gehele Waddenzee potentieel carcinogene omstandigheden aanwezig zijn. De locatie Griend neemt een bijzondere plaats in door de relatief hoge BaP concentratie: meer dan 2 keer zo hoog als bij bijvoorbeeld de Waddenzeehavens. Ten tijde van de bemonstering in 1988 werd rond Griend zand opgespoten ten behoeve van de aanleg van een beschermende dijk. Het materiaal, waarschijnlijk afkomstig uit oudere sedimentlagen, dat door het opspuiten bovenop kwam te liggen, was vermoedelijk meer verontreinigd dan de sediment toplaag op andere locaties. Uit onderzoeken is gevonden dat in de diepere lagen (respectievelijk 25 en 70 cm) 2 keer zo hoge BaP-gehalten kunnen voorkomen als in de toplaag.



Foto 38 De Waddenzee aan de monitor.

PCB-153

Gegevens voor PCB-153, de modelstof voor alle PCB's, zijn omgerekend naar 100 % Organisch Koolstof (OC) in de fractie $< 63 \mu\text{m}$. Het gehalte waarbij geen directe biologische effecten kunnen optreden bedraagt $10 \mu\text{g PCB-153/kg OC}$. Gegevens voor sediment in 100 % OC (fractie $< 63 \mu\text{m}$) van vóór 1988 zijn niet gevonden. In figuur 4C.D2.A06 worden de effectmarges voor PCB-153 weergegeven. Vrijwel alle stations bevinden zich wat de effectmarge betreft rond de 0,1. Bij deze waarde kan een 50% reductie in de reproductie van de zeehond verwacht worden.

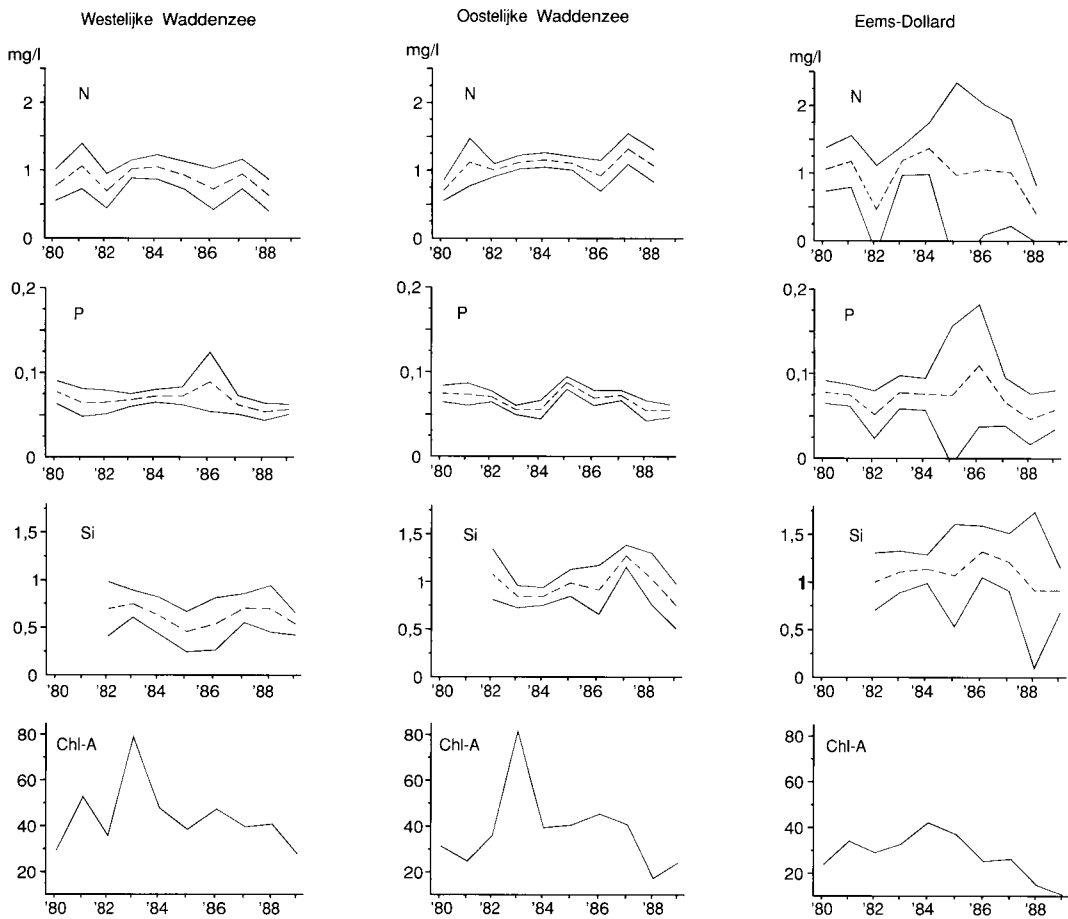
B. Water en zwevend materiaal

1. Eutrofiering (Stikstof (N), Fosfor (P), Silicium (Si), Chlorofyl-A (Chl.a))

Concentraties en verloop nutriënten in zeewater

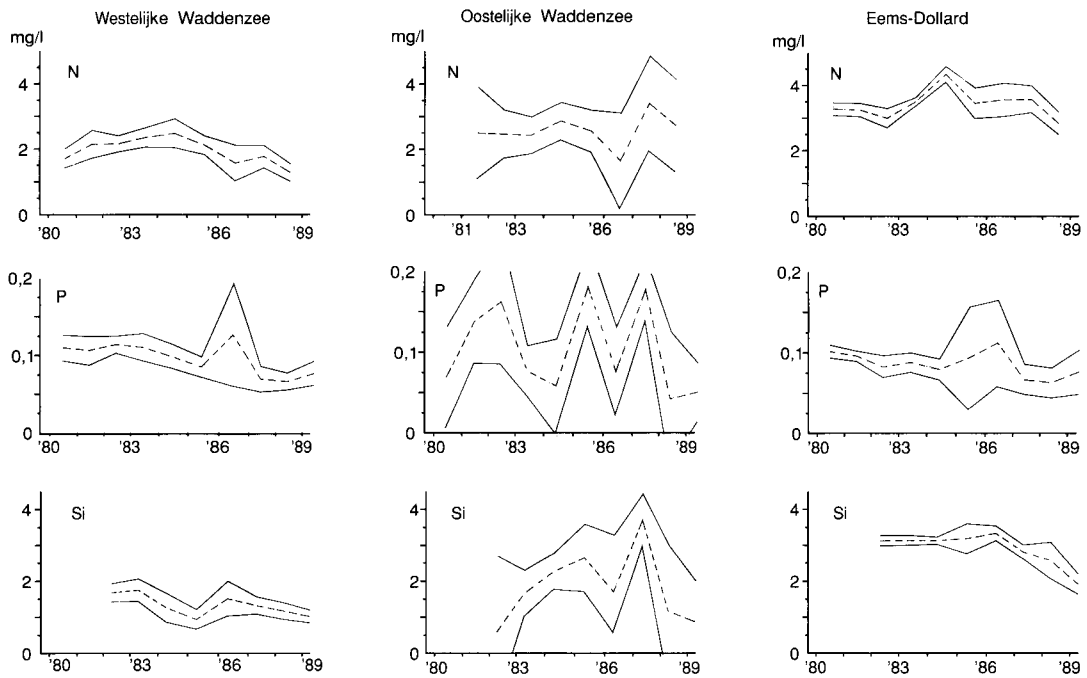
In de westelijke Waddenzee is voor alle nutriënten vanaf 1984 een dalend verloop aanwezig bij 15 en 27 ‰ saliniteit. Het verloop is het duidelijkst bij 15 ‰ en bedraagt ca. 50 % voor stikstof en ca. 35 % voor fosfor (periode 1984-1989).

Omdat de oostelijke Waddenzee gemiddeld zouter is dan de westelijke Waddenzee en de Eems-Dollard, is de 15 ‰ waarde geëxtrapolleerd ten opzichte van de meetgegevens. Hierdoor ontstond een grote spreiding



genormaliseerd naar 27 ‰, met 95% betrouwbaarheidsgrens chlorophyl-A: v/d maximale waarden mrt-okt c.q. 95 percentiel

Figuur 4C.D2.B01A Verloop van de concentraties van stikstof, fosfor, silicium en chlorofyl a. De concentraties zijn gecorrigeerd naar zoutgehalte (genormaliseerd naar 27 ‰).



genormaliseerd naar 15 ‰, met 95% betrouwbaarheidsgrens

Figuur 4C.D2.B01B Verloop van de concentraties van stikstof, fosfor, silicium. De concentraties zijn gecorrigeerd naar zoutgehalte (genormaliseerd naar 15 ‰).

rond de berekende waarden. De naar 27 % gestandaardiseerde waarden laten alleen voor fosfor een dalend verloop zien vanaf 1985. De afname in 1989 is ca. 40 % ten opzichte van 1985.

In de Eems-Dollard geeft de 15 % waarde de beste geïnterpoleerde waarden. Hier treedt vanaf 1984 een neerwaartse trend op voor stikstof (afname ca. 35%), maar heeft van 1982 - 1984 een sterke toename plaatsgevonden, zodat de uiteindelijke afname ten opzichte van 1980 slechts 10% is. De trend in fosfor vertoont een continue afname vanaf 1980, op een tussentijdse toename in 1985/1986 na. Juist in deze jaren is de spreiding echter groot, zodat gesteld kan worden dat er een significante afname in fosfor heeft plaatsgevonden vanaf 1980 van ca. 35 %. De chlorofyl-a concentraties (Figuur 4C.D2.B01A) nemen in de Eems-Dollard, in de westelijke en de oostelijke Waddenzee vanaf 1983 af.

2. Zware metalen (Cadmium, Koper, Kwik, Lood, Zink)

Ruimtelijk beeld en trend

De genormaliseerde concentraties zijn weergegeven in figuur 4C.D2.B02, voorzien van een interval, namelijk 2 maal de standaarddeviatie. De berekeningen voor het eind van de '80-er jaren werd bemoeilijkt door het geringe aantal waarnemingen, met name in de oostelijke Waddenzee.

De westelijke Waddenzee en Eems-Dollard vertonen grote overeenkomst in de concentraties en verloop voor alle onderzochte metalen. Opvallend zijn de aanmerkelijk hogere metaalconcentraties in de oostelijke Waddenzee, met een piekperiode rond 1985.

De naar zoutgehalte en zwevende stof gecorrigeerde concentraties vertonen geen significante trend.

De concentraties vertonen vanaf 1985, voor de oostelijke Waddenzee, wel een dalend verloop van cadmium, koper, lood en zink.

Met betrekking tot de Eems-Dollard is er geen verloop in de lood- en zinkconcentraties waarneembaar.

Kwikgegevens zijn uitermate moeilijk te interpreteren, omdat de concentraties zich in de buurt van de detectiegrens bevinden.

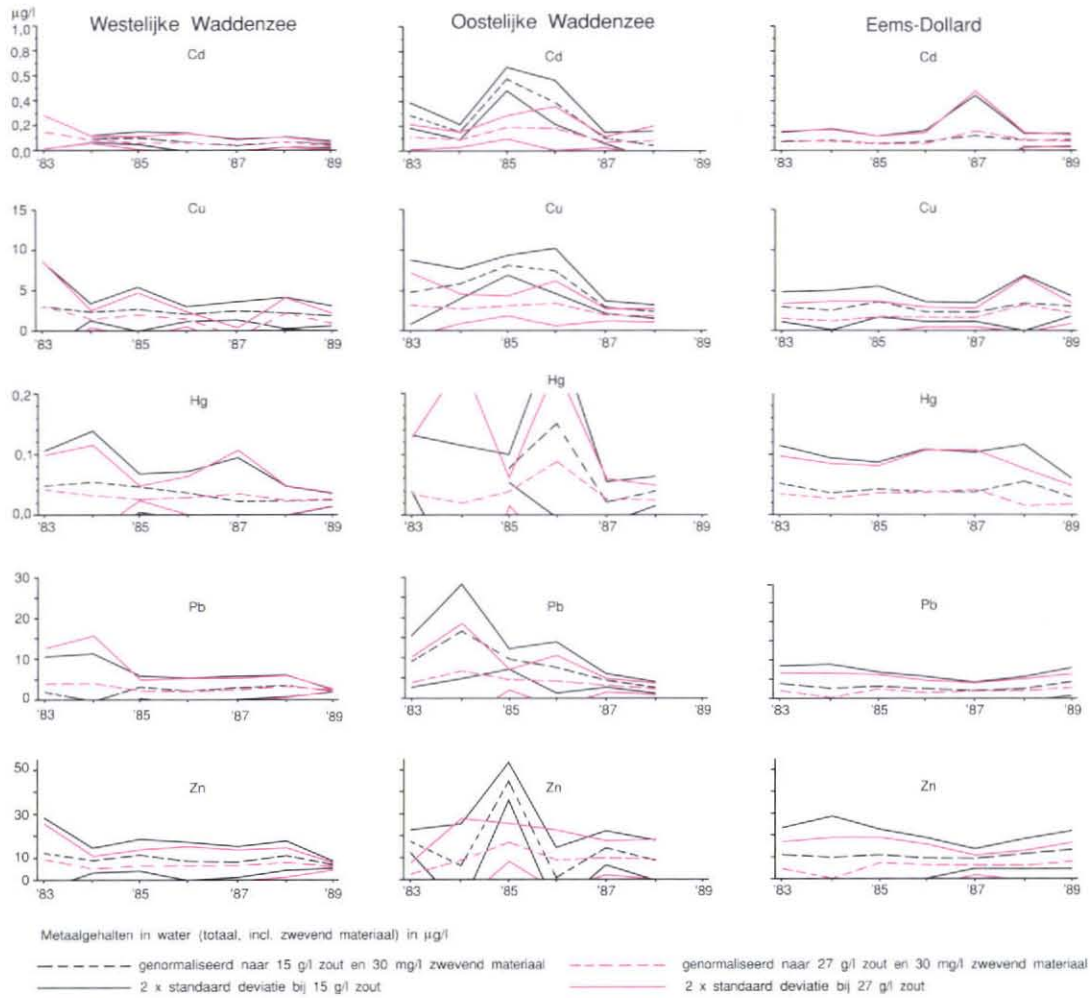
Overschrijdingsfactor cadmium

Cadmiumconcentraties (totaal, jaargemiddelde van 1988) in water zijn als voorbeeld van de geografische verspreiding van de overschrijdingsfactor (hoofdstuk 3.3.2 chemische toestand) over de Waddenzee en Eems-Dollard weergegeven in figuur 4C.D2.B03.

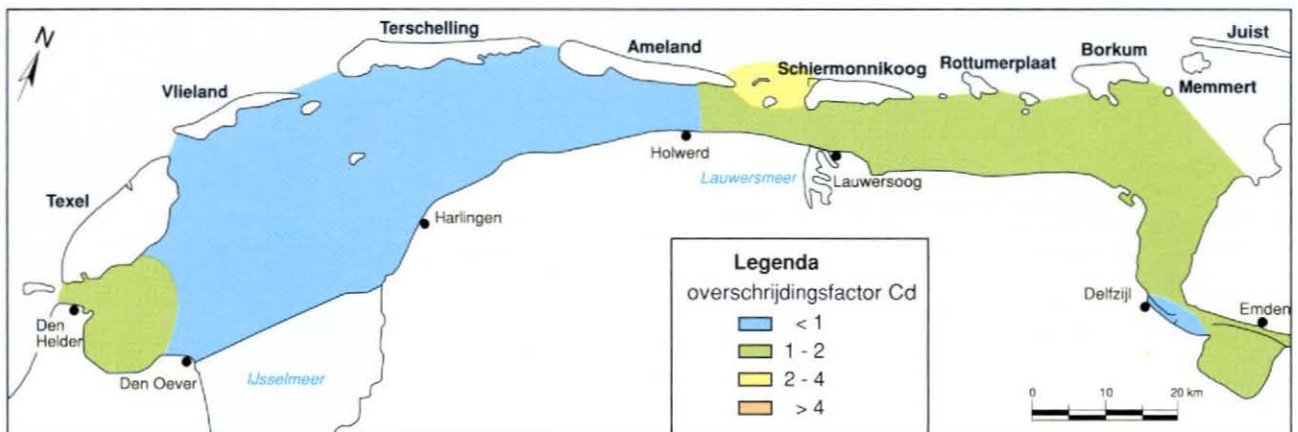
C. Microverontreinigingen in biota

1. Zware metalen (Cadmium, Koper en Zink in Mosselen)

De gehalten cadmium, koper en zink als $\mu\text{g/g}$ gevriesdroogd mosselvlees voor 1982 en 1988 zijn weergegeven in figuur 4C.D2.C01. Van de andere metalen waren geen overeenkomstige gegevens in de mossel aanwezig.



Figuur 4C.D2.B02 Verloop van de concentraties van cadmium, koper, kwik, lood en zink in water en zwevende stof.



Figuur 4C.D2.B03 Overschrijdingsfactor van cadmiumconcentraties in water en zwevende stof (1988).
Gem. overschrijdingsfactor van Cd t.o.v. achtergrond AMK, waarbij rekening wordt gehouden met de saliniteit (3 à 4 waarnemingen/jaar/meetpunt).

Cadmium

Opvallend is de daling in 6 jaar in de cadmiumgehalten met een factor 2 - 3, die nu ruim onder de grens van 5 µg/g (groeiremming) zit. De hogere cadmiumgehalten in het Eemsmondgebied, die ca. 2 - 3 hoger zijn dan in de oostelijke en westelijke Waddenzee, blijven aanwezig.

Koper

Het kopergehalte in 1988 is in de westelijke Waddenzee iets afgenomen, maar in de oostelijke Waddenzee en de Eemsmond juist toegenomen ten opzichte van 1982. De gehalten blijven ruim onder de effectgehalten.

Zink

Alleen onder Terschelling vertoont zinkgehalte een duidelijke afname (factor 2). In de overige gebieden is of sprake van een toename (50%) bij Den Helder en Delfzijl of een gelijk gehalte.

2. Organische microverontreinigingen

Poly aromatische koolwaterstoffen (PAK) (Benzo-a-Pyreen (BaP) in de mossel)

Het gehalte Benzo-a-Pyreen (BaP) in mosselen, verzameld in september 1988, is weergegeven in figuur 4C.D2.C02. Geen gegevens van voor 1988 zijn voorhanden. De effectmarge voor BaP is eveneens weergegeven in Figuur 4C.D2.C02. Vrijwel de gehele Waddenzee bevindt zich in de marge tussen 10 en 100. Met name Den Helder en Kornwerderzand vertonen hoge gehalten BaP. Er is geen duidelijke west-oost gradiënt aanwezig.

Polychloor bifenylen (PCB-153) (PCB-153 in de mossel)

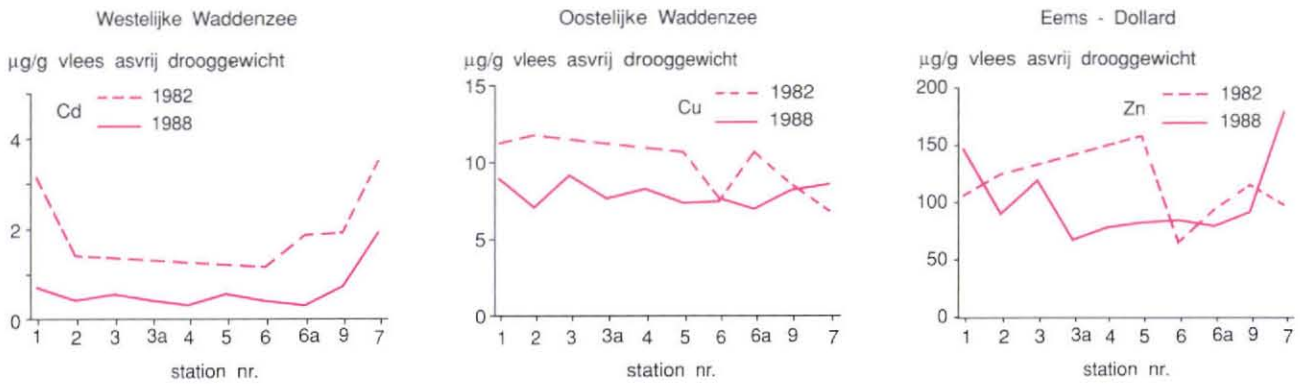
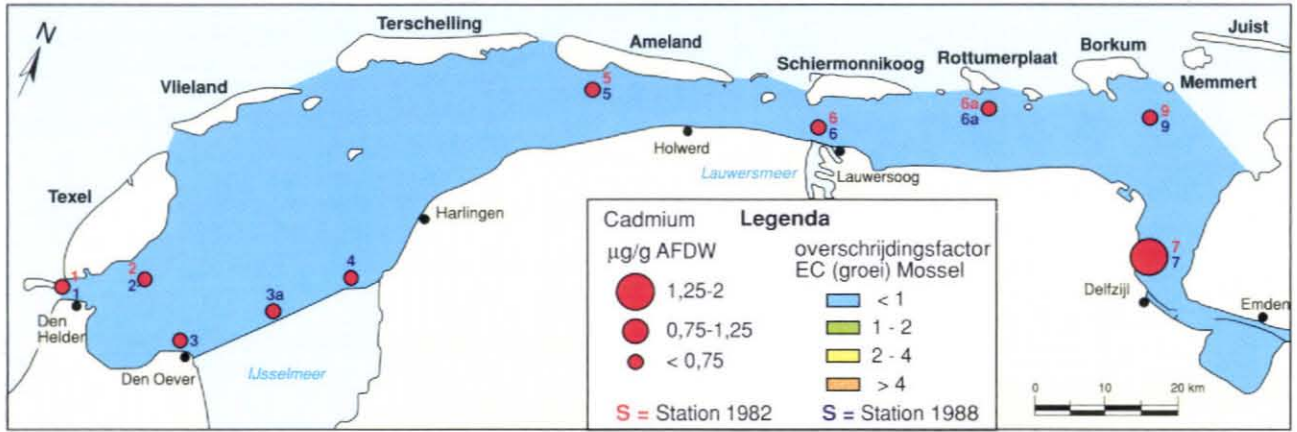
De mosselen zijn verzameld tussen september en januari 1981, 1983, 1985 en 1988 op 9 stations (Figuur 4C.D2.C03). De gehalten van de congener PCB-153 zijn weergegeven.

De gehalten vertonen over het algemeen een dalende verloop vanaf 1981. Een west-oost gradiënt is in 1981 nog duidelijk zichtbaar.

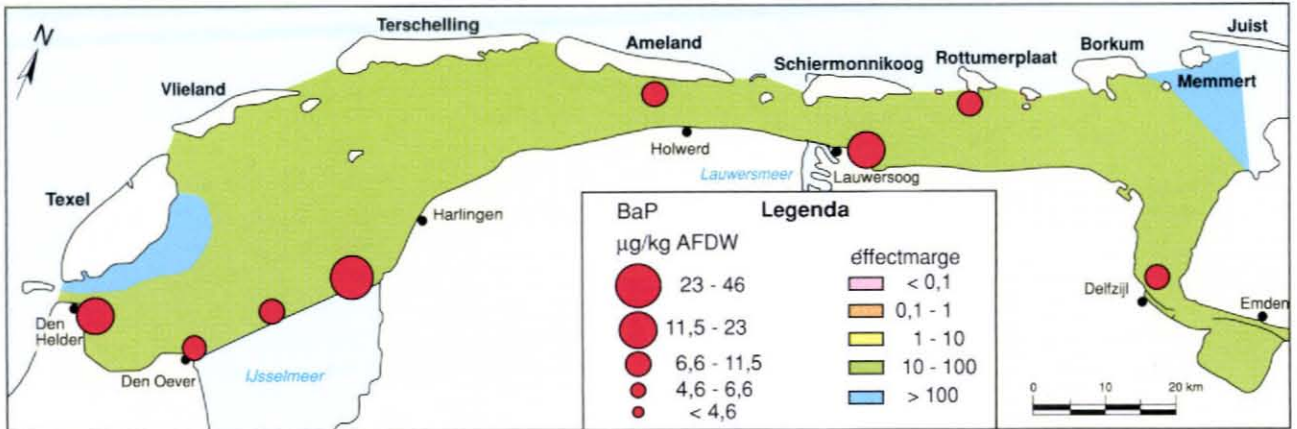
In 1983 is een duidelijke afname ten opzichte van 1981 zichtbaar, die in het westelijke gedeelte relatief groot is (vergelijk stations 1 en 4, 1981). Op stations 8 en 9 is een duidelijke stijging zichtbaar. Op de meeste stations zet in 1986 echter weer een daling door, behalve op de stations 2 en 5.

De gehalten in 1988 wijken niet veel af van 1986, hoewel de daling in de westelijke Waddenzee groter is dan in de oostelijke Waddenzee. Van een oost-west gradiënt is in 1988 vrijwel geen sprake meer.

De effectmarge (Figuur 4C.D2.C03) is in de gehele Waddenzee tussen de 0,1 en 1, maar bevindt zich niet hoofdzakelijk rond de 0,1, zoals dat bij de sedimenten het geval is (vergelijk figuur 4C.D2.A03-sediment). Bij deze effectmarge treedt reproductiestoring bij de zeehond op.



Figuur 4C.D2.C01 Gehalten van cadmium, koper en zink in mosselvlees (1982 en 1988) en de effectmarges voor cadmium. De effectconcentratie van cadmium, waarbij groeiremming bij mosselen optreedt, ligt bij 5 µg per gram asvrij drooggewicht mosselvlees.



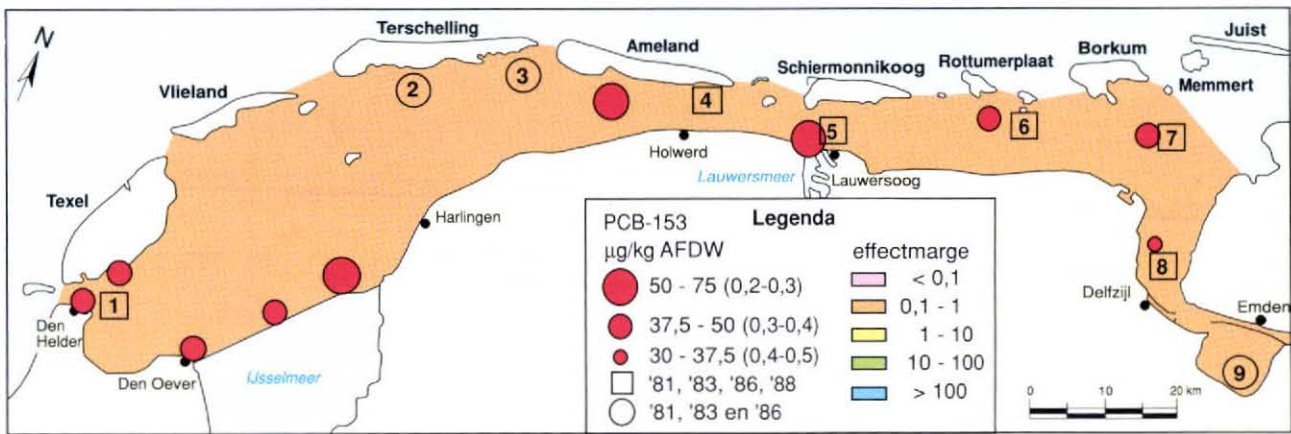
Figuur 4C.D2.C02 Gehalten Benzo-a-Pyreen in mosselen en de effectmarges. De effectconcentratie van BaP ligt bij 460 µg per kg asvrij drooggewicht mosselvlees (groeiremming van bot).

Samenvatting

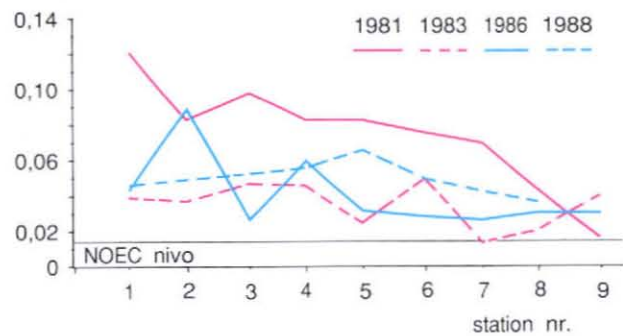
In het algemeen is een afname in eutrofiërings- of verontreinigingsgraad niet of nauwelijks aanwezig in de waterfase, hoewel in het minder zoute gedeelte (15 ‰ in het algemeen een meer afnemend verloop aanwezig is dan bij 27 ‰.

Dit komt overeen met het beeld, dat de zoetwateraanvoer de belangrijkste bron is van eutrofiërende en verontreinigende stoffen.

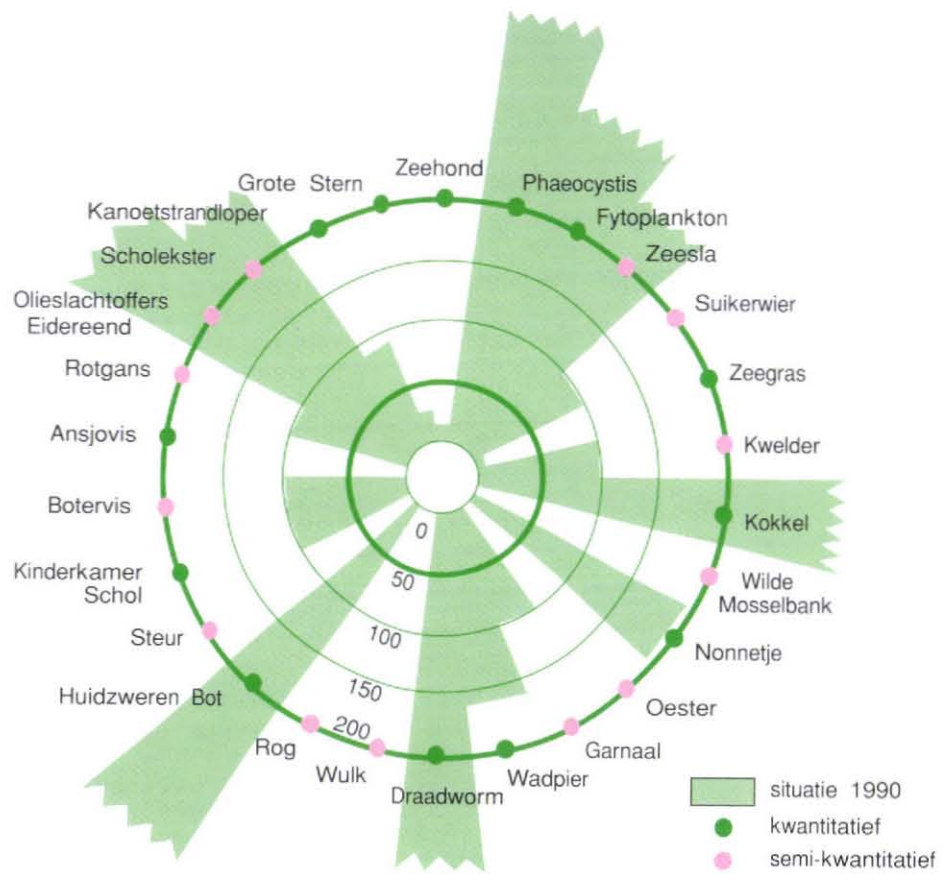
Zowel in sediment als in de mossel is sprake van een afname in gehalten van de onderzochte microverontreinigingen ten opzichte van het begin van de 80-er jaren. Voor metalen is dit beeld consistent voor de westelijke en oostelijke Waddenzee, maar minder duidelijk voor de Eems-Dollard. PCB-153 was in 1981/1982 en is in 1988 lager in de Eems-Dollard dan in de rest van de Waddenzee.



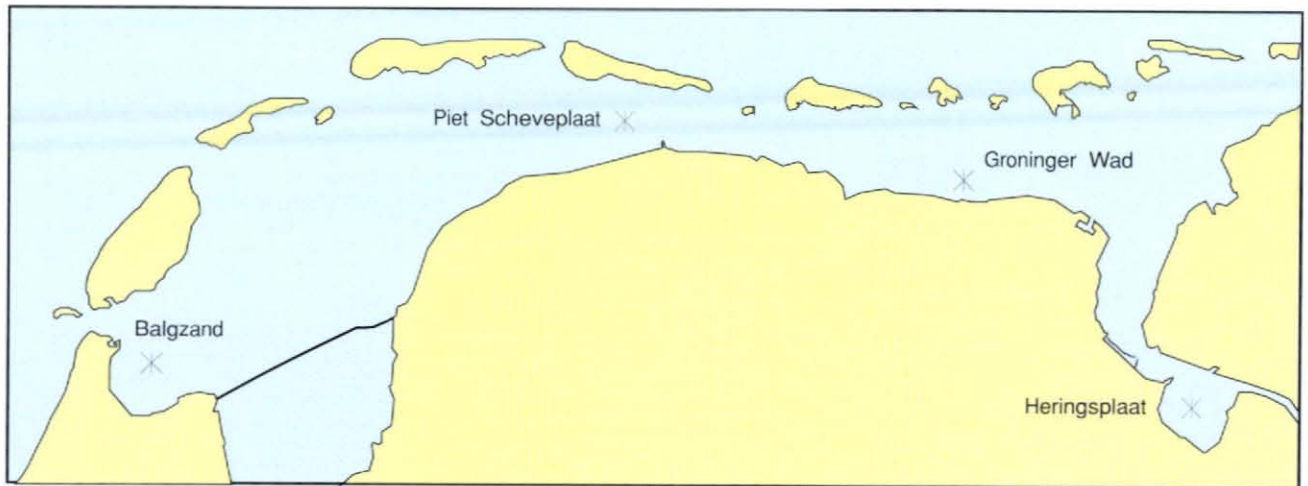
mg/kg asvrij drooggewicht vlees



Figuur 4C.D2.C03 gehalte PCB-153 in mosselen en de effectmarges. Het PCB gehalte uitgedrukt in het gehalte in mosselvlees waarbij effecten optreden bij zeehonden (remming van voortplanting) ligt bij 15 µg per kg asvrij drooggewicht mosselvlees.



Figuur 4C.D3.01 Waddenamoebe.



Figuur 4C.D3.02 Lokaties voor monsternamen van bodemdieren.

4C.D3 Biologische toestand Waddenzee/Eems-Dollard

Amoebe Waddenzee

Om tot een goede beschrijving van, voor de Waddenzee essentiële verschijnselen te komen is, in de Waddenamoebe gekozen voor het gebruik van aantallen van soorten en de kinderkamerfunctie en gegevens over visziekten en olieslachtoffers als doelvariabelen in de Waddenamoebe. In verband met de primaire natuurfunctie van de Waddenzee, wordt gestreefd naar een doel waarbij de aantallen van planten- en diersoorten dichter bij de referentie liggen dan in de landelijke Amoebe. Door vergelijking van de aantallen in de referentie met de huidige aantallen is te zien welke veranderingen zich in de Waddenzee hebben voorgedaan.



Foto 39 Wie het kleine niet eert.

Duidelijk is dat:

- de hoeveelheid algen sterk is toegenomen,
- sommige zoogdieren en vissoorten geheel zijn verdwenen,
- zeegraslevensgemeenschappen geheel zijn verdwenen.

Beschrijving trends van diverse groepen organismen in de Waddenamoebe

Bodemdieren (Macrozoöbenthos)

In de westelijke Waddenzee (Balgzand, figuur 4C.D3.02) nemen van de 25 bestudeerde soorten bodemdieren de helft in aantal toe gedurende de laatste 20 jaar (biomassa, gemiddelde van 15 locaties). Een achteruitgang wordt bij geen der soorten geconstateerd. Vanaf 1970 heeft een verdubbeling van de gemiddelde biomassa per vierkante meter plaatsgevonden. Als oorzaak van deze toename wordt de grotere voedselbeschikbaarheid voor de organismen genoemd. De stijging wordt niet alleen in de westelijke Waddenzee waargenomen maar ook in het Deense en Duitse gedeelte.

In de oostelijke Waddenzee (Groninger Wad en Piet Scheveplaat) wordt deze stijging in biomassa per oppervlakte-eenheid in dezelfde periode niet waargenomen (Figuur 4C.D3.03).

In de Eems-Dollard (Heringsplaat) ligt de biomassa op een laag niveau, een stijging of achteruitgang is niet geconstateerd.

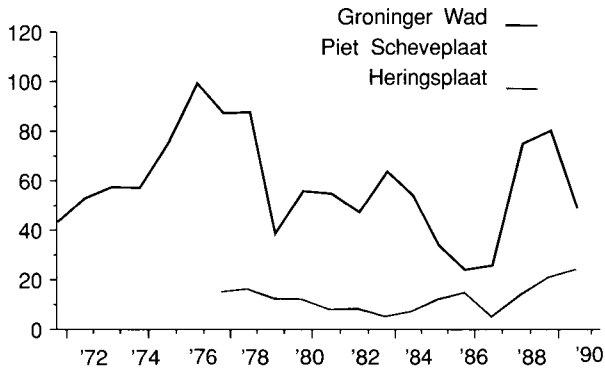
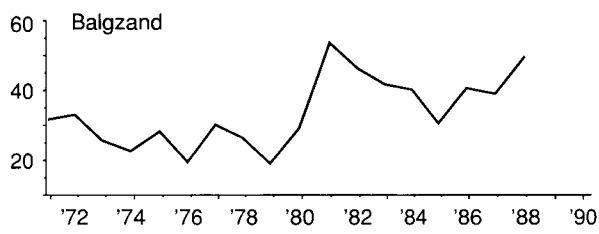
Het nonnetje (*Macoma balthica*) komt voor in de gehele Waddenzee in sterk wisselende dichtheden. Vooral na strenge winters (1979) treedt een hoge broedval op (hoge dichtheden maar relatief lage biomassawaarden). Dit verschijnsel doet zich op het Groninger Wad niet voor.

De stijging gedurende de gemeten periode is, zowel voor de dichtheden als voor de biomassa, alleen zichtbaar op het Balgzand. Opvallend zijn de lage biomassawaarden voor de Heringsplaat.

De aantallen wadpieren (*Arenicola marina*, figuur 4C.D3.06) vertonen alleen op het Balgzand een stijgend verloop. Het slikkige sediment van de Heringsplaat verklaart de lage dichtheid op de Heringsplaat.

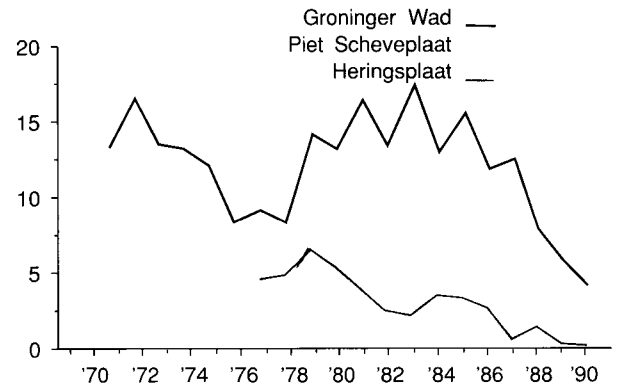
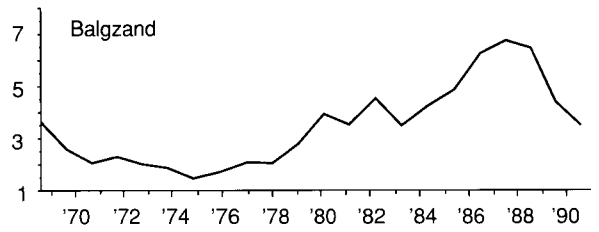
Lange termijn gegevens van de draadworm (*Heteromastus filiformis*, figuur 4C.D3.07) zijn alleen bekend van het Balgzand. Zowel de dichtheid als de biomassa nemen vanaf 1970 sterk toe. Na 1985 is een dalend verloop zichtbaar.

g asvrij drooggewicht



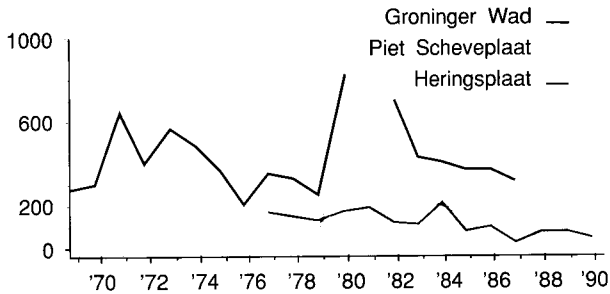
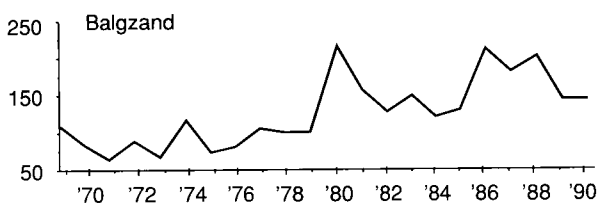
Figuur 4C.D3.03 Biomassa van het macrozoöbenthos (jaargemiddelde).
Bron: Beukema, 1990

g asvrij drooggewicht



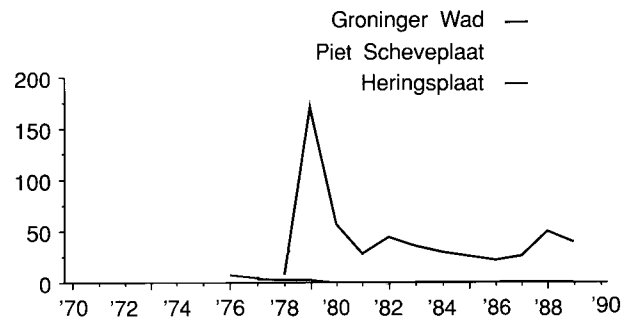
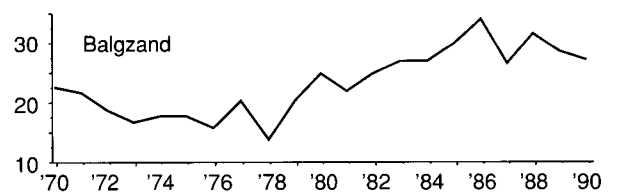
Figuur 4C.D3.04 Biomassa van het nonnetje *Macona balthica* (jaargemiddelde).
Bron: Beukema, 1990.

aantal/m²



Figuur 4C.D3.05 Biomassa van het nonnetje *Macona balthica* (winter).
Bron: Beukema, 1990.

aantal/m²



Figuur 4C.D3.06 Dichtheden van de wadpier *Arenicola marina*.
Bron: Beukema, 1990.

Het aantal bodemdieren bemonsterd op de diverse locaties is onder andere afhankelijk van de wintertemperatuur. Vooral in de westelijke Waddenzee blijken koude winters (1976, 1979, 1986) samen te gaan met een afname van het aantal gevonden soorten.

Het Eems-Dollard gebied (Heringsplaat) blijft met het aantal soorten achter ten opzichte van de oostelijke Waddenzee (Figuur 4C.D3.08).

Vogels

Grote Stern

De Grote Stern is een van de karakteristieke vogelsoorten van het dynamisch kustmilieu (Waddengebied, Delta). Aantallen vogels en vestigingsplaatsen zijn de laatste eeuw aan sterke veranderingen onderhevig geweest. De sterke afname van het aantal broedparen in 1963 is het gevolg van de vergiftiging door gechlloreerde koolwaterstoffen (voornamelijk telodrin). Deze afname ging tevens gepaard met een afname van het aantal broedplaatsen in de Waddenzee.

Alleen de broedplaats op het Griend is gedurende de periode 1961-1988 continu door de soort gebruikt. In 1963 is niet geteld op het Griend (Figuur 4C.D3.09).

In 1988 is ter behoud van het eiland en de broedplaats een zanddijk om het eiland aangelegd. (Voorlopige) tellingen van het aantal broedparen in 1989 tonen geen verandering aan.

Zoogdieren

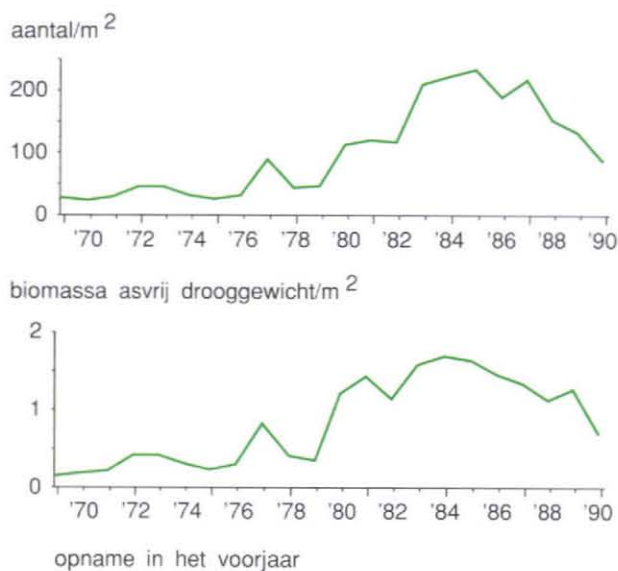
Zeehond

Het aantal zeehonden in de Nederlandse Waddenzee is sinds 1950 sterk afgenomen; jacht op zeehondenjongen was hiervan de hoofdoorzaak. Na het instellen van een jachtverbod in 1962 nam het aantal zeehonden tot 1965 enigszins toe (Figuur 4C.D3.10).

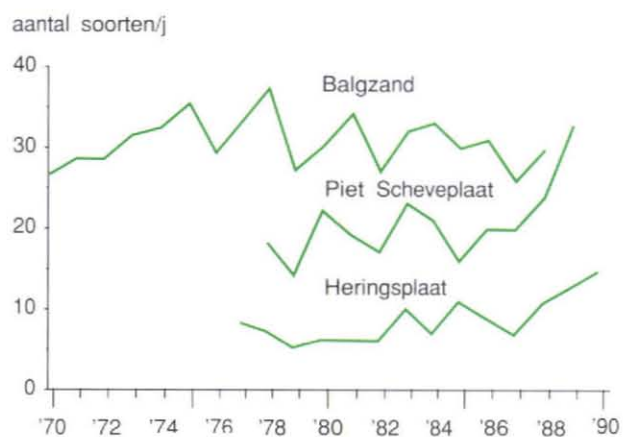
De achteruitgang na 1965 is toe te schrijven aan de verontreinigende stof PCB, die leidt tot een lagere reproductie.

Door migratie van zeehonden vanuit het Duitse en Deense Waddengebied en door verpleging van zieke zeehonden (zeehondenrèches) nam de populatie vanaf 1977 weer toe.

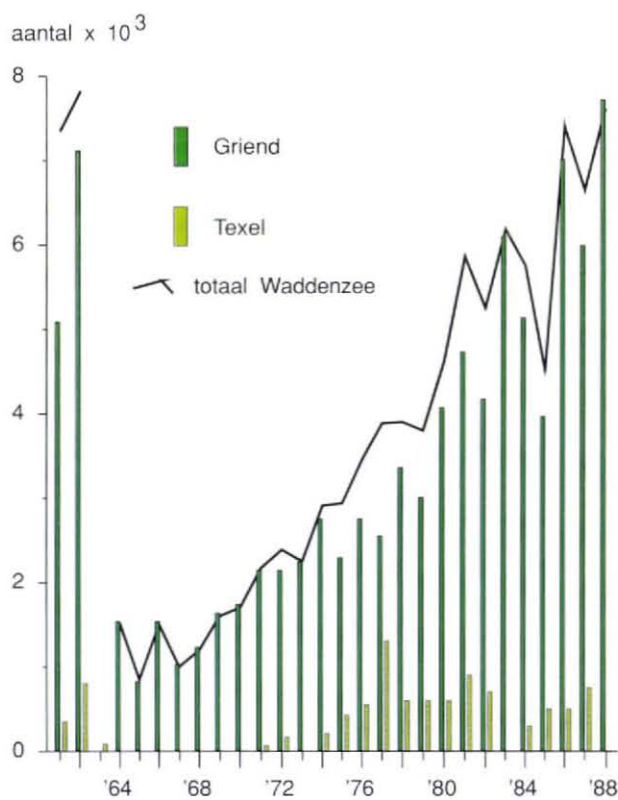
Massale sterfte vond plaats in 1988 door het virus „Canine distemper”, met als gevolg een reductie van 40% van de zeehondenpopulatie in het Nederlandse Waddengebied.



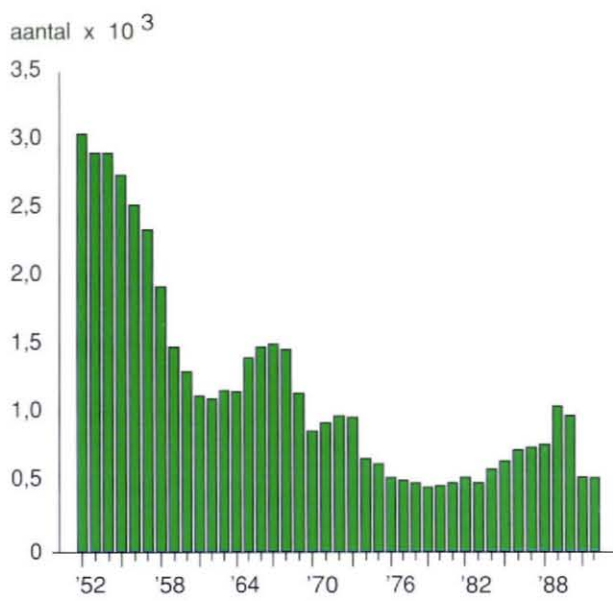
Figuur 4C.D3.07 Dichtheden van de draadworm *Heteromastus filiformis*.
Bron: Beukema, 1990



Figuur 4C.D3.08 Aantal soorten bodemdieren in de Waddenzee.
Bron: Beukema, Essink, 1990.



Figuur 4C.D3.09 Aantal broedparen van de Grote Stern.
Bron: RIN.



Figuur 4C.D3.10 Aantal gewone zeehonden in de Waddenzee.
Bron: RIN.

4C.R Resume Waddenzee en Eems-Dollard

Een vergroting van de getijamplitude verstoort de fysische structuur van de Waddenzee en Eems-Dollard. Oorzaken hiervan zijn natuurlijke processen, het uitdiepen van de vaargeulen en het uitvoeren van waterbouwkundige werken. Het gevolg hiervan is dat de troebelheid plaatselijk is toegenomen. Waterbouwkundige werken vormen barrières voor vissen en veroorzaken plaatselijk sterke gradiënten in de zoutgehalten. Een langzame achteruitgang in het kwelderareaal is enige jaren geleden ingezet. De Waddenzee wordt nog steeds belast met verontreinigingen.

De aanvoer van zware metalen vertoont in het algemeen een dalende tendens die teruggevonden wordt in de sedimenten. De gehalten aan organische microverontreinigingen in sedimenten zijn nog steeds te hoog. Zwaar verontreinigde specie komt nog voor in de havens van Delfzijl, Harlingen, Den Helder en Oudeschild. De toevoer van nutriënten ligt nog steeds op een hoog niveau.

Uit de Waddenamoebe blijkt dat de huidige biologische situatie sterk onevenwichtig is. De hoeveelheid algen is sterk toegenomen. Sommige zoogdieren en vissoorten zijn geheel verdwenen. De zeehondenpopulatie ligt nog steeds op een zeer laag niveau.

De belangrijkste bedreigingen van de natuurfunctie zijn naast de verontreinigingsproblematiek de visserijactiviteiten en de toegenomen recreatiedruk.

In het Wadden Actie Plan worden maatregelen voorgesteld om de gebruiksfuncties in evenwicht te laten komen met de functie natuur.

Gebruikte literatuur Wadden.

4C.F3 Visserij:

Boddeke, R. [1989]. Beschrijving van de populaties van de garnaal (Crangon crangon, L.) langs de Nederlandse kust en in de estuaria. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat, Dienst Getijdewateren. Basisdocument NW3, serie oecologische profielen. (In: Oecologisch Profiel Vissen, J.F. Bakker, H.J.M. Baptist, B.J.E. ten Brink, F. Colijn, J. Coossen, K. Essink, D.J. de Jong, V.N. de Jonge, R.J. Leewis en J.M. Marquenie (editors)).

Dankers, N., Koelemaeij, K. [1988]. Variations in the mussel population of the Dutch Wadden Sea. Intern. Wadden Sea Symp. List/Sylt, 1988.

Ministerie van Landbouw en Visserij. [1982]. Beheersplan Visserij Waddenzee.

Rin [1987].

Vlas, J. de. [1981].

4C.F5 Ontvangend oppervlaktewater:

Jonge, J. de, Meerendonk, J.H. van. [1990]. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat, Directie Groningen/Dienst Getijdewateren. Nota GWWS 90.060.

Meerendonk, J.H. van, Janssen, G.M., Frederiks, B. [1988]. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat, Dienst Getijdewateren. Nota GWWS 88.002

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat, Dienst Getijdewateren. [1990]. Wadden Actie Plan, discussienota. Nota 90.062.

Molegraaf, J.P. [1987]. Schatting van de aanvoer van aan slib gebonden metalen vanuit de Noordzee naar de Waddenzee voor het jaar 1985. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat, Dienst Getijdewateren. Notitie GWWS-87.235.

4C.F6 Recreatie:

Abrahamse J., Luitwieler, F. Waddenbulletin 1983, blz 15-17.

4C.F9 Natuur en Landschap:

Leendertse, P.C. [1989]. De effecten van verontreiniging van het Waddenzeewater op kweldervegetaties.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat, Dienst Getijdewateren Dir. Gen. Scheepvaart en Maritieme Zaken. [1989]. Wadatlas.

Ministerie van Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening. [1981]. PKB-Waddenzee. Nota over de hoofdlijnen van ontwikkeling van de Waddenzee. Tweede Kamer, 1980-1981, 13933, nr. 53.

Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij. [1988]. Beheersplan Natuur Waddenzee.

Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij. [1990]. Natuurbeleidsplan.

Tweede Kamer. Verdrag van Ramsar, 1971 en 1985/1986.

Windt, H. van der, Berkel, B. van, MARSEILLE, H. [1988]. De Waddenzee internationaal bezien. De internationale aspecten van het beheer en beleid van de Waddenzee. Rijks Universiteit Groningen/W&S; Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat, Dienst Getijdewateren.

4C.D1 Fysische toestand:

Gerritsen, F. [1989]. Morphological Stability of Inlets and Channels of the Western Wadden Sea, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat, Dienst Getijdewateren. Nota GWAO-90.019 (concept) 1989.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat. Beheersplan water Waddenzee.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat, Dienst Getijdewateren/ Dienst Binnenwateren. [1990]. Jaarboek van Afvoeren, Waterstanden, Golven en Waterkwaliteit, 1987.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat, Dienst Getijdewateren. Wadatlas 1989.

Misdorp, R. e.a. [1988]. Monitoring in the Western part of the Dutch Wadden Sea - sea level and morphology. 6th international Wadden Sea symposium List/Sylt, 1988.

Misdorp, R. e.a. [1989]. Climate change, sea level rise and morphological development in the Dutch Wadden Sea, 1989.

Natuur en Techniek. Algemene informatie Waddenzee. Bijlage cursusboek Oceanografie (herdrukken uit Natuur en Techniek 46, 4-9.).

Provincies Noord-Holland. De Waddenzee ten voeten uit. Samenvatting van Friesland en Groningen deel 1 van de Interprovinciale Structuurschets voor het Waddenzegebied.

Waterloopkundig Laboratorium. [1989]. Voorspelling ontwikkeling kustlijn 1990 - 2090 fase 3. Deelrapport 3.1. dynamisch model van het Nederlandse kuststelsel.

Waterloopkundig Laboratorium. [1991] (in voorbereiding). Onderzoek trends zwevende stofgehalte Waddenzee.

4C.D2 Chemische toestand:

Bennekom, A.J. van. [1981]. On the role of aluminium in the dissolution kinetics of diatom frustules. In: Proceedings of the 6th Diatom Symposium 1980, R. Ross, editor. Otto Koeltz Science Publ., Koenigstein, W.-Germany, pp. 445-454.

Duijts, R., Misdorp, R. [1990]. Verontreinigingen in de sedimenten van de Noordzee en de Waddenzee. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat, Dienst Getijdewateren. Nota GWWS-89.009.

Duursma, E.K., Nieuwenhuize, J., Liere, J.M. van. [1986]. Partitioning of organochlorines between water, particulate matter and some organisms in estuarine and marine systems of the Netherlands. *Neth. J. Sea Res.* 20: 239-251.

Eck, G.TH.M., Sant, H. van 'T., Turkstra, E. [1985]. Voorstel referentiewaarden fysisch-chemisch waterkwaliteitsparameters Nederlandse zoute wateren. Ministerie VROM.

Kramer, C.J.M., Misdorp, R., Duijts, H. [1989]. Contaminants in sediments of North Sea and Wadden Sea: Part II, Figures & Appendices. Werkdocument Dienst Getijdewateren, in opdracht opgesteld door MT-TNO.

Kramer, C.J.M., Boon, J.P., Duinker, J.C., Everaarts, J.M., Hillebrand, M.TH.J., Nolting, R.F., Vlies, E.M. van der. [1985]. Contaminanten in de Waddenzee en een vergelijking met de omliggende gebieden. Project M201, NIOZ, Texel, 127 pp. Ministerie VROM.

Marquenie, J.M., Simmers, J.W. [1988]. Environmental behaviour of PCB's, who are at risk and why. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat, Dienst Getijdewateren. Nota GWAO-88.030.

4C.D3 Biologische toestand:

Beukema, J.J. Data Westelijke Waddenzee. NIOZ.

Beukema, J.J. Biomass and species richness of the macro-benthic animals living on the tidal flats of the Dutch Wadden Sea. *Netherlands Journal of Sea Research* 10, blz. 236-261 (1976).

Beukema, J.J. [1974]. Seasonal changes in the biomass of the macro-benthos of a tidal flat area in the Dutch Wadden Sea. *Netherlands Journal of Sea Research* 8, blz. 94-107 (1974).

Beukema, J.J. [1989]. Long-term changes in macrozoobenthic abundance on the tidal flats of the western part of the Dutch Waddensea. *Helgoländer Meeresuntersuchungen* 43, blz. 405-415 (1989).

Essink, K., Beukema, J.J. [1986]. Long-term changes in intertidal flat macrozoobenthos as an indicator of stress by organic pollution. *Hydrobiologica* 142, blz. 209-215 (1986).

Essink, K. Data Oostelijke Waddenzee. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat, Dienst Getijdewateren.

Reynders, P. Data zeehond.

Rooth, J. [1989]. De Nederlandse Broedpopulatie van de Grote Stern *Sterna sandvicensis* in 1961-1988. *Limosa*, 1989. Jaargang 62, aflevering 3, blz. 121-124.

COLOFON

Deze watersysteemrapportage is tot stand gekomen met bijdragen van:

J.F. Bakker, W. Bartelds, R.C. Boeije, G.P. Bollebakker, J. Consemulder, A. van Dongen,
K.C.J. van den Ende, K. Essink, B. Frederiks, F.P. Hallie, J. Honkoop, Z. Jager, G.M. Janssen, J.P.G. van de
Kamer, H.J. de Kruik, L.A. Louws, J.H. van Meerendonk, P.L. Meininger, J.E. Modde,
J.P. Molegraaf, H.J.M. Oosterwijk, H.N.M. van Reeken, J. de Ridder, F.M.M. Sepers, G.H. Snijders, F.H.I.M.
Steyaert, W. Storm, J. Stronkhorst, E. Stutterheim, H. Timmerman, J.S.L. Vink, W.J. de Vos, C.J. van Westen,
G. Wattel en (DPA) Bureau voor kartografie, Rijkswaterstaat Meetkundige Dienst, afdeling Grafische Technieken,
afdeling Waterstaatskartografie, sectie thematische kartografie en Rijkswaterstaat Dienst Getijdewateren,
afdeling Visuele Vormgeving in de vorm van teksten, berekeningen, foto's, figuren en adviezen.
Druk ENROPRINT Rijswijk.

Fotoverantwoording

Rijkswaterstaat, Dienst Getijdewateren
Rijkswaterstaat, Directie Noordzee
KNMI
LANDSAT
Algemeen Nederlands Persbureau (ANP)
J. van den Broeke
H. van Reeken
J. Maranus
T. Maranus
J. Stronkhorst
R. Beijersbergen
J. Jungcurt

De eindredactie werd verzorgd door:

J.F. Bakker, K.C.J. van den Ende, J. Honkoop, J.H. van Meerendonk,
F.H.I.M. Steyaert, J. Stronkhorst, E. Stutterheim.

Nota nr. GWWS - 91.004